

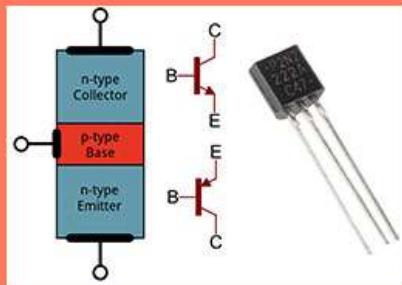
**ĐIỆN TỬ CƠ BẢN**

# Transistor là gì? Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

POSTED ON 04/11/2021 BY KHUÊ NGUYỄN

04  
Th11

## Điện Tử - Mạch Điện

**Khuê Nguyễn Creator**

# Transistor là gì? Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Trong bài này chúng ta cùng tìm hiểu về transistor, một trong những linh kiện cách mạng, làm thay đổi mọi thứ. Đây là thành phần cốt lõi, không thể thiếu trong các **mạch điện** hiện nay.

Hãy cùng tìm hiểu nhé!!!

**Mục Lục**

1. Transistor là gì?
2. Nguồn gốc hình thành và lịch sử phát triển của Transistor
3. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động
  - 3.1. Cấu tạo
  - 3.2. Nguyên lý hoạt động của transistor
4. Ký hiệu và hình dáng
  - 4.1. Ký hiệu của transistor
  - 4.2. Cách đọc thông tin trên transistor
    - 4.2.1. Transistor Nhật Bản:
    - 4.2.2. Transistor Mỹ
    - 4.2.3. Transistor Trung Quốc
  - 4.3. Hình dáng của transistor
5. Các đặc tuyến của transistor
  - 5.1. Đặc tuyến ngõ vào và đặc tuyến truyền dẫn của transistor.
  - 5.2. Đặc tuyến ngõ ra  $I_C/V$
  - 5.3. Đường tải và điểm làm việc tĩnh của transistor
6. Những thông số kỹ thuật của transistor
7. Các loại transistor
  - 7.1. Transistor lưỡng cực (BJT)
  - 7.2. Transistor hiệu ứng trường (FET)
  - 7.3. Transistor đơn nối (UJT)
8. Cách mắc Transistor
  - 8.1. Cách mắc Transistor chế độ bão hòa – Đóng/Ngắt tải
  - 8.2. Cách mắc Transistor chế độ khuếch đại
    - 8.2.1. Transistor mắc theo kiểu E chung (mạch khuếch đại điện áp)
    - 8.2.2. Transistor mắc theo kiểu C chung (Mạch khuếch đại dòng điện)
    - 8.2.3. Transistor mắc theo kiểu B chung
9. Vấn đề ổn định nhiệt cho transistor
  - 9.1. Ảnh hưởng nhiệt đến hoạt động của transistor.
  - 9.2. Mạch phân cực có thêm điện trở  $R_E$  nối từ cực E với nguồn điện:
  - 9.3. Mạch phân cực có điện trở  $R_E$  và  $R_B$  nối từ cực C đến cực B:
  - 9.4. Mạch ổn định nhiệt bằng trở nhiệt
10. Ưu điểm và nhược điểm của transistor
11. Công dụng của transistor là gì? Ứng dụng trong thực tế
  - 11.1. Khuếch đại điện áp
  - 11.2. Sử dụng làm công tắc

- 11.3. Thành phần chính trong các cổng logic – opam
12. Cách đo kiểm tra transistor
  - 12.1. Phép đo cho biết transistor còn tốt, hoạt động bình thường:
  - 12.2. Phép đo cho biết transistor bị chập BE
  - 12.3. Phép đo cho biết bóng bị đứt BE
  - 12.4. Phép đo cho biết bóng bị chập CE
13. Phương pháp xác định các cực B, C, E của transistor
14. Kết
  - 14.1. Related posts:

## Transistor là gì?

**Transistor** là một loại *linh kiện bán dẫn chủ động*, thường được sử dụng như một phần tử khuếch đại hoặc một khóa điện tử.

Tên gọi Transistor này là kết hợp của hai từ tiếng Anh “Transfer” (chuyển đổi) và “Resistor” (cản trở) và được đặt tên bởi nhà khoa học John R. Pierce vào năm 1948. Tên gọi này đã thể hiện rõ chức năng của **linh kiện** này khi nó khuếch đại bằng cách chuyển đổi điện trở.



Hiểu một cách đơn giản, Transistor sử dụng tín hiệu nhỏ đặt ở một chân và điều khiển tín hiệu lớn hơn tại chân còn lại hoặc nó dùng để đóng ngắt một tín hiệu nào đó đi qua nó.

## Nguồn gốc hình thành và lịch sử phát triển của Transistor

**Transistor** lần đầu tiên được phát minh tại phòng thí nghiệm Bell ở New Jersey vào năm những 1947 bởi 3 nhà vật lý tài giỏi của Hoa Kỳ: **John Bardeen(1908 Nott 1991)**, **Walter Brattain (1902 – 1987)** và **William Shockley (1910 – 1989)**.

Nhóm nghiên cứu do Shockley dẫn đầu đã cố gắng phát triển một loại bộ khuếch đại mới cho hệ thống điện thoại Hoa Kỳ lúc bấy giờ, tuy nhiên những gì họ thực sự phát minh ra hóa ra lại có nhiều ứng dụng rộng rãi hơn. **Bardeen** và **Brattain** đã tạo ra Transistor thực tế đầu tiên vào thứ ba **ngày 16 tháng 12 năm 1947**.

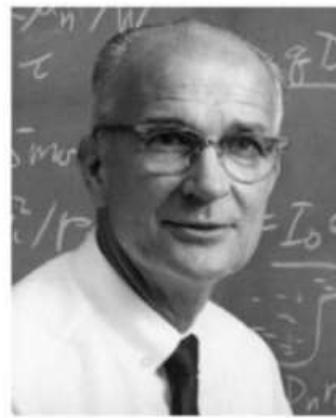
Mặc dù **Shockley** đã đóng một vai trò lớn trong dự án, anh ta rất tức giận và kích động khi bị bỏ rơi. Ngay sau đó, trong một lần ở khách sạn tại một hội nghị vật lý, anh đã một mình tìm ra lý thuyết về Transistor ba ngã là một thiết bị tốt hơn nhiều so với bóng bán dẫn tiếp xúc điểm.



**Walter Houser Brattain  
(1902 – 1987)**



**John Bardeen (1908 – 1991)**



**William Bradford Shockley Jr.  
( 1910 – 1989)**

Trong khi **Bardeen** rời Bell Labs để trở thành một học giả (anh tiếp tục tận hưởng thành công hơn nữa khi học các chất siêu dẫn tại Đại học Illinois), Brattain ở lại một thời gian trước khi nghỉ hưu để trở thành giáo viên.

Shockley thành lập công ty sản xuất bóng bán dẫn của riêng mình và giúp truyền cảm hứng cho hiện tượng thời hiện đại đó là “Thung lũng Silicon”. Hai nhân viên của ông, **Robert Noyce** và **Gordon Moore**, đã tiếp tục thành lập Intel, nhà sản xuất chip vi mô lớn nhất thế giới.

Và sau cùng thì **Bardeen, Brattain và Shockley** cũng đã tái hợp trong một thời gian ngắn vài năm sau đó khi họ chia sẻ giải thưởng khoa học hàng đầu thế giới, giải thưởng Nobel Vật lý năm 1956 vì khám phá của họ. Đây được xem là một câu chuyện của họ là một câu chuyện hấp dẫn về sự sáng chóe trí tuệ chiến đấu với sự ghen tị nhỏ nhặt và nó cũng đáng để đọc thêm.

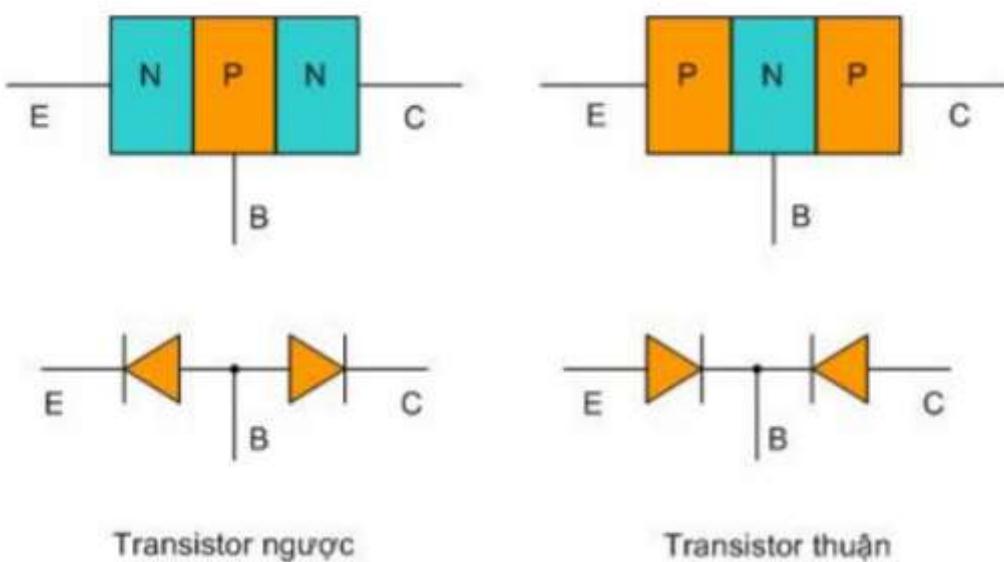
## Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

### Cấu tạo

Transistor gồm ba lớp bán dẫn ghép với nhau, hình thành hai tiếp giáp P – N nằm ngược chiều nhau, vì thế có thể nói transistor giống như hai diode nối ngược chiều nhau.

Chúng chia thành 2 loại:

- NPN: Nếu hai diode có chung nhau vùng bán dẫn loại P, thì ta có transistor loại NPN, gọi là transistor loại nghịch
- PNP: Nếu hai diode có chung nhau vùng bán dẫn loại N thì ta có transistor loại thuận.



Ba vùng bán dẫn được nối ra ba chân gọi là ba cực:

- **Cực gốc Base:** Phần giữa của transistor là cực gốc, nhẹ và mỏng về kích thước, có nồng độ tạp chất rất ít. Do vậy mà có ít hạt mang điện. Cực gốc tạo thành 2 mạch, mạch đầu vào với cực phát và mạch đầu ra với cực thu. Trong đó mạch đầu vào có trở kháng thấp, còn mạch đầu ra có trở kháng cao.
  - **Cực phát Emitter:** Đây là một vùng rộng và nồng độ tạp chất cao, do vậy là phần cung cấp một lượng lớn điện tích. Cực phát sẽ được nối với cực gốc vì nó cung cấp các phần tử mang điện tích đến cực gốc. Đoạn nối giữa cực phát và cực gốc sẽ cung cấp một lượng lớn các phần tử mang điện tích vào cực gốc.
  - **Cực thu Collector:** Là phần thu lượng lớn các phần tử mang điện cung cấp bởi cực phát. Cực thu có kích thước lớn hơn các cực còn lại để có thể thu được các phần tử mang điện từ cực phát.

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.

# Nguyên lý hoạt động của transistor

Có 2 bước để làm 1 transistor hoạt động đó là:

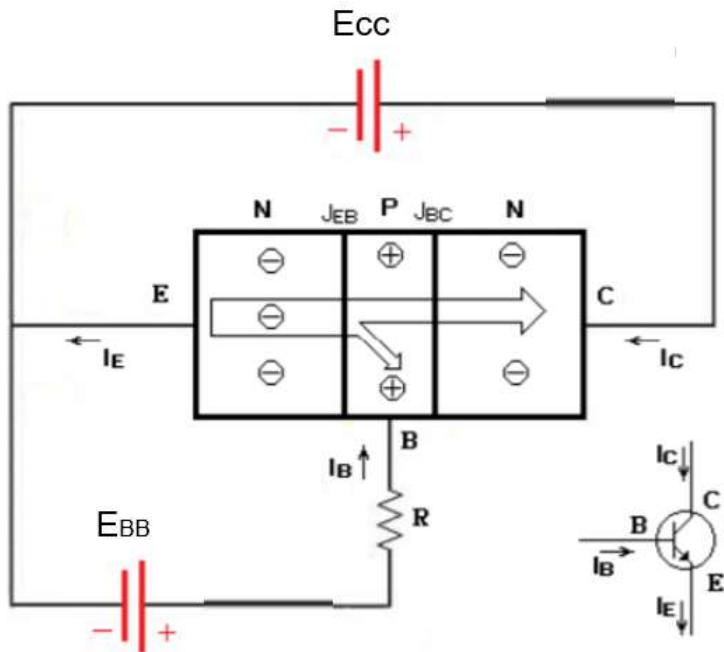
- Phân cực cho chân CE

- Phân cực cho chân BE

Xét transistor loại NPN (Transistor nghịch).

Nếu ta nối hai cực E và C của transistor loại NPN với một nguồn điện một chiều Ecc có cực âm nối với chân E và cực dương nối với chân C, chân B của transistor để hở mạch thì các electron là hạt tải điện đa số của vùng cực E không thể di chuyển qua vùng bán dẫn cực B nên không có dòng điện chạy trong transistor.

Tuy nhiên do chuyển động nhiệt nên có một số rất ít điện tử vượt qua lớp tiếp giáp gốc – gốp, tao ra một dòng điện rất nhỏ gọi là dòng điện rò (rỉ) hay dòng gốp ngược.



### *Nguyên lý hoạt động của Transistor NPN*

Bây giờ ta nối thêm một nguồn điện một chiều Ebb giữa chân E và chân B với cực âm nối với chân E và cực dương nối vào chân B

- Khi đó, diode BE phân cực thuận nên các electron từ vùng phát E dễ dàng đi qua vùng gốc B. Còn diode BC phân cực nghịch nên các electron từ vùng C

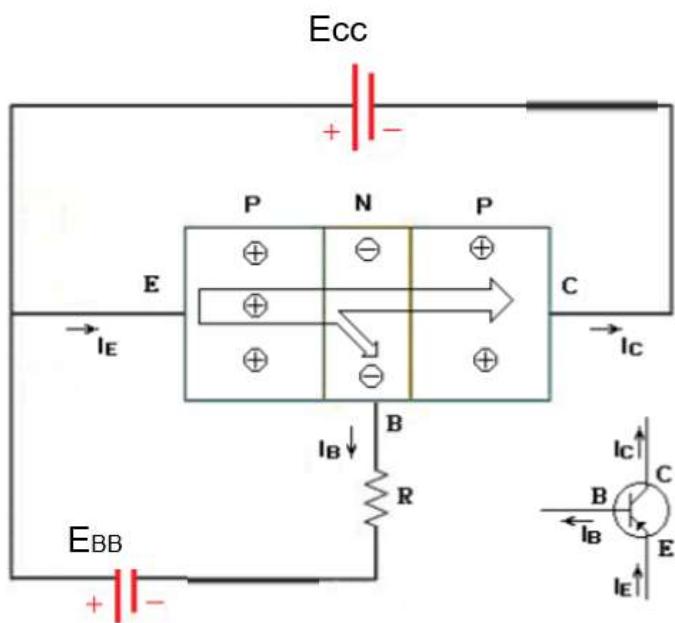
không thể đi qua vùng gốc B.

- Do nồng độ tạp chất vùng B thấp và kích thước **vùng B rất mỏng** nên số lượng lỗ trống ở vùng B rất ít. Nhưng số lượng các electron từ vùng E chuyển động sang vùng B rất lớn. Do đó chỉ có một số rất ít tái hợp với lỗ trống trong vùng B để tạo ra dòng điện  $I_b$ , còn cực góp C do có điện áp lớn hơn nên hút phần lớn điện tử trong vùng bán dẫn cực B sang vùng bán dẫn cực C tạo thành dòng  $I_c$ .

Mô tả một cách dễ hiểu đó là, dòng  $I_b$  có tác dụng mở lớp tiếp giáp BE và mỗi electron từ cực E đâm xuyên qua lớp tiếp giáp BC. Khi xuyên được lớp đó chúng tạo ra 1 dòng đi từ cực E sang cực C.

Dễ dàng nhận thấy:  $I_e = I_c + I_b$

Với transistor loại PNP (Transistor thuận), hoạt động tương tự NPN nhưng chúng ta phân cực ngược lại.

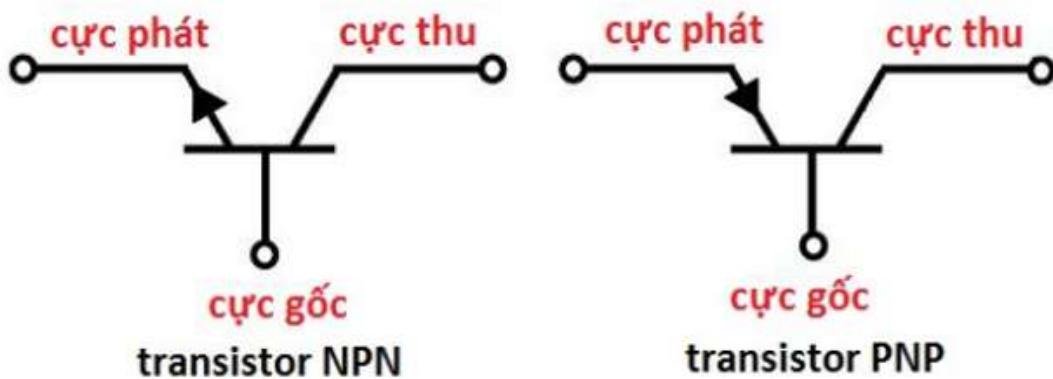


*Nguyên lý hoạt động của Transistor PNP*

## Ký hiệu và hình dáng

## Ký hiệu của transistor

Như đã đề cập ở trên, transistor có hai cách thức ghép tạo thành: transistor thuận PNP và transistor ngược NPN:



Mũi tên trong ký hiệu biểu thị hướng của dòng điện từ cực phát tới chỗ nối của cực gốc và cực phát. Sự khác nhau duy nhất giữa transistor NPN và transistor PNP chính là chiều của dòng điện.

## Cách đọc thông tin trên transistor

Mặc dù trên thị trường hiện nay có khá nhiều loại transistor do nhiều quốc gia sản xuất nhưng phổ biến nhất vẫn là xuất xứ từ Nhật Bản, Mỹ và Trung Quốc. Ngoài ra còn có: transistor của Nga, Châu Âu...

### Transistor Nhật Bản:

Bắt đầu bằng “2S” tiếp theo là một chữ cái cho biết đặc điểm và công dụng của transistor. Cuối cùng là nhóm chữ số cho biết thứ tự sản phẩm:

- 2SA: **transistor** loại PNP làm việc ở tần số cao.
- 2SB: transistor loại PNP làm việc ở tần số thấp.
- 2SC: transistor loại NPN làm việc ở tần số cao.
- 2SD: transistor loại NPN làm việc ở tần số thấp.

Ví dụ:

2SA1015, 2SA1013, 2SA168, 2SB688, 2SB55, ...

Một số transistor sản xuất sau này, khi đăng ký người ta không dùng “2S” nữa mà bắt đầu bằng các chữ cái A, B, C hoặc D thay cho các chữ 2SA, 2SB, 2SC hoặc 2SD.

Ví dụ như A564, B733, C828, D1555. Trong đó, 2 Transistor bắt đầu bằng chữ cái A, B là Transistor thuận còn C, D là Transistor ngược.

Thông thường, Transistor có ký hiệu bắt đầu bằng A và C sẽ có công suất nhỏ và tần số làm việc cao. Còn Transistor có ký hiệu bắt đầu bằng B và D thì ngược lại, chúng thường có công suất lớn và tần số làm việc thấp hơn.

## Transistor Mỹ

Transistor có xuất xứ từ Mỹ thì thường có 2 ký hiệu bắt đầu là “2N”, tiếp theo là nhóm chữ chỉ số thứ tự sản phẩm. Ví dụ như 2N3055, 2N4073, 2N73A,... đều là các loại Transistor được sản xuất tại Mỹ.

Muốn biết transistor được chế tạo từ Si hay Ge, cũng như các thông số kỹ thuật của chúng, ta phải dùng sách tra cứu.

## Transistor Trung Quốc

Công thức ký hiệu chung của các loại Transistor có xuất xứ từ Trung Quốc đó là bắt đầu bằng số 3 và tiếp theo là hai chữ cái. Ví dụ như 3CP25, 3AP20...

Trong đó:

Chữ cái thứ nhất cho biết loại Transistor:

- A: Transistor loại PNP, chế tạo từ Gemanium.
- B: Transistor loại PNP, chế tạo từ Silic.
- C: Transistor loại NPN, chế tạo từ Gemanium.

- D: Transistor loại NPN, chế tạo từ Silic.

Chữ cái thứ hai cho biết đặc điểm và công dụng:

- V: bán dẫn
- Z: nắn điện
- S: tunel
- U: quang điện
- X: âm tần công suất nhỏ hơn 1W
- P: âm tần công suất lớn hơn 1W
- G: cao tần công suất nhỏ hơn 1W
- A: cao tần công suất lớn hơn 1W

Sau cùng là nhóm chữ số chỉ thứ tự sản phẩm

Ví dụ:

3AG11 là transistor loại PNP, Ge, âm tần công suất nhỏ, sản phẩm thứ 11.

3AX31B là transistor loại PNP, Ge, âm tần công suất nhỏ, sản phẩm thứ 31 có cải tiến.

## Hình dáng của transistor

Một số hình dáng và quy cách đóng vỏ của transistor:



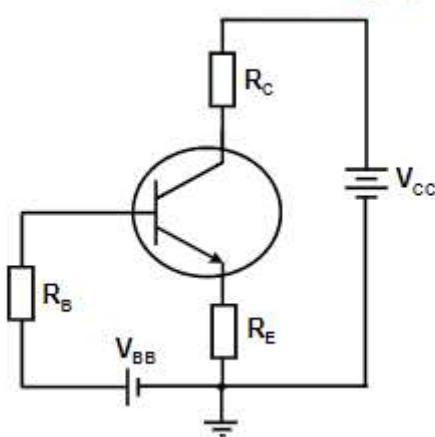
## Các đặc tính của transistor

Khi khảo sát các đặc tính của transistor, người ta khảo sát ba mối quan hệ căn bản, đó là:

- Quan hệ giữa dòng điện ngõ vào  $I_b$  và điện áp ngõ vào  $V_{BE}$ : đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của  $I_b$  theo sự thay đổi của  $V_{BE}$  gọi là đặc tuyến ngõ vào của transistor.
- Quan hệ giữa dòng điện ngõ ra  $I_c$  và điện áp ngõ vào  $V_{BE}$ : đồ thị biểu diễn mối quan hệ này gọi là đặc tuyến truyền dẫn của transistor.
- Quan hệ giữa dòng điện áp ngõ ra  $I_c$  và điện áp ngõ ra  $V_{CB}$  của transistor: đồ thị biểu diễn mối quan hệ này gọi là đặc tuyến ngõ ra của transistor.'

### Đặc tuyến ngõ vào và đặc tuyến truyền dẫn của transistor.

- Người ta dùng hai nguồn điện một chiều  $V_{CC}$  và  $V_{BB}$  có thể điều chỉnh điện áp được để phân cực cho các mối nối của transistor như sơ đồ hình dưới đây:

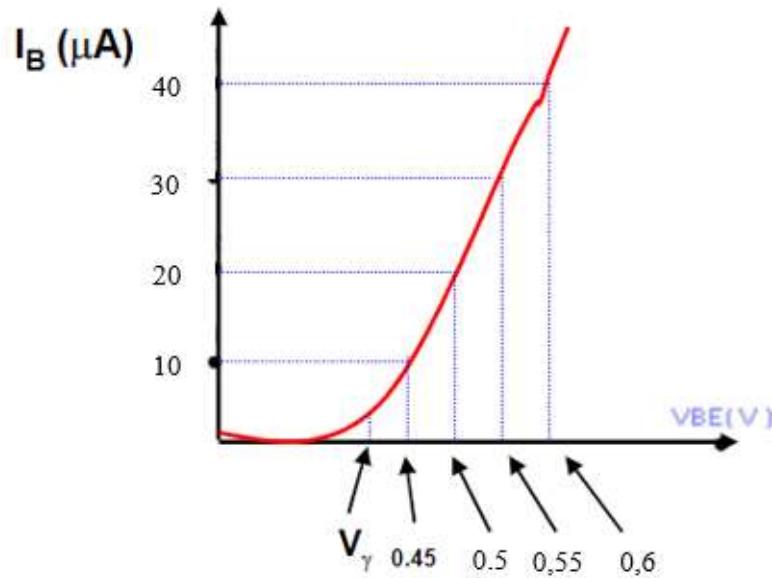


- Nguồn Vcc có cực (+) nối với cực C transistor qua điện trở  $R_c$  và cực (-) nối với cực E. Nguồn này thường được gọi là nguồn điện cấp cho transistor.
- Nguồn VBB có cực (+) nối với chân B qua điện trở  $R_b$  và cực (-) nối với chân E. Nguồn này thường được gọi là nguồn phân cực (định thiên) cho transistor.
- Giữ nguyên nguồn Vcc để điện áp VCE có một giá trị nhất định và thay đổi nguồn VBB để làm cho điện áp VBE giữa cực B và cực C thay đổi.
- Quan sát các chỉ số của đồng hồ ta thấy: dòng  $I_B$  và dòng  $I_C$  thay đổi theo giá trị của V
- Ứng với mỗi giá trị của VBE, ta đọc được trị số của  $I_B$  và  $I_E$  tương ứng.
- Giả sử, ta có được những giá trị như sau:

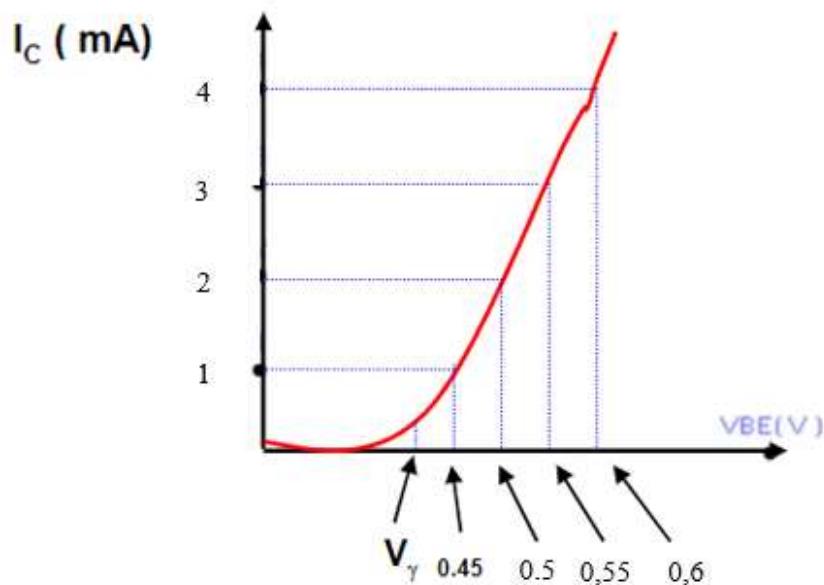
VBE (V)	0	0.45	0.5	0.55	0.6
$I_B$ ( $\mu A$ )	0	10	20	30	40
$I_C$ (mA)	0	1	2	3	4

Căn cứ vào bảo số liệu này, ta vẽ được các đường đặc tuyến ngõ vào và đặc tuyến truyền dẫn của transistor.

Đặc tuyến ngõ vào



Đặc tuyến truyền dẫn

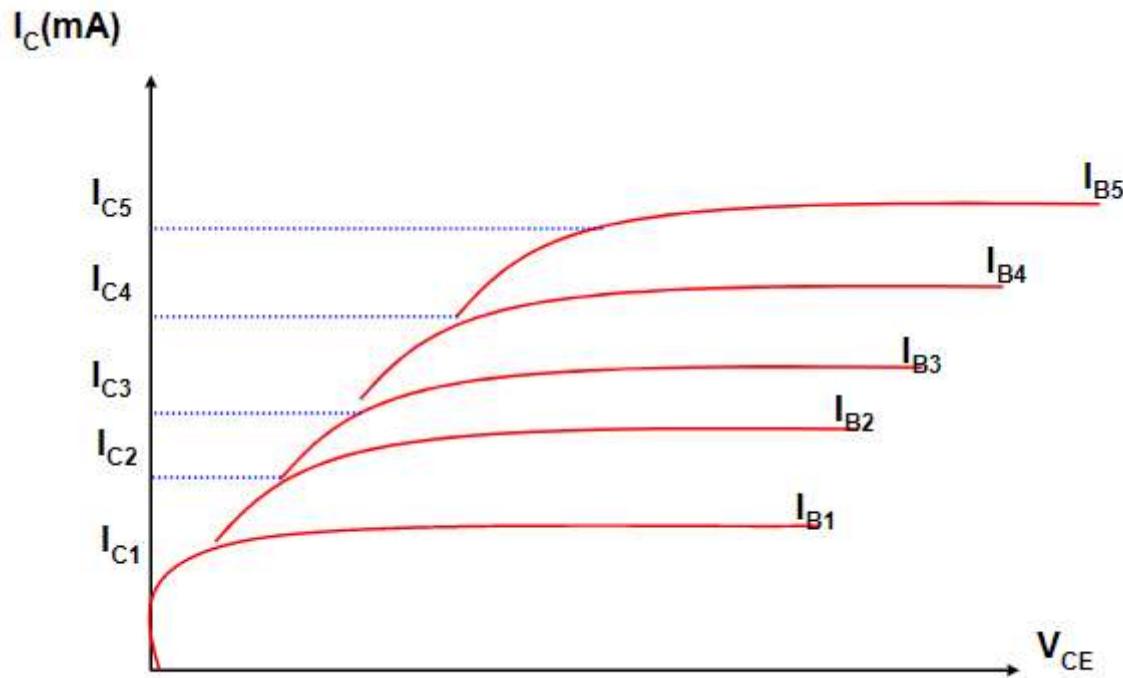


- Các đặc tuyến này được vẽ ứng với  $VCE = 2\text{V}$ , đặc tuyến sẽ không đổi khi điện áp  $VCE$  lớn hơn  $2\text{V}$ .

## Đặc tuyến ngõ ra $I_C/V$

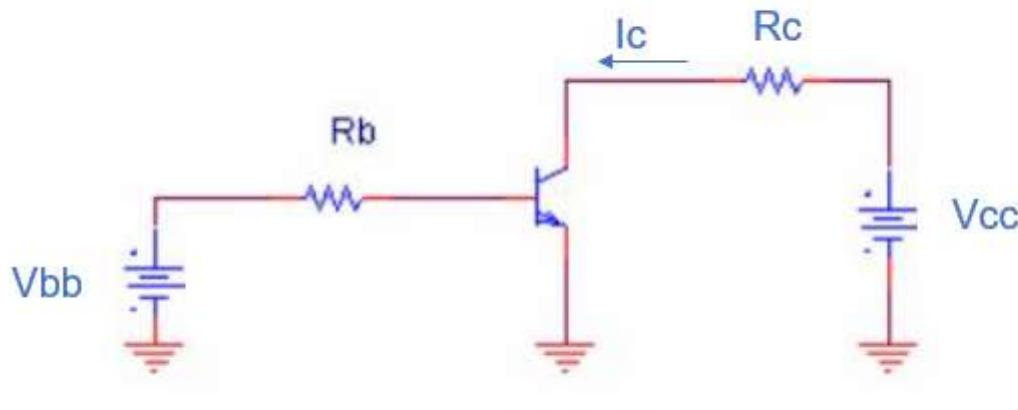
Ta sử dụng lại **mạch điện** thí nghiệm:

- Bây giờ ta giữ cho điện áp VBE một giá trị cố định, chẳng hạn 0.2V và điều chỉnh điện áp nguồn cung cấp Vcc để làm thay đổi VCE của transistor. Ta thấy khi VCE biến thiên thì dòng  $I_C$  cũng biến thiên theo.
- Quan sát chỉ số đồng hồ ta thấy:
- Khi  $VCE = 0$  thì  $I_C = 0$ , sau đó dòng  $I_C$  tăng nhanh gần như tuyến tính theo  $VCE$  (gần như thẳng đứng), sau đó  $I_C$  tăng rất chậm theo  $VCE$  (gần như nằm ngang).
- Bây giờ ta điều chỉnh VBB để VBE có một giá trị khác, chẳng hạn là 0.3V... tiếp tục thay đổi VCE từ 0V đến 10V. Ghi các chỉ số trên đồng hồ, ta vẽ được đường đặc tuyến thứ hai. Lần lượt lấy VBE cố định ở các giá trị khác nhau và thay đổi VCE, ta dựng được các đường đặc tuyến ngõ ra. Tập hợp các đường này gọi là họ đặc tuyến ngõ ra của transistor.



## Đường tải và điểm làm việc tĩnh của transistor

Để giải thích rõ ràng hơn về nguyên tắc hoạt động và vùng hoạt động của transistor, người ta đưa ra khái niệm đường tải và đường làm việc tĩnh của transistor, là sự phụ thuộc của dòng điện ra  $I_C$  vào điện áp  $V_{CE}$  khi transistor có măc điện trở gánh  $R_C$  trong mạch như sơ đồ:



- Áp dụng định luật Ohm trong đoạn mạch ta có:

$$V_{CC} = V_{RC} + V_{CE}$$

$$\Rightarrow V_{RC} = -V_{CE} + V_{CC}$$

$V_{RC}$  là sút áp trên  $R_C$ , ta có:

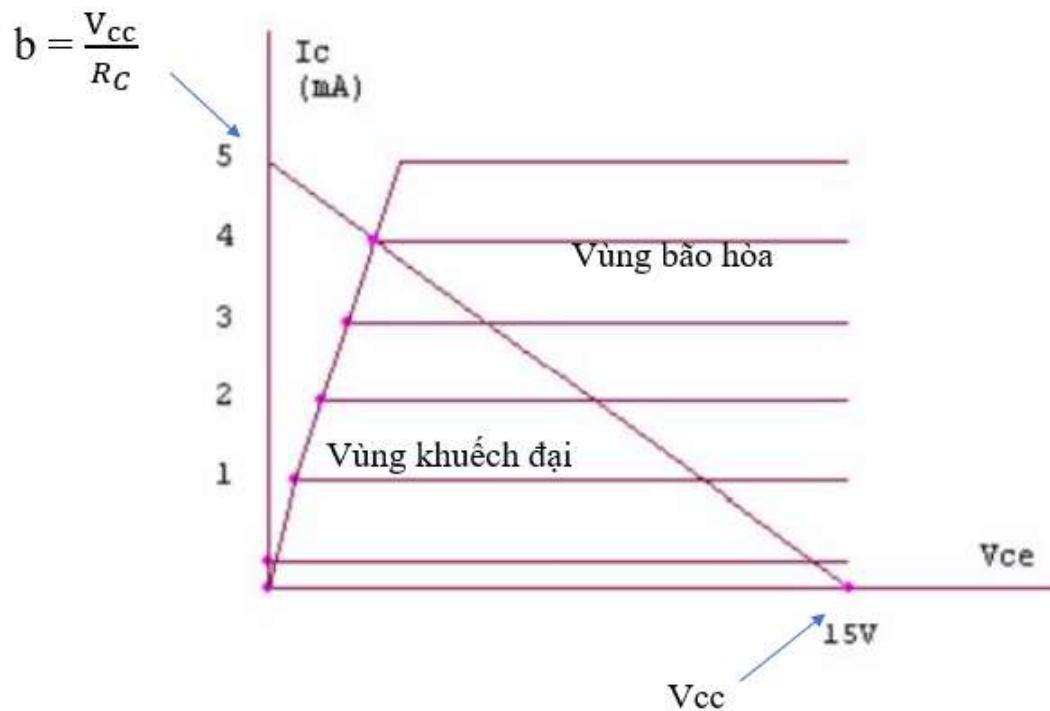
$$V_{RC} = I_C \cdot R_C$$

$$\Rightarrow I_C \cdot R_C = -V_{CE} + V_{CC}$$

$$\Rightarrow I_C = \frac{-1}{R_C} V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_C}$$

Từ phương trình này ta thấy dòng ngõ ra  $I_C$  phụ thuộc vào  $V_{CE}$  theo hàm số dạng:  $y = ax + b$ .

Do đó đường tải tĩnh của transistor là một đường thẳng cắt trực hoành VCE tại điểm Vcc và cắt trực tung Ic tại điểm b.



- Giao điểm giữa đường tải và các đường đặc tuyến ngõ ra của transistor gọi là điểm làm việc tĩnh hay điểm Q của transistor.
- Giao điểm của đường tải và đường đặc tuyến ứng với dòng điện  $I_B = 0$  gọi là điểm ngắt Q cutoff. Tại điểm tiếp giáp BE của transistor không được phân cực thuận và transistor không hoạt động, điện áp  $V_{CE} = V_{cc}$  (điện áp nguồn).
- Giao điểm giữa đường tải với đường đặc tuyến ra cùng với dòng  $I_B$  bão hòa gọi là điểm bão hòa. Tại điểm này điện áp  $V_{CE}$  gần bằng 0 volt và dòng điện ra  $I_C$  đạt giá trị lớn nhất.
- Giao điểm của đường tải bất kỳ ứng với  $I_B$  lớn hơn dòng  $I_B$  sat đều cho ta điểm bão hòa.
- Trên đường tải, đoạn ở dưới điểm ngắt Q cutoff là vùng ngưng dẫn của transistor, đoạn ở trên điểm bão hòa Q sat là vùng bão hòa của transistor, đoạn từ Q cutoff đến Q sat là vùng hoạt động hay còn gọi là vùng khuếch đại của transistor. Như vậy muốn transistor hoạt động ở vùng khuếch đại thì ta

phải phân cực sao cho điểm Q nằm ở vị trí nào đó trong đoạn từ Q cutoff đến Q sat. Tùy thuộc nhiệm vụ của mạch mà ta xác định điểm Q cho đúng.

- Những khái niệm về đặc tuyến ngõ vào, đặc tuyến truyền dẫn, đặc tuyến ngõ ra, đường tải và điểm làm việc tĩnh có ý nghĩa rất lớn trong công việc thiết kế mạch.

## Những thông số kỹ thuật của transistor

Thông số kỹ thuật của transistor là những đại lượng đặc trưng cho tính chất của transistor, kỹ thuật viên cần nắm vững các thông số này để lựa chọn và sử dụng Transistor cho hợp lý, đáp ứng được yêu cầu của mạch điện đồng thời tiết kiệm được chi phí khi mua linh kiện. Sau đây là những thông số chủ yếu của transistor:

1. Dòng điện cực đại cho phép: là dòng điện lớn nhất có thể đi qua transistor mà không làm hư hại transistor, ta có dòng điện cực giao diện cực đại là  $I_C$  max và dòng điện cực giao diện cực đại  $I_B$  max.
2. Điện áp đánh thủng (Breakdown Voltage): là điện áp nghịch tối đa đặt vào các cặp cực BE, BC, CE. Nếu quá điện áp này thì transistor sẽ bị hỏng, ta có các thông số:
  - BVCEO: điện áp đánh thủng giữa C và E khi cực B hở mạch.
  - BVCBO: điện áp đánh thủng giữa C và B khi cực E hở mạch.
  - BVEBO: điện áp đánh thủng giữa E và B khi cực C hở mạch
3. Công suất cực đại cho phép (PDM): transistor hoạt động sẽ tiêu thụ một công suất  $P_T = I_U C_E$ . Nếu  $P_T$  vượt quá công suất cực đại cho phép, transistor sẽ bị hỏng (thường là chạm mối nối C – E, B – E).
4. Hệ số khuếch đại dòng điện: hệ số khuếch đại dòng của transistor ký hiệu bằng chữ (đọc là bê ta), cho ta biết khi dòng điện  $I_B$  biến thiên một lượng  $\Delta I_B$  thì dòng điện sẽ biến thiên một lượng  $\Delta I_C$  lớn gấp nhiều lần  $I_B$

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

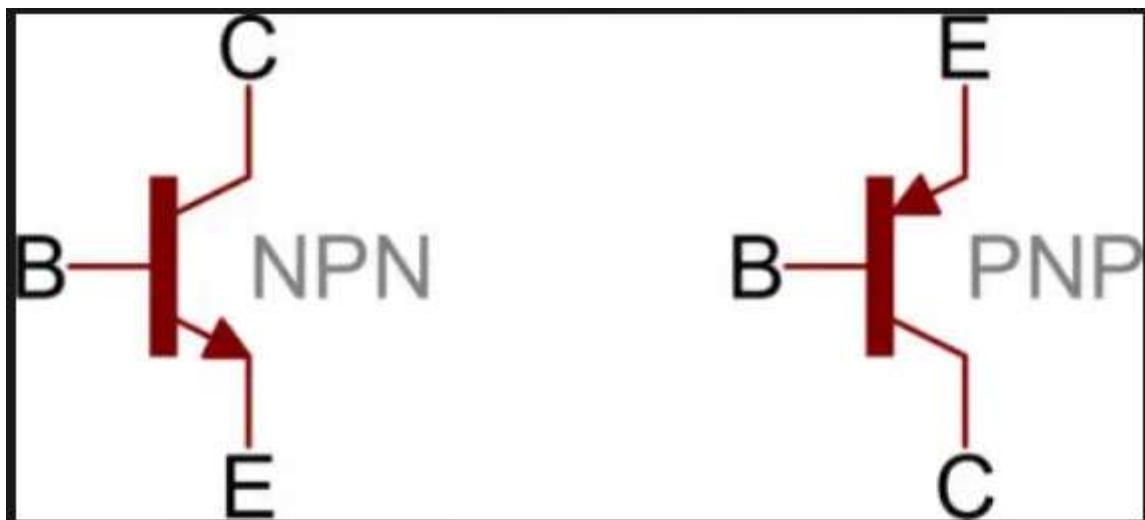
5. Tần số cắt (thiết đoạn): là tần số mà khi transistor làm việc ở đó, hệ số khuếch đại dòng của nó giảm xuống còn 0,7 trị số đo với lúc làm việc ở tần số thấp nhất. Ở vùng có tần số cao hơn nữa thì hệ số khuếch đại dòng giảm mạnh.

## Các loại transistor

### Transistor lưỡng cực (BJT)

**Transistor lưỡng cực** hay còn được gọi tắt là BJT (Bipolar junction transistor). Đây là loại Transistor có 3 cực là B (Base – Cực nền), C (Collector – Cực thu), E (Emitter – Cực phát).

Transistor lưỡng cực được chia ra thành loại transistor thuận P – N – P và transistor ngược N – P – N.



Ưu điểm:

- Lượng điện năng tiêu thụ không cao.
- Gắn như không có độ trễ khi khởi động.

- Bởi BJT không có bộ phận làm nóng Cathode nên chúng không chứa chất độc hại.
- Kích thước của transistor lưỡng cực nhỏ, nhẹ và dần được hoàn thiện.
- Điện áp của BJT có thể nhỏ gần bằng với mức điện áp của một pin tiểu.
- Hiệu suất hoạt động lớn.
- Tuổi thọ dài, ít bị tác động bởi môi trường bên ngoài như va đập...

Nhược điểm:

- Hiệu năng hoạt động giảm dần theo thời gian sử dụng.
- BJT có nhiều hạn chế khi hoạt động với công suất lớn và tần số cao.
- Transistor lưỡng cực dễ bị hỏng khi có sự thay đổi đột ngột của điện năng hoặc nhiệt độ. Ngoài ra nó cũng rất nhạy cảm với bức xạ.

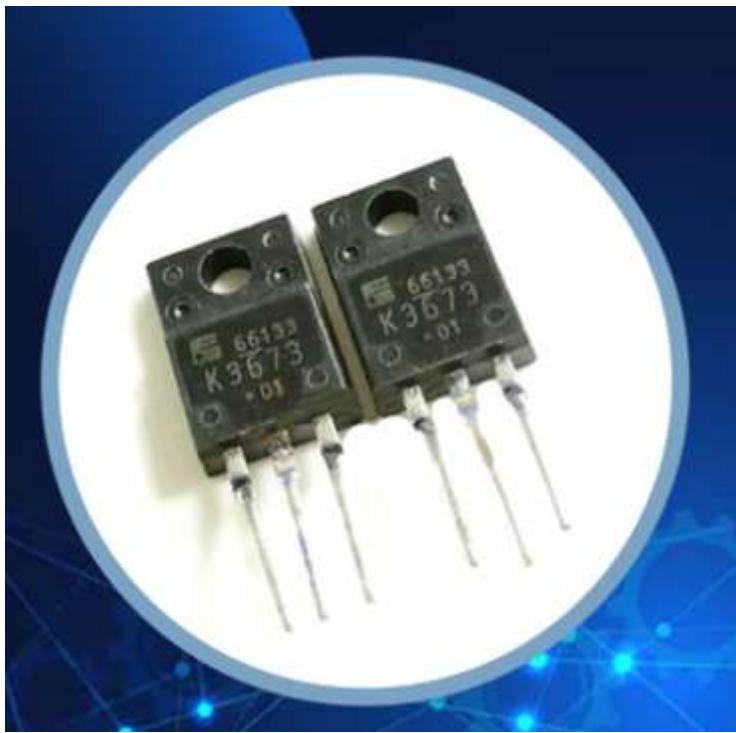
Ứng dụng:

Trên thực tế, transistor lưỡng cực được sử dụng trên hầu hết các thiết bị điện tử hiện nay: từ những transistor siêu nhỏ trên các bộ vi xử lý máy tính đến những transistor tích hợp trên vi mạch IC (Integrated Circuit).

## Transistor hiệu ứng trường (FET)

Transistor hiệu ứng điện trường (Hay còn gọi là Transistor trường, Tranzistor trường hay FET – viết tắt của cụm từ Tiếng Anh Field-effect transistor) là loại transistor sử dụng điện trường để kiểm soát, tác động đến độ dẫn của vật liệu bán dẫn.

Đặc biệt, FET là loại transistor đơn cực (Chỉ có duy nhất một cực) nên chúng sẽ hoạt động trong các phần tử tải điện đơn. Cũng bởi vì lý do này mà nó gần như không yêu cầu dòng điện đầu vào (Tín hiệu sai lệch) và có ưu điểm vượt trội so với các loại transistor thông thường đó là khả năng chống đầu vào cực cao.



Transistor hiệu ứng trường có cấu tạo gồm một thiết bị bán dẫn có ba cực (Cực máng, nguồn và cổng) với một dòng sóng mang dẫn truyền trong đó (Dòng sóng mang là electron đối với trường hợp FET kênh N còn đối với trường hợp FET kênh P thì dòng sóng mang là lỗ trống).

FET được chia ra thành 2 loại là transistor trường JFET và transistor trường MOSFET.

- **JFET**(Junction Field Effect Transistor) hay còn được gọi là FET nối: Nó là loại transistor điều khiển bằng tiếp xúc P – N.
- **MOSFET**(Metal-oxide-semiconductor transistor) là loại transistor có cực cửa cách điện bằng oxit. Trong đó, MOSFET còn được chia ra thành DE-MOSFET (MOSFET kênh săn) và E-MOSFET (MOSFET kênh cảm ứng).

Ưu điểm:

- FET có kết cấu điện đơn cực do dòng điện đi qua transistor chỉ có một loại hạt dẫn chiếm đa số tạo nên.
- Tiếng ồn mà FET phát ra nhỏ hơn so với transistor lưỡng cực.
- Trở kháng vào của FET rất cao.

- Bởi transistor hiệu ứng trường không bù điện áp tại dòng  $ID = 0$  nên nó ngắt điện tốt.
- Khả năng ổn định nhiệt cao.
- Tần số làm việc lớn.

Nhược điểm:

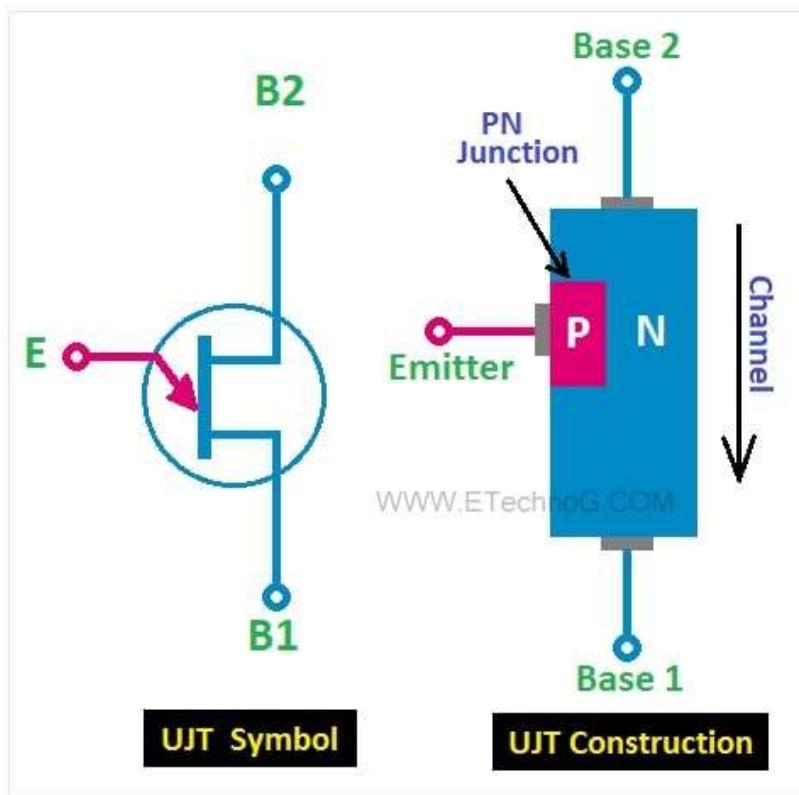
- So với transistor lưỡng cực thì FET có nhược điểm lớn nhất là hệ số khuếch đại thấp hơn.
- Tốc độ đóng cắt thấp hơn so với BJT

Ứng dụng

Trên thực tế, transistor hiệu ứng trường được sử dụng nhiều trong các mạch công xuất với độ chịu tải vừa.

## Transistor đơn nối (UJT)

Transistor UJT (Hay còn gọi là transistor đơn nối) là loại transistor có ba cực nhưng chỉ có duy nhất một tiếp giáp. Nó hoạt động như một khóa có điều khiển. Tuy loại transistor này không được phổ biến rộng rãi như transistor lưỡng cực nhưng nó vẫn giữ một vai trò nhất định trong các mạch tạo sóng và định giờ.



Cấu tạo cơ bản của transistor UJT bao gồm một thỏi bán dẫn pha nhẹ loại N- và hai lớp tiếp xúc kim loại nằm ở hai đầu của bán dẫn tạo thành hai cực nền phân biệt gọi là cực B1 và cực B2. Trong đó, hợp chất của dây nhôm nhỏ hình thành nối PN và đóng vai trò làm chất bán dẫn loại P.

Thiết kế vùng P thường gần cực B2 hơn B1 (Nằm cách vùng B1 một khoảng bằng 70% chiều dài của hai cực nền B1, B2) để có thể cung cấp tối ưu các đặc tính điện khi ứng dụng vào thực tế. Còn khu vực loại P (dây nhôm) đóng vai trò làm cực phát E.

### Những đặc tính của transistor UJT

- Transistor UJT được gọi là linh kiện không có chức năng bởi nó chỉ có duy nhất một điểm nối.
- UJT có thiết kế một điểm nối duy nhất giống diode nhưng nó khác với diode ở điểm có ba cực.
- Về mặt cấu tạo, transistor UJT tương đối giống với JFET kênh N. Tuy nhiên JFET kênh N có cấu tạo khác với UJT ở hai điểm: Vật liệu loại P bao quanh vật liệu loại N và bề mặt cổng lớn hơn.

- Trong khi vùng N chỉ bị pha tạp nhẹ thì cực phát bị pha tạp nặng.
- Thanh bán dẫn loại N có điện trở cao. Điện trở giữa cực phát và cực nền B2 nhỏ hơn điện trở giữa cực phát và cực nền B1.
- UJT thường hoạt động với cực E phân cực thuận.
- Transistor đơn nối có thể được sử dụng như một bộ tạo dao động bởi nó thể hiện một đặc tính kháng âm.

## Ứng dụng của transistor UJT

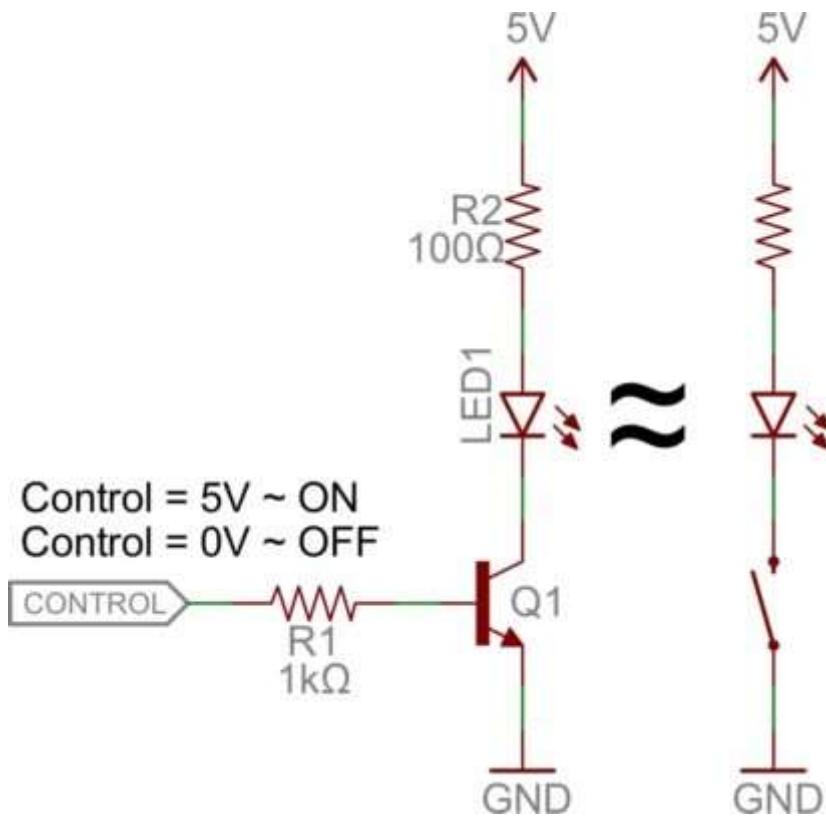
Vì chi phí sản xuất thấp cũng như những đặc tính độc đáo mà chỉ UJT mới sở hữu nên nó được ứng dụng rất nhiều trên thực tế. Diễn hình như người ta sử dụng UJT trong bộ tạo dao động, bộ tạo xung, mạch kích hoạt, điều khiển pha, bộ tạo răng cưa, mạch thời gian và nguồn cung cấp được điều chỉnh bằng điện áp hay dòng điện...

## Cách mắc Transistor

Transistor hoạt động ở 2 trạng thái:

- Trạng thái khuếch đại: Với trạng thái này, chúng ta cần tính toán hệ số khuếch đại và chọn kiểu mắc phù hợp, kiểu này thường được sử dụng trong các mạch audio, amplify...
- Trạng thái bão hòa: Với trạng thái này, chúng ta ko cần quan tâm hệ số khuếch đại của transistor, nó hoạt động như một công tắc on/off mà thôi

## Cách mắc Transistor chế độ bão hòa – Đóng/Ngắt tải



Cách mắc này thường thấy trong các mạch số, mạch vi điều khiển. Transistor sẽ có nhiệm vụ như 1 công tắc điều khiển bằng điện (trạng thái 0 1).

Để dùng cách này chúng ta phân cực cho Vbe điện áp  $> 0.6V$  (thường là 3.3V hoặc 5V) lúc này transistor sẽ chạy ở chế độ bão hòa.

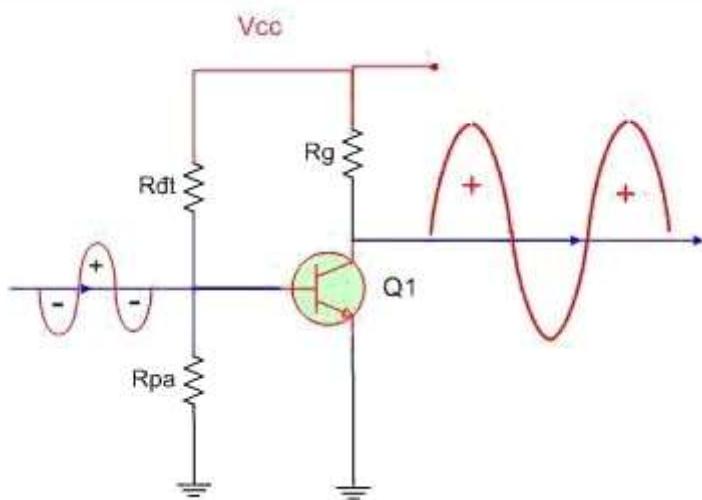
## Cách mắc Transistor chế độ khuếch đại

### Transistor mắc theo kiểu E chung (mạch khuếch đại điện áp)

Kiểu mắc này được ứng dụng nhiều nhất vào các **mạch điện tử**

Đặc điểm tranzito mắc kiểu E chung:

- Mạch khuếch đại E chung thường được định thiên sao cho điện áp UCE khoảng 60% ÷ 70 % Vcc.
- Biên độ tín hiệu ra thu được lớn hơn biên độ tín hiệu vào nhiều lần, như vậy mạch khuếch đại về điện áp.
- Dòng điện tín hiệu ra lớn hơn dòng tín hiệu vào nhưng không đáng kể.
- Tín hiệu đầu ra ngược pha với tín hiệu đầu vào

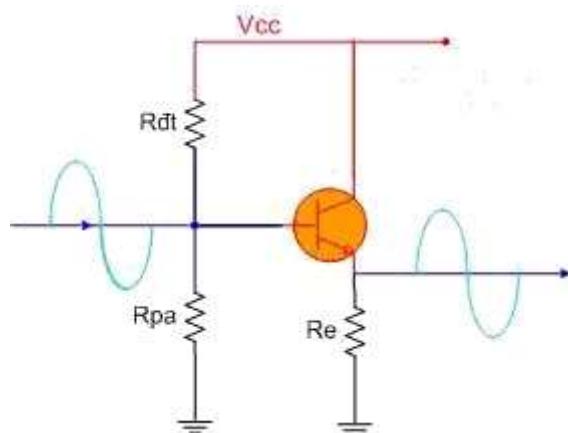


## Transistor mắc theo kiểu C chung (Mạch khuếch đại dòng điện)

Mạch trên được ứng dụng nhiều trong các mạch khuếch đại đêm (Damper), trước khi chia tín hiệu làm nhiều nhánh, người ta thường dùng mạch Damper để khuếch đại cho tín hiệu khoẻ hơn. Ngoài ra mạch còn được ứng dụng rất nhiều trong các mạch ổn áp nguồn.

Đặc điểm tranzito mắc kiểu C chung:

- Tín hiệu đưa vào cực B và lấy ra trên cực E
- Biên độ tín hiệu ra bằng biên độ tín hiệu vào
- Tín hiệu ra cùng pha với tín hiệu vào
- Cường độ của tín hiệu ra mạnh hơn cường độ của tín hiệu vào nhiều lần

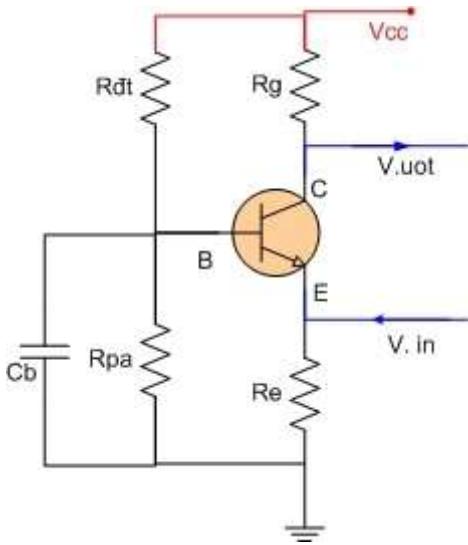


## Transistor mắc theo kiểu B chung

Mạch mắc kiểu B chung rất ít khi được sử dụng trong thực tế.

Đặc điểm tranzito mắc kiểu B chung:

- Mạch mắc theo kiểu B chung có tín hiệu đưa vào chân E và lấy ra trên chân C, chân B được thoát mass thông qua tụ.
- Khuyếch đại về điện áp và không khuyếch đại về dòng điện



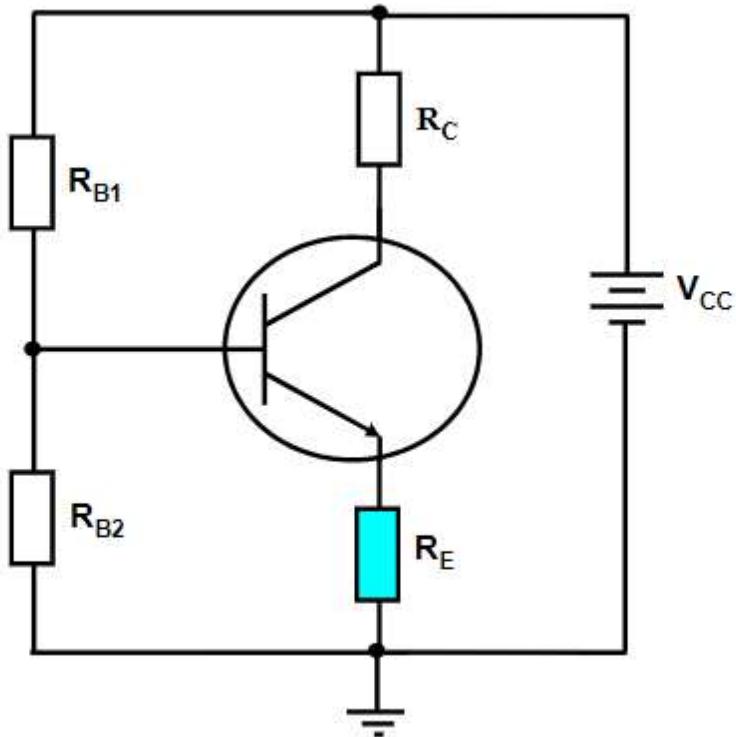
## Vấn đề ổn định nhiệt cho transistor

**Ảnh hưởng nhiệt đến hoạt động của transistor.**

- Khi transistor làm việc, có dòng điện chạy qua transistor phát sinh nhiệt làm transistor nóng lên.
- Khi nhiệt độ của transistor thay đổi thì dòng rỉ  $I_{CO}$ , điện áp phân cực  $VCB$  và hệ số khuếch đại dòng của transistor thay đổi theo.
- Người ta đã chứng minh được rằng chữ nhiệt độ tăng lên với transistor Silicon và với transistor Germanium thì dòng  $I_{CO}$  sẽ tăng lên gấp đôi và khi  $I_{CO}$  tăng lên thì dòng  $I_C$  cũng tăng lên làm cho transistor càng nóng.
- Với điện áp  $V_{BE}$ , đối với cả transistor Silicon và transistor Germanium, khi nhiệt độ tăng lên thì điện áp  $V_{BE}$  giảm đi  $2,5\text{mV}$  (người ta ứng dụng tính chất này để thực hiện các cảm biến nhiệt).
- Hệ số khuếch đại dòng thay đổi gần như tuyến tính theo nhiệt độ.

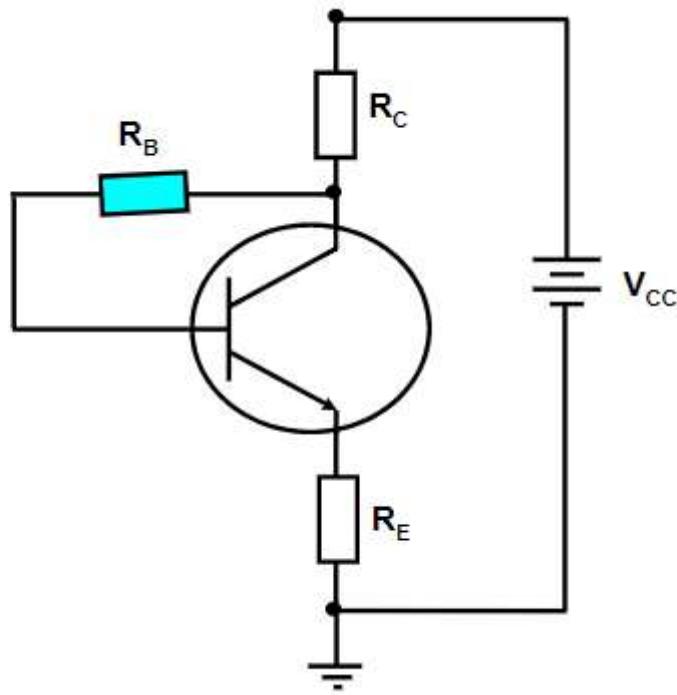
Để tránh ảnh hưởng của nhiệt độ lên các thông số của transistor, có thể làm sai điểm làm việc Q của transistor, người ta dùng các mạch phân cực cho transistor như sau:

### Mạch phân cực có thêm điện trở RE nối từ cực E với nguồn điện:



- Khi nhiệt độ tăng, dòng  $I_C$  tăng, dẫn đến dòng  $I_E$  tăng (do  $I_E = I_C + I_B$ ). Do đó sụt áp trên điện trở  $R_E$  là  $U_E = I_E R_E$  tăng lên, kéo theo điện áp phân cực  $U_{BE} = U_B - U_E$  giảm xuống, làm cho dòng  $I_B$  giảm xuống, kéo theo dòng  $I_C$  giảm, như vậy khi có thêm điện trở  $R_E$ , mạch sẽ tự động khống chế dòng  $I_C$ , không cho tăng theo nhiệt độ, tức là  $R_E$  có tác dụng ổn định nhiệt cho transistor.

### Mạch phân cực có điện trở $R_E$ và $R_B$ nối từ cực C đến cực B:

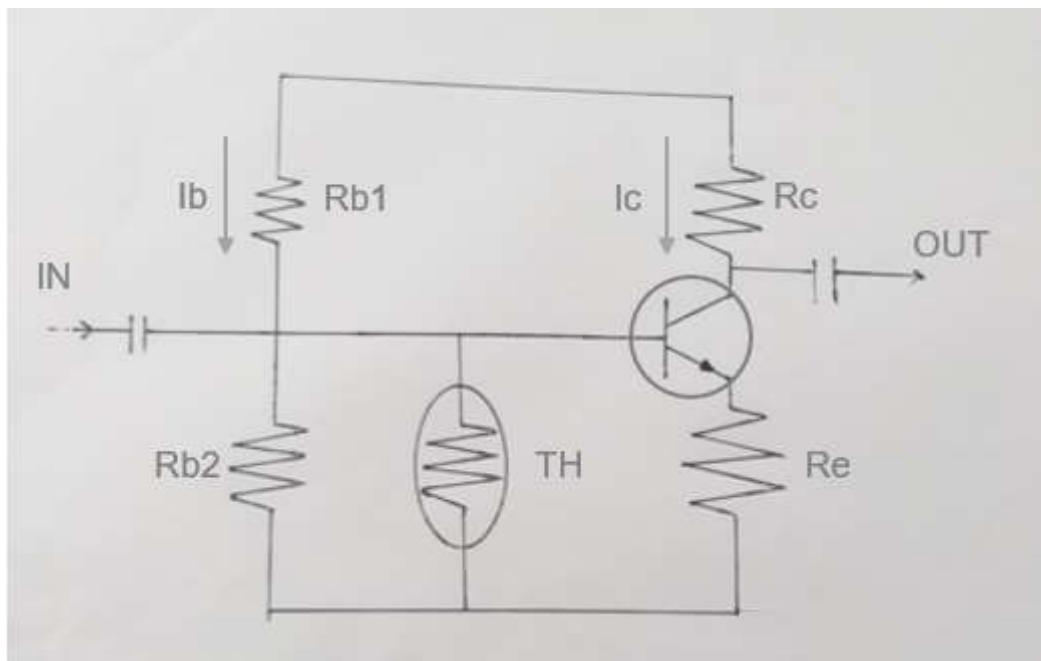


Hoạt động của mạch như sau:

Khi nhiệt độ tăng làm cho dòng  $I_C$  tăng lên, điện áp  $U_C$  tại cực C của transistor:  $U_C = V_{CC} - I_C \cdot R_C$  giảm xuống, làm điện áp tại cực B giảm xuống. Dòng  $I_B$  giảm kéo theo dòng  $I_C$  giảm xuống. Như vậy mạch có tác dụng ổn định nhiệt.

## Mạch ổn định nhiệt bằng trở nhiệt

Phản cực bằng cầu phản áp có thêm điện trở nhiệt nối song song với điện trở  $R_{B2}$



Nhiệt điện trở sử dụng ở đây là loại NTC, được gắn tiếp xúc với transistor hoặc gắn lên miếng tản nhiệt của transistor.

Khi nhiệt độ transistor tăng lên, nhiệt độ  $U_b$  giảm xuống, áp  $U_{BE}$  giảm theo, dòng  $I_c$  giảm. Transistor được ổn định nhiệt tự động

## Ưu điểm và nhược điểm của transistor

### Ưu điểm

- Điểm cộng của Transistor là chúng tiêu thụ lượng điện năng tương đối nhỏ (hoạt động ở mức điện áp thấp có thể sử dụng với pin tiểu). Độ trễ khởi động gần như bằng 0.
- Transistor không hề chứa chất độc hại như một số linh kiện khác do chúng không có bộ phận làm nóng cathode.
- Kích thước siêu nhỏ nhẹ nên có thể sử dụng được cho nhiều sản phẩm, thiết bị khác nhau.
- Tuy có hình dáng mi nhon là thế nhưng Transistor lại có hiệu suất hoạt động cao, tuổi thọ dài hơn 50 năm, hoạt động bền bỉ và đáng tin cậy.
- Đèn chân không khi khuếch đại tạo ra rất ít nhiễu và sóng hài nên âm thanh cực sạch đây cũng là lý do khiến tranzito được sử dụng nhiều trong các thiết

bị xử lý âm thanh.

- Ít bị sốc, vỡ khi rơi hoặc va chạm.

### Nhược điểm

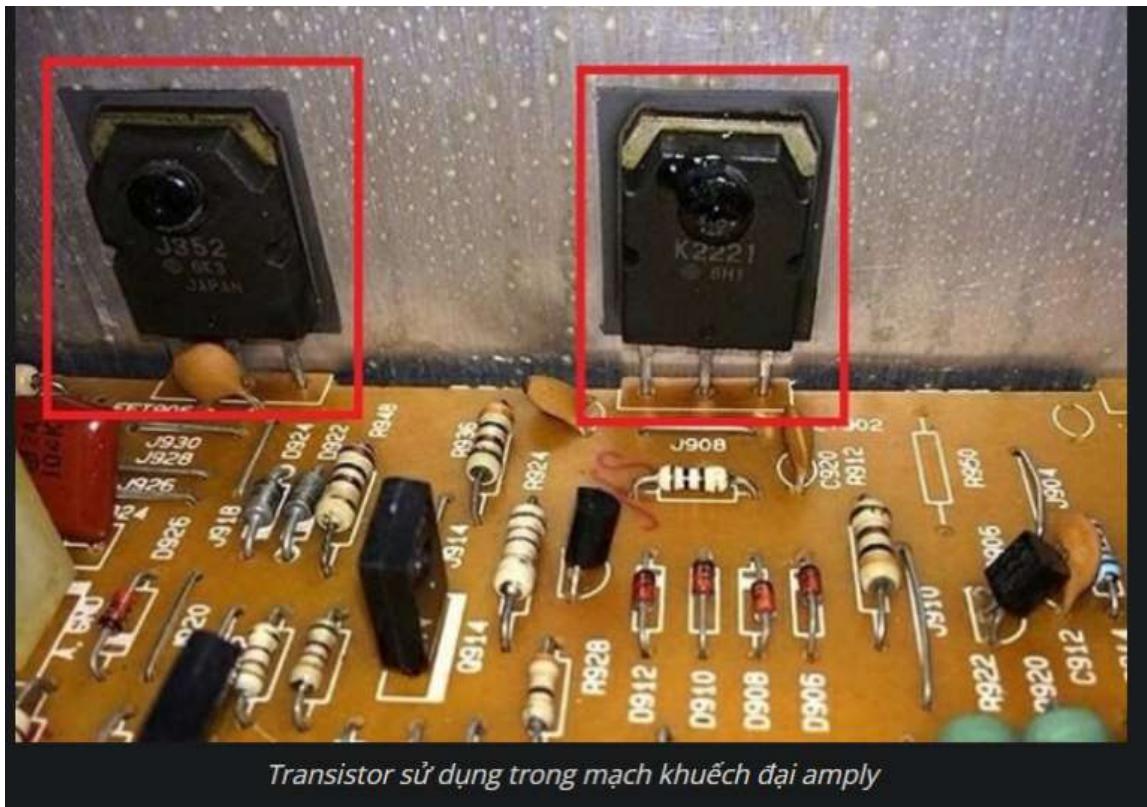
- Khi hoạt động ở công suất lớn và tần số cao thì đèn chân không tốt hơn transistor bán dẫn.
- Đèn chân không khi khuếch đại tạo ra rất ít nhiễu và sóng hài, tạo ra âm thanh “sạch” khi nghe nhạc nên được rất nhiều người chơi âm thanh ưa chuộng.
- Transistor nhạy cảm với tia bức xạ và tia vũ trụ (Phải dùng kèm chip bức xạ đặc biệt cho các thiết bị tàu vũ trụ).
- Do transistor làm từ chất bán dẫn nên rất dễ “chết” do shock điện, shock nhiệt.
- Transistor vẫn có thể bị “già” và hoạt động kém đi theo thời gian.

## Công dụng của transistor là gì? Ứng dụng trong thực tế

Sau khi đã hiểu cơ bản được khái niệm Transistor là gì cũng như cấu tạo, nguyên lý hoạt động của Transistor chắc hẳn bạn cũng đoán qua được công dụng của Transistor rồi đúng không? Ứng dụng của transistor rất rộng rãi trong thực tế hiện nay. Một số ứng dụng của transistor chính phải kể như:

### Khuếch đại điện áp

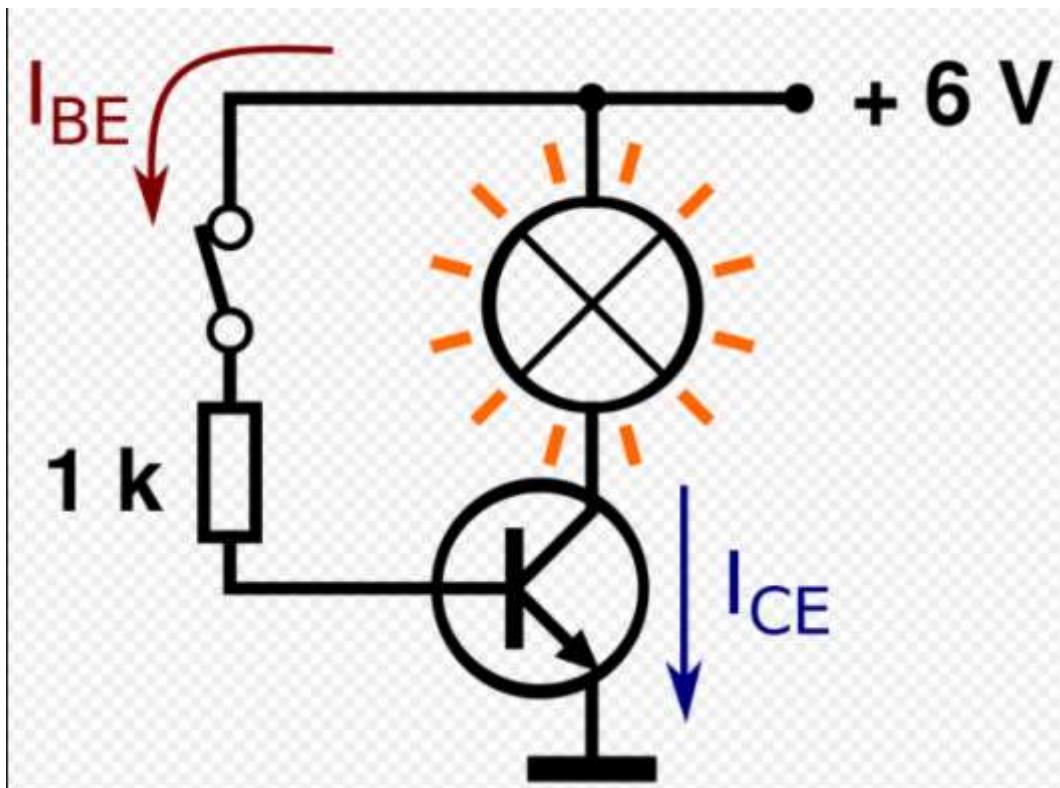
Tranzito được sử dụng trong các mạch khuếch đại dòng DC, khuếch đại tín hiệu AC hoặc sử dụng cho các mạch khuếch đại vi sai, mạch khuếch đại đặc biệt, mạch ổn áp.



Transistor sử dụng trong mạch khuếch đại amply

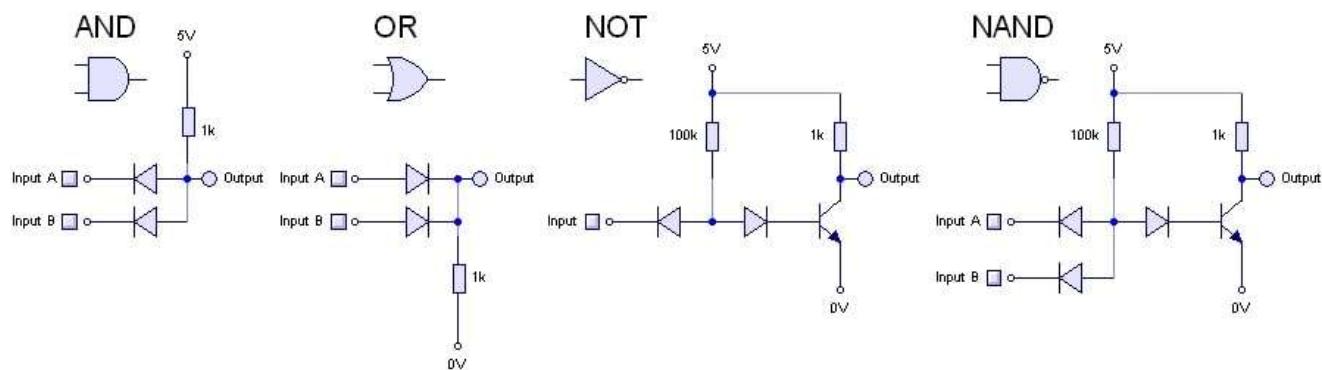
## Sử dụng làm công tắc

Các Transistor thường được sử dụng các mạch số như các khóa điện tử có thể ở trạng thái bật hoặc tắt. Sử dụng cho các ứng dụng năng lượng cao như chế độ chuyển mạch nguồn điện hay sử dụng cho các ứng dụng năng lượng thấp như các cổng logic số.



## Thành phần chính trong các cổng logic – opam

Transistor là thành phần chính trong các IC, cổng Logic hay opam. Transistor ở đây rất nhỏ, được măc với nhau theo nhiều kiểu để tạo nên các cổng logic, phục vụ tính toán, lưu trữ dữ liệu...



## Cách đo kiểm tra transistor

Để đo transistor, bạn có thể dùng đồng hồ đo Volt – Ohm (VOM) ở thang đo R (đo điện trở) để kiểm tra xem transistor còn tốt hay đã hỏng, ngoài ra bạn còn có thể xác định được transistor thuộc loại NPN hay PNP và xác định các cực của transistor.

Phương pháp kiểm tra transistor còn tốt hay đã hỏng. Đặt đồng hồ VOM về thang đo Rx100, đo điện trở các cặp chân BE, BC, CE, nếu trị số đo được giống như bảng dưới đây là transistor còn tốt.

	Transistor loại Ge	Transistor loại Si		
	R thuận	R nghịch	R thuận	R nghịch
BE	Vài $\Omega$	100 – 500K	Vài $\Omega$	
BC	Vài $\Omega$	100 – 500K	Vài $\Omega$	
CE	Vài $\Omega$	100 – 500K	Vài $\Omega$	

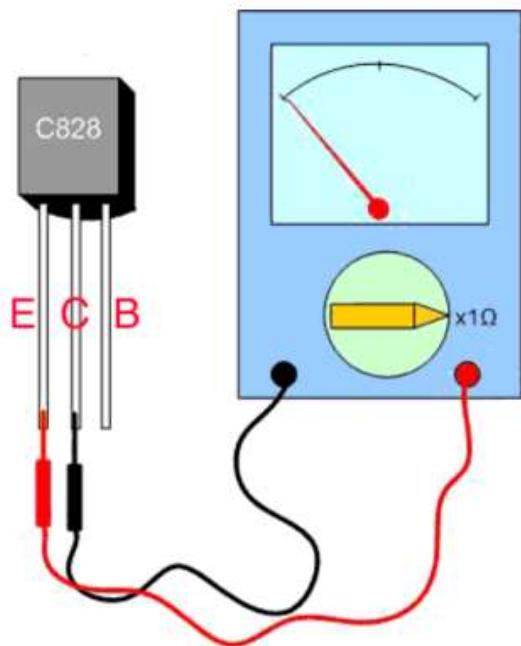
Notes:

- Đồng hồ VOM thường có dấu – (que đen) nối với cực dương của pin và đầu + (que đỏ) nối với cực âm của pin đồng hồ.
- Nếu khi đo một cặp chân nào đó có  $R_{\text{thuận}} = R_{\text{nghịch}} = 0\Omega$  thì cặp chân đó đã bị chạm.

Transistor có thể bị hỏng với các trường hợp cụ thể như sau:

- Đo thuận chiều từ B sang E hoặc từ B sang C  $\Rightarrow$  kim không lên nghĩa là transistor bị đứt BE hoặc đứt BC
- Đo từ B sang E hoặc từ B sang C. nếu kim lên cả hai chiều là bị chập hay dò BE hoặc BC.
- Đo giữa C và E nếu kim lên thì bị chập CE.

## Phép đo cho biết transistor còn tốt, hoạt động bình thường:

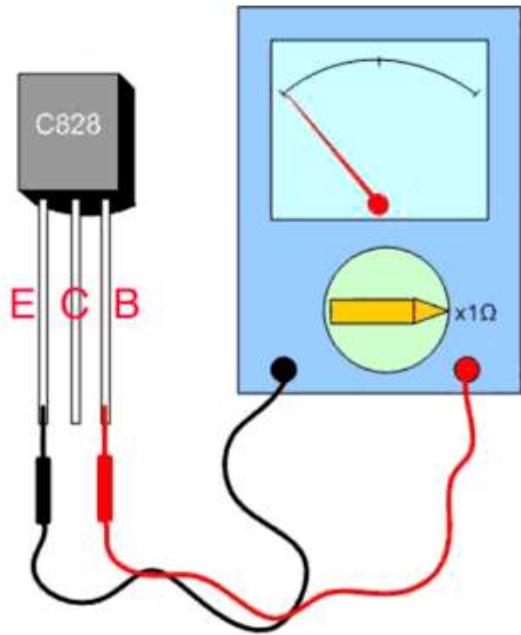


Trước hết nhìn vào ký hiệu ta biết được Transistor trên là bóng ngược, và các chân của Transistor lần lượt là ECB (dựa vào tên Transistor)

- Bước 1: Chuẩn bị đo, bạn hãy để đồng hồ ở thang  $\times 1\Omega$
- Bước 2 và bước 3: Đo thuận chiều BE và BC => nếu kim lên
- Bước 4 và bước 5: Đo ngược chiều BE và BC => nếu kim không lên
- Bước 6: Đo giữa C và E nếu thấy kim không lên

Kết luận, bóng tốt

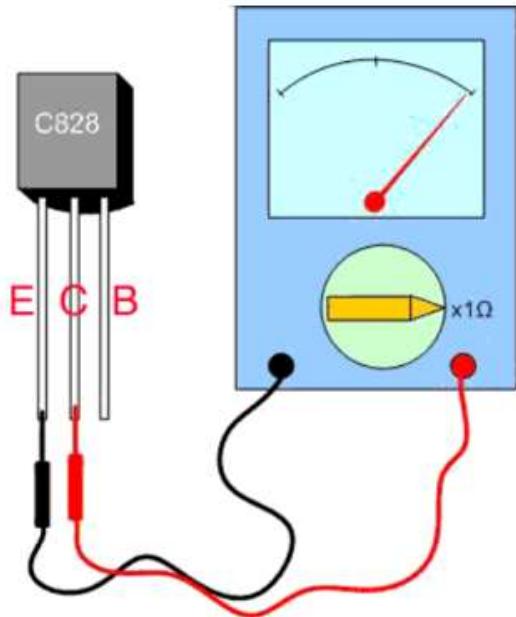
## Phép đo cho biết transistor bị chập BE



- Bước 1: Chuẩn bị giึง phần trên.
- Bước 2: Đo thuận giữa B và E nếu kim lên =  $0 \Omega$ .
- Bước 3: Đo ngược giữa B và E nếu kim lên =  $0 \Omega$ .

Bóng đã bị chập BE.

### Phép đo cho biết bóng bị đứt BE



- Bước 1: Chuẩn bị trước khi đo giống hai phép đo phía trên
- Bước 2 và 3: Đo cả hai chiều giữa B và E nếu bạn thấy kim không lên.

Bóng đã bị đứt BE

### **Phép đo cho biết bóng bị chập CE**

- Bước 1: Chuẩn bị trước khi tiến hành đo
- Bước 2: Đo cả hai chiều giữa C và E nếu kim lên =  $0\ \Omega$

Bóng đã bị chập CE

Trường hợp đo giữa C và E mà bạn chỉ thấy kim lên một chút là bị dò CE.

### **Phương pháp xác định các cực B, C, E của transistor**

Khi gấp một transistor lật hoặc bị mất mã hiệu, ta có thể dùng đồng hồ để xác định các cực của nó như sau:

- Cách xác định vị trí chân B của transistor:

Một transistor có thể được xem như hai **diode BC** và **BE** nối chung nhau, ta có thể xác định cực B theo một trong hai cách:



- Dùng đồng hồ VOM đặt về thang đo Rx100 hoặc Rx1K, đo hai chân nào đó của transistor mà kết quả đo ngược, đo xuôi kim đều không lên hoặc chỉ nhích kim lên chút ít thì hai chân đó là cực C và cực E và chân còn lại là cực B.
- Đặt que đo vào một chân của transistor, lần lượt chạm que đo còn lại vào hai chân còn lại, nếu kim đồng hồ không lên hoặc nhích lên chút ít, bạn đổi đầu que đo và đo lại hai chân kia, nếu lần này kim chấm vào chân nào mà kim lên khoảng một nửa hoặc gần hết thang đo thì giữ lại chân đó và chấm que đo kia vào chân còn lại. Nếu kim cũng lên như trước thì chân giữ lại chính là cực B. **Nói tóm lại, chân nào mà khi đo với hai chân còn lại kim đều lên thì chân đó là chân B.**

Nếu que đo đang nối với cực B là que đen thì transistor đang đo thuộc loại NPN còn nếu là que đỏ thì transistor đang đo thuộc loại PNP

- Cách xác định vị trí 2 chân E và C của transistor:

Đo điện trở thuận giữa chân B và hai chân còn lại, chân nào có điện trở lớn hơn là chân C, chân nào có điện trở nhỏ hơn là chân E.

## Kết

Transistor được sử dụng trong hầu hết tất cả các mạch điện, hiện nay với công nghệ ngày càng tiên tiến, transistor ngày càng bé đi. Từ đó, chúng ta mới có những con chip siêu nhỏ nhưng mạnh mẽ như bây giờ.

Cám ơn bạn đã đón đọc, cùng vào hội [Anh Em Nghiện Lập Trình](#) để cùng trao đổi nhé

3.7/5 - (3 bình chọn)

### Related Posts:

1. [Diode là gì? Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của diode](#)
2. [Tụ điện là gì? Đặc tính của tụ điện trong mạch điện tử](#)
3. [Điện trở là gì? Công thức tính toán và cách đọc giá trị](#)



**KHUÊ NGUYỄN**

Chỉ là người đam mê điện tử và lập trình. Làm được gì thì viết cho anh em xem thôi. :D

### Trả lời

Email của bạn sẽ không được hiển thị công khai. Các trường bắt buộc được đánh dấu \*

**Bình luận \***

**Tên \***

**Email \***

**Trang web**

**PHẢN HỒI**

**Fanpage**



Khuê Nguyễn Creator - Học...  
2.754 lượt thích

**Đã thích** **Chia sẻ**

 Khuê Nguyễn Creator - Học  
Lập Trình Vi Điều Khiển  
khoảng một tháng trước

Lý do thời gian gần đây mình không viết bài  
và làm thêm gì cả là đây 😊)

Chỉnh sửa và xác nhận nhầm định với thành

Còn một khía cạnh cần lưu ý là vị trí minh vTag.

Đây là một sản phẩm định vị đa năng với 3 công nghệ định vị WIFI, GPS, LBS kết hợp với sóng NB-IOT dành riêng cho các sản phẩm IOT.

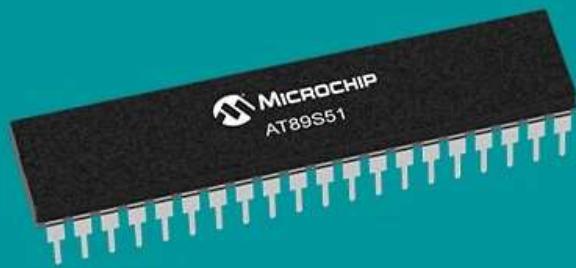
Chỉ với 990.000đ chúng ta đã có thể có sản phẩm đẽ:

- Định vị trẻ em, con cái... [Xem thêm](#)



## Bài viết khác

### Lập trình 8051 - AT89S52



### Bài 1: Tổng quan về 8051 và chip AT89S51 - 52



Khuê Nguyễn Creator



### Tổng quan về 8051

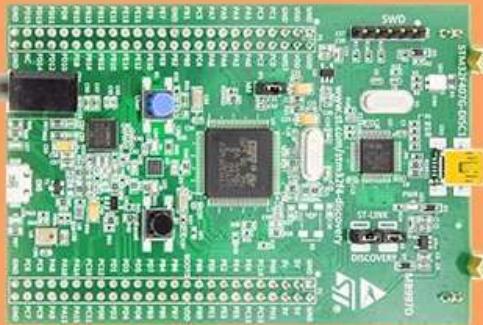
8051 là một dòng chip nhập môn cho lập trình viên nhúng, chúng được sử...

[ĐỌC THÊM](#)

### Lập trình STM32 và CubeMX



Khuê Nguyễn Creator



## Lập trình STM32 HID Host giao tiếp với chuột và bàn phím

Lập trình STM32 USB HID Host giao tiếp với chuột và bàn phím máy tính

Trong bài này chúng ta sẽ cùng học STM32 HID Host, biến STM32 giống như...

[ĐỌC THÊM](#)



Lộ trình học lập trình nhúng từ A tới Z

Lập trình nhúng là một ngành có cơ hội nhưng cũng đòi hỏi nhiều kiến...

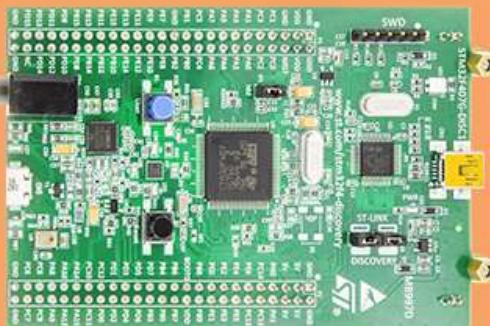
3 COMMENTS

[ĐỌC THÊM](#)

## Lập trình STM32 và CubeMX



Khuê Nguyễn Creator



## Lập trình STM32F407 SDIO đọc dữ liệu thẻ nhớ

Lập trình STM32 SDIO đọc ghi dữ liệu vào thẻ nhớ SD card

Trong bài này chúng ta cùng học cách lập trình STM32 SDIO, một chuẩn giao...

[ĐỌC THÊM](#)

## Lập trình STM32 và CubeMX



Khuê Nguyễn Creator



## Lập trình STM32F407 DAC

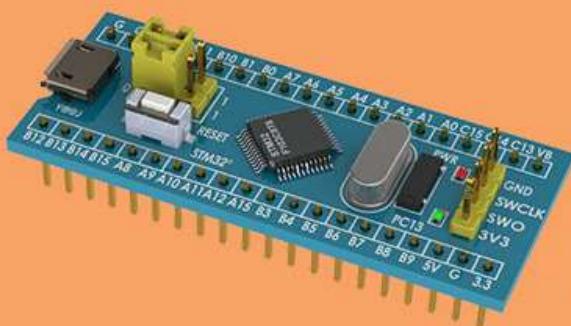
# chuyển đổi số sang tương tự

Lập trình STM32 DAC tạo sóng hình Sin trên KIT STM32F407 Discovery

Trong bài này chúng ta sẽ cùng nhau tìm hiểu STM32 DAC với KIT STM32F407VE...

[ĐỌC THÊM](#)

## Lập trình STM32 và CubeMX



Khuê Nguyễn Creator



## Sử dụng hàm printf để in Log khi Debug trên STM32

Hướng dẫn sử dụng printf với STM32 Uart để in Log trên Keil C

Trong bài này chúng ta sẽ học cách retarget hàm printf của thư viện stdio...

3 COMMENTS

[ĐỌC THÊM](#)

## ESP32 và Platform IO



Khuê Nguyễn Creator



## Bài 9 WIFI: Lập trình ESP32 OTA nạp firmware trên Internet

Lập trình ESP32 FOTA nạp firmware qua mạng Internet với OTA Drive

Trong bài này chúng ta sẽ học cách sử dụng ESP32 FOTA (Firmware Over The...

4 COMMENTS

[ĐỌC THÊM](#)

## Lập trình Nuvoton



Khuê Nguyễn Creator

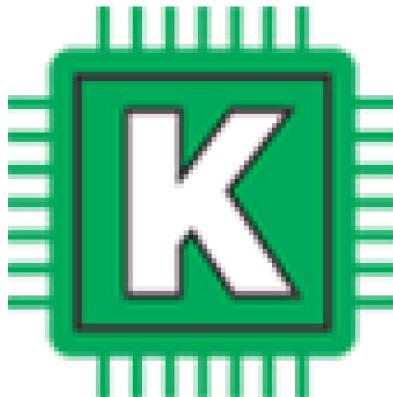


## Cài đặt SDC Complier và Code:Blocks IDE

Hướng dẫn cài đặt SDCC và Code:Blocks lập trình Nuvoton

Ở bài này chúng ta sẽ cài đặt các công cụ cần thiết cho việc...

[ĐỌC THÊM](#)



# KHUÊ NGUYỄN CREATOR

## Chia sẻ đam mê

Blog này làm ra để lưu trữ tất cả những kiến thức, những câu chuyện của mình. Đôi khi là những ý tưởng nhất thời, đôi khi là các dự án tự mình làm. Chia sẻ cho người khác cũng là niềm vui của mình, kiến thức mỗi người là khác nhau, không hẳn quá cao siêu nhưng sẽ có lúc hữu dụng.

**DMCA PROTECTED**

### Liên Kết

Nhóm: Nghiện Lập Trình

Fanpage: Khuê Nguyên Creator

My Shop

### Thông Tin

Tác Giả

## Chính Sách Bảo Mật



Copyright 2022 © Khuê Nguyễn