

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

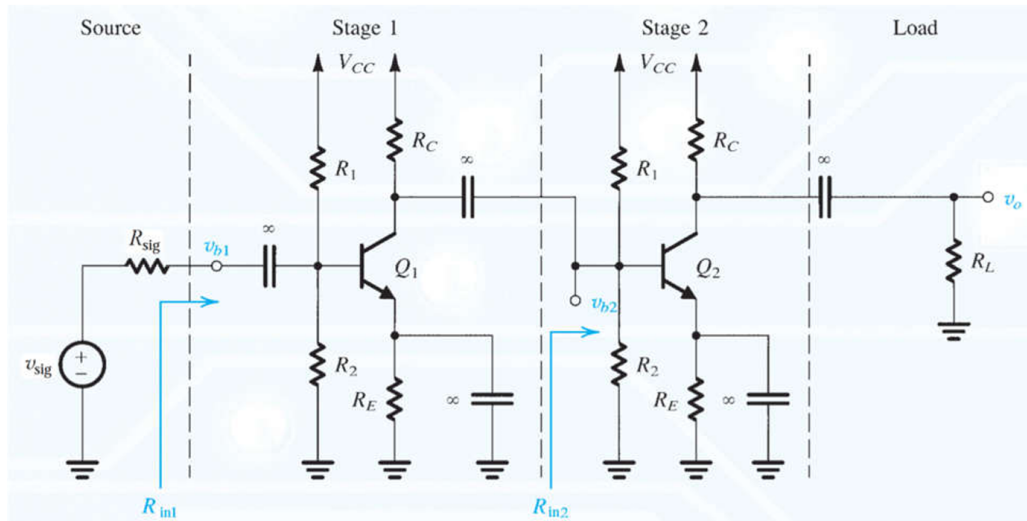
Câu 10	1
a)	1
b)	5
c)	10

Danh sách hình vẽ

1	Chọn transistor Q_1 thỏa mãn $\beta = 100$ ứng với $I_{C1} = 0.5mA$ và $V_{CE1} = 6V$ (chọn NPN 2N3416 với thông số β chỉnh thấp còn 140 so với 157 ban đầu); $V_{BE1} = 0.63V$	1
2	Mạch Bias cho tầng 1 và mô phỏng điểm Q tầng 1	3
3	Chọn transistor Q_2 thỏa mãn $\beta = 100$ ứng với $I_{C2} = 2mA$ và $V_{CE2} = 6V$ (chọn NPN 2N3416 với thông số β chỉnh thấp còn 112 so với 157 ban đầu); $V_{BE2} = 0.665V$	3
4	Mạch Bias cho tầng 2 và mô phỏng điểm Q tầng 2	4
5	mô hình tín hiệu nhỏ.	5
6	Đo $A_{vo} = 62.043db = 1258V/V$ (mô hình tương đương).	6
7	Đo $A_v = 56.022db = 632.55V/V$ (mô hình tương đương).	7
8	Đo $G_v = 28db = 25.11V/V$ (mô hình tương đương).	7
9	Đo $A_{vo} = 61.7db = 1216V/V$ (toàn mạch).	8
10	Đo $A_v = 55.877db = 622.08V/V$ (toàn mạch).	9
11	Đo $G_v = 29.154db = 28.69V/V$ tại tần số $4.266kHz$ (toàn mạch).	9
12	$V_{psig} = 34mV$; $V_{pL} = 711mV$; $G_v = 21.54V/V$	11
13	$V_{psig} = 40mV$; $V_{pL} = 790.68mV$; $G_v = 19.767V/V$	11

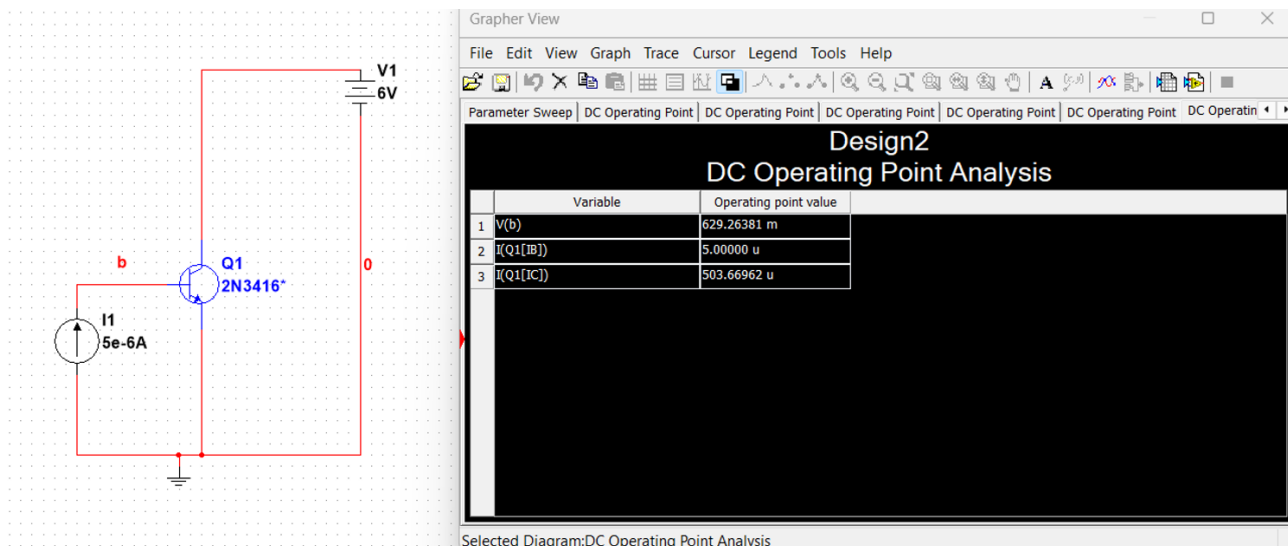
Câu 10

Cho mạch khuếch đại tín hiệu như hình vẽ. Mạch có $V_{CC} = 9V$. BJT Q_1 và Q_2 có hệ số $\beta = 100$. Các hệ số $V_A = \infty$.



a) Thiết kế để có $Q_1(0.5mA, 6V)$, $Q_2(2mA, 6V)$

- Xét tầng 1 (SWEEP bf cho đến khi thỏa điểm Q)



Hình 1: Chọn transistor Q_1 thỏa mãn $\beta = 100$ ứng với $I_{C1} = 0.5mA$ và $V_{CE1} = 6V$ (chọn NPN 2N3416 với thông số bf chỉnh thấp còn 140 so với 157 ban đầu); $V_{BE1} = 0.63V$

Ta có: $Q_1(I_{CQ1} = 0.5mA, V_{CEQ1} = 6V)$

Ta có:

$$R_{TH1} = R_1 // R_2 \quad (1)$$

$$V_{TH1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad (2)$$

Từ phương trình mạch:

$$\begin{aligned} V_{CC} - V_{CEQ1} &= I_{CQ1}(R_C + R_E) \\ \Rightarrow 9 - 6 &= 0.5(R_C + R_E) \\ \Rightarrow R_C + R_E &= 6 \text{ k}\Omega \end{aligned} \quad (3)$$

Công thức dòng collector:

$$I_{CQ1} = \frac{(V_{TH1} - V_{BE1})\beta}{R_{TH1} + (\beta + 1)R_E} \quad (4)$$

Chọn $R_{TH1} \ll (\beta + 1)R_E$ để dòng I_C ổn định.

Giả sử chọn:

$$R_E = 2 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{TH1} \ll 202 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{TH1} = 20.2 \text{ k}\Omega$$

Thế R_{TH1} và R_E vào (4), ta được:

$$V_{TH1} = 1.741 \text{ V}$$

Từ (3):

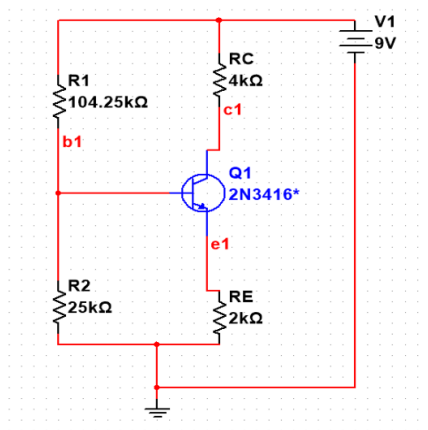
$$R_C = 4 \text{ k}\Omega$$

Từ (2):

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0.1934 \Rightarrow 4.17R_2 = R_1$$

Lại có:

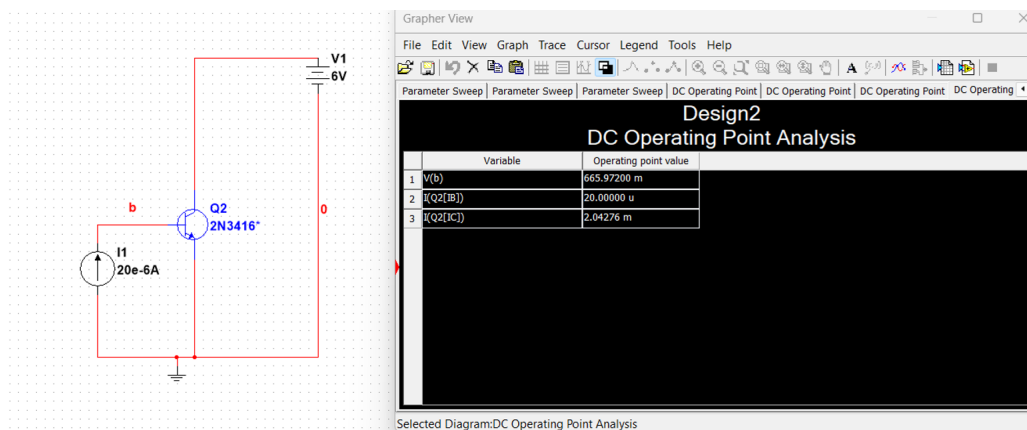
$$\begin{aligned} R_1 // R_2 &= 20.2 \text{ k}\Omega \\ \Rightarrow R_2 &= 25 \text{ k}\Omega, \quad R_1 = 104.25 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$



	Variable	Operating point value
1	V(b1)-V(e1)	629.11801 m
2	V(c1)-V(e1)	5.98590
3	I(Q2[IB])	4.97702 u
4	I(Q2[IC])	500.69079 u

Hình 2: Mạch Bias cho tầng 1 và mô phỏng điểm Q tầng 1

- Xét tầng 2 (SWEEP bf cho đến khi thỏa điểm Q)



Hình 3: Chọn transistor Q_2 thỏa mãn $\beta = 100$ ứng với $I_{C2} = 2mA$ và $V_{CE2} = 6V$ (chọn NPN **2N3416** với thông số bf chỉnh thấp còn 112 so với 157 ban đầu); $V_{BE2} = 0.665V$.

Ta có: $Q_2(I_{CQ2} = 2mA, V_{CEQ2} = 6V)$

Ta có:

$$R_{TH2} = R_1 // R_2 \quad (1)$$

$$V_{TH2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad (2)$$

Phương trình mạch:

$$V_{CC} - V_{CEQ2} = I_{CQ2}(R_C + R_E)$$

$$\Rightarrow 9 - 6 = 2(R_C + R_E)$$

$$\Rightarrow R_C + R_E = 1.5 \text{ k}\Omega \quad (3)$$

Công thức dòng collector:

$$I_{CQ2} = \frac{(V_{TH2} - V_{BE2})\beta}{R_{TH2} + (\beta + 1)R_E} \quad (4)$$

Chọn $R_{TH2} \ll (\beta + 1)R_E$ để dòng I_C ổn định.

Giả sử chọn:

$$R_E = 500 \Omega \Rightarrow R_{TH2} \ll 50.5 \text{ k}\Omega \Rightarrow R_{TH2} = 5.05 \text{ k}\Omega$$

Thế R_{TH2} và R_E vào (4), ta được:

$$V_{TH2} = 1.776 \text{ V}$$

Từ (3):

$$R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

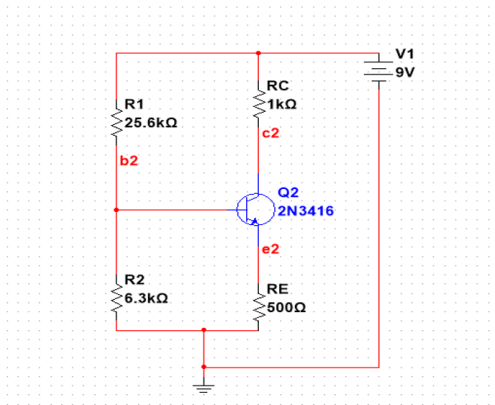
Từ (2):

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0.1973 \Rightarrow 4.07R_2 = R_1$$

Lại có:

$$R_1 // R_2 = 5.05 \text{ k}\Omega$$

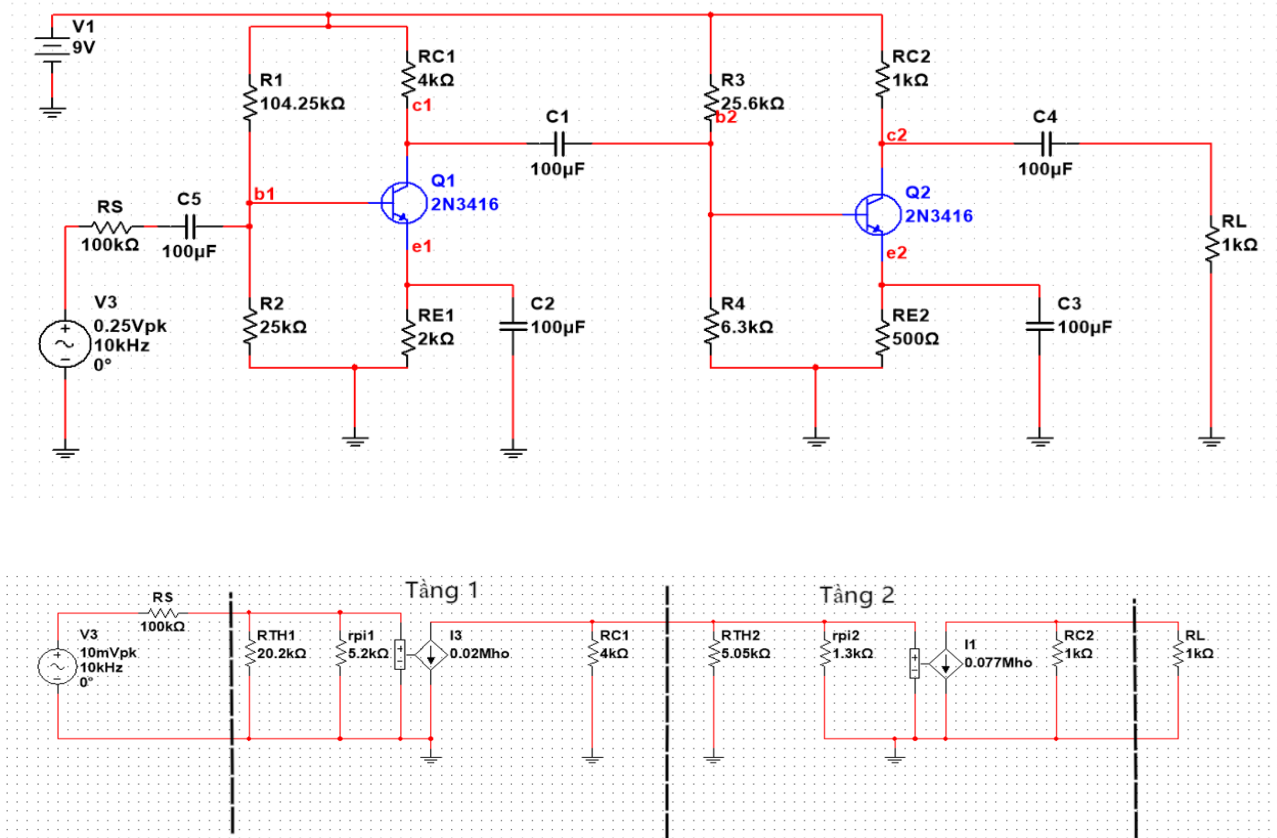
$$\Rightarrow R_2 = 6.3 \text{ k}\Omega, \quad R_1 = 25.6 \text{ k}\Omega$$



	Variable	Operating point value
1	V(b2)-V(e2)	665.49306 m
2	V(c2)-V(e2)	5.98219
3	I(Q2[IB])	19.66927 u
4	I(Q2[IC])	2.00532 m

Hình 4: Mạch Bias cho tầng 2 và mô phỏng điểm Q tầng 2

b) Đặt nguồn $v_s = V_m \sin(\omega t)$ có nội trở $R_S = 100k\Omega$ vào mạch. Ngõ ra nối với tải $R_L = 1k\Omega$. Tìm A_{vo} , A_v , G_v , R_{in} , R_{out} của mạch.



Hình 5: mô hình tín hiệu nhỏ.

- Các thông số cơ bản:

$$r_{\pi 1} = \frac{V_T}{I_{B1}} = \frac{V_T \times \beta}{I_{CQ1}} = \frac{26 \times 100}{0.5} = 5.2 \text{ k}\Omega$$

$$r_{\pi 2} = \frac{V_T}{I_{B2}} = \frac{V_T \times \beta}{I_{CQ2}} = \frac{26 \times 100}{2} = 1.3 \text{ k}\Omega$$

$$g_{m1} = \frac{I_{CQ1}}{V_T} = \frac{0.5}{26} = 0.02 \text{ (S)}$$

$$g_{m2} = \frac{I_{CQ2}}{V_T} = \frac{2}{26} = 0.077 \text{ (S)}$$

- Tại tầng 1:

$$R_{in1} = R_{TH1} // r_{\pi 1} = 20.2 \text{ k} // 5.2 \text{ k} = 4 \text{ k}\Omega$$

$$R_{out1} = R_{C1} = 4 \text{ k}\Omega$$

$$A_{V1} = -g_{m1} \times R_{C1} = -0.02 \times 4 \text{ k} = -80 \text{ (V/V)}$$

- Tại tầng 2:

$$R_{in2} = R_{TH2} // r_{\pi2} = 5.05 \text{ k} // 1.3 \text{ k} = 1.03 \text{ k}\Omega$$

$$R_{out2} = R_{C2} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$A_{V2} = -g_{m2} \times R_{C2} = -0.077 \times 1 \text{ k} = -77 \text{ (V/V)}$$

- Tính A_{vo} , A_v , R_{in} , R_{out} cho toàn bộ mạch

$$R_{in} = R_{in1} = 4 \text{ k}\Omega$$

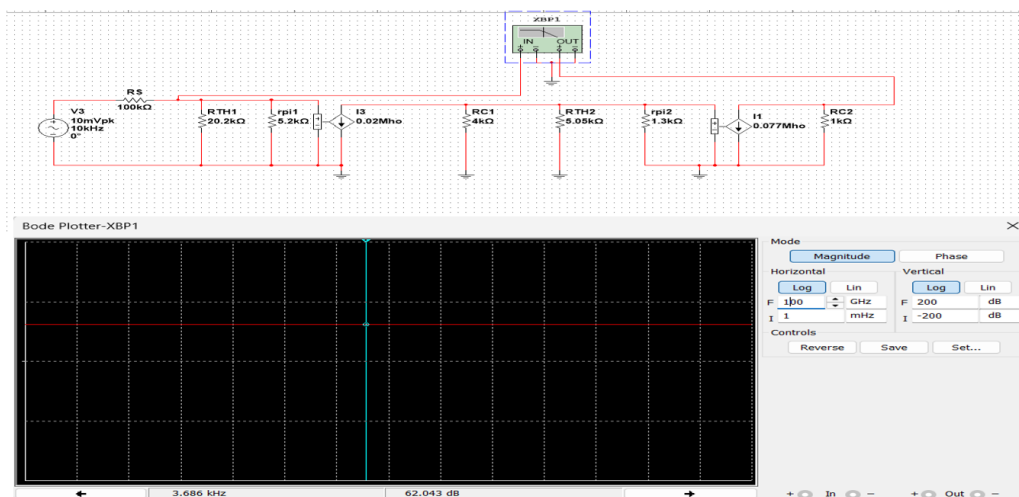
$$R_{out} = R_{out2} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$A_{v0} = A_{V1} \times A_{V2} \times \frac{R_{in2}}{R_{out1} + R_{in2}} = (-80) \times (-77) \times \frac{1.03}{4 + 1.03} = 1261 \text{ (V/V)}$$

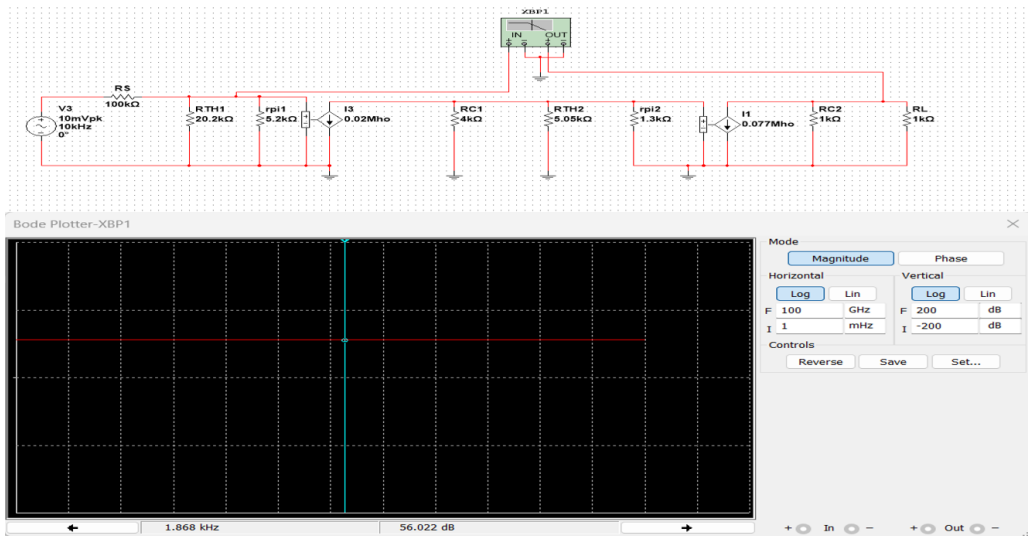
$$A_v = A_{v0} \times \frac{R_L}{R_{out} + R_L} = 1261 \times \frac{1}{1 + 1} = 630.7 \text{ (V/V)}$$

$$G_v = A_v \times \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} = 630.7 \times \frac{4}{4 + 100} = 24.2 \text{ (V/V)}$$

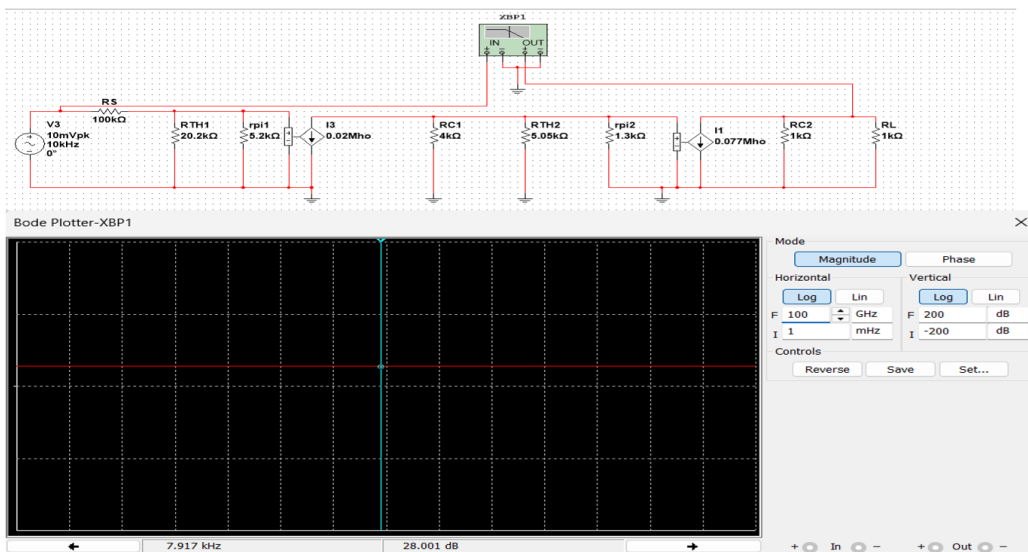
- Kết quả đo thực nghiệm:



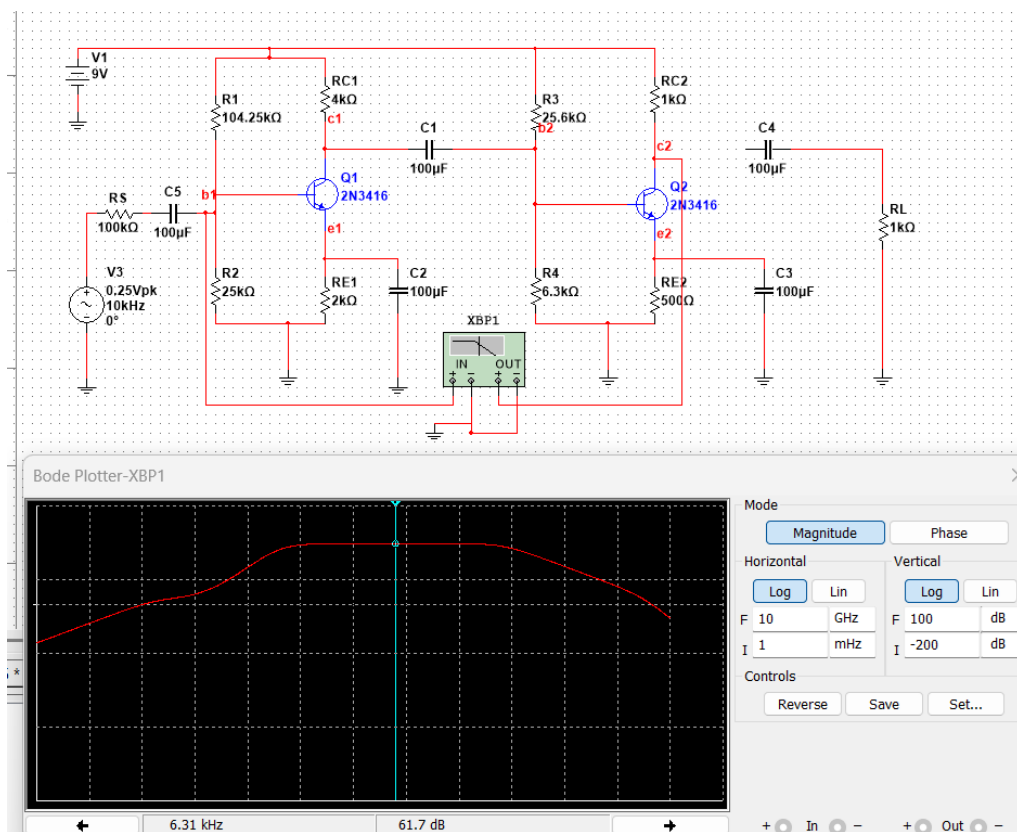
Hình 6: Đo $A_{vo} = 62.043 \text{ dB} = 1258 \text{ V/V}$ (mô hình tương đương).



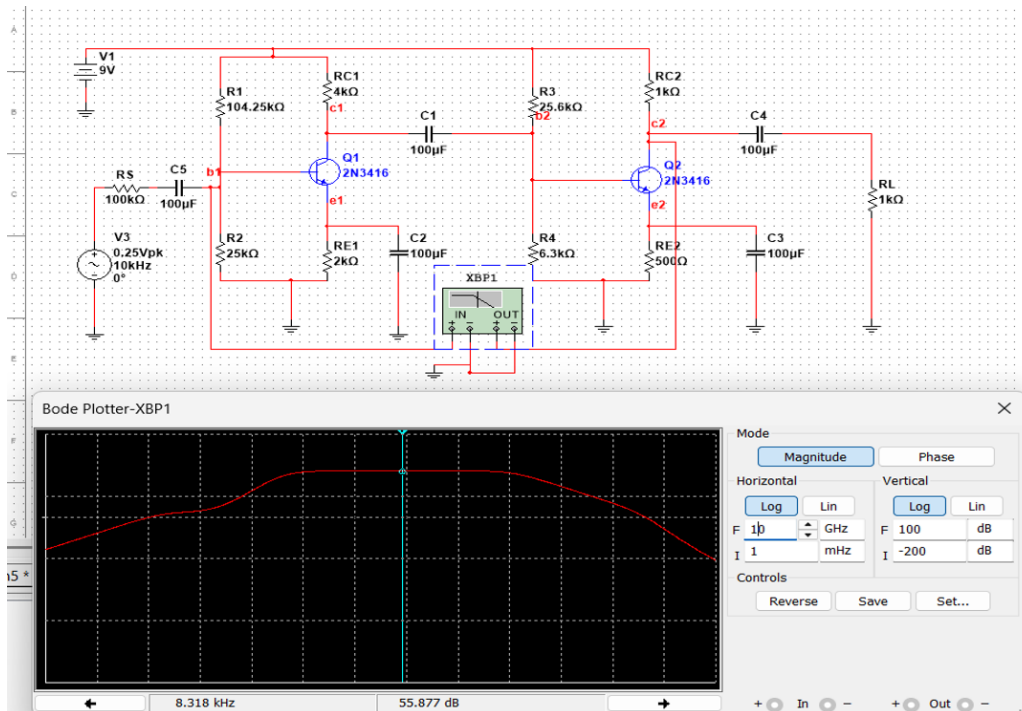
Hình 7: Đo $A_v = 56.022db = 632.55V/V$ (mô hình tương đương).



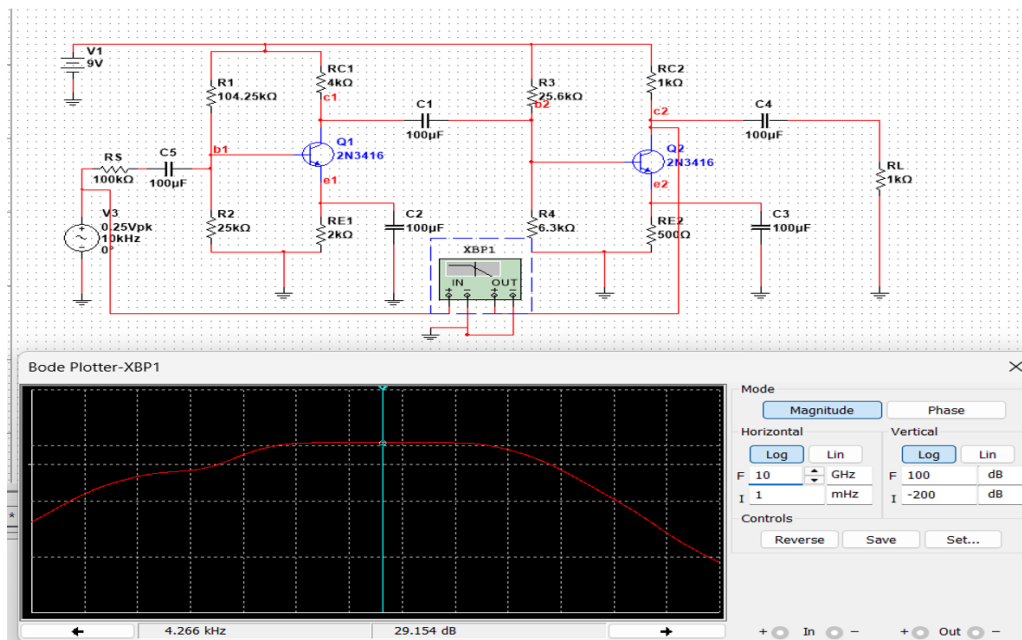
Hình 8: Đo $G_v = 28db = 25.11V/V$ (mô hình tương đương).



Hình 9: Đo $A_{vo} = 61.7\text{db} = 1216\text{V/V}$ (toàn mạch).



Hình 10: Do $A_v = 55.877db = 622.08V/V$ (toàn mạch).

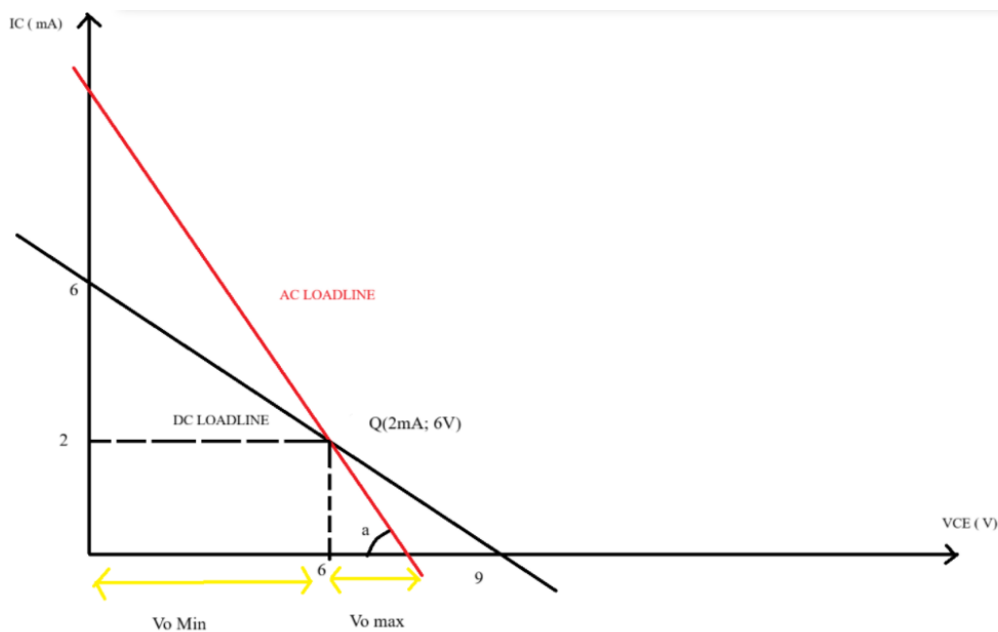


Hình 11: Do $G_v = 29.154db = 28.69V/V$ tại tần số $4.266kHz$ (toàn mạch).

c) Tìm biên độ lớn nhất của V_m để để v_s là tín hiệu nhỏ ở cả hai tầng.

Xét Q2 ta có:

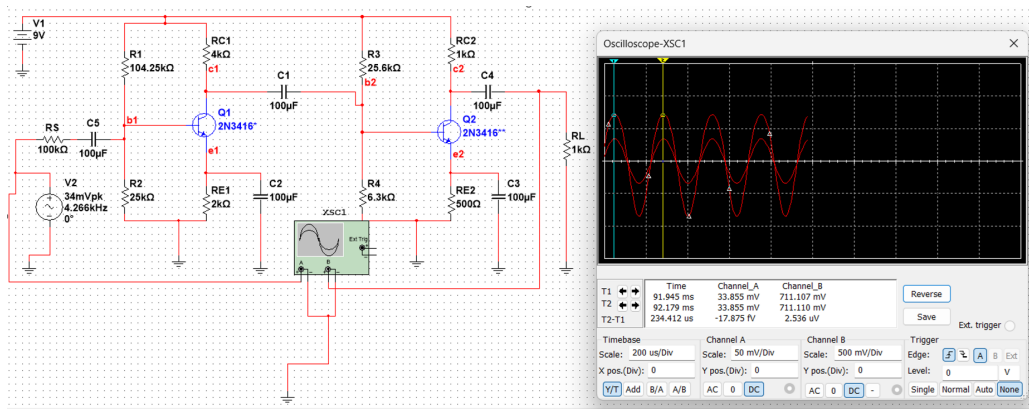
- DC load line: $V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_{C2} + R_{E2}) \rightarrow V_{CE} = 9 - I_C \times 6$
- AC load line: $v_{ce} = -i_c(R_{C2} // R_L) \Rightarrow v_{ce} = -i_c \times 0.5$ và đường này cũng phải cắt qua điểm I_{CQ2} , được mô tả như hình dưới đây.



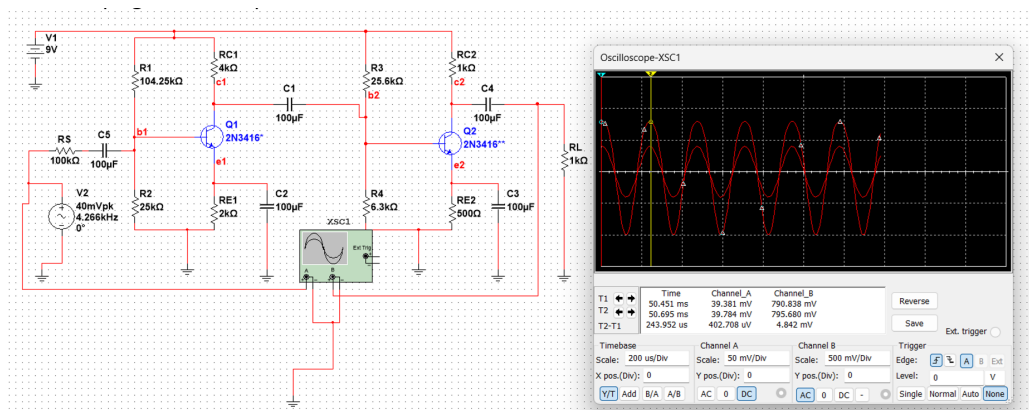
$$\tan(\alpha) = \frac{1}{R_L // R_C} = \frac{1}{0.5 \text{ k}\Omega}$$

$$\Rightarrow V_{o\max} = \frac{I_{CQ2}}{\tan(\alpha)} = 1 \text{ V}$$

$$\Rightarrow V_{\text{sig}(\max)} = \frac{V_{o\max}}{G_V(f = 4.266 \text{ kHz})} = \frac{1}{28.69} = 34 \text{ mV}$$



Hình 12: $V_{p_{sig}} = 34mV$; $V_{p_L} = 711mV$; $G_v = 21.54V/V$.



Hình 13: $V_{p_{sig}} = 40mV$; $V_{p_L} = 790.68mV$; $G_v = 19.767V/V$.