

Thành viên nhóm:

Vũ Quốc Bảo – 20225694

Vương Quốc Huy – 20225637

Nguyễn Đình Lượng – 20225878

Bùi Minh Bá – 20225788

Phan Hồng Minh - 20225888

## **Bài 5: KHẢO SÁT ĐẶC TUYẾN VOLT-AMPERE TRANSISTOR BJT**

### **1. Mục tiêu:**

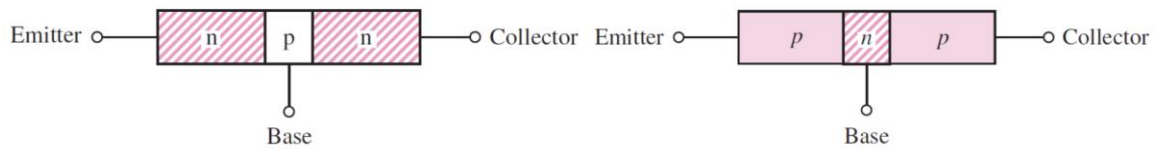
- Hiểu nguyên lý hoạt động của transistor BJT.
- Biết cách xây dựng mạch để kiểm tra đặc tuyến V-A của transistor BJT.
- Biết cách sử dụng transistor BJT để xây dựng mạch công tắc.

### **2. Cơ sở lí thuyết:**

#### **2.1. Giới thiệu:**

Transistor BJT (Bipolar Junction Transistor) là một linh kiện bán dẫn có 2 lớp tiếp giáp p-n được tạo thành từ 3 miền bán dẫn loại p và n sắp xếp xen kẽ nhau. Một transistor BJT có 3 cực: B (base - cực nền), C (collector - cực thu), E (emitter – cực phát).

Hình 1 minh họa các lớp tiếp giáp p-n của 2 loại transistor: npn và pnp. Trong bài thực hành này sinh viên sẽ làm việc với transistor npn.

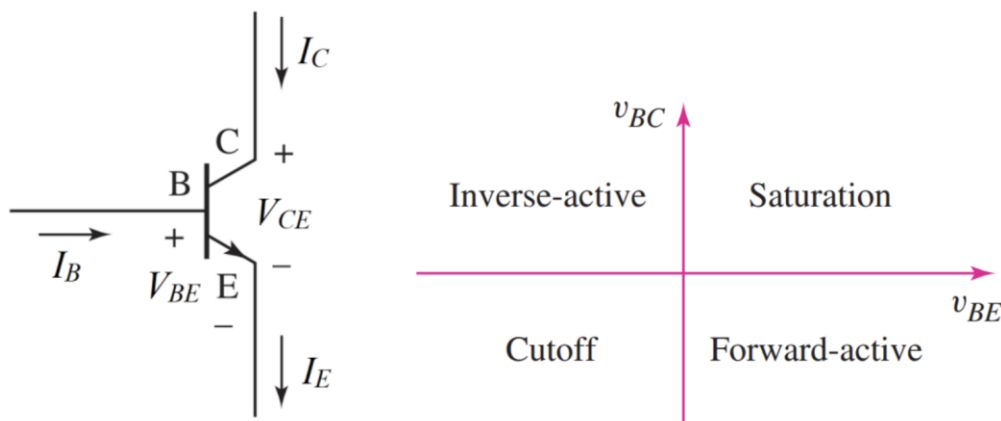


Hình 1. Transistor npn và pnp.

Ứng dụng: 2 ứng dụng cơ bản của transistor BJT là mạch công tắc (switch circuit) và mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ (amplifier circuit).

## 2.2. Chế độ hoạt động của transistor BJT:

Vì một transistor thông thường gồm 2 lớp tiếp giáp p-n nên có 4 tổ hợp phân cực có thể áp dụng cho transistor, do đó, có 4 chế độ hoạt động. Hình 2 trình bày ký hiệu của transistor npn và các chế độ làm việc tùy theo cách phân cực của 2 lớp tiếp giáp p-n.



Hình 2. Ký hiệu của transistor npn và các chế độ hoạt động.

- Tích cực thuận (forward-active): khi  $V_{BE} > 0$  và  $V_{BC} < 0$ , tức là lớp tiếp giáp B-E phân cực thuận và lớp tiếp giáp B-C phân cực ngược, transistor hoạt động trong chế độ tích cực thuận.
- Bảo hoà (saturation): khi cả 2 lớp tiếp giáp B-E và B-C phân cực thuận, transistor hoạt động trong chế độ bão hoà.
- Khoá (cutoff): khi cả 2 lớp tiếp giáp B-E và B-C phân cực ngược, transistor hoạt động trong chế độ khoá.

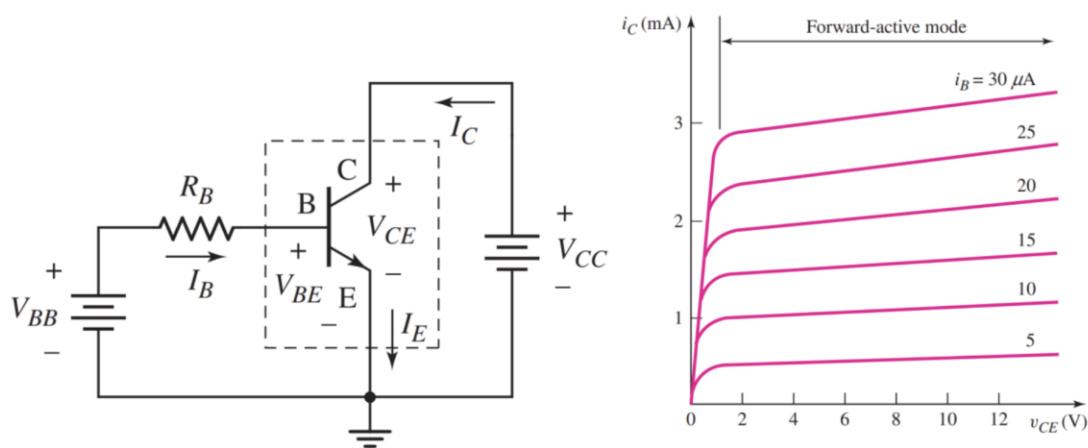
- Tích cực ngược (inverse-active): khi  $V_{BE} < 0$  và  $V_{BC} > 0$ , tức là lớp tiếp giáp B-E phân cực ngược và lớp tiếp giáp B-C phân cực thuận, transistor hoạt động ở vùng tích cực ngược.

### 2.3. Đặc tuyến V-A mạch E-Chung:

Đặc tuyến V-A của transistor trong mạch E-chung là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa dòng  $I_C$  và điện áp  $V_{CE}$  ứng với các giá trị  $I_B$  khác nhau, như minh họa ở Hình 3.

- Nếu  $V_{CE} > V_{BE}(\text{on}) \approx 0.5\text{-}0.7\text{V}$ , transistor hoạt động ở chế độ tích cực thuận. Khi đó,  $I_C = \beta I_B$ , với  $\beta$  là hệ số khuếch đại dòng điện - đây là một tham số quan trọng của transistor BJT.

- Nếu  $V_{CE} < V_{BE}(\text{on})$ , transistor không còn ở chế độ tích cực thuận, dòng  $I_C$  sẽ nhanh chóng giảm về 0.



Hình 3. Mạch E-chung và đặc tính V-A của transistor.

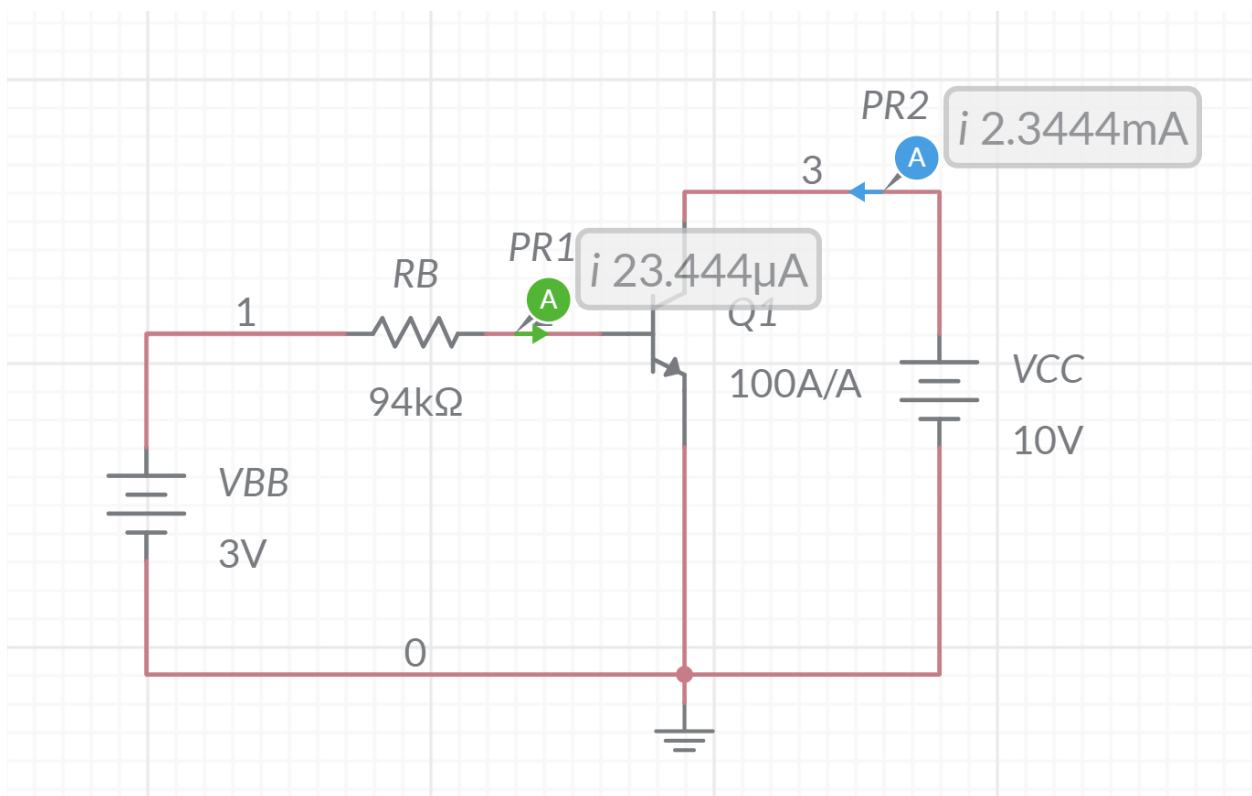
### 3. Bài thực hành:

**Bài 1.** Khảo sát đặc tuyến V-A của transistor trong mạch E-chung ở Hình 3.

**Yêu cầu:**

- Lắp mạch theo sơ đồ với điện trở  $R_B = 94\text{ k}\Omega$ . Sử dụng máy tạo nguồn để cấp nguồn  $V_{BB} = 3\text{V}$ ,  $V_{CC} = 10\text{V}$ .
- Sử dụng đồng hồ đa năng để đo giá trị dòng điện qua cực Base ( $I_B$ ) và giá trị dòng điện qua cực Collector ( $I_C$ ) của transistor. Tính toán hệ số khuếch đại dòng điện  $\beta$  của transistor.
- Giữ  $V_{BB} = 3\text{V}$  (và dòng  $I_B$  không đổi), lần lượt giảm giá trị  $V_{CC}$  xuống các mức:  $9\text{V}$ ,  $8\text{V}$ , ...,  $1\text{V}$ ,  $0.5\text{V}$ ,  $0\text{V}$ . Sử dụng đồng hồ đa năng để đo giá trị dòng  $I_C$  ứng với mỗi giá trị của  $V_{CC}$ . Ghi lại kết quả đo được.
- Lắp lại bước trên lần lượt với  $V_{BB} = 5\text{V}$ ,  $V_{BB} = 4\text{V}$ ,  $V_{BB} = 2\text{V}$ ,  $V_{BB} = 1\text{V}$ .
- Vẽ đặc tuyến V-A của transistor ứng với các giá trị khác nhau của  $I_B$ . Đưa ra nhận xét về kết quả thu được và so sánh với lý thuyết.

### Bài làm



$V_{BB} = 3V$ ;  $I_B = 23.7 \mu A$

VCC (V)	IC (mA)
10	7.65
9	7.59
8	7.51
7	7.48
6	7.41
5	7.33
4	7.19
3	7.10
2	7.00
1	6.89
0.9	6.84
0.7	6.79
0.5	6.76
0.3	6.73
0	2.63

$\beta$  trung bình: 289.451

$V_{BB} = 5V$ ;  $I_B = 43.5\mu A$

VCC (V)	IC (mA)
10	14.45
9	14.31
8	14.10
7	13.81
6	13.63
5	13.54
4	13.24
3	13.02
2	12.79
1	12.58
0.9	12.55
0.7	12.45
0.5	12.41
0.3	12.34
0	4.11

$\beta$  trung bình: 290.161

$V_{BB} = 4V$ ;  $I_B = 33.5\mu A$

VCC (V)	IC (mA)
10	10.73
9	10.59
8	10.43
7	10.35
6	10.29
5	10.18
4	10.06
3	9.90
2	9.77
1	9.61
0.9	9.56
0.7	9.52
0.5	9.48
0.3	9.45
0	3.34

$\beta$  trung bình: 285.095

$V_{BB} = 2V$ ;  $I_B = 14.3\mu A$

VCC (V)	IC (mA)
10	4.22
9	4.16
8	4.13
7	4.10
6	4.05
5	4.03
4	4.00
3	3.96
2	3.93
1	3.89
0.9	3.87
0.7	3.86
0.5	3.84
0.3	3.83
0	1.61

$\beta$  trung bình: 267.972



$V_{BB} = 1V$ ;  $I_B = 4.5\mu A$

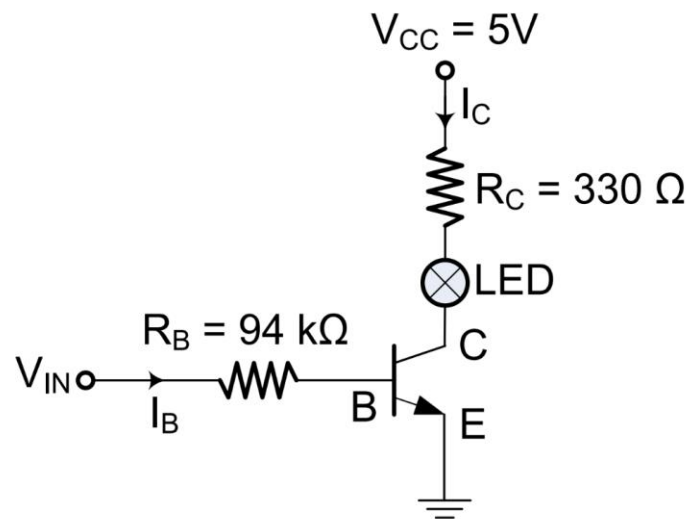
VCC (V)	IC (mA)
10	1.39
9	1.38
8	1.37
7	1.36
6	1.35
5	1.34
4	1.33
3	1.31
2	1.30
1	1.29
0.9	1.28
0.7	1.27
0.5	1.26
0.3	1.26
0	0.23

$\beta$  trung bình: 277.333

Nhận xét kết quả thu được và so sánh với lý thuyết:

- $\beta$  xấp xỉ với lý thuyết  $\sim 300$ .
- Khi VCC thay đổi thì  $\beta$  cũng thay đổi, độ chính xác của  $\beta$  giảm dần thì VCC giảm.
- Khi thay đổi VCC thì  $I_B$  hầu như giữ nguyên giá trị.

**Bài 2.** Xây dựng mạch công tắc theo sơ đồ ở Hình 4. Trong mạch này, khi transistor ở chế độ khoá thì sẽ hoạt động như một công tắc mở vì điện trở của transistor sẽ rất lớn nên dòng qua cực Base và Collector gần như bằng 0 (LED tối). Khi transistor ở chế độ bão hoà thì sẽ hoạt động như một công tắc đóng vì dòng qua cực Base sẽ đủ lớn để khiến dòng qua cực Collector đạt giá trị bão hoà và xuất hiện ngắn mạch giữa Collector và Emitter (LED sáng).

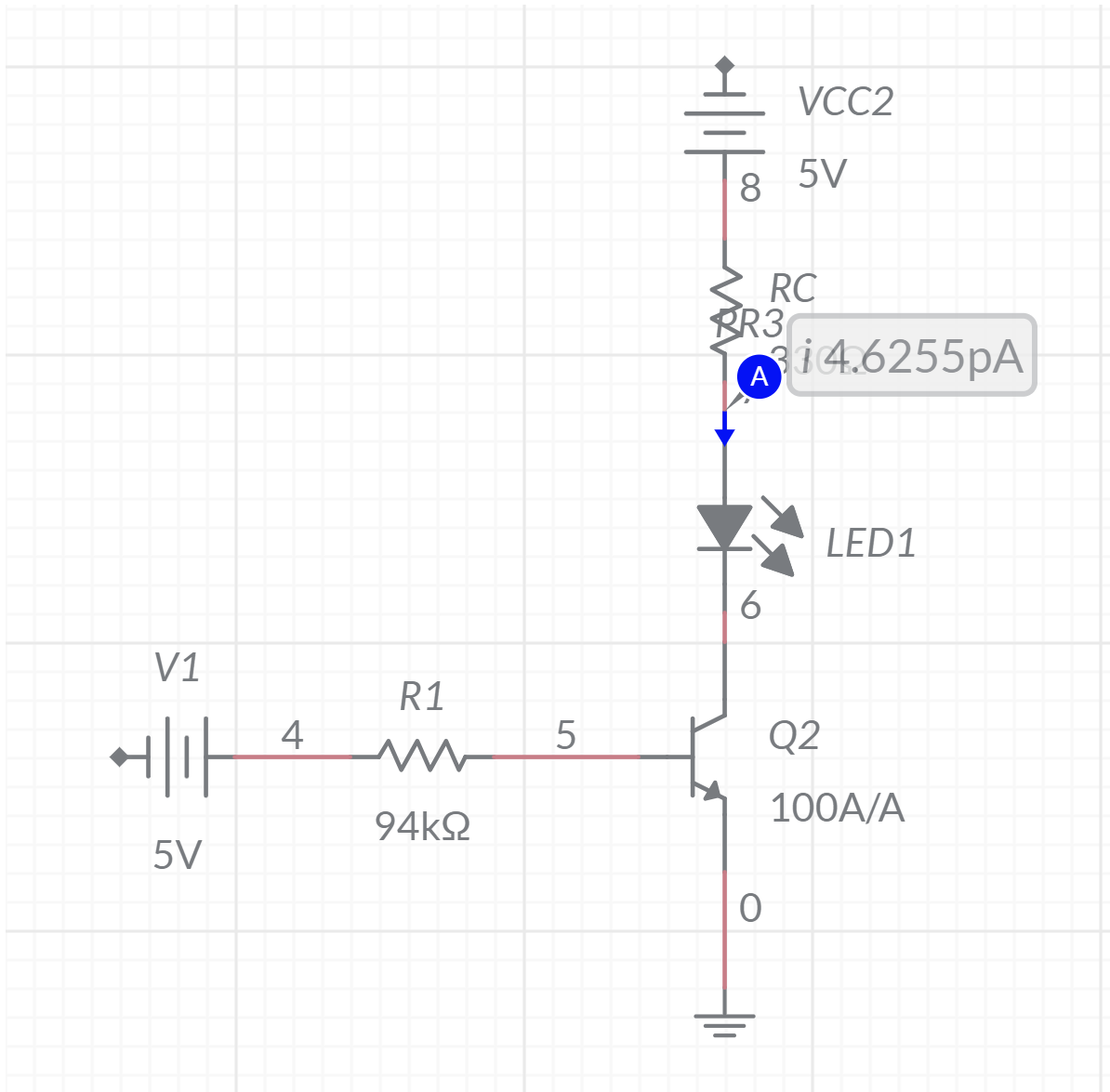


Hình 4. Mạch công tắc sử dụng transistor BJT.

### Yêu cầu:

- Lắp mạch theo sơ đồ với  $R_B = 94\text{ k}\Omega$  và  $R_C = 330\text{ }\Omega$ . Sử dụng máy tạo nguồn để cấp nguồn  $V_{IN} = 0\text{--}10\text{V}$ ,  $V_{CC} = 5\text{V}$ .
- Quan sát LED khi  $V_{IN} = 0\text{V}$  và khi  $V_{IN} > 0\text{V}$ . Giải thích hiện tượng.
- Tăng dần giá trị của  $V_{IN}$  từ  $0\text{V}$  đến  $10\text{V}$  đồng thời quan sát độ sáng của LED. Giải thích hiện tượng.
- Sử dụng đồng hồ đa năng để đo dòng điện  $I_C$  (qua điện trở  $R_C$  và LED) ứng với các giá trị  $V_{IN} = 1\text{V}$ ,  $V_{IN} = 3\text{V}$ ,  $V_{IN} = 5\text{V}$ ,  $V_{IN} = 7\text{V}$ ,  $V_{IN} = 9\text{V}$ . Ghi lại và giải thích kết quả đo được.

Bài làm



Vin (V)	IC (mA)
1	1.05
3	5.53
5	8.73
7	8.86
9	8.91

### Nhận xét:

Đèn LED bắt đầu sáng tại  $V_{in} = 0.6V$

+ Khi tăng  $V_{in}$  từ  $0V \rightarrow 10V$  thì hiện tượng đèn LED như sau:

- Khi  $V_{in} = 0V$ : đèn không sáng.
- $V_{in}$  từ  $0.6V$ : đèn bắt đầu sáng.
- $V_{in}$  từ  $0.6V$  đến  $3.4V$ : đèn sáng mạnh dần
- $V_{in} \geq 3.4V$ : độ sáng đèn gần như không thay đổi

### **Các linh kiện, thiết bị sử dụng trong bài thực hành:**

<b>Linh kiện</b>	<b>Mô tả</b>	<b>Số lượng</b>
Transistor BJT	2N2222, 50V-1A	1
Điện trở	330 $\Omega$ / 47 k $\Omega$	$\frac{1}{2}$
Máy tạo nguồn	Aditeg, 0-12V	1
Bo mạch		1
Dây kết nối		Tùy chọn
Máy hiển thị sóng		1
Đồng hồ vạn năng		1