



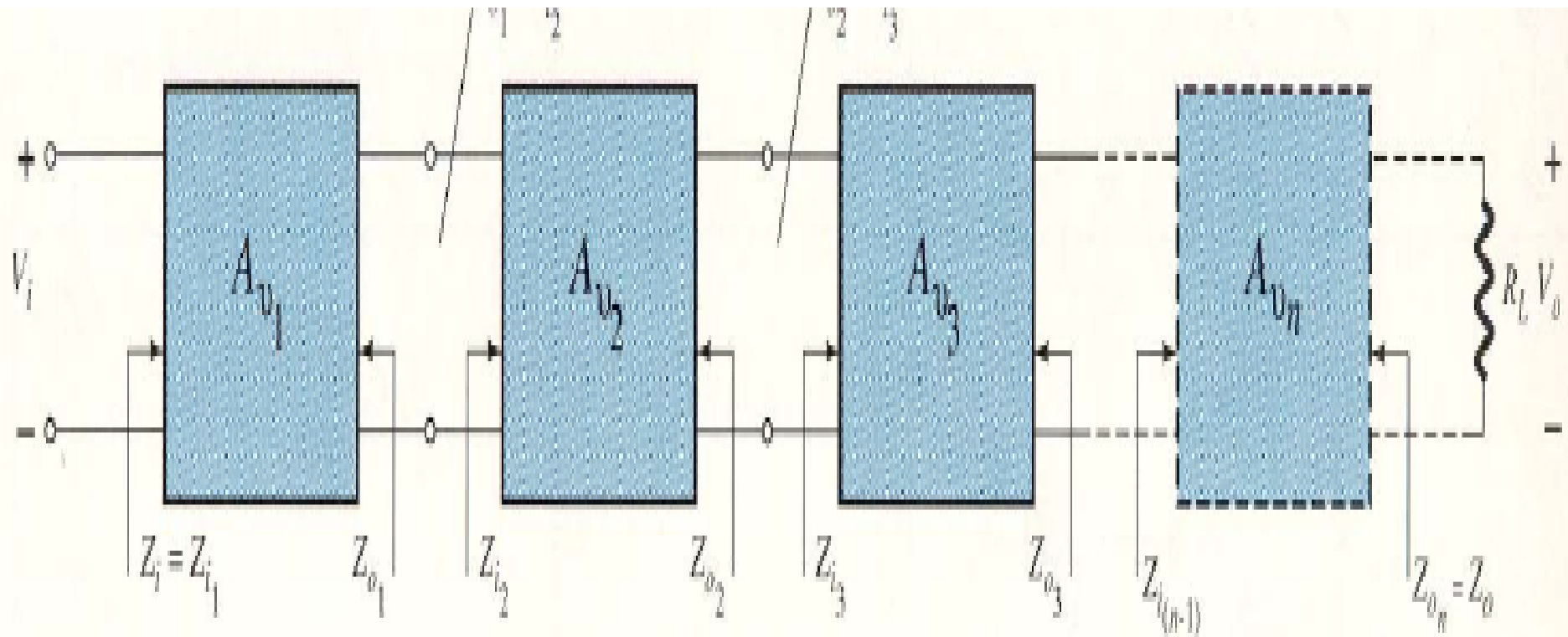
CHƯƠNG VIII: KHUẾCH ĐẠI GHÉP LIÊN TẦNG



CHƯƠNG 8: KHUẾCH ĐẠI GHÉP LIÊN TẦNG

8.1. GIỚI THIỆU

Các mạch điện tử bao gồm nhiều tầng khuếch đại ghép nối tiếp với nhau để nâng cao hệ số khuếch đại mạch...



8.1. GIỚI THIỆU

Các thông số mạch khuếch đại

Hệ số khuếch đại điện áp:

$$A_{V_T} = A_{V_1} \times A_{V_2} \times A_{V_3} \times \cdots \times A_{V_n}$$

Hệ số khuếch đại dòng điện:

$$A_{i_T} = A_{i_1} \times A_{i_2} \times A_{i_3} \times \cdots \times A_{i_n} = -A_{V_T} \frac{Z_i}{R_L}$$

Tổng trở ngõ vào:

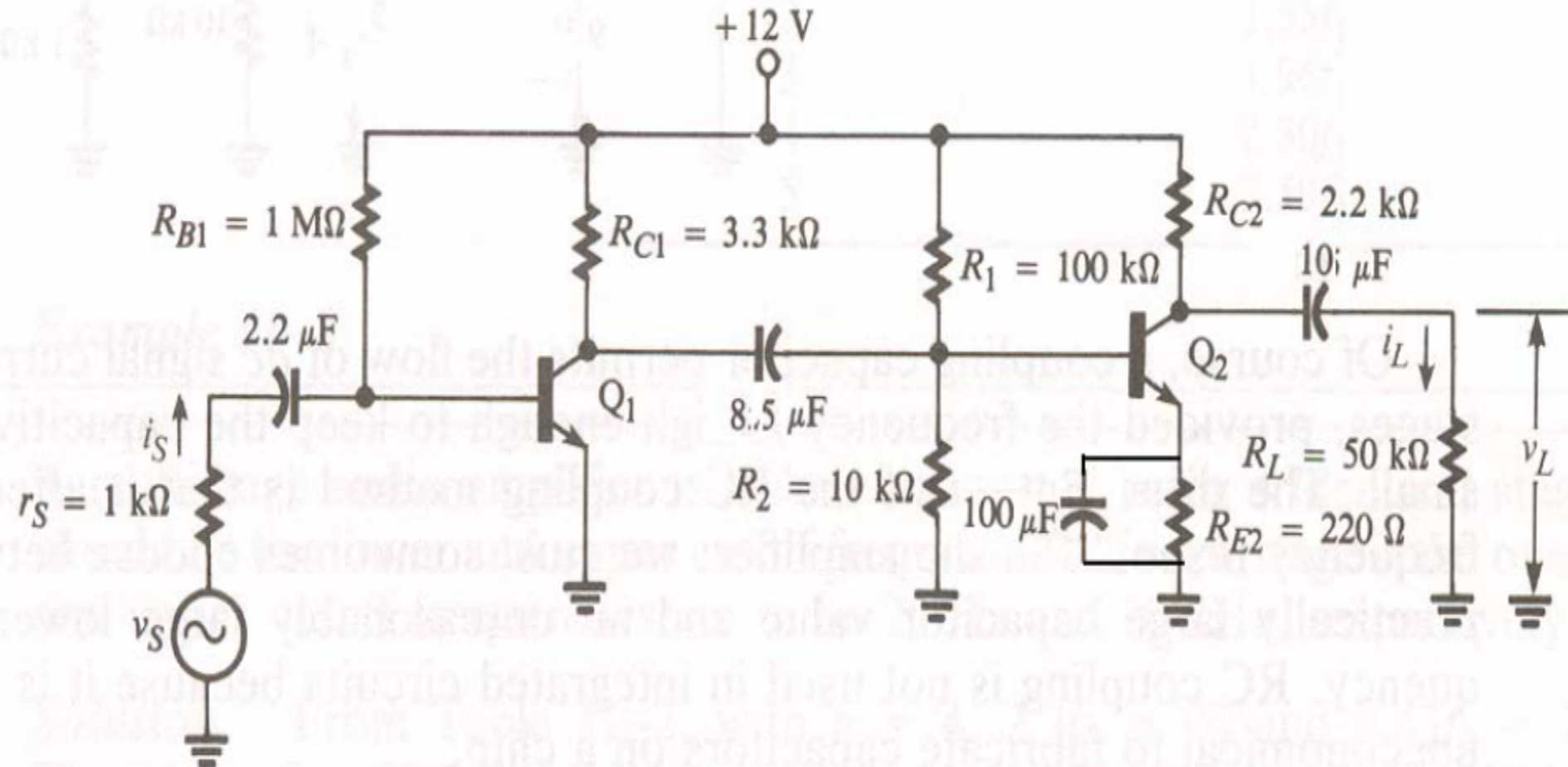
$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = Z_{i_i}$$

Tổng trở ngõ ra:

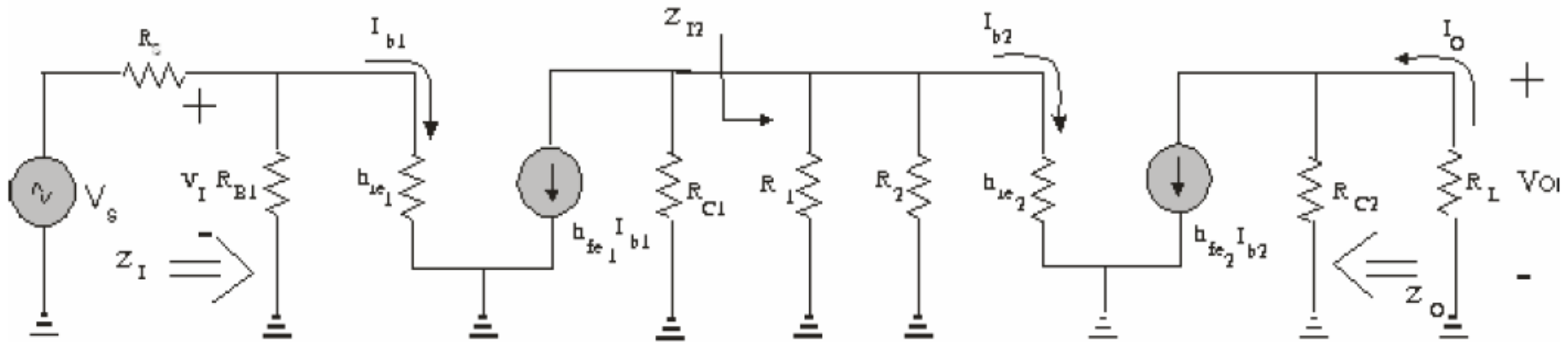
$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} \bigg|_{V_i = 0} = Z_{o_n}$$

8.2. Mạch khuếch đại ghép RC

Các tụ liên lạc có trị số phụ thuộc vào tần số của tín hiệu được khuếch đại trong mạch.



8.2. Mạch khuếch đại ghép RC



Tổng trở vào:

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = Z_{i1} = h_{ie1} \parallel R_{B1}$$

Tổng trở ra:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} \bigg|_{V_i=0} = Z_{o2} = R_{C2}$$

$$A_{V_T} = A_{V_1} \times A_{V_2}$$

$$A_{V_1} = -\frac{h_{fe1}(R_{C1} \parallel Z_{i2})}{h_{ie1}}$$

$$A_{V_2} = -\frac{h_{fe2}(R_{C2} \parallel R_L)}{h_{ie2}}$$

$$Z_{i2} = R_1 \parallel R_2 \parallel h_{ie2}$$

8.2. Mạch khuếch đại ghép RC

Ưu điểm:

Cách ly DC giữa các tầng khuếch đại.

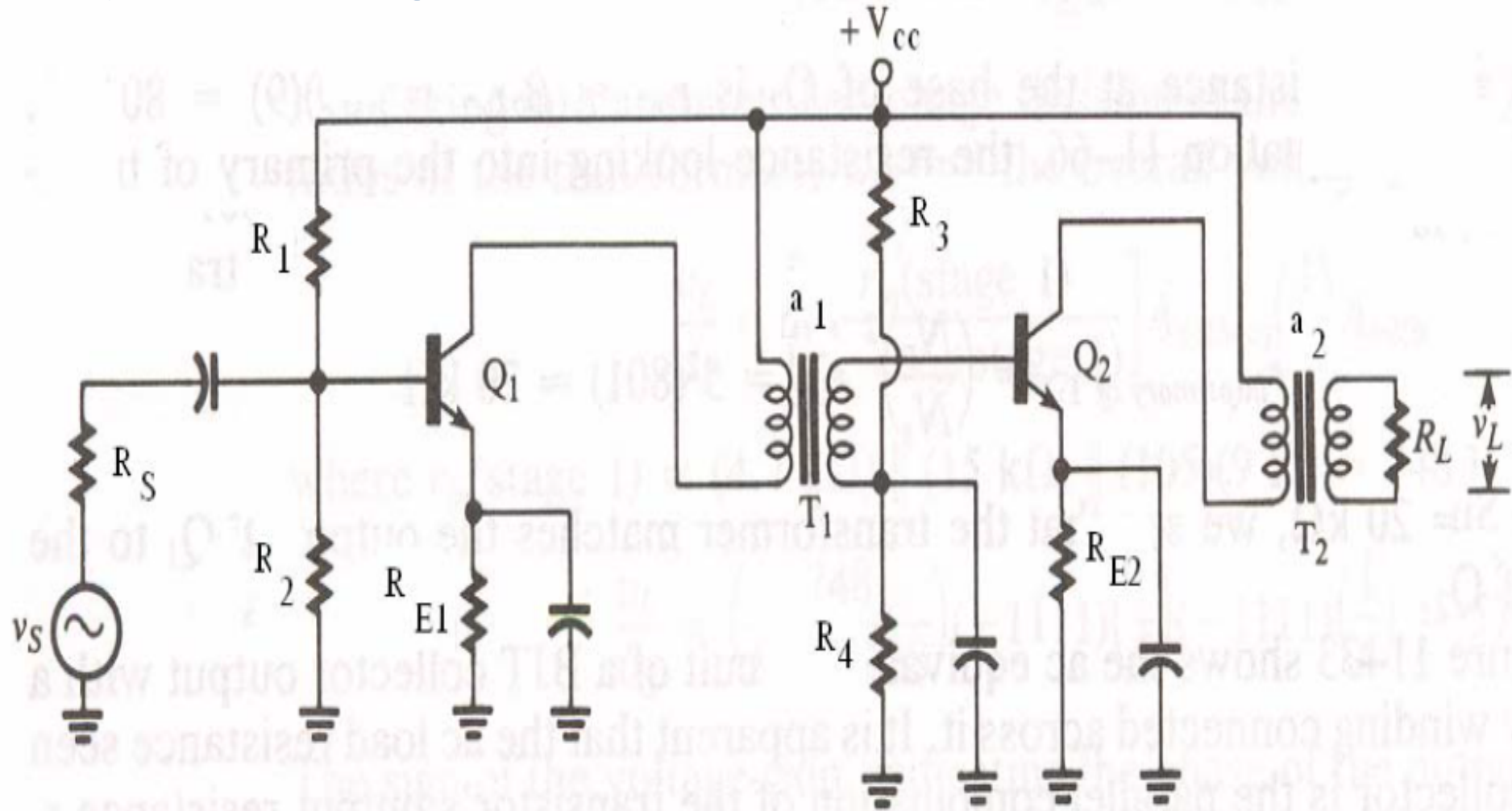
Nhược:

Giảm độ lợi băng thông toàn mạch

Gây lệch pha giữa tín hiệu vào ra

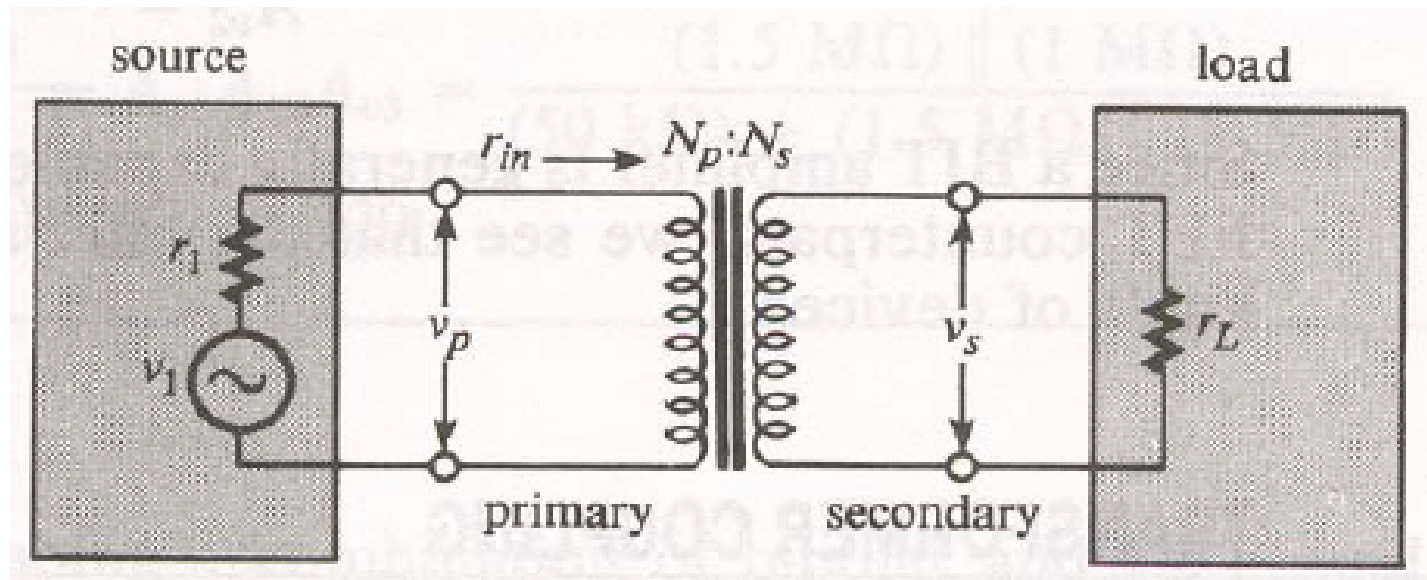
8.3. Mạch khuếch đại ghép biến áp

Tần khuếch đại thứ nhất truyền tín hiệu qua tần khuếch đại thứ hai bằng máy biến áp



8.3. Mạch khuếch đại ghép biến áp

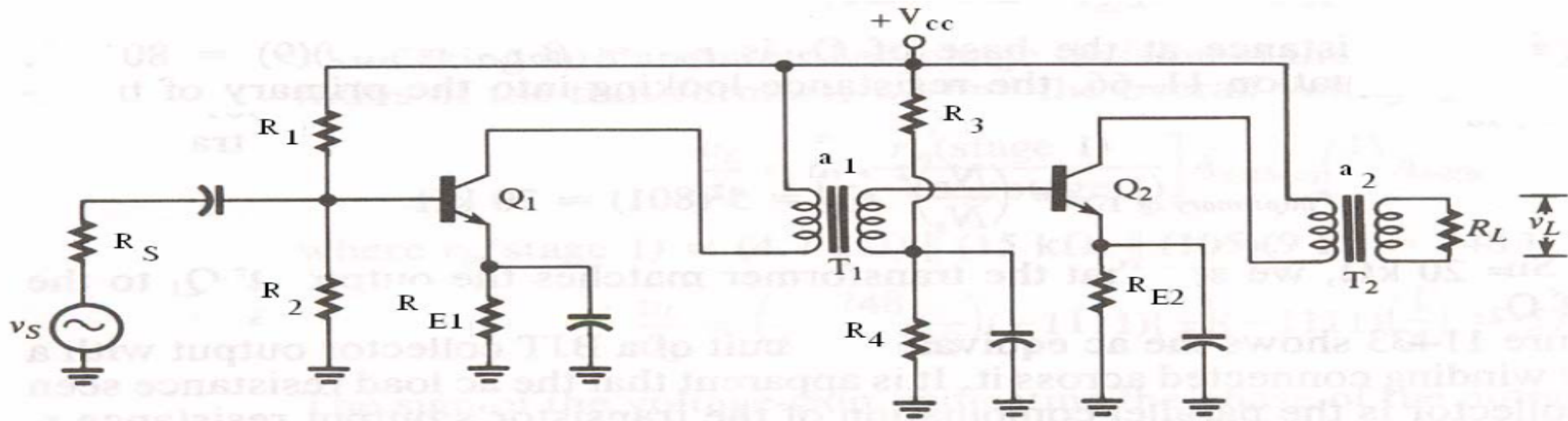
Xét biến áp



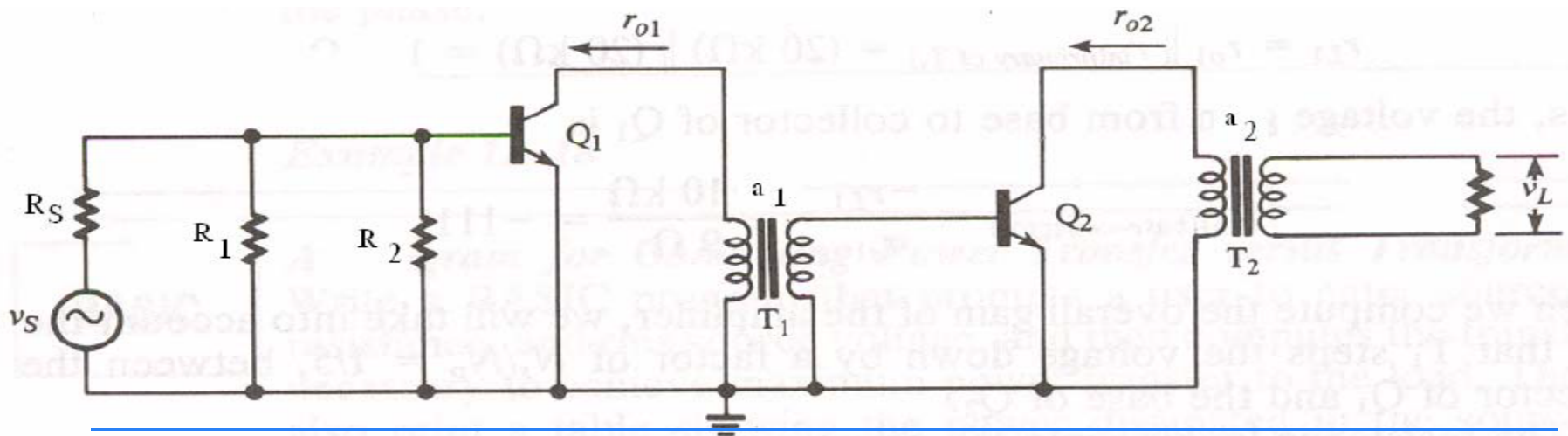
$$\frac{v_p}{v_s} = \frac{N_p}{N_s} = a$$

$$r_{in} = \left(\frac{N_p}{N_s} \right)^2 r_L = a^2 R_L$$

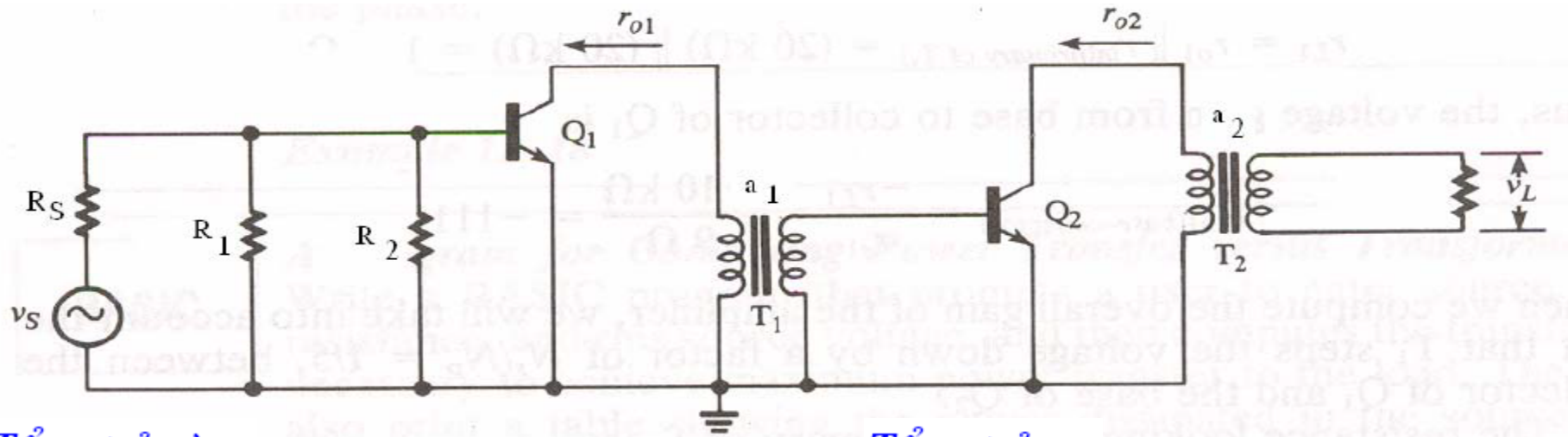
8.3. Mạch khuếch đại ghép biến áp



Mạch tương đương với tín hiệu AC



8.3. Mạch khuếch đại ghép biến áp



Tổng trở vào:

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_1 \parallel R_2 \parallel h_{ie1}$$

Tổng trở ra:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} \Big|_{v_i=0} = Z_{o2} = \frac{r_{o2}}{a_2^2}$$

$$A_V = A_{V1} \times \frac{1}{a_{a1}} \times A_{V2} \times \frac{1}{a_2}$$

$$A_{V1} = -\frac{h_{fe1}(r_{o1} \parallel a_1^2 h_{ie2})}{h_{ie1}}$$

$$A_{V2} = -\frac{h_{fe2}(r_{o2} \parallel a_2^2 R_L)}{h_{ie2}}$$

8.3. Mạch khuếch đại ghép biến áp

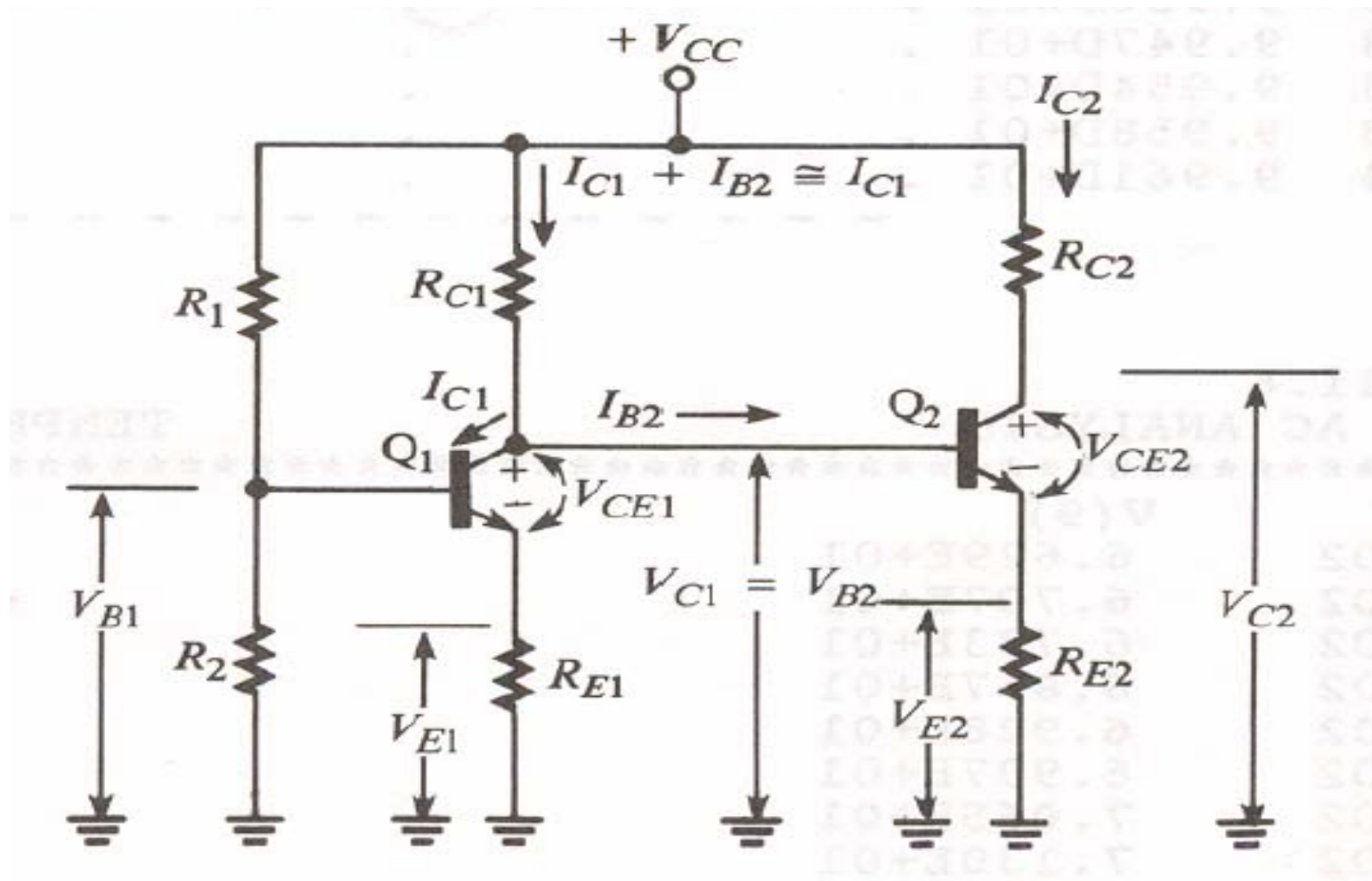
Ưu điểm:

Cách ly DC rất tốt và ghép biến áp có hiệu quả hơn ghép RC do R_C trong mạch ghép biến áp gần như bằng không do đó hiệu suất mạch được cải tiến.

Khuyết điểm:

Kích thước mạch lớn và đáp ứng tần số trong mạch giảm do cảm kháng của cuộn dây, giá thành cao

8.4. Mạch khuếch đại ghép trực tiếp



Phân tích AC tương tự như mạch ghép RC

8.4. Mạch khuếch đại ghép trực tiếp

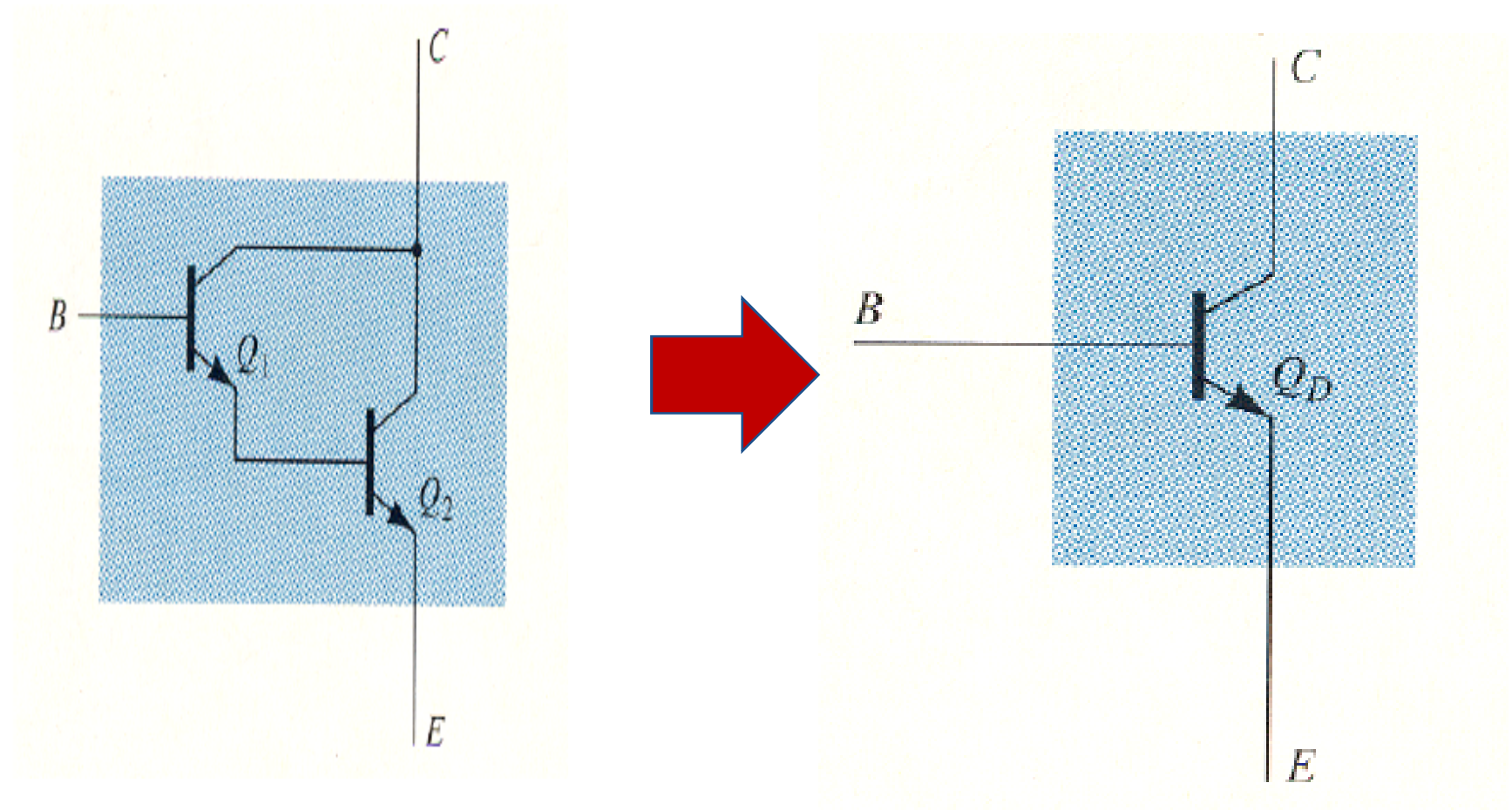
Ưu điểm:

- Tránh được ảnh hưởng các tụ liên lạc tần số thấp nên tần số cắt dưới có thể rất thấp
- Tránh sự công kênh cho mạch
- Điện thế tĩnh tầng đầu cung cấp cho điện thế tĩnh cho tầng sau

Nhược điểm:

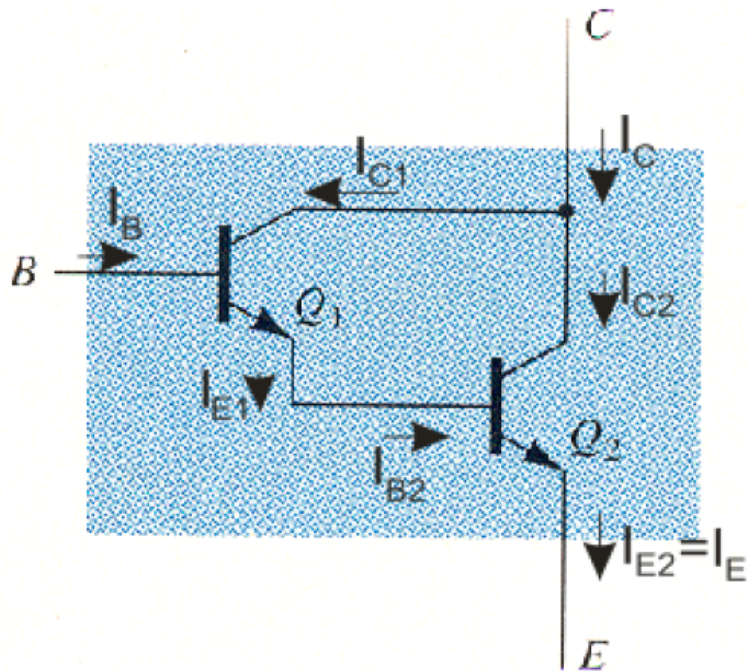
- Sự trôi dạt điểm làm việc tầng thứ nhất sẽ ảnh hưởng đến sự phân cực tầng thứ hai. Vấn đề chính là ổn định sự phân cực
- Nguồn điện phân cực thường có trị số lớn nếu dùng một loại BJT. Cách tính phân cực thường áp dụng trên toàn bộ mạch

8.5. Mạch khuếch đại ghép DARLINGTON



Hai transistor npn ghép darlington lại với nhau khi đó có thể xem tương đương như một transistor có các cực B, C và E

8.5. Mạch khuếch đại ghép DARLINGTON



$$I_{C1} = \beta_1 I_{B1}$$

$$I_{E1} = (\beta_1 + 1) I_{B1}$$

$$I_{E1} = I_{B2} \rightarrow I_{C2} = \beta_2 I_{B2} = \beta_2 (\beta_1 + 1) I_{B1}$$

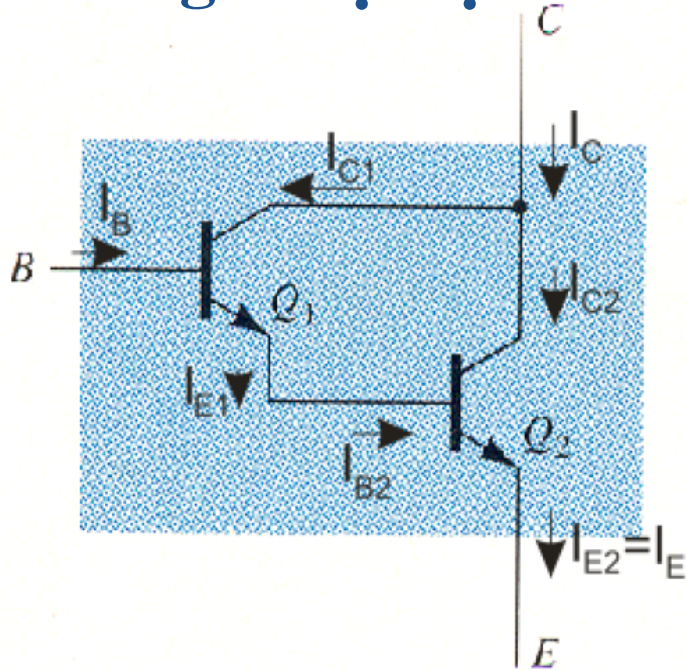
$$I_B = I_{B1}$$

$$I_C = [\beta_1 \beta_2 + (\beta_1 + \beta_2)] I_B$$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \beta_1 \beta_2 + \beta_1 + \beta_2 \cong \beta_1 \beta_2$$

Hệ số khuếch đại lớn chính là ưu điểm của mạch

8.5. Mạch khuếch đại ghép DARLINGTON xét giá trị điện trở ngõ vào



$$r_e \approx \frac{V_T}{I_E} \approx \frac{0.026}{I_E} \Omega$$

$$I_{C2} \approx I_{E2} \rightarrow r_{e2} \approx \frac{0.026}{I_{C2}} \Omega$$

$$I_C = I_{C1} + I_{C2} \approx I_{C2} \rightarrow r_{e2} \approx \frac{0.026}{I_C} \Omega$$

điện trở nhìn vào từ cực B của Q2

và

$$r_{e1} \approx \frac{0.026}{I_{E1}} \Omega$$

$$I_{E2} \approx \beta_2 I_{B2} = \beta_2 I_{E1}$$

Vậy

$$r_{e1} \approx \beta_2 \left(\frac{0.026}{I_{E2}} \right) = \beta_2 r_{e2}$$

$$h_{ie2} \approx \beta_2 r_{e2}$$

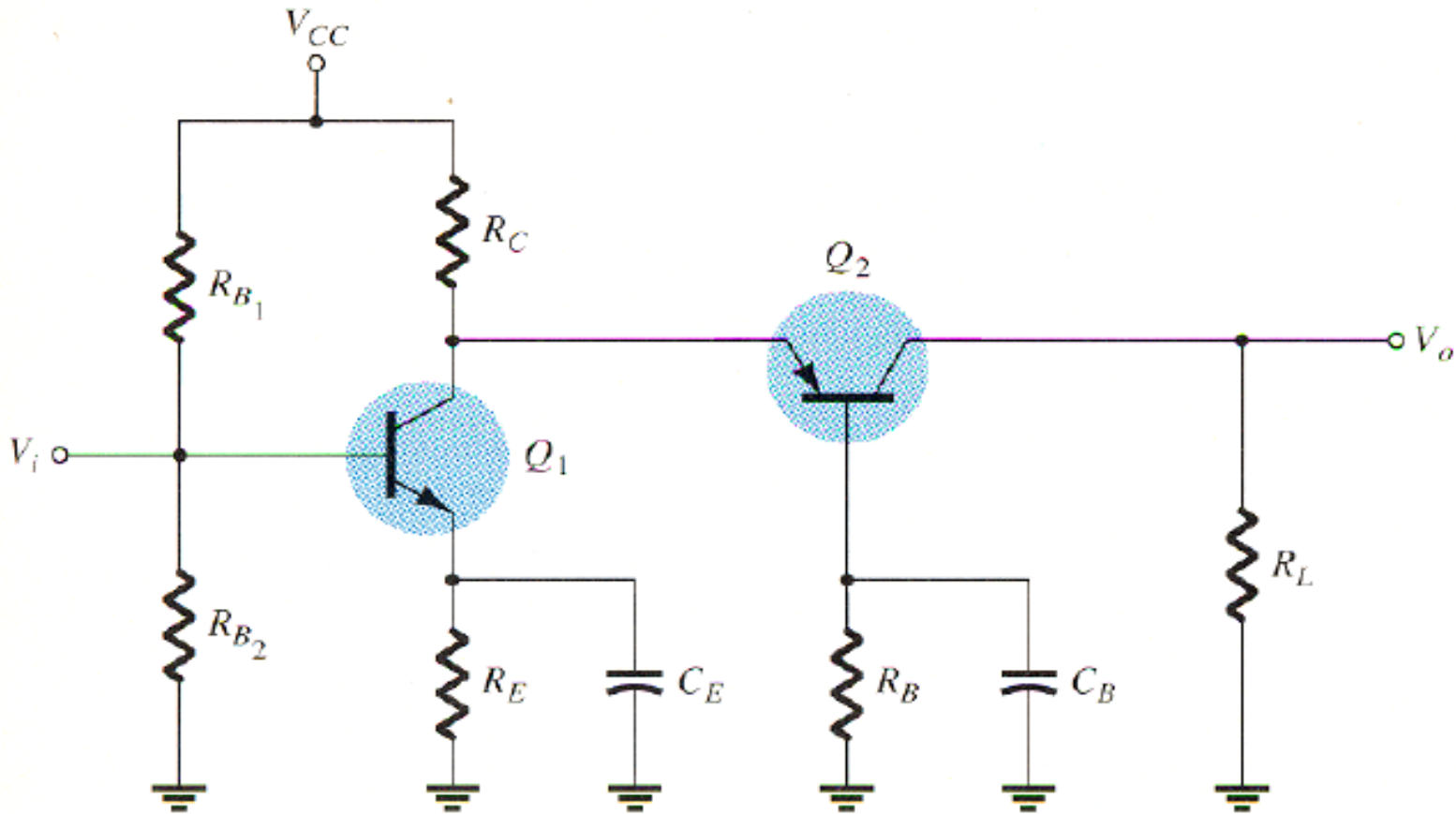
$$h_{ie} = \beta_1 (r_{e1} + \beta_2 r_{e2}) \approx 2\beta_1 \beta_2 r_{e2}$$

hay

$$r_e = \frac{h_{ie}}{\beta} = \frac{2\beta_1 \beta_2 r_{e2}}{\beta_1 \beta_2} = 2r_{e2}$$

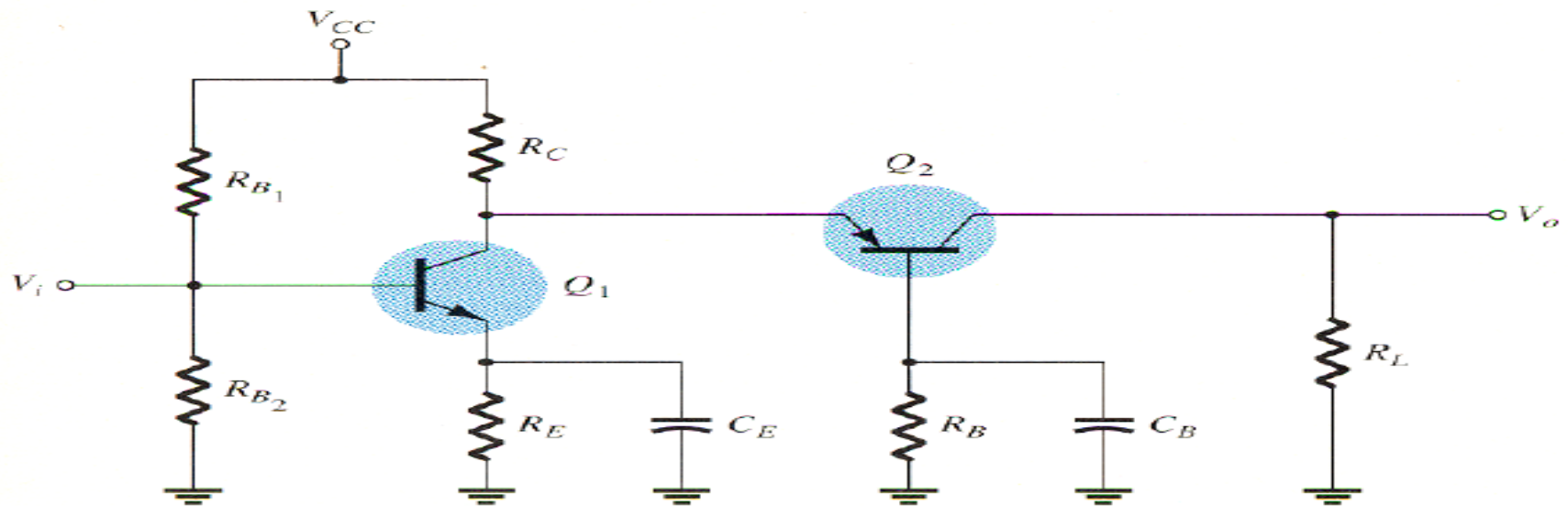
Điện trở ngõ vào lớn là ưu điểm của mạch

8.6. Mạch khuếch đại ghép CASECODE



Là một dạng ghép trực tiếp nhưng gồm một transistor mắc CE lái trực tiếp một transistor mắc CB. Loại này có nhiều lợi điểm ở tần số cao.

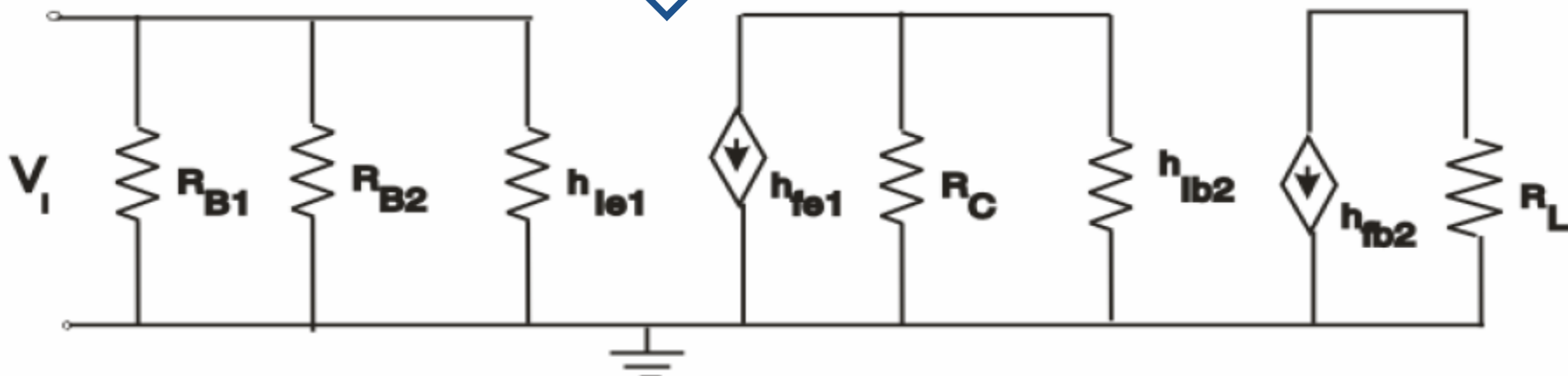
8.6. Mạch khuếch đại ghép CASECODE



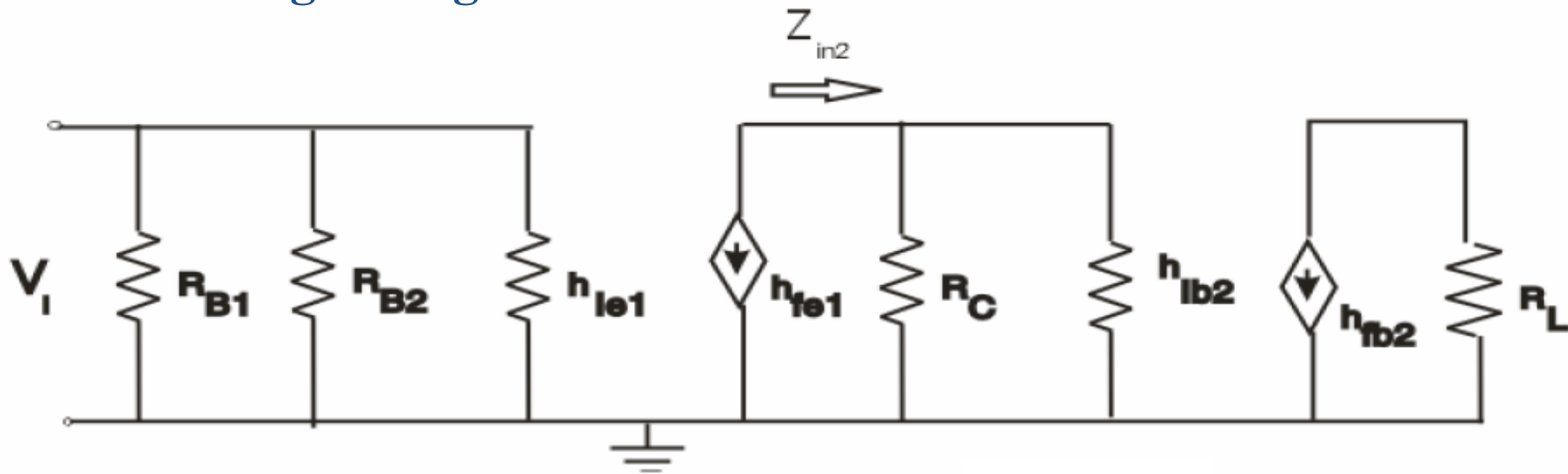
Sơ đồ tương đương



Z_{in2}



Sơ đồ tương đương



$$Z_{in2} = h_{ib2} = r_{e2}$$

Mà $R_{L1} = Z_{in2}$

Nếu $r_{e2} \ll R_C$,

$$A_{v1} \approx -\frac{h_{fe1}(R_{L1} // R_C)}{h_{ie1}} = -\frac{h_{fe1}r_{e2}}{h_{ie2}} = -\frac{r_{e2}}{r_{e1}}$$

Vậy

$$A_{v1} \approx -\frac{h_{fe1}(R_{L1} // R_C)}{h_{ie1}}$$

Nếu 2 transistor Q_1 và Q_2 có cùng thông số.

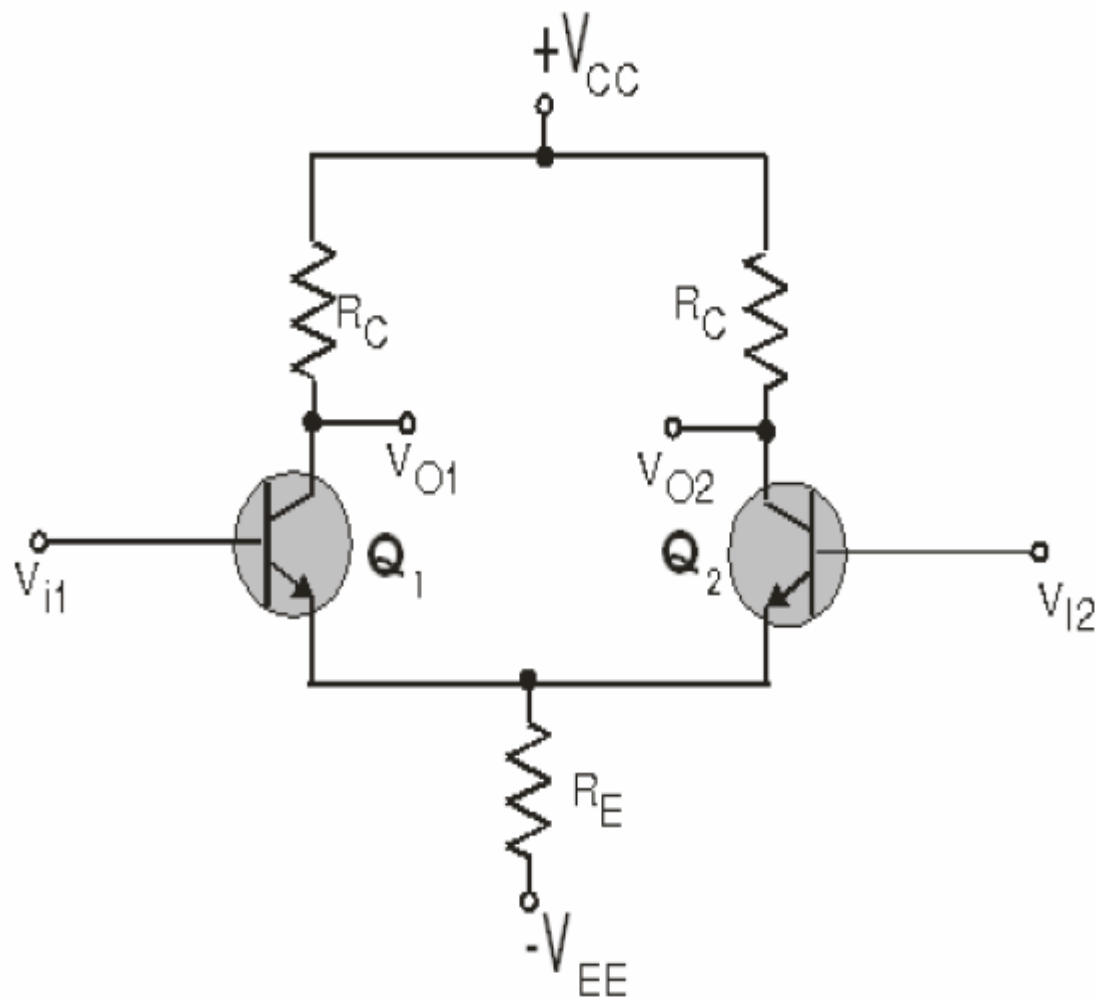
$$A_{v1} \approx -1$$

$$A_{v2} \approx -\frac{R_L}{r_{e2}}$$



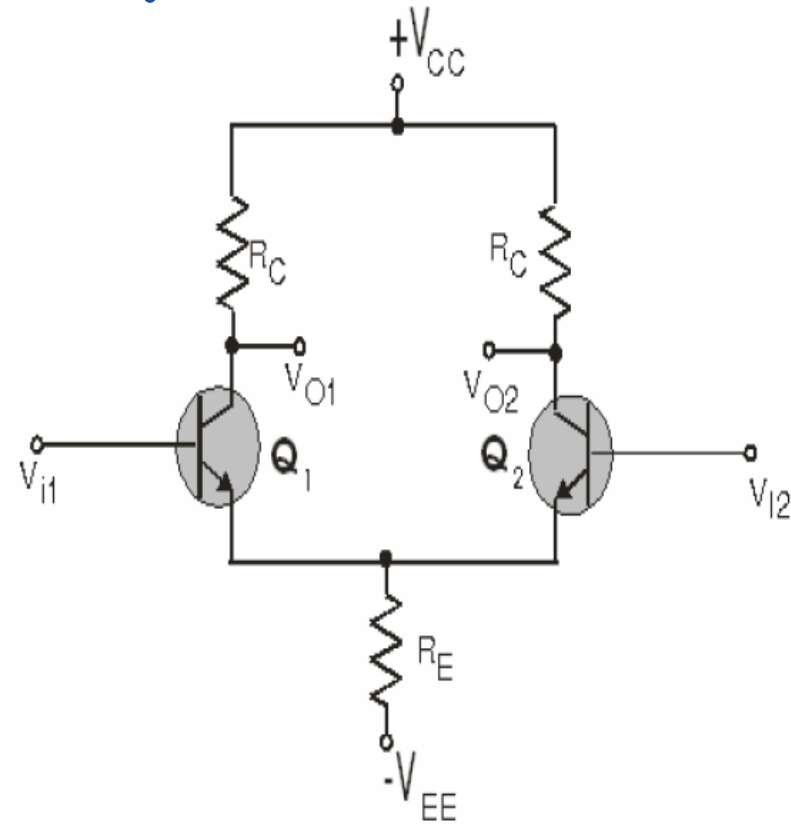
$$A_v = A_{v1}A_{v2} = -A_{v2}$$

8.6. Mạch khuếch đại ghép vi sai



8.6. Mạch khuếch đại ghép vi sai

Đặc điểm của khuếch đại vi sai



Có 2 phương pháp lấy tín hiệu:

- Lấy tín hiệu giữa 2 cực thu .
- Lấy tín hiệu giữa cực thu và mass.

Tín hiệu cách chung

$$v_{ic1} = v_{ic2} = v_{ic}$$

Tín hiệu vi sai

$$v_{id1} = -v_{id2} = v_{id} / 2$$

- ❖ $V_{CC} = V_{EE}$, $R_{C1} = R_{C2} = R_C$
- ❖ Q1 giống Q2
- ❖ Hai mạch đối xứng nhau ,E chung
- ❖ Có 2 ngõ vào và hai ngõ ra

8.6. Mạch khuếch đại ghép vi sai

Phân cực DC cho mạch

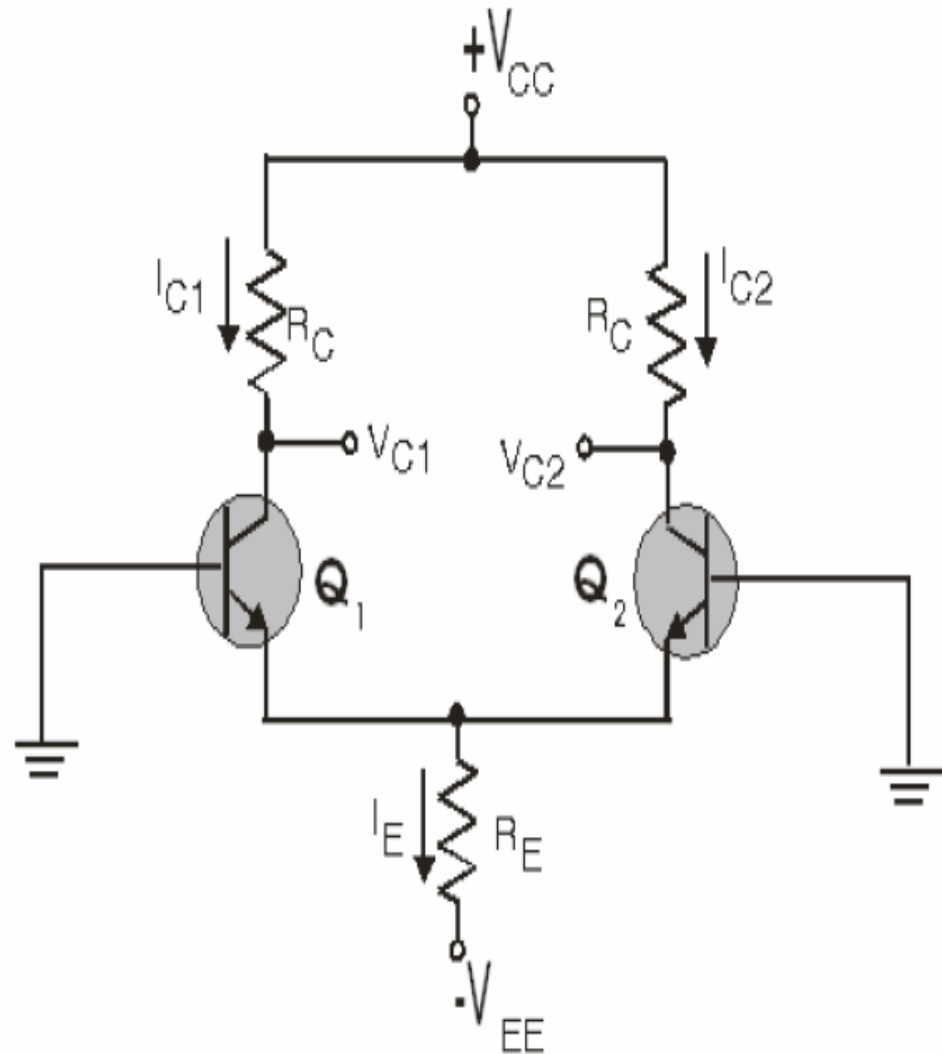
$$V_E = 0 - V_{BE} = -0,7(V)$$

$$I_E = \frac{V_E - (-V_{EE})}{R_E} \approx \frac{V_{EE} - 0,7}{R_E}$$

Vậy

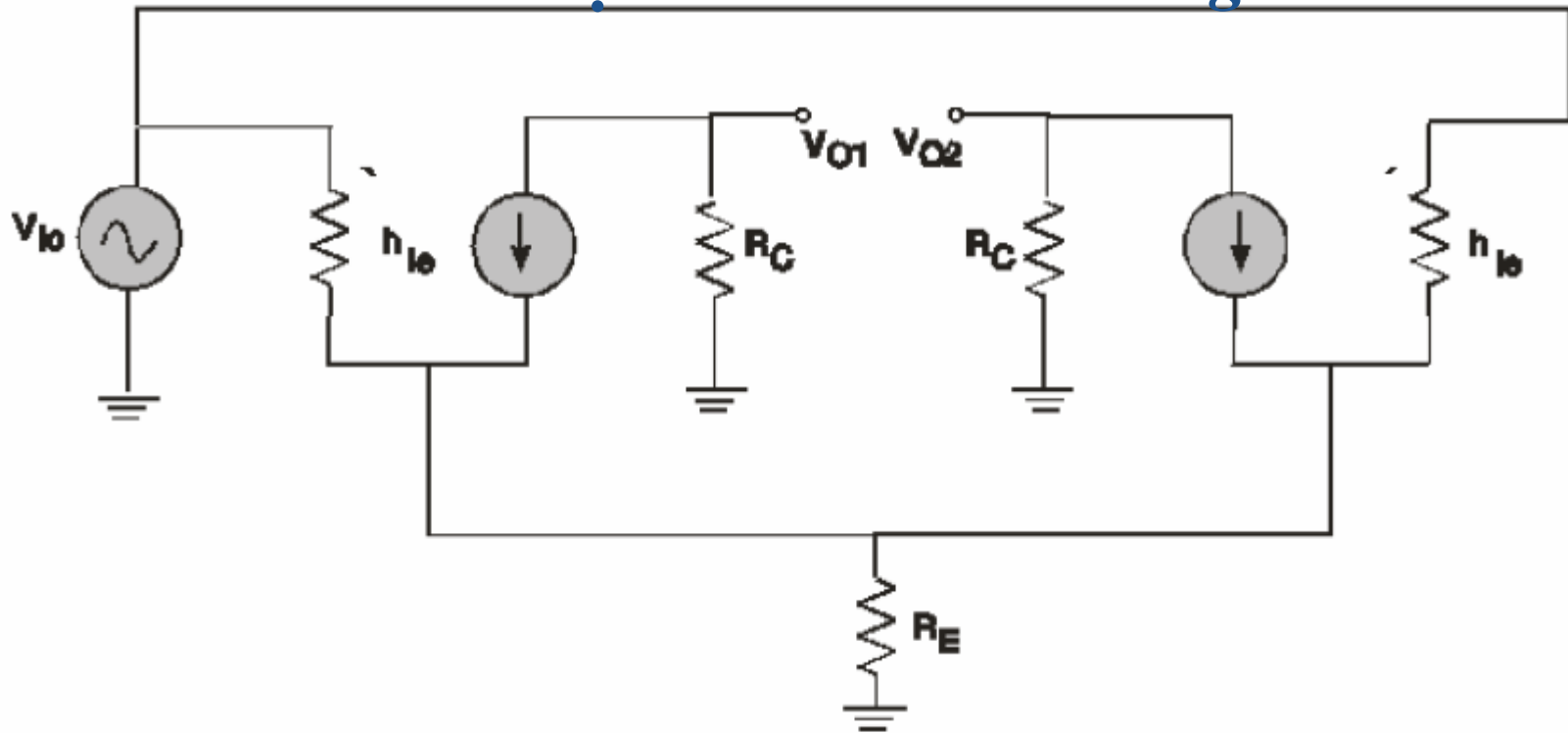
$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_E}{2}$$

$$V_{CE1} = V_{CE2} = V_{CC} + V_{EE} - \frac{I_E}{2} R_C - I_E R_E$$



8.6. Mạch khuếch đại ghép vi sai

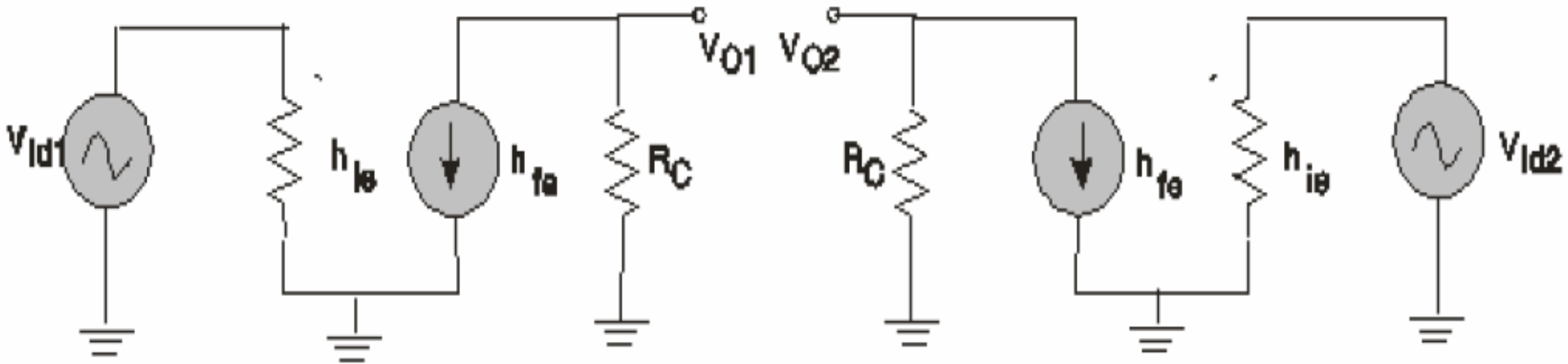
Mạch tương đương tín hiệu nhỏ của mạch vi sai với tín hiệu vào là cách chung



$$v_{O1} = v_{O2} = -h_{fe}R_C$$

$$A_{VC1} = A_{VC2} = A_C = \frac{v_o}{v_c} = -\frac{h_{fe}R_C}{h_{ie} + 2(h_{fe} + 1)R_E}$$

Mạch tương đương tín hiệu nhỏ của mạch vi sai với tín hiệu vào là vi sai



Tín hiệu vi sai tầng
1

$$A_{vd1} = \frac{v_o}{v_{id1}} = -\frac{h_{fe}R_C}{h_{ie}}$$

Tín hiệu vi sai tầng
2

$$A_{vd2} = \frac{V_o}{V_{id2}} = -\frac{h_{fe}R_C}{h_{ie}}$$

Đặt

$$A_d = -\frac{h_{fe}R_C}{h_{ie}}$$

Vì
vậy

$$v_{O1} = A_C v_{iC} + A_d v_{id}/2$$

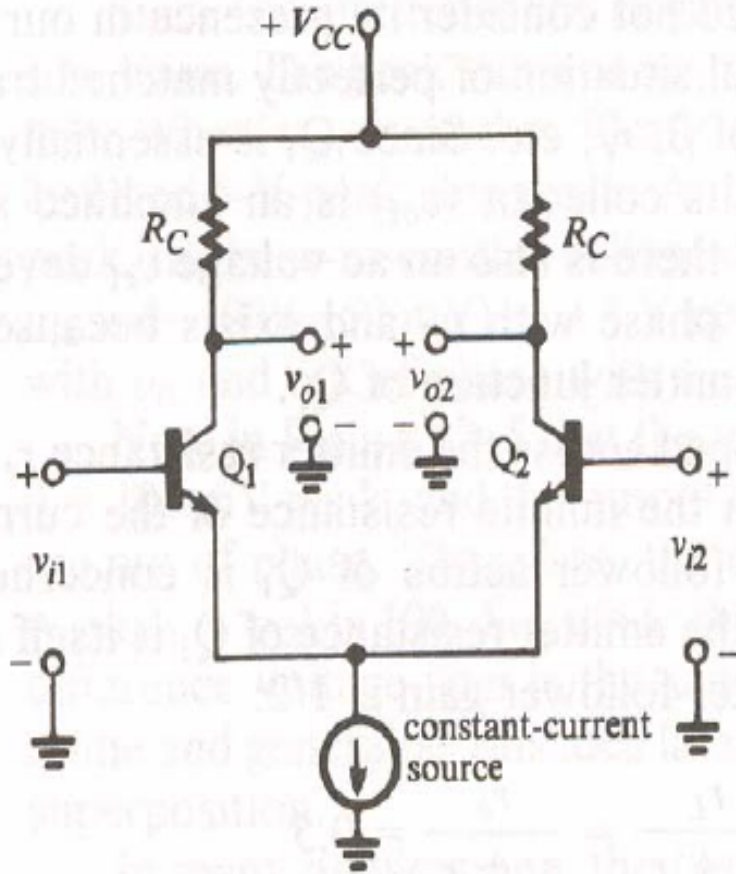
$$v_{O2} = A_C v_{iC} - A_d v_{id}/2$$



$$v_{O12} = v_{O1} - v_{O2} = A_d v_{id}$$

8.6. Mạch khuếch đại ghép vi sai

Tỉ số triệt tín hiệu đồng pha (CMRR: Common Mode Rejection Ratio)



$$CMRR = 20 \lg \frac{A_d}{A_c}$$

Để tăng CMRR biện pháp thường dùng là thay bằng nguồn dòng

Thank You !