

VIETNAM NATIONAL UNIVERSITY HO CHI MINH CITY
HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

—o0o—



LABORATORY REPORT

Waveform generator

SUPERVISOR: Nguyễn Tuấn Hùng

SUBJECT: Digital signal processing on FPGA

GROUP: 08

List of Members

STT	MSSV	Họ Và Tên	Lớp
1		Đoàn Văn Sang	L01
2	2210780	Nguyễn Đại Đồng	L01
3		Nguyễn Thị Trâm Ánh	L01

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

Mục lục

Câu 6	1
a)	1
b)	4

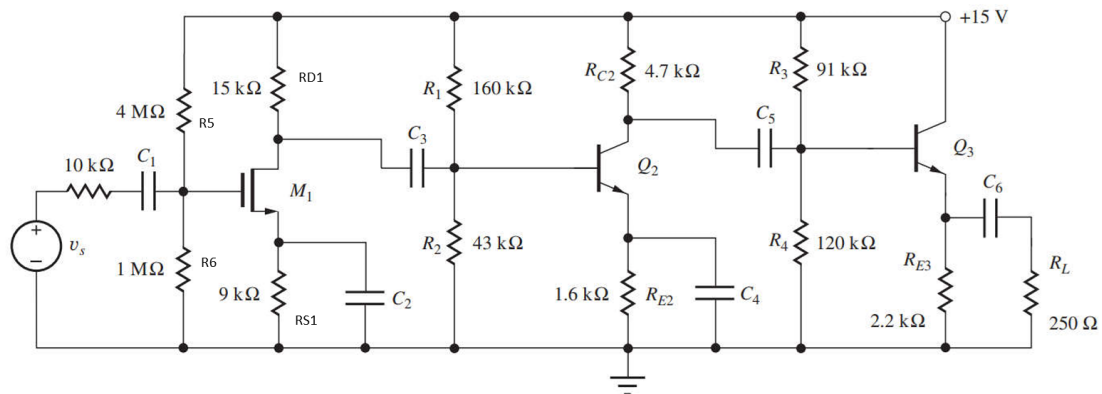
Danh sách hình vẽ

Danh sách bảng

List of Listings

Câu 6

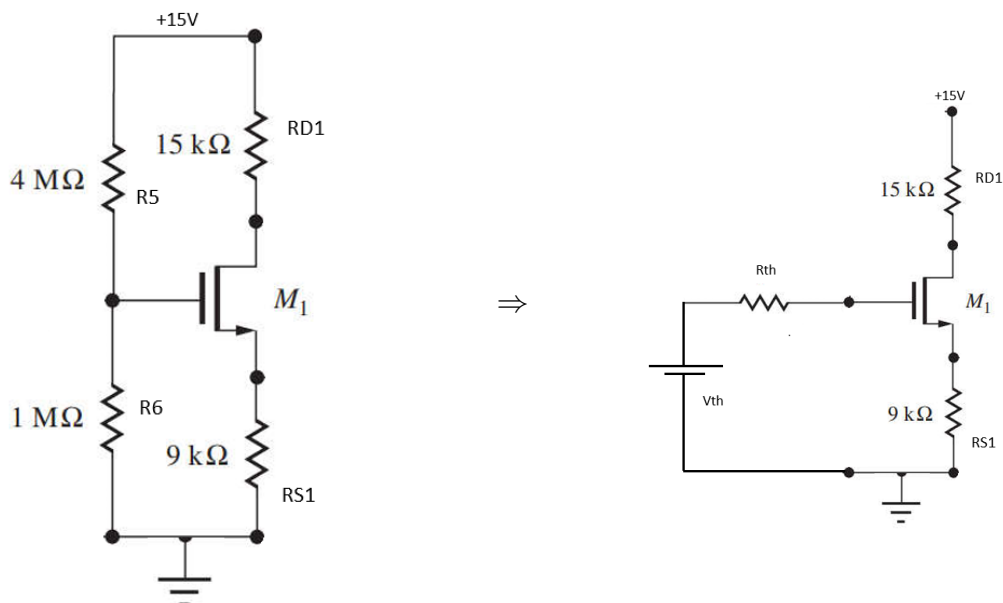
Cho mạch khuếch đại tín hiệu được ghép liên tầng như hình vẽ. Giả sử các tụ có điện dung rất lớn. Các thông số $\beta = 100$, $K_n = 1\text{mA/V}^2$, $V_{TN} = 1\text{V}$. BJT có $V_A = \infty$ và FET có $\lambda = 0$.



a) Tìm các điểm hoạt động của Q

Xét hoạt động chế độ DC cho toàn mạch.

- Tầng 1:



Thevenin ta có:

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

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

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

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

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

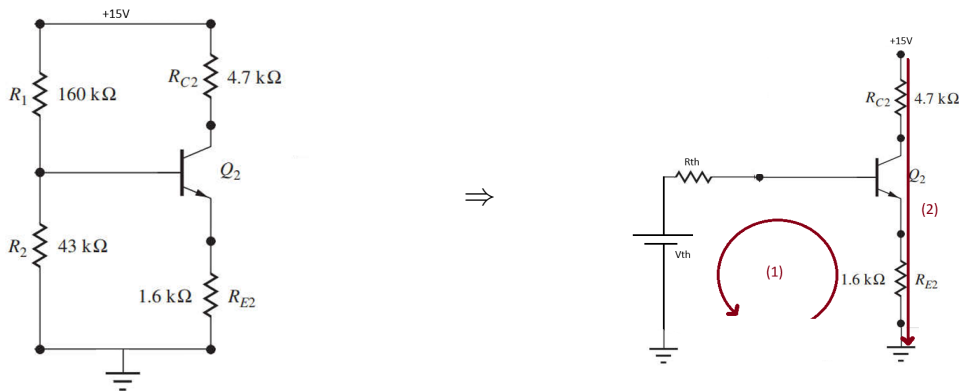
$$\Rightarrow \begin{cases} I_{DS1} = 0.3097mA \rightarrow V_{GS} = 3 - 0.3097 \times 9 = 0.2127V < V_{tn} (\text{Loại}) \\ I_{DS1} = 0.1595mA \rightarrow V_{GS} = 3 - 0.1595 \times 9 = 1.5645V > V_{tn} (\text{Thỏa}) \end{cases}$$

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

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

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):

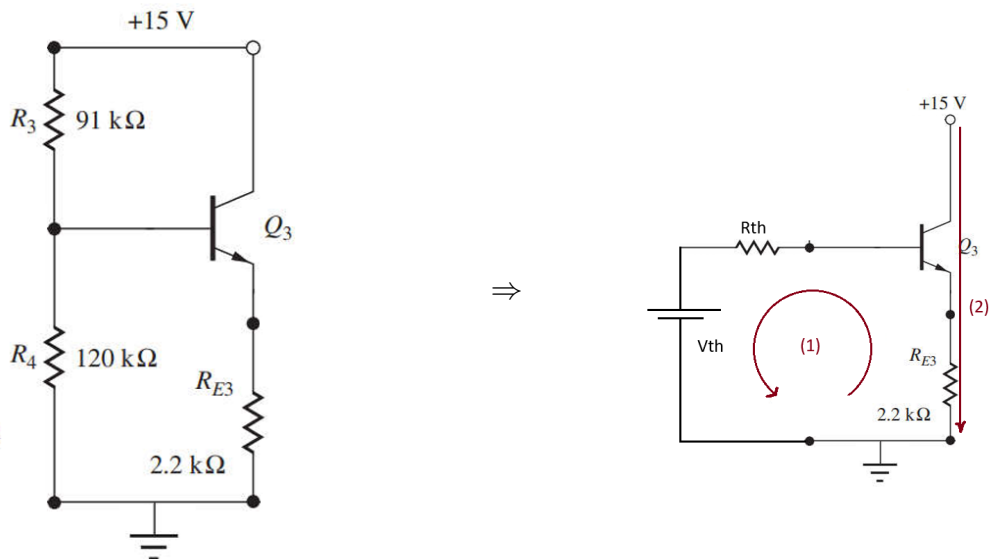
$$-V_{cc} + I_{C2}R_{C2} + V_{CE} + I_{E2}R_{E2} = 0$$

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):

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

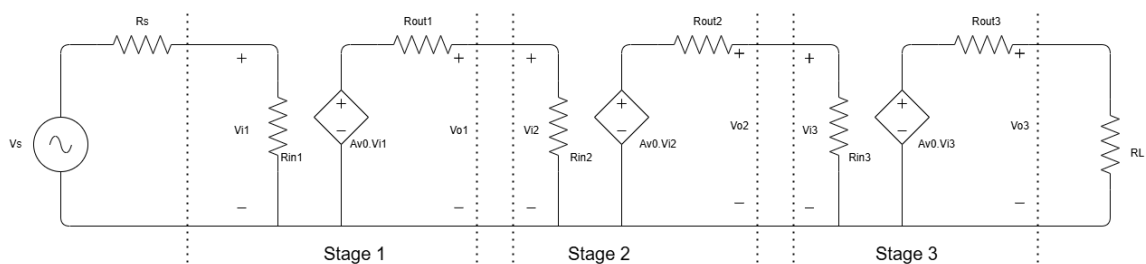
Ta có: $I_{C3} = \frac{\beta}{\beta + 1} I_{E3} = \alpha I_{E3} \approx I_E$

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

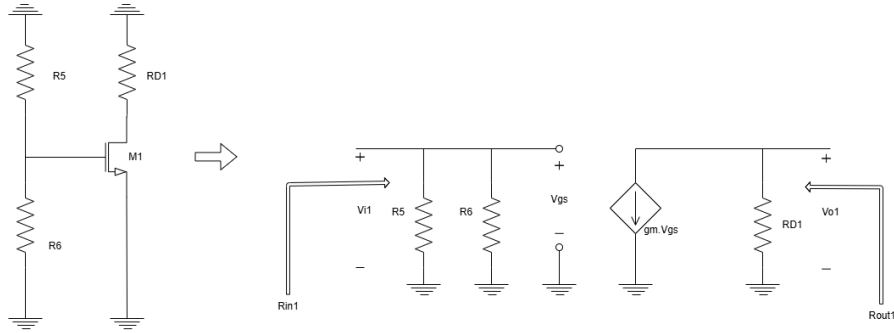
Vậy điểm làm việc Q của tầng 3 là : $(I_{CQ3}, V_{CEQ3}) = (2.86mA, 8.708V)$.

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:



$$+ R_{in1} = R_5 // R_6 = \frac{4M \times 1M}{4M + 1M} = 0.8M\Omega$$

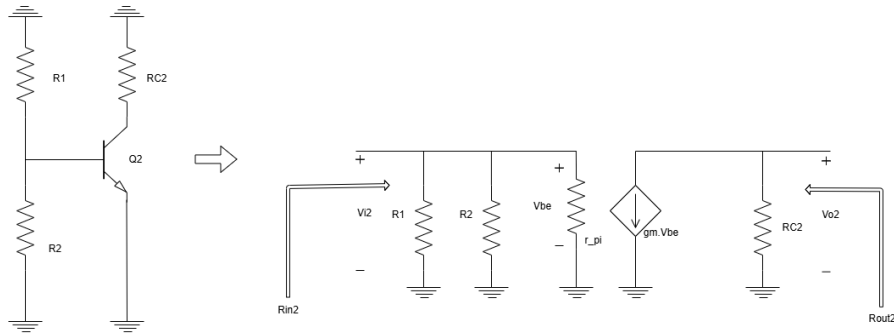
$$+ R_{out1} = R_{D1} = 15k\Omega$$

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

$$\text{Trong đó, } g_m = \frac{2I_{DQ}}{V_{OV}} = \frac{2I_{DQ}}{V_{GS} - V_{tn}} = \frac{2 \times 0.1595mA}{1.5645V - 1V} \approx 0.5651mA/V$$

$$\Rightarrow A_{vo1} = -0.5651mA/V \times 15k = -8.4765V/V.$$

- Tầng 2:



$$+ R_{in2} = R_1 // R_2 // r_\pi$$

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

$$\Rightarrow R_{in2} = 1.8604k\Omega$$

$$+ R_{out1} = R_{C2} = 4.7k\Omega$$

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

$$\text{Trong đó, } g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{1.270mA}{25mV} = 0.0508A/V$$

$$\Rightarrow A_{vo2} = -0.0508 \times 4.7k = -238.76V/V.$$