

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY HO CHI MINH CITY  
HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
DEPARTMENT OF ELECTRONICS

—o0o—



---

HOMEWORK REPORT

# Chapter 1 - Amplifiers and Pulse Circuits

---

SUPERVISOR: Nguyễn Trung Hiếu

SUBJECT: Applied Electronics (EE3129)

GROUP: 02

List of Members

STT	MSSV	Họ Và Tên	Lớp
1		Đoàn Ngọc Sang	L02
2	2210780	Nguyễn Đại Đồng	L02
3		Trần Nguyễn Trâm Ánh	L02

Ho Chi Minh, ../../20..

Mục lục

Câu 4	1
a) . . . . .	1
b) . . . . .	3
Câu 6	4
a) . . . . .	4
b) . . . . .	7
c) . . . . .	9

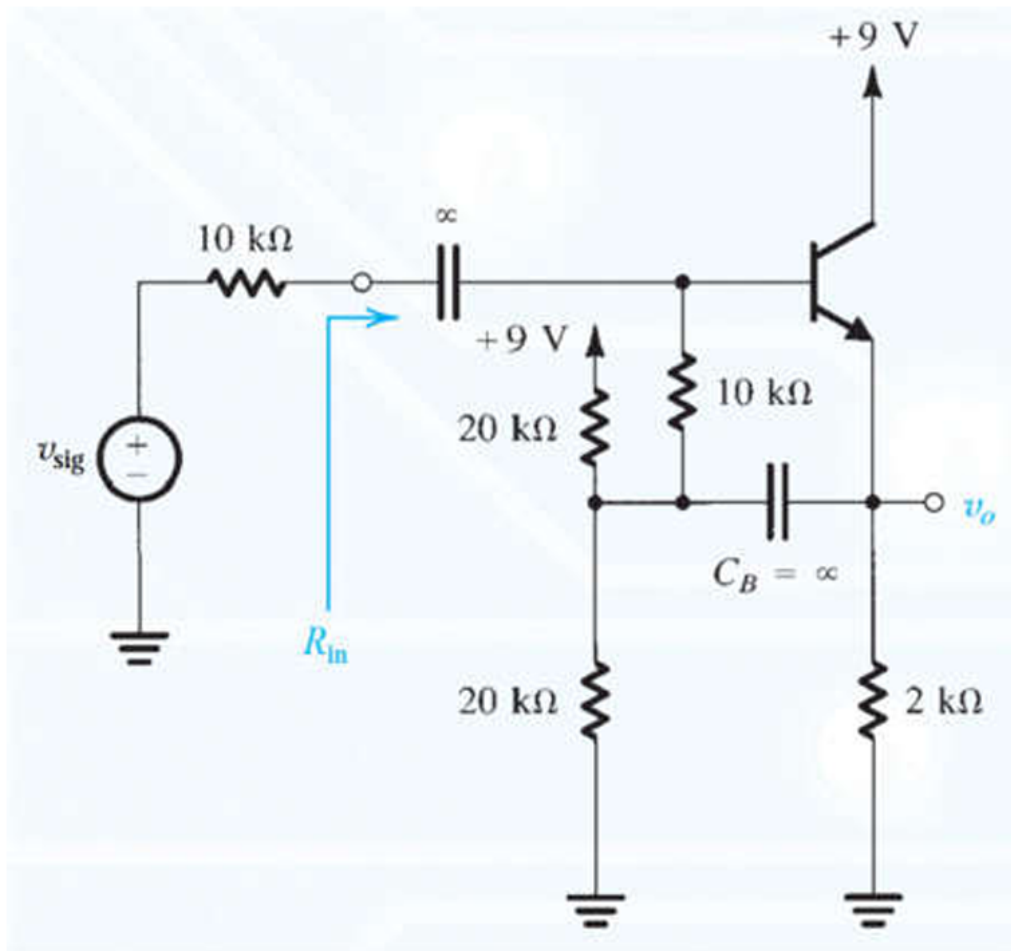
Danh sách hình vẽ

Danh sách bảng

List of Listings

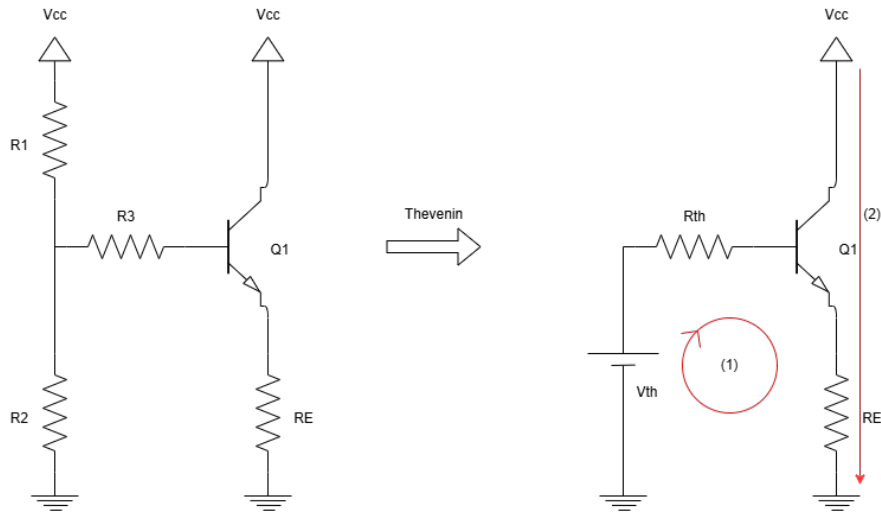
## Câu 4

Cho mạch khuếch đại tín hiệu như hình vẽ. Giả sử các tụ có giá trị rất lớn. BJT có  $\beta = 100$  và  $V_A = \infty$ .



### a) Tìm điểm hoạt động Q của BJT

Xét hoạt động chế độ DC cho toàn mạch.



Thevenin ta có:

$$R_{th} = R_3 + R_1 // R_2 = 10 + \frac{20 \times 20}{20 + 20} = 20k\Omega$$

$$V_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{cc} = \frac{20}{20 + 20} \times 9 = 4.5V$$

Áp dụng KCL cho vòng (1):

$$-V_{th} + I_B R_{th} + V_{BE} + I_E R_E = 0$$

Ta có:  $I_E = (\beta + 1)I_B$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta + 1)R_E} = \frac{4.5 - 0.7}{20 + (100 + 1) \times 2} = 0.0171mA$$

Ta có:  $I_C = \beta I_B = 100 \times 0.0171mA = 1.71mA$ .

Áp dụng KCL cho vòng (2):

$$-V_{cc} + V_{CE} + I_E R_E = 0$$

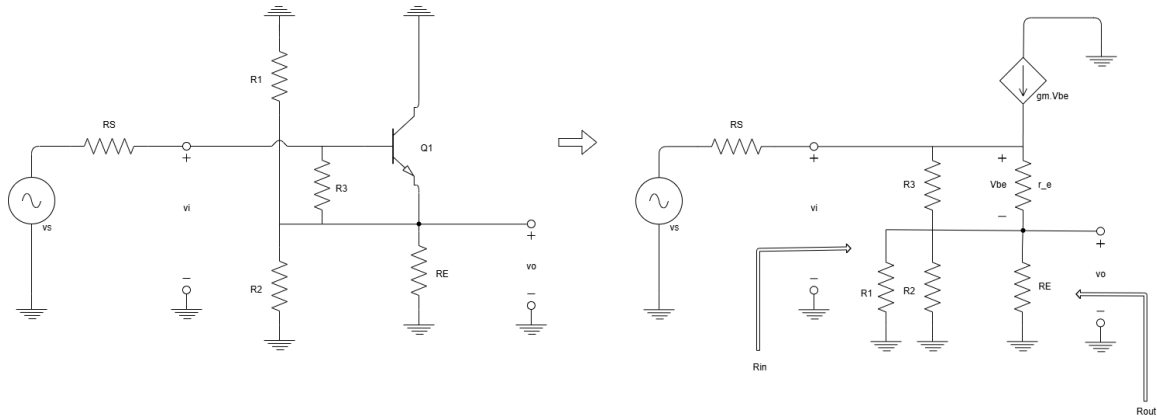
Ta có:  $I_C = \frac{\beta}{\beta + 1} I_E = \alpha I_E \approx I_E$

$$\Rightarrow V_{CE} = V_{cc} - I_C R_E = 9 - 1.71 \times 2 = 5.58V$$

Vậy điểm làm việc Q của tầng 2 là :  $(I_{CQ}, V_{CEQ}) = (1.710mA, 5.58V)$ .

b) Đặt  $v_s = V_s \sin(\omega t)$  vào mạch. Ngõ ra nối với tải  $R_L = 1k\Omega$ . Tìm  $A_{vo}$ ,  $G_v$ ,  $R_i$ ,  $R_o$  của mạch.

Xét hoạt động chế độ AC cho toàn mạch.



$$- R_{in} = \frac{v_i}{i_i} \Big|_{v_o=0}$$

$$- R_{out} = \frac{v_o}{i_o} \Big|_{i_i=0}$$

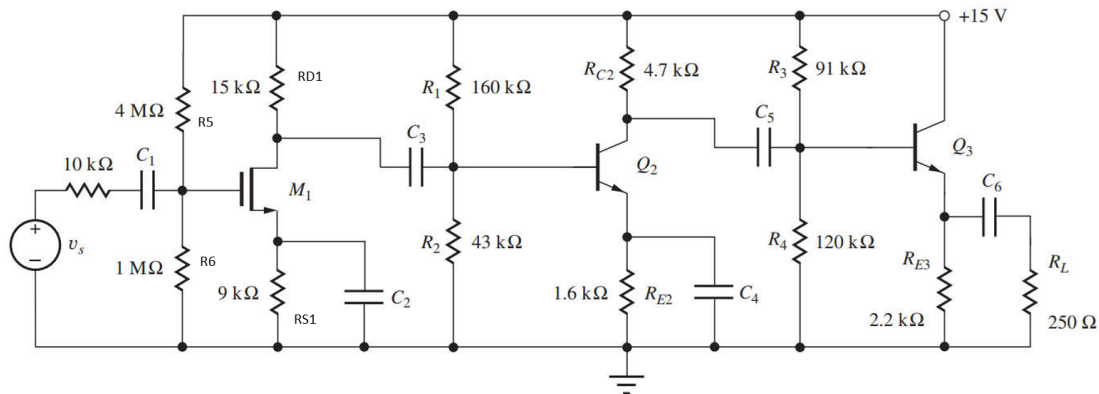
$$- A_{vo} = \frac{v_o}{v_i} \Big|_{R_L=\infty}$$

$$- A_v = \frac{v_o}{v_i} = A_{vo} \frac{R_L}{R_L + R_{out}}$$

$$- G_v = \frac{v_o}{v_s} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} A_v$$

## Câu 6

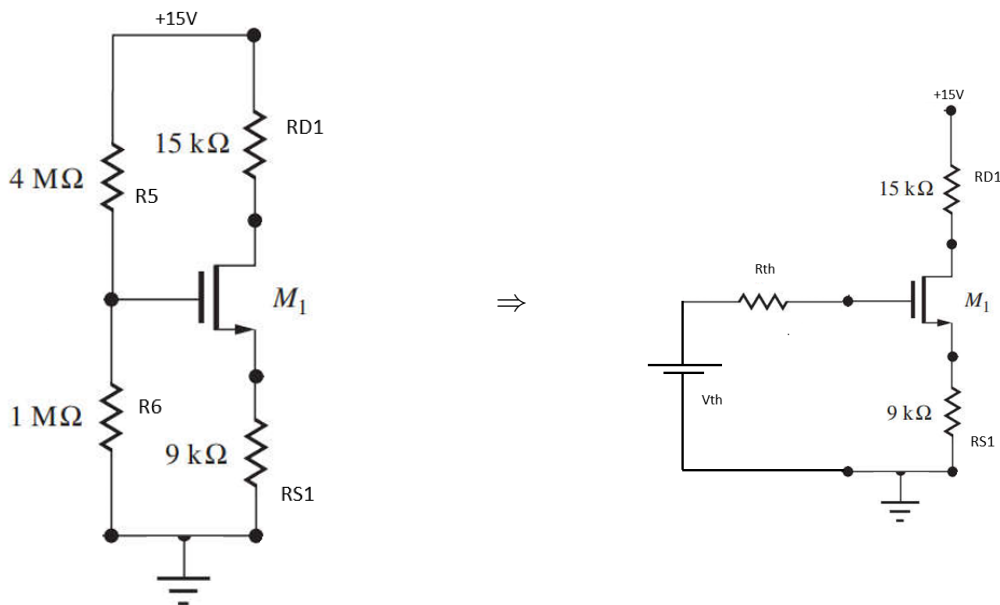
Cho mạch khuếch đại tín hiệu được ghép liên tầng như hình vẽ. Giả sử các tụ có điện dung rất lớn. Các thông số  $\beta = 100$ ,  $K_n = 1\text{mA/V}^2$ ,  $V_{TN} = 1\text{V}$ . BJT có  $V_A = \infty$  và FET có  $\lambda = 0$ .



### a) Tìm các điểm hoạt động của Q

Xét hoạt động chế độ DC cho toàn mạch.

- Tầng 1:



Thevenin ta có:

$$R_{th} = R_5 // R_6 = \frac{4M \times 1M}{4M + 1M} = 0.8M\Omega$$

$$V_{th} = \frac{R_6}{R_5 + R_6} \times V_{cc} = \frac{1M}{1M + 4M} \times 15 = 3V$$

$$\Rightarrow V_G = 3V \Rightarrow V_{GS} = V_G - V_S = 3 - V_S$$

$$\text{Với } V_S = I_{DS} \times R_{S1} \Rightarrow V_{GS} = 3 - I_{DS} \times R_{S1}$$

$$\begin{aligned} I_{DS1} &= \frac{1}{2} K_n (V_{GS} - V_{tn})^2 \\ &= \frac{1}{2} K_n (3 - I_{DS} \times R_{S1} - V_{tn})^2 \\ &= \frac{1}{2} (3 - I_{DS} \times 9 - 1)^2 \end{aligned}$$

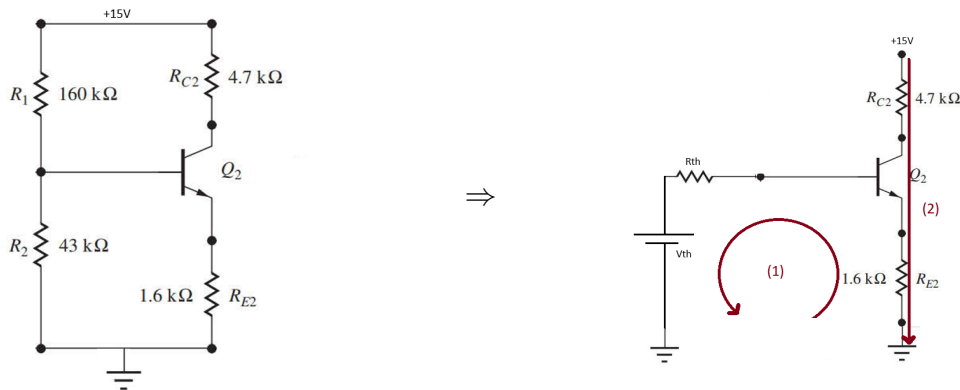
$$\Rightarrow \begin{cases} I_{DS1} = 0.3097mA \rightarrow V_{GS} = 3 - 0.3097 \times 9 = 0.2127V < V_{tn} (\text{Loại}) \\ I_{DS1} = 0.1595mA \rightarrow V_{GS} = 3 - 0.1595 \times 9 = 1.5645V > V_{tn} (\text{Thỏa}) \end{cases}$$

$$\Rightarrow V_D = V_{cc} - I_D \times R_{D1} = 15 - 0.1595 \times 15 = 12.6075V$$

$$\Rightarrow V_{DS1} = V_D - V_S = 11.1720V$$

Vậy điểm làm việc Q của tầng 1 là :  $(I_{DS1}, V_{DS1}) = (0.1595mA, 11.1720V)$ .

- Tầng 2:



Thevenin ta có:

$$R_{th} = R_1 // R_2 = \frac{160k \times 43k}{160k + 43k} \approx 33.8916k\Omega$$

$$V_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{cc} = \frac{43k}{160k + 43k} \times 15 \approx 3.1773V$$

Áp dụng KVL cho vòng (1):

$$-I_{E2} \times R_{E2} - V_{BE} - I_{B2} \times R_{th} + V_{th} = 0$$

Ta có:  $I_{E2} = (\beta + 1)I_B$

$$\Rightarrow I_B = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta + 1)R_{E2}} = \frac{3.1773 - 0.7}{33.8916 + (100 + 1)1.6} = 0.0127mA$$

Ta có:  $I_{C2} = \beta I_{B2} = 100 \times 0.0127mA = 1.270mA$ .

Áp dụng KVL cho vòng (2):

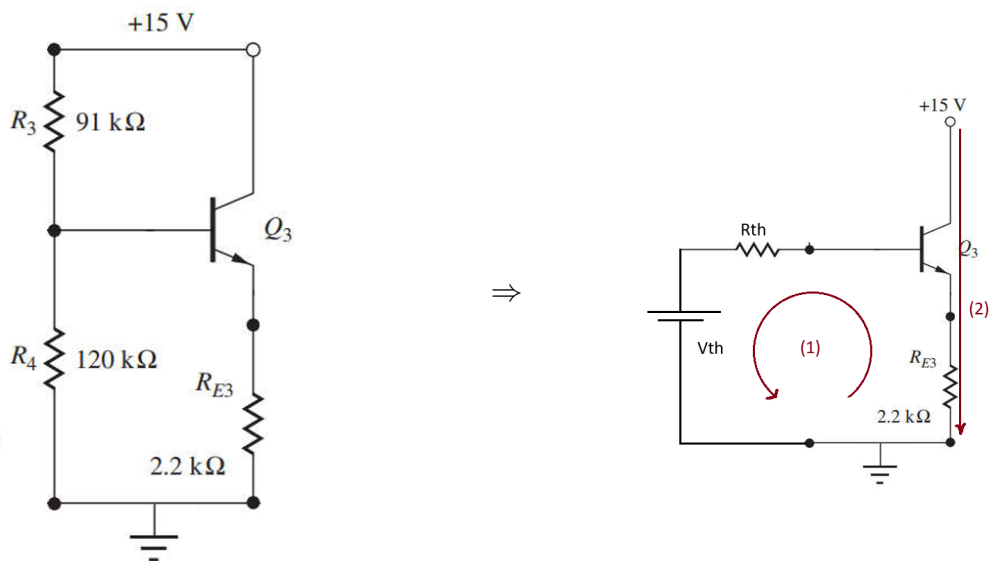
$$-V_{cc} + I_{C2}R_{C2} + V_{CE} + I_{E2}R_{E2} = 0$$

Ta có:  $I_{C2} = \frac{\beta}{\beta + 1}I_{E2} = \alpha I_{E2} \approx I_{E2}$

$$\Rightarrow V_{CE2} = V_{cc} - I_{C2}(R_{C2} + R_{E2}) = 15 - 1.270(4.7 + 1.6) = 6.9990V$$

Vậy điểm làm việc Q của tầng 2 là :  $(I_{CQ2}, V_{CEQ2}) = (1.270mA, 6.9990V)$ .

- Tầng 3:



Thevenin ta có:

$$R_{th} = R_3 // R_4 = \frac{91k \times 120k}{91k + 120k} \approx 51.7536k\Omega$$

$$V_{th} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_{cc} = \frac{120k}{91k + 120k} \times 15 \approx 8.5308V$$

Áp dụng KVL cho vòng (1):

$$-I_{E3} \times R_{E3} - V_{BE} - I_{B3} \times R_{th} + V_{th} = 0$$



Ta có:  $I_{E3} = (\beta + 1)I_{B3}$

$$\Rightarrow I_{B3} = \frac{V_{th} - V_{BE}}{R_{th} + (\beta + 1)R_{E3}} = \frac{8.5308 - 0.7}{51.7536 + (100 + 1)2.2} = 0.0286mA$$

Ta có:  $I_{C3} = \beta I_{B3} = 100 \times 0.0286mA = 2.86mA$ .

Áp dụng KVL cho vòng (2):

$$-V_{cc} + V_{CE} + I_E R_{E2} = 0$$

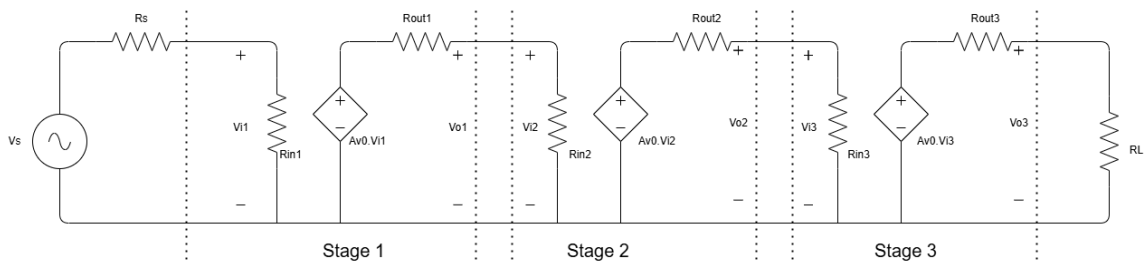
Ta có:  $I_{C3} = \frac{\beta}{\beta + 1} I_{E3} = \alpha I_{E3} \approx I_E$

$$\Rightarrow V_{CE3} = V_{cc} + R_{E2} I_{E3} = 15 - 2.86(2.2) = 8.708V$$

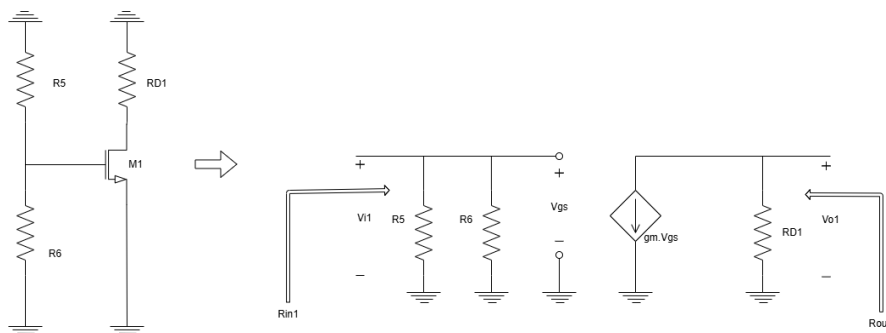
Vậy điểm làm việc Q của tầng 3 là :  $(I_{CQ3}, V_{CEQ3}) = (2.86mA, 8.708V)$ .

## b) Tìm $A_v$ , $G_v$ , $R_i$ , $R_o$ của mạch.

Xét hoạt động chế độ AC cho toàn mạch, ta có mạch tương đương như sau:



- Tầng 1:



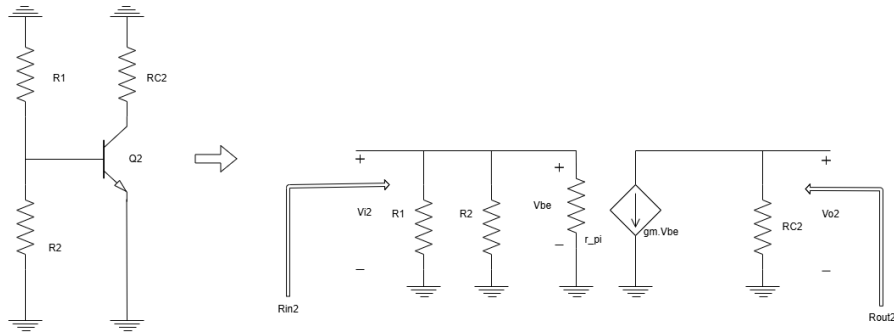
$$+ R_{in1} = \frac{v_i}{i_i} \Big|_{v_o=0} = R_5 // R_6 = \frac{4M \times 1M}{4M + 1M} = 0.8M\Omega$$

$$+ R_{out1} = \frac{v_o}{i_o} \Big|_{i_i=0} = R_{D1} = 15k\Omega$$

$$+ A_{vo1} = \frac{v_{o1}}{v_{i1}} \Big|_{R_L=\infty} = \frac{v_{o1}}{V_{gs}} = -g_m R_{D1}$$

Trong đó,  $g_m = \frac{2I_{DQ}}{V_{OV}} = \frac{2I_{DQ}}{V_{GS} - V_{tn}} = \frac{2 \times 0.1595mA}{1.5645V - 1V} \approx 0.5651mA/V$   
 $\Rightarrow A_{vo1} = -0.5651mA/V \times 15k = -8.4765V/V$ .

- Tầng 2:



$$+ R_{in2} = \frac{v_i}{i_i} \Big|_{v_o=0} = R_1 // R_2 // r_\pi$$

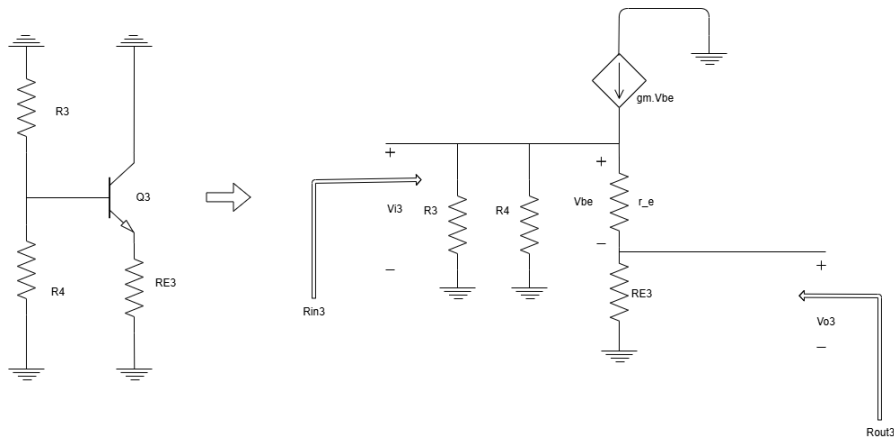
Trong đó,  $r_\pi = \frac{\beta}{g_m} = \beta \frac{V_T}{I_C} = 100 \frac{25mV}{1.270mA} = 1.9685k\Omega$   
 $\Rightarrow R_{in2} = 1.8604k\Omega$

$$+ R_{out2} = \frac{v_o}{i_o} \Big|_{i_i=0} = R_{C2} = 4.7k\Omega$$

$$+ A_{vo2} = \frac{v_{o2}}{v_{i2}} \Big|_{R_L=\infty} = \frac{v_{o2}}{v_{be}} = -g_m R_{C2}$$

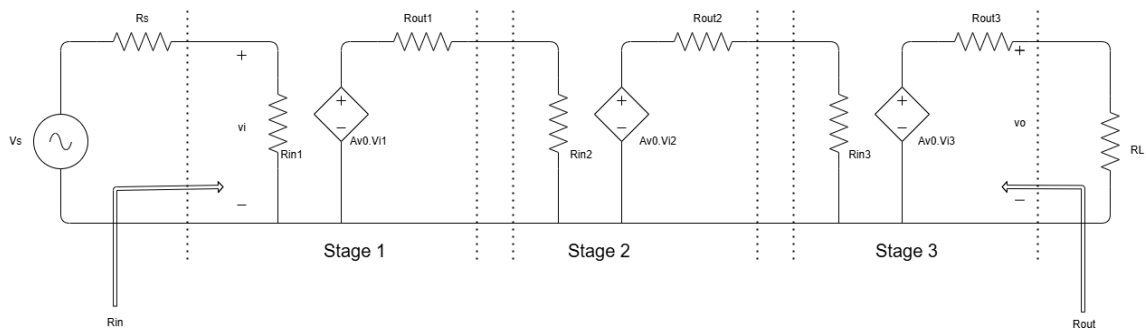
Trong đó,  $g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{1.270mA}{25mV} = 0.0508A/V$   
 $\Rightarrow A_{vo2} = -0.0508 \times 4.7k = -238.76V/V$ .

- Tầng 3:



$$\begin{aligned}
+ R_{in3} &= \frac{v_i}{i_i} \Big|_{v_o=0} = R_3 // R_4 // ((\beta + 1)(r_e + R_{E3})) \\
\text{Trong đó, } r_e &= \alpha \frac{V_T}{I_C} = \frac{\beta}{\beta + 1} \frac{V_T}{I_C} = \frac{100}{100 + 1} \frac{25mV}{2.86mA} = 8.6547\Omega \\
\Rightarrow R_{in3} &= 42.0078k\Omega \\
+ R_{out3} &= \frac{v_o}{i_o} \Big|_{i_i=0} = R_{E3} + r_e + \frac{R_3 // R_4}{\beta + 1} = 2.7211k\Omega \\
+ A_{vo3} &= \frac{v_{o3}}{v_{i3}} \Big|_{R_L=\infty} = \frac{R_{E3}}{r_e + R_{E3}} = 0.9961V/V \\
\Rightarrow A_{v_{o3}} &= 0.9961V/V.
\end{aligned}$$

Cuối cùng ta có mạch tương đương như sau:



$$\begin{aligned}
- R_{in} &= R_{in1} = 0.8M\Omega \\
- R_{out} &= R_{out3} = 2.7211k\Omega \\
- A_{vo} &= \frac{v_o}{v_i} \Big|_{R_L=\infty} \\
&= A_{vo3} \frac{R_{in3}}{R_{in3} + R_{out2}} A_{vo2} \frac{R_{in2}}{R_{in2} + R_{out1}} A_{vo1} \\
&= 0.9961 \frac{42.0078}{42.0078 + 4.7} (-238.76) \frac{1.8604}{1.8604 + 15} (-8.4765) \\
&= 200.0599V/V
\end{aligned}$$

c) Vẽ dạng sóng ngõ vs và vo khi đi qua từng tầng (vị trí trước khi đi qua tụ ghép).

Cho  $V_s = 5 \sin(\omega t) (mV)$