

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

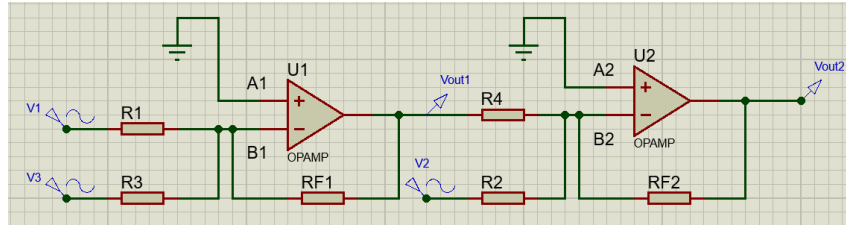


Mục lục

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: $V_{out2} = 0.5 \cdot V_1 - 3 \cdot V_2 + 4 \cdot V_3$

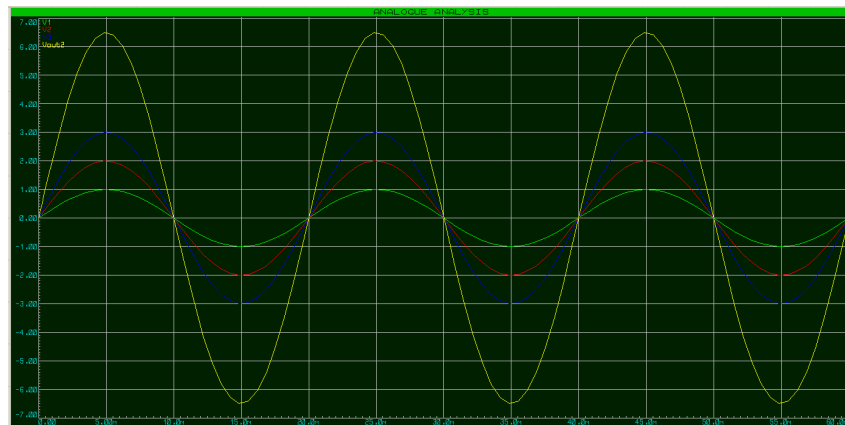
$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_1 \cdot R_4} = 0.5 \\ \frac{R_{F1} \cdot R_{F2}}{R_3 \cdot R_4} = 4 \\ \frac{R_{F2}}{R_2} = 3 \end{cases}$$

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 ??

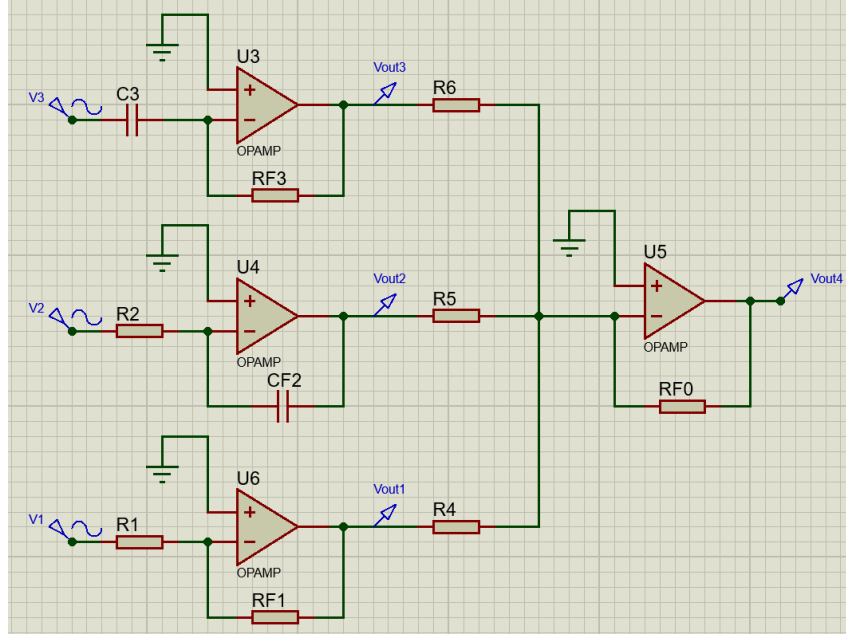


Hình 2: Mạch khuếch đại dùng opamp

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

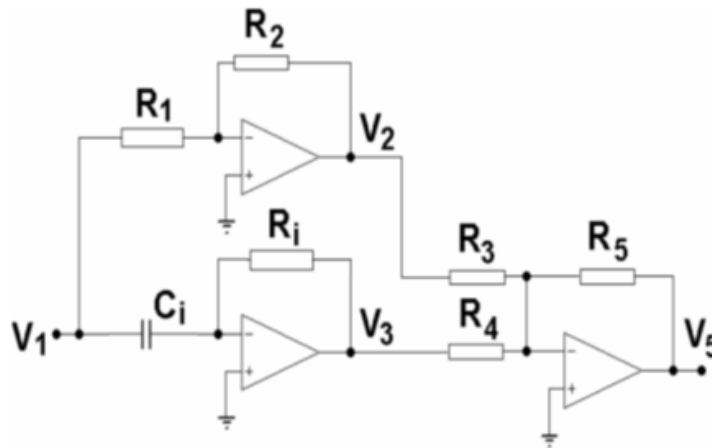
Chọn $R_6 = 30k\Omega, R_{F3} = 200k\Omega \Rightarrow C_3 = 10\mu F$.

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 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10k\Omega$, $R_I = 100k\Omega$, $C_I = 10\mu F \Rightarrow A = B = 1$.

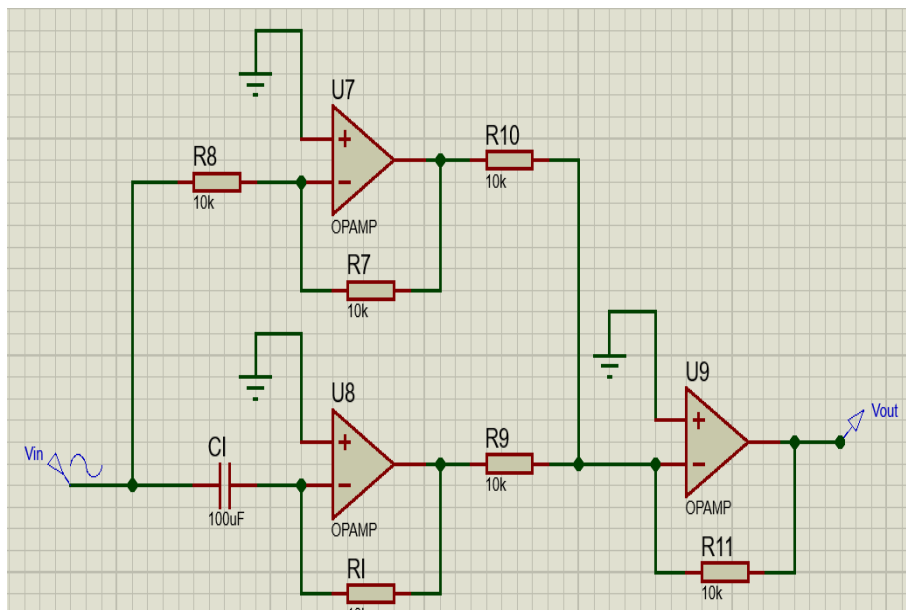
Nên mối quan hệ giữa input và output là: $V_{out} = V_1 + \frac{dV_1}{dt}$

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

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

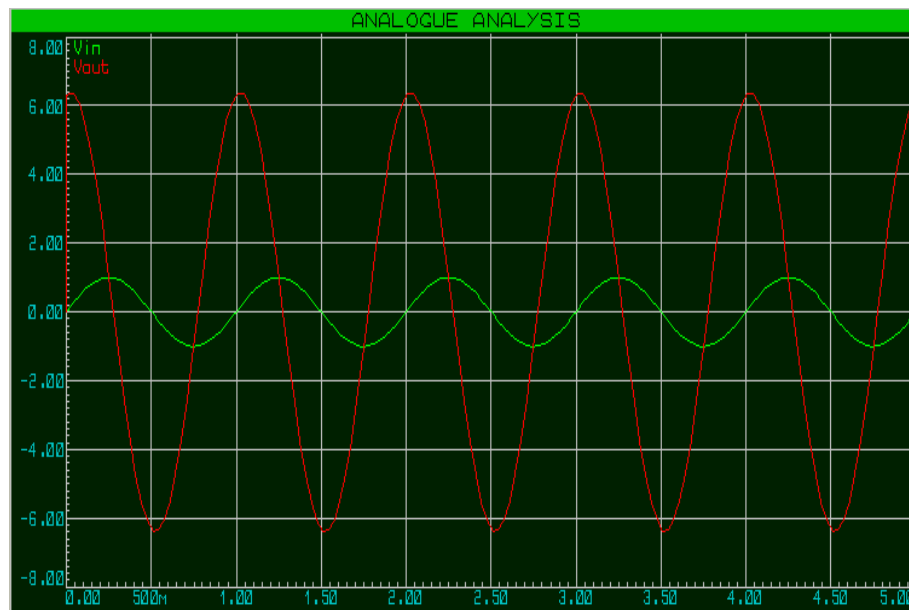
2.1.2 Kiểm tra lại bằng proteus

- Sử dụng Proteus để mô phỏng mạch như hình:



Hình 5: Mô phỏng proteus bài 2 hình thứ nhất

- Các linh kiện sử dụng: Opamp, Resistor, Capacitor, Voltage Source Sine, Ground.
- Chọn $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10k\Omega$, $R_I = 100k\Omega$, $C_I = 10\mu F$. $V_1 = \sin(2\pi t)$.
 $\Rightarrow V_{out} = \sin(100\pi t) + 2\pi \cos(2\pi t)$.
Đặt $V_{out} = R \cdot \sin \omega t + \phi$, với: $R = \sqrt{1^2 + (2\pi)^2} = 6.3622$, $\phi = \arctan(\frac{2\pi}{1}) \approx 81^\circ$.
- Kết quả mô phỏng proteus.

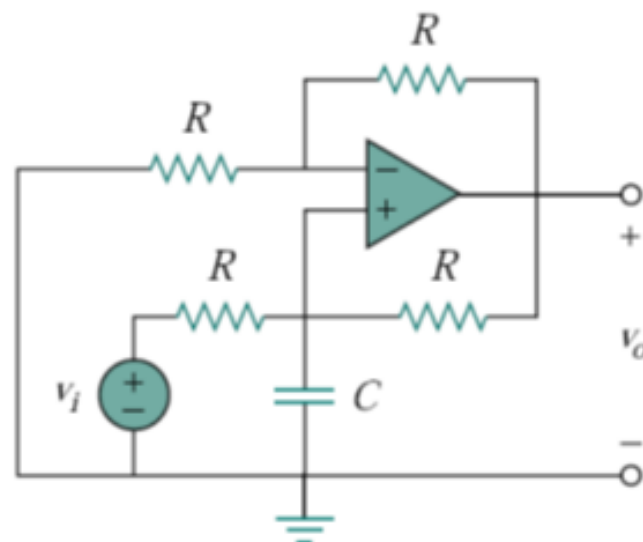


Hình 6: Kết quả mô phỏng proteus bài 2 hình thứ nhất

- Từ kết quả so sánh giữa V_1 và V_{out} ta thấy rằng V_{out} trễ pha khoảng hơn 90° so với V_1 và V_{out} có giá trị cực đại khoảng 6.36.

⇒ Kết quả mô phỏng gần đúng với tính toán.

2.2 Hình thứ hai



Hình 7: 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:

$$\frac{V_-}{R} = \frac{V_o - V_-}{R} \Rightarrow V_o = 2V \quad (7)$$

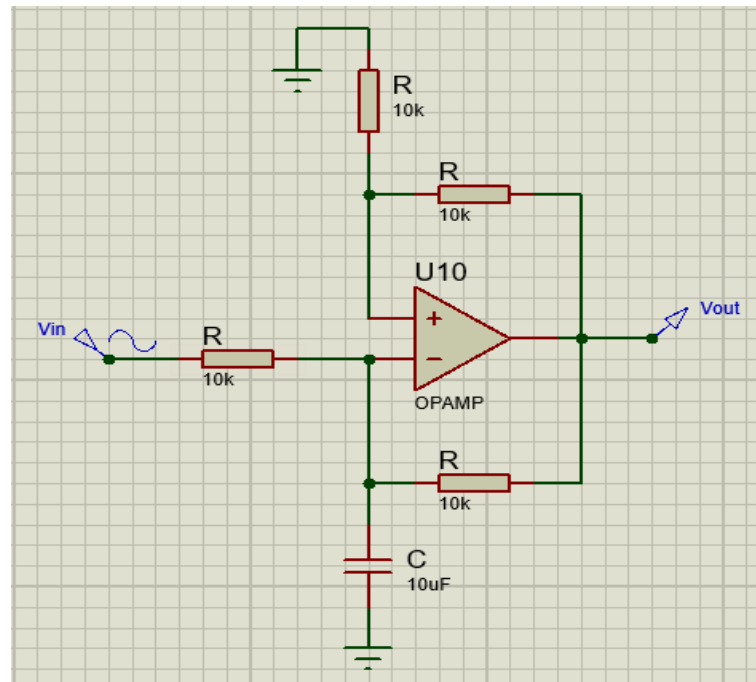
Áp dụng định luật K1 đối với node A ta có:

$$\frac{V_{in} - V_+}{R} = \frac{C \cdot dV_+}{dt} - \left(\frac{V_{out} - V_+}{R} \right) \quad (8)$$

Từ (7) và (8) $\Rightarrow V_{out} = \frac{2}{RC} \int V_{in} dt$

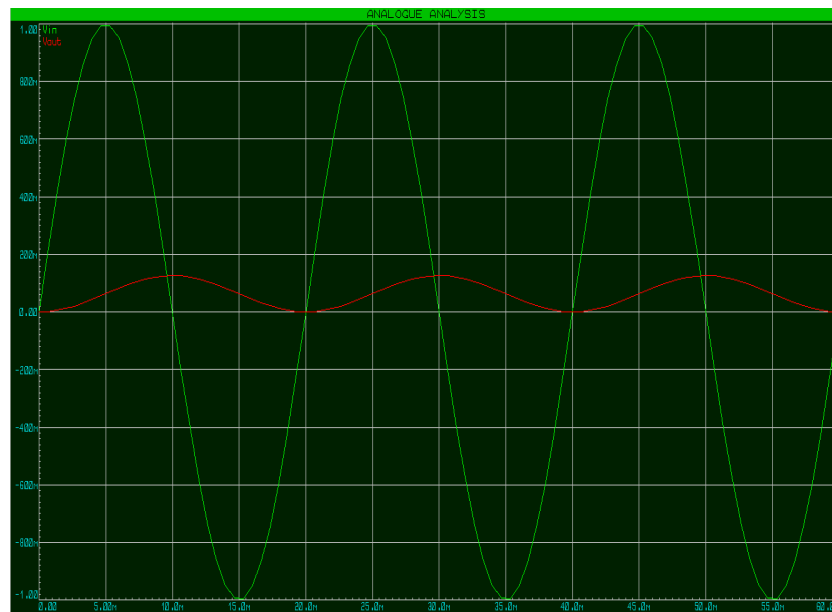
2.3 Kiểm tra lại bằng proteus

- Sử dụng Proteus để mô phỏng mạch như hình:



Hình 8: Mô phỏng proteus

- Các linh kiện sử dụng: Opamp, Resistor, Capacitor, Voltage Source Sine, Ground.
- Chọn $R = 10k\Omega$, $C = 10\mu F$. $V_{in} = 1\sin(100\pi t)$.
 $\Rightarrow V_{out} = 20 \int \sin(100\pi t) dt = -\frac{20}{100\pi} \cos(100\pi t) + Constant = \frac{20}{100\pi} \cos(100\pi t + \pi) + Constant$.
- Kết quả mô phỏng proteus.

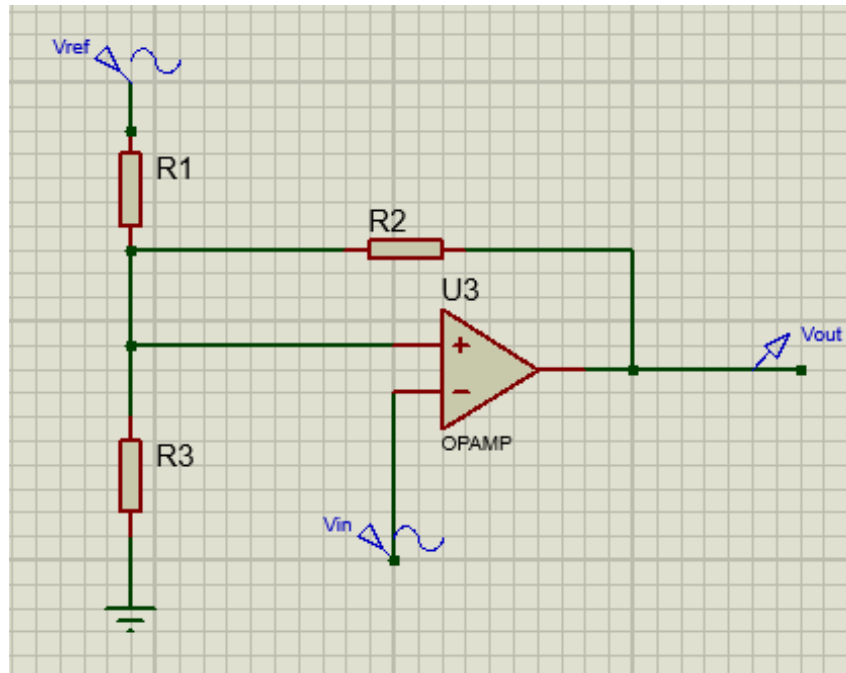


Hình 9: Kết quả mô phỏng proteus bài 2 hình thứ 2

- Từ kết quả so sánh giữa V_{in} và V_{out} ta thấy rằng V_{out} trễ pha π so với V_{in} và V_{out} có khoảng dao động $L \approx 0.13$ tương ứng với 2 lần biên độ dao động điều hòa:
 $2 \cdot A = 2 \cdot \frac{20}{100\pi} = 0.127$.

\Rightarrow Kết quả mô phỏng gần đúng với tính toán.

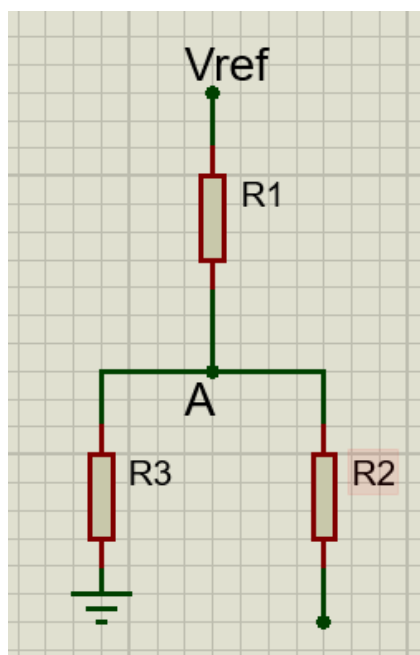
3 Thiết kế mạch schmitt-trigger với $V_{low-threshold} = 1V$, $V_{high-threshold} = 4V$, $V_{ref} = 5V$, $V_{out} = 5V$, và kiểm tra lại bằng proteus



Hình 10: Mạch schmitt-trigger

3.1 Khi $V_{out} = 0V$

Ta có sơ đồ đầu nối như sau:

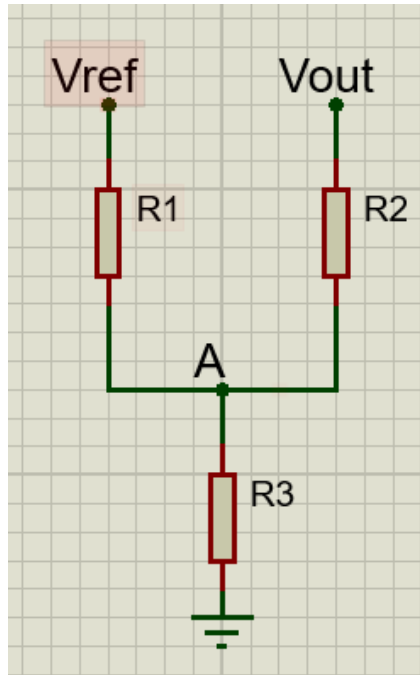


Hình 11: Khi $V_{out} = 0V$

- 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 đấu nối như sau:



Hình 12: 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:

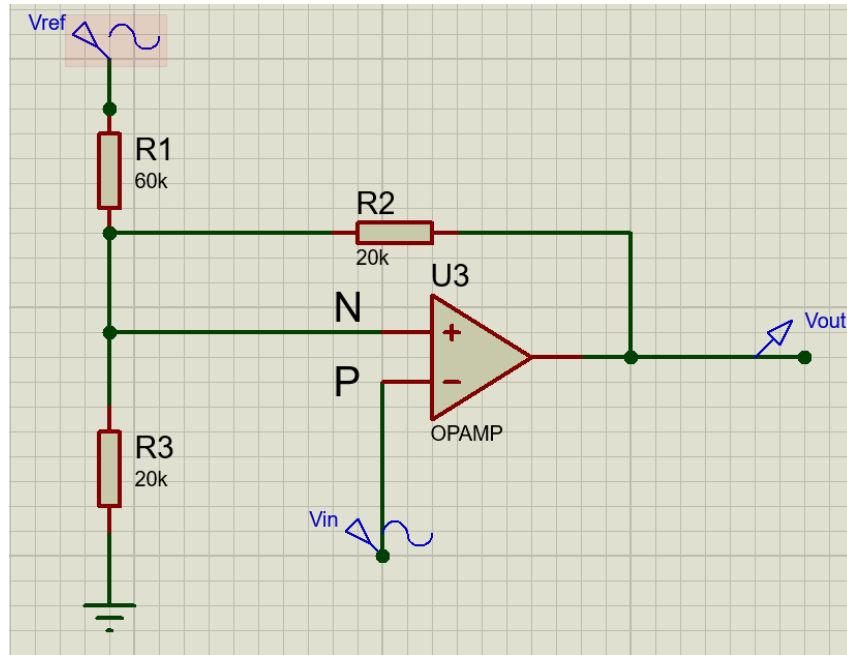
$$\frac{yz}{xz + yz + zy} = \frac{y}{x + 2y} = \frac{V_{A1}}{V_{ref}} = \frac{V_{low-threshold}}{V_{ref}} = \frac{1}{5} \rightarrow x = 3y \quad (9)$$

$$\frac{xz + zy}{xz + yz + xy} = \frac{V_{A2}}{V_{ref}} = \frac{V_{high-threshold}}{V_{ref}} = \frac{4}{5} \quad (10)$$

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 13: 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:

$$V_P = V_{in} \quad (11)$$

Áp dụng định luật Kifhoff tại nút N:

$$\begin{aligned} \frac{V_N - V_{ref}}{60} + \frac{V_N}{20} + \frac{V_N - V_{out}}{20} &= 0 \\ \Leftrightarrow V_N - V_{ref} + 6V_N - 3V_{out} &= 0 \\ \Leftrightarrow 7V_{in} - V_{ref} &= V_{out} \end{aligned}$$

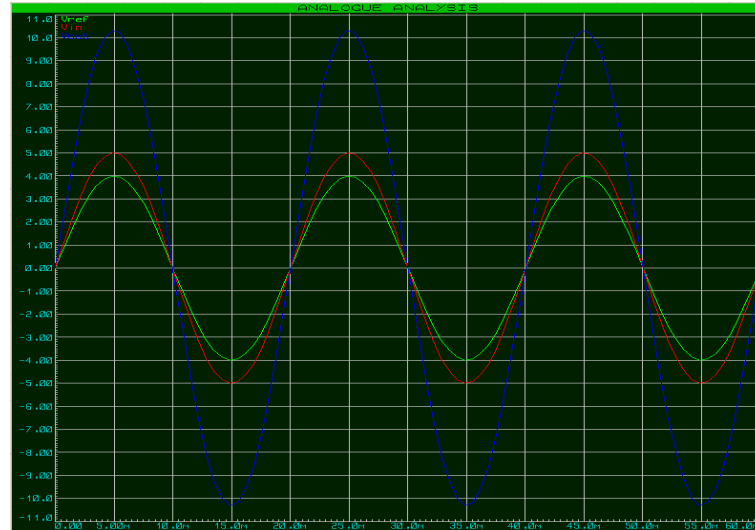
Với $V_{in} = 5\sin(100\pi t)$, $V_{ref} = 4\sin(100\pi t)$.

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

$$\Rightarrow V_{out} = 10.333\sin(100\pi t) \quad (12)$$

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 14: 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.

4 Tính giá trị vout của tải R_L với transistor C2222A. Mô phỏng lại bằng proteus.

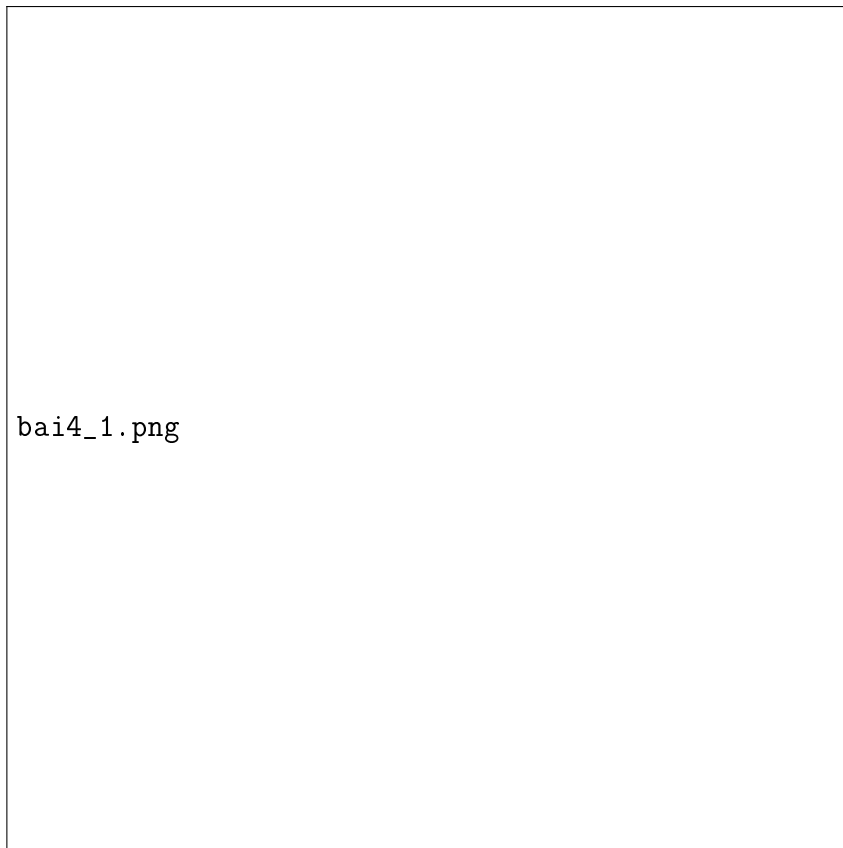
4.1 Hình thứ nhất

4.1.1 Tính giá trị V_{out} của tải R_L

- Op-amp này nhận điện áp vào V_{in} và khuếch đại. Tuy nhiên, điện áp ở đầu ra của op-amp không thể vượt quá nguồn cung cấp $+15V$ và $-15V$.
- Transistor sẽ hạ hạ điện áp xuống một lượng $V_{BE} \approx 0.7V$ (giữa B và E)

$$\Rightarrow V_{out} = 15 - V_{BE} = 15 - 0.7 = 14.3V.$$

4.1.2 Mô phỏng bằng proteus



Hình 15: Mô phỏng hình 1