

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA CƠ KHÍ  
BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ



---

TRANG BỊ ĐIỆN - ĐIỆN TỬ TRONG MÁY  
CÔNG NGHIỆP

**EXERCISE 1**

---

GVHD: TS. LÊ ĐỨC HẠNH

DANH SÁCH THÀNH VIÊN:

STT	Họ và tên	MSSV
1	Võ Hữu Dư	2210604
2	Dương Quang Duy	2210497
3	Trần Quang Đạo	2210647

TP.HCM, Ngày 18 tháng 10 năm 2024

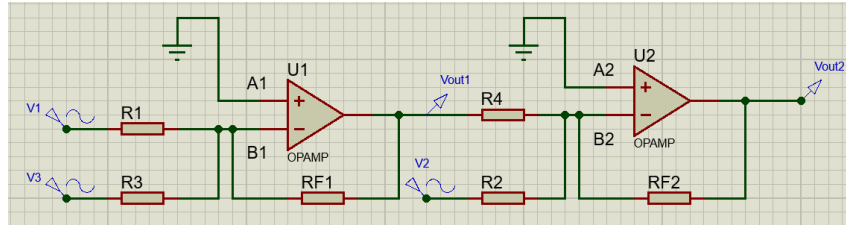


## Mục lục

# 1 Thiết kế mạch khuếch đại dùng opamp tạo sóng ngõ ra và kiểm tra lại bằng proteus

## 1.1 Câu a. $v_o = 0.5 \cdot v_1 - 3 \cdot v_2 + 4 \cdot v_3$

### 1.1.1 Tính toán mạch khuếch đại dùng opamp



Hình 1: Mạch khuếch đại dùng opamp

Giả sử KĐTT là lý tưởng

$$\Rightarrow \begin{cases} I^+ = I^- = 0 \\ V_{A1} = V_{B1} = V_{A2} = V_{B2} = 0 \end{cases}$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ nhất là:

$$V_{out1} = -\frac{R_{F1}}{R_1} \cdot V_1 - \frac{R_{F1}}{R_3} \cdot V_3 \quad (1)$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ hai là:

$$V_{out2} = -\frac{R_{F2}}{R_4} \cdot V_{out1} - \frac{R_{F2}}{R_2} \cdot V_2 \quad (2)$$

Thế (1) vào (2) ta được:

$$\begin{aligned} V_{out2} &= -\frac{R_{F2}}{R_4} \cdot \left( -\frac{R_{F1}}{R_1} \cdot V_1 - \frac{R_{F1}}{R_3} \cdot V_3 \right) - \frac{R_{F2}}{R_2} \cdot V_2 \\ &= \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_1 \cdot R_4} \cdot V_1 + \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_3 \cdot R_4} \cdot V_3 - \frac{R_{F2}}{R_2} \cdot V_2 \end{aligned}$$

Theo đề bài ta có:  $V_{out2} = 0.5 \cdot V_1 - 3 \cdot V_2 + 4 \cdot V_3$

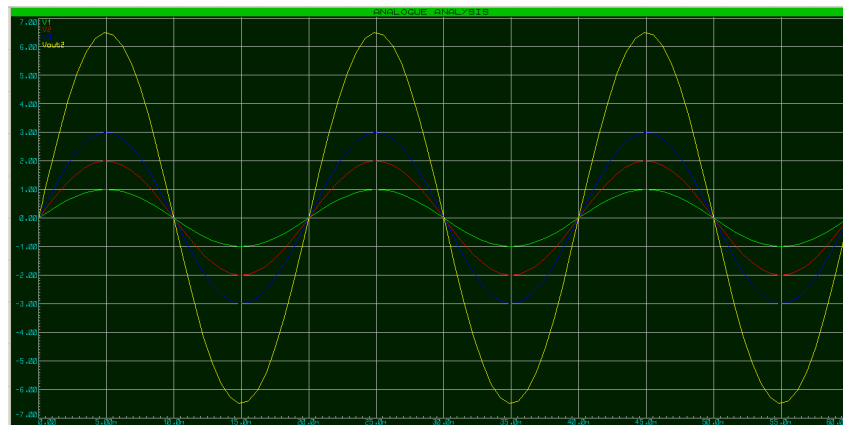
$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_1 \cdot R_4} = 0.5 \\ \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_3 \cdot R_4} = 4 \\ \frac{R_{F2}}{R_2} = 3 \end{cases}$$

Chọn  $R_2 = 50k\Omega \Rightarrow R_{F2} = 150k\Omega$ .

Chọn  $R_1 = 200k\Omega$ ,  $R_4 = 150k\Omega \Rightarrow R_{F1} = 100k\Omega \Rightarrow R_3 = 25k\Omega$ .

### 1.1.2 Kiểm tra lại bằng proteus

- Sử dụng Proteus để mô phỏng mạch như hình ??
- Sử dụng các linh kiện: Opamp, Resistor, Voltage Source Sine, Ground
- Gán các giá trị điện trở như giá trị tính được ở trên.
- Cho các giá trị điện áp đầu vào  $V_1 = 1V$ ,  $V_2 = 2V$ ,  $V_3 = 3V$ .
- Kết quả mô phỏng được như hình ??

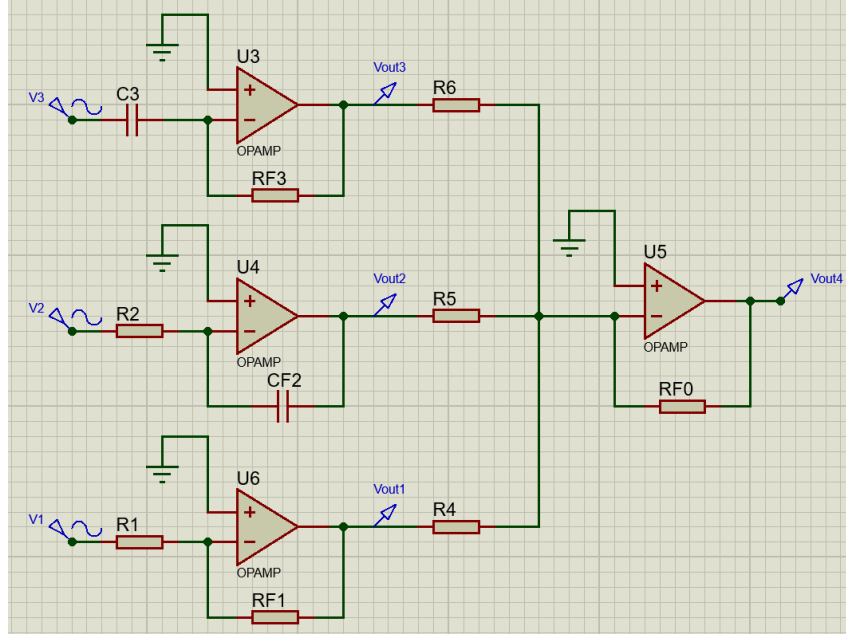


Hình 2: Mạch khuếch đại dùng opamp

- Ta thấy giá trị điện áp đầu ra  $V_{out} = 0.5V_1 - 3V_2 + 4V_3 = 0.5 \cdot 1 - 3 \cdot 2 + 4 \cdot 3 = 6.5V$  giống với đồ thị analog  $\Rightarrow$  Kết quả mô phỏng proteus giống với giá trị tính toán.

## 1.2 Câu b. $v_o = 0.5 \cdot v_1(t) + 3 \int v_2(t)dt + 4 \frac{dv_3(t)}{dt}$

### 1.2.1 Tính toán mạch khuếch đại dùng opamp



Hình 3: Mạch khuếch đại dùng opamp

Giả sử KĐTT là lý tưởng

$$\Rightarrow \begin{cases} I^+ = I^- = 0 \\ V_{A1} = V_{B1} = V_{A2} = V_{B2} = 0 \end{cases}$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ nhất là:

$$V_{out1} = -\frac{R_{F1}}{R_1} \cdot V_1 \quad (3)$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ hai là:

$$V_{out2} = -\frac{1}{R_2 \cdot C_{F2}} \cdot \int V_2 dt \quad (4)$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ ba là:

$$V_{out3} = -R_{F3} \cdot C_3 \cdot \frac{dV_3(t)}{dt} \quad (5)$$

Dòng điện đầu ra Opamp thứ tư là:

$$V_{out4} = -\frac{R_{F0}}{R_4} \cdot V_{out1} - \frac{R_{F0}}{R_5} \cdot V_{out2} - \frac{R_{F0}}{R_6} \cdot V_{out3} \quad (6)$$

Thế (3), (4), (5) vào (6) ta được:

$$\begin{aligned} V_{out4} &= -\frac{R_{F0}}{R_4} \left( -\frac{R_{F1}}{R_1} \cdot V_1 \right) - \frac{R_{F0}}{R_5} \left( -\frac{1}{R_2 \cdot C_{F2}} \cdot \int V_2 dt \right) - \frac{R_{F0}}{R_6} \left( -R_{F3} \cdot C_3 \cdot \frac{dV_3(t)}{dt} \right) \\ &= \frac{R_{F1} \cdot R_{F0}}{R_1 \cdot R_4} \cdot V_1 + \frac{R_{F0}}{R_2 \cdot R_5 \cdot C_{F2}} \cdot \int V_2 dt + \frac{R_{F0} \cdot R_{F3} \cdot C_3}{R_6} \cdot \frac{dV_3(t)}{dt} \end{aligned}$$

Theo đề bài ta có:  $V_{out4} = 0.5 \cdot V_1 + 3 \int V_2 dt + 4 \frac{dV_3(t)}{dt}$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{R_{F1} \cdot R_{F0}}{R_1 \cdot R_4} = 0.5 \\ \frac{R_{F0}}{R_2 \cdot R_5 \cdot C_{F2}} = 3 \\ \frac{R_{F0} \cdot R_{F3} \cdot C_3}{R_6} = 4 \end{cases}$$

Chọn  $R_1 = R_{F1} = R_4 = 120k\Omega \Rightarrow R_{F0} = 60k\Omega$ .

Chọn  $R_2 = R_5 = 100k\Omega \Rightarrow C_{F2} = 2\mu F$

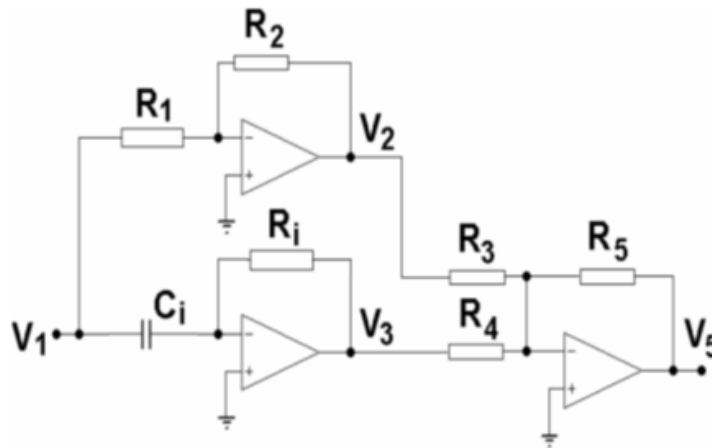
Chọn  $R_6 = 30k\Omega, R_{F3} = 200k\Omega \Rightarrow C_3 = 10\mu F$ .

### 1.2.2 Kiểm tra lại bằng proteus

- Sử dụng Proteus để mô phỏng mạch như hình ??
- Sử dụng các linh kiện: Opamp, Resistor, Capacitor, Voltage Source Sine, Ground
- Gán các giá trị điện trở và tụ như giá trị tính được ở trên.
- Cho các giá trị điện áp đầu vào  $V_1 = 1V, V_2 = 2V, V_3 = 3V$ .

## 2 Tìm mối quan hệ input và output, kiểm tra lại bằng proteus sử dụng LM47 và các giá trị R và C tự cho

### 2.1 Hình thứ nhất



Hình 4: Mạch opamp

#### 2.1.1 Tìm mối quan hệ input và output

Xét riêng rẽ từng mạch Opamp ta có:

$$V_2 = -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_1 \quad (1)$$

$$V_3 = -R_I \cdot C_I \cdot \frac{dV_1}{dt} \quad (2)$$

$$V_{out} = -\frac{R_5}{R_3} \cdot V_2 - \frac{R_5}{R_4} \cdot V_3 \quad (3)$$

Thế (1),(2) vào (3) ta được:

$$\begin{aligned} V_{out} &= -\frac{R_5}{R_3} \cdot \left( -\frac{R_2}{R_1} \cdot V_1 \right) - \frac{R_5}{R_4} \cdot \left( -R_I \cdot C_I \cdot \frac{dV_1}{dt} \right) \\ &= \frac{R_5 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_3} \cdot V_1 + \frac{R_5 \cdot R_I \cdot C_I}{R_4} \cdot \frac{dV_1}{dt} \end{aligned}$$

Đặt  $A = \frac{R_5 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_3}$ ,  $B = \frac{R_5 \cdot R_I \cdot C_I}{R_4}$ , ta có:  $V_{out} = A \cdot V_1 + B \cdot \frac{dV_1}{dt}$

Theo đề bài ta có các giá trị R, C là tự do nên ta chọn  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10k\Omega$ ,  $R_I = 100k\Omega$ ,  $C_I = 10\mu F \Rightarrow A = B = 1$ .

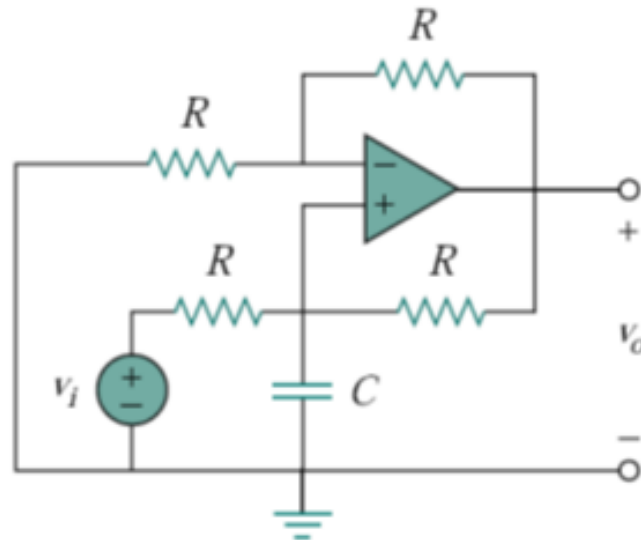
Nên mối quan hệ giữa input và output là:  $V_{out} = V_1 + \frac{dV_1}{dt}$

Chọn dòng điện đầu vào có dạng:  $V_1 = \sin(100\pi \cdot t)$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_{out} &= \sin(100\pi \cdot t) + \frac{d}{dt} (\sin(100\pi \cdot t)) \\ &= \sin(100\pi \cdot t) + 100\pi \cdot \cos(100\pi \cdot t) \\ &= \sin(100\pi \cdot t) + 100\pi \cdot \cos(100\pi \cdot t) \end{aligned}$$

## 2.1.2 Kiểm tra lại bằng proteus

## 2.2 Hình thứ hai



Hình 5: Mạch opamp

### 2.2.1 Tìm mối quan hệ input và output

Giả sử KĐTT là lý tưởng, ta có:

$$\begin{cases} I^+ = I^- = 0 \\ V_+ = V_- = V \end{cases}$$

Áp dụng định luật K1 đối với node B ta có:

$$\frac{V_-}{R} = \frac{V_o - V_-}{R} \Rightarrow V_o = 2V$$

Áp dụng định luật K1 đối với node A ta có:

$$\frac{V_{in} - V_+}{R} = \frac{C \cdot dV_+}{dt} - \left( \frac{V_{out} - V_+}{R} \right) \Rightarrow V_- = V_1$$

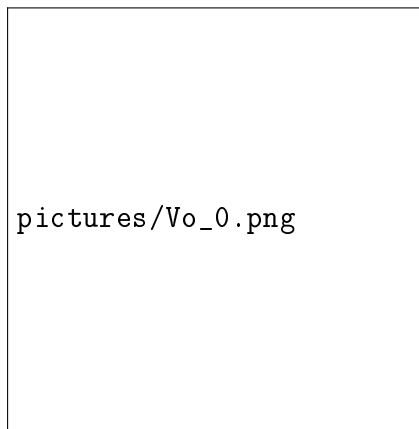


### 3 Thiết kế mạch schmitt-trigger với $V_{low-threshold} = 1V$ , $V_{high-threshold} = 4V$ , $V_{ref} = 5V$ , $V_{out} = 5V$ , và kiểm tra lại bằng proteus

Hình 6: Mạch schmitt-trigger

#### 3.1 Khi $V_{out} = 0V$

Ta có sơ đồ đầu nối như sau:

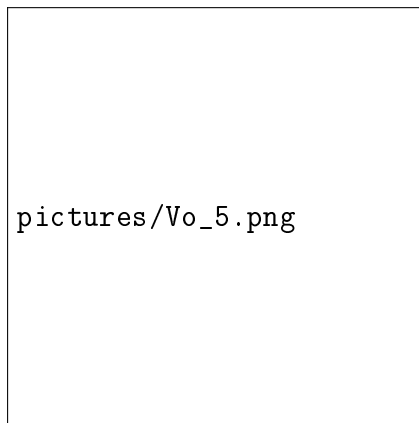


Hình 7: Khi  $V_{out} = 0V$

- Gọi  $V_{A1}$  là điện áp của nút A khi  $V_{out} = 0V$ .
- Khi đó ta có  $V_{A1} = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} V_{ref} = V_{low-threshold}$ .

#### 3.2 Khi $V_{out} = 5V$

Ta có sơ đồ đầu nối như sau:



Hình 8: Khi  $V_{out} = 5V$

- Gọi  $V_{A2}$  là điện áp của nút A khi  $V_{out} = 5V$ .
- Khi đó ta có  $V_{A2} = \frac{R_3}{R_1 + R_{12}} V_{ref} = V_{high-threshold}$ .

### 3.3 Thiết kế mạch Schmitt-Trigger

Gọi  $R_1 = x$ ,  $R_2 = y$ ,  $R_3 = z$ . Ta có hệ sau:

$$\frac{yz}{xz + yz + zy} = \frac{y}{x + 2y} = \frac{V_{A1}}{V_{ref}} = \frac{V_{low-threshold}}{V_{ref}} = \frac{1}{5} \rightarrow x = 3y \quad (7)$$

$$\frac{xz + zy}{xz + yz + xy} = \frac{V_{A2}}{V_{ref}} = \frac{V_{high-threshold}}{V_{ref}} = \frac{4}{5} \quad (8)$$

Thay (3) vào (4) ta được:

$$\frac{4yz}{4yz + y^2} = \frac{4z}{4z + y} = \frac{4}{5} \Rightarrow y = z$$

Chọn  $x = R_1 = 60k\Omega$ ,  $y = z = R_2 = R_3 = 20k\Omega$ .

Hình 9: Mạch schmitt-trigger sau khi tính toán các giá trị điện trở

### 3.4 Tìm mối quan hệ giữa $V_{out}$ và $V_{in}$

Giả sử KĐTT là lý tưởng

$$\Rightarrow \begin{cases} I^+ = I^- = 0 \\ V_N = V_P \end{cases}$$

Áp dụng định luật Kifhoff tại nút P:

$$V_P = V_{in} \quad (9)$$

Áp dụng định luật Kifhoff tại nút N:

$$\frac{V_N - V_{ref}}{60} + \frac{V_N}{20} + \frac{V_N - V_{out}}{20} = 0$$

$$\Leftrightarrow V_N - V_{ref} + 6V_N - 3V_{out} = 0$$

$$\Leftrightarrow 7V_{in} - V_{ref} = V_{out}$$

Với  $V_{in} = 5\sin(100\pi t)$ ,  $V_{ref} = 4\sin(100\pi t)$ .

$$\Rightarrow V_{out} = \frac{7 \cdot 5\sin(100\pi t) - 4\sin(100\pi t)}{3}$$

$$\Rightarrow V_{out} = 10.333\sin(100\pi t) \quad (10)$$

### 3.5 Kiểm tra lại bằng proteus

Sau khi nhập các giá trị  $V_{in} = 5V$ ,  $V_{ref} = 4V$  với tần số 50Hz vào mạch schmitt-trigger, ta thu được kết quả như sau:

Hình 10: Kết quả mô phỏng mạch schmitt-trigger

Căn cứ vào đồ thị ta thấy giá trị điện áp đầu ra có biên độ  $= 10.333$  và pha ban đầu giống với  $V_{out} = 10.333\sin(100\pi t)$  đã tìm được ở trên

$\Rightarrow$  **Kết quả mô phỏng proteus giống với giá trị tính toán.**