

# Chương 1: MKĐ hồi tiếp

cuu duong than cong . com

Th.S. Nguyễn Thanh Tuấn

Bộ môn Viễn thông (B3)

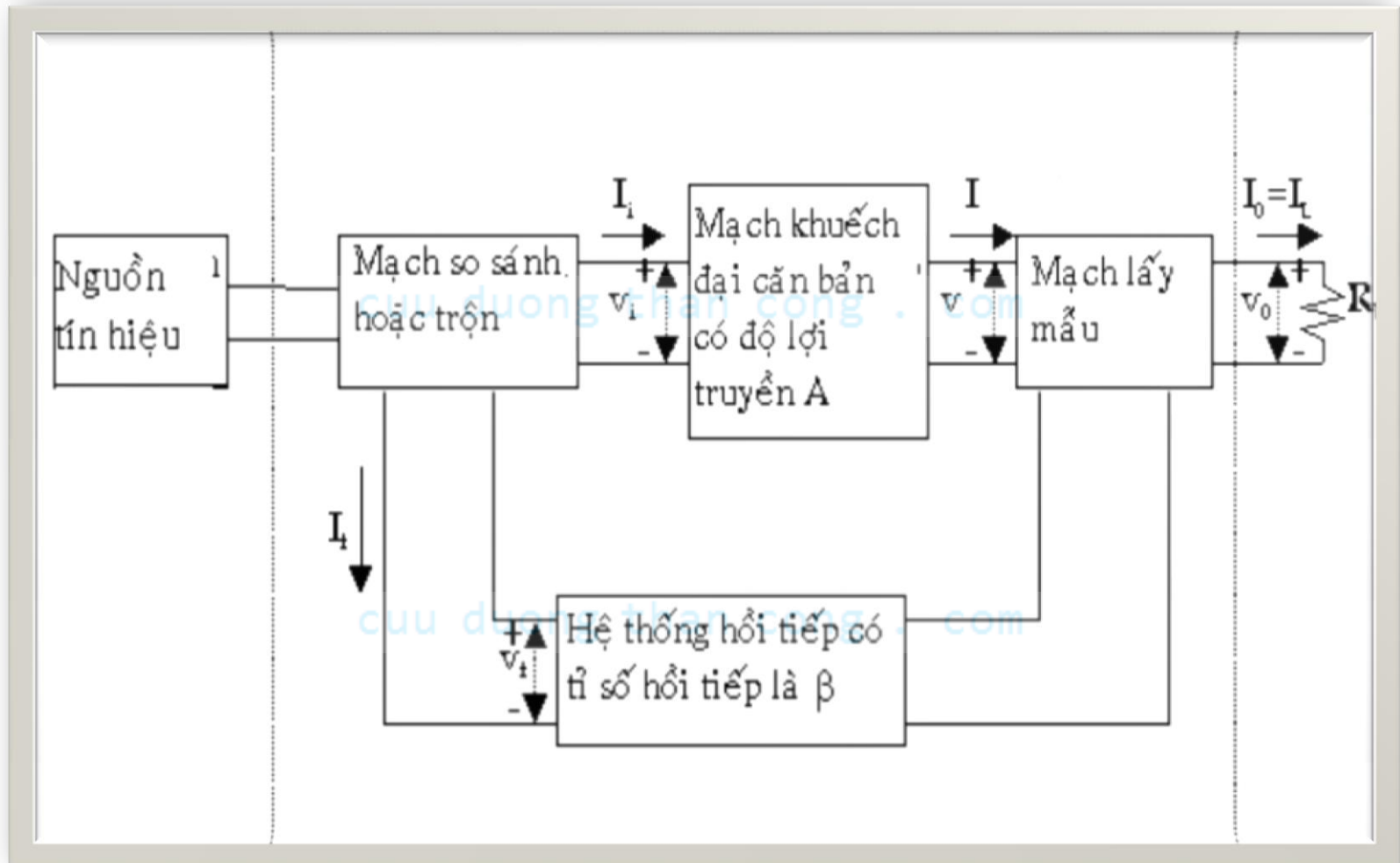
cuu duong than cong . com

nttbk97@yahoo.com

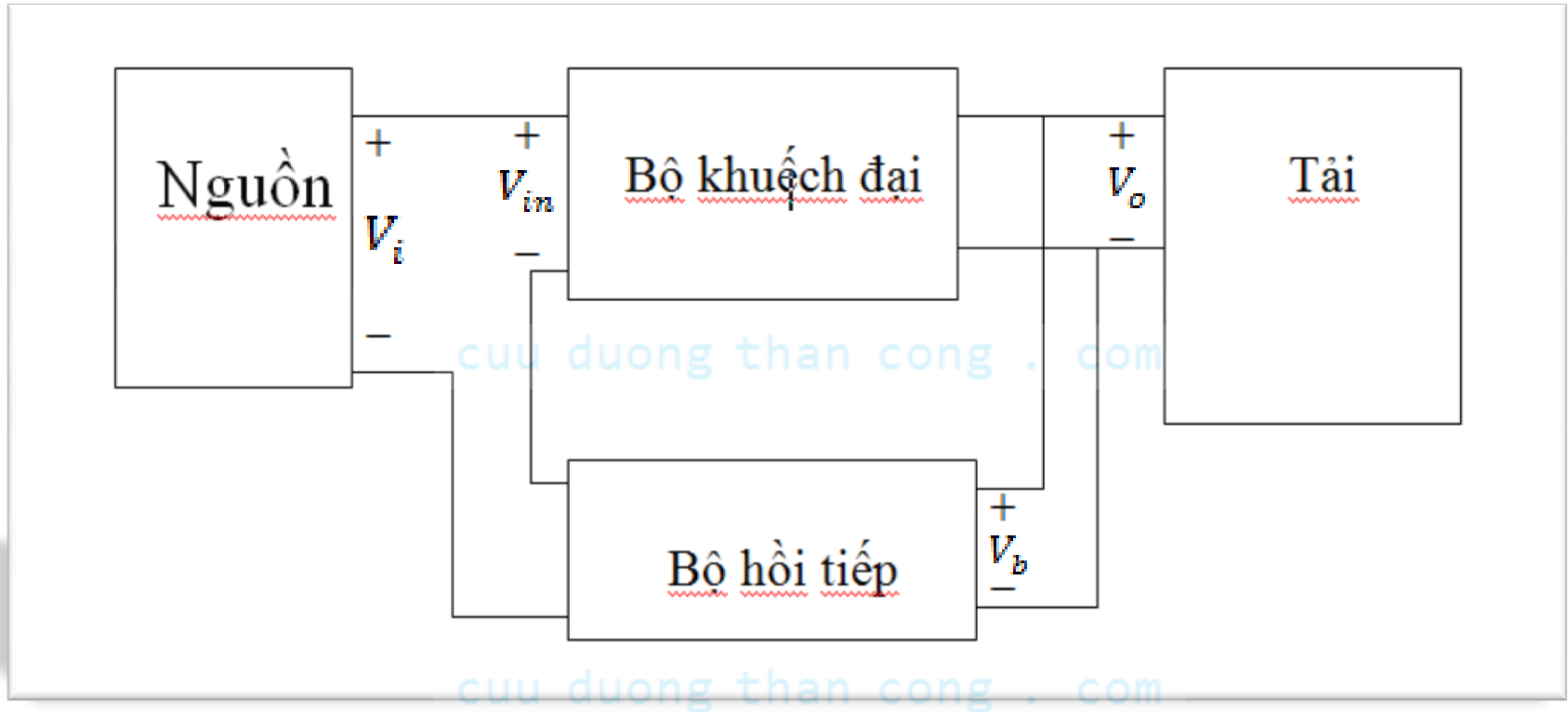
# Nội dung

- Tổng quan về MKĐ hồi tiếp
  - Hồi tiếp âm/dương
  - Hồi tiếp áp/dòng
  - Sai lệch áp/dòng
- Phân tích MKĐ hồi tiếp áp
  - Sai lệch áp
  - Sai lệch dòng
- Thiết kế MKĐ hồi tiếp áp

# Mạch khuếch đại hồi tiếp

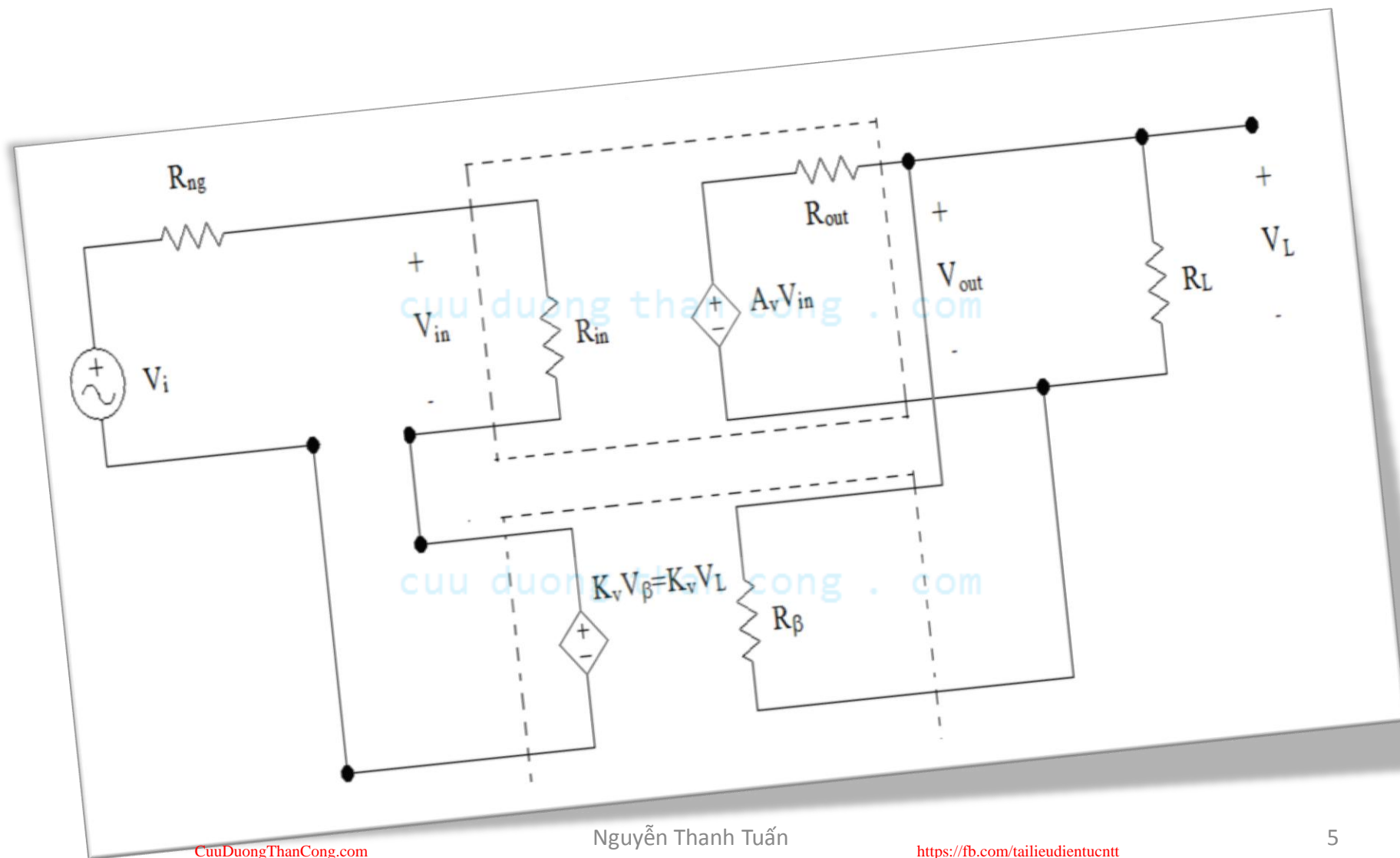


# Hồi tiếp áp, sai lệch áp



- lấy mẫu điện áp ở ngõ ra  $V_o$  và đưa ra điện áp hồi tiếp  $V_b$  về ghép nối tiếp với điện áp ngõ vào  $V_{in}$  của bản thân bộ khuếch đại.

# Phân tích mạch



Theo định nghĩa, độ lợi áp thuận của mạch khuếch đại có hồi tiếp:

$$A_{vf} = \frac{V_L}{V_i} = \frac{\frac{R_L \parallel R_\beta}{R_{out} + R_L \parallel R_\beta} \cdot A_v \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{ng} + R_f}}{1 + \frac{R_L \parallel R_\beta}{R_{out} + R_L \parallel R_\beta} \cdot A_v \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{ng} + R_f} \cdot K_v}$$

Theo định nghĩa, độ lợi áp thuận của mạch khuếch đại không có hồi tiếp:

$$A_v = A'_v = A_{vf} \Big|_{K_v=0} = \frac{V_L}{V_i} \Big|_{K_v=0} = \frac{R_L \parallel R_\beta}{R_{out} + R_L \parallel R_\beta} \cdot A_v \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{ng} + R_f}$$

Nhận xét :

$T \ll -1$  : mong muốn hoạt động

khi đó :  $A_{vf} = A'_v \cdot (-T) = 1 \cdot K_v$  không phụ thuộc vào  $A_v$  nên mạch ổn định hơn

Theo định nghĩa trở kháng ngõ vào nhìn từ nguồn dòng:

$$Z_{if} = \frac{V_{if}}{i_{if}} = \frac{V_i}{i_i}$$

$$V_L = \frac{R_L \parallel R_\beta}{R_L \parallel R_\beta + R_{out}} \cdot A_v \cdot V_{in} = A_{vf} \cdot V_i \quad \left. \vphantom{\frac{R_L \parallel R_\beta}{R_L \parallel R_\beta + R_{out}}} \right\} V_i = \frac{R_{in} + R_{ng} + R_f}{1 - K_v \cdot A_{vf}} \cdot i_i$$

$$\Rightarrow Z_{if} = \frac{V_i}{i_i} = \frac{R_{in} + R_{ng} + R_f}{1 - K_v \cdot A_{vf}} = (R_{in} + R_{ng} + R_f) \cdot (1 - T) = Z'_i \cdot (1 - T)$$

Với :  $Z'_i = Z_{if} \Big|_{V_L=0} = R_{in} + R_{ng} + R_f$



Theo định nghĩa trở kháng ngõ ra :

$$Z_{of} = \left. \frac{V_{of}}{i_{of}} \right|_{v_i=0} = \frac{Z'_o}{1-T}$$

cuu duong than cong . com

Với :

$$Z'_o = Z_{of}|_{v'_L=0} = R_{out} \parallel R_L \parallel R_f$$

cuu duong than cong . com

$$\Rightarrow A_{vf} = \frac{A'_v}{1 + K_v \cdot A'_v}$$

Độ lợi vòng T :

$$T = \left. \frac{V_L}{V'_L} \right|_{V_i=0} = \frac{V_L}{A_v \cdot V_{in}} \cdot \frac{A_v \cdot V_{in}}{K_v \cdot V'_L} \cdot K_v$$

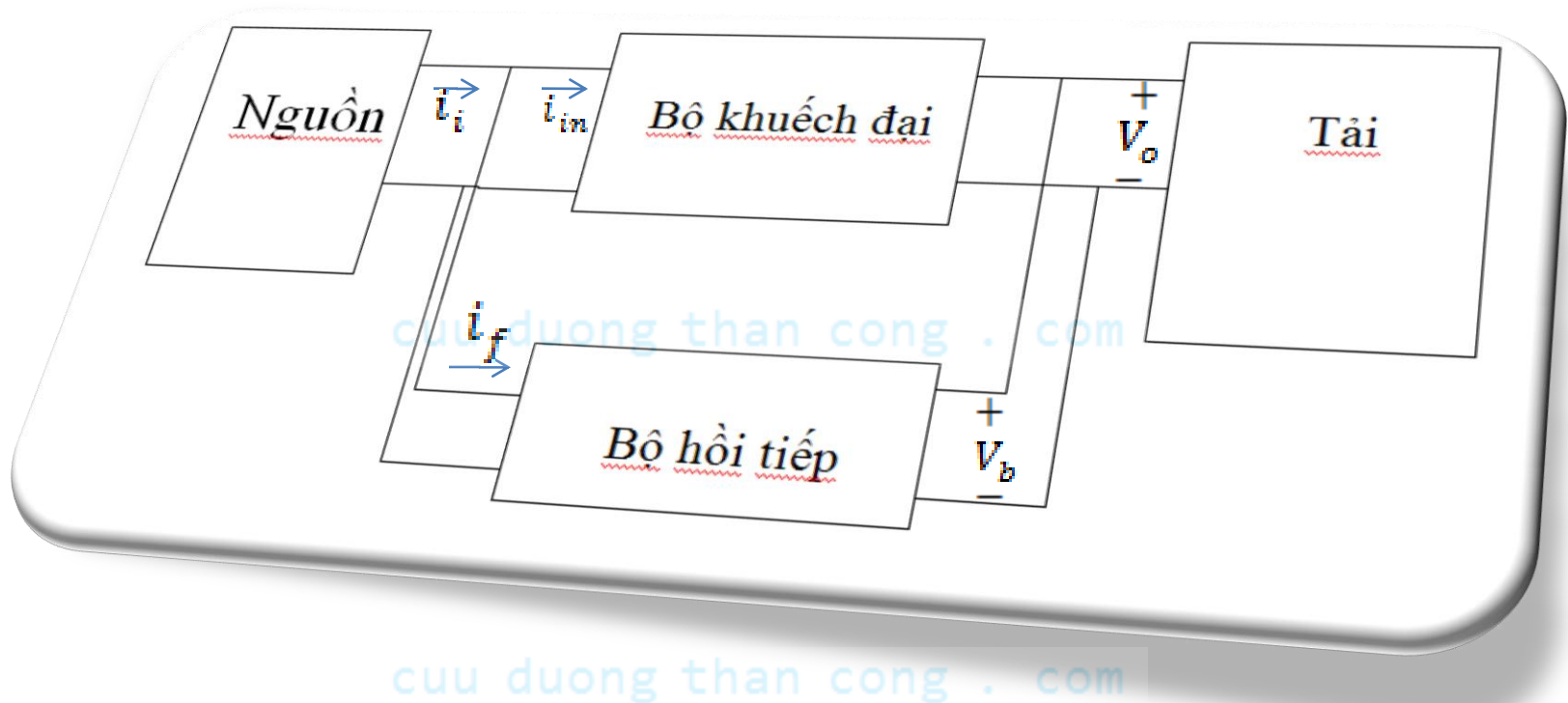
$$= \frac{R_L \parallel R_\beta}{R_L \parallel R_\beta + R_{out}} \cdot A_v \left( - \frac{R_{in}}{R_{in} + R_{ng} + R_f} \right) \cdot K_v$$

$$= -A'_v \cdot K_v$$

Vậy :

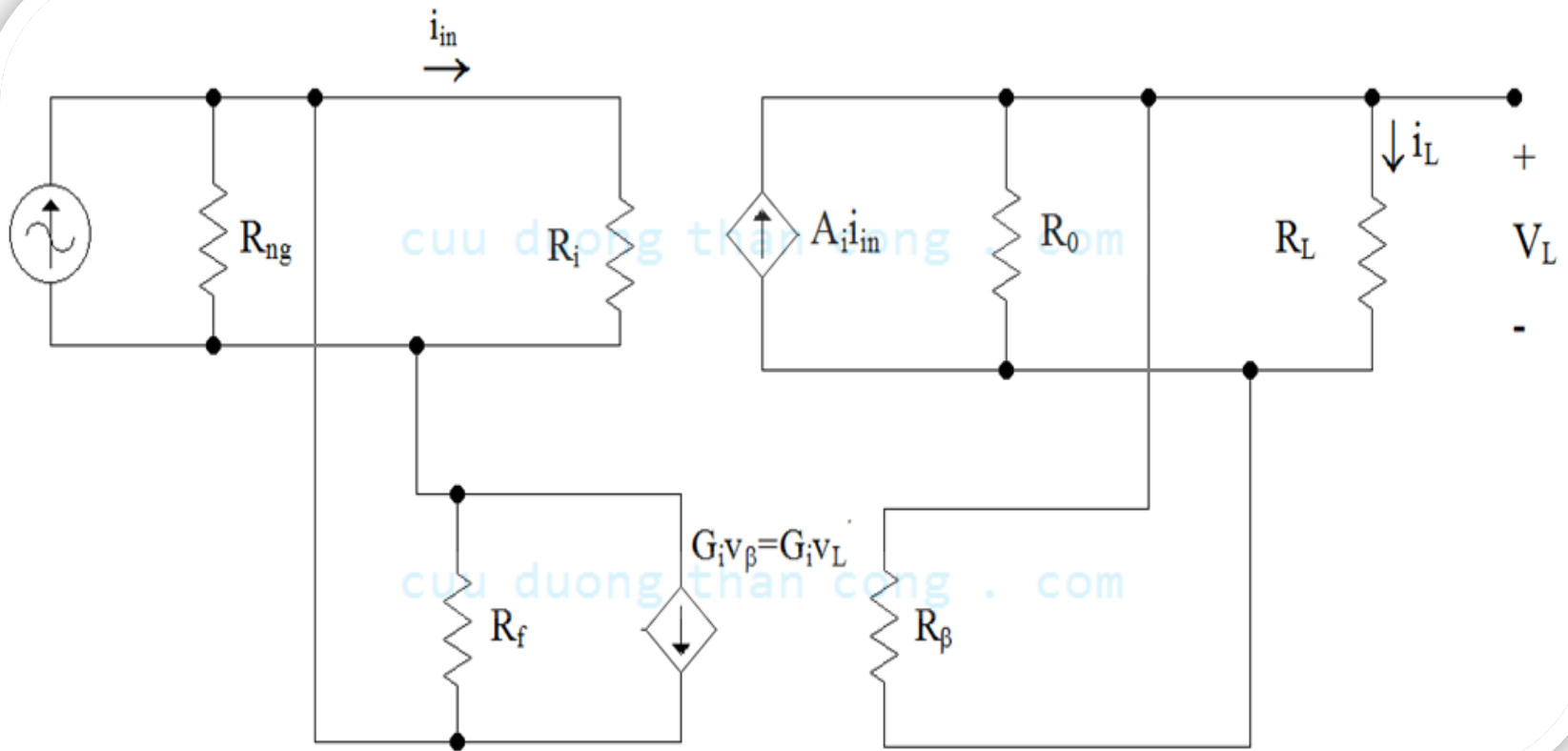
$$A_{vf} = \frac{A'_v}{1 - T}$$

# Hồi tiếp áp, sai lệch dòng



- lấy mẫu điện áp ở ngõ ra là  $V_o$  và đưa ra điện áp hồi tiếp  $V_b$  về ghép song song với dòng điện ngõ vào  $i_{in}$  của bản thân bộ khuếch đại.

# Phân tích mạch



Từ mạch trên ta có :

Dòng sai lệch :  $i_{in} = \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} (i_i - G_i \cdot V_L)$

Dòng tải :  $i_L = \frac{R_o \parallel R_\beta}{R_o \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot i_{in}$

→  $i_i = \frac{R_o \parallel R_\beta}{R_o \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} (i_i - G_i \cdot V_L)$

Theo định nghĩa, độ lợi dòng thuận của mạch khuếch đại có hồi tiếp:

$$A_{if} = \frac{i_L}{i_i} = \frac{\frac{R_0 \parallel R_\beta}{R_0 \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i}}{1 + G_i \cdot \frac{R_0 \parallel R_\beta}{R_0 \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot R_L \cdot \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i}}$$

Theo định nghĩa, độ lợi dòng thuận của mạch khuếch đại không có hồi tiếp:

$$A_i = A'_i = A_{if} \Big|_{G_i=0} = \frac{i_L}{i_i} \Big|_{G_i=0} = \frac{R_0 \parallel R_\beta}{R_0 \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i}$$

$$\rightarrow A_{if} = \frac{A'_i}{1 + R_L \cdot G_i \cdot A'_i}$$

Độ lợi vòng T :  $T = \left. \frac{V_L}{V'_L} \right|_{i_i=0} = \frac{V_L}{i_L} \cdot \frac{i_L}{A_i \cdot i_{in}} \cdot A_i \cdot \frac{i_{in}}{G_i \cdot V'_L} \cdot G_i$

$$= R_L \cdot \frac{R_0 \parallel R_\beta}{R_0 \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot \left( - \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} \right) \cdot G_i$$

$$= -R_L \cdot A'_i \cdot G_i$$

Vậy :

$$A_{if} = \frac{A'_i}{1 - T}$$

Nhận xét :

- ❑  $0 < T < 1$  : Hồi tiếp dương  
 $A_{if} > A'_i$  : tăng cường khuếch đại
- ❑  $T = 1$  :  $A_{if} = \infty$  tạo xung dao động  
 $\Rightarrow$  ứng dụng trong mạch tạo sóng
- ❑  $T < 0$  : Hồi tiếp âm  $A_{if} < A'_i$   
 $T < -1$  : mong muốn hoạt động  
khi đó :  $A_{if} = A'_i \cdot (-T) = 1 \cdot (R_L \cdot G_i)$  không  
phụ thuộc vào  $A_i$  nên mạch ổn định hơn



Theo định nghĩa trở kháng ngõ vào nhìn từ nguồn dòng:

$$Z_{if} = \frac{V_{if}}{i_{if}} = \frac{V_i}{i_i}$$

cuu duong than cong . com

$$V_i = R_{ng} \parallel R_f \parallel R_i \cdot (i_i - G_i \cdot V_L)$$

$$V_L = R_L \cdot \frac{R_0 \parallel R_\beta}{R_0 \parallel R_\beta + R_L} \cdot A_i \cdot i_{in} = R_L \cdot A_{if} \cdot i_i$$

$$Z_{if} = R_{ng} \parallel R_f \parallel R_i \cdot (1 - G_i \cdot R_L \cdot A_{if})$$

$$\Rightarrow Z_{if} = R_{ng} \parallel R_f \parallel R_i \cdot \left( 1 - \frac{G_i \cdot R_L \cdot A'_{if}}{1 - T} \right) = \frac{R_{ng} \parallel R_f \parallel R_i}{1 - T} = \frac{Z'_i}{1 - T}$$

Với  $Z'_i$  là trở kháng ngõ vào khi không hồi tiếp :  $G_i = 0$

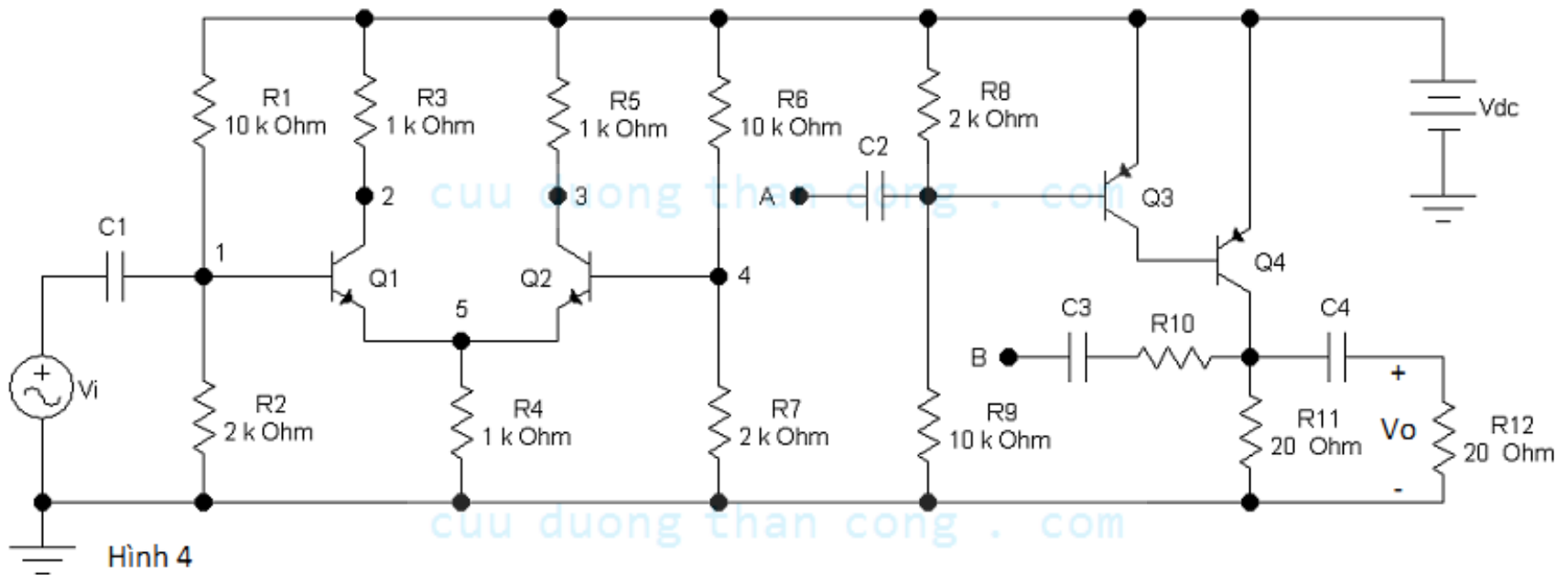
Theo định nghĩa trở kháng ngõ ra :

$$Z_{of} = \left. \frac{V_{of}}{i_{of}} \right|_{i_i=0}$$

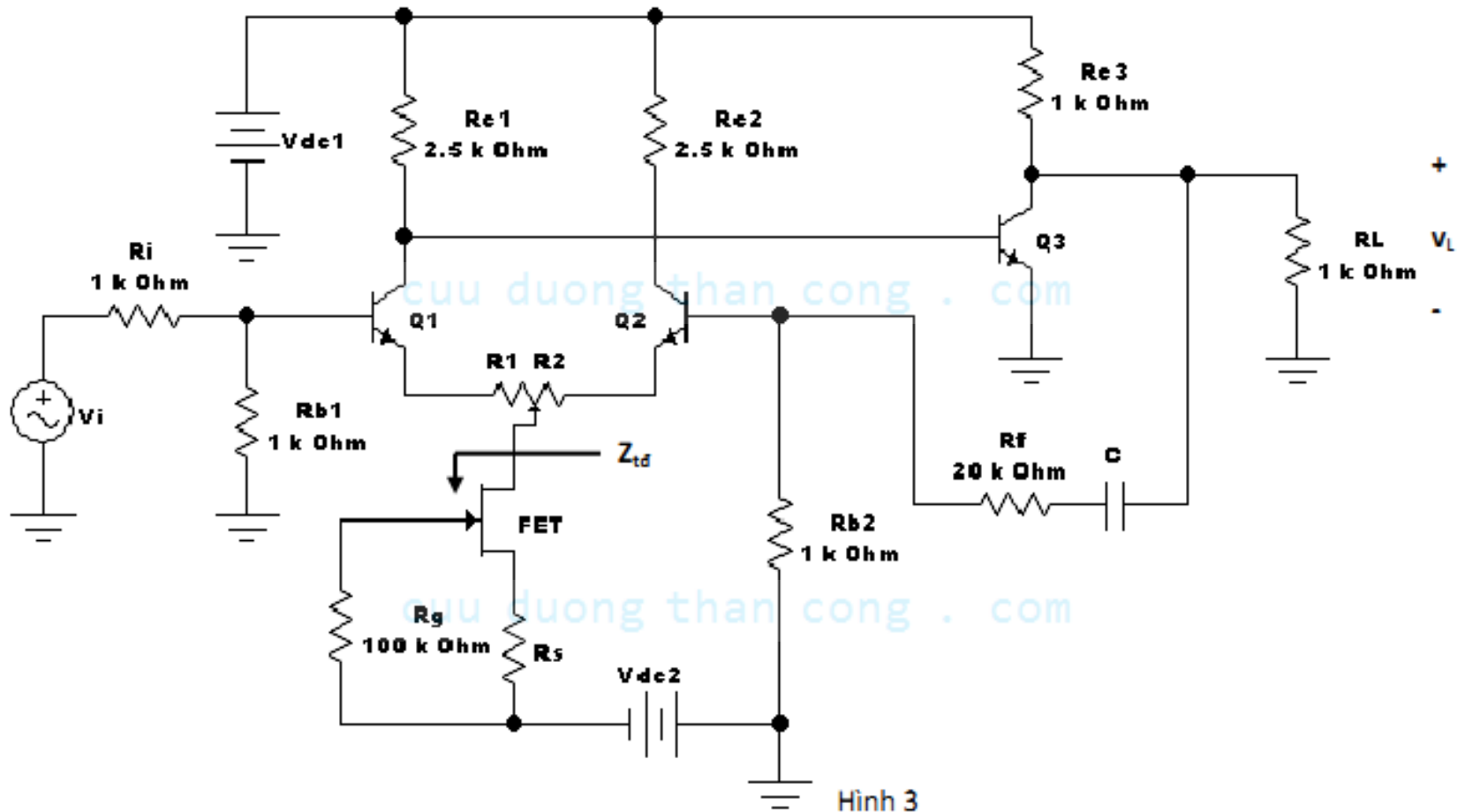
$$\begin{aligned} i_{of} &= \frac{V_{of}}{R_\beta \parallel R_L \parallel R_o} - A_i \cdot i_{in} \\ &= \frac{V_{of}}{R_\beta \parallel R_L \parallel R_o} - A_i \cdot \left( - \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} \right) \cdot G_i \cdot V_{of} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow Z_{of} &\approx \frac{1}{\frac{1}{R_\beta \parallel R_L \parallel R_o} + A_i \cdot \left( \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} \right) G_i} \\ &= \frac{R_\beta \parallel R_L \parallel R_o}{1 + R_\beta \parallel R_L \parallel R_o \cdot A_i \cdot \frac{R_{ng} \parallel R_f}{R_{ng} \parallel R_f + R_i} G_i} = \frac{R_\beta \parallel R_L \parallel R_o}{1 + R_L \cdot A'_i \cdot G_i} = \frac{Z'_o}{1 - T} \end{aligned}$$

# Bài tập 1

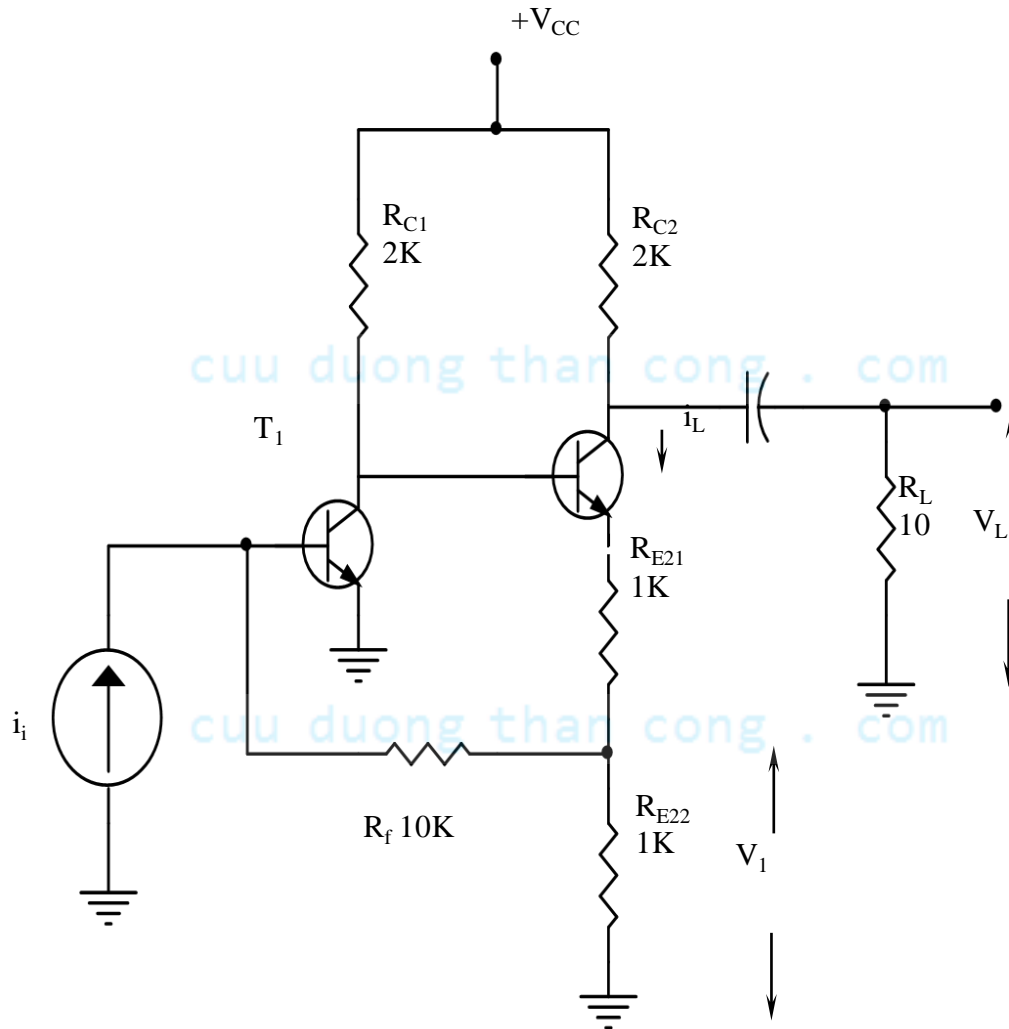


# Bài tập 2

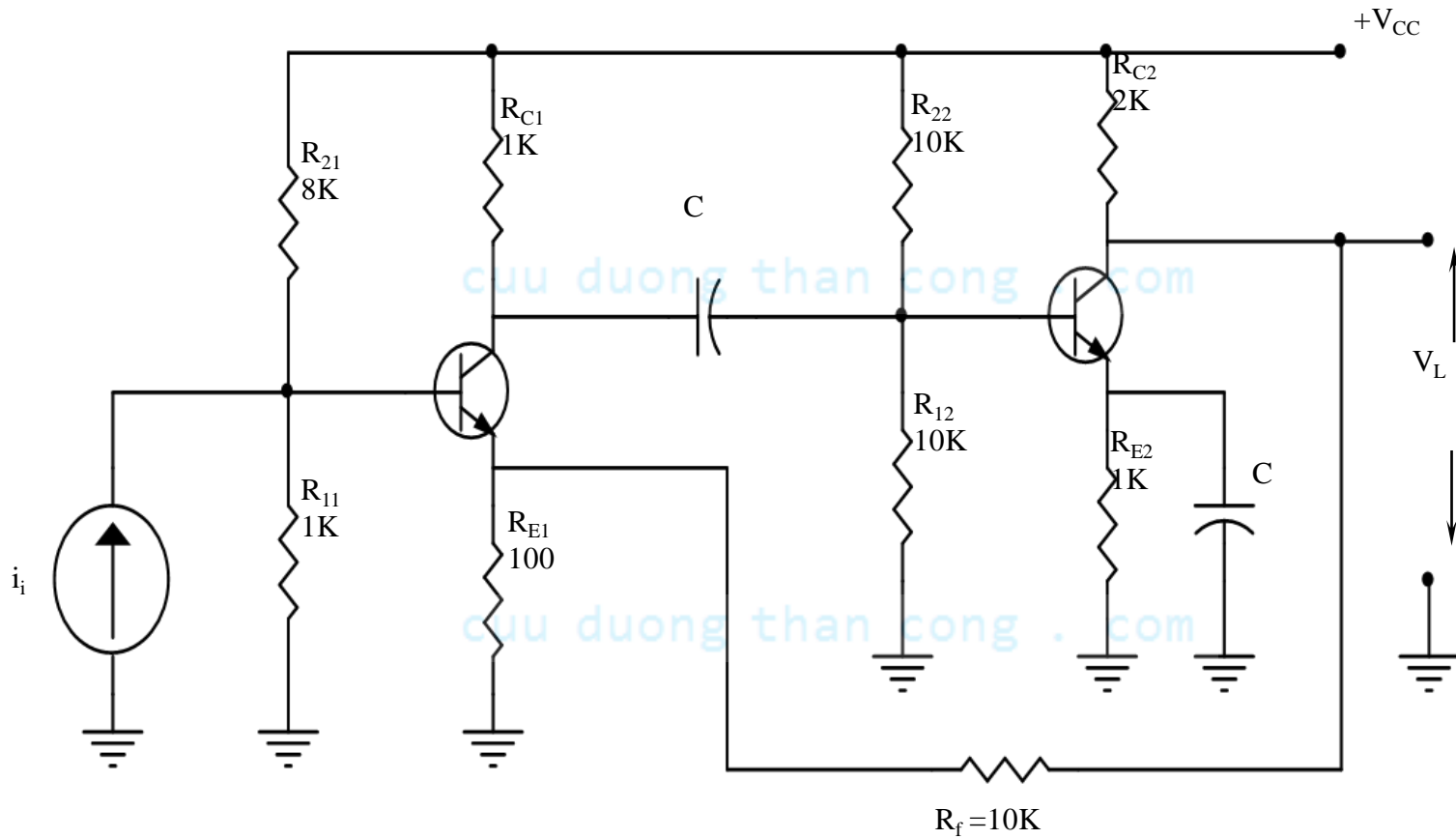


Hình 3

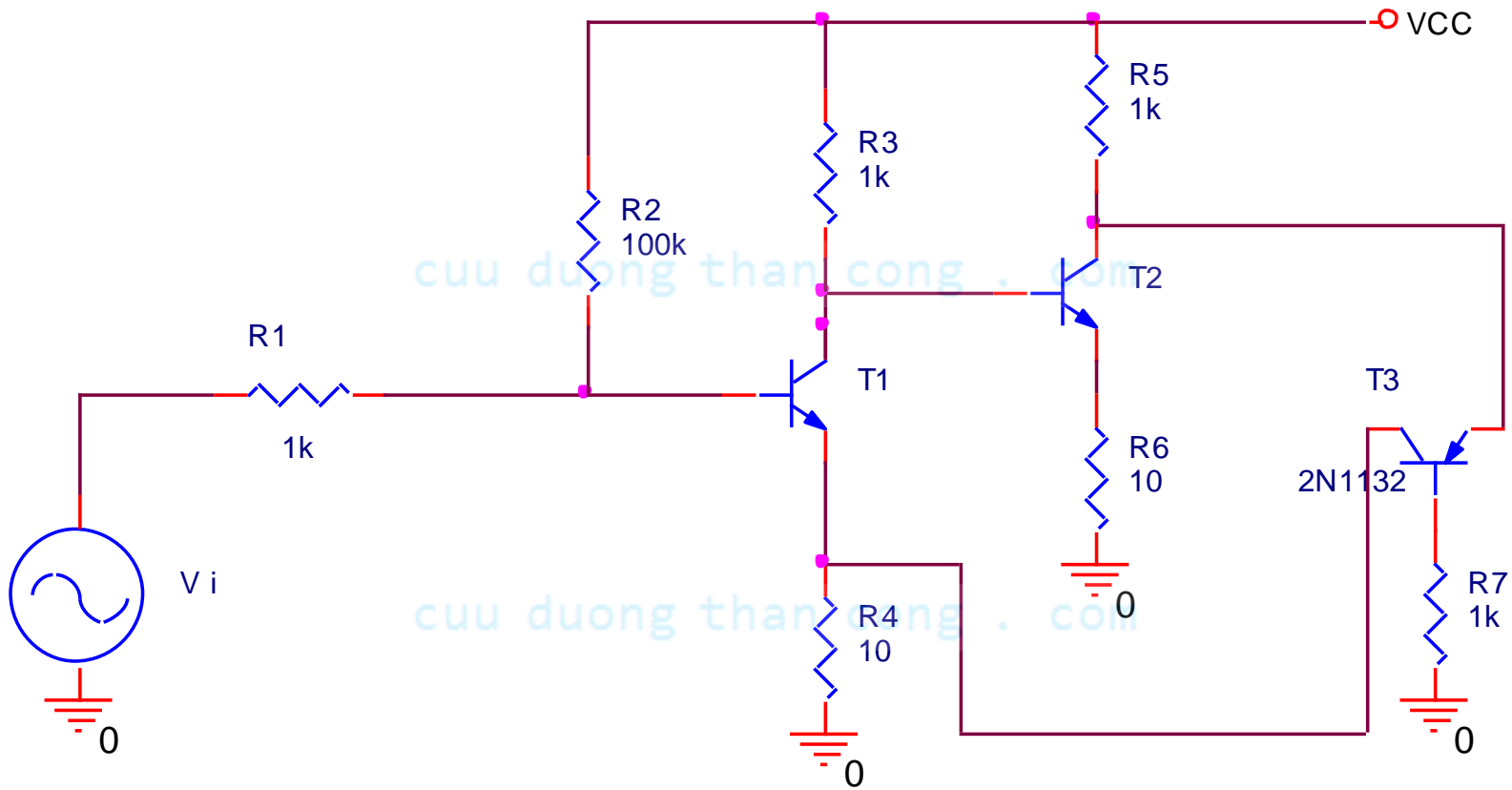
# Bài tập 3



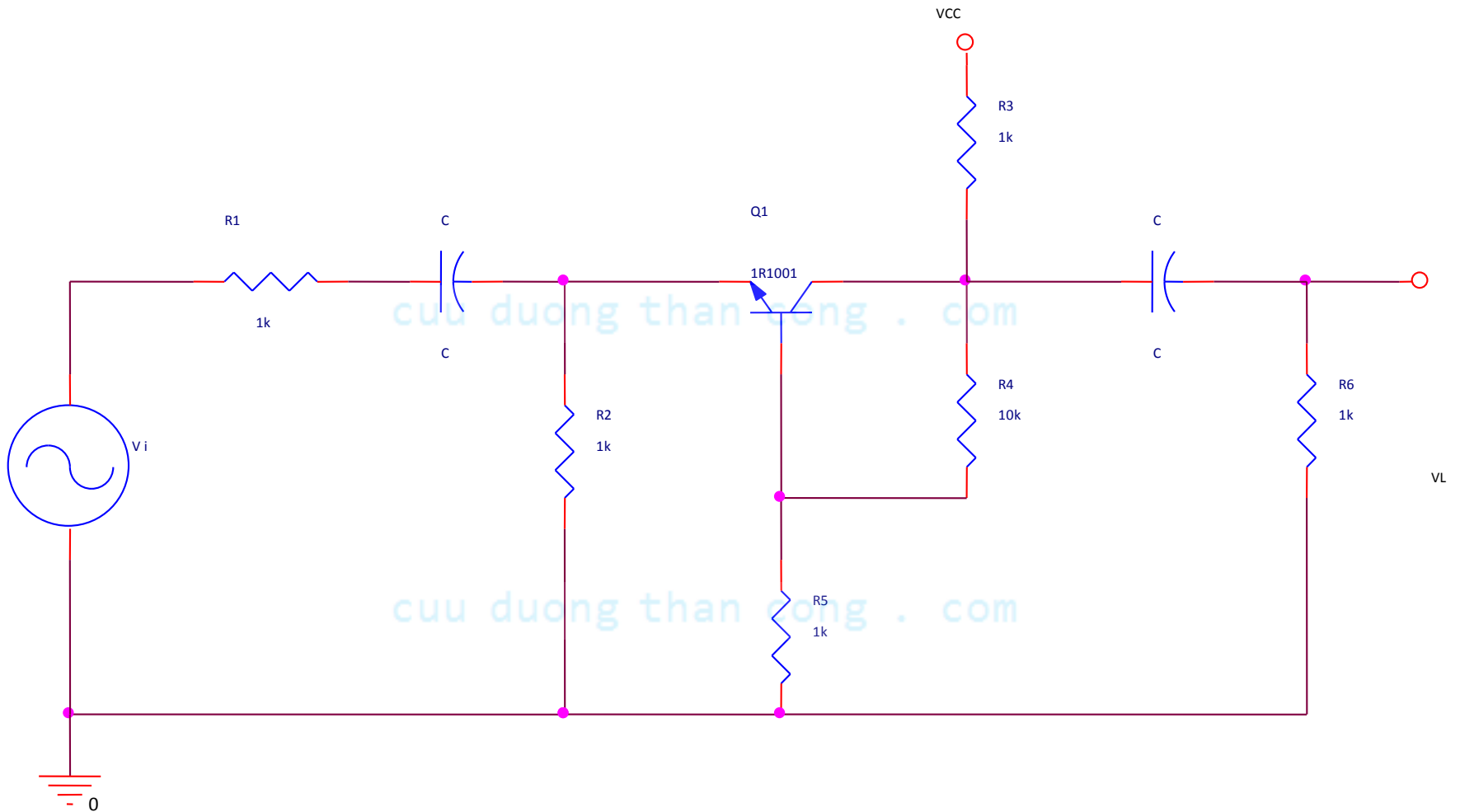
# Bài tập 4



# Bài tập 5

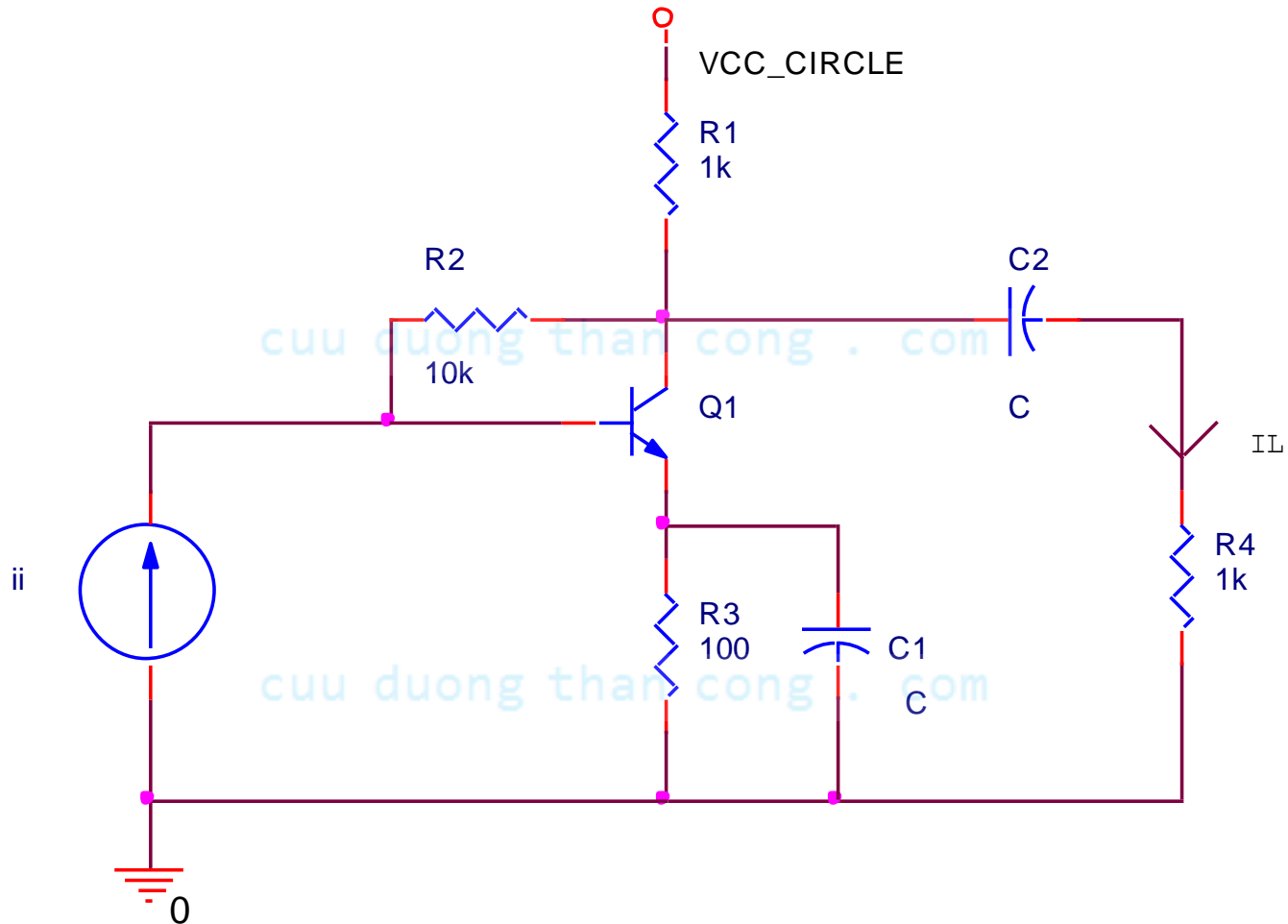


# Bài tập 6

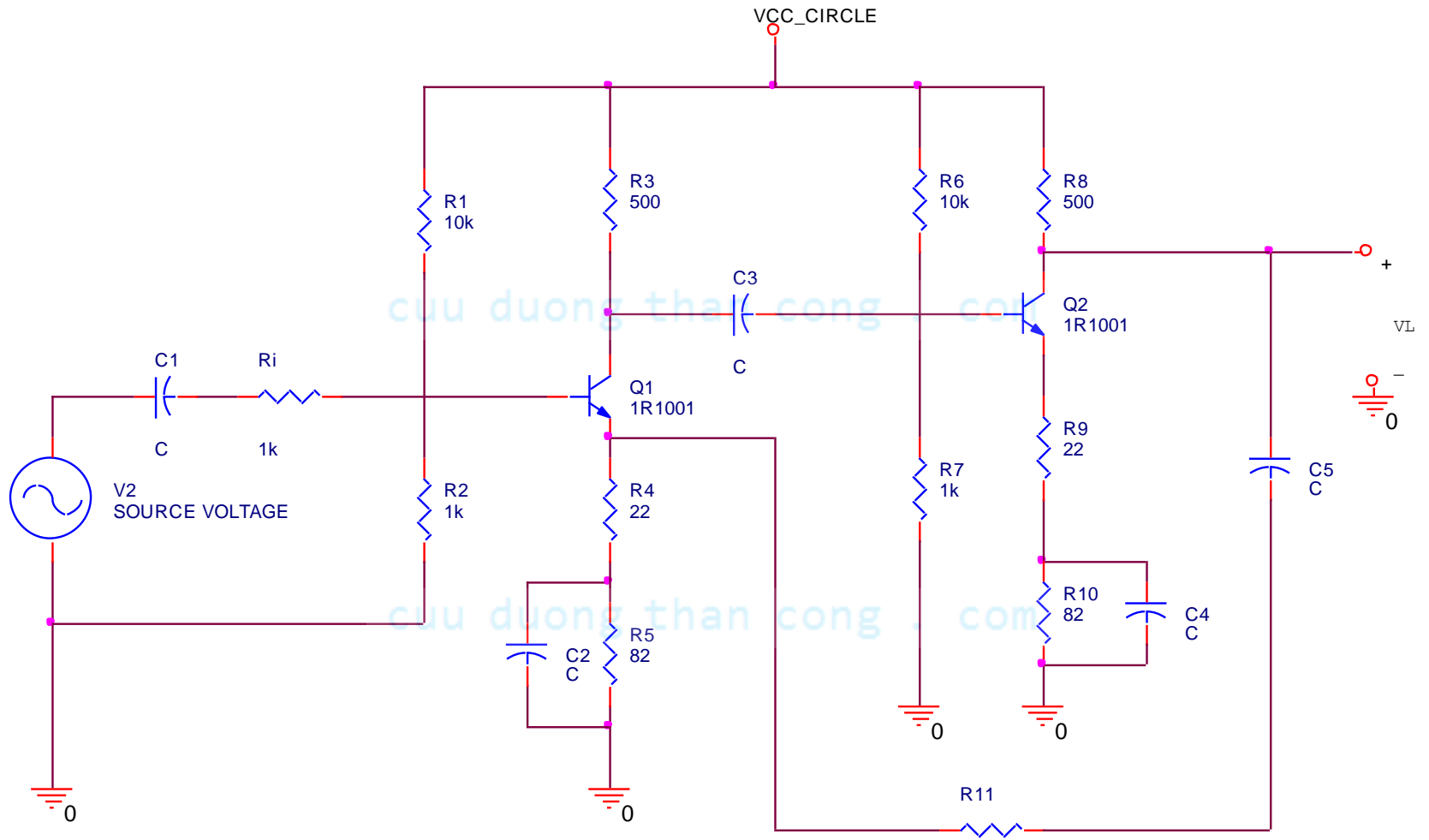




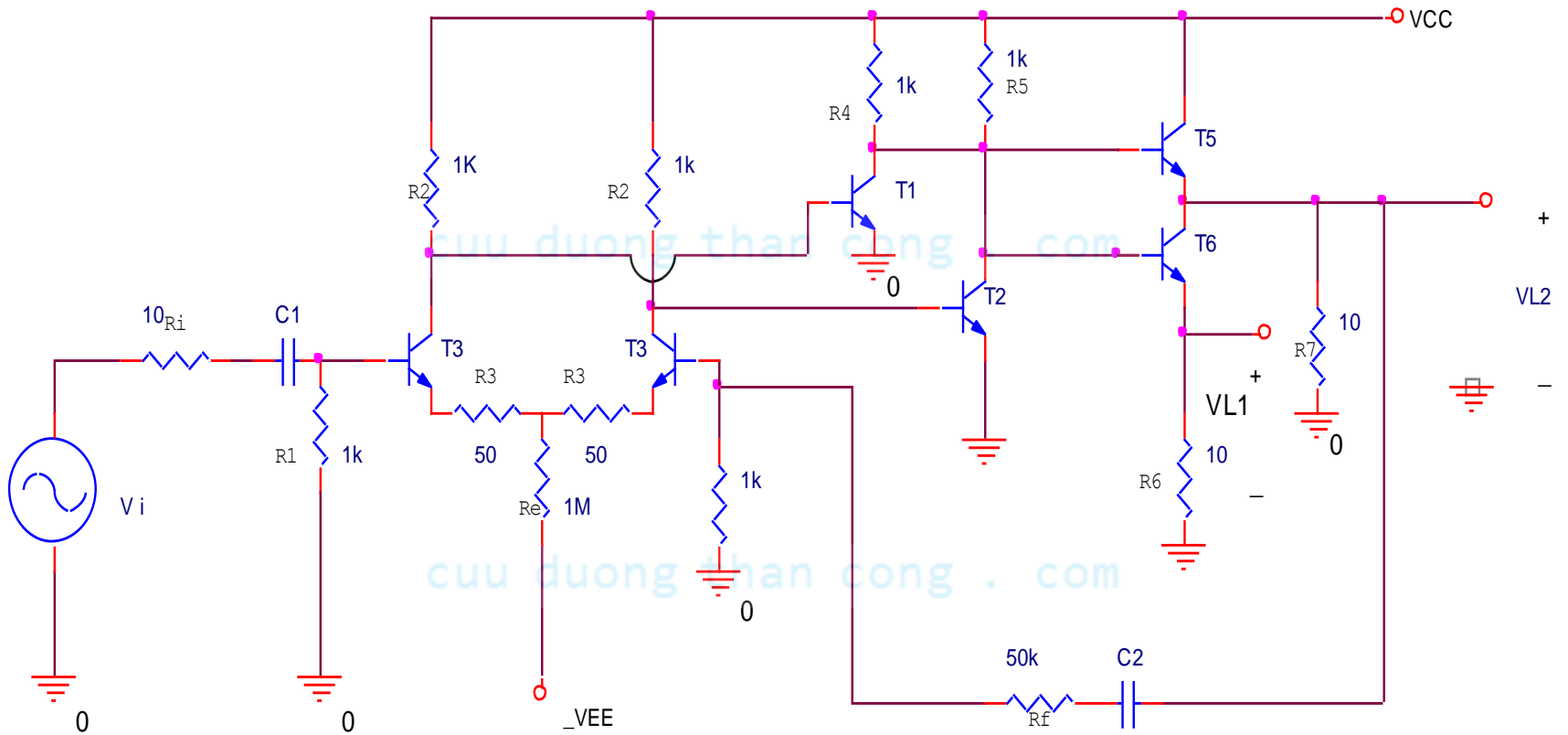
# Bài tập 7



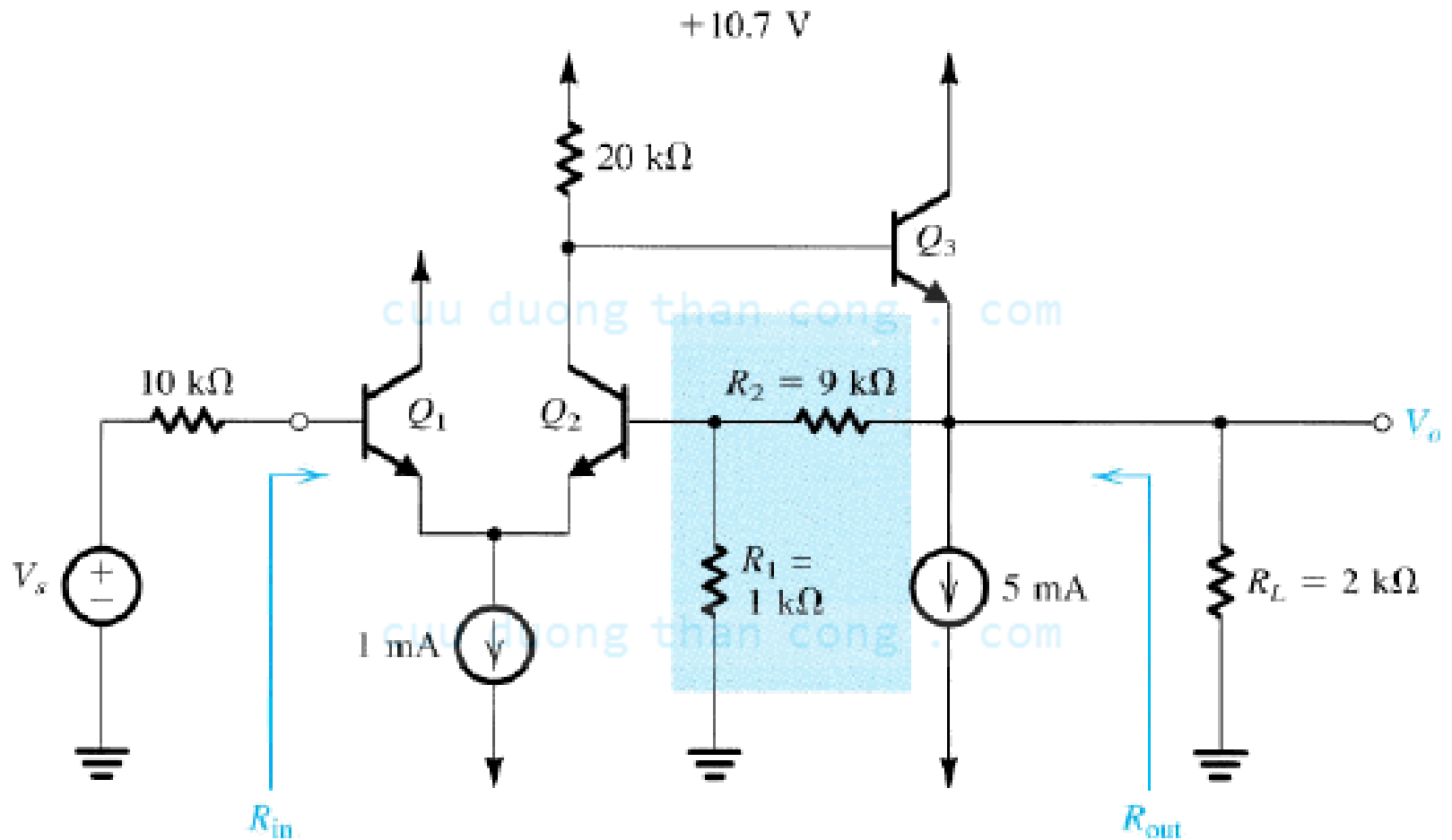
# Bài tập 8



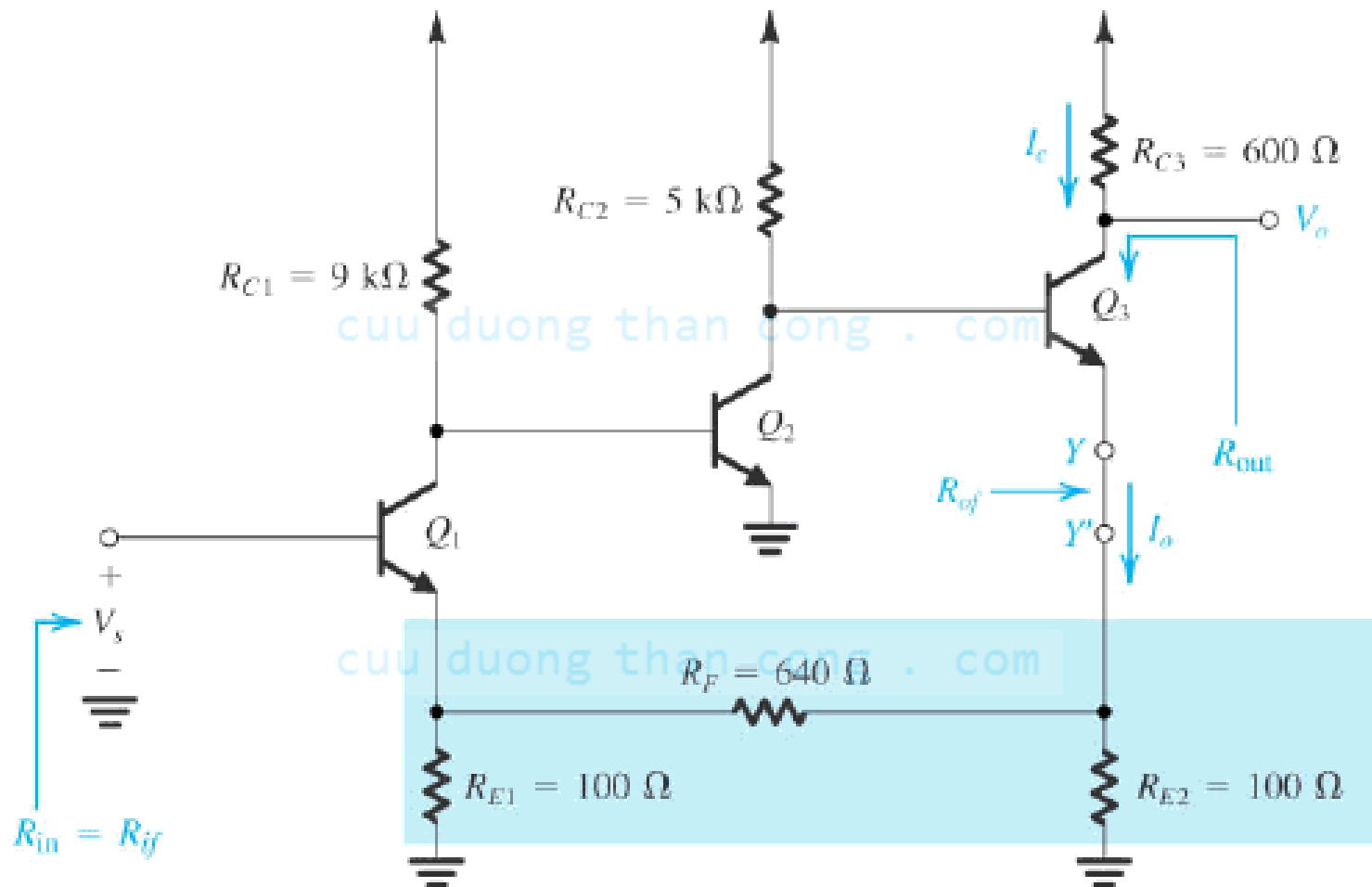
# Bài tập 9



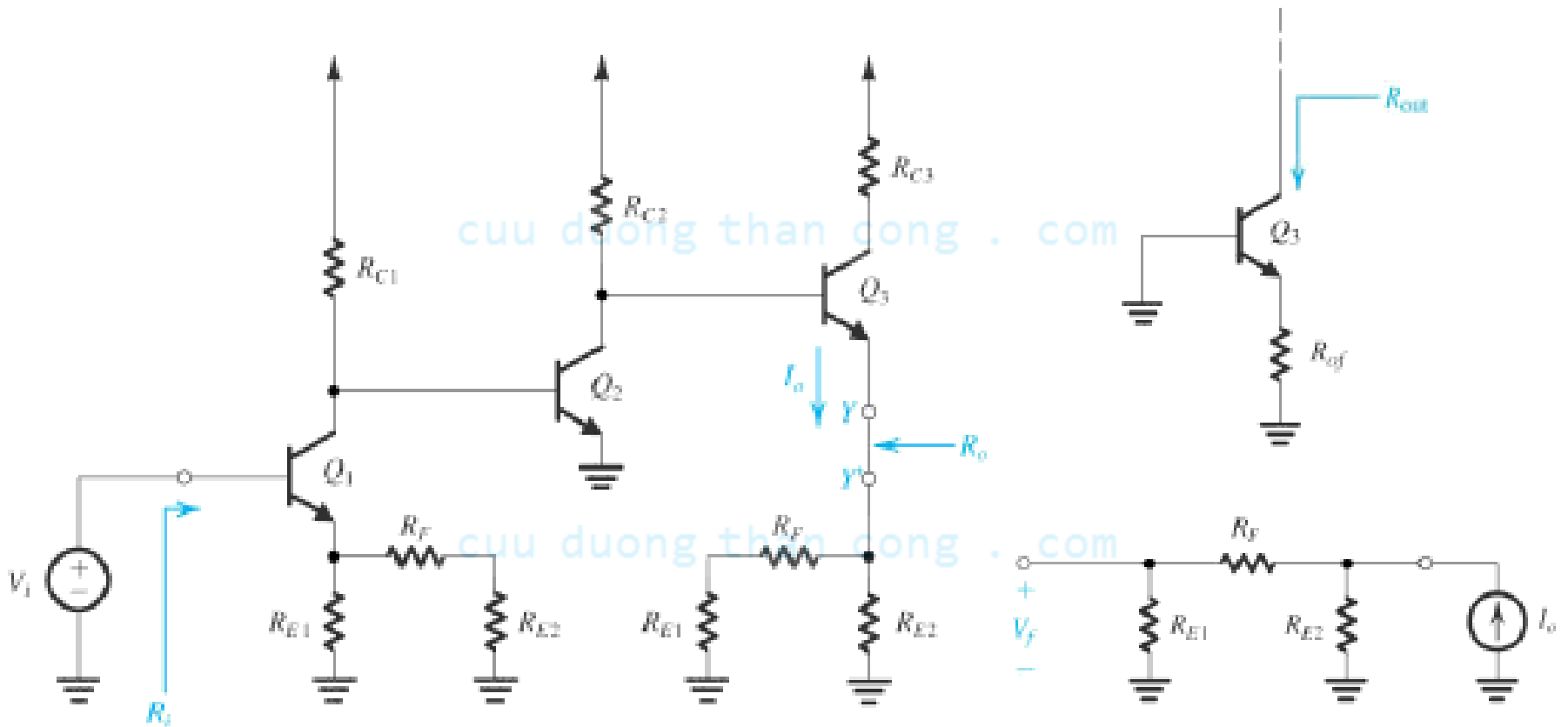
# Bài tập 10



# Bài tập 11



# Bài tập 12



# Bài tập 13

