
ET3230 Điện tử tương tự I

Bài giảng: Hồi tiếp

Nội dung

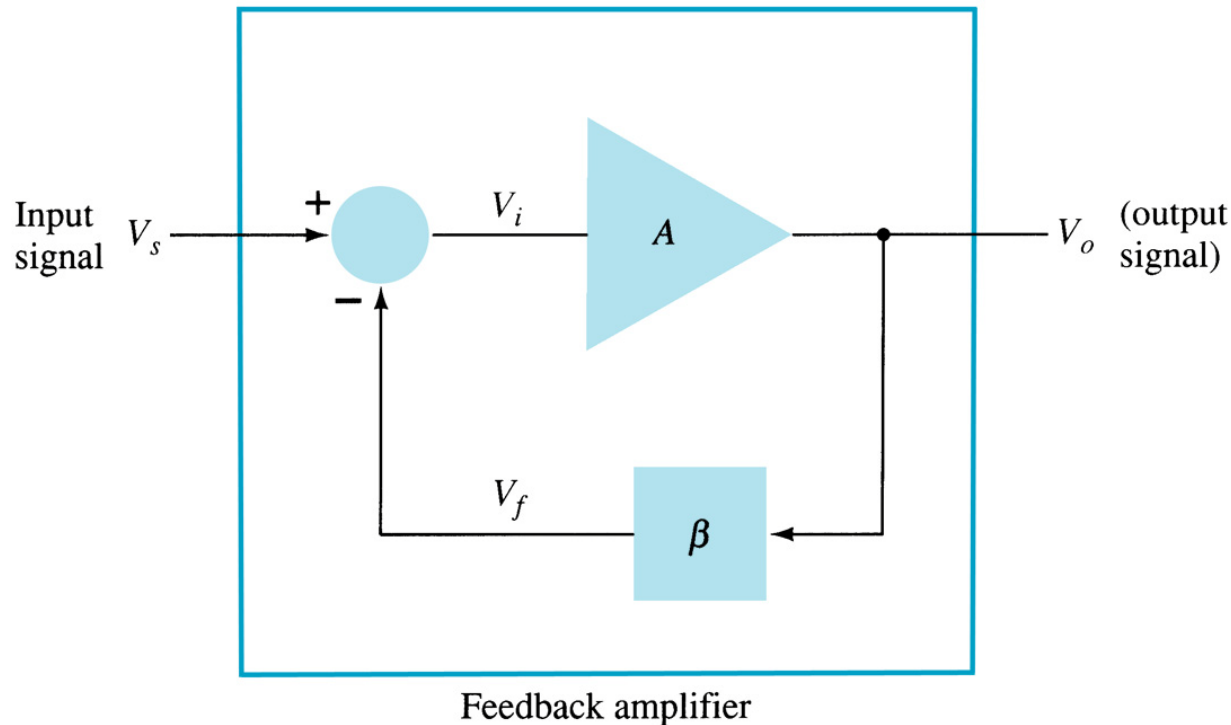
- 9.1 Khái niệm về hồi tiếp
- 9.2 Các phương pháp hồi tiếp
 - Nối tiếp điện áp
 - Song song điện áp
 - Nối tiếp dòng điện
 - Song song dòng điện
- 9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch khuếch đại
- 9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

9.1 Khái niệm về hồi tiếp

- Hồi tiếp:
 - Lấy 1 phần tín hiệu đầu ra đưa trở lại đầu vào, làm thay đổi đầu vào
- Phụ thuộc vào cực tính của tín hiệu hồi tiếp ta có
 - Hồi tiếp âm
 - Hồi tiếp dương => các mạch dao động (ĐTTT2)

9.1 Khái niệm về hồi tiếp

- Sơ đồ khối của bộ khuếch đại có hồi tiếp âm



β Hệ số hồi tiếp

9.1 Khái niệm về hồi tiếp

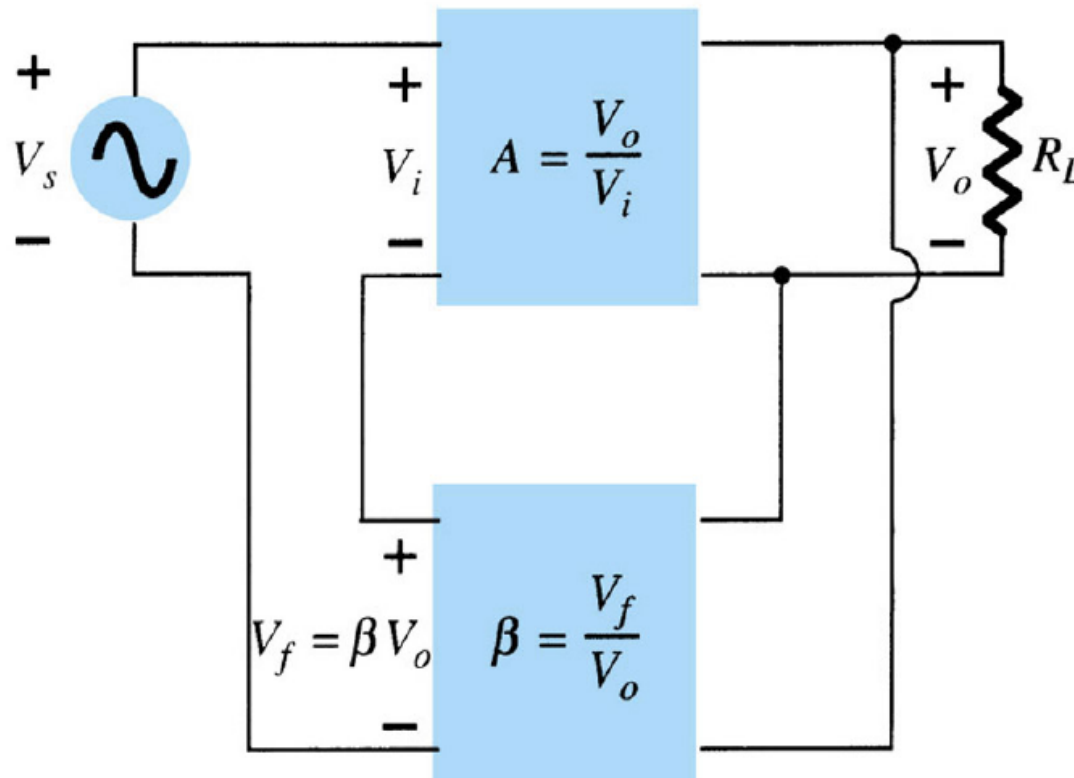
- Hồi tiếp âm: làm giảm HSKĐ nhưng mang lại nhiều ưu điểm
 - Tăng trở kháng vào
 - Giảm trở kháng ra
 - Ổn định HSKĐ điện áp
 - Cải thiện đáp ứng tần số
 - Giảm nhiễu
 - Mở rộng vùng hoạt động tuyến tính

9.2 Các phương pháp hồi tiếp

- Dựa vào cách lấy tín hiệu đầu ra đưa hồi tiếp lại đầu vào: hồi tiếp dòng điện, hồi tiếp điện áp
- Dựa vào cách ghép tín hiệu hồi tiếp về đầu vào: Hồi tiếp nối tiếp, hồi tiếp song song
- Có 4 loại:
 - Hồi tiếp nối tiếp điện áp
 - Hồi tiếp song song điện áp
 - Hồi tiếp nối tiếp dòng điện
 - Hồi tiếp song song dòng điện

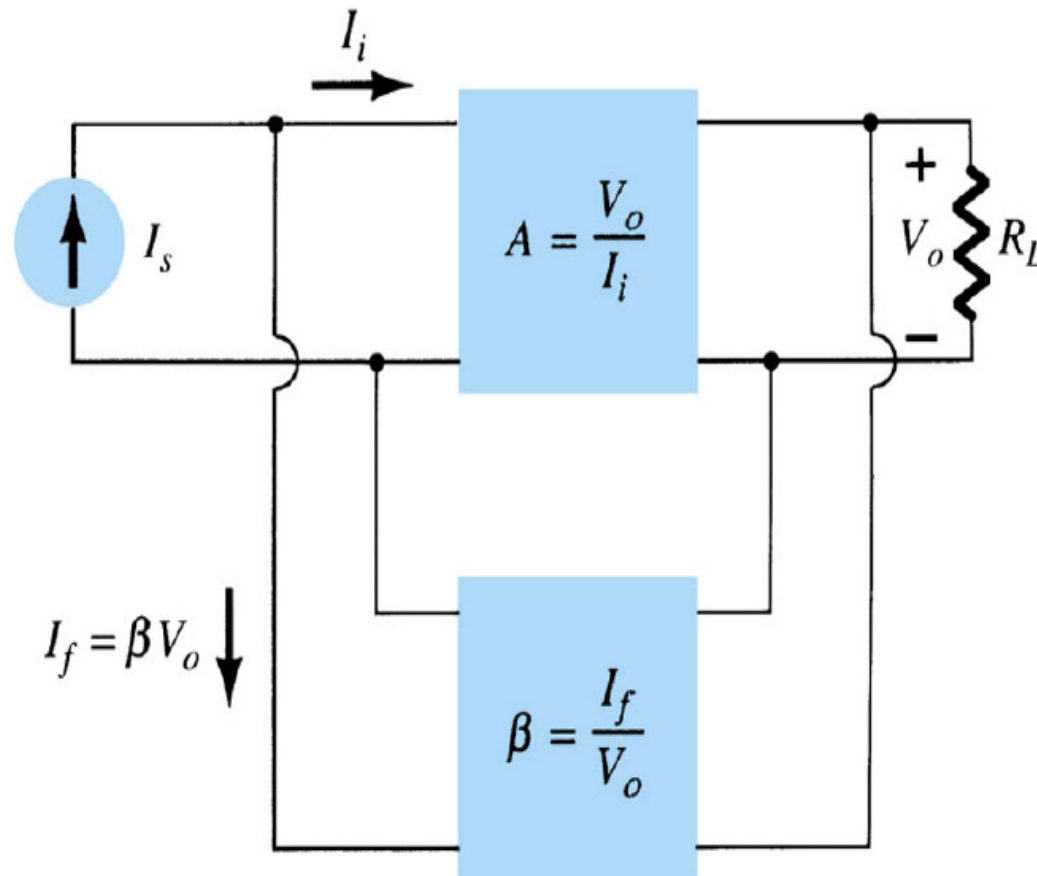
9.2.1 Hồi tiếp nối tiếp điện áp

- Tín hiệu hồi tiếp tỷ lệ với điện áp đầu ra và nối tiếp với tín hiệu vào



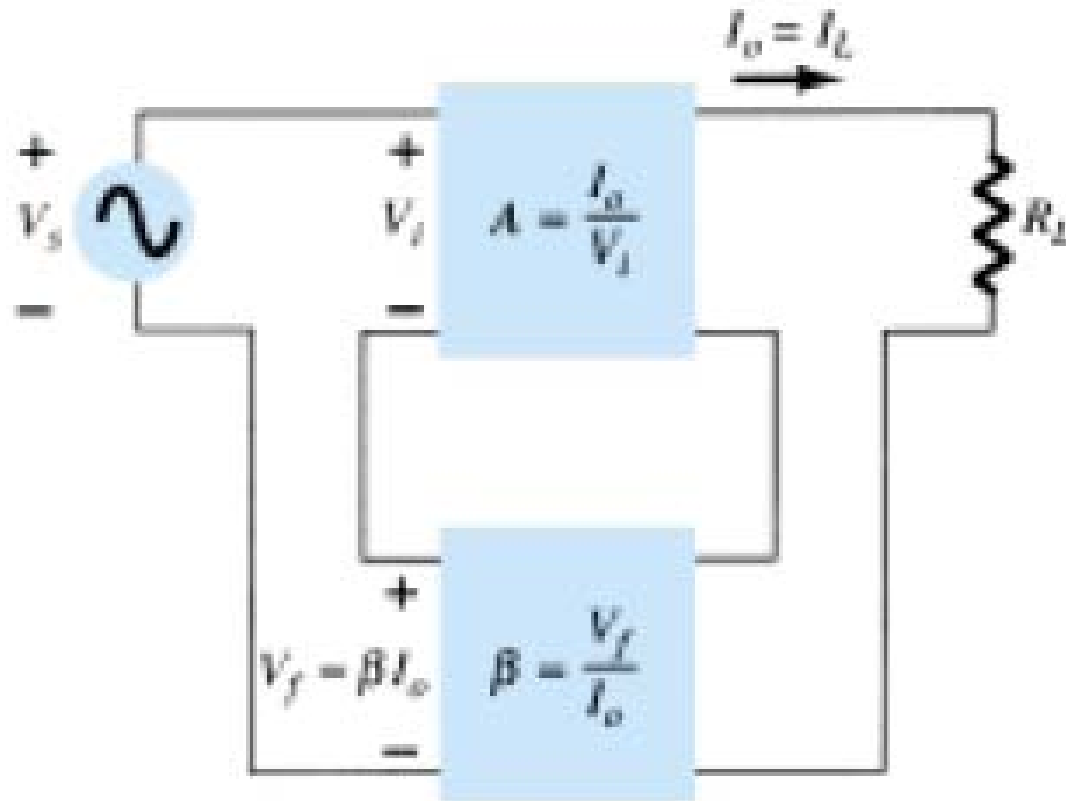
9.2.2 Hồi tiếp song song điện áp

- Tín hiệu hồi tiếp tỷ lệ với điện áp đầu ra và song song với tín hiệu vào



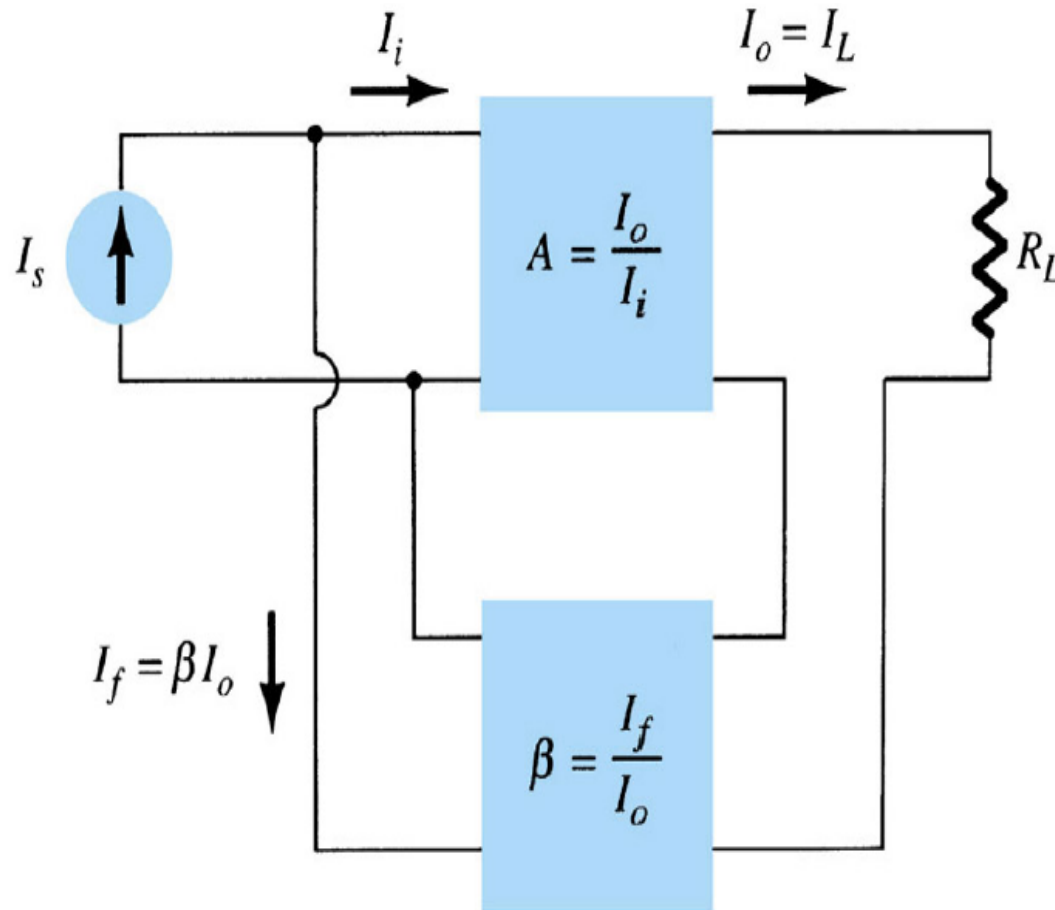
9.2.3 Hồi tiếp nối tiếp dòng điện

- Tín hiệu hồi tiếp tỷ lệ với dòng điện đầu ra và nối tiếp với tín hiệu vào



9.2.4 Hồi tiếp song song dòng điện

- Tín hiệu hồi tiếp tỷ lệ với dòng điện đầu ra và song song với tín hiệu vào



9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

		Nối tiếp điện áp	Song song điện áp	Nối tiếp dòng điện	Song song dòng điện
HSKĐ không có hồi tiếp	A	$\frac{V_o}{V_i}$	$\frac{V_o}{I_i}$	$\frac{I_o}{V_i}$	$\frac{I_o}{I_i}$
HS hồi tiếp	β	$\frac{V_f}{V_o}$	$\frac{I_f}{V_o}$	$\frac{V_f}{I_o}$	$\frac{I_f}{I_o}$
HSKĐ khi có hồi tiếp	A_f	$\frac{V_o}{V_s}$	$\frac{V_o}{I_s}$	$\frac{I_o}{V_s}$	$\frac{I_o}{I_s}$

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng của hồi tiếp đối với HSKĐ
 - Chỉ phụ thuộc vào loại hồi tiếp nối tiếp hay song song
 - Không phụ thuộc vào hồi tiếp dòng điện hay hồi tiếp điện áp

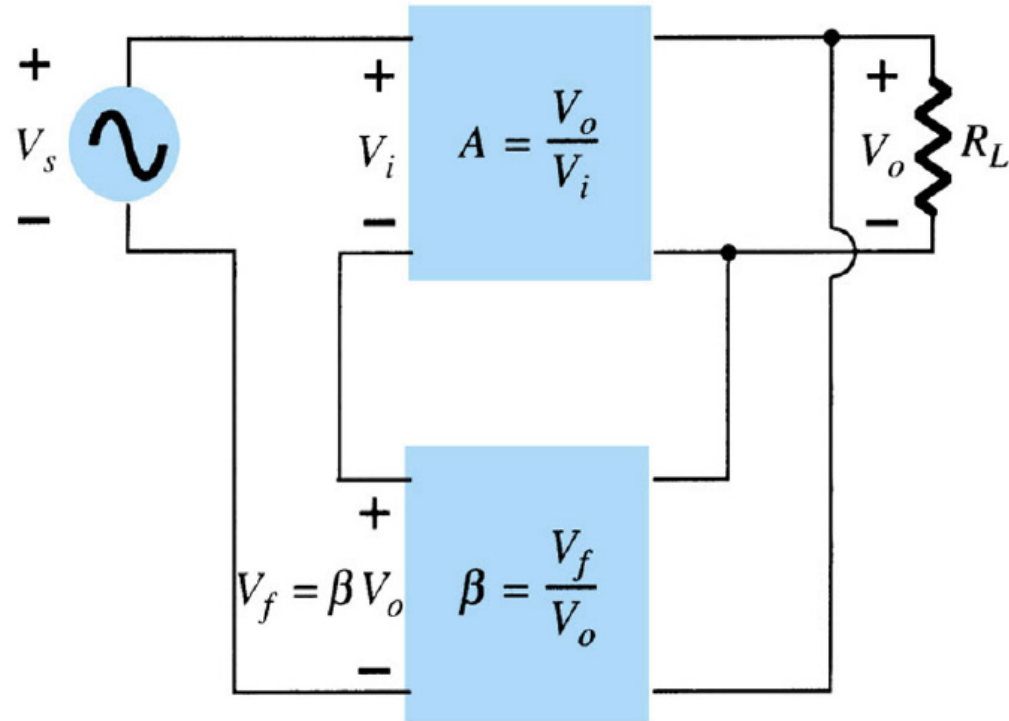
9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng của hồi tiếp đối với HSKĐ
 - Chỉ phụ thuộc vào loại hồi tiếp nối tiếp hay song song
 - Không phụ thuộc vào hồi tiếp dòng điện hay hồi tiếp điện áp
 - Ta xét loại hồi tiếp **điện áp**

Ảnh hưởng của hồi tiếp đối với HSKĐ

- Hồi tiếp điện áp nối tiếp

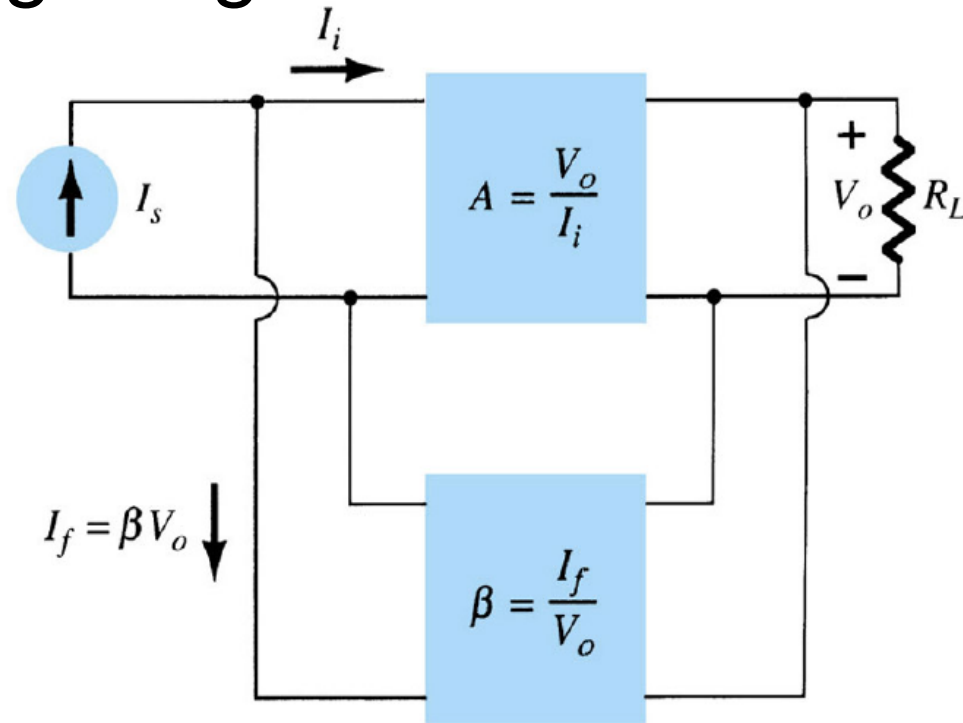
$$\begin{aligned}V_i &= V_s - V_f \\V_o &= AV_i \\V_f &= \beta V_o \\ \Rightarrow A_f &= \frac{V_o}{V_s} = \frac{A}{1 + \beta A}\end{aligned}$$



Ảnh hưởng của hồi tiếp đối với HSKĐ

- Hồi tiếp điện áp song song

$$\begin{aligned} I_s &= I_i + I_f \\ V_o &= A I_i \\ I_f &= \beta V_o \\ \Rightarrow A_f &= \frac{V_o}{I_s} = \frac{A}{1 + \beta A} \end{aligned}$$

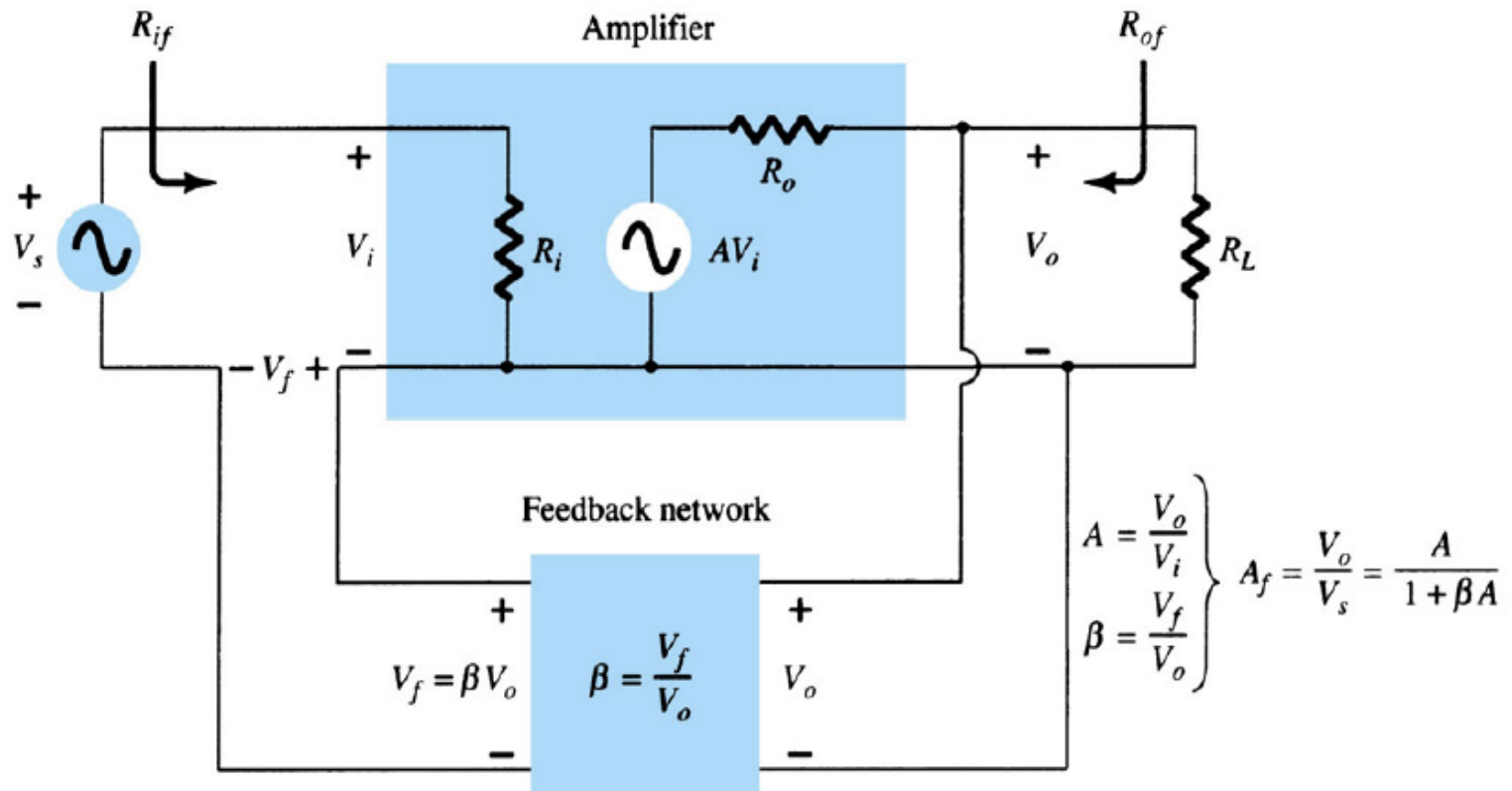


Hệ số KĐ khi có hồi tiếp sẽ giảm đi $g = 1 + \beta A$ lần so với khi không có hồi tiếp; hệ số g được gọi là **độ sâu hồi tiếp**

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng của hồi tiếp đến trở kháng vào
 - Chỉ phụ thuộc vào loại hồi tiếp nối tiếp hay song song
 - Không phụ thuộc vào hồi tiếp dòng điện hay hồi tiếp điện áp
 - Ta xét loại hồi tiếp điện áp

Hồi tiếp nối tiếp điện áp



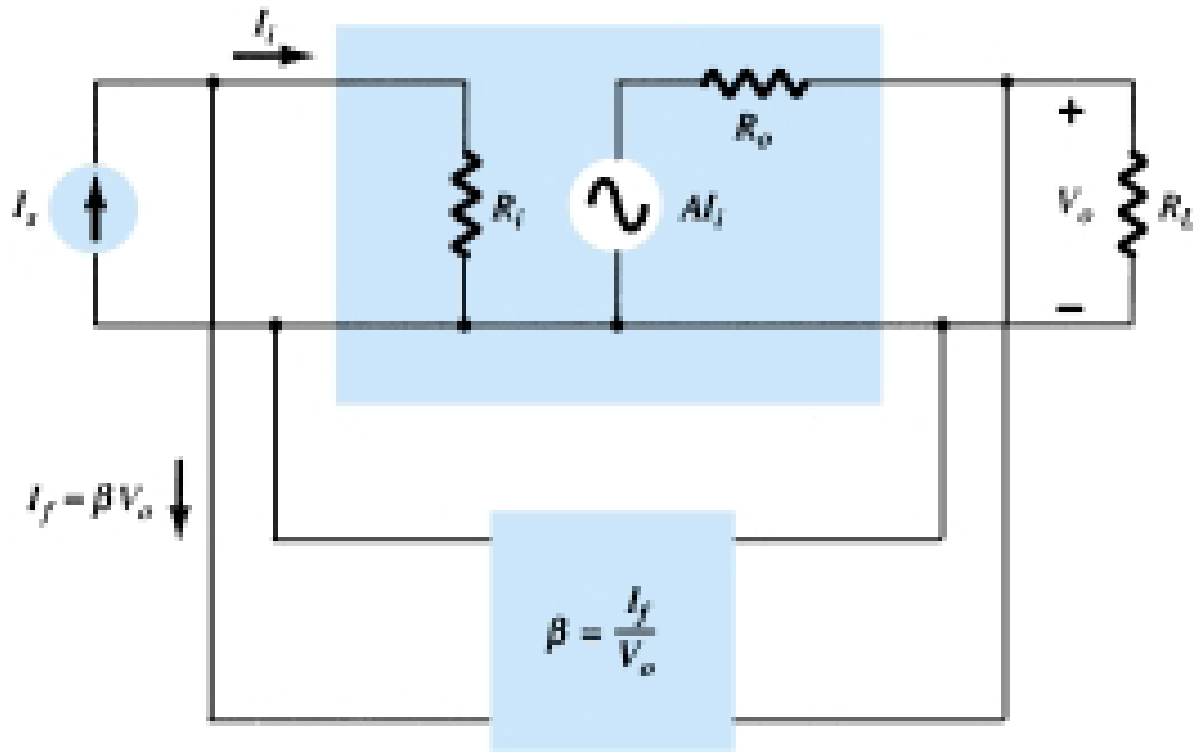
$$V_s = V_i + V_f$$

$$V_i = I_i Z_i$$

$$V_f = \beta V_o = \beta A V_i$$

$$\Rightarrow Z_{if} = \frac{V_s}{I_i} = Z_i (1 + \beta A)$$

Hồi tiếp song song điện áp



$$I_s = I_i + I_f$$

$$V_o = AI_i$$

$$I_f = \beta V_o$$

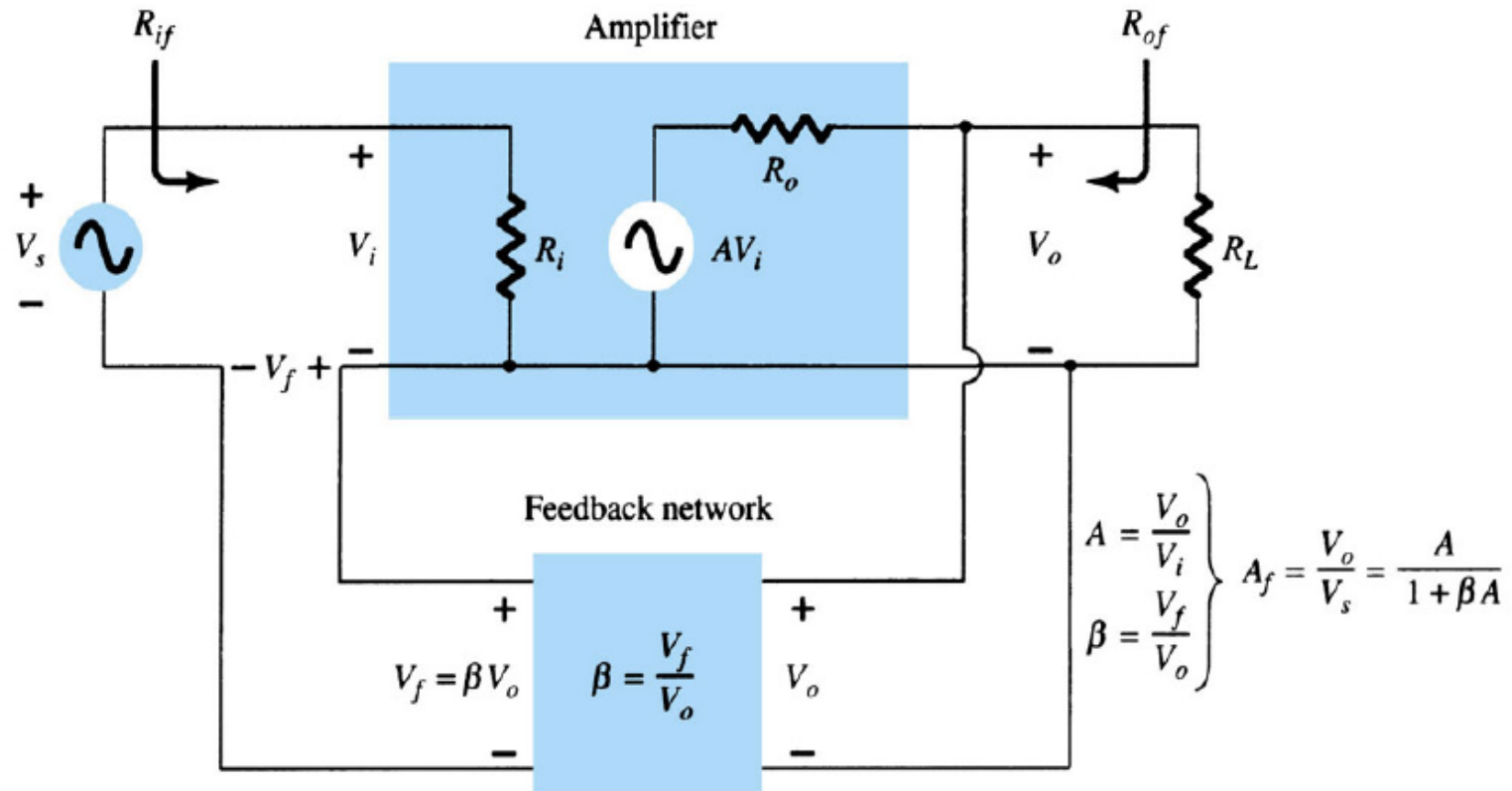
$$I_f = \beta V_o$$

$$\Rightarrow Z_{if} = \frac{V_i}{I_s} = \frac{Z_i}{1 + \beta A}$$

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng của hồi tiếp đến trở kháng ra
 - Chỉ phụ thuộc vào hồi tiếp dòng điện hay hồi tiếp điện áp
 - Không phụ thuộc vào loại hồi tiếp nối tiếp hay song song
 - Ta xét loại hồi tiếp nối tiếp

Hồi tiếp nối tiếp điện áp



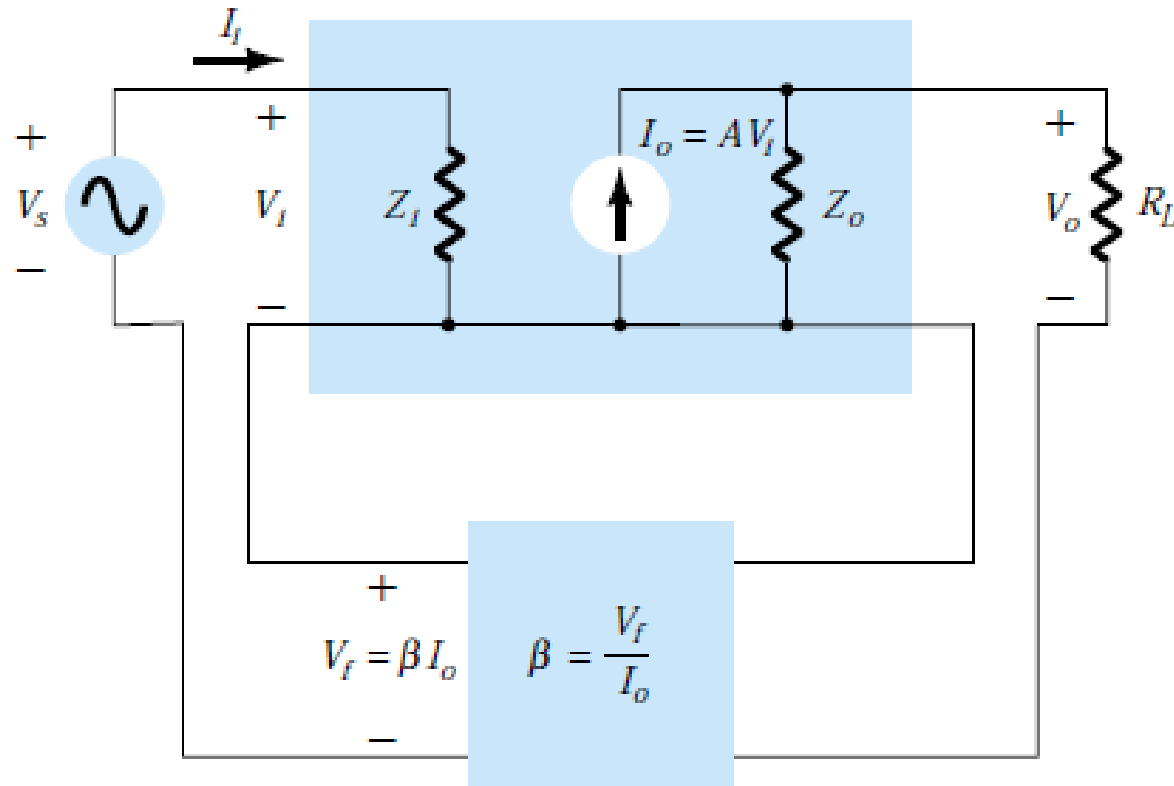
$$V = IZ_o + AV_i$$

$$V_s = 0 \Rightarrow V_i = -V_f$$

$$V_f = \beta V_o$$

$$\Rightarrow Z_{of} = \frac{V}{I} = \frac{Z_o}{1 + \beta A}$$

Hồi tiếp nối tiếp dòng điện



$$V_s = 0 \Rightarrow V_i = -V_f$$

$$V_f = \beta I_o$$

$$I = \frac{V}{Z_o} - AV_i$$

$$\Rightarrow Z_{of} = \frac{V}{I} = Z_o (1 + \beta A)$$

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng của hồi tiếp với trở kháng vào, trở kháng ra

	Nối tiếp điện áp	Nối tiếp dòng điện	Song song điện áp	Song song dòng điện
Z_{if}	$Z_i (1 + \beta A)$	$Z_i (1 + \beta A)$	$\frac{Z_i}{1 + \beta A}$	$\frac{Z_i}{1 + \beta A}$
Z_{of}	$\frac{Z_o}{1 + \beta A}$	$Z_o (1 + \beta A)$	$\frac{Z_o}{1 + \beta A}$	$Z_o (1 + \beta A)$

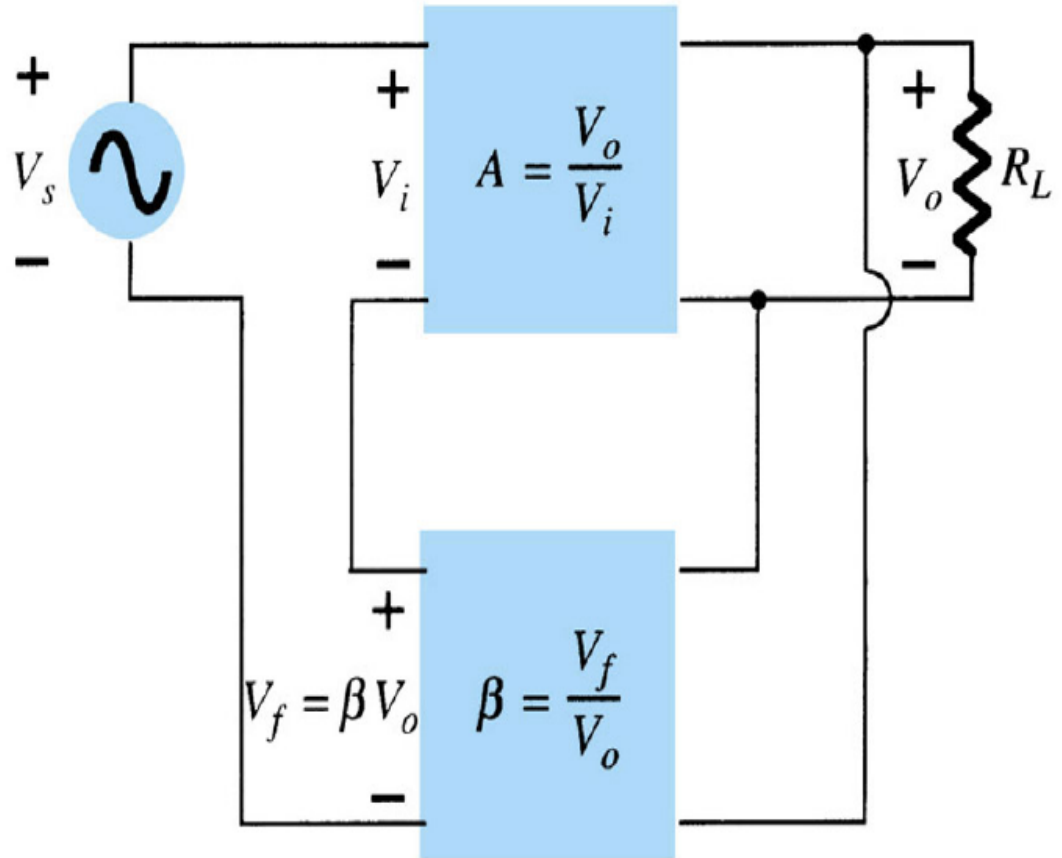
Hồi tiếp nối tiếp điện áp

$$A = \frac{V_o}{V_i}$$
$$\beta = \frac{V_f}{V_o}$$

$$A_f = \frac{V_o}{V_s} = \frac{A}{1 + \beta A}$$

$$Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$$

$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 + \beta A}$$



Hồi tiếp song song điện áp

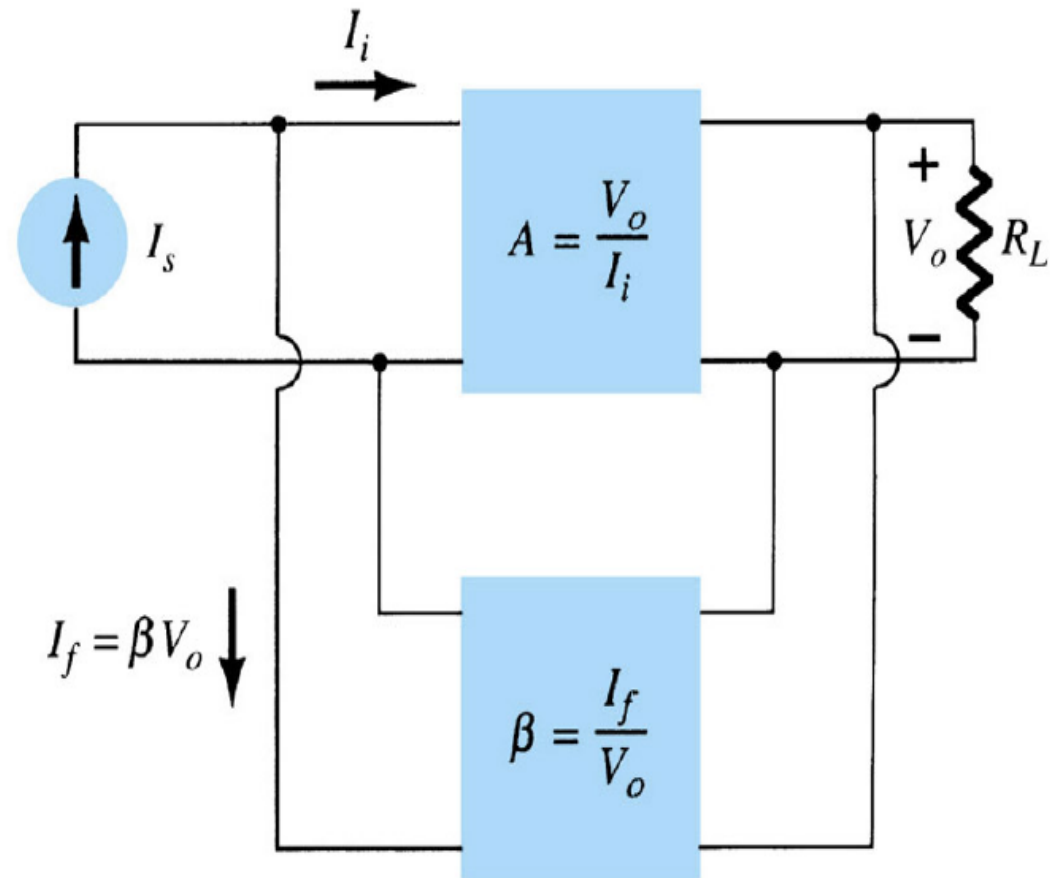
$$A = \frac{V_o}{I_i}$$

$$\beta = \frac{I_f}{V_o}$$

$$A_f = \frac{V_o}{I_s} = \frac{A}{1 + \beta A}$$

$$Z_{if} = \frac{Z_i}{1 + \beta A}$$

$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 + \beta A}$$



Hồi tiếp nối tiếp dòng điện

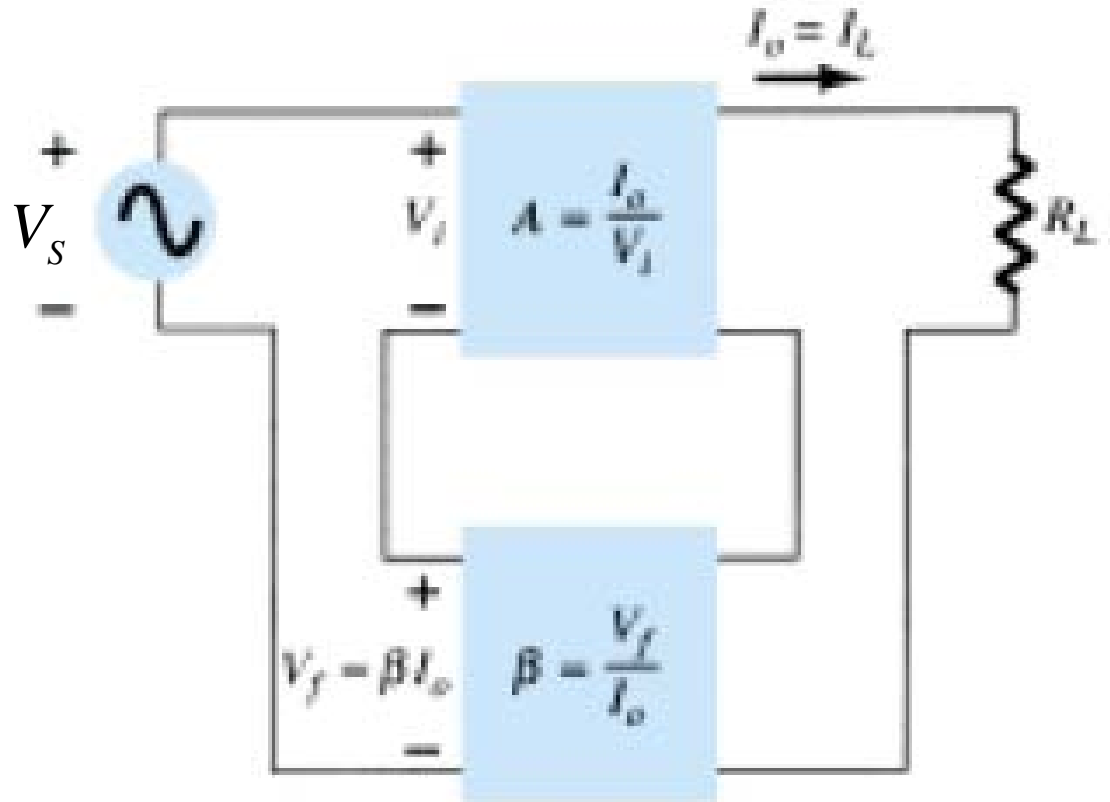
$$A = \frac{I_o}{V_i}$$

$$\beta = \frac{V_f}{I_o}$$

$$A_f = \frac{I_o}{V_s} = \frac{A}{1 + \beta A}$$

$$Z_{if} = Z_i (1 + \beta A)$$

$$Z_{of} = Z_o (1 + \beta A)$$



Hồi tiếp song song dòng điện

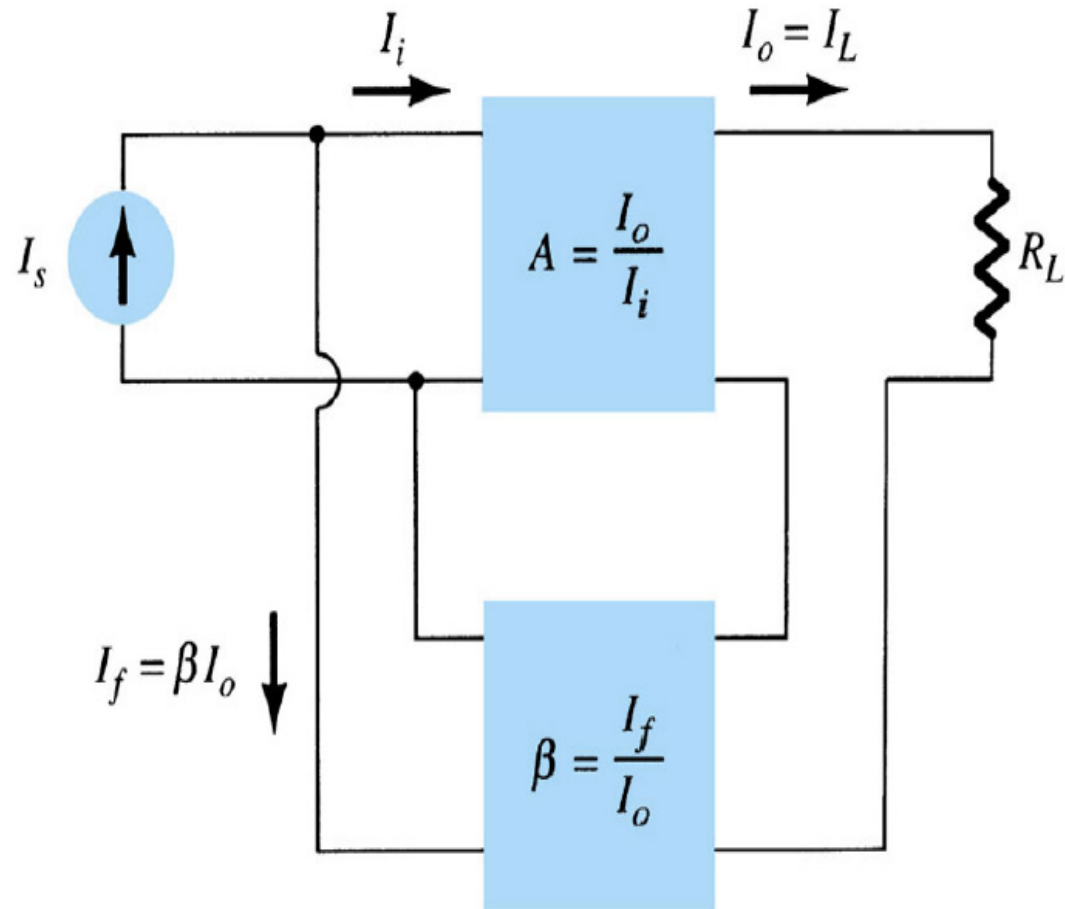
$$A = \frac{I_o}{I_i}$$

$$\beta = \frac{I_f}{I_o}$$

$$A_f = \frac{I_o}{I_s} = \frac{A}{1 + \beta A}$$

$$Z_{if} = \frac{Z_i}{1 + \beta A}$$

$$Z_{of} = \frac{Z_o}{1 + \beta A}$$



9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

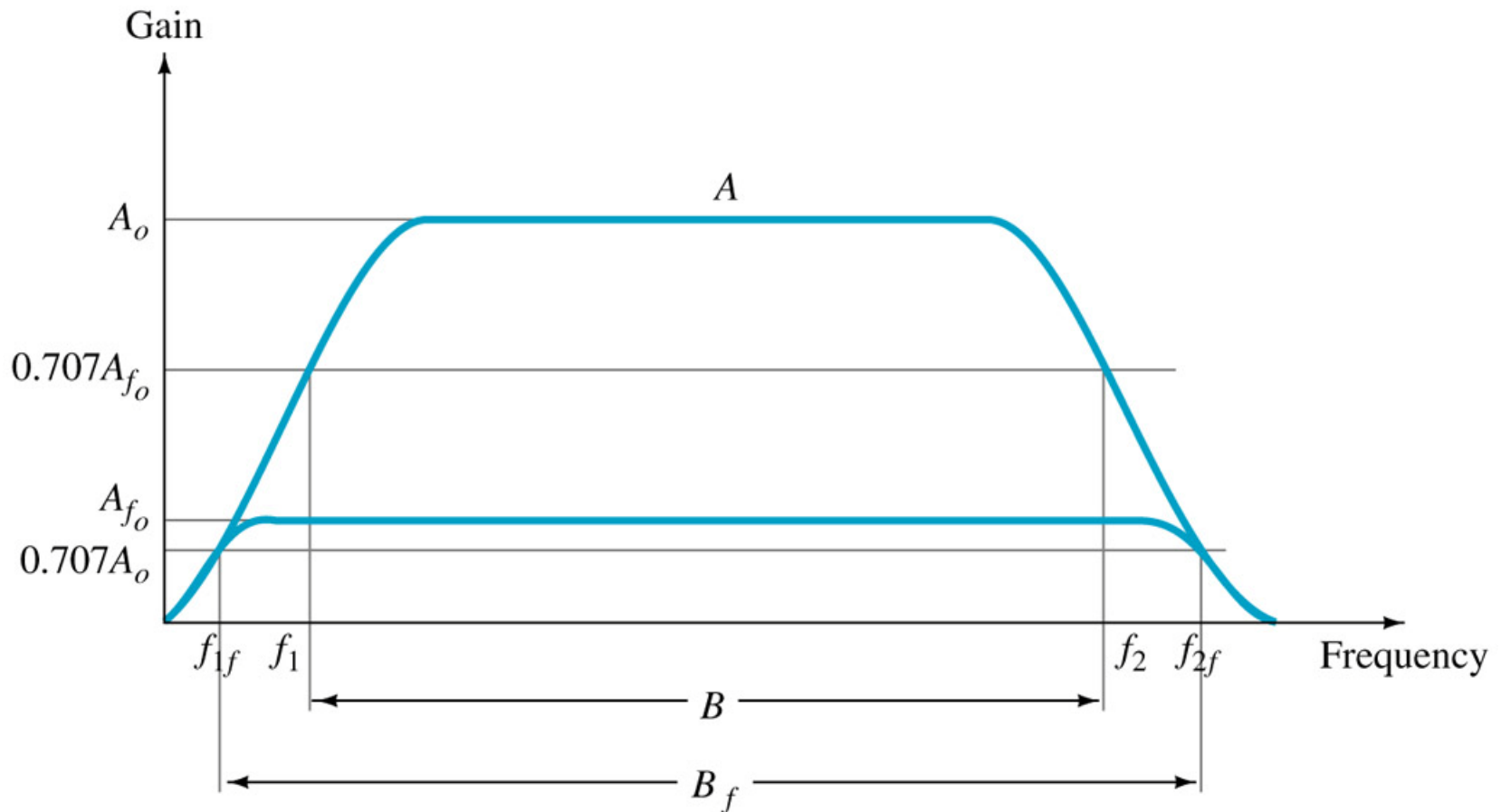
- Giảm méo tần số
 - Bộ KĐ có HT âm có $\beta A \gg 1$ thì hệ số KĐ có hồi tiếp sẽ là $A_f \approx 1/\beta$
 - Có thể xem như mạch chỉ đơn thuần là điện trở, HSKĐ khi có hồi tiếp không phụ thuộc vào tần số dù cho HSKĐ của bộ KĐ phụ thuộc vào tần số
 - Méo tần số được giảm đáng kể trong mạch có hồi tiếp âm điện áp

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Giảm tạp âm và méo phi tuyến
 - Khi có hồi tiếp sẽ làm giảm nhỏ tín hiệu nhiễu (ví dụ tiếng ù của nguồn cung cấp) và giảm nhỏ méo phi tuyến
 - Nhiều và đ méo phi tuyến giảm $1 + \beta A$ lần thì HSKĐ cũng giảm đi
 - Để có thể giảm được méo phi tuyến mà vẫn có HSKĐ cần thiết, có thể sử dụng phần tử có HSKĐ lớn

9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Dải tần khi có hồi tiếp
 - Hồi tiếp làm tăng dải tần của bộ KĐ $B_f > B$



9.3 Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

- Ảnh hưởng đến độ ổn định HSKĐ

$$\left| \frac{dA_f}{A_f} \right| = \frac{1}{|1 + \beta A|} \left| \frac{dA}{A} \right| \approx \frac{1}{|\beta A|} \left| \frac{dA}{A} \right| \quad \text{khi } \beta A \gg 1$$

- Mạch có hồi tiếp, HSKĐ có độ ổn định cao hơn mạch khi không có hồi tiếp với hệ số là $|\beta A|$

9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

- Phân tích mạch KĐ có hồi tiếp
 - Xác định loại hồi tiếp
 - Tính các tham số của mạch không có hồi tiếp

$$A, \beta, Z_i, Z_o$$

- Tính các tham số của mạch khi có hồi tiếp

$$A_f, Z_{if}, Z_{of}$$

9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

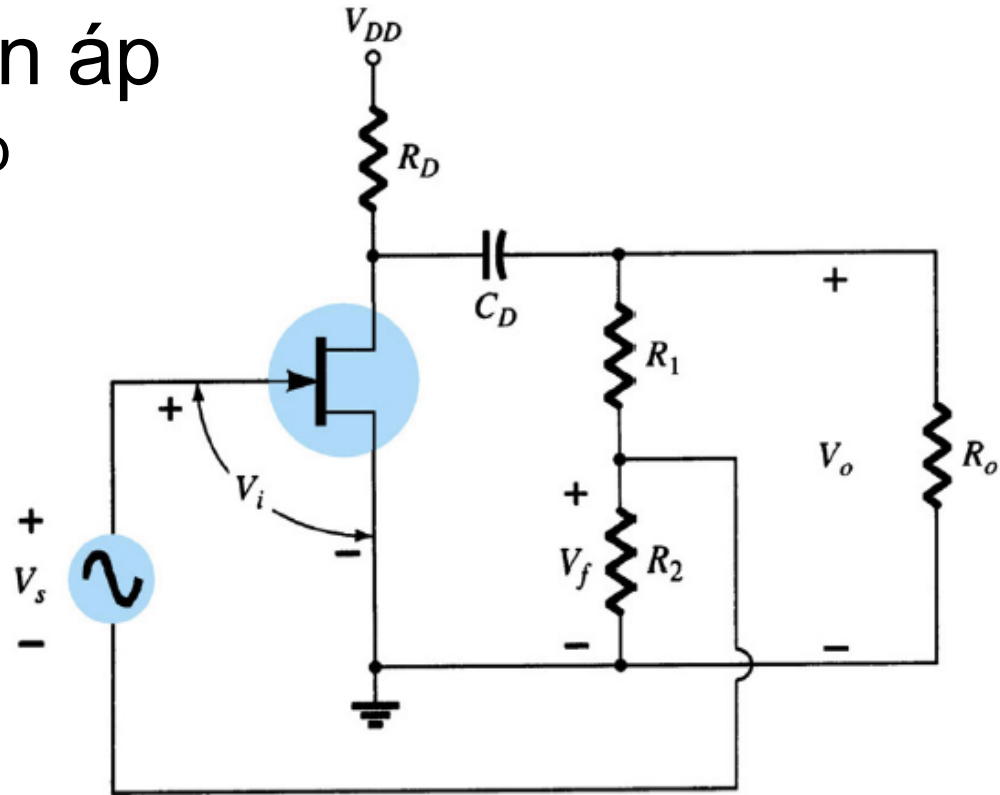
- Hồi tiếp nối tiếp điện áp

V_f điện áp phản hồi nối tiếp
với nguồn tín hiệu

$$A = \frac{V_o}{V_i} = -g_m R_L$$

$$R_L = R_D \parallel R_o \parallel (R_1 + R_2)$$

$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = \frac{-R_2}{R_1 + R_2}$$



$$A_f = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{-g_m R_L}{1 + \left[R_2 R_L / (R_1 + R_2) \right] g_m}$$

when $\beta A \gg 1$ $A_f \approx \frac{1}{\beta} = -\frac{R_1 + R_2}{R_2}$

9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

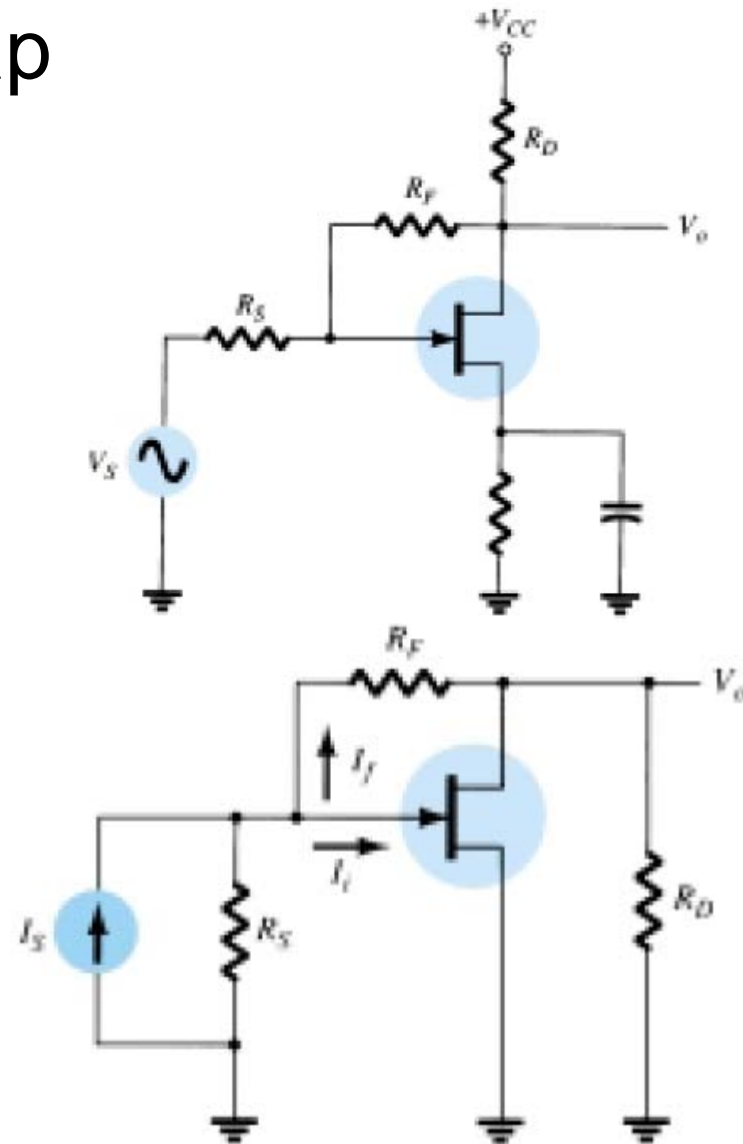
- Hồi tiếp song song điện áp

$$A = \frac{V_o}{V_i} \approx -g_m R_D R_S$$

$$\beta = \frac{I_f}{V_o} = \frac{-1}{R_F}$$

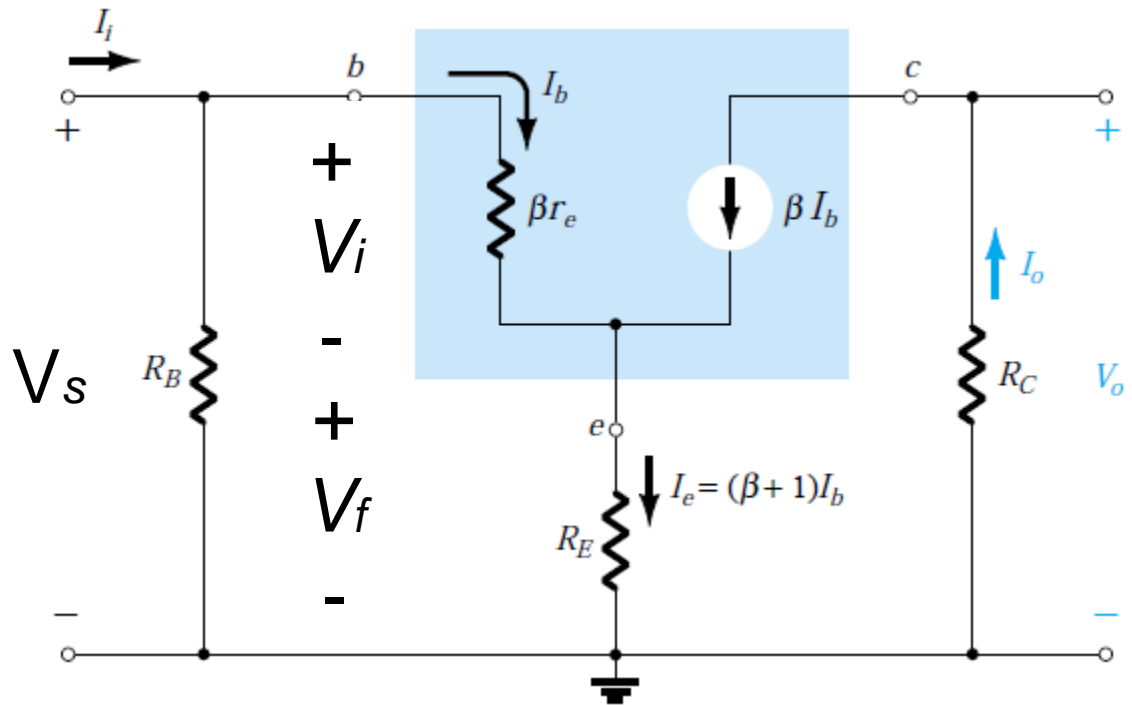
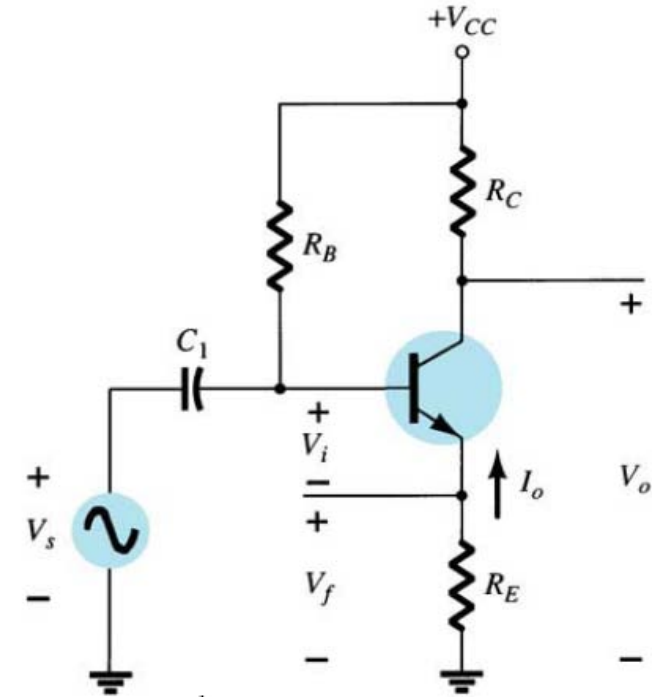
$$A_f = \frac{V_o}{I_s} = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{-g_m R_D R_S R_F}{R + g_m R_D R_S}$$

$$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{I_s} \frac{I_s}{V_s} = \frac{-g_m R_D R_F}{R_F + g_m R_D R_S}$$



9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

- Hồi tiếp nối tiếp dòng điện



9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

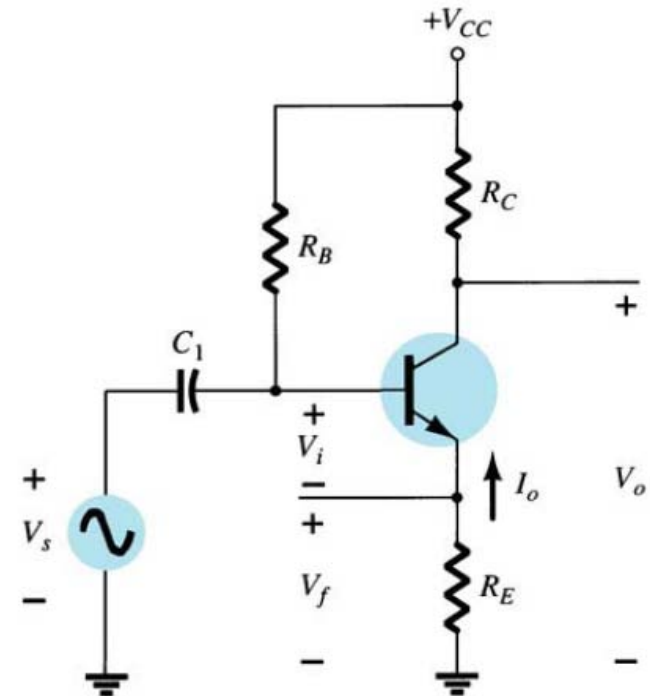
- Hồi tiếp nối tiếp dòng điện

$$A = \frac{I_o}{V_i} = \frac{-\beta I_b}{\beta I_b r_e} = -\frac{1}{r_e}$$

$$\beta = \frac{V_f}{I_o} = \frac{-I_o R_E}{I_o} = -R_E$$

$$A_f = \frac{I_o}{V_s} = \frac{A}{1 + \beta A} = -\frac{1}{r_e + R_E}$$

$$A_{vf} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{I_o R_o}{V_s} = A_f R_C = -\frac{R_C}{r_e + R_E}$$

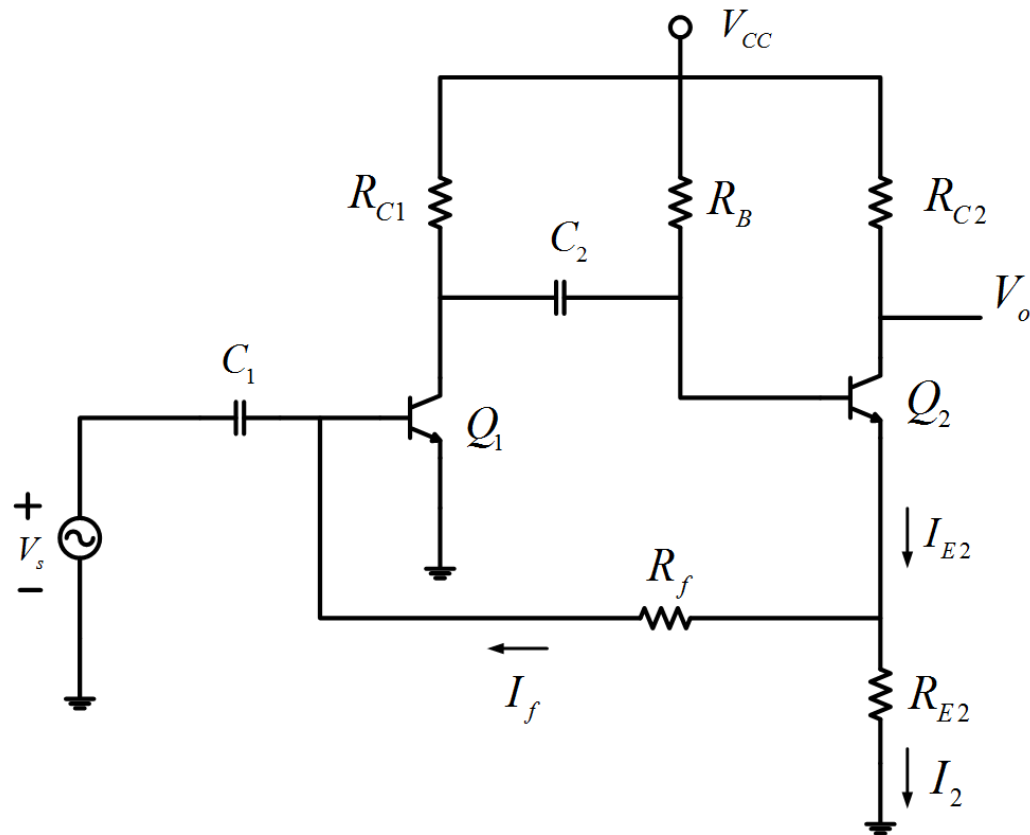


9.4 Các mạch hồi tiếp thực tế

- Hồi tiếp song song dòng điện

$$A = \frac{I_o}{I_i}$$

$$\beta = \frac{I_f}{I_o} = \frac{I_f}{I_{E2}} = \frac{R_{E2}}{r_e + R_{E2} + R_f}$$



Tóm tắt

- Các phương pháp hồi tiếp
- Ảnh hưởng của hồi tiếp đến các thông số của mạch KĐ

Bài tập

- Đọc chương 19 (Khuếch đại công suất) trong tài liệu tham khảo [1]
- Bài tập [1]:
 - Chương 18: 1, 2, 3, 4, 5