

BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN

Đề tài: Thiết kế, thi công và mô phỏng mạch khuếch đại

Trở kháng ngõ vào: lớn hơn 100K Ohm

Trở kháng ngõ ra: nhỏ hơn 1K Ohm

Độ lợi: 5

Băng thông: 15Hz - 15KHz



Trang chủ

Giới thiệu

Thiết kế

Mô phỏng

Thực tế

Giới thiệu

Cách chọn BJT và điểm làm việc tĩnh





Trang chủ

Thiết kế

Mô phỏng

Thực tế

Giới thiệu

Chọn BJT BC547B theo datasheet có hfe nằm trong khoảng từ 200 đến 450.

Chọn điểm làm việc tĩnh cho Q1:

$$Q_1 (V_{CE}, I_{CQ}) = (4,5 V; 0,4 mA)$$

$$hie_1 = hfe \cdot \frac{V_T}{I_{CQ}} = 300 \cdot \frac{0,025}{0,4 \cdot 10^{-3}} = 18,75 K\Omega$$





Thiết kế

KVL (I):

$$V_B - V_Y - I_B \cdot R_B = V_E$$

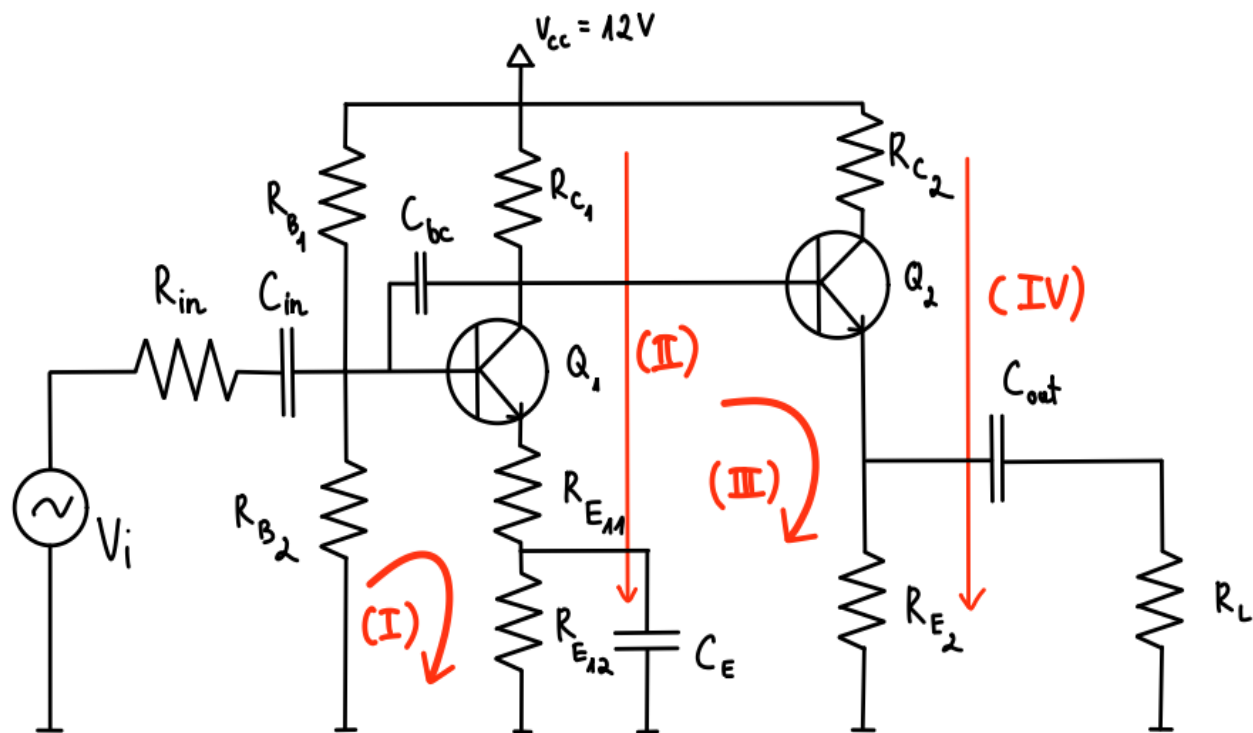
$$\frac{V_{CC} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} - 0,7 - \frac{I_{CQ}}{hfe} \cdot \frac{R_{B1} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = I_{CQ} \cdot \frac{hfe + 1}{hfe} \cdot R_{E1}$$

Ta chọn $R_{B2} = 330K\Omega$ để đảm bảo $Z_{in} > 100K$.

$$\Rightarrow \frac{12 \cdot 330K}{R_{B1} + 330K} - 0,7 - \frac{0,4 \cdot 10^{-3}}{300} \cdot \frac{R_{B1} \cdot 330K}{R_{B1} + 330K} = 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{300 + 1}{300} \cdot 3000$$

$$\Rightarrow R_{B1} = 1421K\Omega$$

→ Chọn $R_{B1} = 1425K\Omega$ để đảm bảo sai số.



Thiết kế

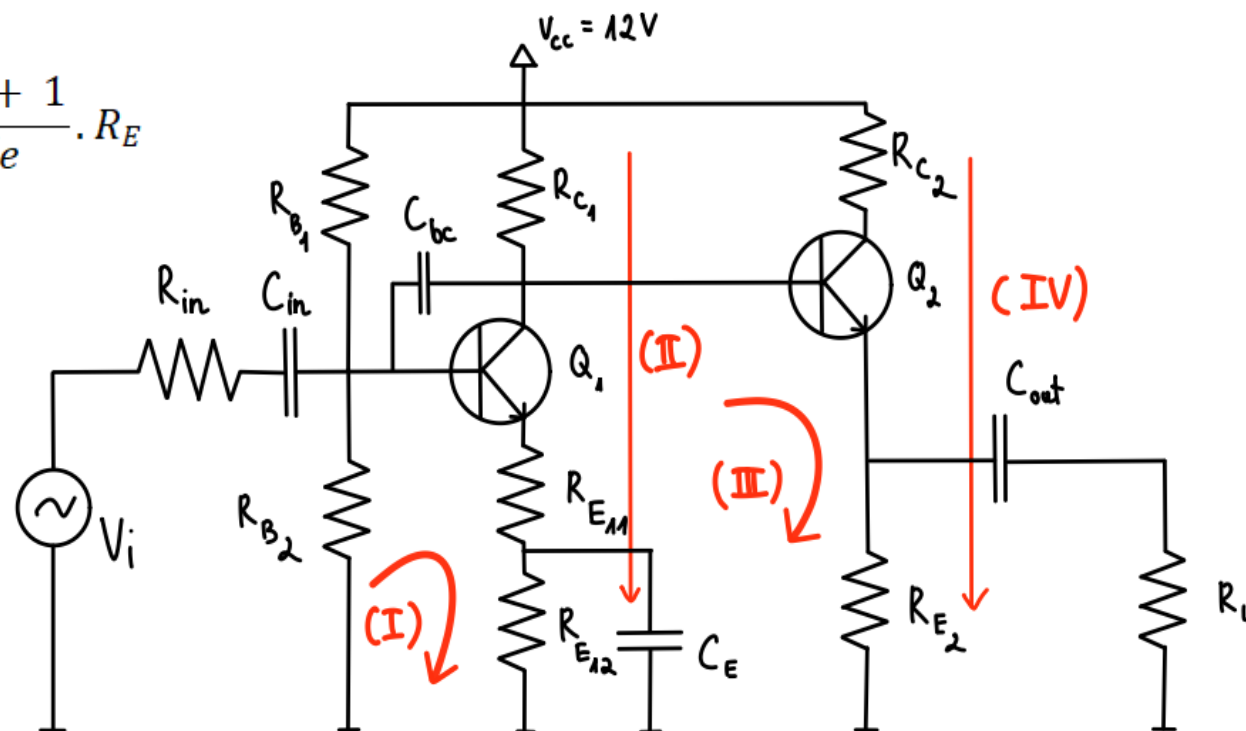
KVL (II):

$$V_{CC} = V_C + V_{CE} + V_E = I_{CQ} \cdot R_{C1} + V_{CE} + I_{CQ} \cdot \frac{hfe + 1}{hfe} \cdot R_E$$

$$\Rightarrow R_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{CE} - I_{CQ} \cdot \frac{hfe + 1}{hfe} \cdot R_E}{I_{CQ}}$$

$$= \frac{12 - 4,5 - 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{301}{300} \cdot 3000}{0,4 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow R_{C1} = 15740\Omega \rightarrow \text{Chọn } R_{C1} = 15K\Omega.$$





Trang chủ

Giới thiệu

Mô phỏng

Thực tế

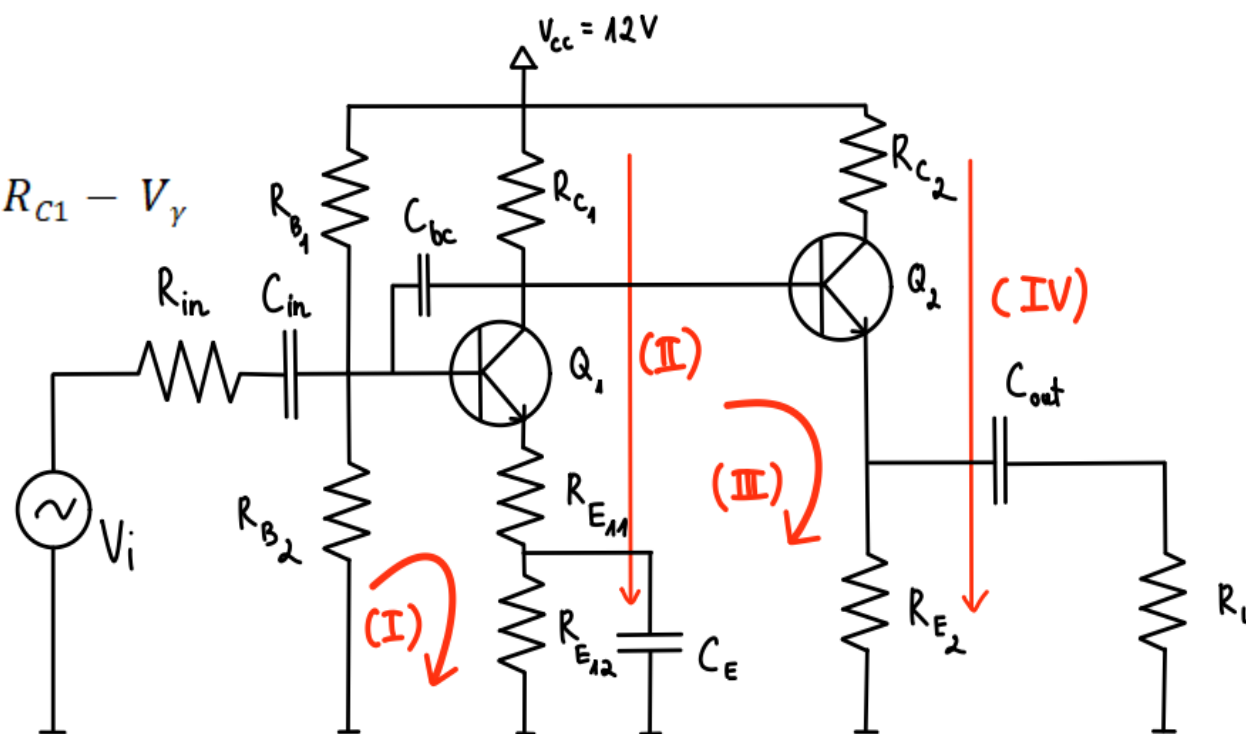
Thiết kế

KVL (III):

$$V_{C1} \approx V_{B2} \quad (I_{B2} \ll I_{CQ1})$$

$$V_{B2} - V_{\gamma} = V_E \Rightarrow V_E = V_{C1} - V_{\gamma} = V_{CC} - I_{CQ1} \cdot R_{C1} - V_{\gamma}$$

$$= 12 - 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 15K - 0,7 = 5,3 \text{ (V)}$$





Trang chủ

Giới thiệu

Mô phỏng

Thực tế

Thiết kế

Chọn điểm làm việc tĩnh cho Q2:

$$Q_2 (V_{CE}, I_{CQ}) = (5 V; 5 mA)$$

$$R_{E2} = \frac{V_E}{I_{EQ}} \approx \frac{V_E}{I_{CQ2}} = \frac{5,3}{5 \cdot 10^{-3}} \approx 1K \Omega$$





Trang chủ

Giới thiệu

Mô phỏng

Thực tế

Thiết kế

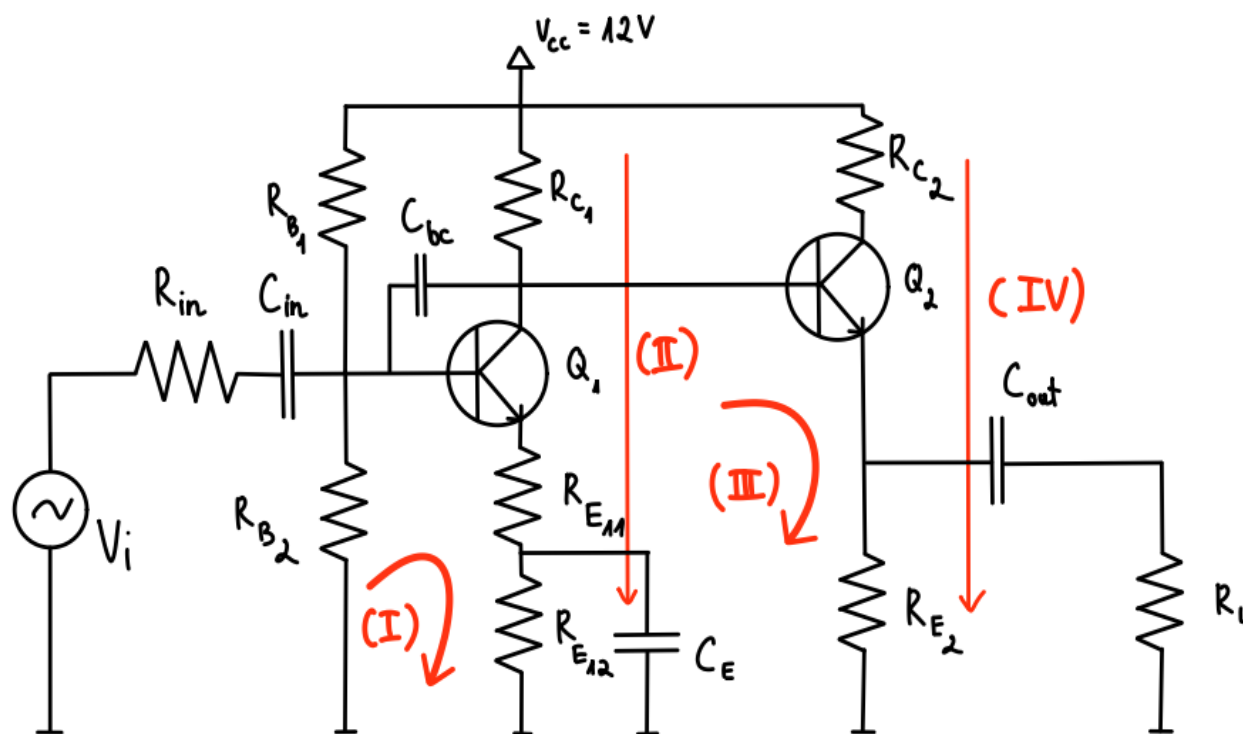
KVL (IV):

$$R_{C2} = \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_{E2}}{I_{CQ2}} = \frac{12 - 5 - 5,3}{5 \cdot 10^{-3}} = 340 \Omega$$

→ Chọn $R_{C2} = 400 \Omega$

Vì $R_{B1} // R_{B2}$ nên ta có:

$$R_B = \frac{R_{B1} \cdot R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = \frac{1425K \cdot 330K}{1425K + 330K} \approx 270 K\Omega$$





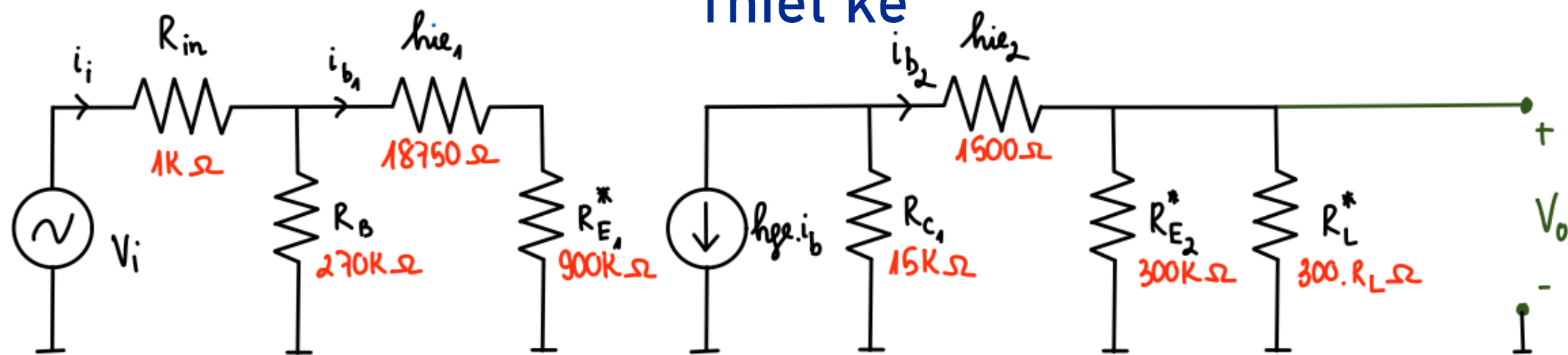
Trang chủ

Giới thiệu

Mô phỏng

Thực tế

Thiết kế



$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{i_{b2}} \cdot \frac{i_{b2}}{i_{b1}} \cdot \frac{i_{b1}}{i_i} \cdot \frac{i_i}{V_i} = (R_{E2}^* // R_L^*) \cdot \frac{R_{C1} \cdot (-hfe)}{R_{C1} + hie_2 + R_{E2}^* // R_L^*} \cdot \frac{R_B}{R_B + hie_1 + R_{E1}^*} \cdot \frac{1}{R_{in} + [R_B // (hie_1 + R_{E1}^*)]}$$

$$= \frac{-300 \cdot 15K}{\frac{15K + 1.5K}{X} + 1} \cdot \frac{270K}{270K + 18,75K + 900K} \cdot \frac{1}{1K + [270K // (918,75K)]} = -5$$

$X \gg 15K + 1.5K \rightarrow \text{Chọn } R_L = 16 K\Omega$



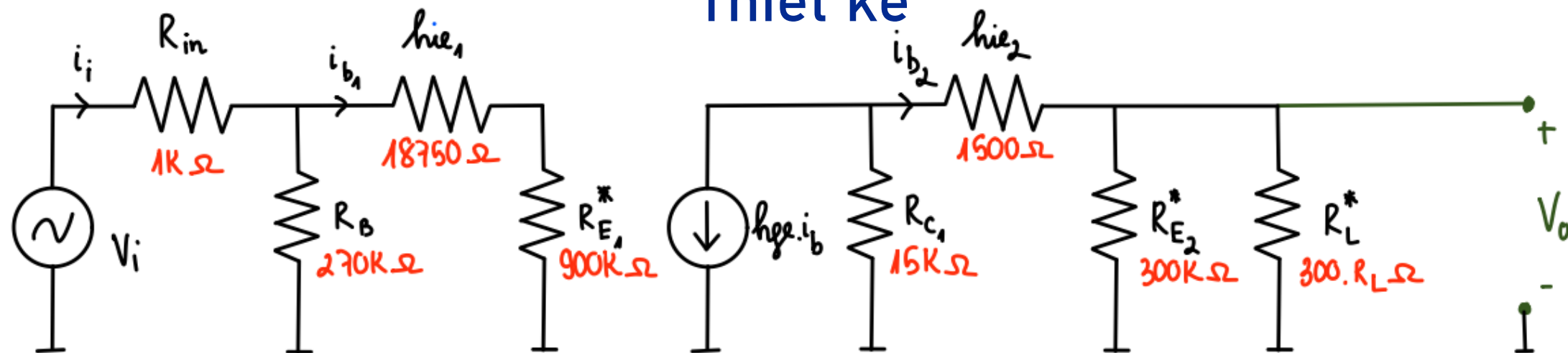
Trang chủ

Giới thiệu

Mô phỏng

Thực tế

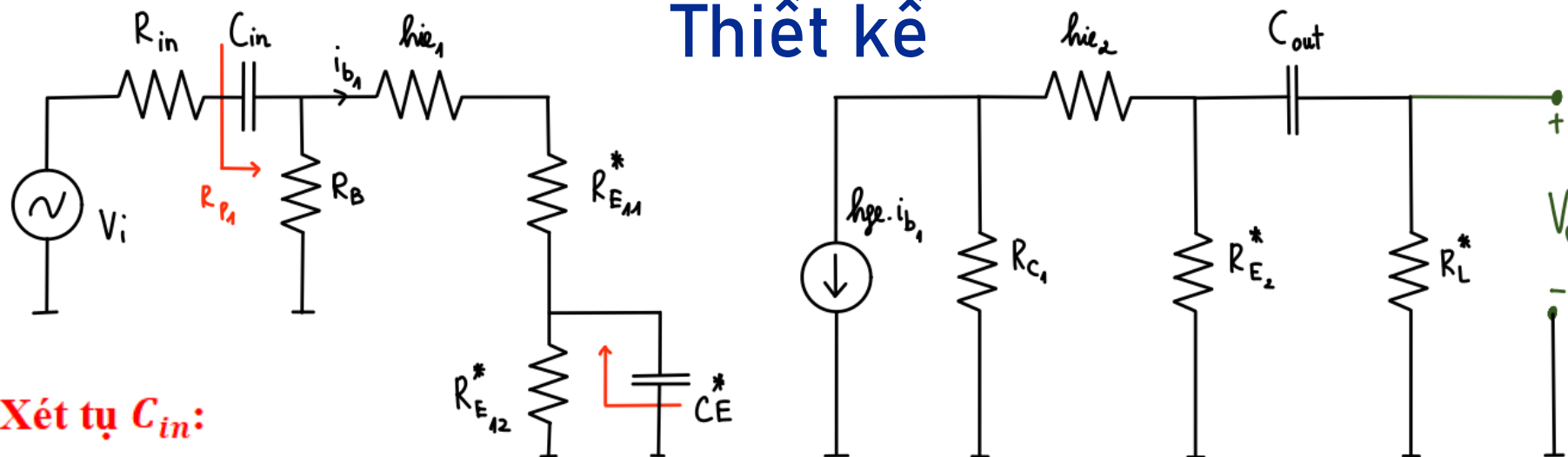
Thiết kế



$$Z_{in} = R_B // (h_{ie1} + R_{E1}^*) = \frac{270K \cdot (18,75K + 900K)}{270K + (18,75K + 900K)} = 208675\Omega > 100 K\Omega$$

$$Z_{out} = \frac{R_{E2}^* // (R_{C1} + h_{ie2})}{h_{fe}} = \frac{300K \cdot (15K + 1,5K)}{300K + (15K + 1,5K)} = 52,13\Omega < 1 K\Omega$$

Thiết kế



Xét tụ C_{in} :

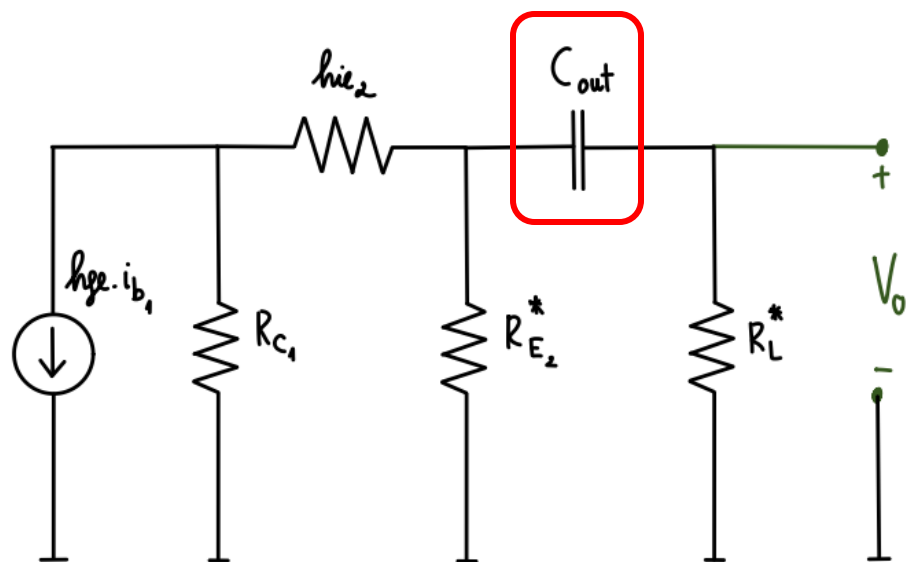
$$\begin{cases} R_{Z1} = \infty \Rightarrow \omega_{Z1} = 0 \\ R_{P1} = \frac{R_B(hie_1 + R_{E1}^*)}{R_B + (hie_1 + R_{E1}^*)} + R_{in} = \frac{270K(18.75K + 900K)}{270K + (18.75K + 900K)} + 1K = 209675 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \omega_{P1} = \frac{1}{R_{P1} \cdot C_{in}} = 15.2\pi \Rightarrow C_{in} = \frac{1}{R_{P1} \cdot 15.2\pi} = \frac{1}{209675 \cdot 15.2\pi} = 5.06 \cdot 10^{-8} (F)$$

→ Chọn tụ có giá trị điện dung là $50nF$.

Thiết kế

Xét tụ C_{out} :



$$\begin{cases} R_{Z2} = \infty \Rightarrow \omega_{Z2} = 0 \\ R_{P2} = \frac{R_L^* + \left[\frac{R_{E2}^*(hie_2 + R_{C1})}{R_{E2}^* + (hie_2 + R_{C1})} \right]}{hfe} = (1) \end{cases}$$

$$\Rightarrow (1) = \frac{4800K + \left[\frac{300K(1.5K + 15K)}{300K + (1.5K + 15K)} \right]}{300} = 16052\Omega$$

$$\Rightarrow \omega_{P2} = \frac{1}{R_{P2} \cdot C_{out}} = 15.2\pi \Rightarrow C_{out} = \frac{1}{R_{P2} \cdot 15.2\pi} = \frac{1}{16052 \cdot 15.2\pi} = 0,67 \cdot 10^{-6} (F)$$

→ Chọn tụ có giá trị điện dung là $0,68\mu F$.



Thiết kế

Xét tụ C_E :

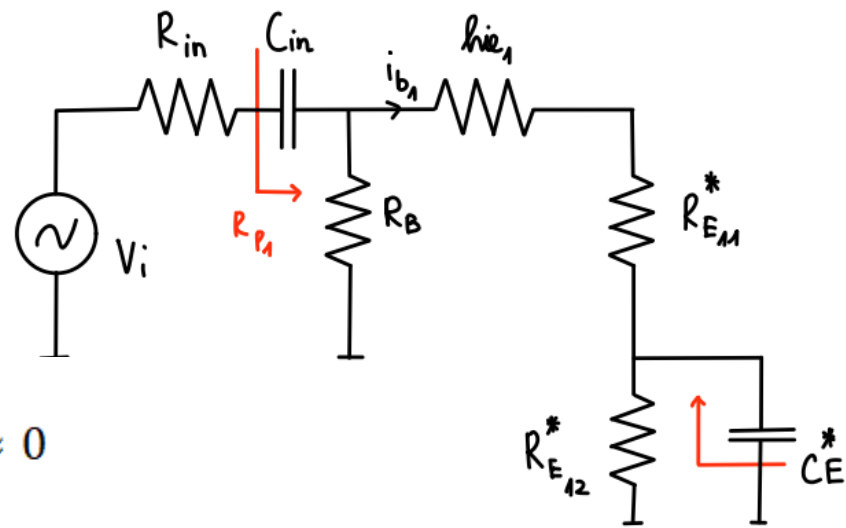
$$\text{Đặt: } Y = R_{E11}^* + h_{ie1} + R_B // R_{in}$$

$$\Leftrightarrow Y = 2500.300 + 18750 + \frac{270K.1K}{270K + 1K} = 769746,31\Omega$$

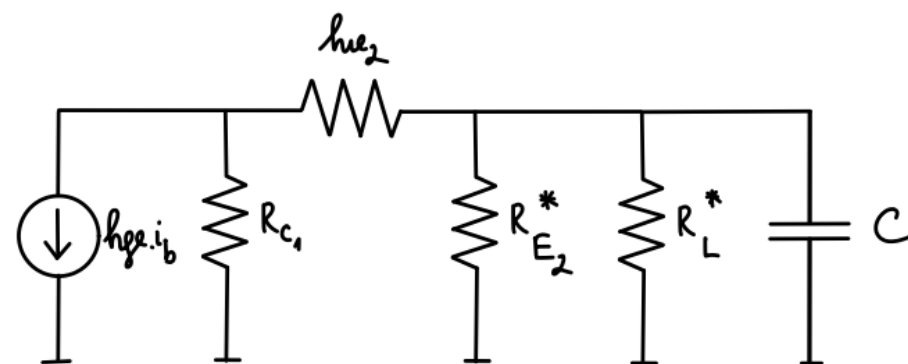
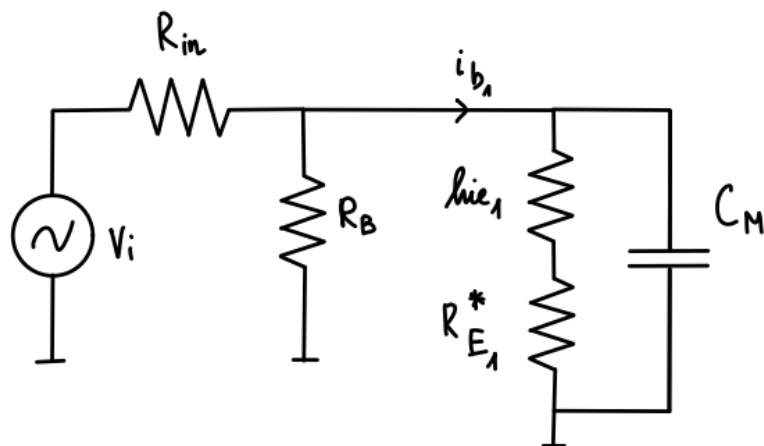
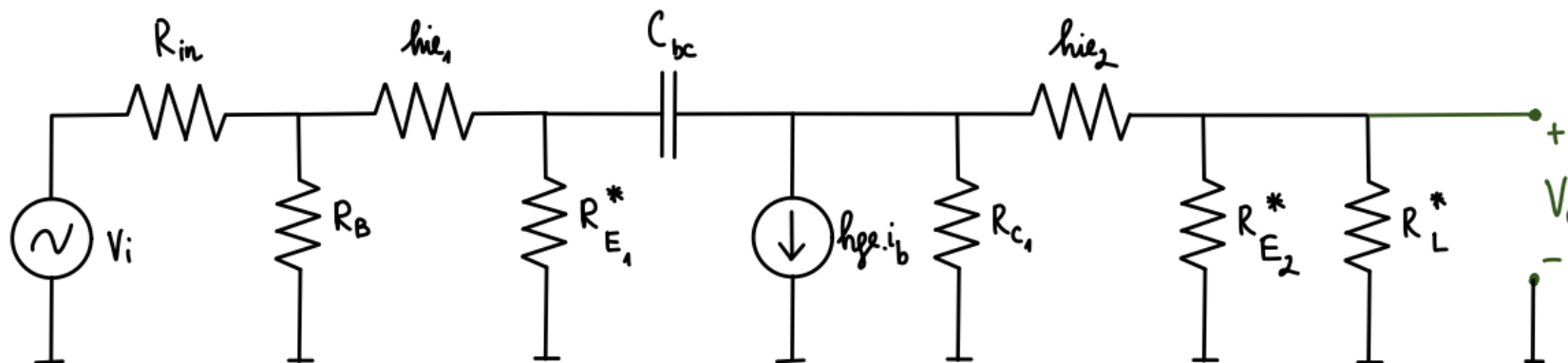
$$\begin{cases} R_{Z3} = R_{E12}^* = 150K\Omega \Rightarrow \omega_{Z3} = \frac{1}{150K.25,356.10^{-6}} = 0,2629 \approx 0 \\ R_{P3} = \frac{Y.R_{E12}^*}{Y + R_{E12}^*} = \frac{769746,31.500.300}{769746,31 + 500.300} = 418,456\Omega \end{cases}$$

$$\Rightarrow \omega_{P3} = \frac{1}{418,456.C_E} = 2\pi.15 \Rightarrow C_E = \frac{1}{418,456.2\pi.15} = 25,356\mu F$$

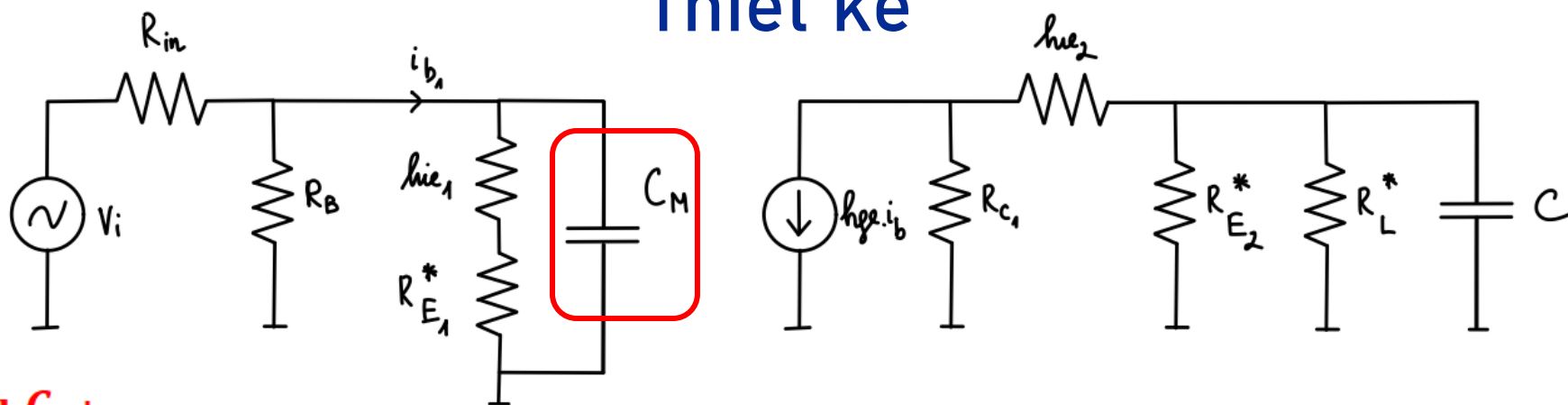
→ Chọn tụ C_E có giá trị điện dung là $25\mu F$.



Thiết kế



Thiết kế

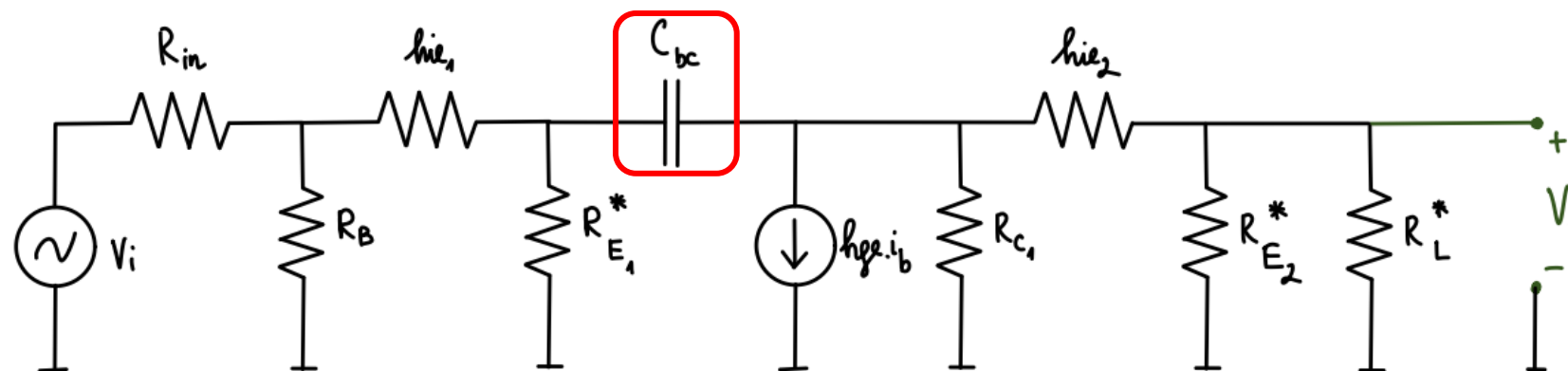


Xét tụ C_M :

$$\begin{cases} R_{Z1} = 0 \Rightarrow \omega_{Z1} = \infty \\ R_{P1} = \left(\frac{1}{R_B} + \frac{1}{h_{ie1} + R_{E11}^*} + \frac{1}{R_{in}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{270K} + \frac{1}{18,75K + 2500 \cdot 300} + \frac{1}{1K} \right)^{-1} = 995\Omega \end{cases}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi \cdot R_{P1} \cdot C_{BE}} = \frac{1}{2\pi \cdot 995 \cdot 9 \cdot 10^{-12}} = 17,77 \text{ MHz}$$

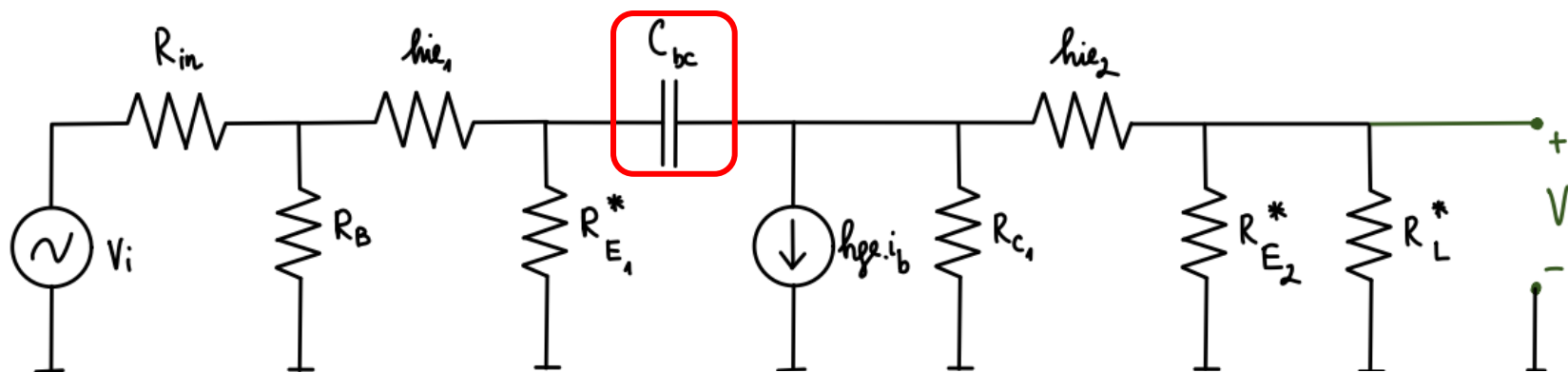
Thiết kế



$$g_m = \frac{I_{CQ}}{V_T} = \frac{0,4 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}} = 0.016$$

$$K = \frac{V_2}{V_1} = -g_m \cdot \frac{R_{C1} \left[h_{ie2} + \left(\frac{R_{E2} \cdot R_L}{R_{E2} + R_L} \right) \right]}{R_{C1} + \left[h_{ie2} + \left(\frac{R_{E2} \cdot R_L}{R_{E2} + R_L} \right) \right]} = -0.016 \cdot \frac{15K \left[1500 + \left(\frac{1K \cdot 16K}{1K + 16K} \right) \right]}{15K + \left[1500 + \left(\frac{1K \cdot 16K}{1K + 16K} \right) \right]} = -33,6$$

Thiết kế



$$C_M = \left(1 + g_m \cdot \frac{R_{C1} \left[hie_2 + \left(\frac{R_{E2} \cdot R_L}{R_{E2} + R_L} \right) \right]}{R_{C1} + \left[hie_2 + \left(\frac{R_{E2} \cdot R_L}{R_{E2} + R_L} \right) \right]} \right) \cdot C = \left(1 + 0.016 \cdot \frac{15K \left[1500 + \left(\frac{1K \cdot 16K}{1K + 16K} \right) \right]}{15K + \left[1500 + \left(\frac{1K \cdot 16K}{1K + 16K} \right) \right]} \right) \cdot C = 34,6C$$

$$\Rightarrow f_H = \frac{1}{R_{p1} \cdot 34,6C} = \frac{1}{995 \cdot 34,6C} = 2\pi \cdot 15K \Rightarrow C_C = 550pF$$

→ Chọn tụ C_C có giá trị điện dung là 550pF.



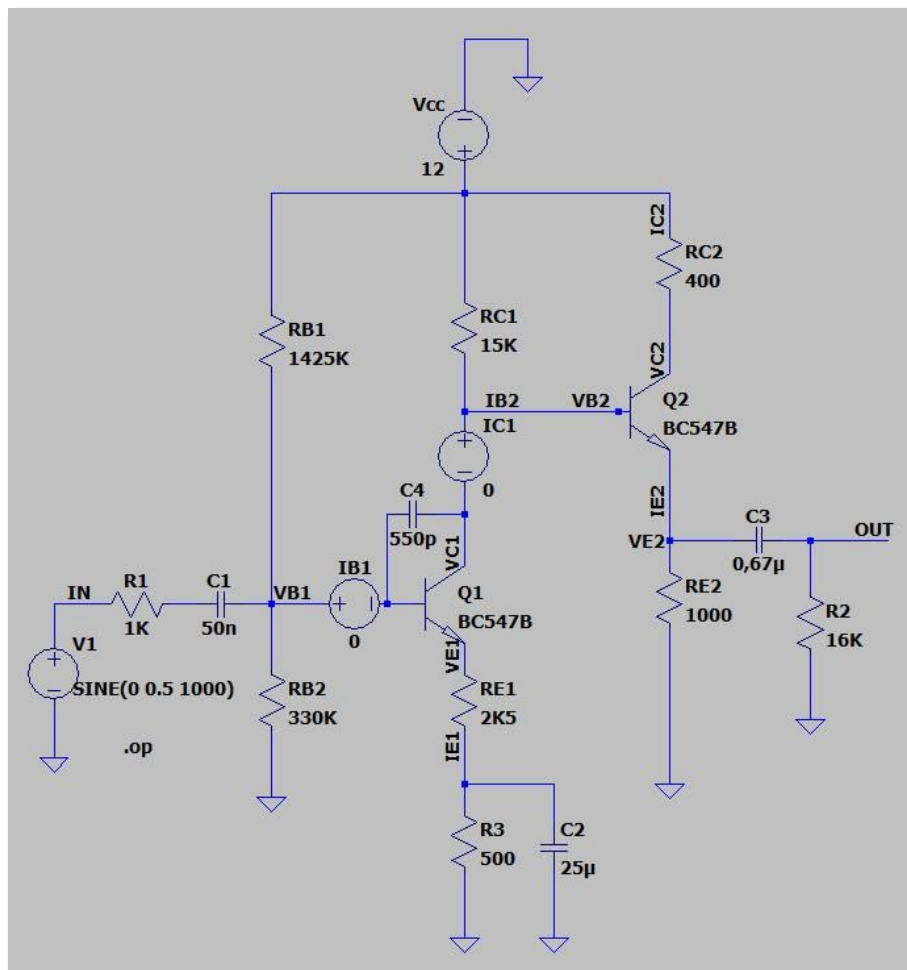
Trang chủ

Giới thiệu

Thiết kế

Thực tế

Mô phỏng



* C:\Users\Duc Manh\Documents\LTspiceXVII\btImdt.asc

--- Operating Point ---

V(ic2):	12	voltage
V(vb1):	1.87999	voltage
V(ve1):	1.26549	voltage
V(ie1):	0.210916	voltage
V(vb2):	5.45304	voltage
V(vc2):	10.0973	voltage
V(ve2):	4.77283	voltage
V(vc1):	5.45304	voltage
V(n002):	1.87999	voltage
V(in):	0	voltage
V(n001):	1.12799e-16	voltage
V(out):	5.11648e-12	voltage
Ic(Q1):	0.000420427	device_current
Ib(Q1):	1.40482e-06	device_current
Ie(Q1):	-0.000421832	device_current
Ic(Q2):	0.0047568	device_current
Ib(Q2):	1.6037e-05	device_current
Ie(Q2):	-0.00477283	device_current
I(C1):	1.12799e-19	device_current
I(C2):	8.85846e-19	device_current
I(C3):	-3.1978e-16	device_current
I(C4):	1.96518e-21	device_current
I(Rb1):	7.10176e-06	device_current
I(Rb2):	5.69694e-06	device_current
I(Re1):	0.000421832	device_current
I(Rc1):	0.000436464	device_current
I(Rc2):	0.0047568	device_current



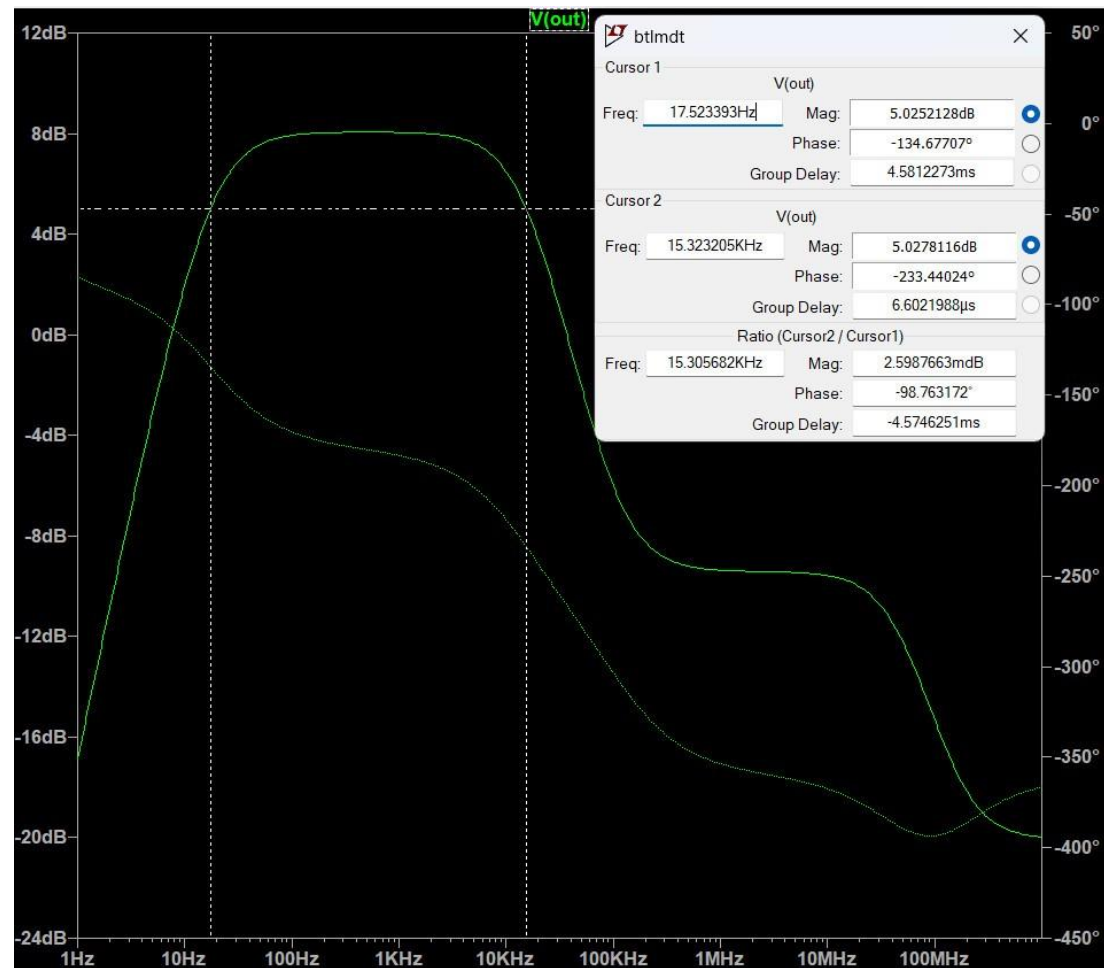
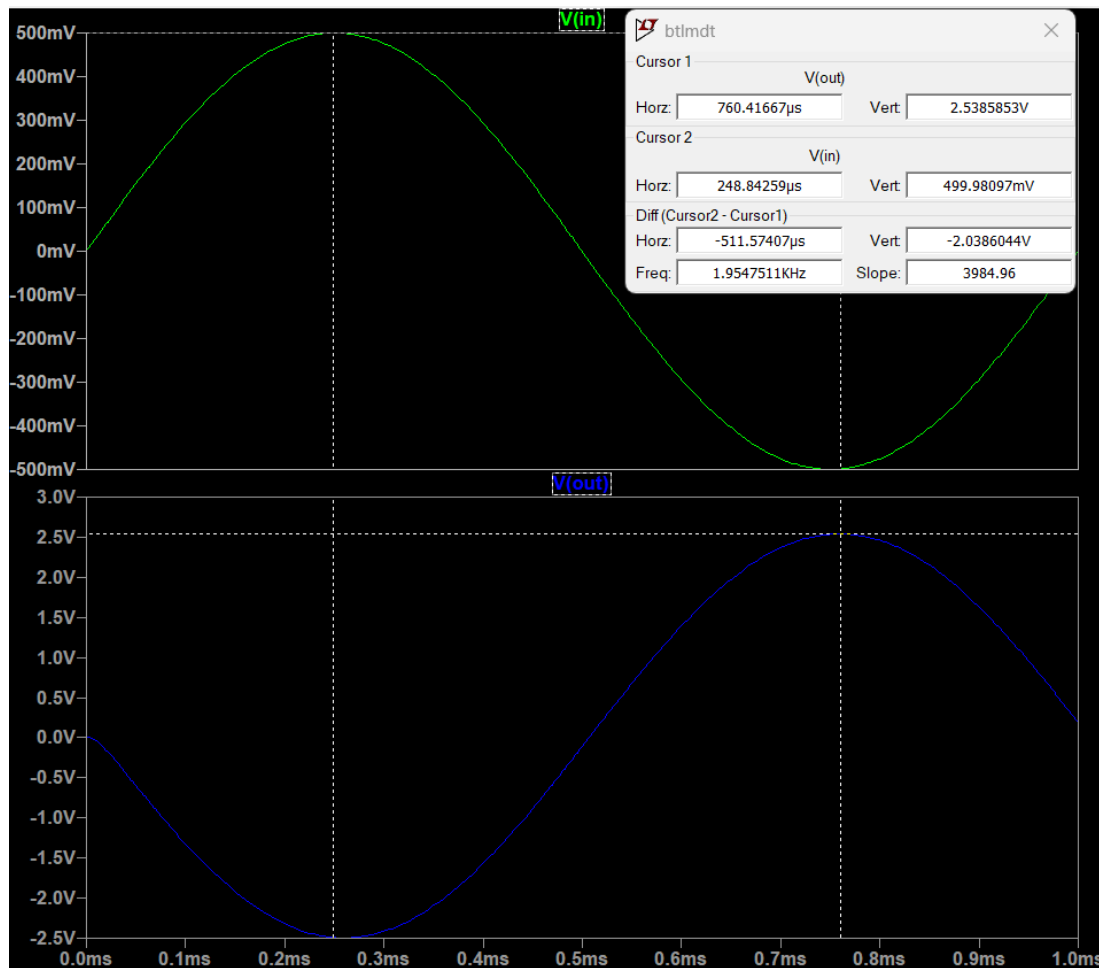
Trang chủ

Giới thiệu

Thiết kế

Thực tế

Mô phỏng





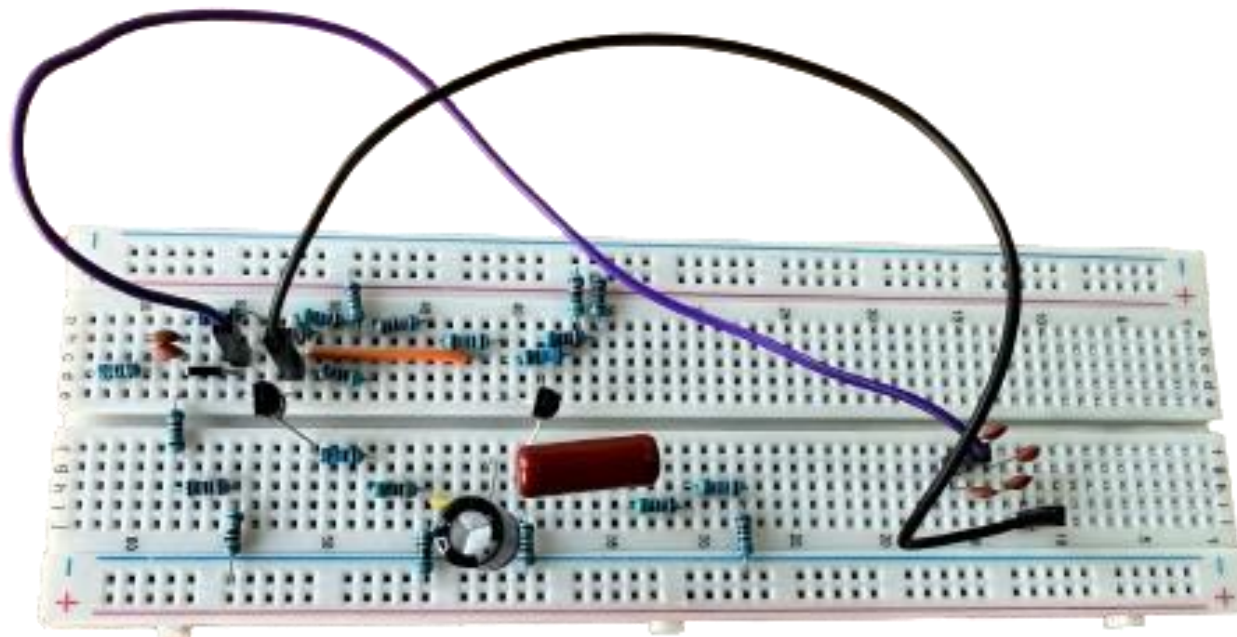
Trang chủ

Giới thiệu

Thiết kế

Mô phỏng

Thực tế



Mạch thực tế được cắm trên breadboard.



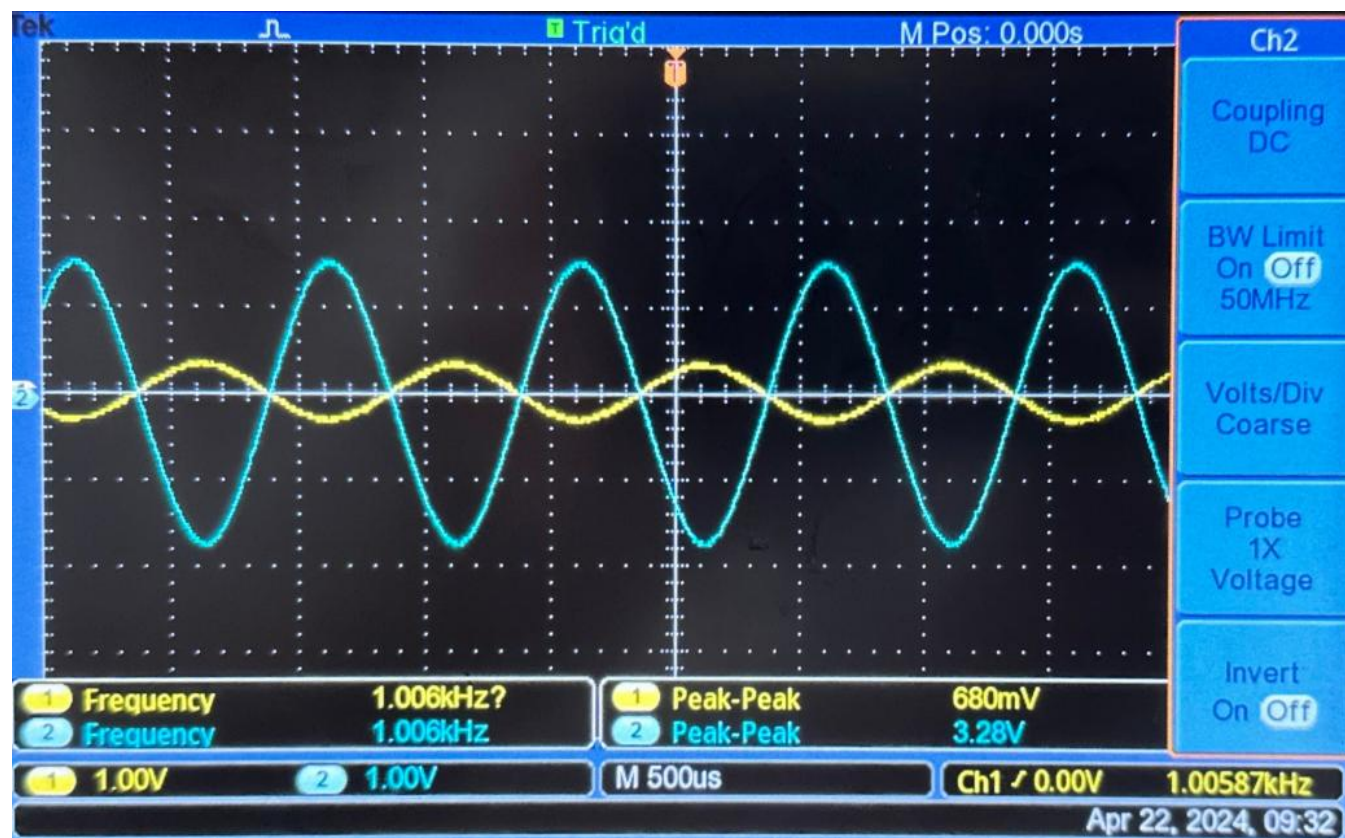
Trang chủ

Giới thiệu

Thiết kế

Mô phỏng

Thực tế



Độ lợi lớn nhất thu được trên Oscilloscope.



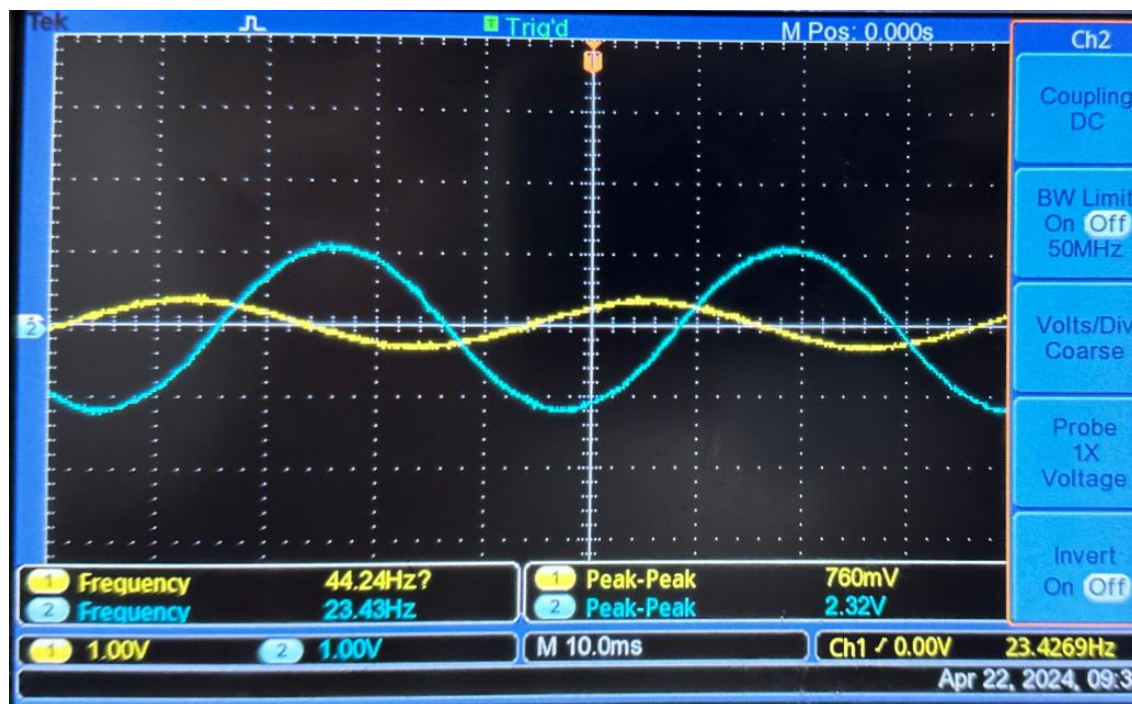
Trang chủ

Giới thiệu

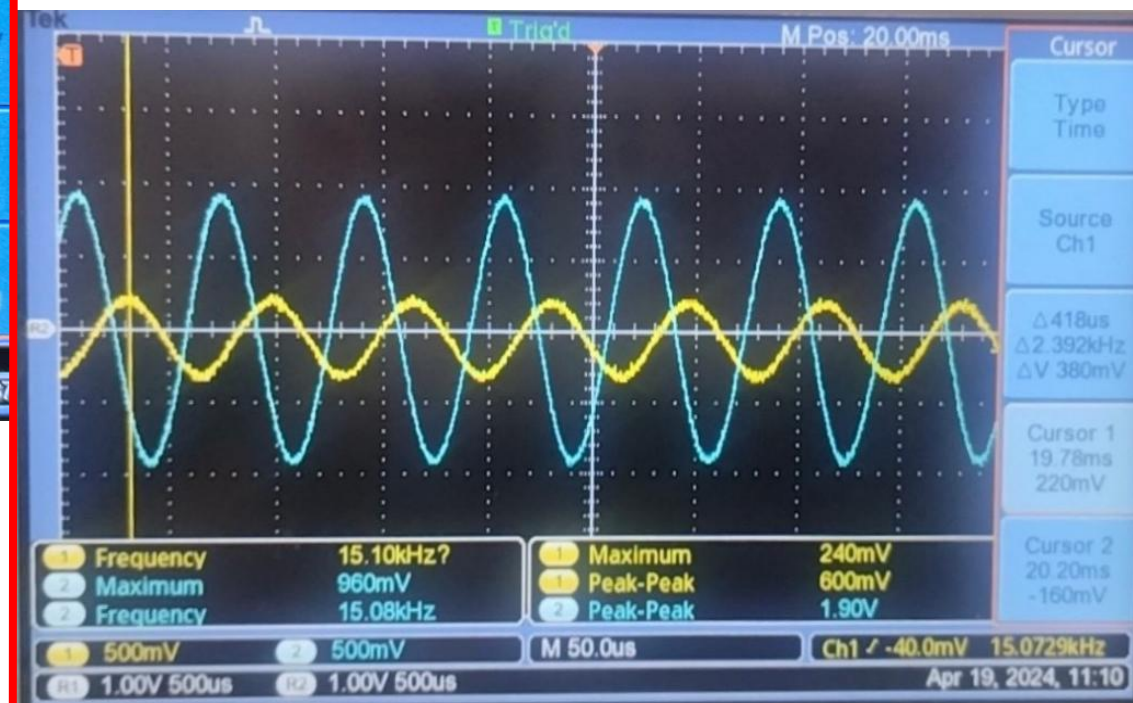
Thiết kế

Mô phỏng

Thực tế



Tần số cắt cao thu được trên Oscilloscope.





THANK YOU
FOR YOUR LISTENING