

**Thành viên nhóm:**

**Vũ Quốc Bảo – 20225694**

**Nguyễn Đình Lượng – 20225878**

**Bùi Minh Bá – 20225788**

**Phan Hồng Minh - 20225888**

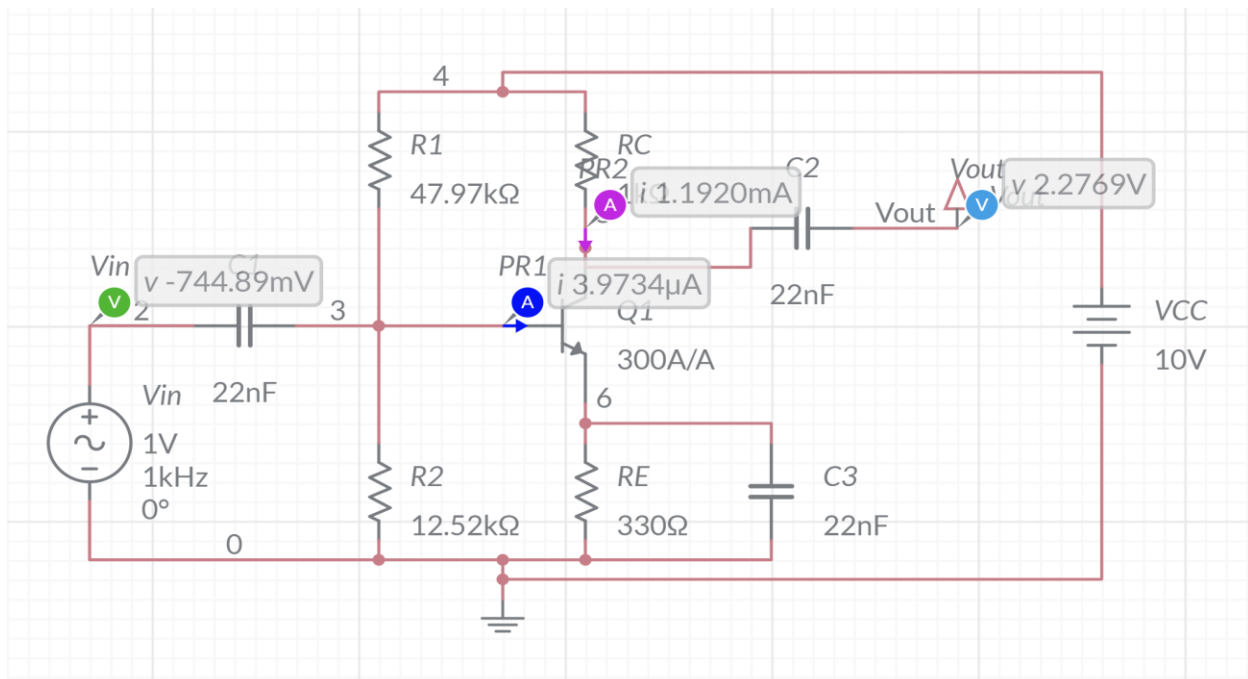
## **BÀI 6: XÂY DỰNG MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ**

### **1. Mục tiêu:**

- Hiểu nguyên lý hoạt động của transistor lưỡng cực (BJT).
- Biết cách xây dựng và phân tích mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ E-chung sử dụng transistor lưỡng cực.

### **2. Bài thực hành:**

**Bài 1.** Sử dụng công cụ Multisim Live để mô phỏng mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ E-chung theo sơ đồ ở Hình 1.



## Yêu cầu:

- Xây dựng lại mạch và thiết lập các giá trị theo như trên sơ đồ.
- Sử dụng Probe để đo dòng điện qua cực Base và Collector của transistor. Xác định hệ số khuếch đại dòng điện  $\beta$  của transistor.
- Sử dụng Grapher để hiển thị dạng tín hiệu ở đầu vào ( $V_{in}$ ) và đầu ra ( $V_{out}$ ) của mạch. Dựa vào biên độ của dạng sóng hiển thị trên Grapher, xác định hệ số khuếch đại điện áp của mạch. So sánh kết quả quan sát được với lý thuyết.
- Thay đổi giá trị của RC (tùy ý). Hãy quan sát dạng tín hiệu ở đầu ra của mạch và đưa ra nhận xét.

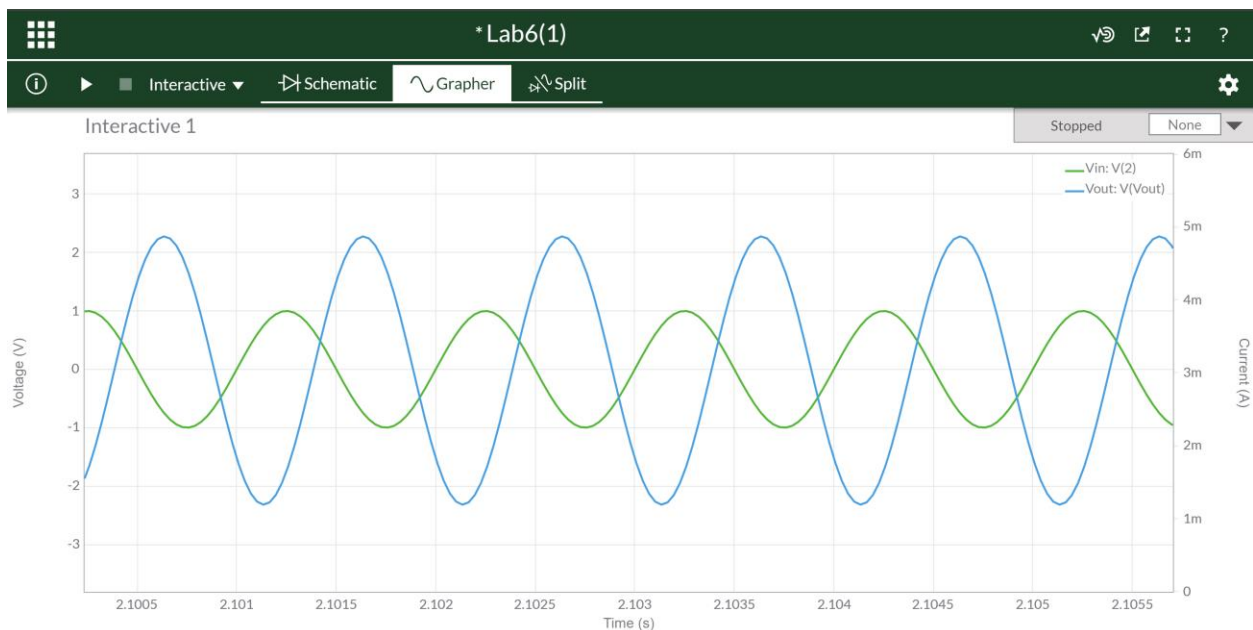
## Bài làm

- Sử dụng Probe, ta lấy tại thời điểm 2.1016ms:

$$I_B = 4.142\mu A; I_C = 1.192mA$$

$$\Rightarrow \beta = I_C / I_B = 287.78$$

- Sử dụng Grapher:



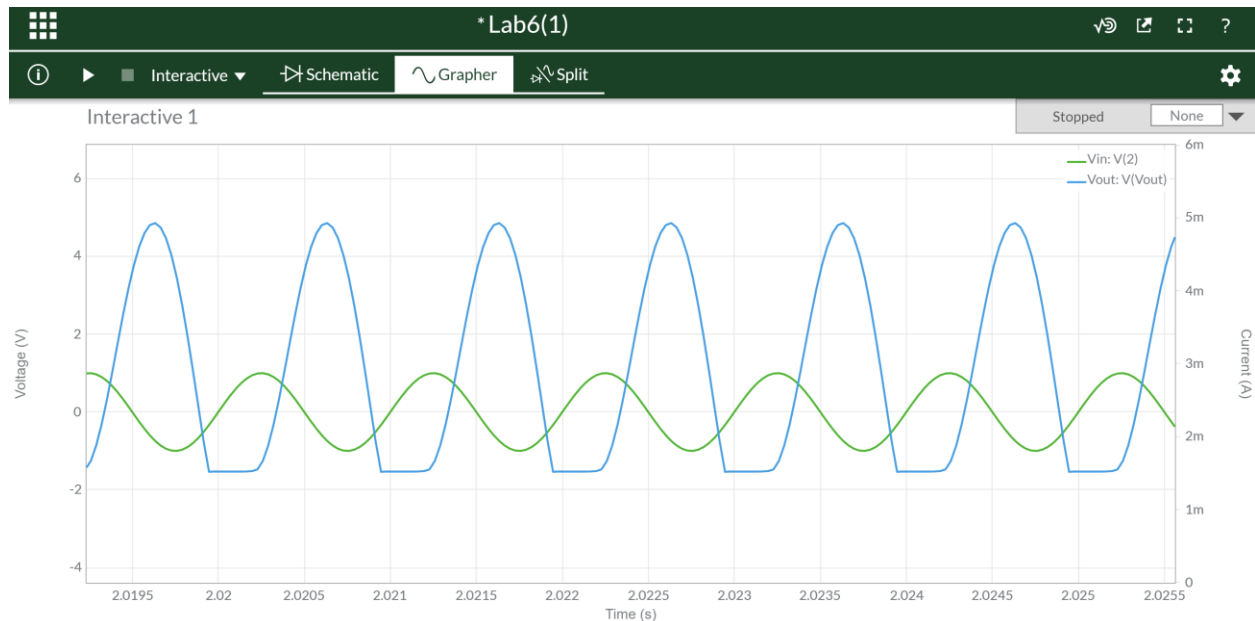
$\Rightarrow$  Hệ số khuếch đại điện áp thực tế:

$$A_V = |V_{out} / V_{in}| = 2.2769V / 998.49mV = 2.28$$

Hệ số khuếch đại điện áp lí thuyết:

$$A_V = |R_C / R_E| = 1000 / 330 = 3.03$$

⇒  $A_V(\text{thực tế}) < A_V(\text{lí thuyết})$  do sai số của một số thiết bị như transistor, điện trở,...



Nhận xét:

1. Hệ số khuếch đại dòng điện ( $\beta$ ):

- So sánh kết quả tính toán với giá trị lý thuyết (nếu đã biết trước). Nếu giá trị thực tế khớp với giá trị lý thuyết, thì mạch hoạt động đúng theo kỹ vọng.

2. Hệ số khuếch đại điện áp ( $A_V$ ):

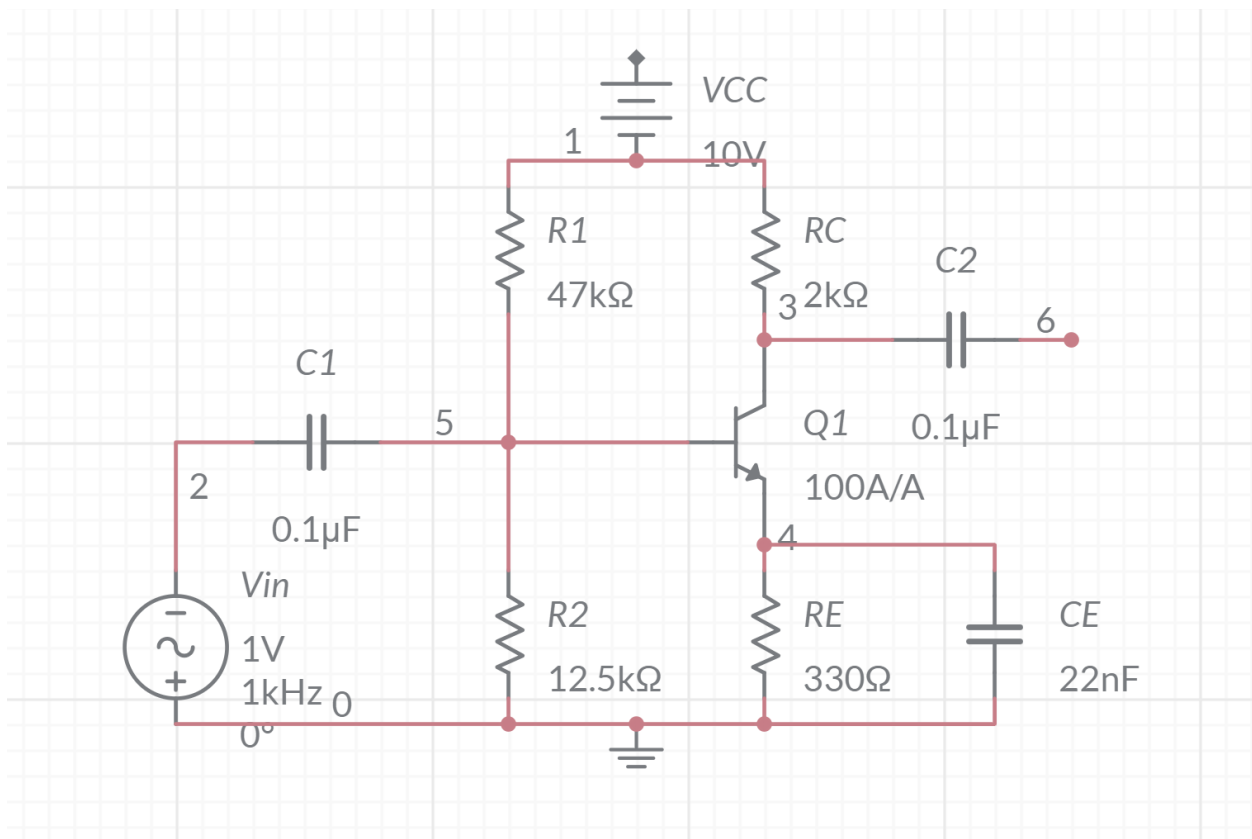
- Dựa vào biên độ tín hiệu đầu vào ( $V_{in}$ ) và đầu ra ( $V_{out}$ ) để tính hệ số khuếch đại điện áp  $A_V$ .

- So sánh kết quả tính toán với giá trị lý thuyết (nếu đã biết trước). Nếu giá trị  $A_v$  thực tế khớp với giá trị lý thuyết, thì mạch hoạt động đúng theo kỳ vọng.

### 3. Thay đổi giá trị của RC:

- Nếu bạn thay đổi giá trị của RC, ví dụ: tăng RC lên  $2k\Omega$ , bạn có thể quan sát rằng biên độ của tín hiệu Vout giảm đi.
- Nhận xét: Tăng giá trị của RC dẫn đến giảm khuếch đại điện áp  $A_d$  và làm cho tín hiệu đầu ra bớt biến đổi.

**Bài 2.** Xây dựng và phân tích mạch khuếch đại tín hiệu nhỏ E-chung theo sơ đồ ở Hình 2.



## Yêu cầu:

- Lắp mạch theo sơ đồ với các thông số như sau:  $R1 = 47\text{ k}\Omega$ ;  $R2 = 12.5\text{ k}\Omega$ ;  $R_C = 1\text{ k}\Omega$ ;  $R_E = 330\text{ }\Omega$ ;  $C1 = C2 = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_E = 22\text{ nF}$ ;  $\beta = 300$ ;  $V_{BE}(\text{on}) = 0.7\text{ V}$ .
- Sử dụng máy tạo nguồn để cấp nguồn  $V_{CC} = 10\text{ V}$ . Sử dụng máy tạo xung để cấp nguồn  $V_{in}$  cho mạch (đóng vai trò tín hiệu vào), với biên độ  $1\text{ V}$  và tần số  $1\text{ kHz}$ ,  $V_{in} = V_0 \sin(2\pi ft)$ .
- Sử dụng đồng hồ đa năng để đo dòng điện qua cực Base và Collector của transistor. Xác định hệ số khuếch đại dòng điện  $\beta$  của transistor.
- Sử dụng máy hiển thị sóng để hiển thị dạng tín hiệu ở đầu vào ( $V_{in}$ ) và đầu ra ( $V_{out}$ ) của mạch khuếch đại tín hiệu E-chung. Xác định hệ số khuếch đại điện áp của mạch và so sánh kết quả với lý thuyết.
- Thiết lập  $R_C = 2\text{ k}\Omega$  và giữ nguyên các thông số còn lại của mạch ( $V_{in}$  không đổi). Sử dụng máy hiển thị sóng để quan sát dạng tín hiệu ở đầu ra của mạch. Nhận xét và giải thích về dạng tín hiệu ở đầu ra.
- Với  $R_C = 2\text{ k}\Omega$ , hãy tính giá trị của  $R1$  và  $R2$  để tín hiệu đầu vào ra và đầu ra đồng dạng, đồng thời kết quả hệ số khuếch đại đo được từ máy hiển thị sóng phù hợp với lý thuyết.

## Bài làm

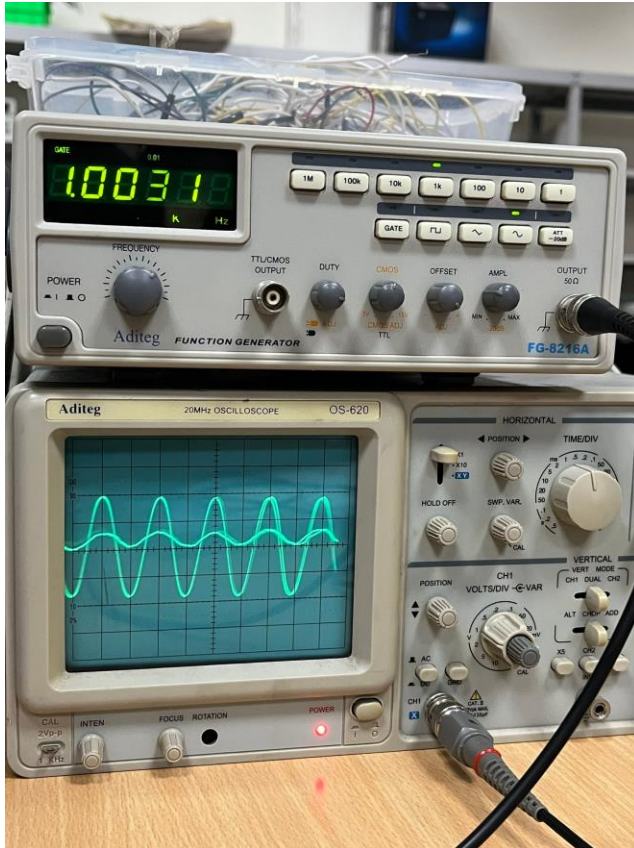
- Kết quả đo:

- + Dòng điện qua cực Base:  $I_B = 13.65(\mu\text{A})$
  - + Dòng điện qua cực Collector:  $I_C = 4.28\text{ (mA)}$
- $$\Rightarrow \beta = I_C / I_B = 313.55$$

- Kết quả của  $\beta$  khá sát với lý thuyết, sai số lệch do một số thiết bị như điện trở, tụ và transistor có sai lệch về giá trị đo.

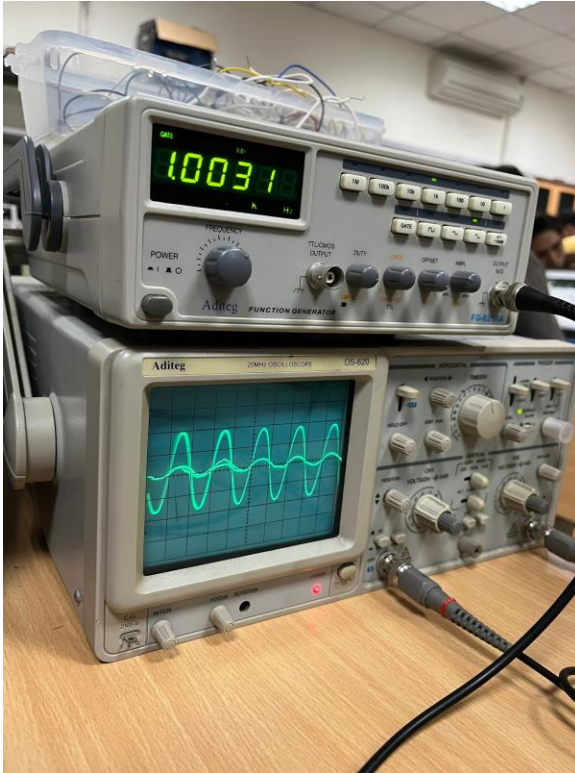
- Khi  $R_C = 1\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 330\text{ }\Omega$

=> Hệ số khuếch đại điện áp là:  $A_V = -R_C/R_E = -3.03$



Ta thấy : Với  $V_{IN} = 1\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 2,3\text{V}$  => thỏa mãn đồ thị sóng đo được.

- Xét  $R_C = 2\text{ k}\Omega$ : 2 sóng không đồng dạng nên transistor đang ở trạng thái đóng hoặc bão hòa.



- Để dòng hoạt động bình thường  $\rightarrow V_{CE} = \frac{1}{2} V_{CC} = 5 \text{ (V)}$

- Theo định luật Kirchhoff ta có:

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CEQ}}{R_C + R_E} = \frac{10 - 5}{2000 + 330} = 2,15 \text{ (mA)}$$

Chọn  $R_C = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 330 \Omega$ :

Với  $\beta = 313.55$  ta có  $I_C \approx I_E$ , do đó  $V_{RE} = 2.15 * 330 = 7.01 \text{ (V)}$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = \frac{2,15}{378,2} = 6.86 \text{ (}\mu\text{A)}$$

Theo định luật Kirchhoff có  $I_{BQ} = \frac{V_{th} - V_{be(on)}}{R_{th} + (1 + \beta)R_E}$  với:  $V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$  và

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Chọn  $R_{TH} = 0.1(1 + \beta)R_E = 10.38 \text{ (k}\Omega)$ . Từ đó tính được  $V_{TH} = 5.78 \text{ V}$

Giải hệ 2 ẩn  $R_1$  và  $R_2$  ta được:  $R_1 = 17.958 \text{ (k}\Omega)$

$$R_2 = 24.596 \text{ (k}\Omega)$$

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

<b>Linh kiện</b>	<b>Mô tả</b>	<b>Số lượng</b>
<b>Transistor BJT</b>	2N3904, 50V-1A	1
<b>Điện trở</b>	330 $\Omega$ / 2 k $\Omega$ / 2.5k $\Omega$ / 10 k $\Omega$ / 47 k $\Omega$	1/1/1/1/1
<b>Tụ gốm</b>	0.1uF / 22 nF	2/1
<b>Máy tạo nguồn</b>	Aditeg, 0-12 V	1
<b>Máy tạo xung</b>	Aditeg, 500Hz - 10 kHz	1
<b>Máy hiển thị sóng</b>	Aditeg	1
<b>Bo mạch</b>		1
<b>Dây kết nối</b>		Tùy chọn
<b>Máy hiển thị sóng</b>		1
<b>Đồng hồ đa năng</b>		1