



Chương 7 : MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU NHỎ

7.1. CÁC CHỈ TIÊU MẠCH KHUẾCH ĐẠI

Độ lợi dòng điện:

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

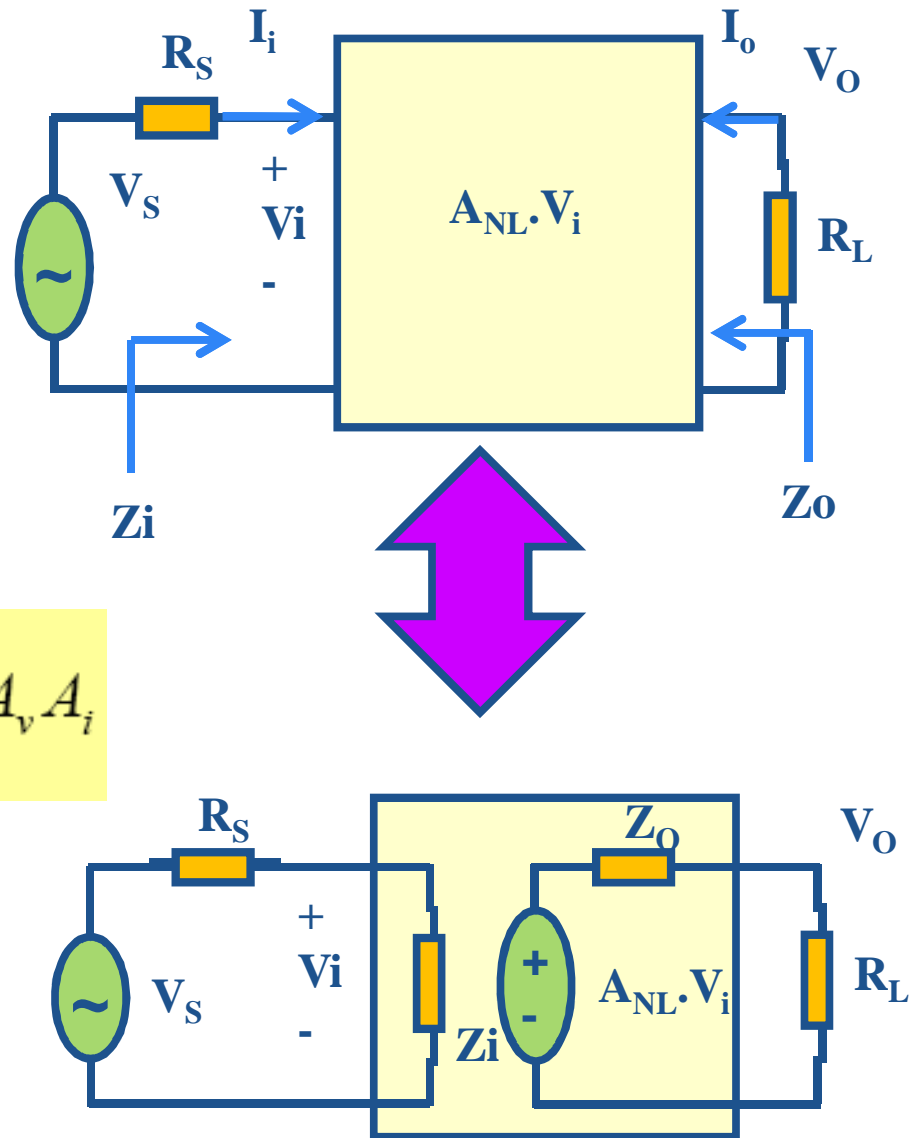
$$= -A_v \frac{Z_i}{R_L}$$

Độ lợi công suất

$$A_p = \frac{P_o}{P_i} = \frac{V_o}{V_i} \frac{I_o}{I_i} = A_v A_i$$

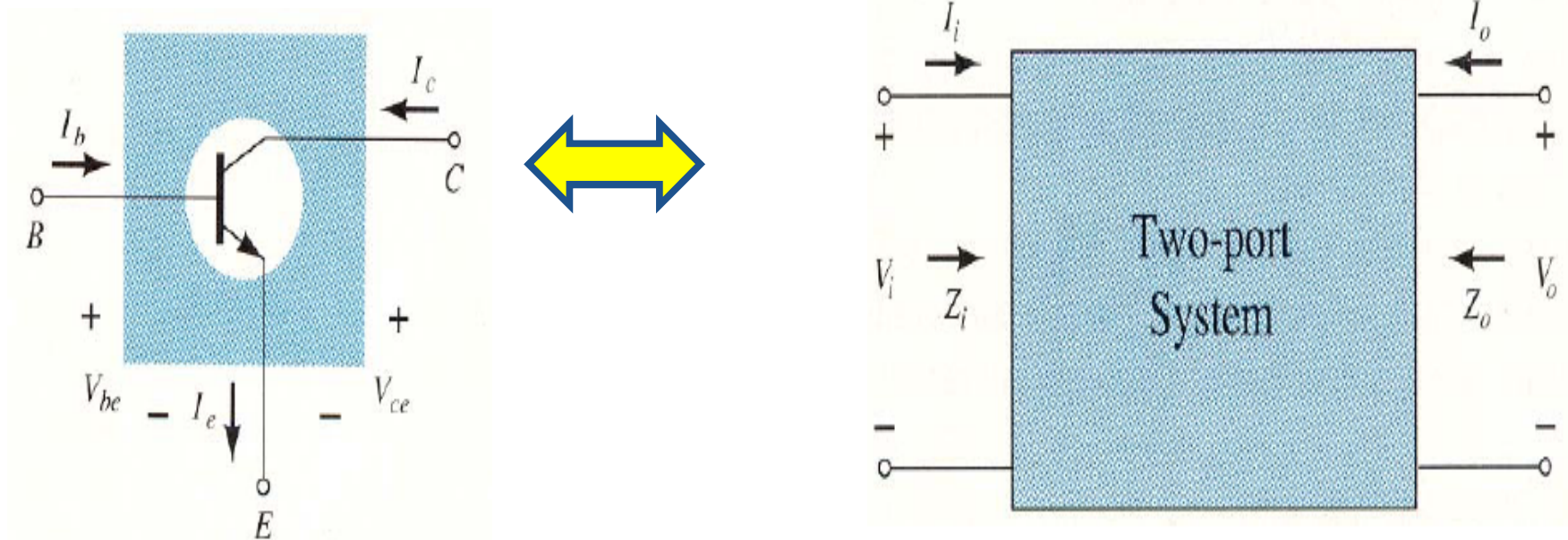
Mối quan hệ về pha:

$$\angle V_i V_o$$

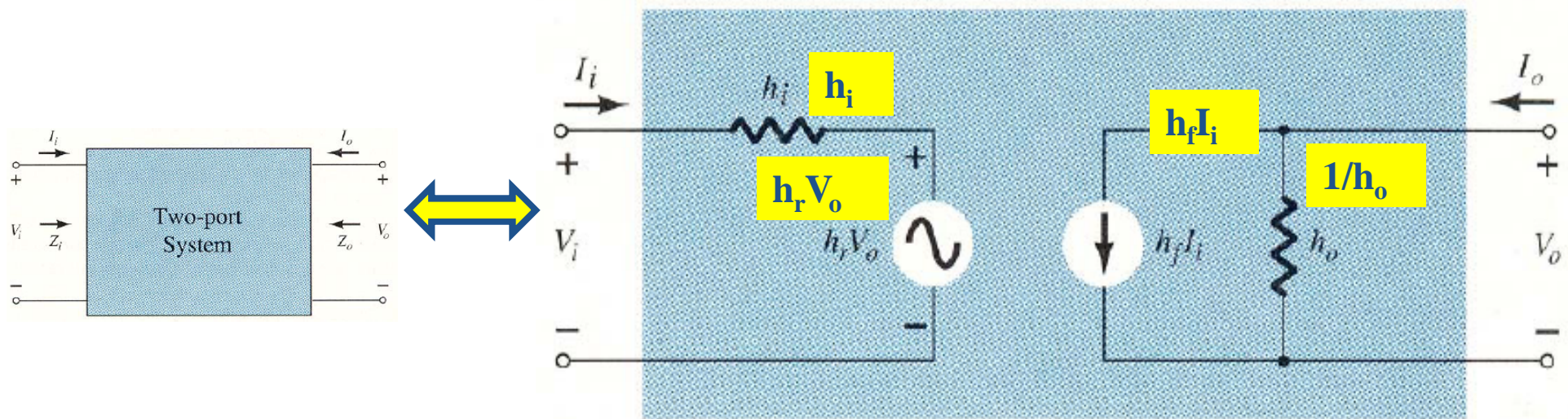


7.2 MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG BJT

7.2.1. Mạng hai cửa theo tham số H



7.2.1. Mạng hai cửa theo tham số H



h PARAMETER

DESCRIPTION

CONDITION

h_i

Input impedance (resistance)

Output shorted

h_r

Voltage feedback ratio

Input open

h_f

Forward current gain

Output shorted

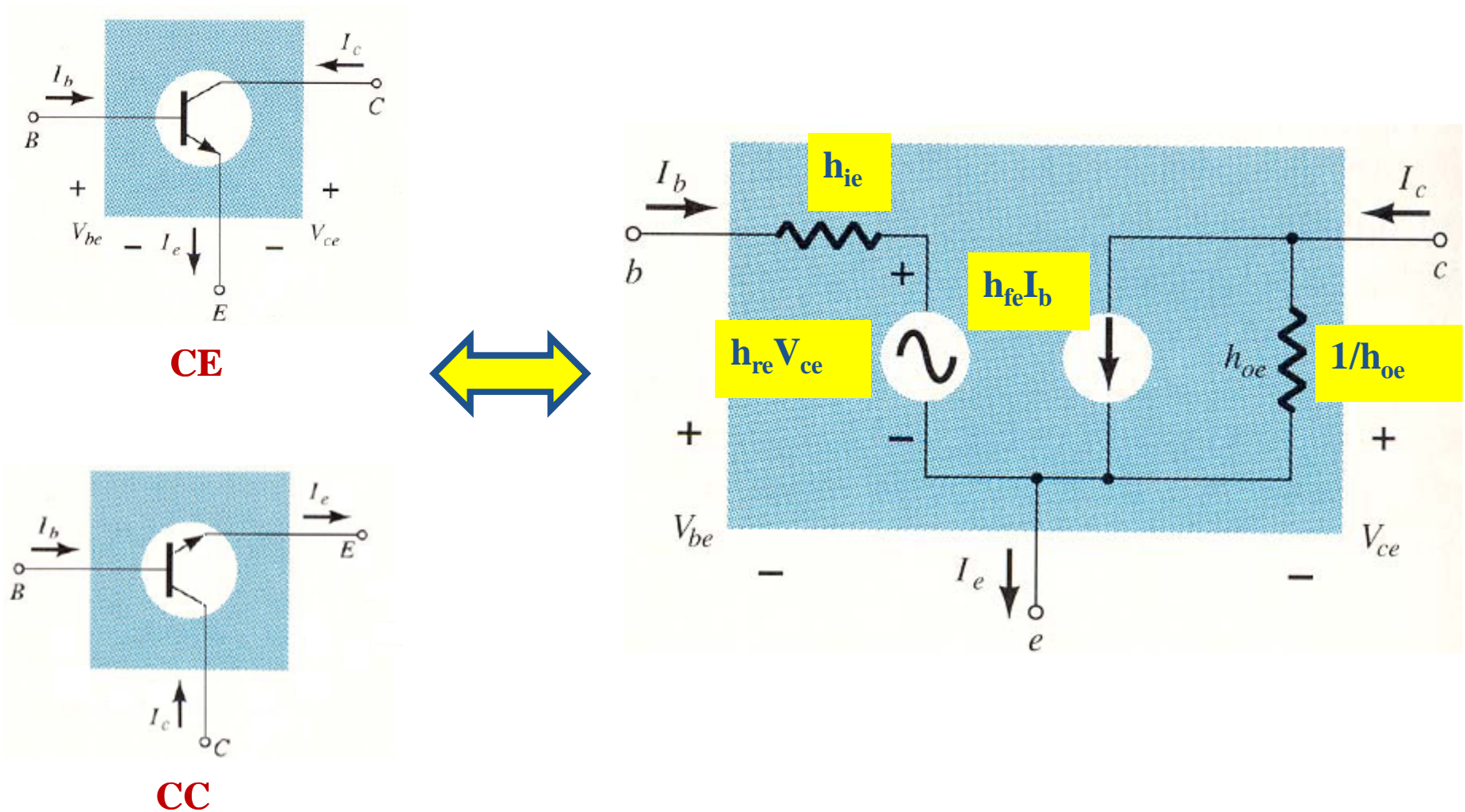
h_o

Output admittance (conductance)

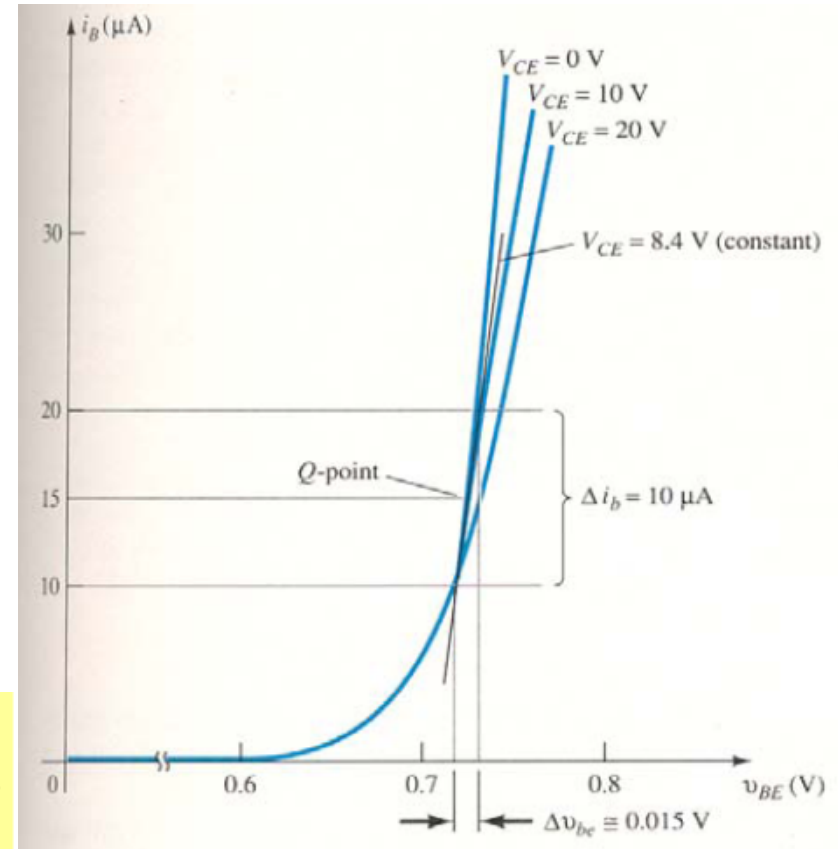
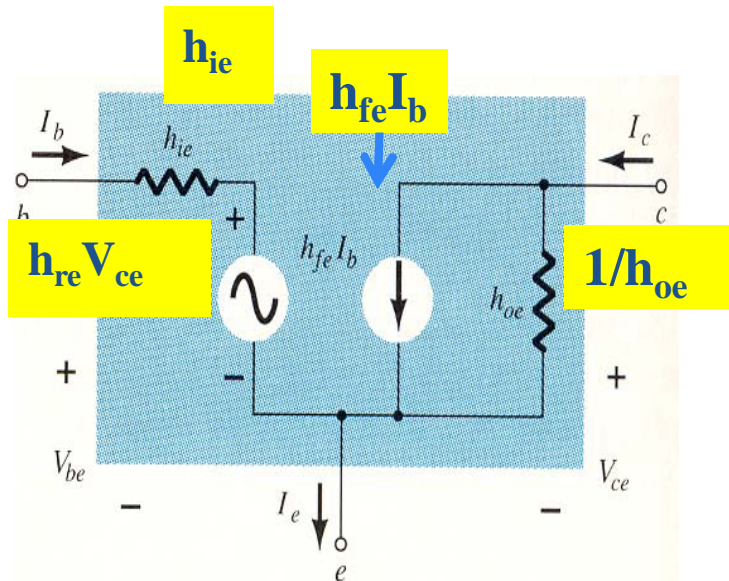
Input open

7.2.2. Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC và CB

Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC



Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC



$$h_{ie} = \left. \frac{\Delta v_{be}}{\Delta i_b} \right|_{V_{CEQ} = 0} = \frac{\partial v_{be}}{\partial i_b} \cong \beta \frac{V_T}{I_{EQ}}$$

tại nhiệt độ phòng $t = 25^\circ\text{C}$

$$h_{ie} = \beta \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}}$$

Đặt

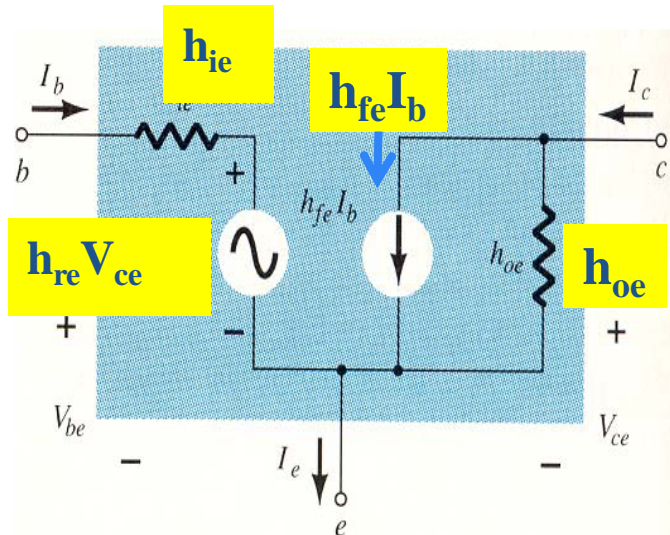
$$r_e = \frac{V_T}{I_{EQ}} = \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}}$$



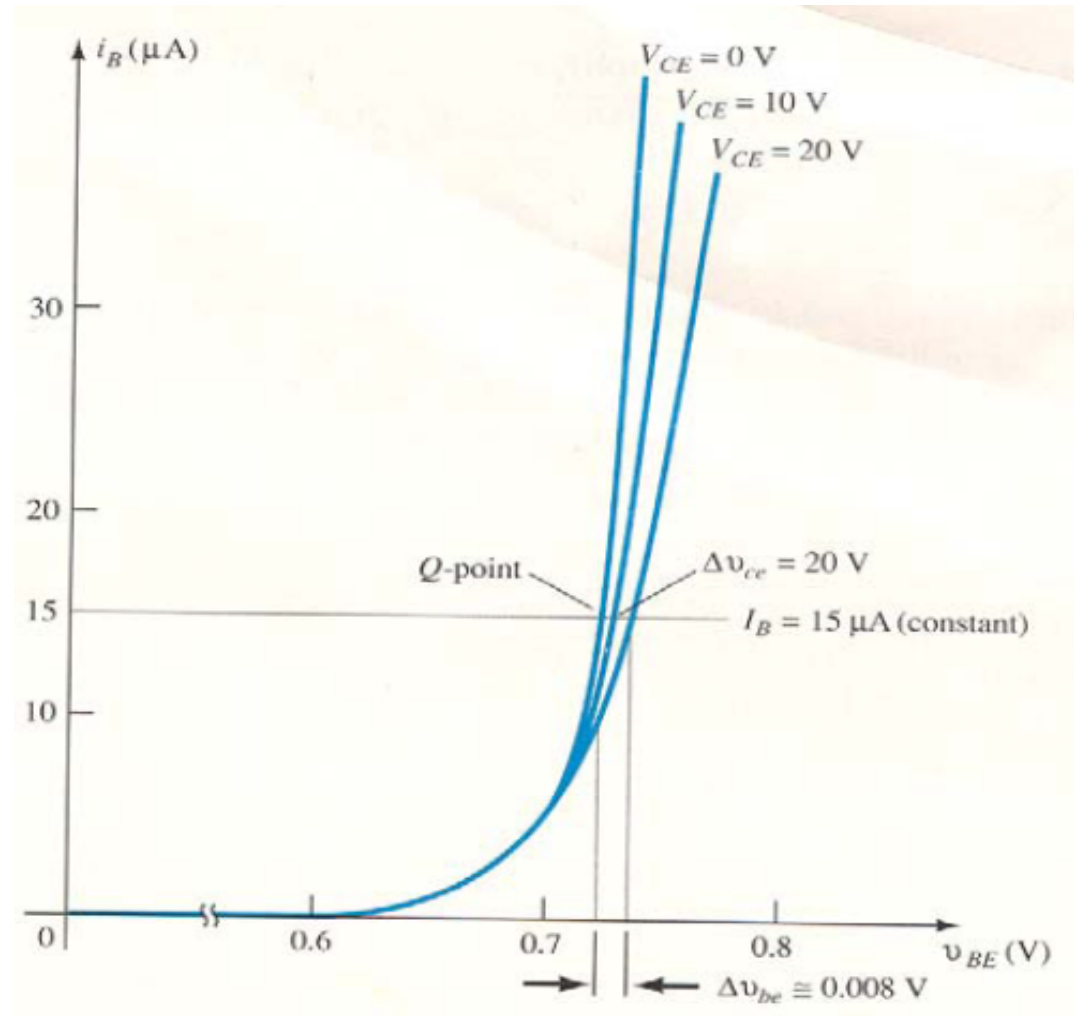
$$h_{ie} = \beta r_e$$

7.2.2. Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC và CB

Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC

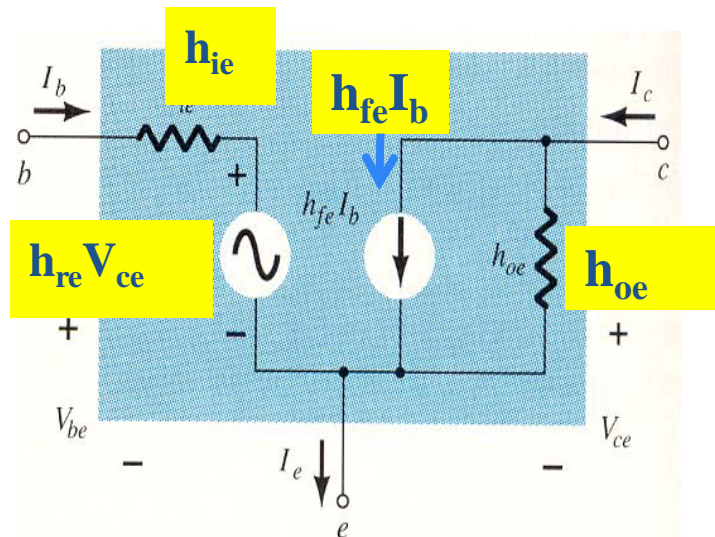


$$h_{re} = \left. \frac{\Delta v_{be}}{\Delta v_{ce}} \right|_{I_{BQ}} = \frac{\partial v_{be}}{\partial v_{ce}} \cong 0$$

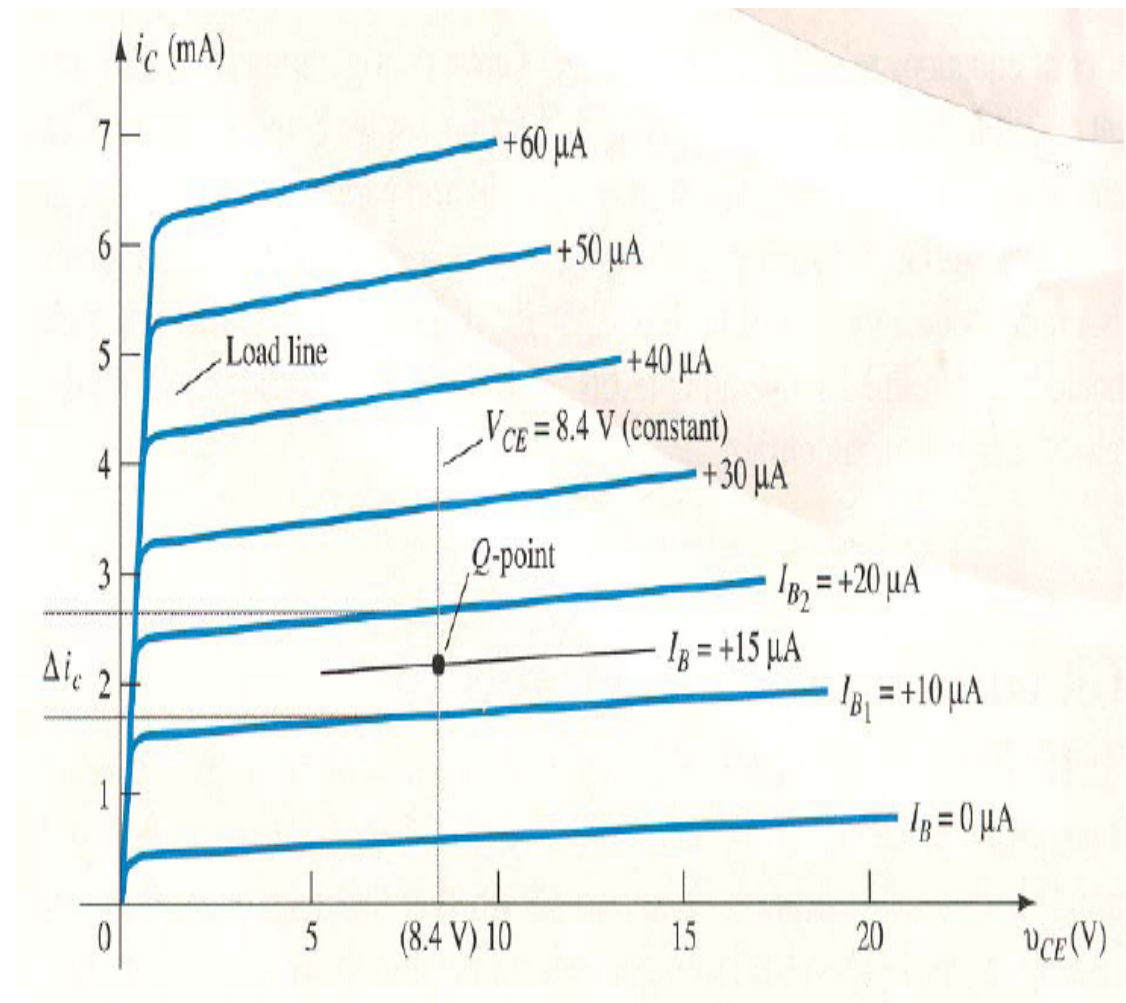


7.2.2. Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC và CB

Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC

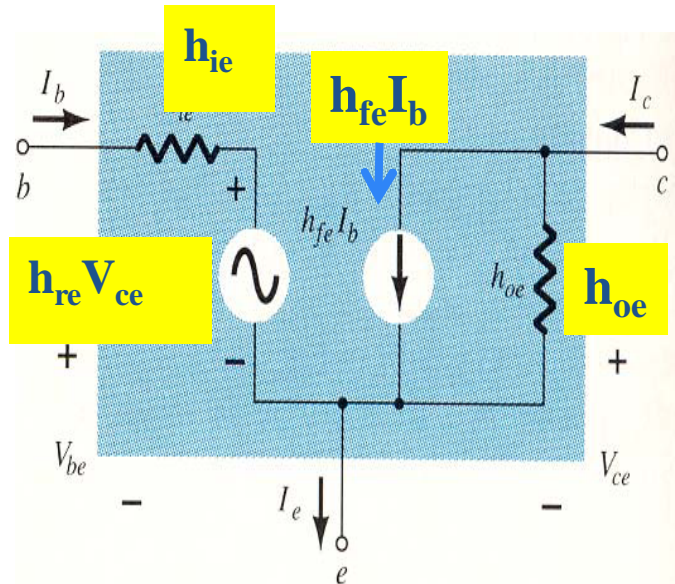


$$h_{fe} = \left. \frac{\Delta i_c}{\Delta i_b} \right|_{V_{CEQ}} = \frac{\partial i_c}{\partial i_b} \cong \beta$$

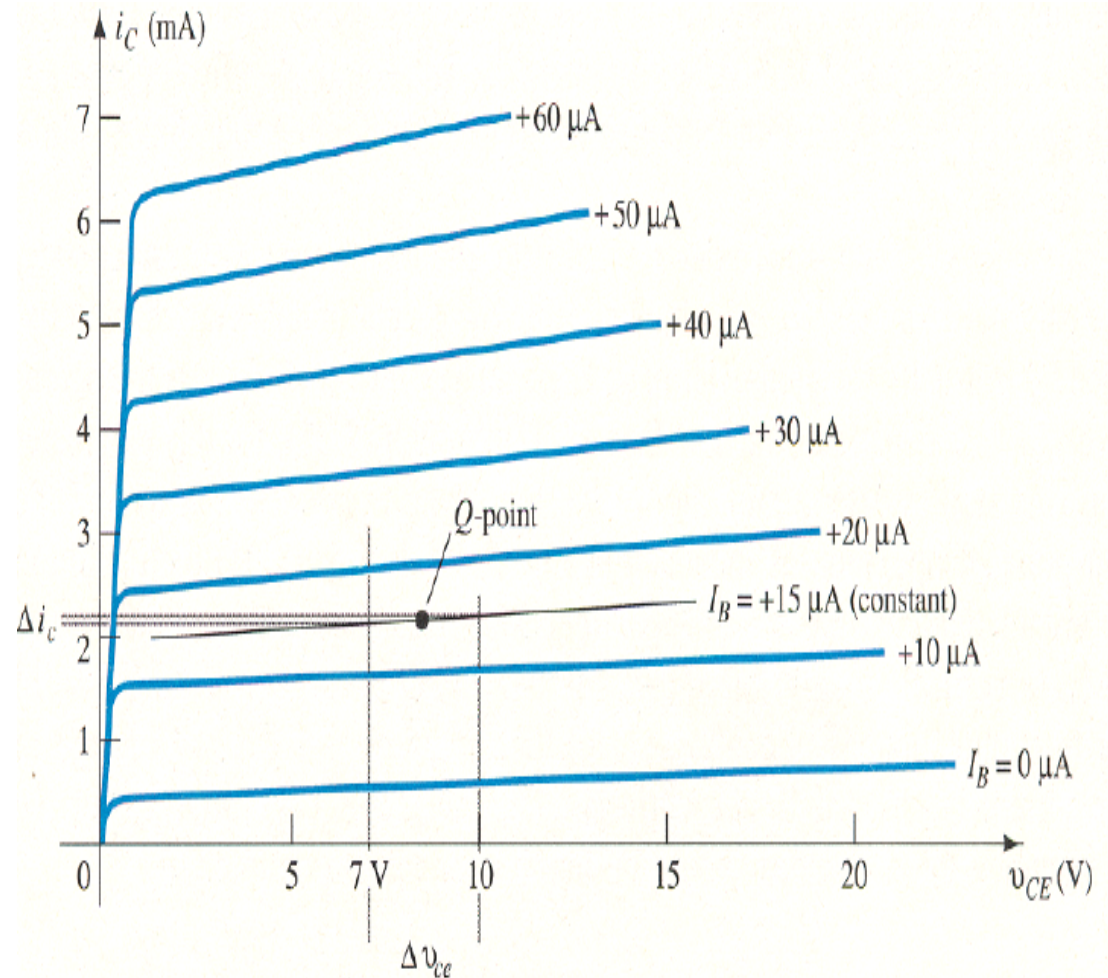


7.2.2. Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC và CB

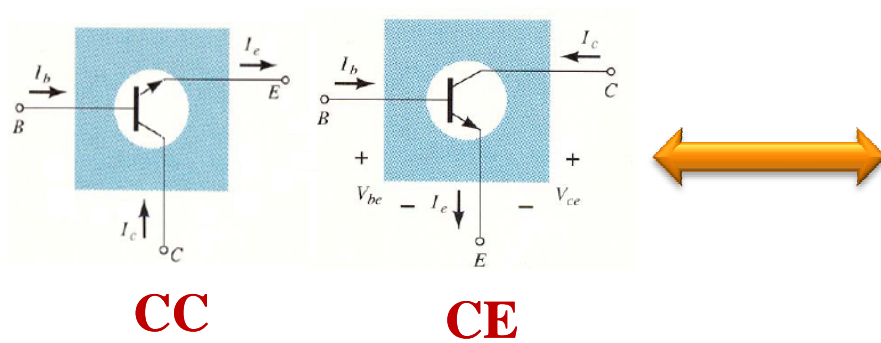
Mô hình tương đương của BJT cho mạch CE, CC



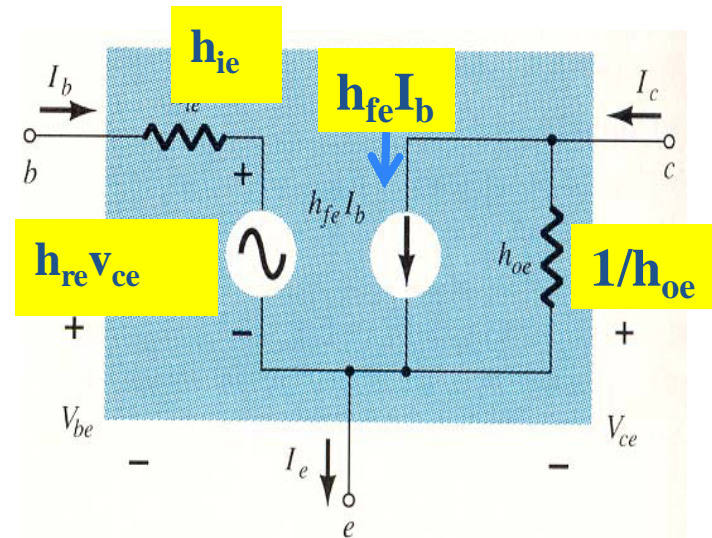
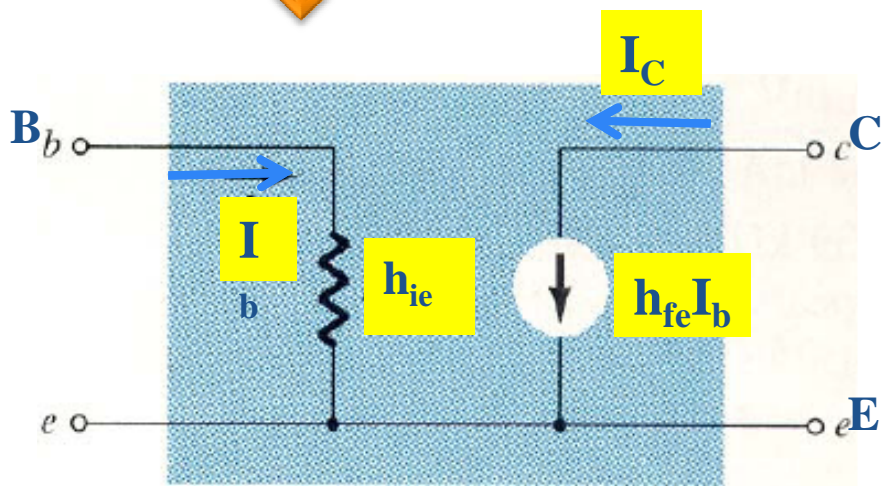
$$h_{oe} = \left. \frac{\Delta i_c}{\Delta v_{ce}} \right|_{V_{CEQ}} = \frac{\partial i_c}{\partial v_{ce}} \rightarrow 0$$



Tóm lại với CC và CE



Gần
đúng



$$h_{ie} = \beta r_e$$

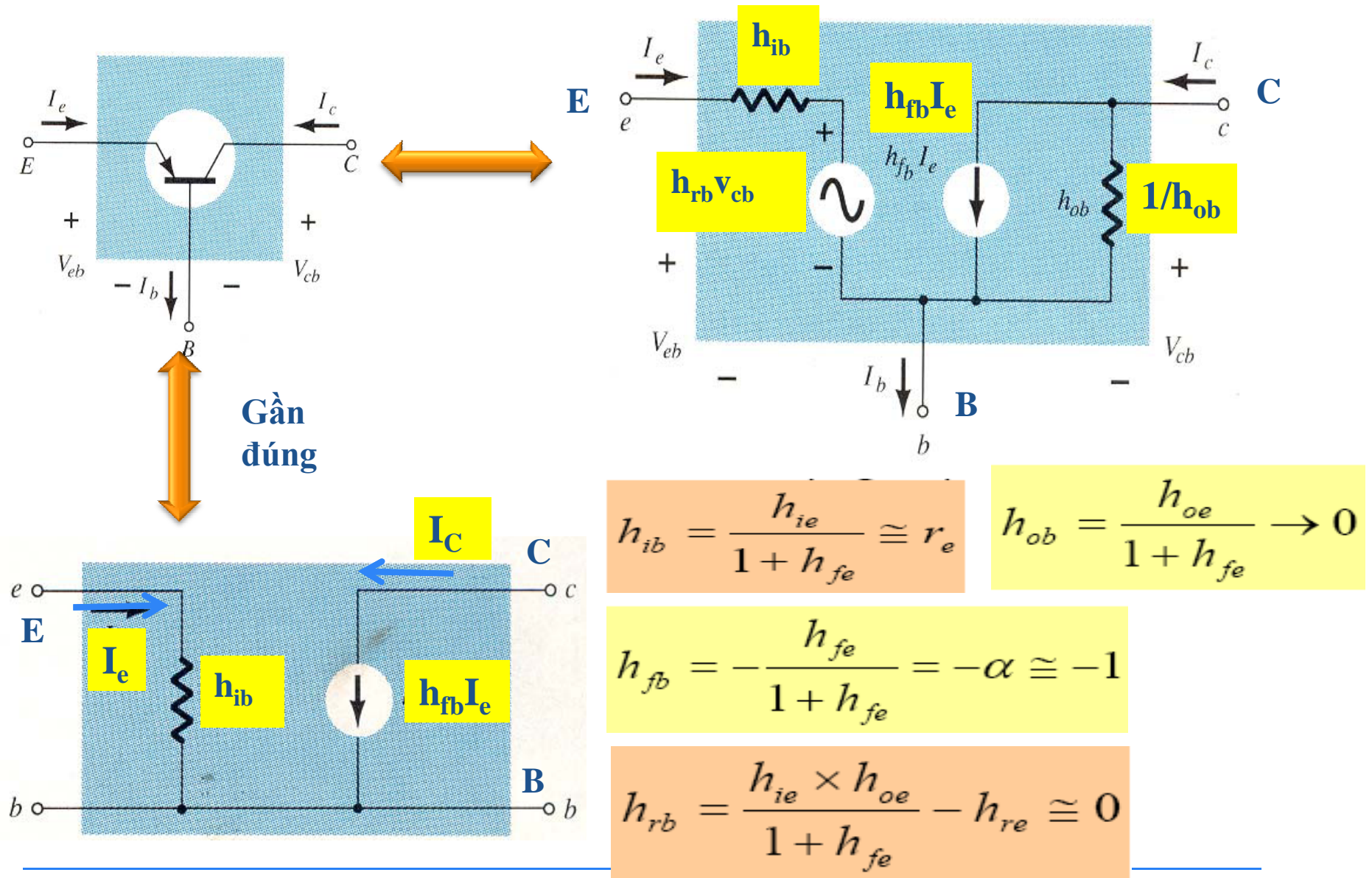
$$h_{re} = 0$$

$$h_{fe} = \beta$$

$$h_{oe} = 0$$

$$r_e = \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}} \approx \frac{26\text{mV}}{I_{CQ}}$$

Mô hình tương đương của BJT cho mạch CB



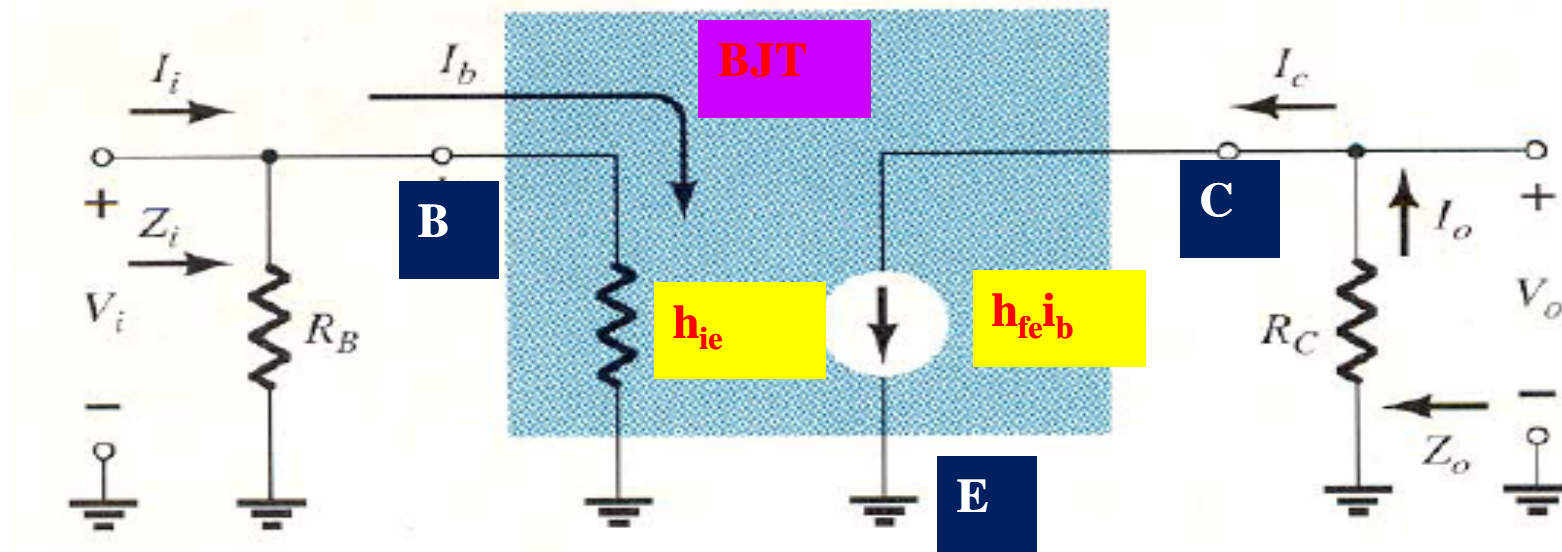
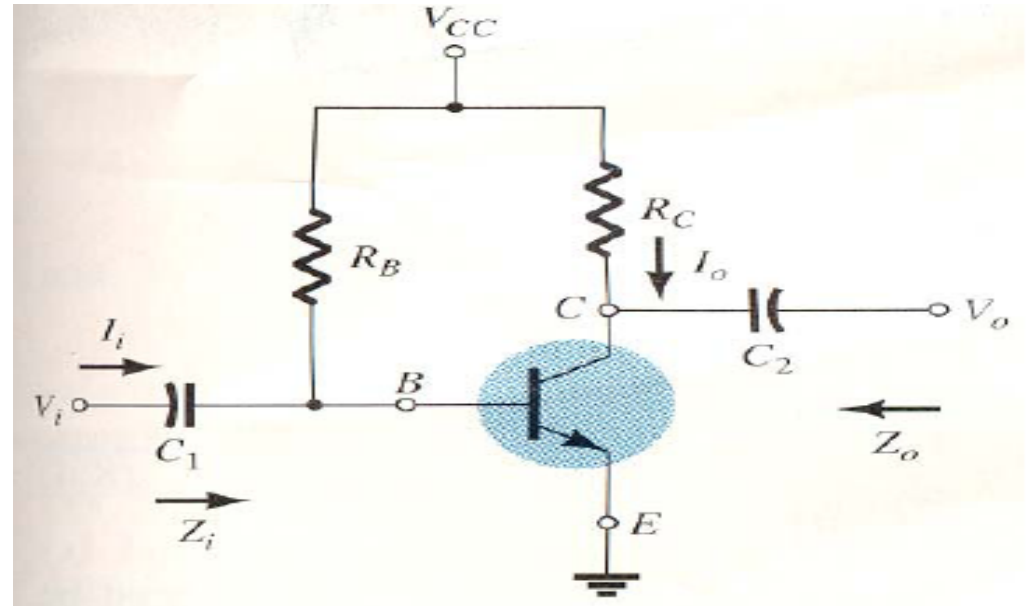
7.3 MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG BJT

7.3.1. Mạch CE

a. Không tải

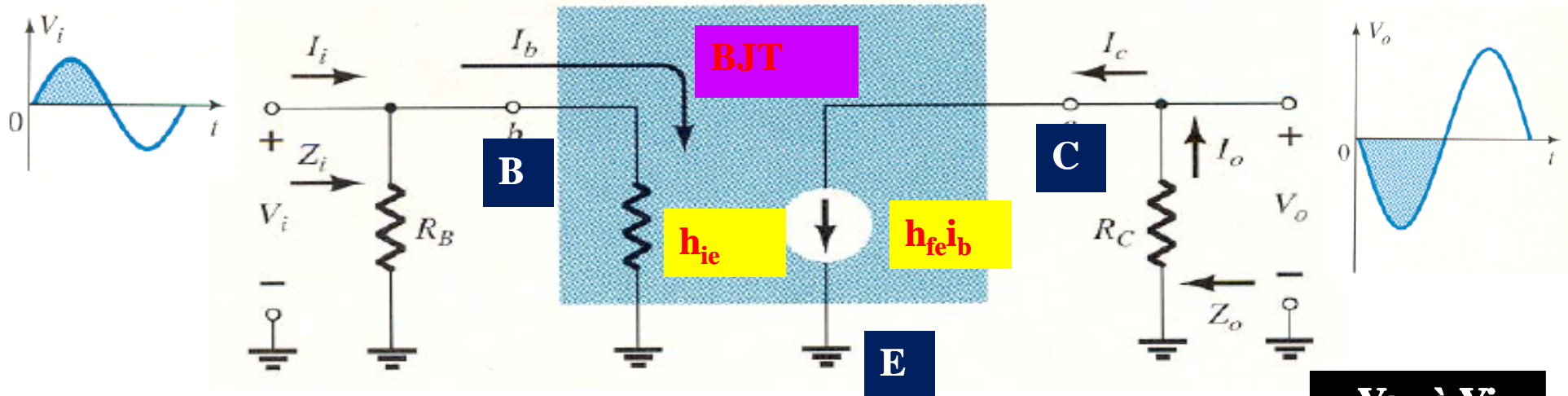
Sơ đồ tương đương tín hiệu nhỏ

- **Tụ** → ngắn mạch
 - **Vcc** → mass
 - **BJT** → mô hình tương đương
- đương



7.3.1. Mạch CE

a. Không tải



Tổng trở vào: $Z_i = R_B \parallel h_{ie}$

Tổng trở ra: $Z_o = R_C$

**V_o và V_i
ngược pha**

Hệ số khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{h_{fe} I_b R_C}{I_b h_{ie}} = -\frac{h_{fe} R_C}{h_{ie}}$$

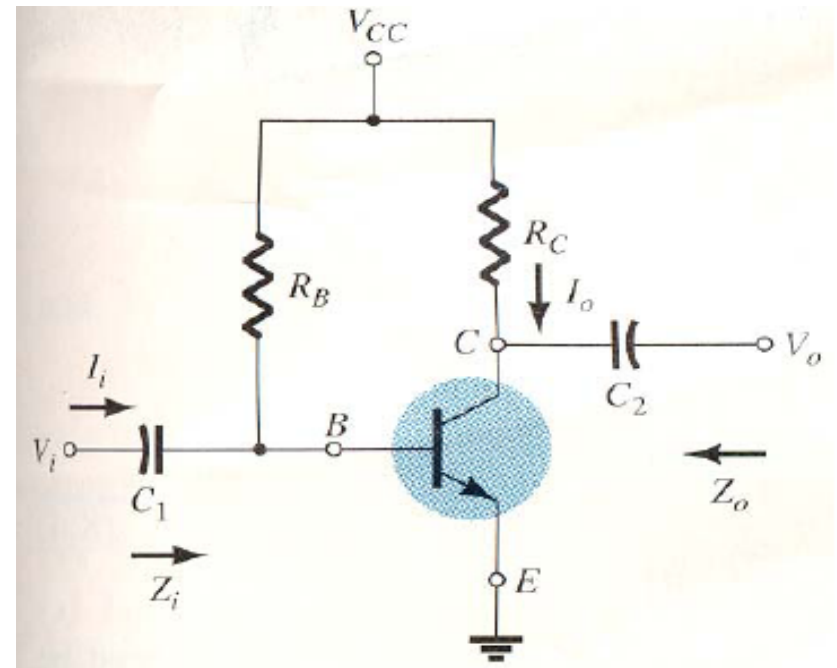
Hệ số khuếch đại dòng:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = -A_v \frac{Z_i}{R_C} = h_{fe} \frac{R_B}{R_B + h_{ie}}$$

7.3.1. Mạch CE

a. Không tải

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C} \quad (DCLL)$$

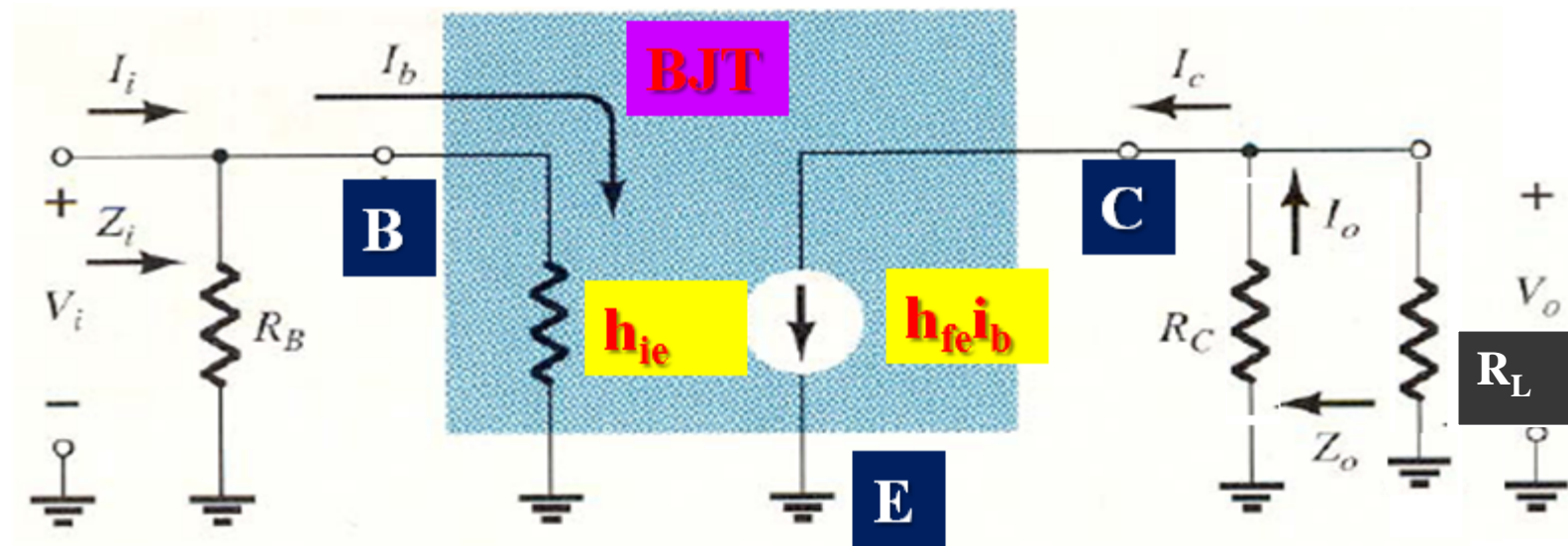
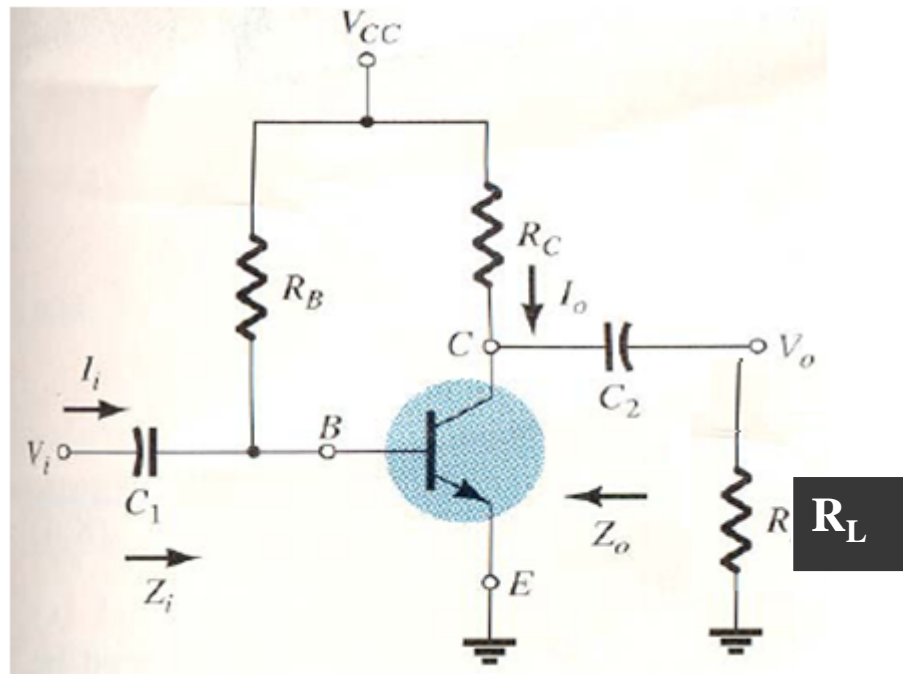


$$V_{o\max}(p-p) = \max \text{ swing}(v_{ce}(p-p)) = 2 \times \min(V_{CEQ}, I_{CQ} \times R_{AC})$$

$$i_{C\Sigma} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{AC}} - \frac{v_{CE\Sigma}}{R_{AC}} \quad (R_{AC} = R_C)$$

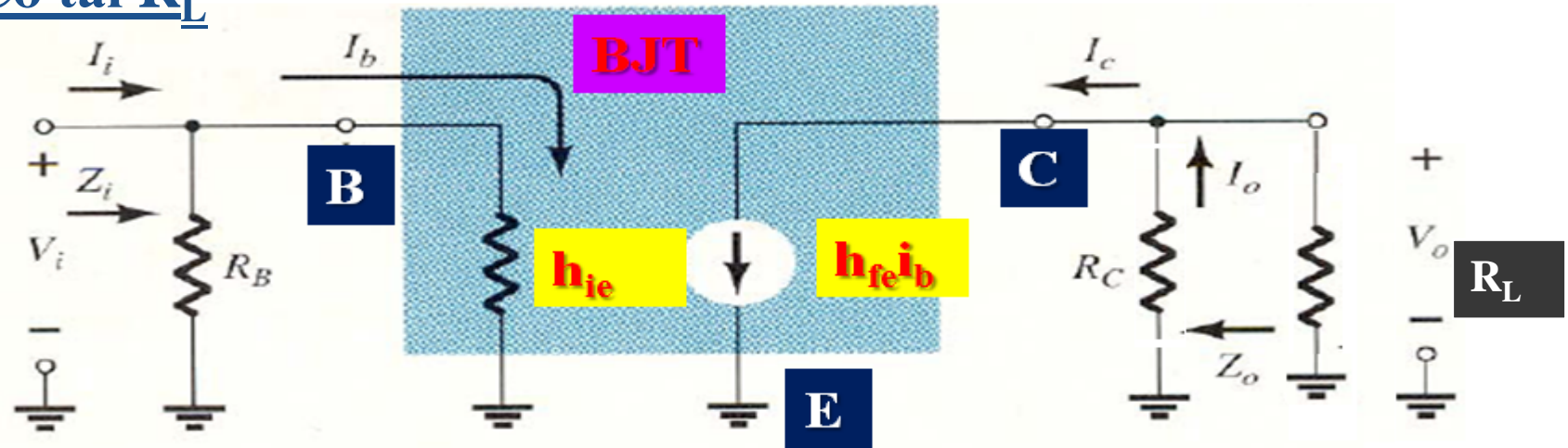
7.3.1. Mạch CE

b. Có tải R_L



7.3.1. Mạch CE

b. Có tải R_L



Tổng trở vào: $Z_i = R_B \parallel h_{ie}$

Tổng trở ra: $Z_o = R_C$

Hệ số khuếch đại điện áp:

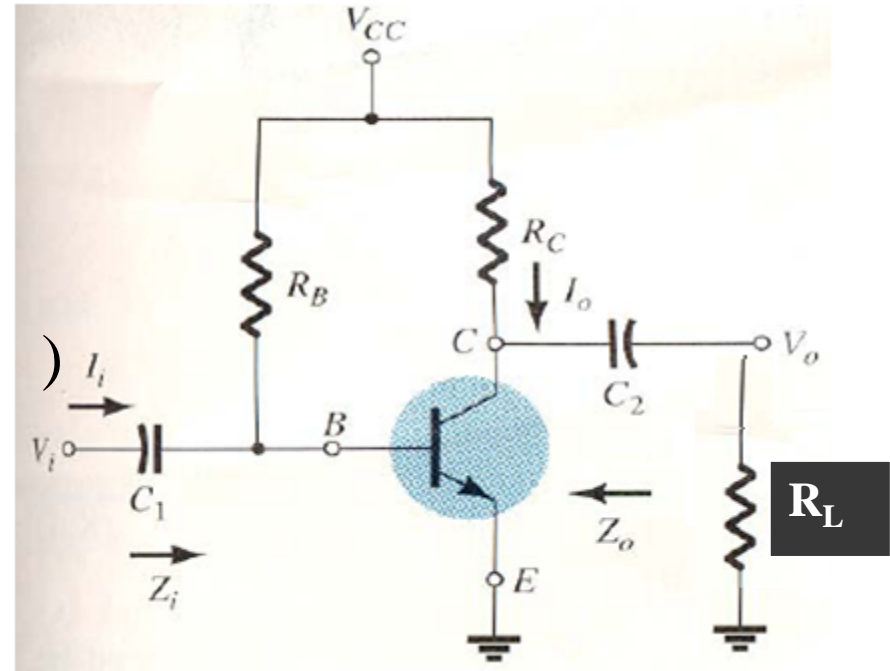
$$A_V = -\frac{V_o}{V_i} = -\frac{(R_C \parallel R_L) h_{fe} i_b}{h_{ie} i_b} = -\frac{R_C \parallel R_L}{r_e}$$

Hệ số khuếch đại dòng: $A_V = -\frac{i_o}{i_i} = -\frac{\frac{V_o}{R_L}}{\frac{V_i}{Z_i}} = -A_V \frac{Z_i}{R_L}$

7.3.1. Mạch CE

b. Có tải R_L

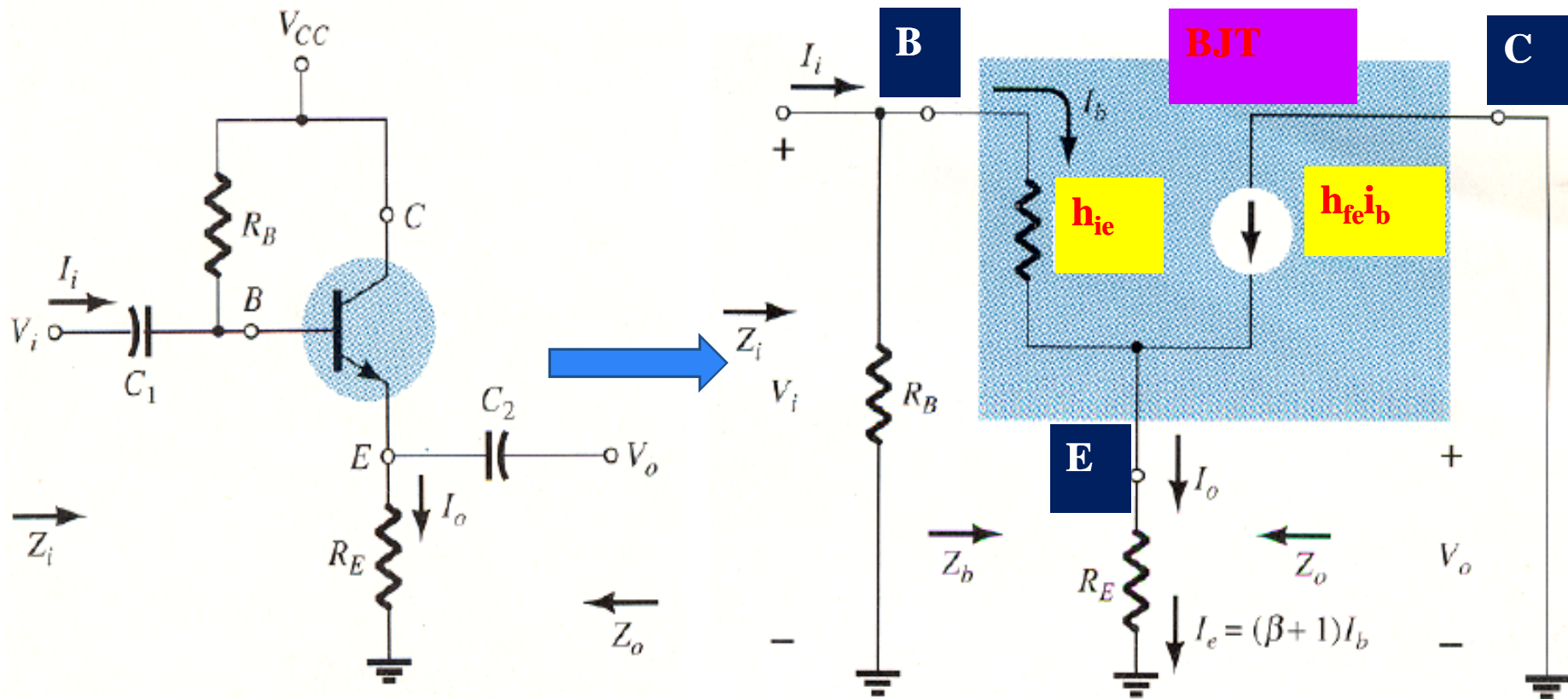
$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C} \quad (DCLL)$$



$$V_{o\max}(p-p) = \max \text{ swing}(v_{ce}(p-p)) = 2 \times \min(V_{CEQ}, I_{CQ} \times R_{AC})$$

$$i_{C\Sigma} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{AC}} - \frac{v_{CE\Sigma}}{R_{AC}} \quad (R_{AC} = R_C \parallel R_L)$$

7.3.2. Mach CC



7.3.2. Mạch CC

Tổng trở vào Z_i :

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_B \parallel Z_b$$

$$Z_b = h_{ie} + (h_{fe} + 1)R_E$$

Tổng trở ra Z_o :

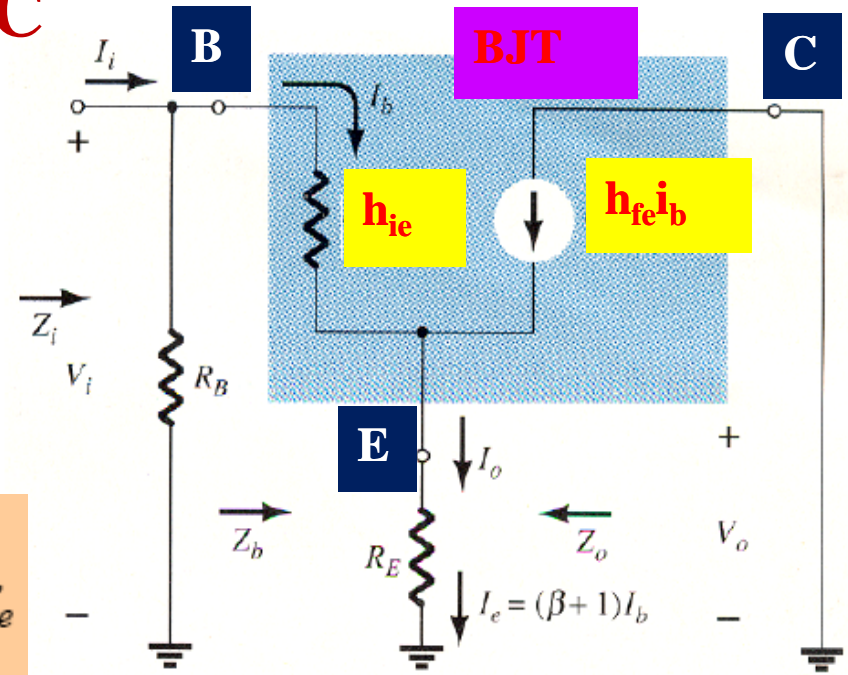
$$Z_o = \left. \frac{V_o}{I_o} \right|_{v_i=0} = R_E \parallel \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}} = R_E \parallel r_e$$

Độ lợi điện áp:

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_E (1 + h_{fe}) I_b}{h_{ie} I_b + R_E (1 + h_{fe}) I_b} = \frac{(1 + h_{fe}) R_E}{h_{ie} + (1 + h_{fe}) R_E} \approx 1$$

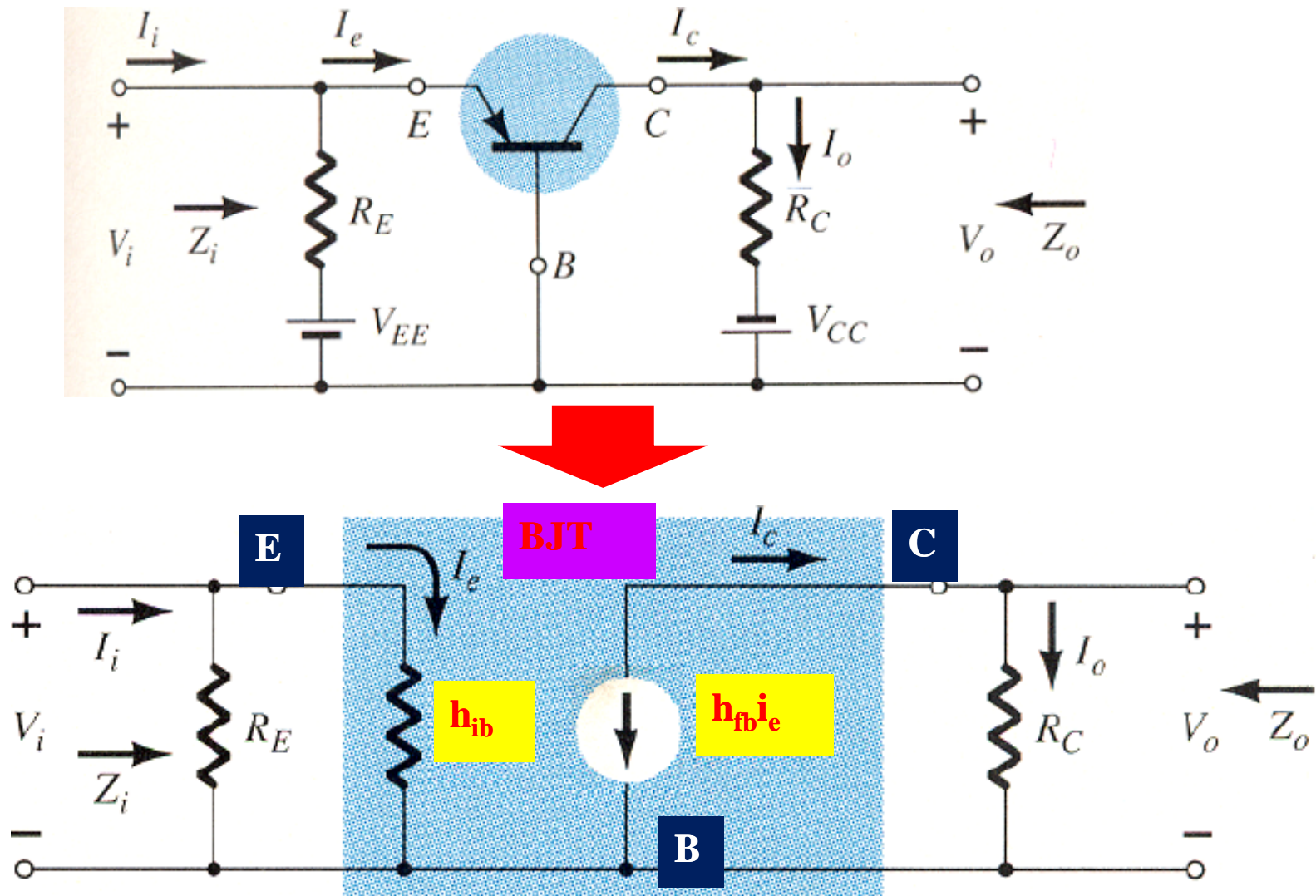
Độ lợi dòng:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_o}{I_b} \frac{I_b}{I_i} = (1 + h_{fe}) \frac{R_B}{R_B + Z_b}$$

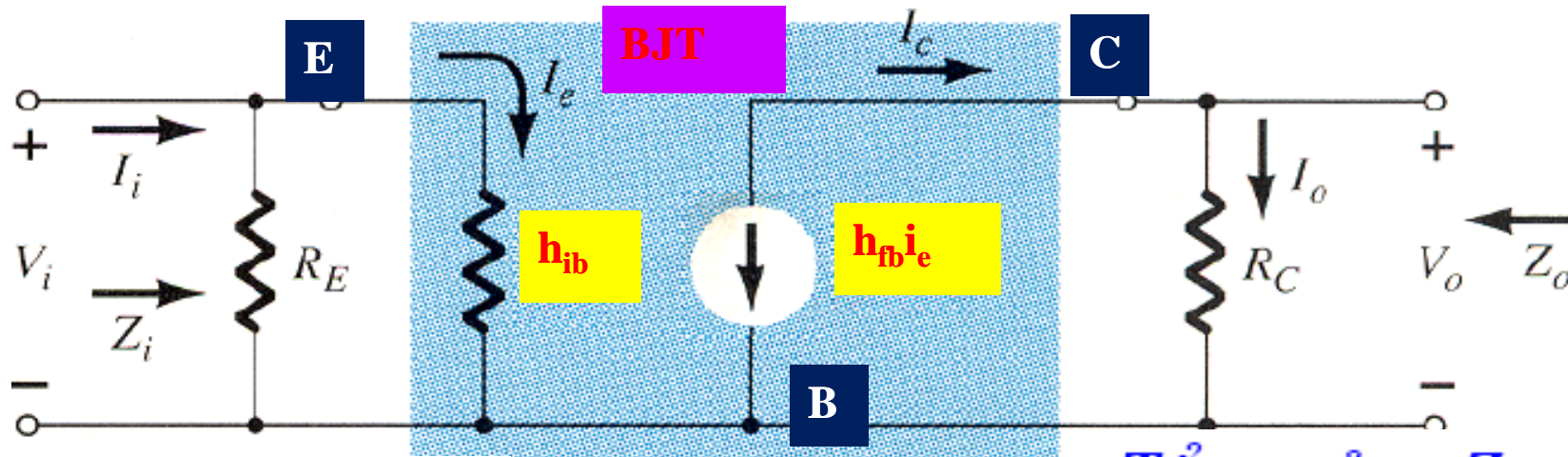


V_o và V_i
cùng pha

7.3.3. Mạch CB



7.3.3. Mạch CB



Tổng trở vào Z_i :

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_E \parallel h_{ib} = R_E \parallel r_e$$

Tổng trở ra Z_o :

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} \bigg|_{v_i=0} = R_C$$

Độ lợi điện áp:

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-h_{fb}I_e R_C}{h_{ib}I_e} = -\frac{h_{fb}R_C}{h_{ib}} = -\frac{R_C}{r_e}$$

Độ lợi dòng:

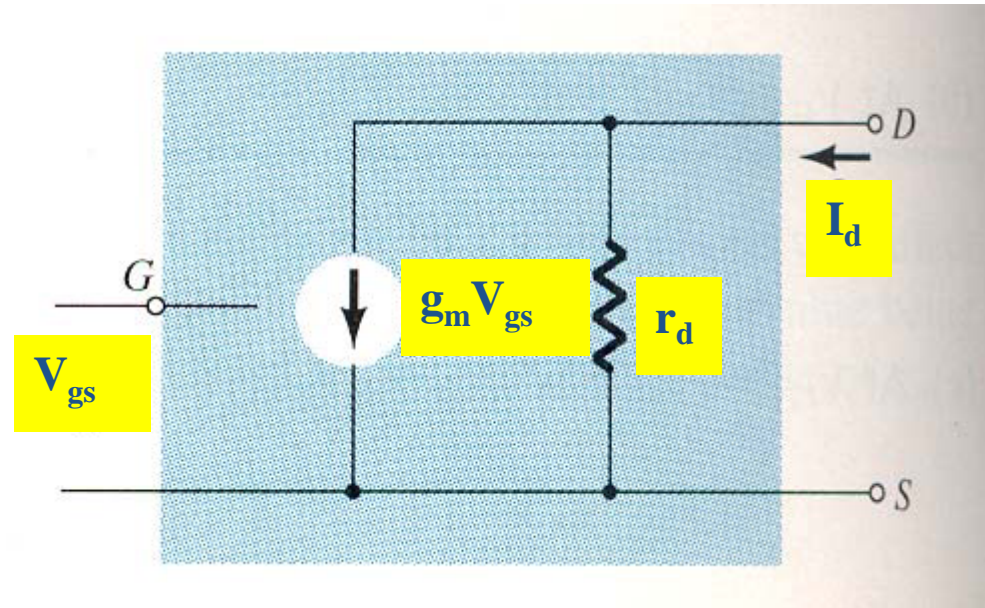
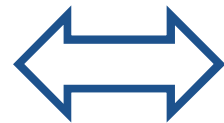
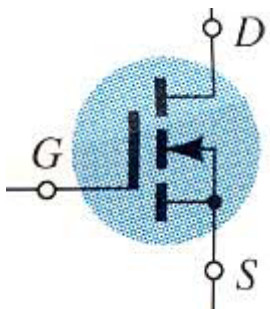
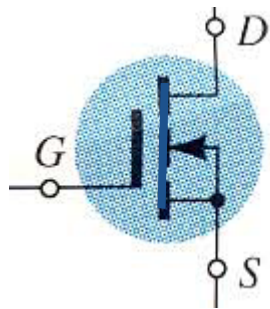
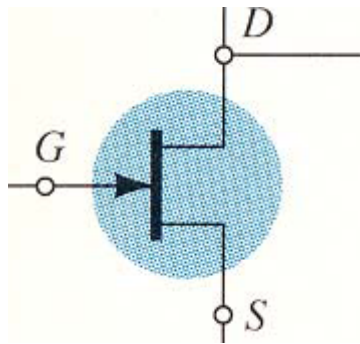
$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{-h_{fb}I_e}{\frac{R_E + h_{ib}}{R_E} I_e} = \frac{R_E}{R_E + r_e} \cong 1$$

V_o và V_i
cùng pha

Tóm tắt

	Z_i	Z_o	A_v	A_i	Pha
CE			>1	>1	Ngược pha
CC		Nhỏ	≈ 1	>1	Cùng pha
CB	Nhỏ		>1	≈ 1	Cùng pha

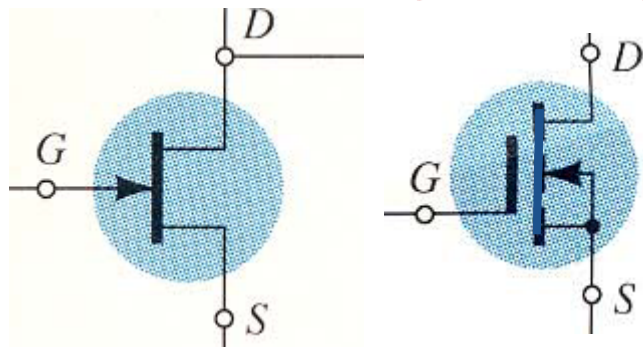
7.4 MẠCH KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU DÙNG FET



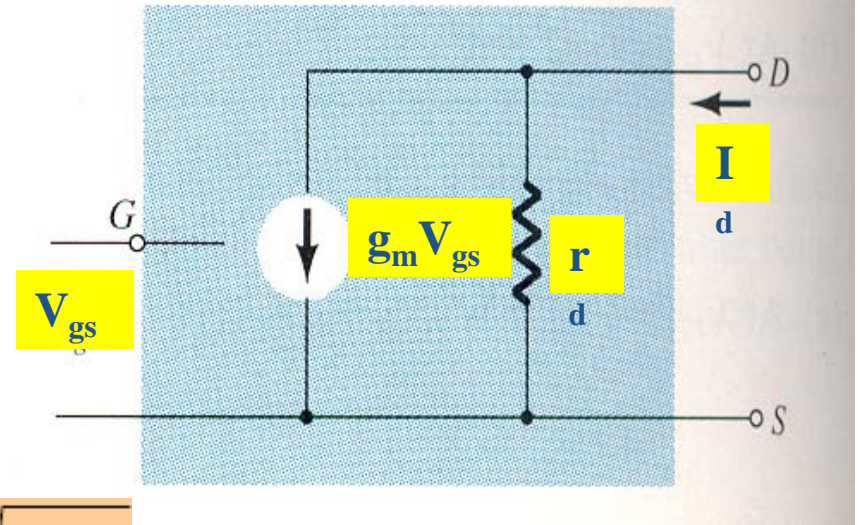
độ xuyên dẫn g_m

r_d điện trở máng nguồn

Mô hình tương đương cho JFET và D-MOSFET



độ xuyên dẫn g_m

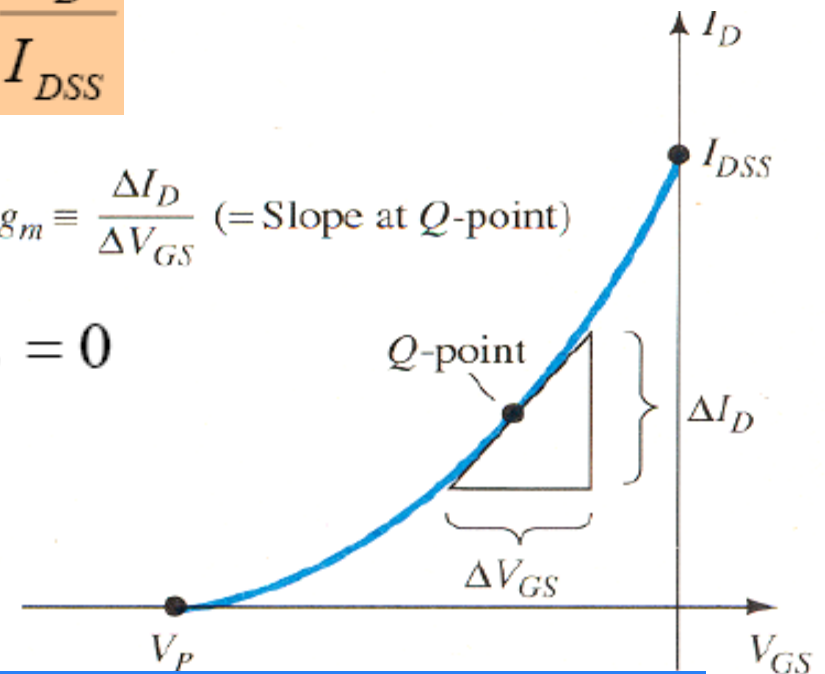


$$g_m = \frac{\Delta I_d}{\Delta V_{gs}} = \frac{\partial i_d}{\partial v_{gs}} = g_{mo} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right) = g_{mo} \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$

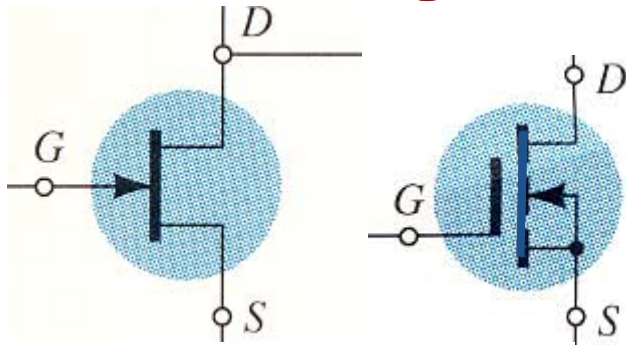
g_{mo} là độ xuyên dẫn của JFET tại $V_{GS} = 0$

$$g_{mo} = \frac{2I_{DSS}}{|V_P|}$$

$$g_m \equiv \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}} \text{ (= Slope at } Q\text{-point)}$$



Mô hình tương đương cho JFET và D-MOSFET

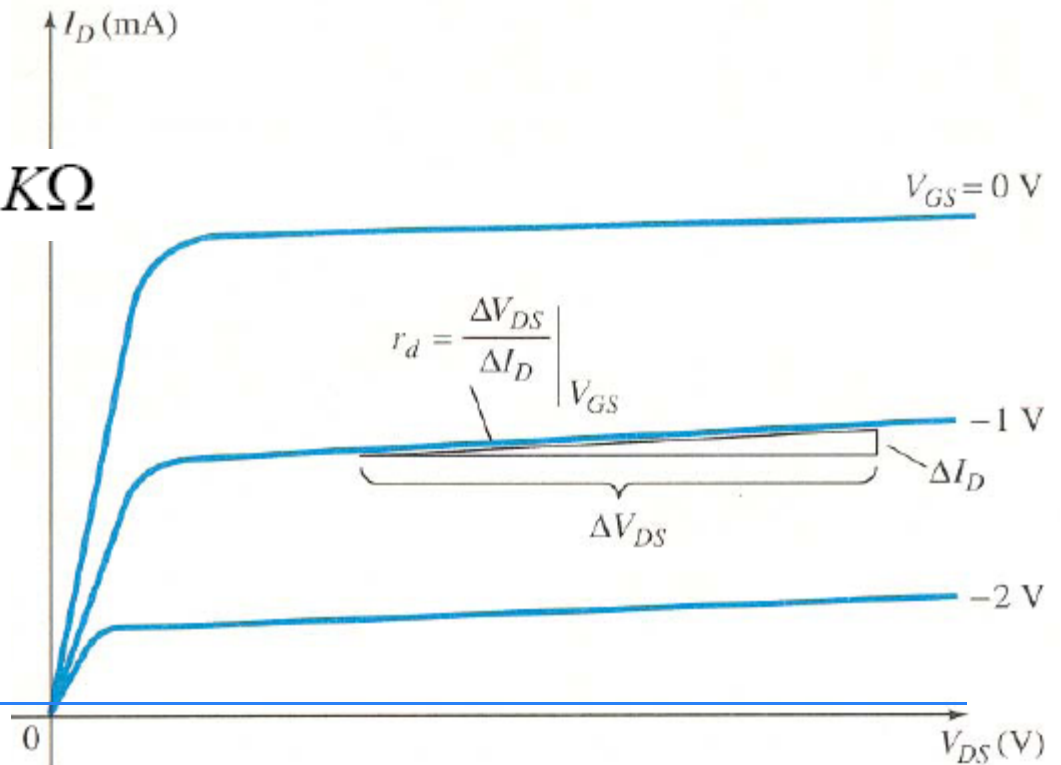
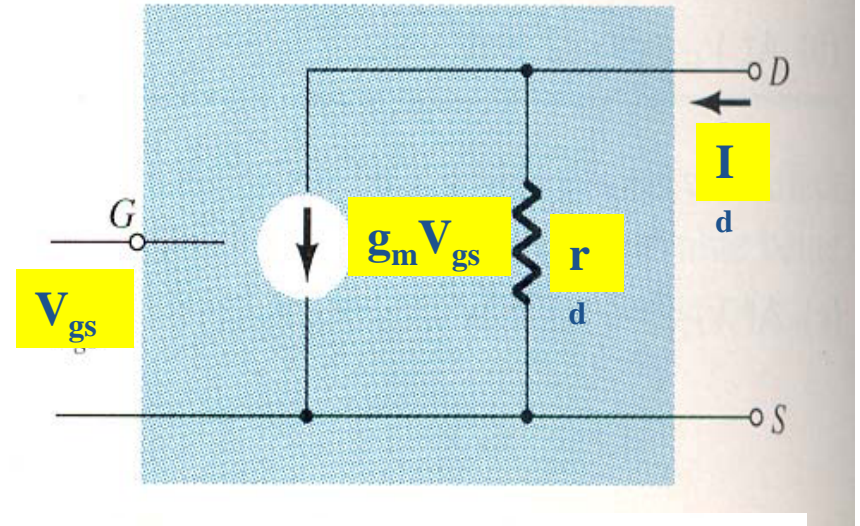


r_d điện trở máng nguồn

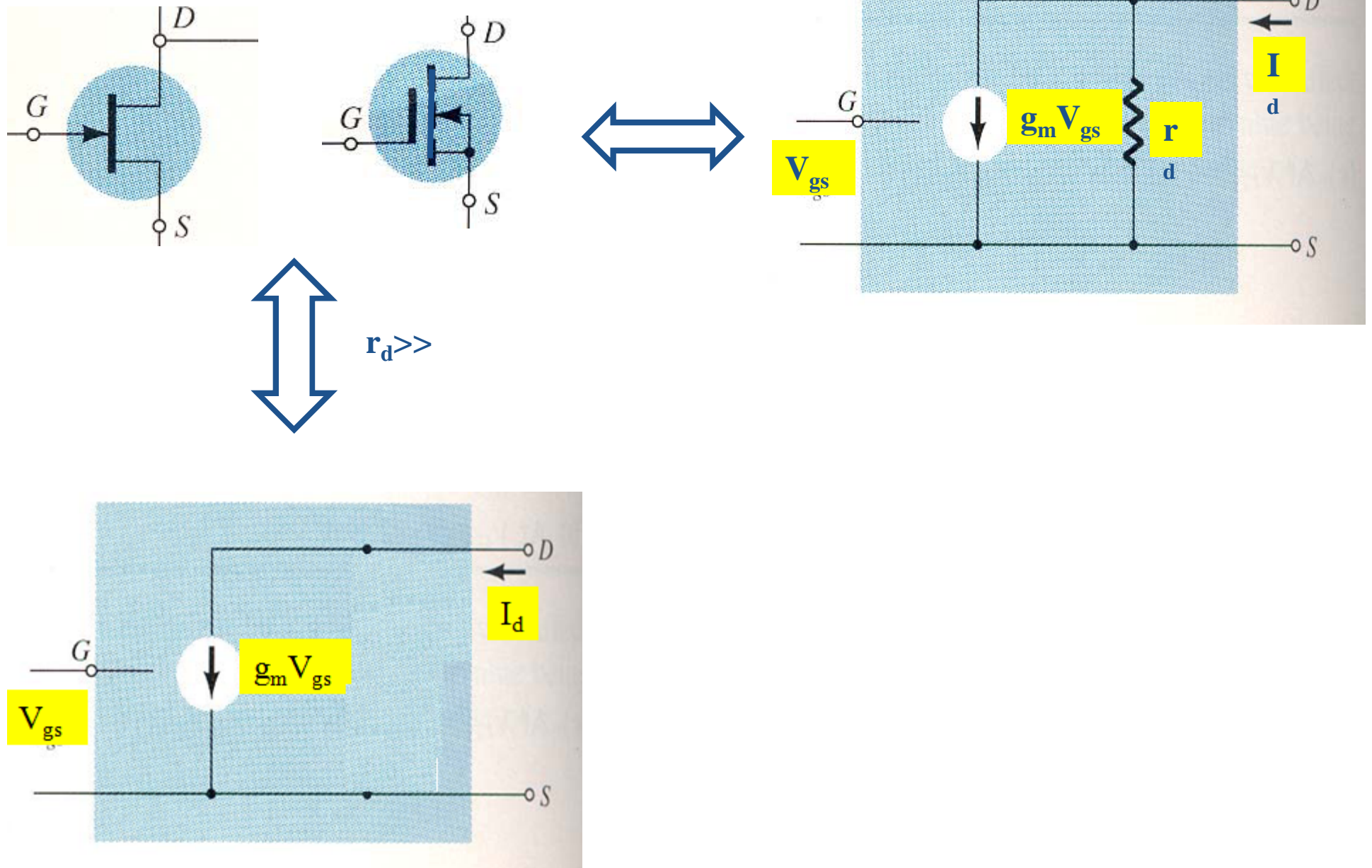
$$r_d = \left. \frac{\Delta V_{ds}}{\Delta I_d} \right|_{V_{GSQ}} = \frac{\partial v_{ds}}{\partial i_d} = \frac{1}{y_{os}}$$

r_d nằm trong khoảng $30 \div 100 K\Omega$

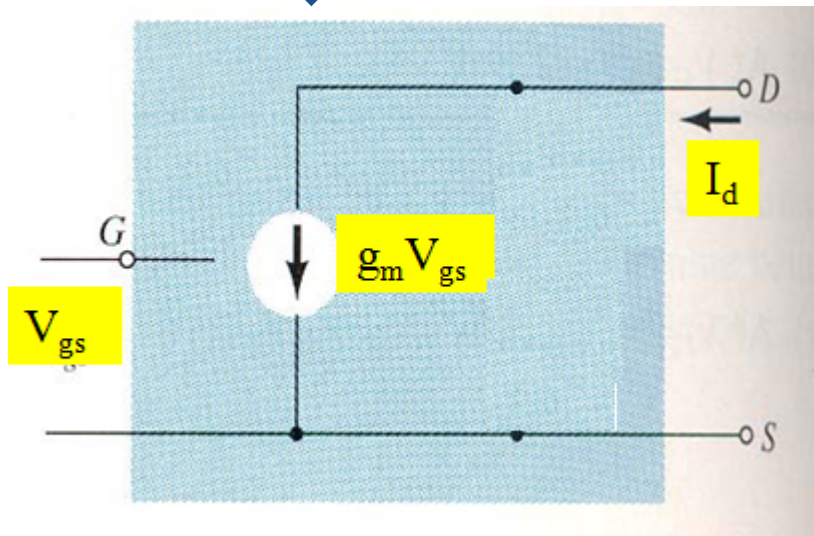
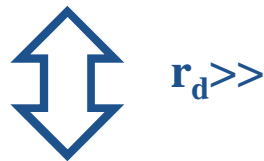
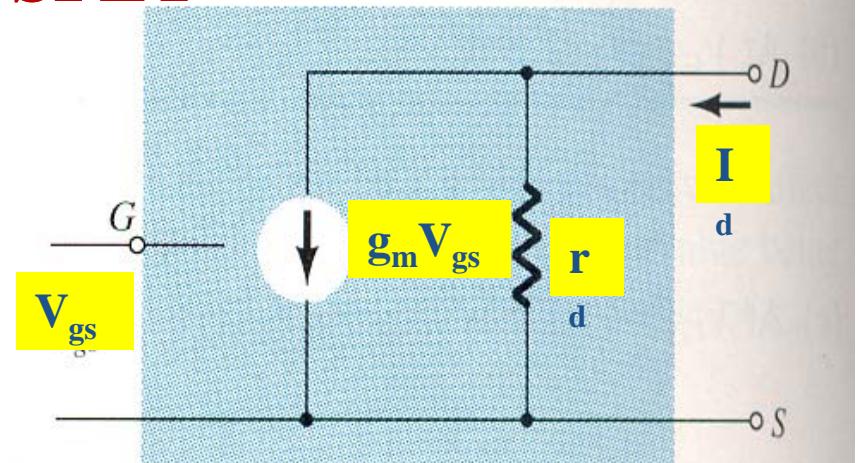
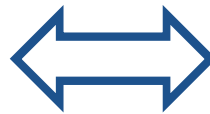
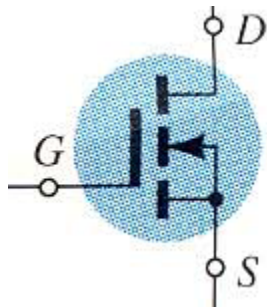
y_{os} điện dẫn ngõ ra.



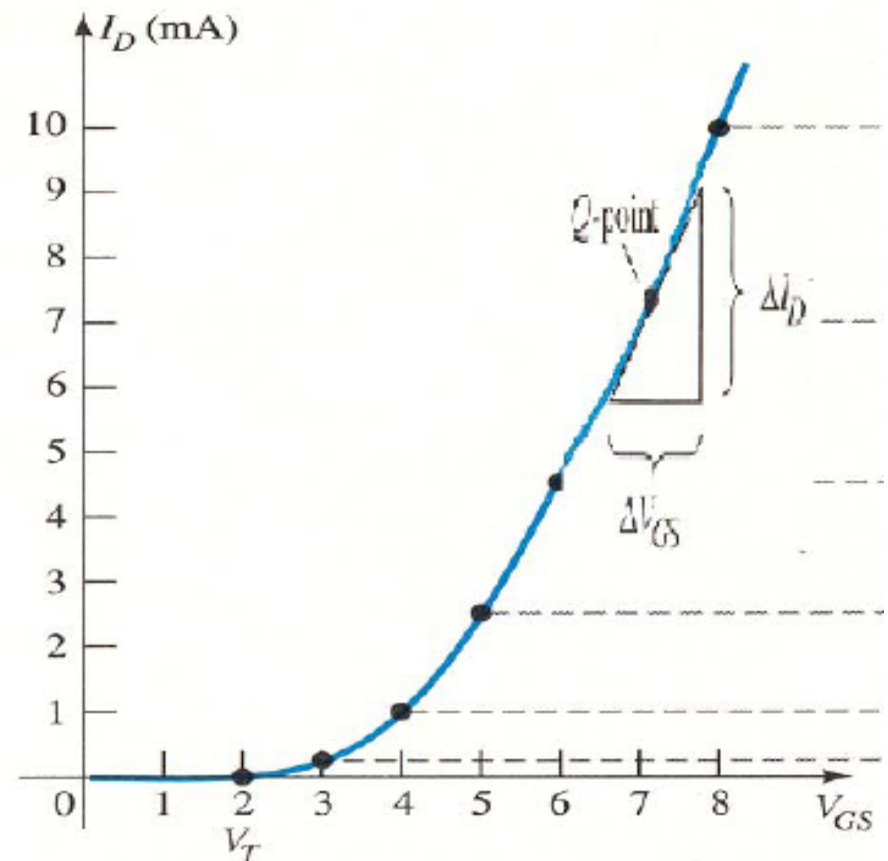
Tóm lại



Mô hình tương đương cho E-MOSFET



$$g_m = \frac{\Delta I_d}{\Delta V_{gs}} = \frac{\partial i_d}{\partial v_{gs}} = 2K(V_{GS} - V_T)$$



Các chỉ tiêu của mạch khuếch đại dùng FET

Tổng trở vào Z_i :

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

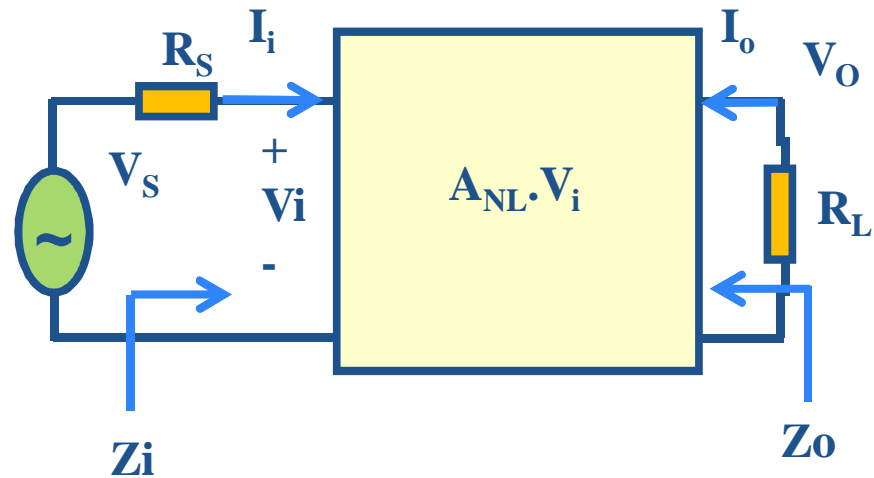
Tổng trở ra Z_o :

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o}$$

Độ lợi điện áp:

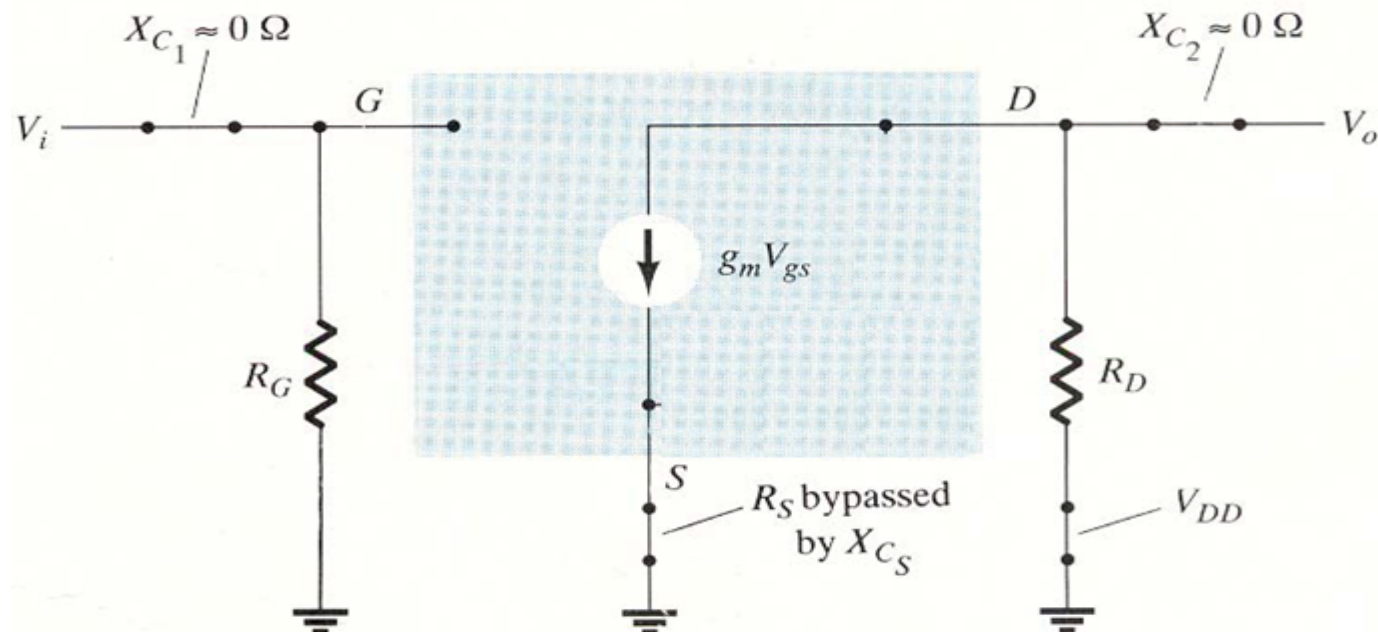
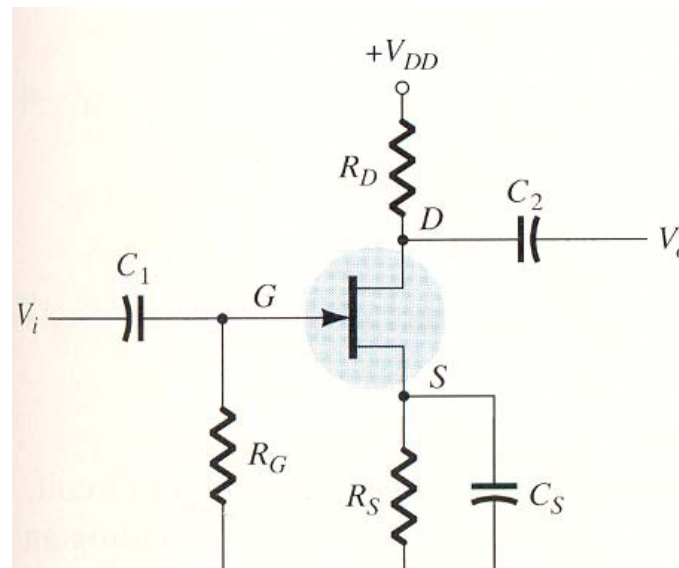
$$A_v = \frac{V_o}{V_i}$$

$$A_{v_s} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{Z_i}{Z_i + R_s} A_v$$

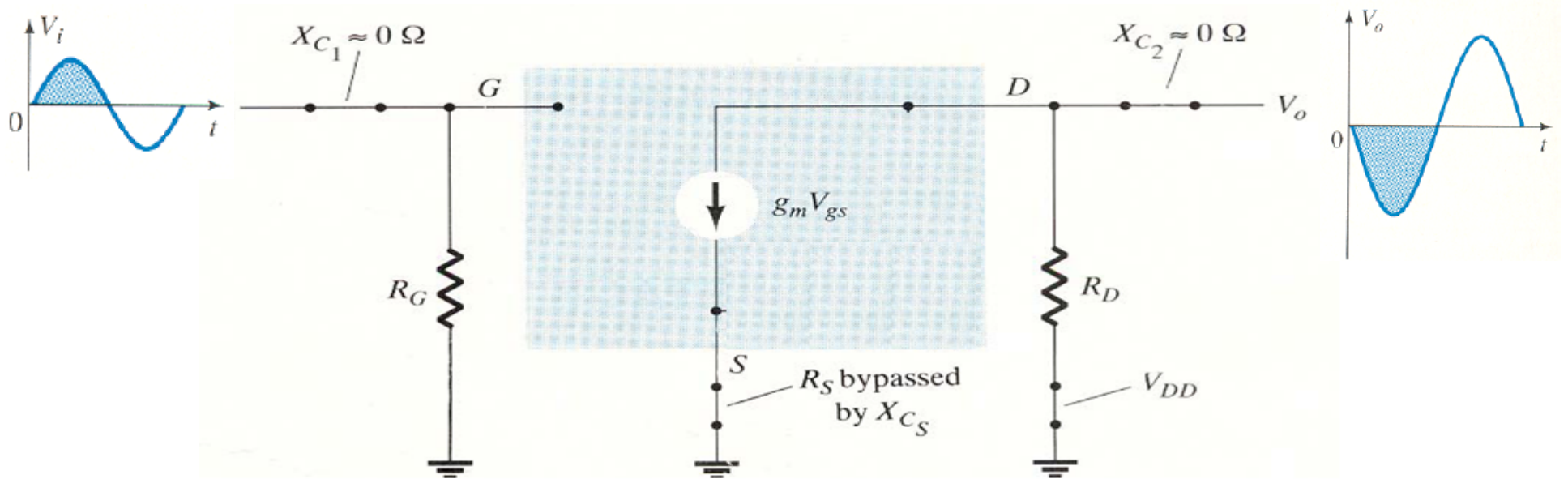


MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG JFET

7.4.1. Mạch CS



7.4.1. Mạch CS



Độ lợi áp: $A_v = -g_m R_D$

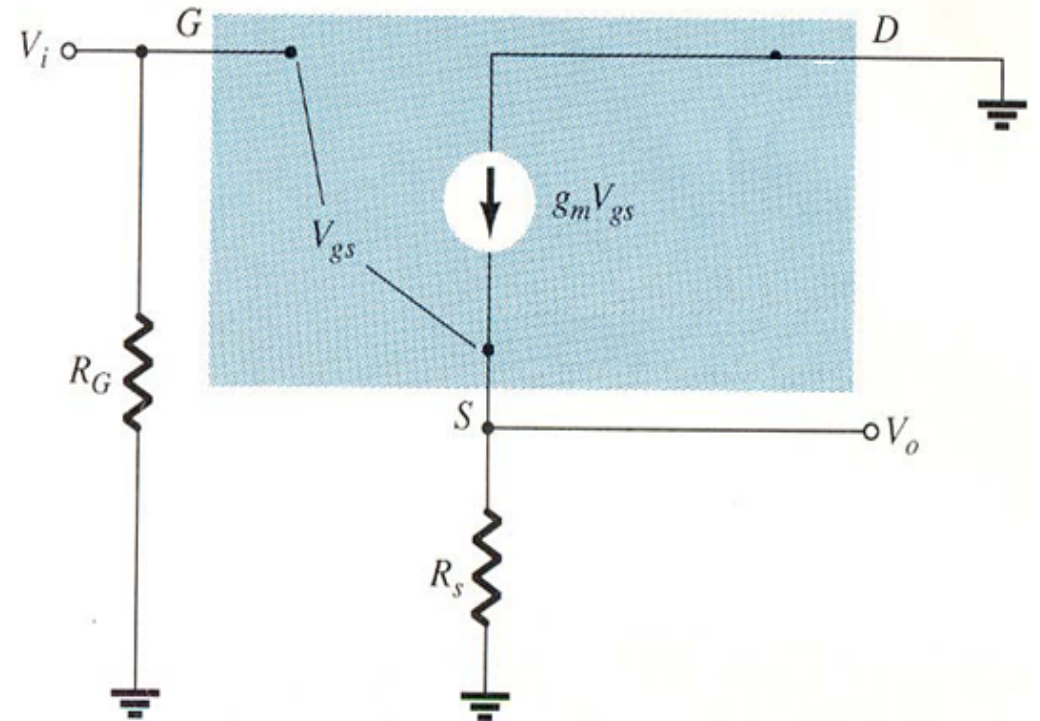
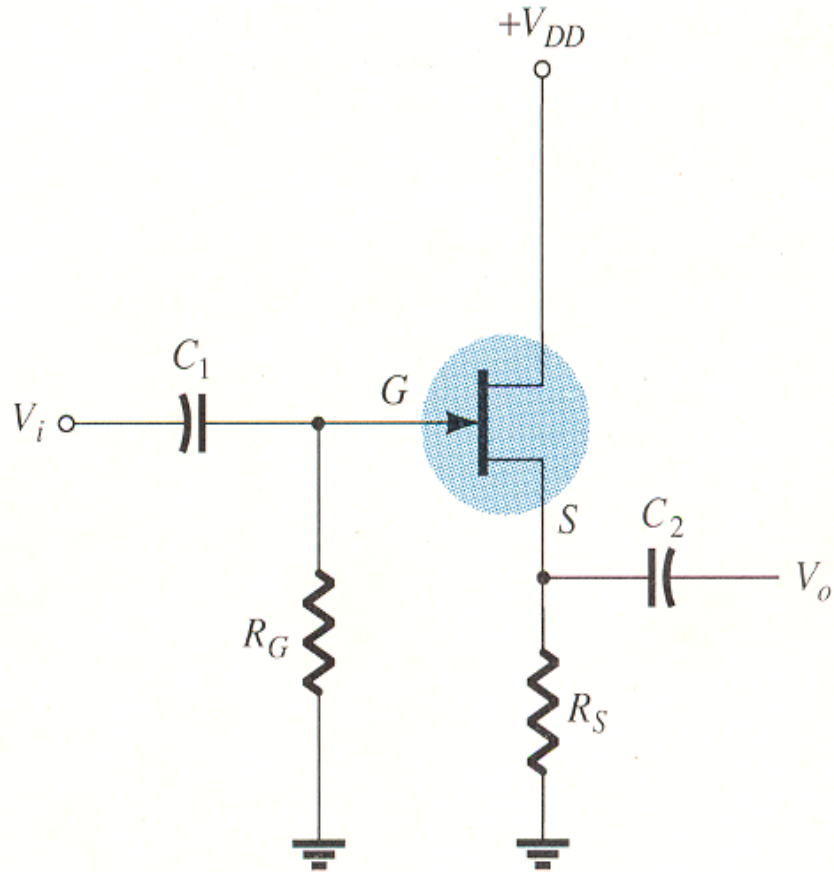
Điện trở ngõ vào:

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_G$$

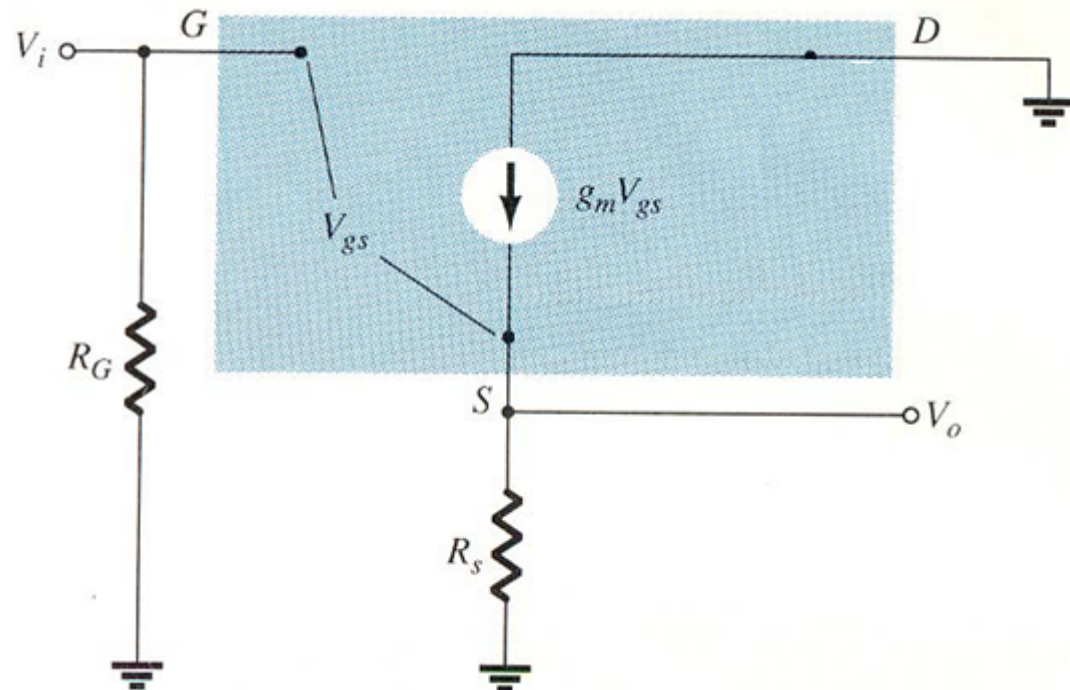
Điện trở ngõ ra

$$Z_o = \left. \frac{V_o}{I_o} \right|_{v_i = 0} = R_D$$

7.4.2. Mạch CD



7.4.2. Mạch CD



Độ lợi áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{g_m V_{gs} (R_S)}{V_{gs} + g_m V_{gs} (R_S)} = \frac{g_m (R_S)}{1 + g_m (R_S)} \cong 1$$

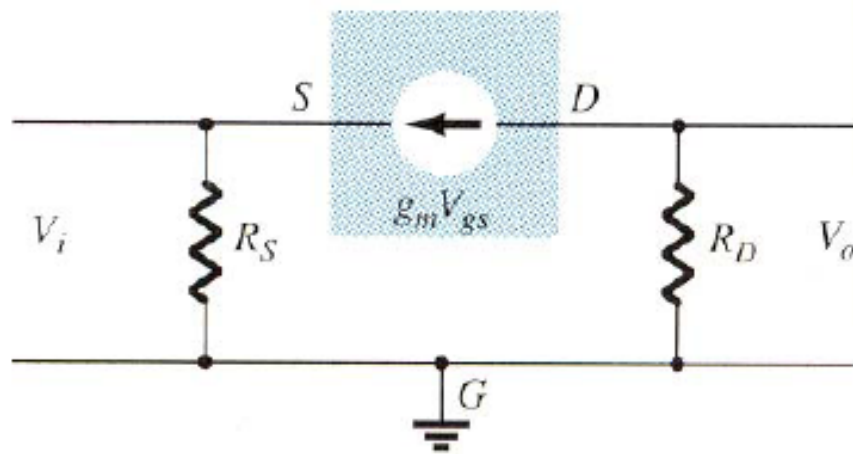
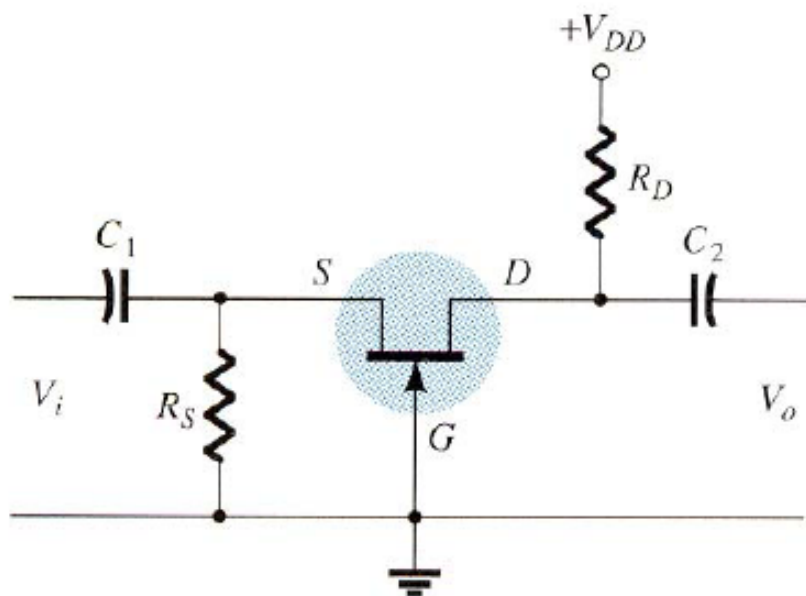
Điện trở ngõ vào:

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_G$$

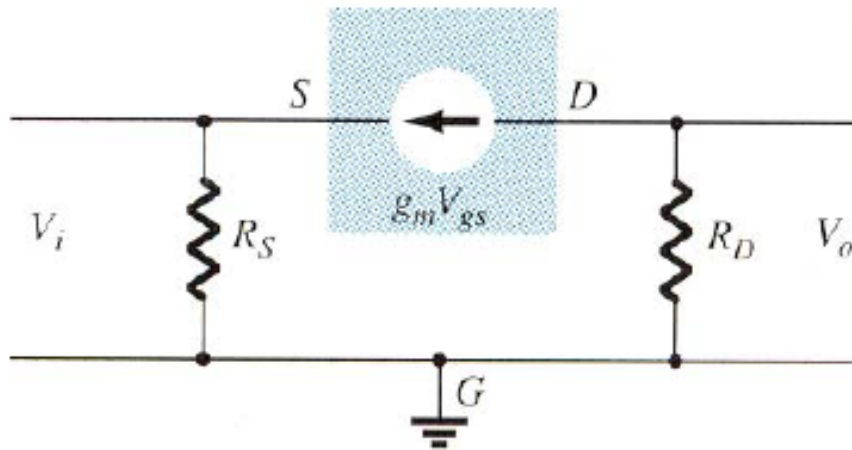
Điện trở ngõ ra

$$Z_o = \left. \frac{V_o}{I_o} \right|_{V_i=0} = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$$

7.4.3. Mạch CG



7.4.3. Mạch CG



Độ lợi áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = g_m R_D$$

Điện trở ngõ vào:

$$Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$$

Điện trở ngõ ra

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} \bigg|_{v_i = 0} = R_D$$

Tóm tắt

	Z_i	Z_o	A_v	Pha
CS			>1	Ngược pha
CD		Nhỏ	≈ 1	Cùng pha
CG	Nhỏ		>1	Cùng pha

7.5 Đáp ứng tần số

Xét ảnh hưởng của tần số

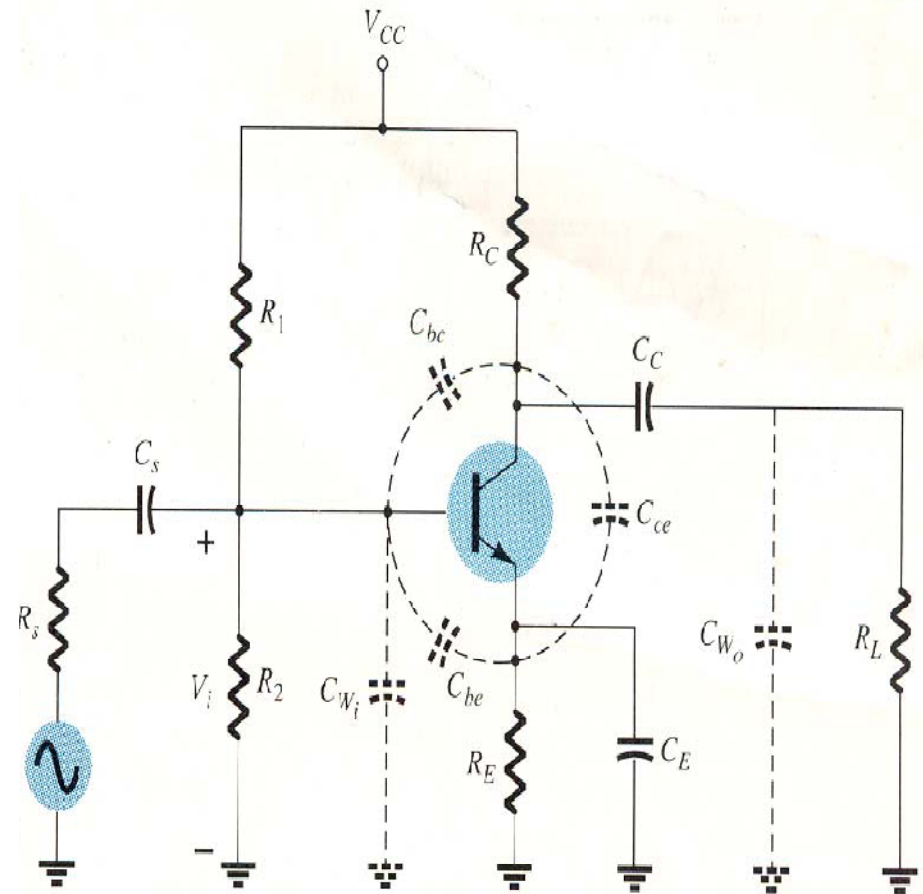
$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

❖ f nhỏ:

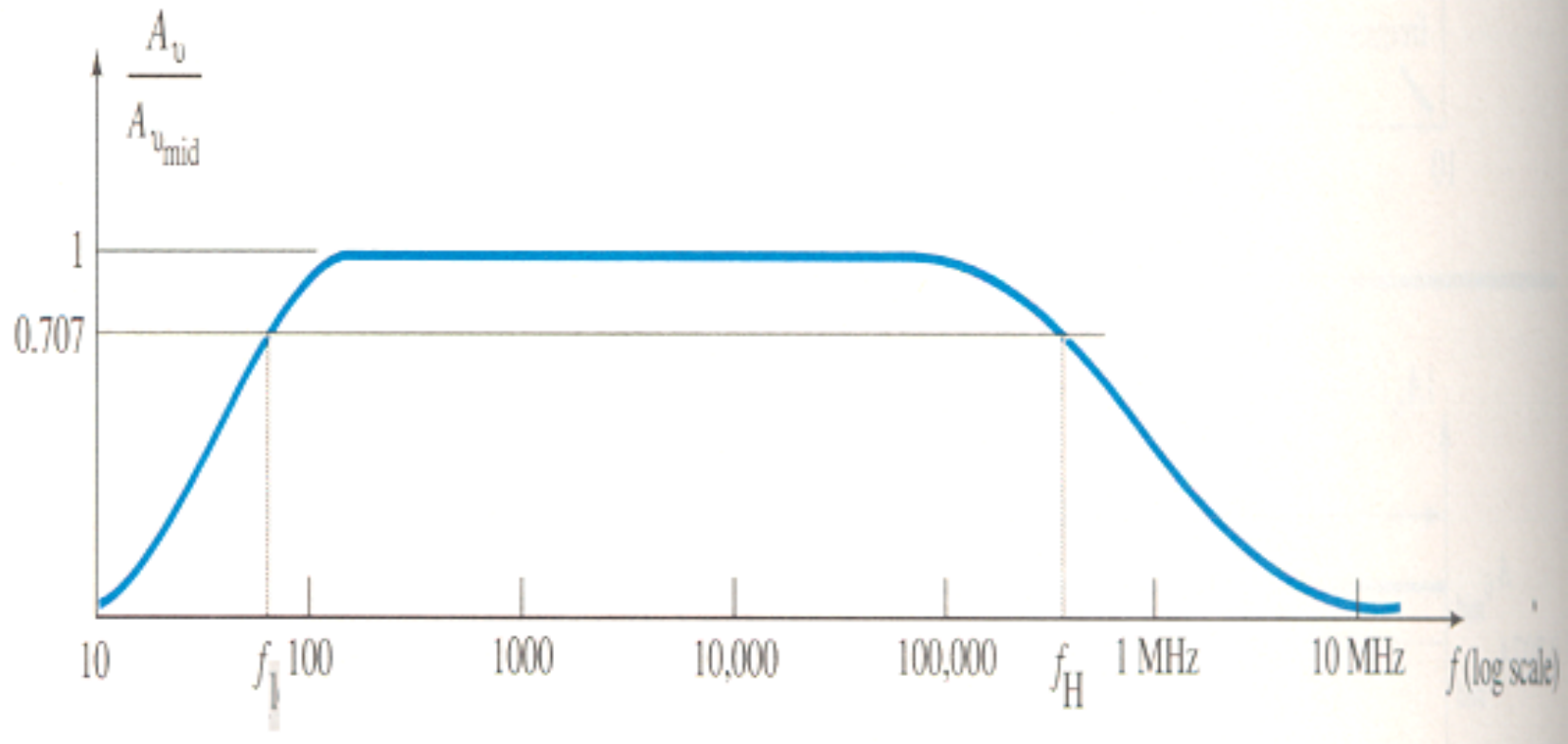
X_C tăng \rightarrow các tụ hở mạch và không sinh ra điện dung ký sinh.

❖ f lớn:

X_C giảm \rightarrow các tụ ngắn mạch và sinh ra điện dung ký sinh.



Xét ảnh hưởng của tần số



Đáp ứng tần số là là giản đồ Bode mô tả sự phụ thuộc của hàm truyền $A_v A_i$ của bộ khuếch đại... $BW = f_H - f_L$

Xét ảnh hưởng của tần số

❖ Công suất tín hiệu tại vùng tần số trung bình:

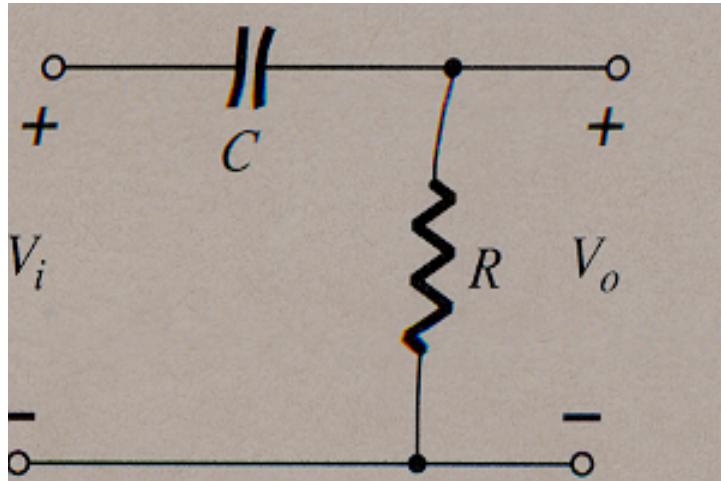
$$P_{Omid} = \frac{|V_o^2|}{R_o} = \frac{|A_{Vmid} V_i|^2}{R_o}$$

❖ công suất tín hiệu tại vùng tần số cắt:

$$P_{OH,L} = \frac{|V_o^2|}{R_o} = \frac{\left| \left(\frac{A_{Vmid}}{\sqrt{2}} \right) V_i \right|^2}{R_o} = 0.5 \frac{|A_{Vmid} V_i|^2}{R_o}$$

7.5.1. Mạch lọc thông cao và thông thấp

7.5.1.1 Mạch lọc thông cao



Từ:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

Đặt:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi RC} \Rightarrow$$

❖ Định nghĩa:

*Là mạch lọc lấy tín hiệu ở vùng **tần số cao**.*

❖ Hệ số khuếch đại:

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{R - jX_C}$$

$$A_V = \frac{1}{1 - j \frac{f_1}{f}}$$

7.5.1.1 Mạch lọc thông cao

$$A_V = \frac{1}{1 - j \frac{f_1}{f}}$$

❖ Biên độ của A_V :

$$|A_V| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2}}$$

❖ Pha:

$$\varphi = \arctg \frac{f_1}{f}$$

❖ A_V tính theo dB:

$$|A_V|_{(dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2}} = -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2 \right]$$

Giản đồ Bode và đáp ứng pha của mạch lọc thông cao

$$|A_V|_{(dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2}} = -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f_1}{f}\right)^2 \right]$$

$$\varphi = \arctg \frac{f_1}{f}$$

❖ Khi $f=f_1$:

$$A_V = -3dB \quad \varphi = 45^0$$

❖ Khi $f \gg f_1$:

(Vd: $f = 10f_1$)

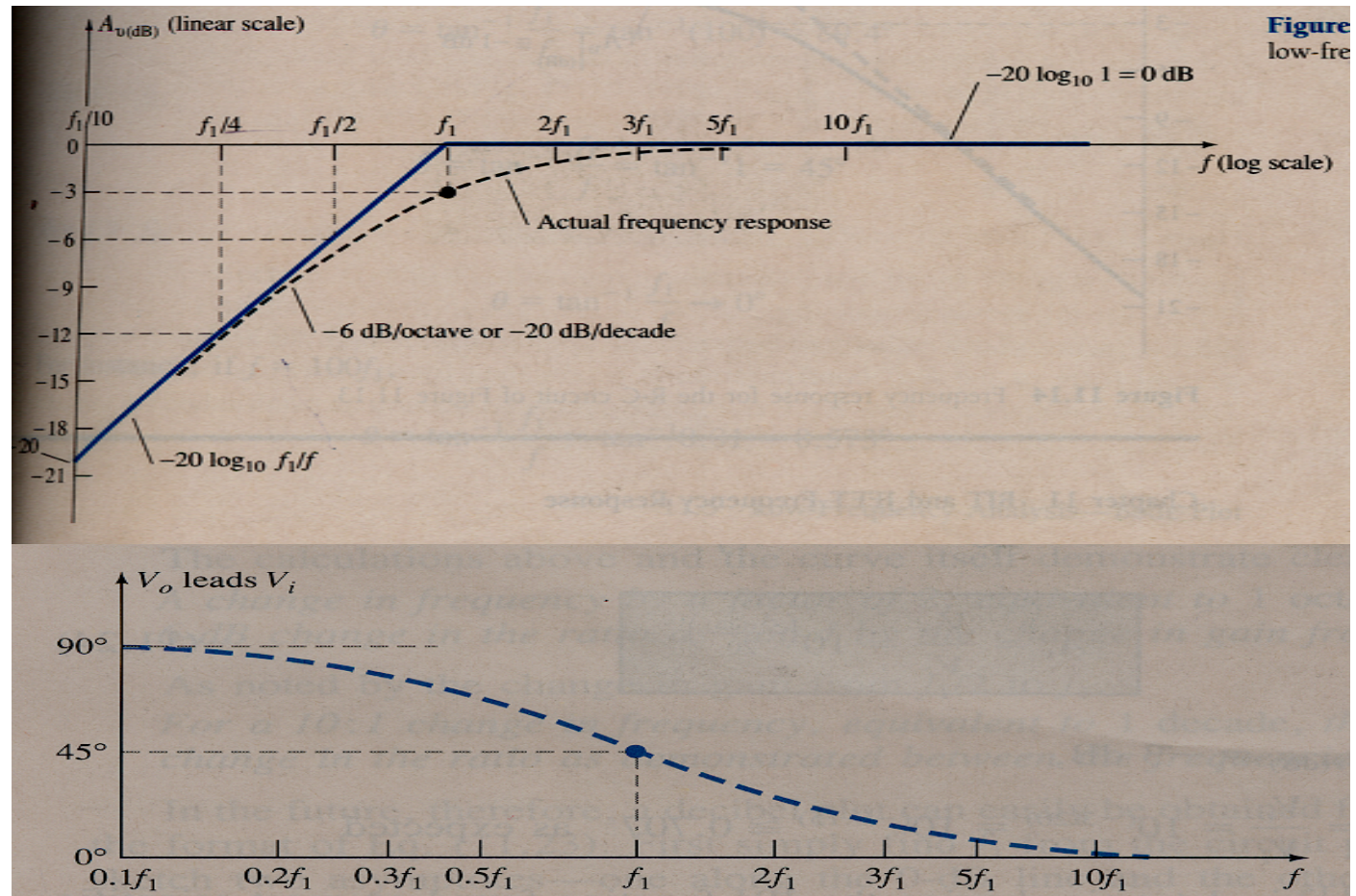
$$A_V = 0dB \quad \varphi = 0^0$$

❖ Khi $f \ll f_1$:

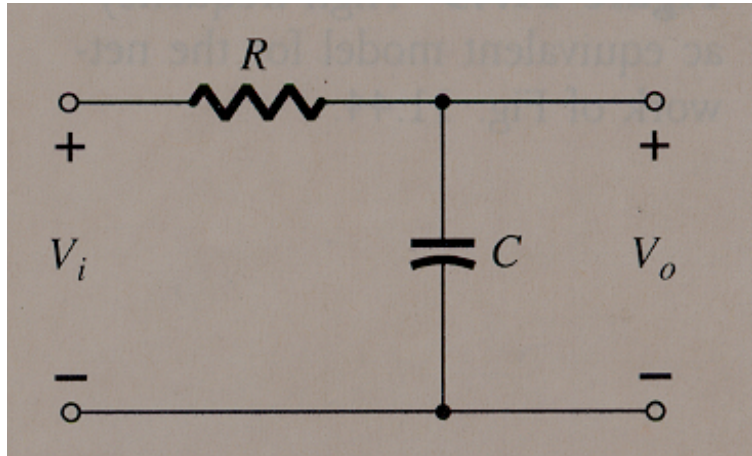
(Vd: $f = 0.1f_1$)

$$A_V = -20 \log_{10} \frac{f_1}{f}$$

$$A_V = -20dB \quad \varphi \rightarrow 90^0$$



7.5.1.2 Mạch lọc thông thấp



❖ Định nghĩa:

*Là mạch lọc lấy tín hiệu ở vùng **tần số thấp**.*

❖ Hệ số khuếch đại:

Từ:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 + j2\pi fRC}$$

Đặt:

$$f_2 = \frac{1}{2\pi RC}$$

\Rightarrow

$$A_V = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_2}}$$

7.5.1.2 Mạch lọc thông thấp

$$A_v = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_2}}$$

❖ Biên độ của A_v :

$$|A_v| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_2}\right)^2}}$$

❖ Pha:

$$\varphi = -\operatorname{arctg} \frac{f}{f_2}$$

❖ A_v tính theo dB:

$$|A_v|_{(dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_2}\right)^2}} = -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{f_2}\right)^2 \right]$$

Giản đồ Bode và đáp ứng pha của mạch lọc thông thấp

$$|A_V|_{(dB)} = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_2}\right)^2}} = -10 \log_{10} \left[1 + \left(\frac{f}{f_2}\right)^2 \right]$$

$$\varphi = -\arctg \frac{f}{f_2}$$

❖ Khi $f=f_2$:

$$A_V = -3dB \quad \varphi = -45^\circ$$

❖ Khi $f \gg f_2$:

(Vd: $f = 10f_2$)

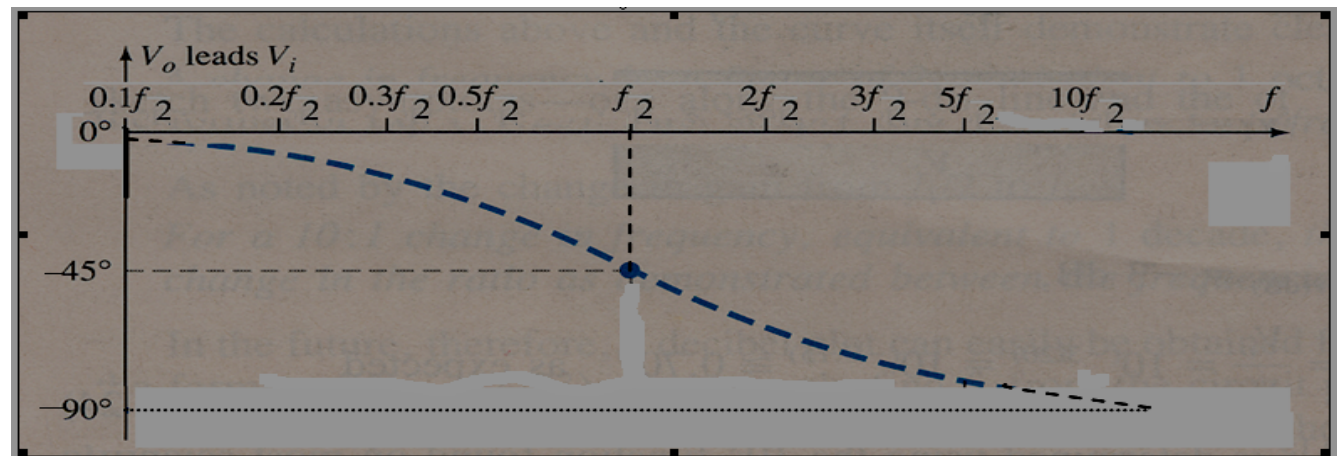
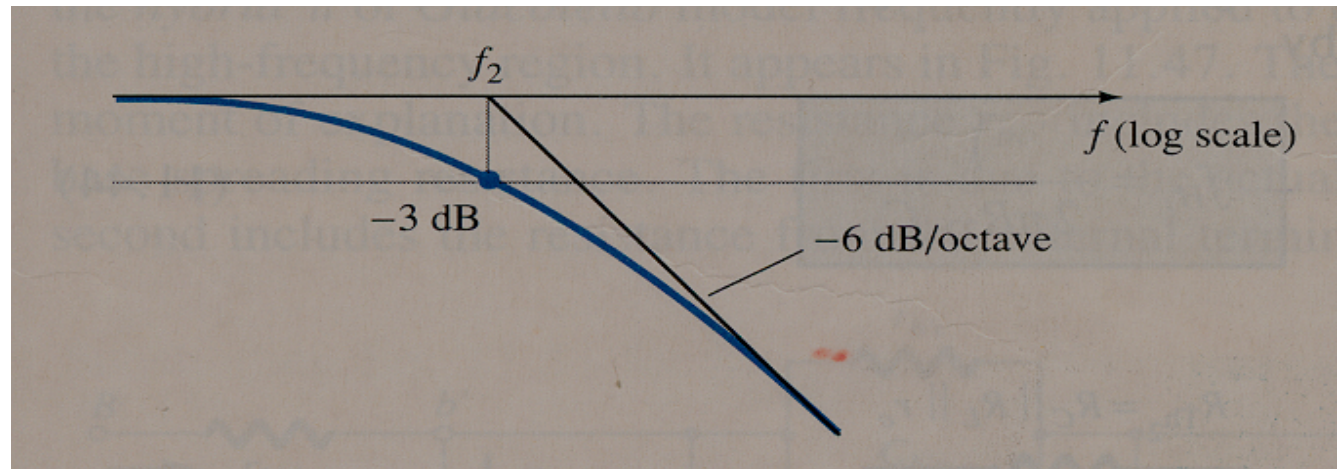
$$A_V = -20dB \quad \varphi = -90^\circ$$

❖ Khi $f \ll f_2$:

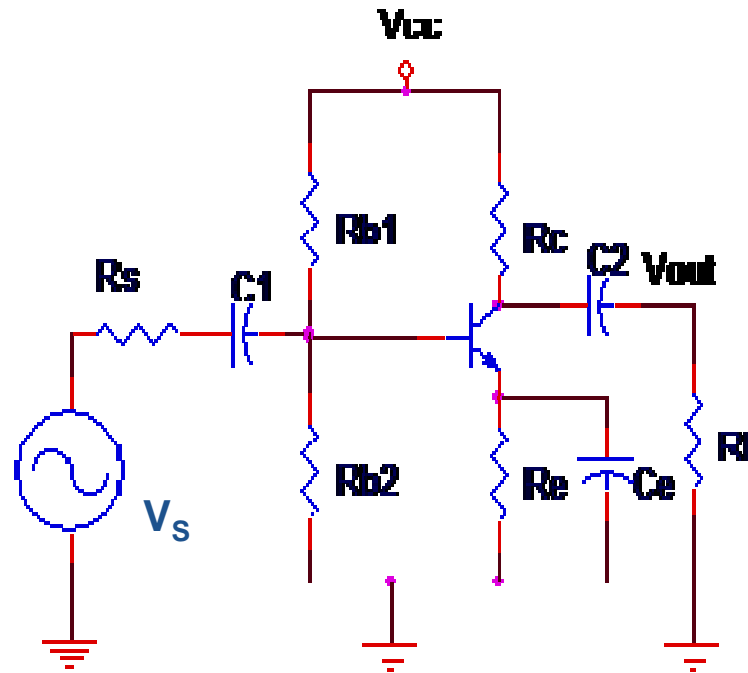
(Vd: $f = 0.1f_2$)

$$A_V = -20 \log_{10} \frac{f_1}{f}$$

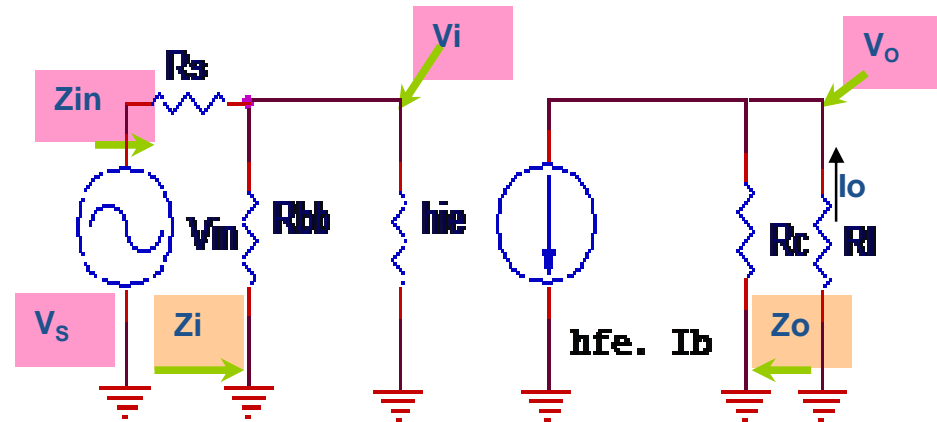
$$A_V = 0dB \quad \varphi \rightarrow 0^\circ$$



7.5.2. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số trung bình



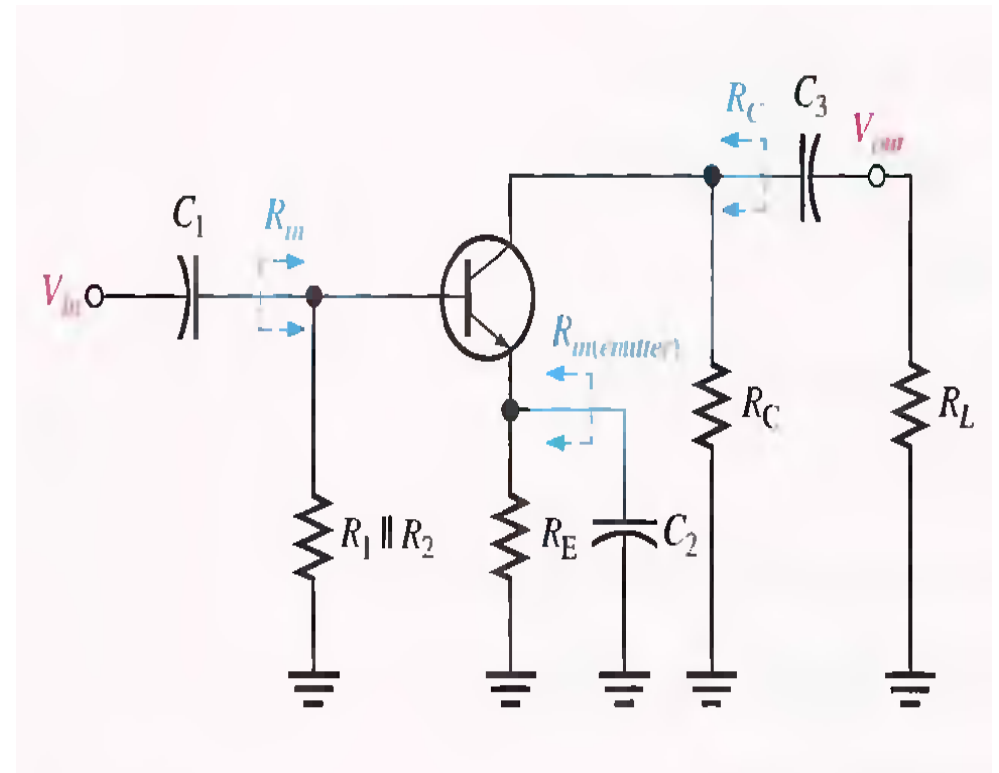
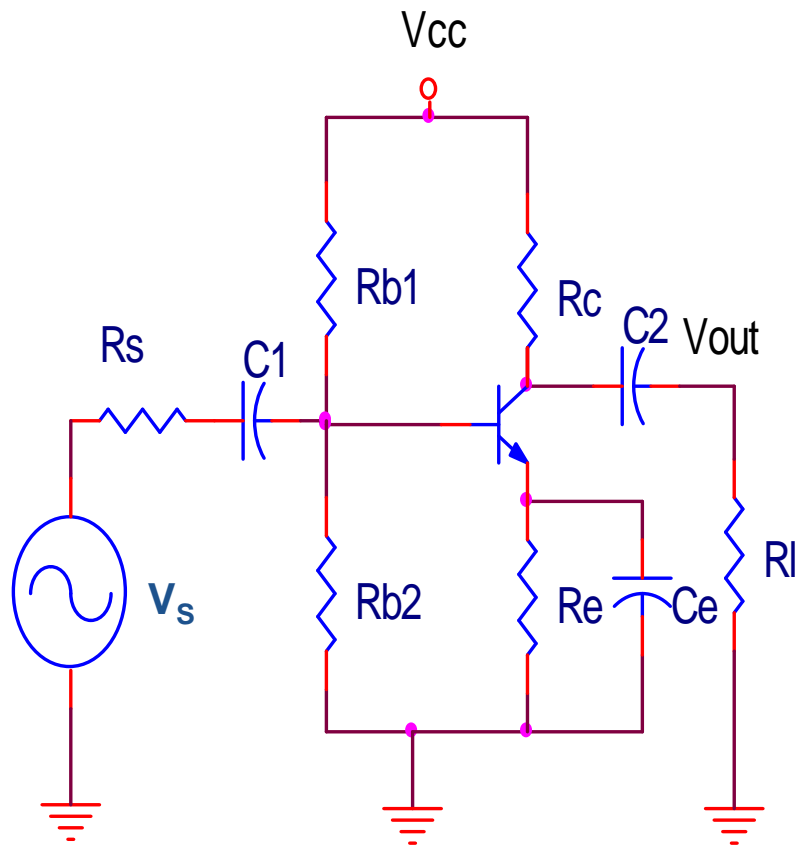
Sơ đồ tương đương tín hiệu nhỏ



$$A_{v_s} = \frac{V_o}{V_s} = \frac{V_o}{V_i} \times \frac{V_i}{V_s} = -\frac{hfe(R_C // R_L)}{h_{ie}} \times \frac{Z_i}{Z_i + R_s}$$

$$Z_i = R_{b1} // R_{b2} // h_{ie}; Z_o = R_C$$

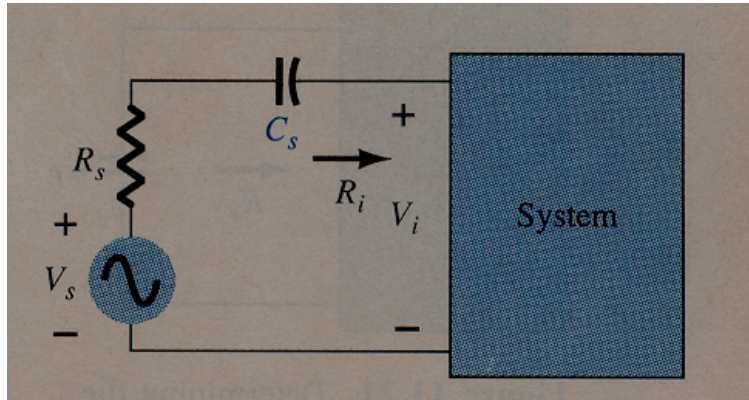
7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp



7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

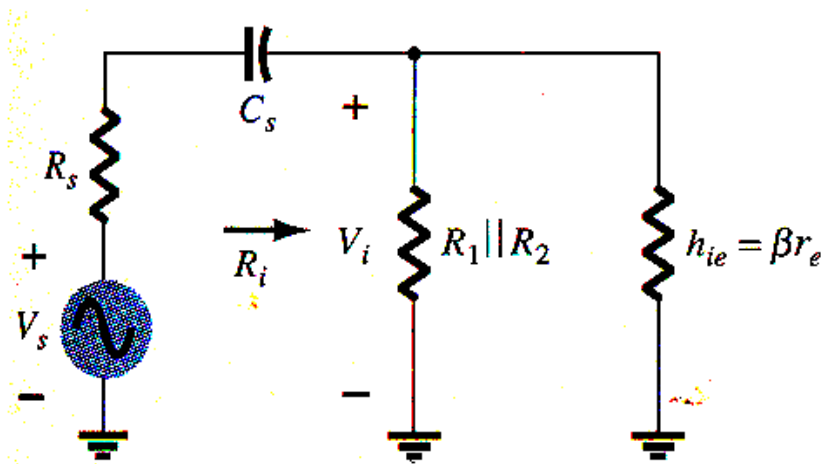
Ảnh hưởng của tụ C_S :

❖ Lưu ý: Khi xét ảnh hưởng của tụ nào thì phải bỏ qua ảnh hưởng của các tụ còn lại.



$$Av_{Smid} = \frac{V_0}{V_S} = \frac{V_0}{V_i} \times \frac{V_i}{V_S} = -\frac{h_{fe}(R_C // R_L)}{h_{ie}} \times \frac{Z_i}{Z_i + R_S}$$

$$Av_S = \frac{V_0}{V_S} = \frac{V_0}{V_i} \times \frac{V_i}{V_S} = -\frac{h_{fe}(R_C // R_L)}{h_{ie}} \times \frac{Z_i}{Z_i + R_S - jX_{C_S}}$$

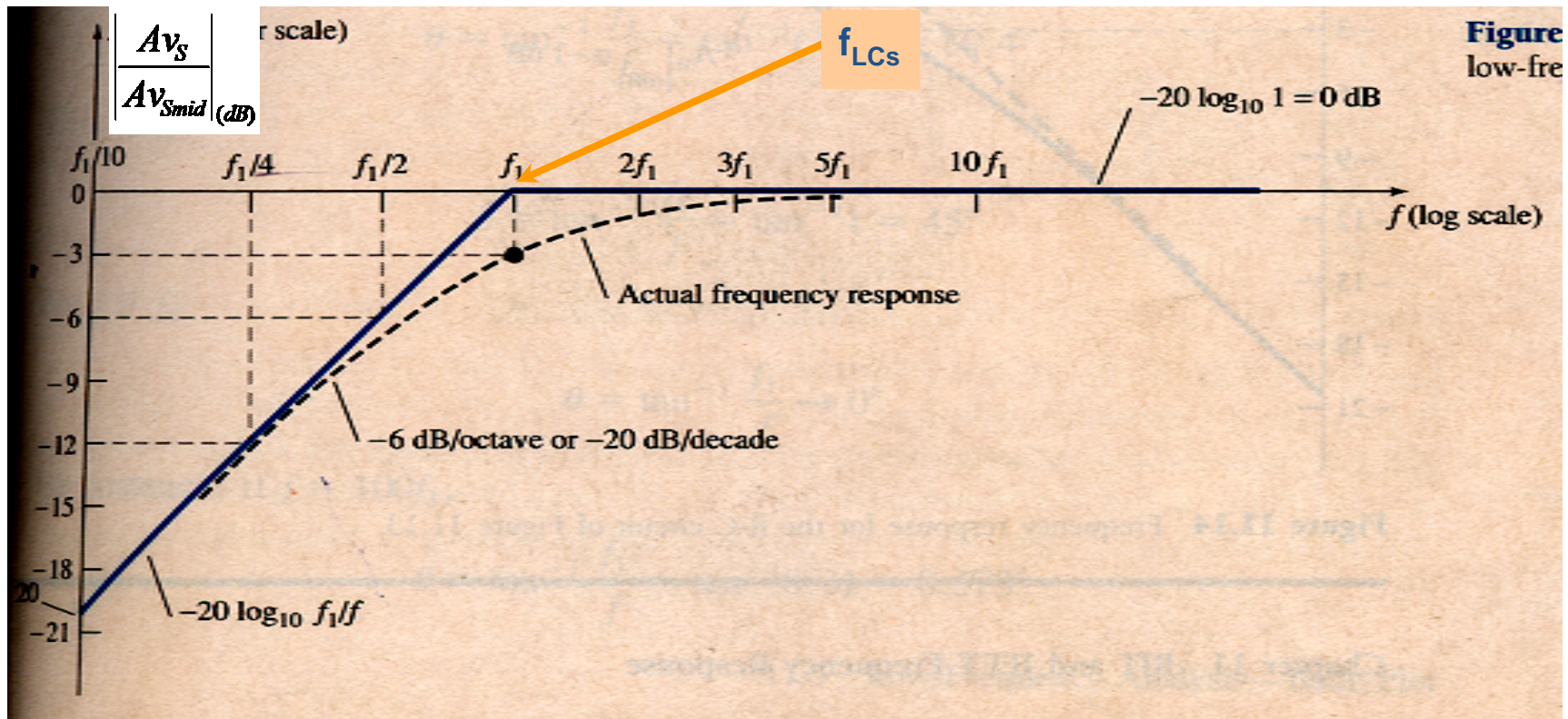


$$\frac{Av_S}{Av_{Smid}} = \frac{Z_i + R_S}{Z_i + R_S - jX_{C_S}}$$

$$f_{LC_S} = f_1 = \frac{1}{2\pi(Z_i + R_S)C_S}$$

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Giản đồ Bode của ảnh hưởng tụ C_S :

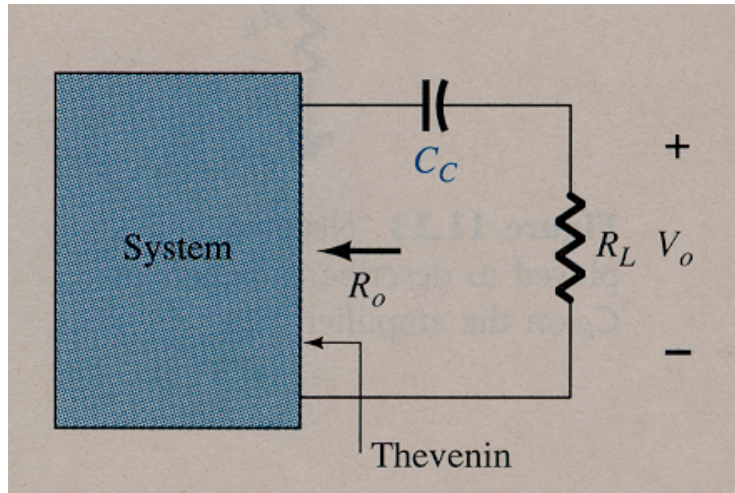


Nhận xét: điện áp ngõ vào mạch khuếch đại giảm đi 70,7% hay 3dB tại tần số này, do đó điện áp ngõ ra cũng giảm đi 3dB.

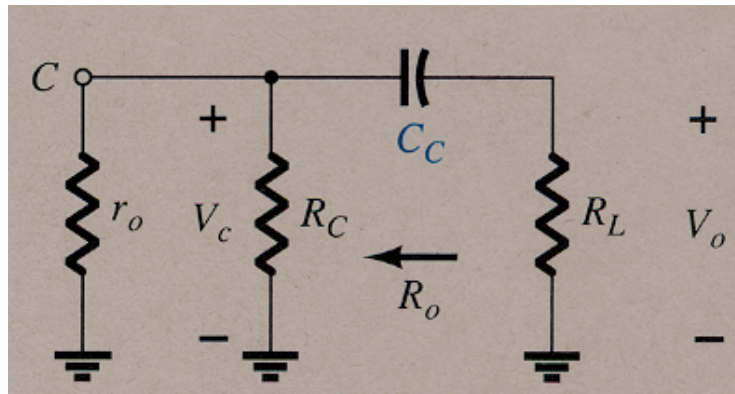
7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Ảnh hưởng của tụ C_C :

❖ Lưu ý: Khi xét ảnh hưởng của tụ nào thì phải bỏ qua ảnh hưởng của các tụ còn lại.



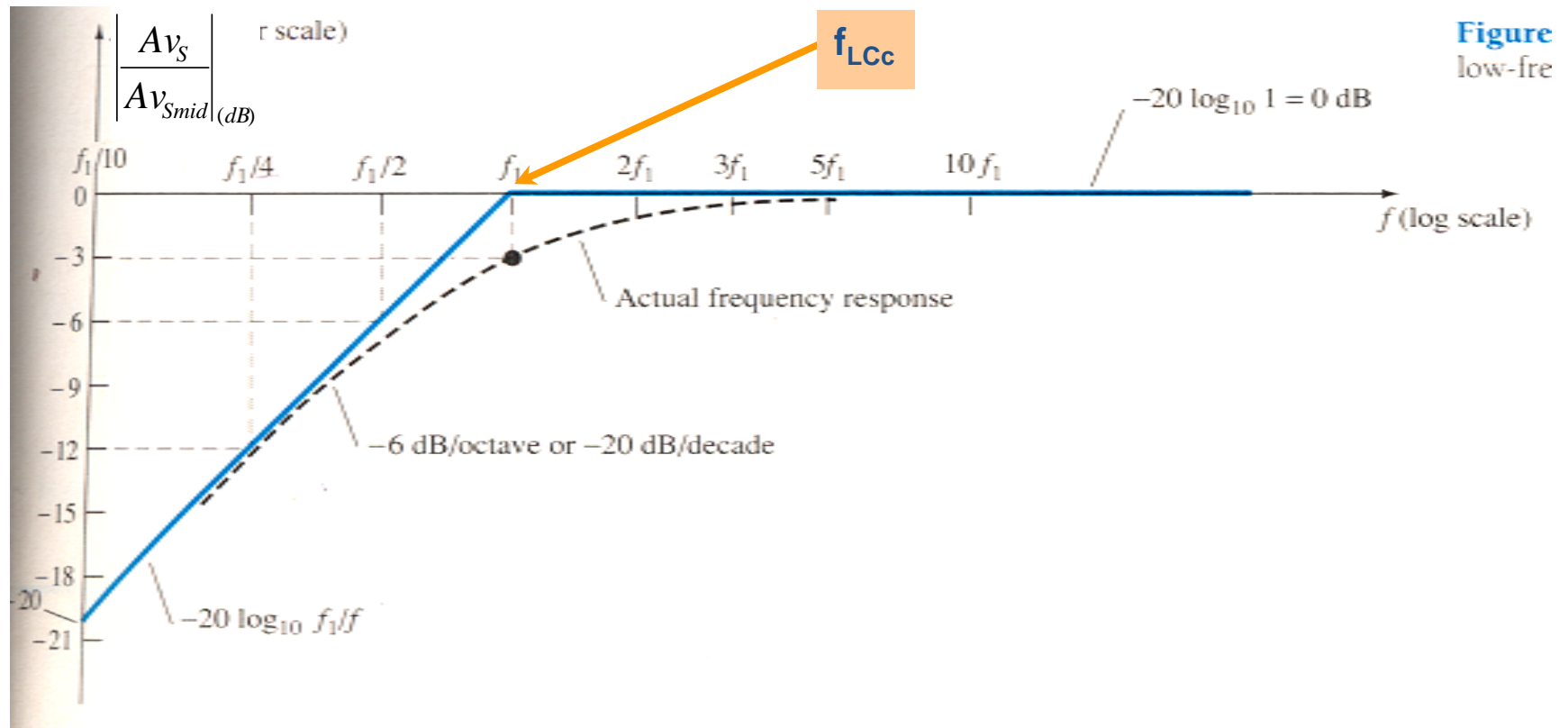
$$\frac{Av_S}{Av_{Smid}} = \frac{Z_0 + R_L}{Z_0 + R_L - jX_{C_C}}$$



$$f_{LC_C} = f_1 = \frac{1}{2\pi(Z_0 + R_L)C_C}$$

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Giản đồ Bode của ảnh hưởng tụ C_C :

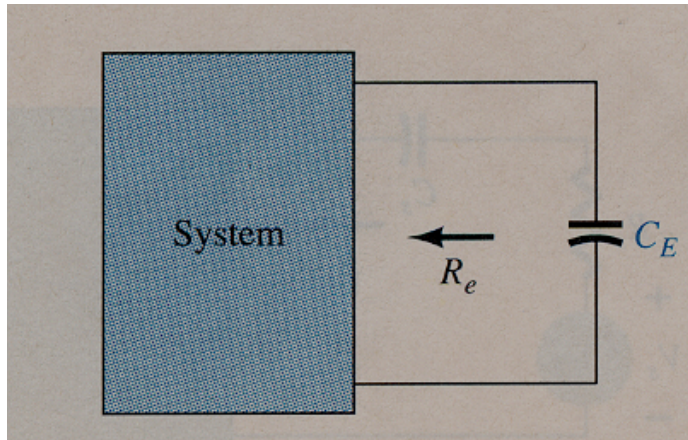


Nhận xét: điện áp ngõ vào mạch khuếch đại giảm đi 70,7% hay 3dB tại tần số này, do đó điện áp ngõ ra cũng giảm đi 3dB.

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

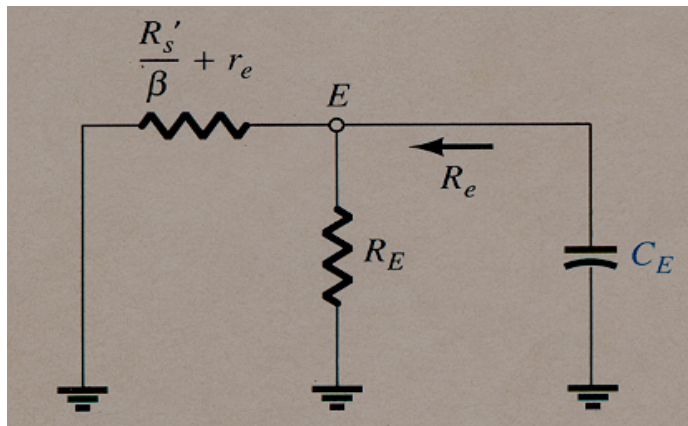
Ảnh hưởng của tụ C_E :

❖ Lưu ý: Khi xét ảnh hưởng của tụ nào thì phải bỏ qua ảnh hưởng của các tụ còn lại.



$$\frac{Av_S}{Av_{Smid}} = \frac{R_e}{R_e - jX_{C_E}}$$

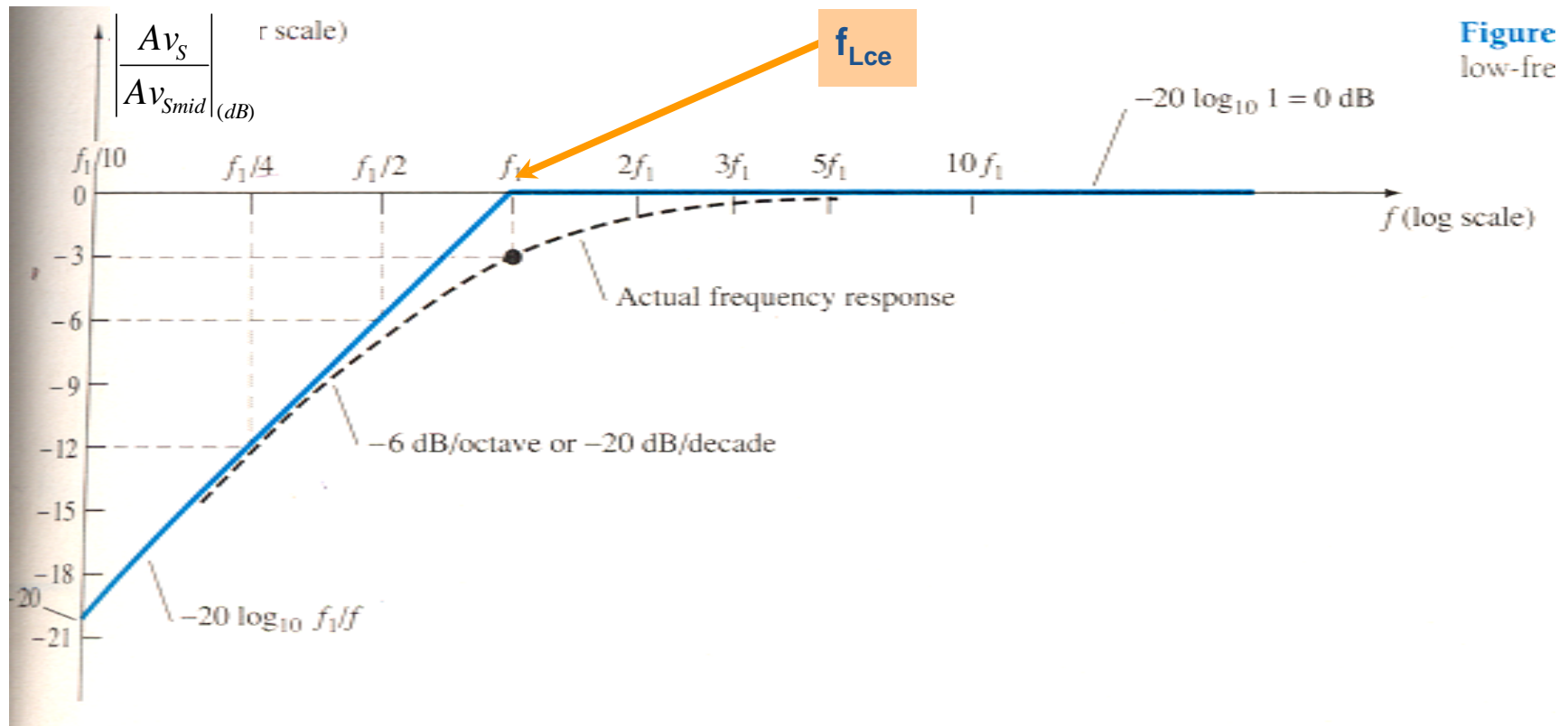
$$f_{LC_E} = f_1 = \frac{1}{2\pi R_e C_E}$$



$$R_e = R_E // \left[\frac{h_{ie} + (R_{BB} // R_S)}{1 + h_{fe}} \right]$$

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

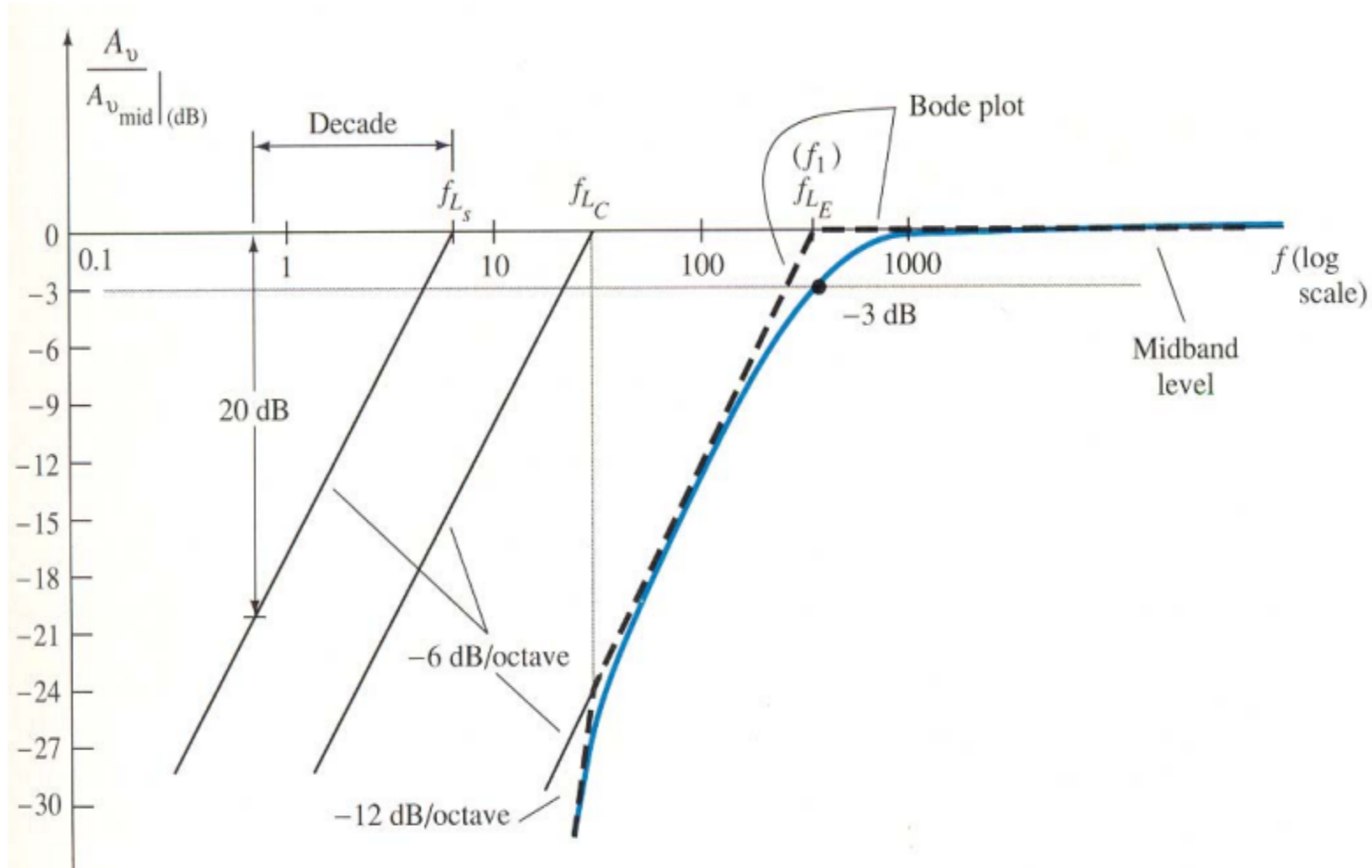
Giản đồ Bode của ảnh hưởng tụ C_E :



Nhận xét: điện áp ngõ vào mạch khuếch đại giảm đi 70,7% hay 3dB tại tần số này, do đó điện áp ngõ ra cũng giảm đi 3dB.

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Giản đồ Bode (đáp ứng tần số) ảnh hưởng của 3 tụ ở tần số thấp

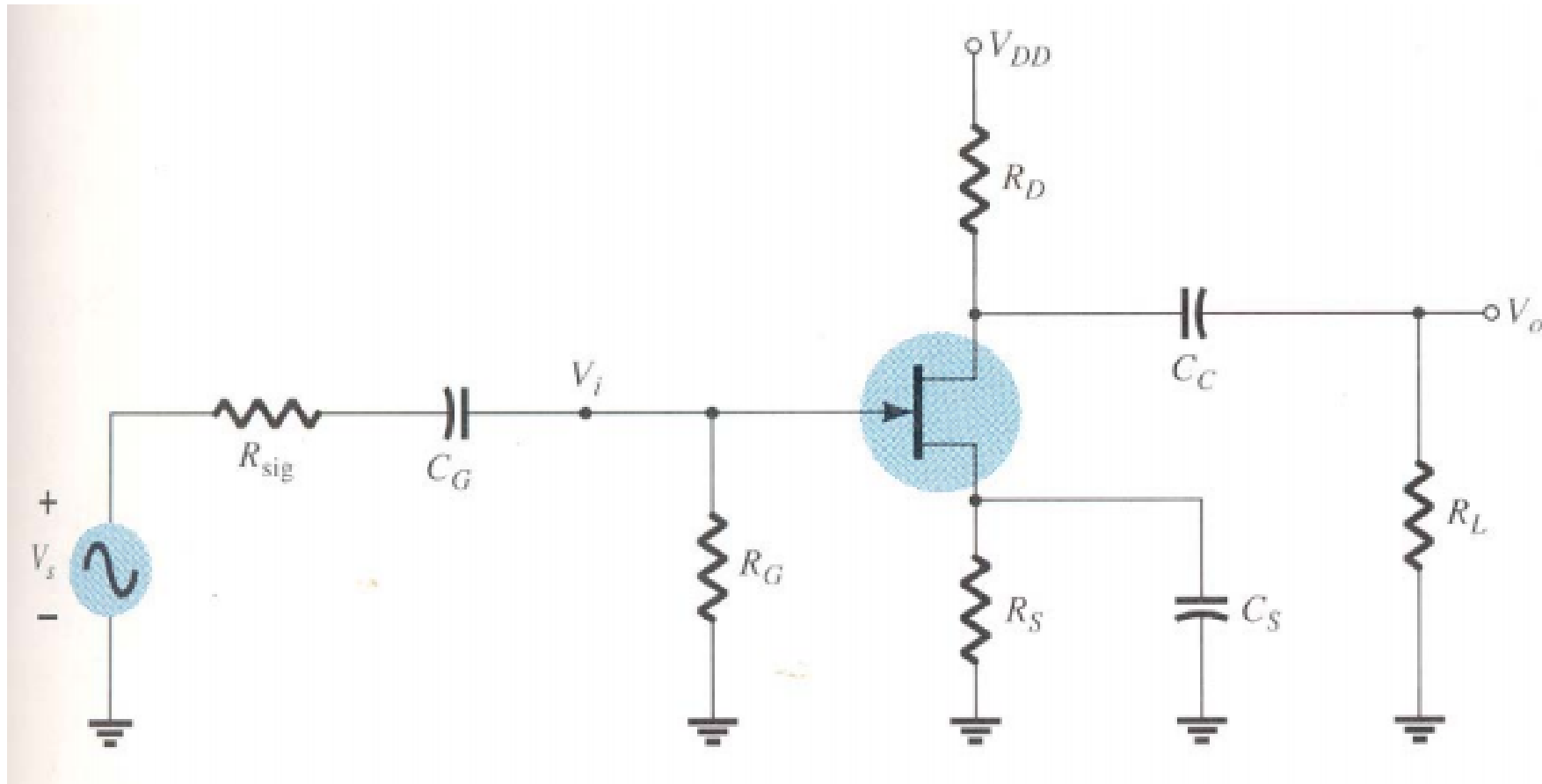


$$f_L = \max[f_{LCS}, f_{LCC}, f_{LCE}]$$

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Mạch khuếch đại dùng FET

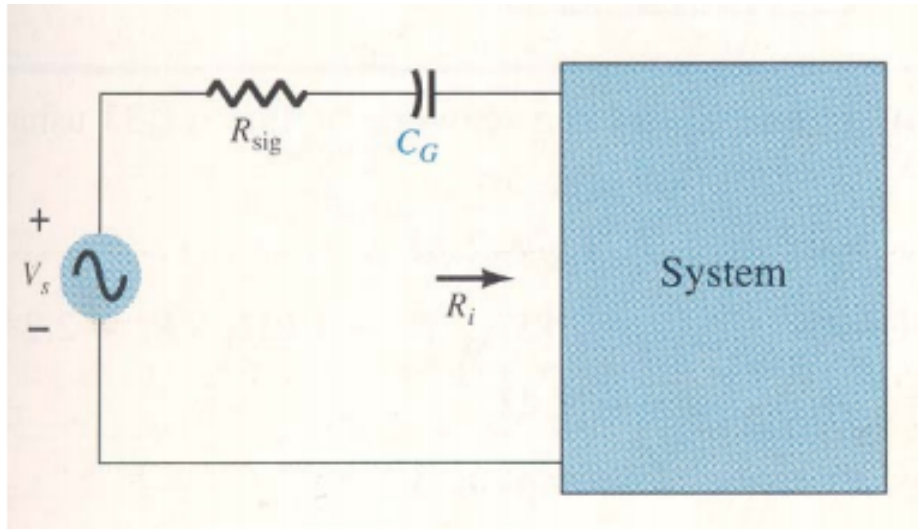
Xét mạch sau



7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Mạch khuếch đại dùng FET

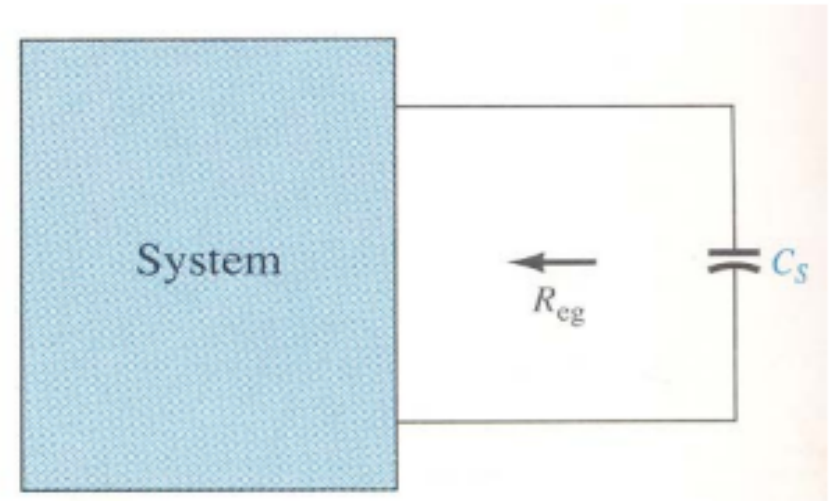
Xét ảnh hưởng của tụ C_G :



$$R_i = R_G$$

$$f_{LG} = \frac{1}{2\pi(R_{sig} + R_i)C_G}$$

Xét ảnh hưởng của tụ C_S :



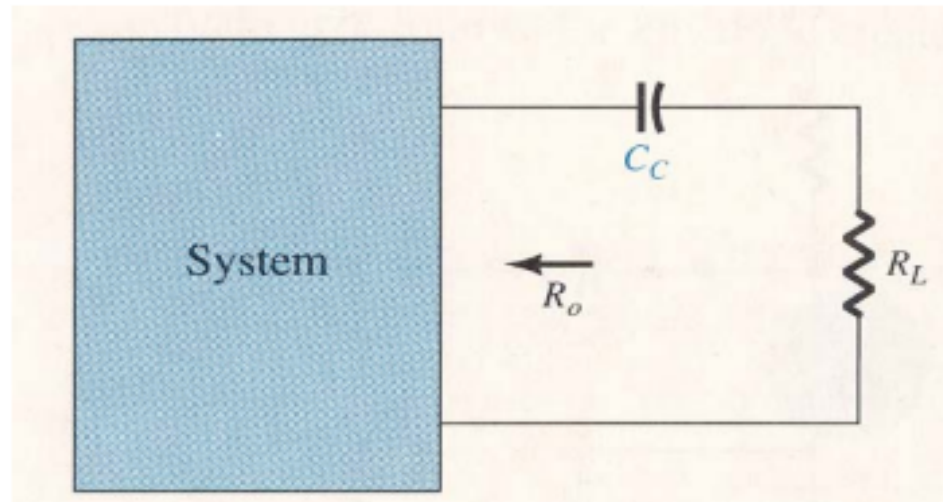
$$R_{eq} = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$$

$$f_{LE} = \frac{1}{2\pi R_{eq} C_S}$$

7.5.3. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số thấp

Mạch khuếch đại dùng FET

Xét ảnh hưởng của tụ C_C :



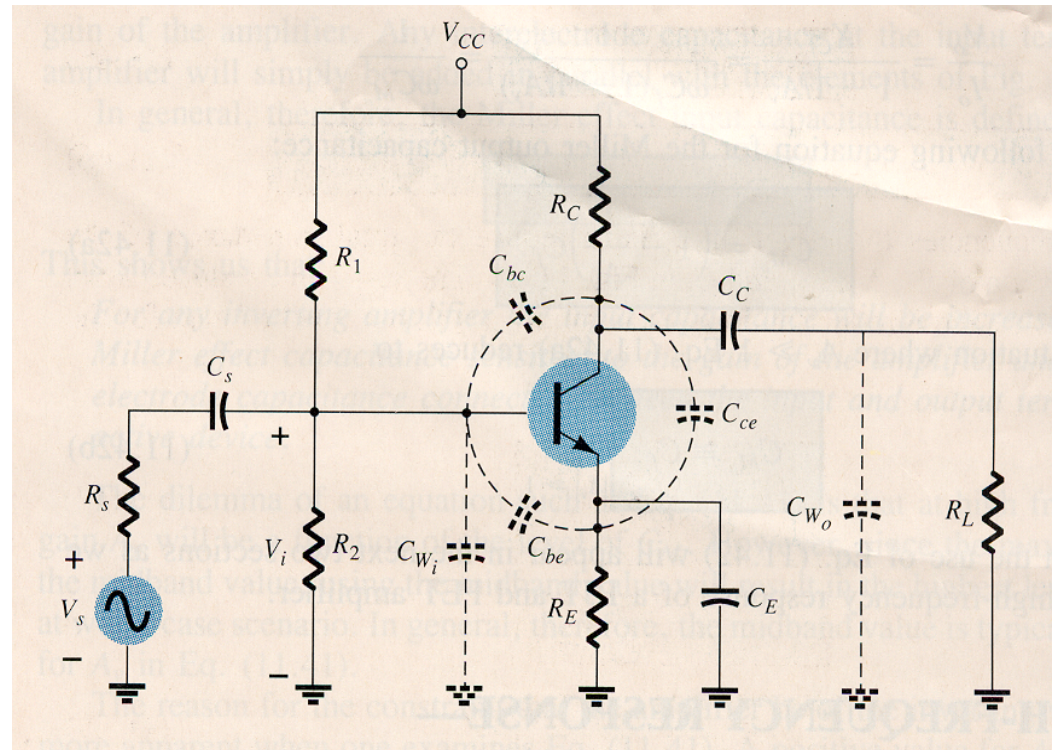
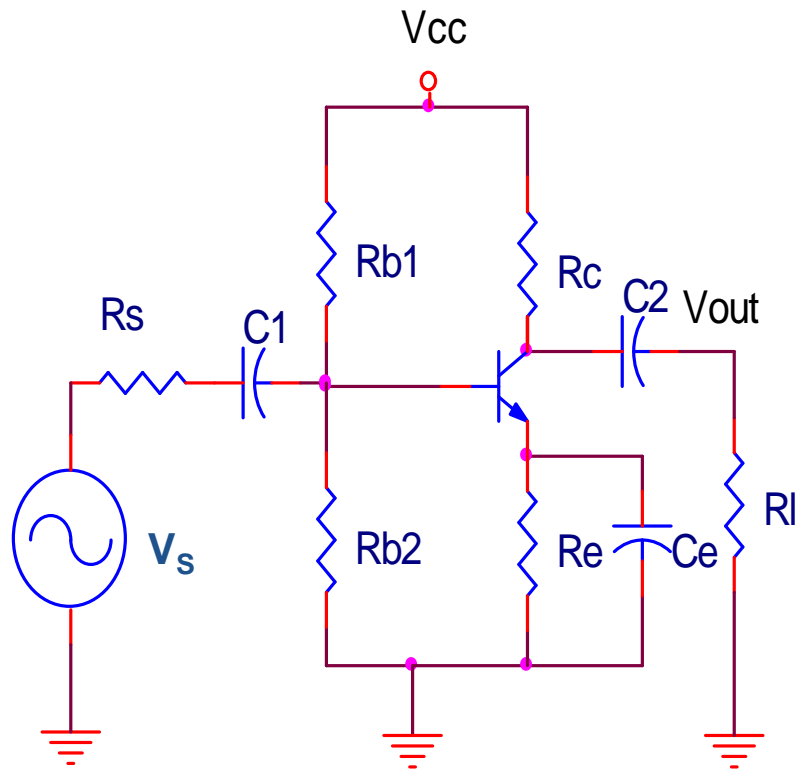
$$R_0 = R_D \parallel r_d$$

$$f_{LC} = \frac{1}{2\pi(R_0 + R_L)C_C}$$

$$f_L = \max[f_{LS}; f_{LC}; f_{LE}]$$

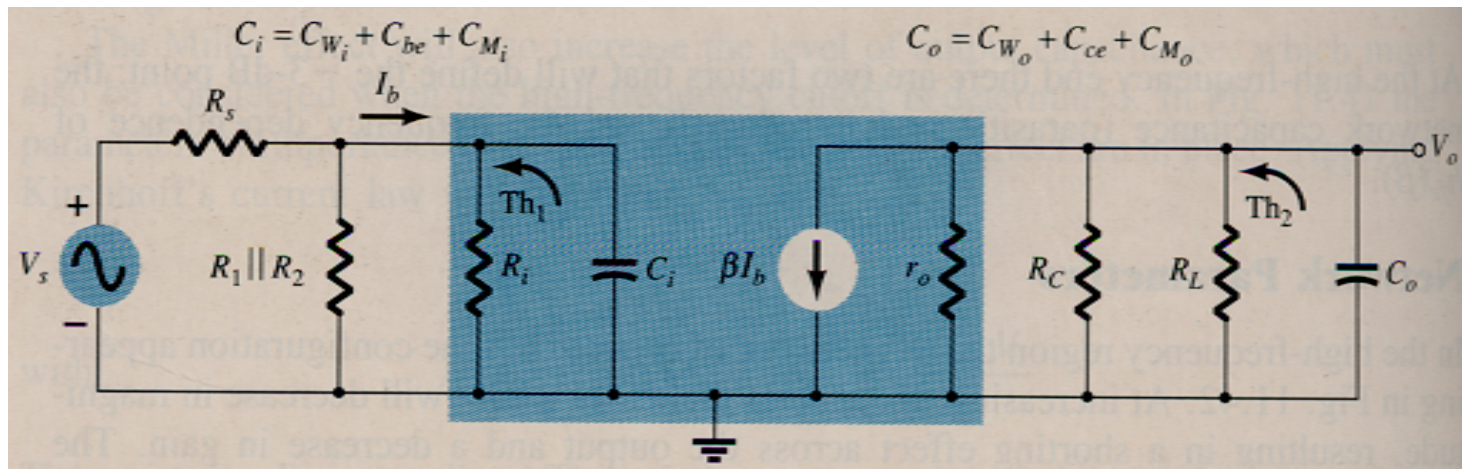
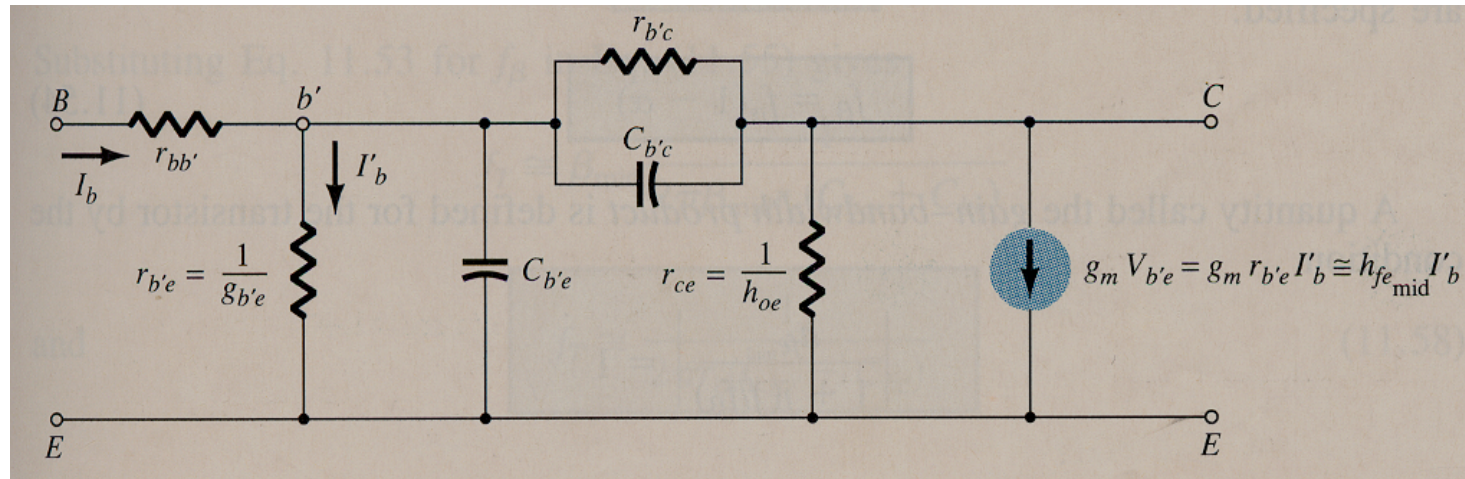
7.5.4. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số cao

Dùng BJT



7.5.4. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số cao Dùng BJT

Mô hình hybrid – π của BJT



7.5.4. Phân tích mạch KĐ ở vùng tần số cao

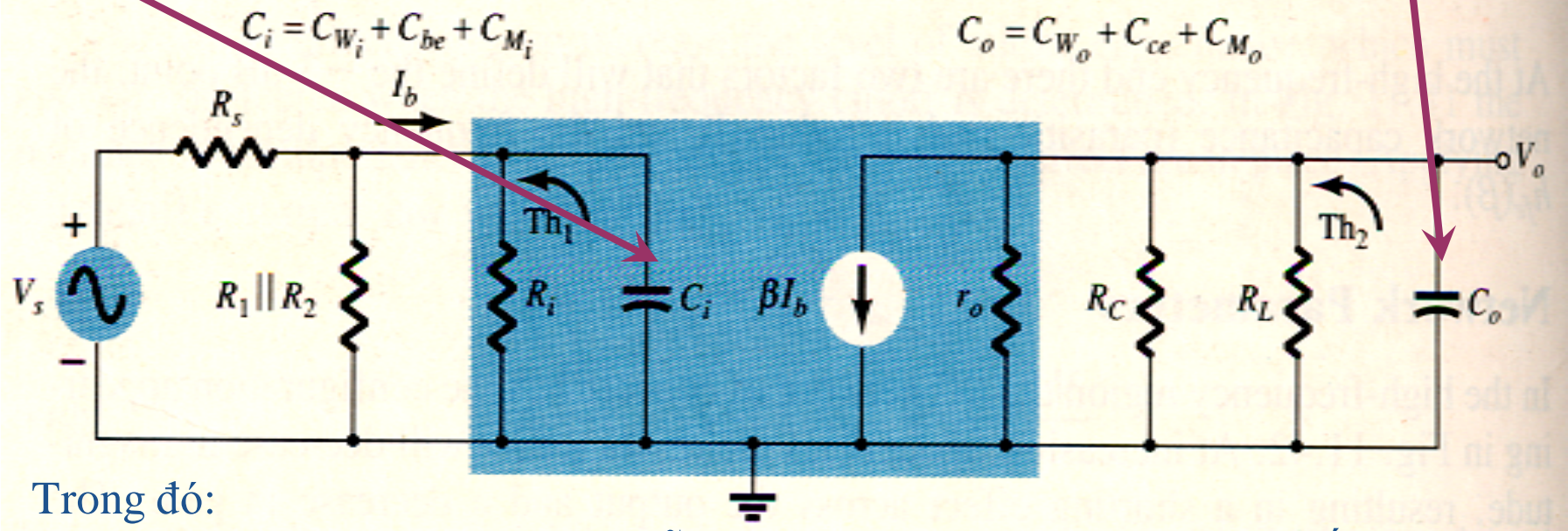
$$C_{Mi} = (1 - A_V)C_{bc}$$

Dùng BJT

$$C_o = C_{Wo} + C_{ce} + C_{Mo}$$

$$C_i = C_{Wi} + C_{be} + C_{Mi}$$

$$C_{Mo} = \left(1 - \frac{1}{A_V}\right)C_{bc}$$



Trong đó:

- ❖ C_{Wi} , C_{Wo} : điện dung của dây dẫn ngõ vào và ngõ ra của mạch khuếch đại, thường các điện dung này rất bé có thể bỏ qua.
- ❖ C_{Mi} và C_{Mo} : điện dung do ảnh hưởng của hiệu ứng Miller ở ngõ vào và ngõ ra

Ảnh hưởng của tụ C_i :

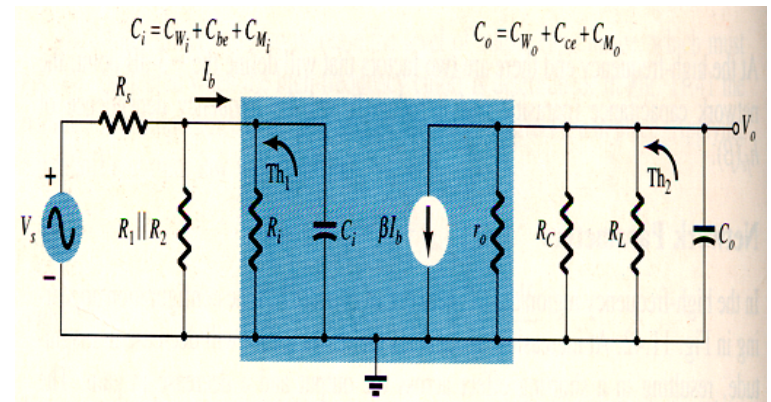
❖ Lưu ý: Khi xét ảnh hưởng của tụ nào thì phải bỏ qua ảnh hưởng của các tụ còn lại.

$$A_{v_{Smid}} = \frac{V_0}{V_S} = \frac{V_0}{V_i} x \frac{V_i}{V_S} = -\frac{h_{fe}(R_C // R_L)}{h_{ie}} x \frac{Z_i}{Z_i + R_S}$$

$$A_{v_S} = \frac{V_0}{V_S} = \frac{V_0}{V_i} x \frac{V_i}{V_S} = -\frac{h_{fe}(R_C // R_L)}{h_{ie}} x \frac{Z_i // (-jX_{C_i})}{R_S + Z_i // (-jX_{C_i})}$$

$$\frac{A_{v_S}}{A_{v_{Smid}}} = \frac{\frac{-jX_{C_i}Z_i}{Z_i - jX_{C_i}}}{R_S + \frac{-jX_{C_i}Z_i}{Z_i - jX_{C_i}}} x \frac{R_S + Z_i}{Z_i}$$

$$= \frac{-jX_{C_i}Z_i}{R_S Z_i - R_S jX_{C_i} - jX_{C_i}Z_i} x \frac{R_S + Z_i}{Z_i} = \frac{-jX_{C_i}}{\frac{R_S R}{R_S + R} - jX_{C_i}}$$



$$f_{Hi} = f_2 = \frac{1}{2\pi(Z_i // R_S)C_i} = \frac{1}{2\pi R_i C_i}$$

LPF

Tần số cắt cao:

❖ Tần số cắt cao ngõ vào:

$$C_i = C_{Wi} + C_{be} + C_{Mi}$$

$$C_{Mi} = (1 - A_V) C_{bc}$$

$$f_{Hi} = \frac{1}{2\pi R_i C_i}$$

$$R_i = Z_i // R_S$$

❖ Tần số cắt cao ngõ ra:

$$C_o = C_{Wo} + C_{ce} + C_{Mo}$$

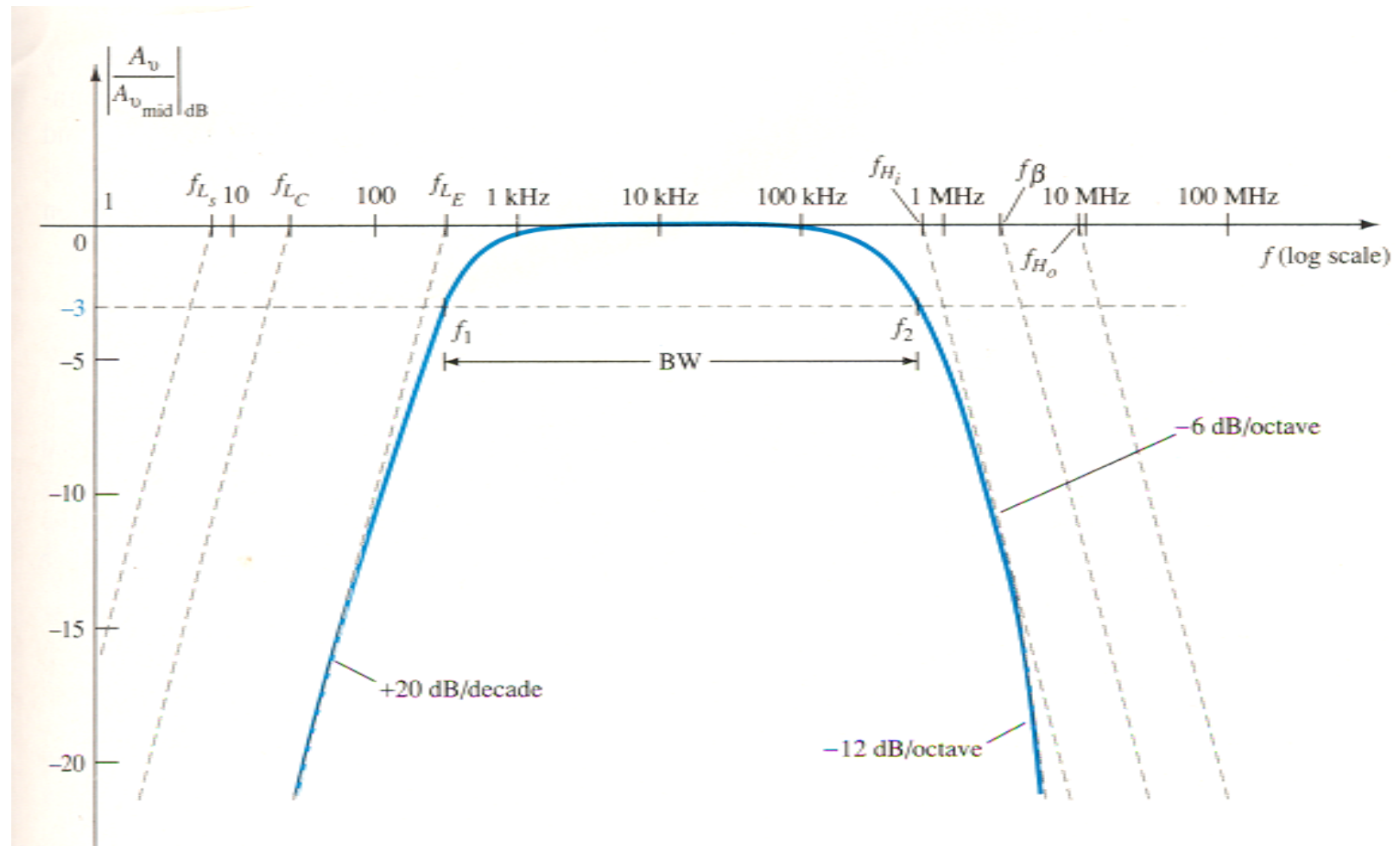
$$C_{Mo} = \left(1 - \frac{1}{A_V}\right) C_{bc}$$

$$f_{Ho} = \frac{1}{2\pi R_o C_o}$$

$$R_o = Z_o // R_L$$

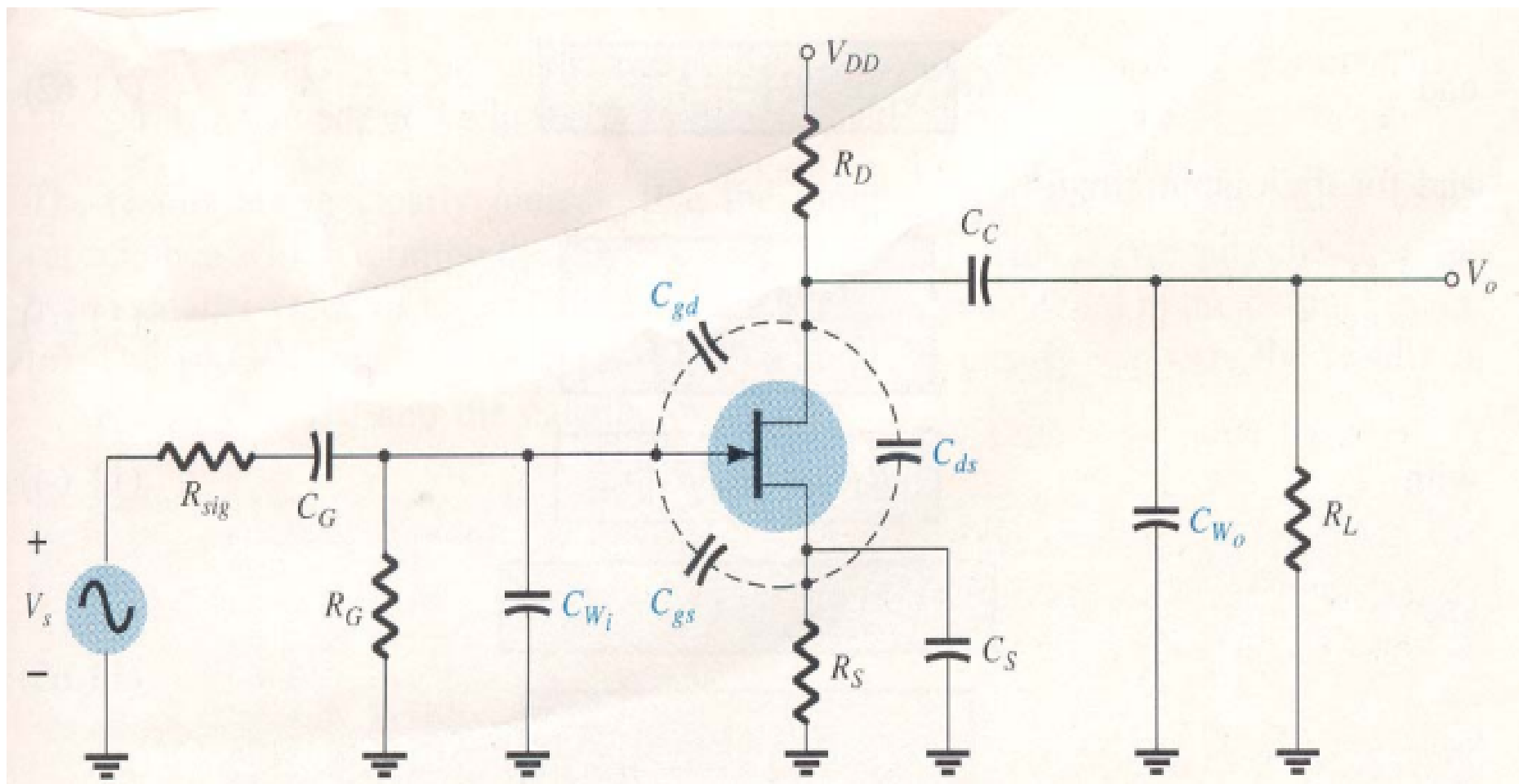
$$f_H = \min[f_{Hi}, f_{Ho}]$$

$$BW = f_H - f_L$$

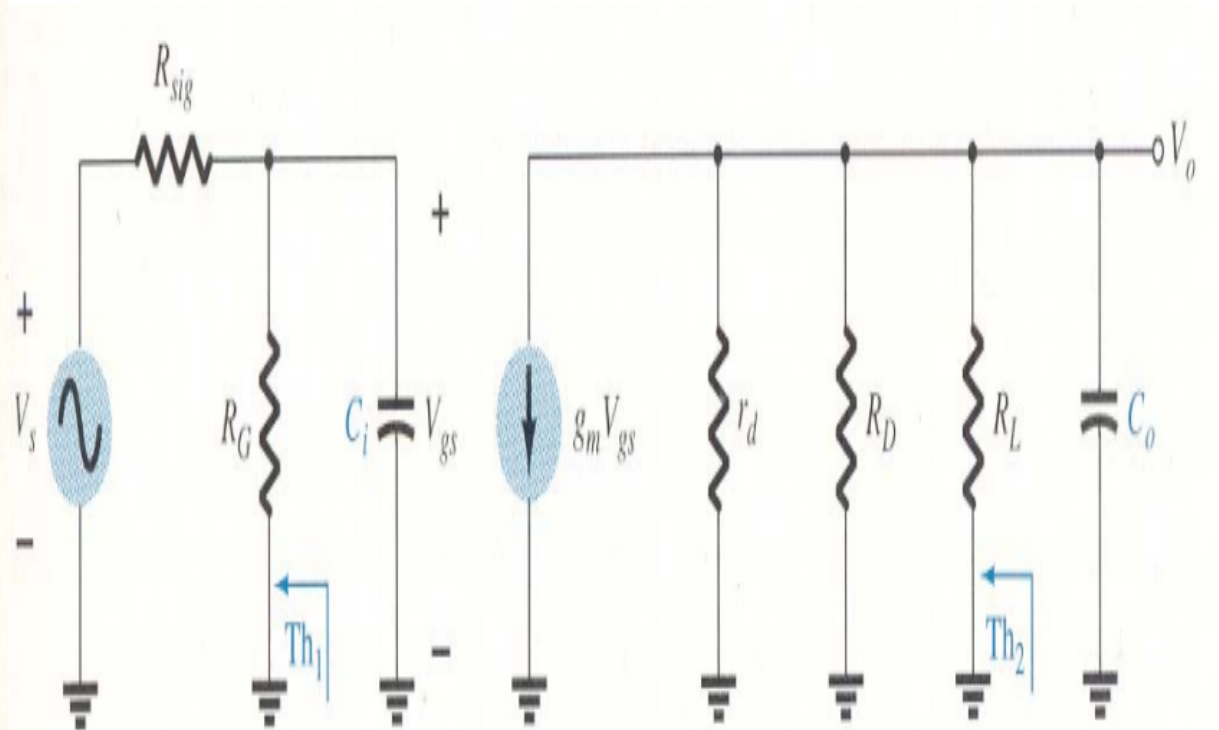
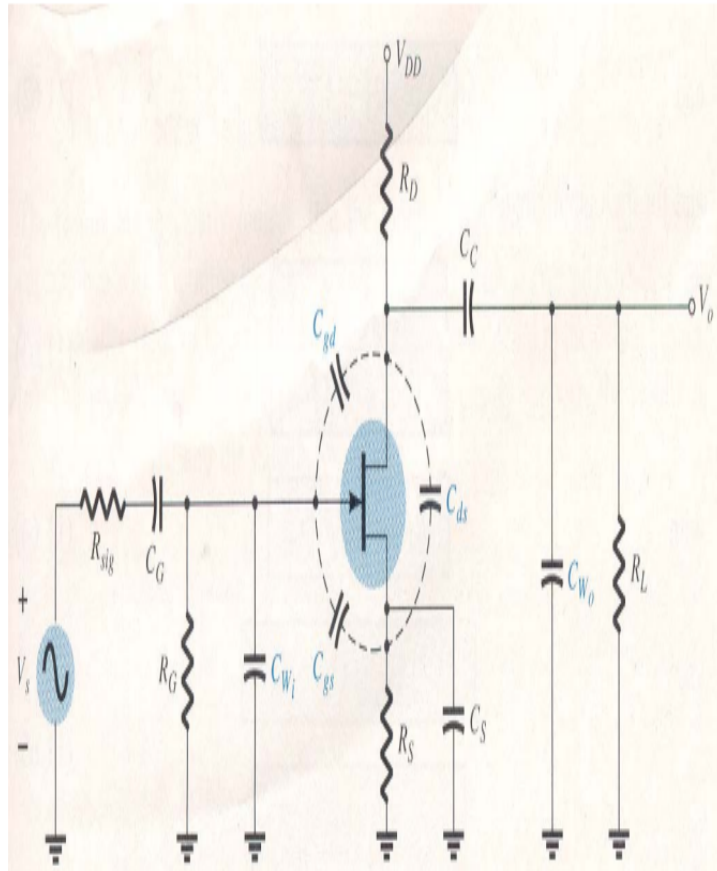


Dùng FET

xét mạch sau

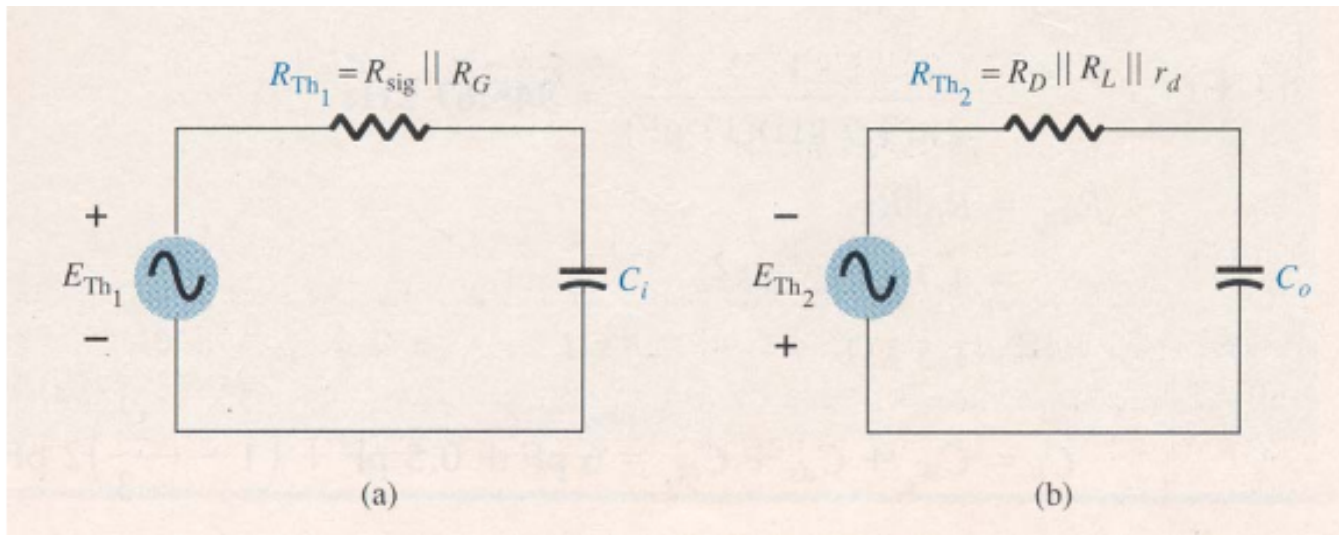


Sơ đồ mạch tương đương ở tần số cao



Dùng FET

Áp dụng thevenin ta có



$$f_{Hi} = \frac{1}{2\pi R_{Th1} C_i}$$

$$f_{Ho} = \frac{1}{2\pi R_{Th2} C_o}$$

$$f_H = \min[f_{Hi}, f_{Ho}]$$

$$R_{Th1} = R_{sig} \parallel R_G$$

$$R_{Th2} = R_D \parallel R_L \parallel r_d$$

Thank You !