
ET3230 Điện tử tương tự I

Bài giảng: Đáp ứng tần số

Nội dung

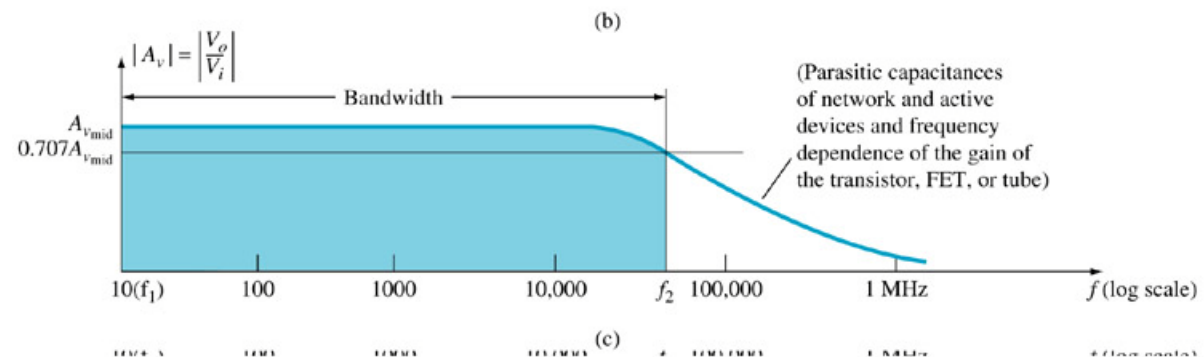
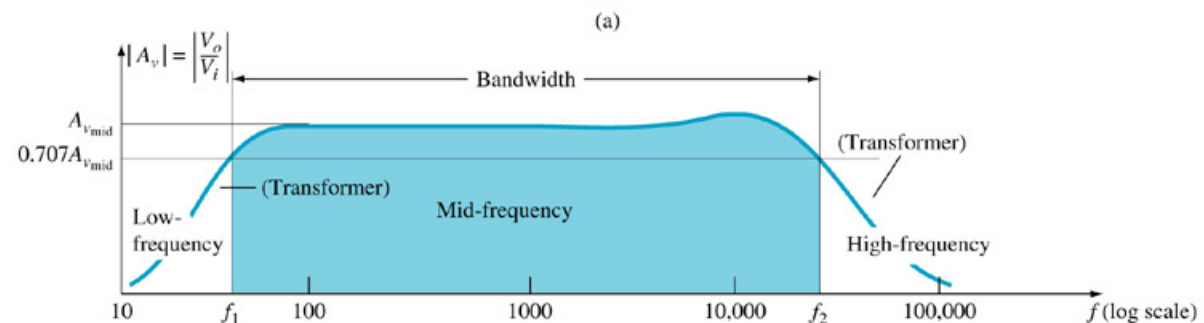
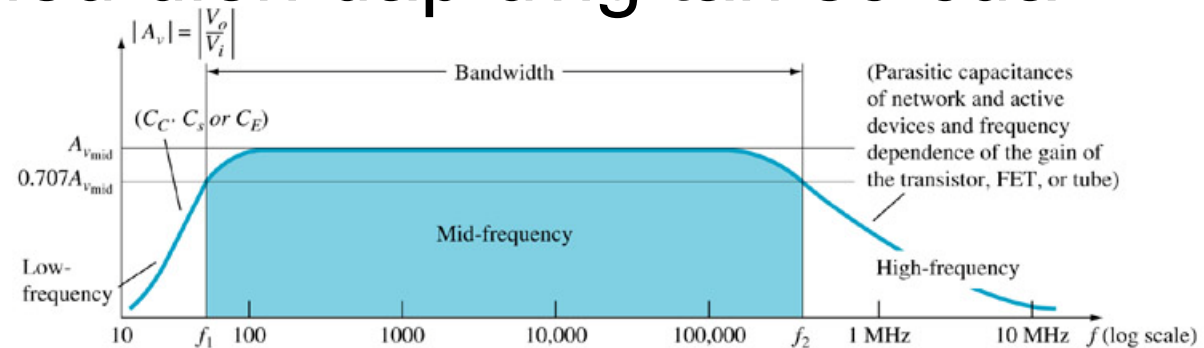
- 8.1 Đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại
- 8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch khuếch đại dùng BJT/FET
- 8.3 Hiệu ứng Miller và ảnh hưởng của điện dung Miller
- 8.2 Đáp ứng tần số cao của mạch khuếch đại dùng BJT/FET
- 8.5 Đáp ứng tần số của mạch khuếch đại nhiều tầng

8.1 Đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại

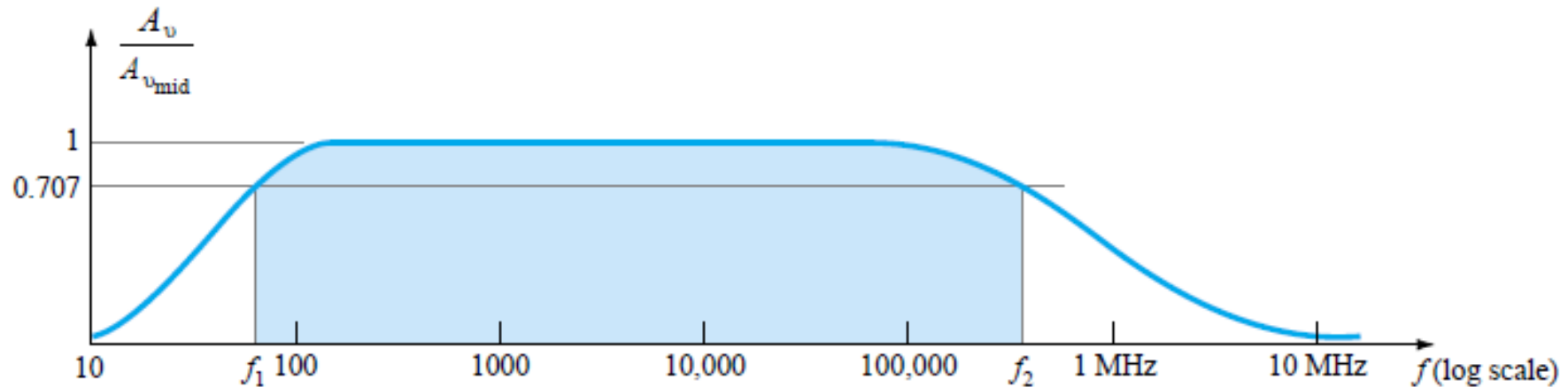
- Đáp ứng tần số của 1 bộ KĐ là khoảng tần số
 - Trong đó bộ KĐ hoạt động với ảnh hưởng của các tụ điện và dung kháng của các linh kiện có thể bỏ qua
 - Khoảng tần số này gọi là dải thông
- Tại các tần số phía trên và phía dưới khoảng “mid-range”, dung kháng sẽ ảnh hưởng tới hệ số KĐ của bộ KĐ

8.1 Đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại

- Đồ bệ Bode biểu diễn đáp ứng tần số của 1 bộ KĐ



8.1 Đặc tuyến tần số của mạch khuếch đại

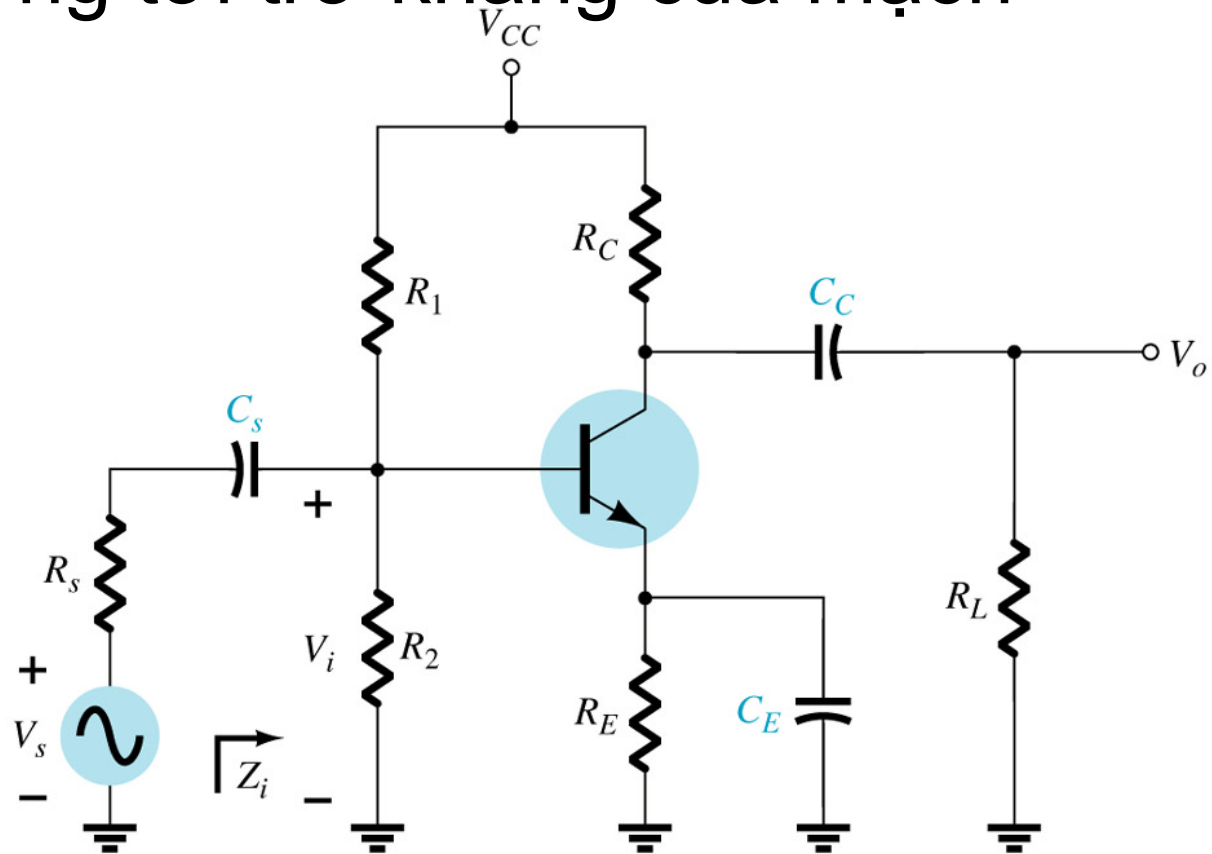


- Dải thông của bộ KĐ được xác định bởi tần số cắt phía trên f_2 và tần số cắt phía dưới f_1
$$BW = f_2 - f_1$$
- Tần số cắt là tần số tại đó hệ số KĐ giảm đi 3dB (0,707 lần)

8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT/FET

8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT

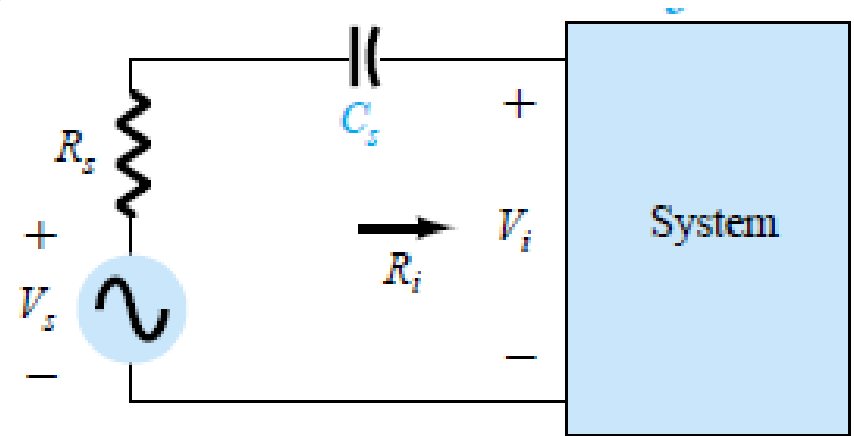
- Tại các tần số thấp, các tụ điện ghép (C_s , C_c) và tụ điện bypass (C_E) sẽ có các dung kháng \Rightarrow ảnh hưởng tới trở kháng của mạch



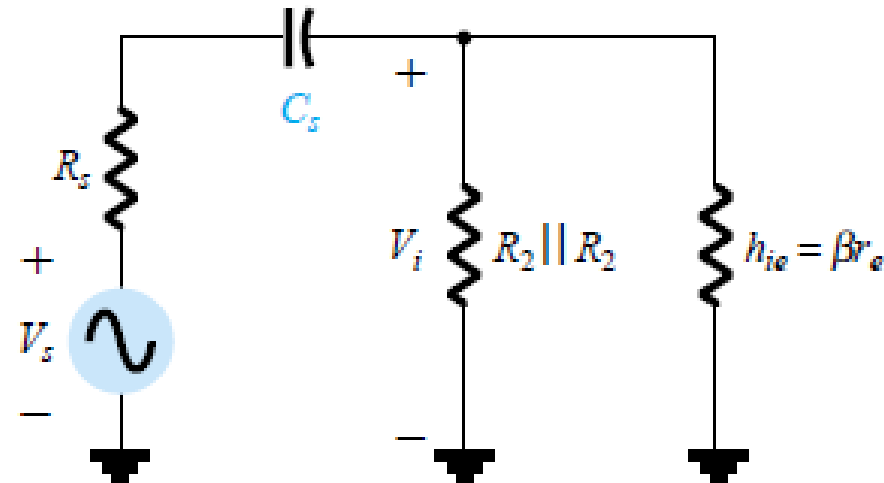
8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT

- Ảnh hưởng của tụ C_s

$$f_{L_s} = \frac{1}{2\pi(R_s + R_i)C_s}$$



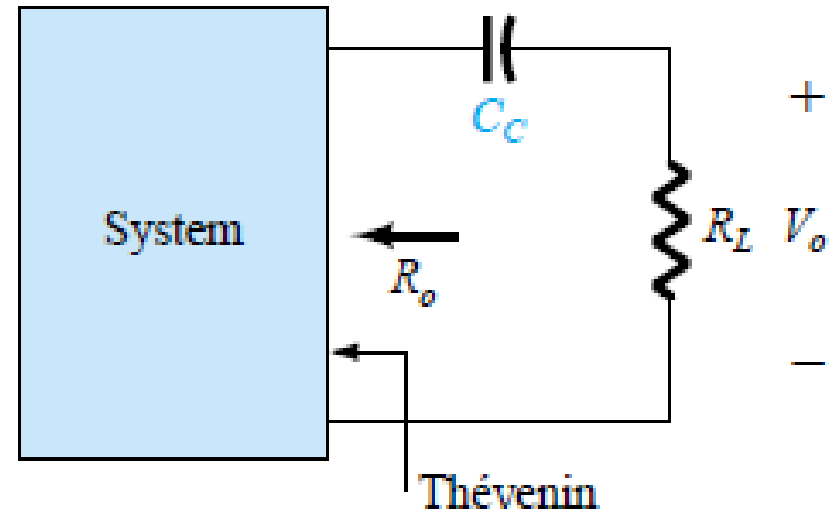
$$R_i = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta r_e$$



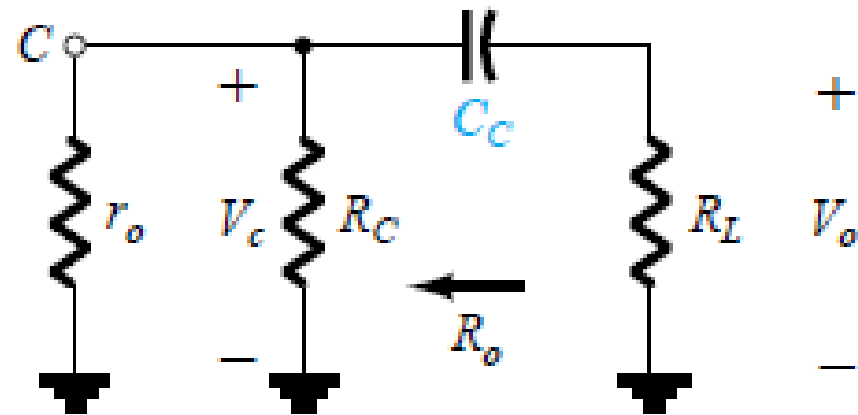
8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT

- Ảnh hưởng của tụ C_C

$$f_{L_C} = \frac{1}{2\pi(R_o + R_L)C_C}$$



$$R_o = R_C \parallel r_o$$



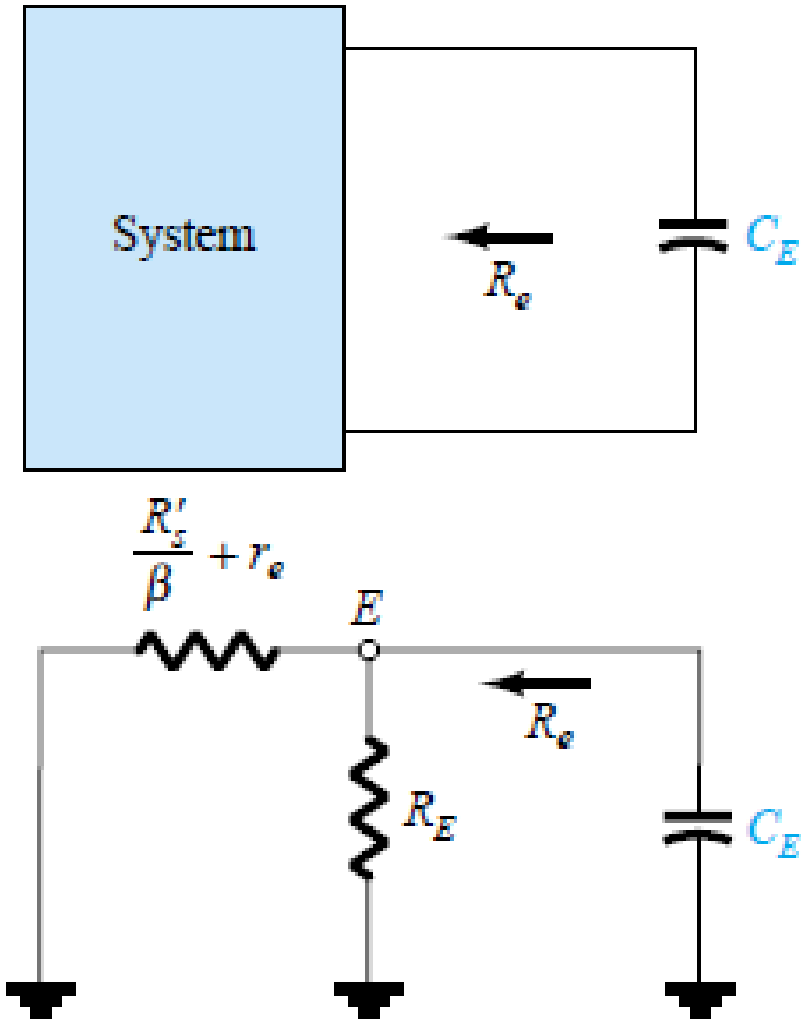
8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT

- Ảnh hưởng của tụ C_E

$$f_{L_E} = \frac{1}{2\pi R_e C_S}$$

$$R_e = R_E \left\| \left(\frac{R'_S}{\beta} + r_e \right) \right.$$

$$R'_S = R_S \parallel R_1 \parallel R_2$$



8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT

- Xét C_S , tính f_{L_S}

$$f_{L_S} = \frac{1}{2\pi(R_S + R_i)C_S} \quad R_i = R_1 \parallel R_2 \parallel \beta r_e$$

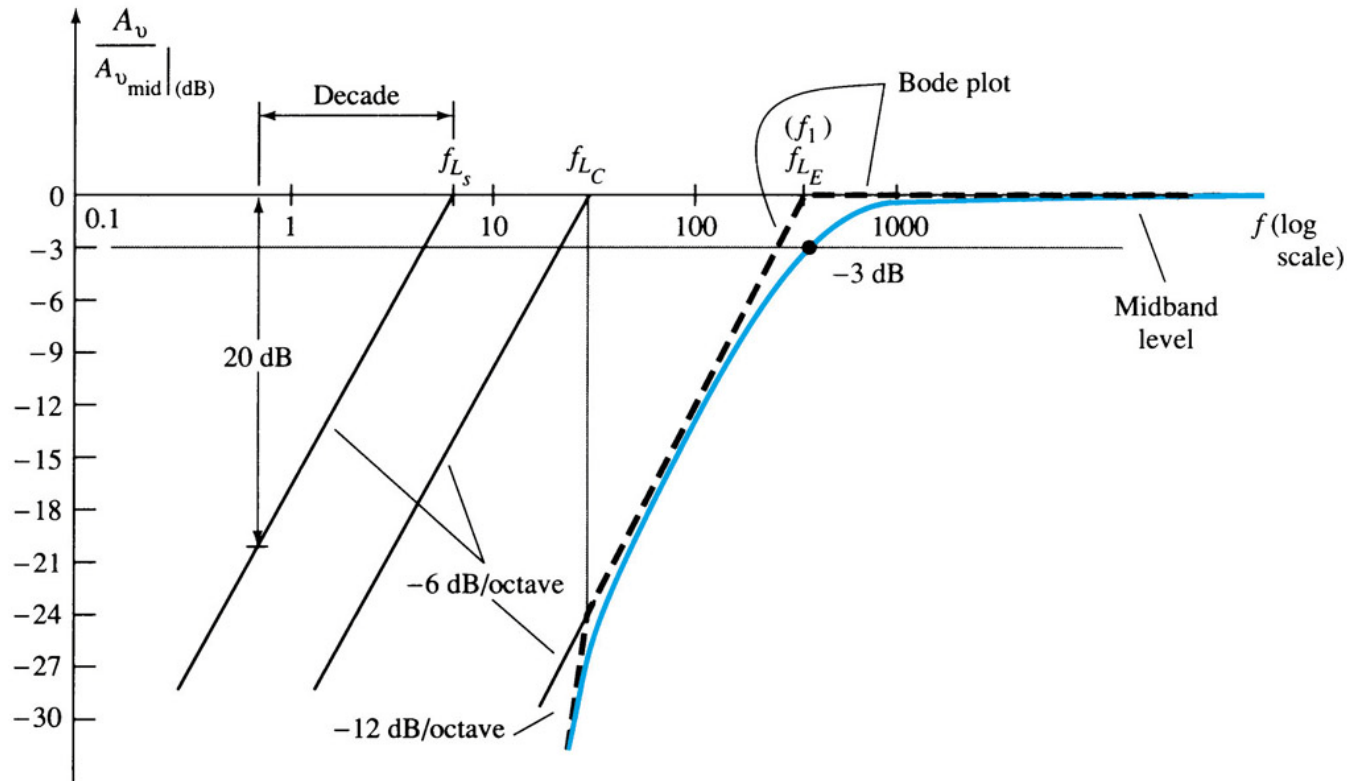
- Xét C_C , tính f_{L_C}

$$f_{L_C} = \frac{1}{2\pi(R_o + R_L)C_C} \quad R_o = R_C \parallel r_o$$

- Xét C_E , tính f_{L_E}

$$f_{L_E} = \frac{1}{2\pi R_e C_S} \quad R_e = R_E \parallel \left(\frac{R'_S}{\beta} + r_e \right)$$
$$R'_S = R_S \parallel R_1 \parallel R_2$$

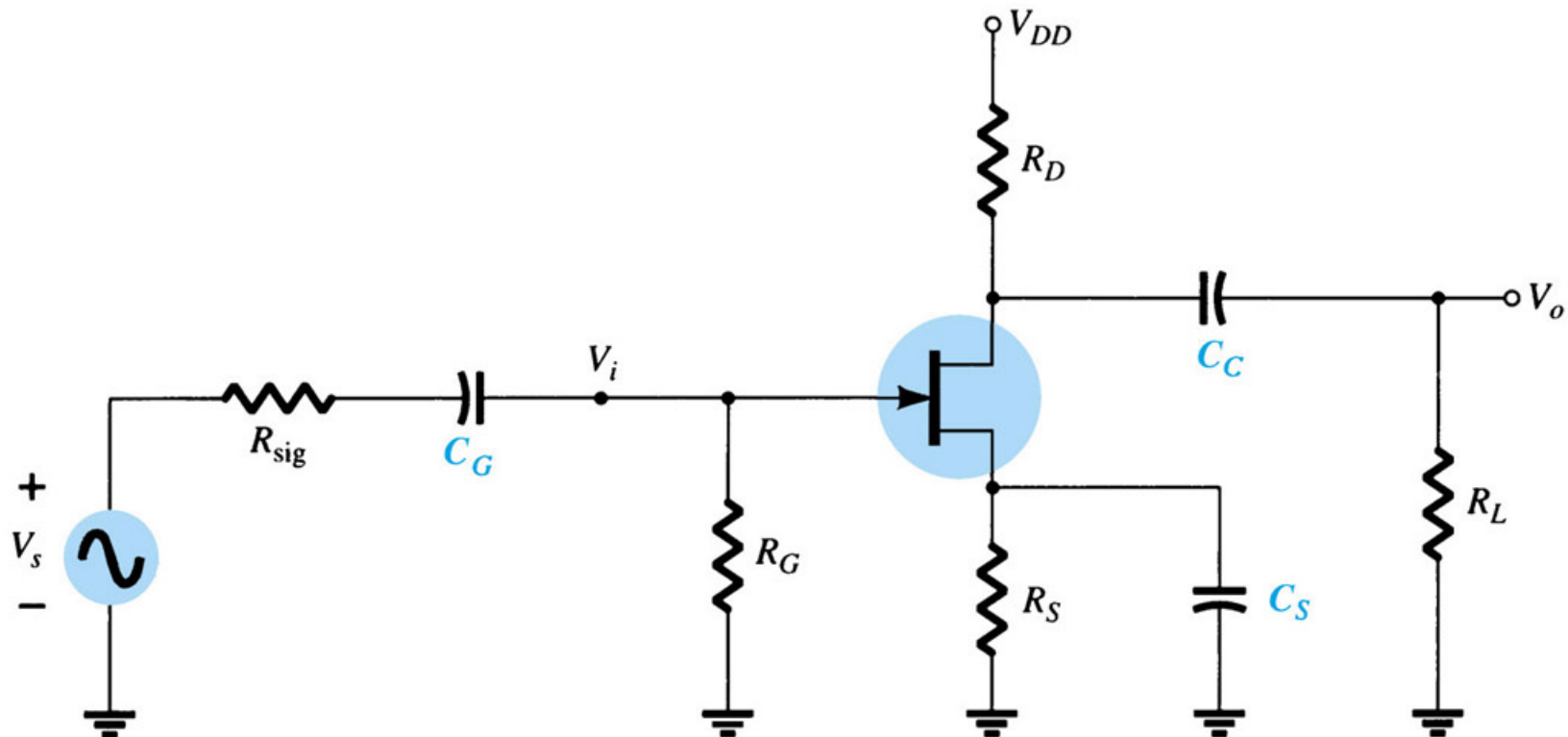
8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng BJT



- Tần số giới hạn dưới là tần số cao nhất trong f_{L_S} , f_{L_C} , f_{L_E}

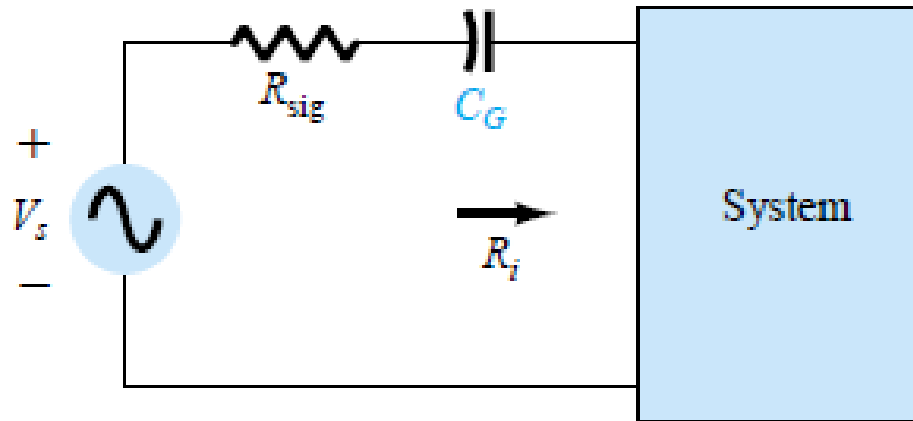
8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng FET

- Xét 3 tụ điện C_G , C_C , C_S



8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng FET

- Ảnh hưởng của tụ C_G

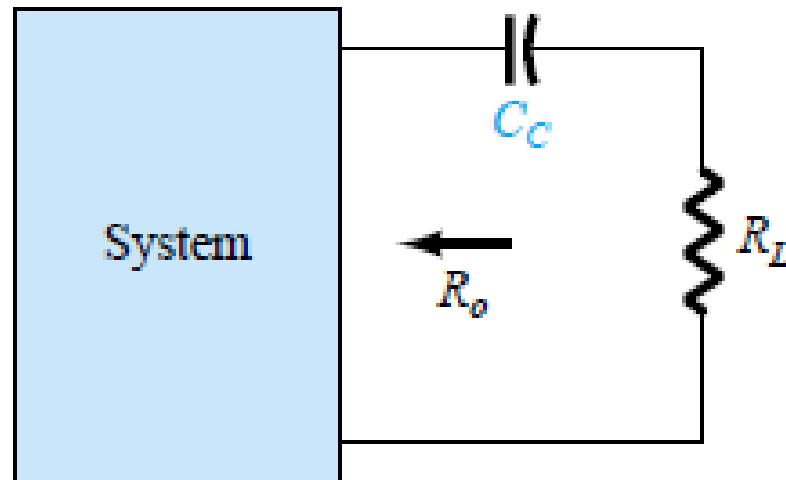


$$f_{L_G} = \frac{1}{2\pi (R_{sig} + R_i) C_G}$$

$$R_i = R_G$$

8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng FET

- Ảnh hưởng của tụ C_C

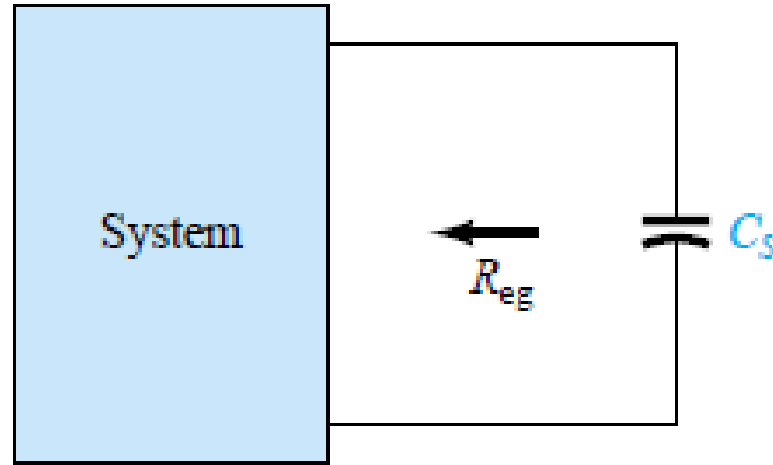


$$f_{L_C} = \frac{1}{2\pi (R_o + R_L) C_C}$$

$$R_o = R_D \parallel r_d$$

8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng FET

- Ảnh hưởng của tụ C_S



$$f_{L_E} = \frac{1}{2\pi R_{eq} C_S}$$
$$R_e = \frac{R_S}{1 + R(1 + g_m r_d) / (r_d + R_D \parallel R_L)}$$
$$r_d \approx \infty \Rightarrow R_{eq} = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$$

8.2 Đáp ứng tần số thấp của mạch KĐ dùng FET

- Xét C_G , tính f_{L_G}

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

- Xét C_C , tính f_{L_C}

$$f_{L_C} = \frac{1}{2\pi(R_o + R_L)C_C} \quad R_o = R_D \parallel r_d$$

- Xét C_S , tính f_{L_S}

$$f_{L_E} = \frac{1}{2\pi R_{eq} C_S} \quad R_e = \frac{R_S}{1 + R(1 + g_m r_d) / (r_d + R_D \parallel R_L)}$$
$$r_d \approx \infty \Rightarrow R_{eq} = R_S \parallel \frac{1}{g_m}$$

8.4 Hiệu ứng Miller và ảnh hưởng của điện dung Miller

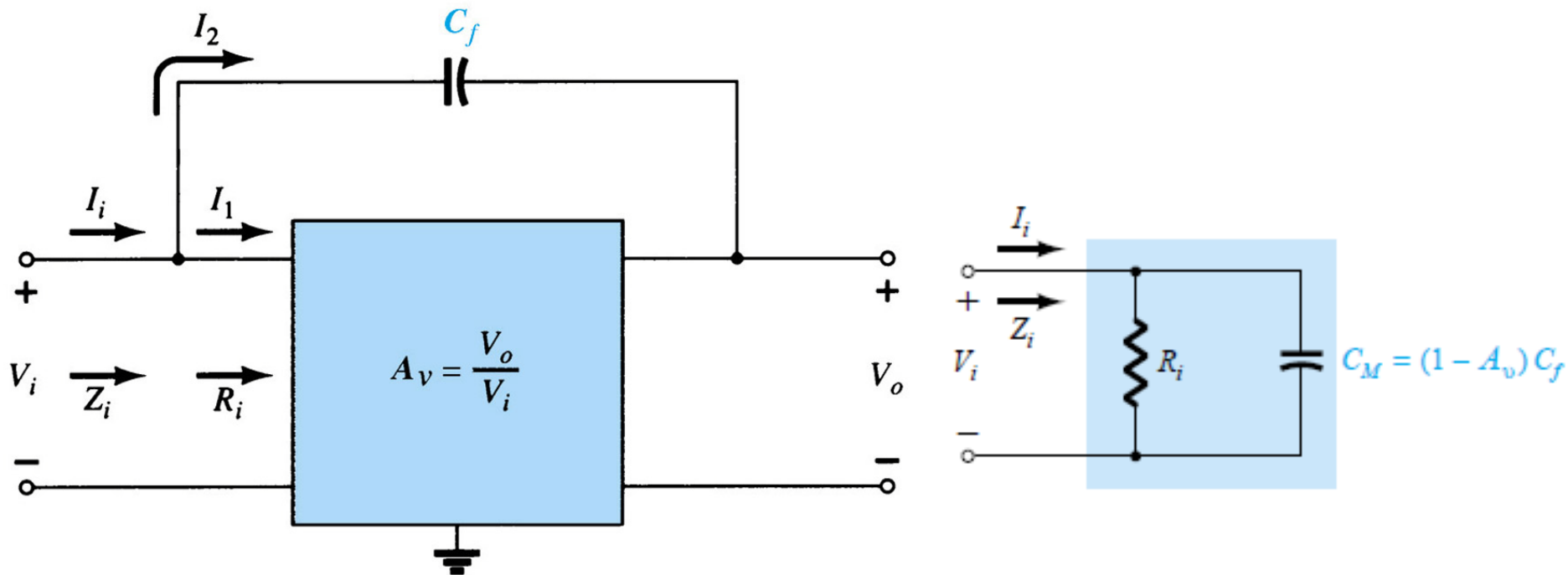
- Đối với các bộ KĐ đảo
 - Điện dung ở cửa vào và cửa ra tăng lên
 - Do điện dung giữa cửa vào và cửa ra của linh kiện
 - Do hệ số KĐ của bộ KĐ

8.4 Hiệu ứng Miller và ảnh hưởng của điện dung Miller

- Điện dung Miller đầu vào

$$C_{M_i} = (1 - A_v) C_f$$

C_f : Điện dung hồi tiếp



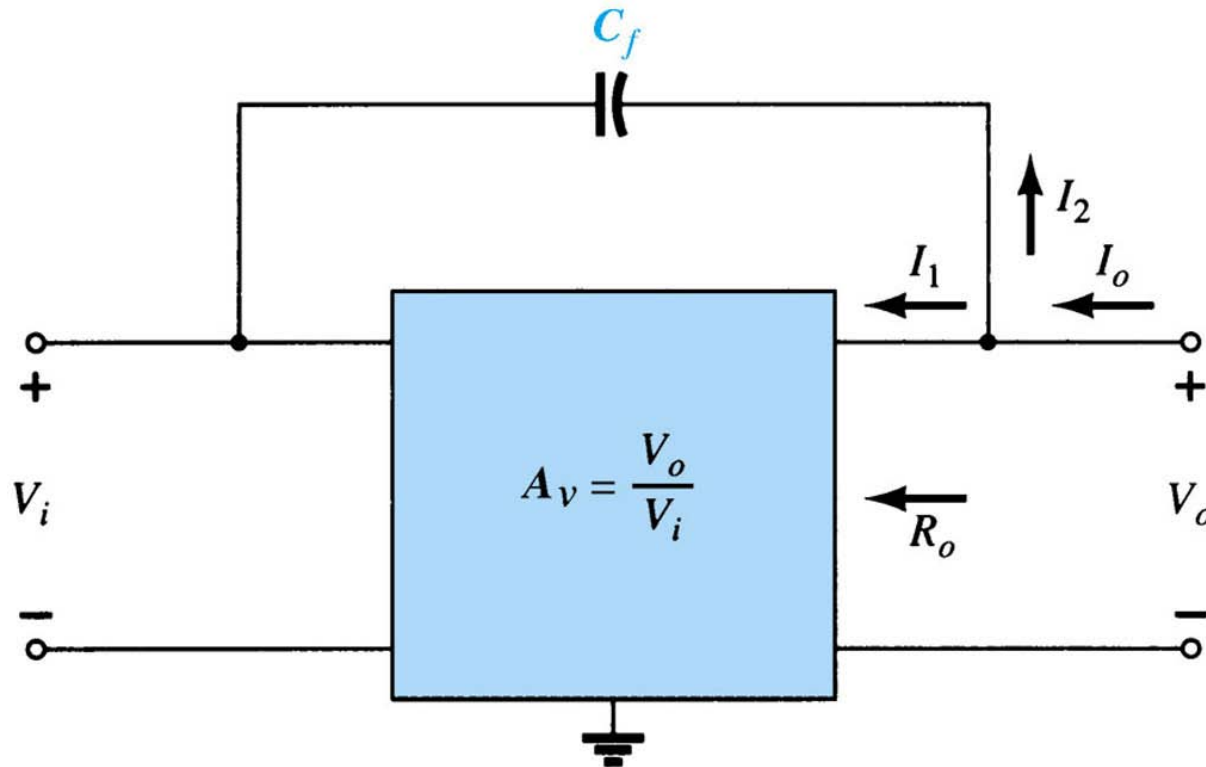
8.4 Hiệu ứng Miller và ảnh hưởng của điện dung Miller

- Điện dung Miller đầu ra

$$C_{M_o} = \left(1 - \frac{1}{A_v} \right) C_f$$

Thông thường

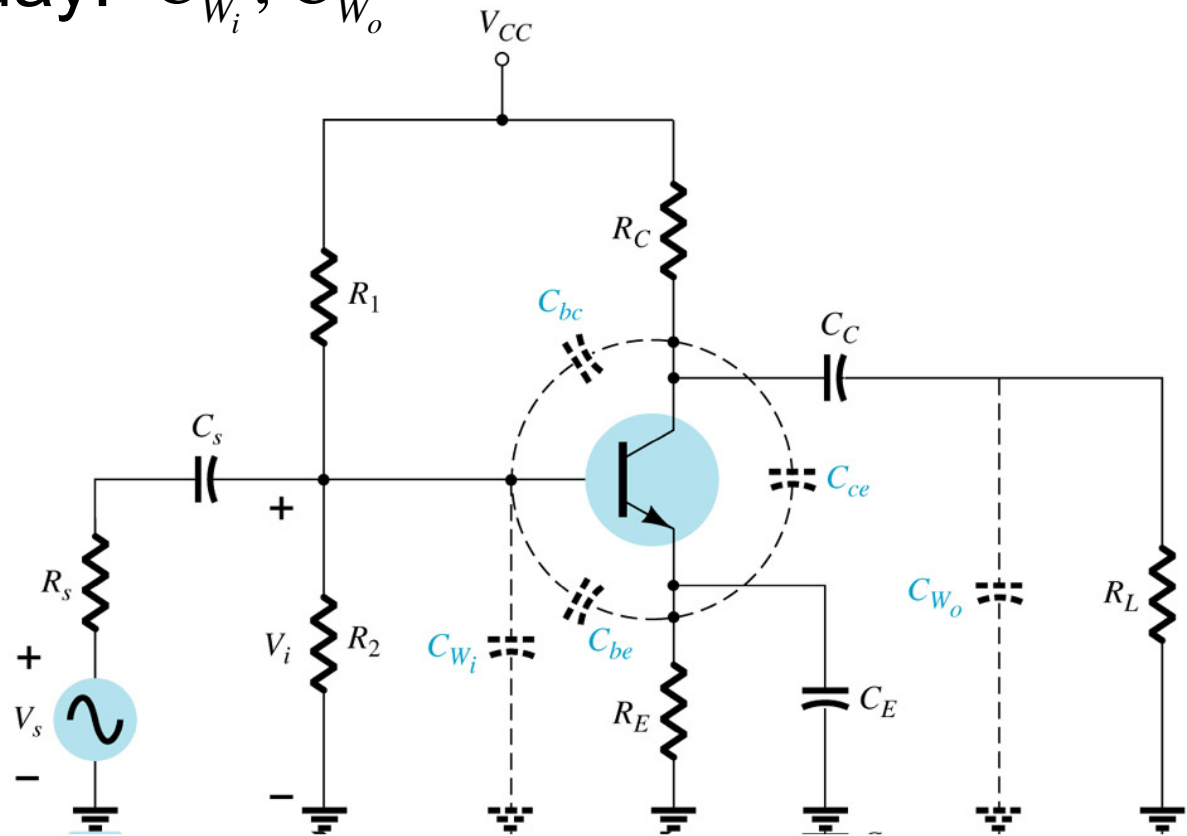
$$A_v \gg 1 \Rightarrow C_{M_o} \approx C_f$$



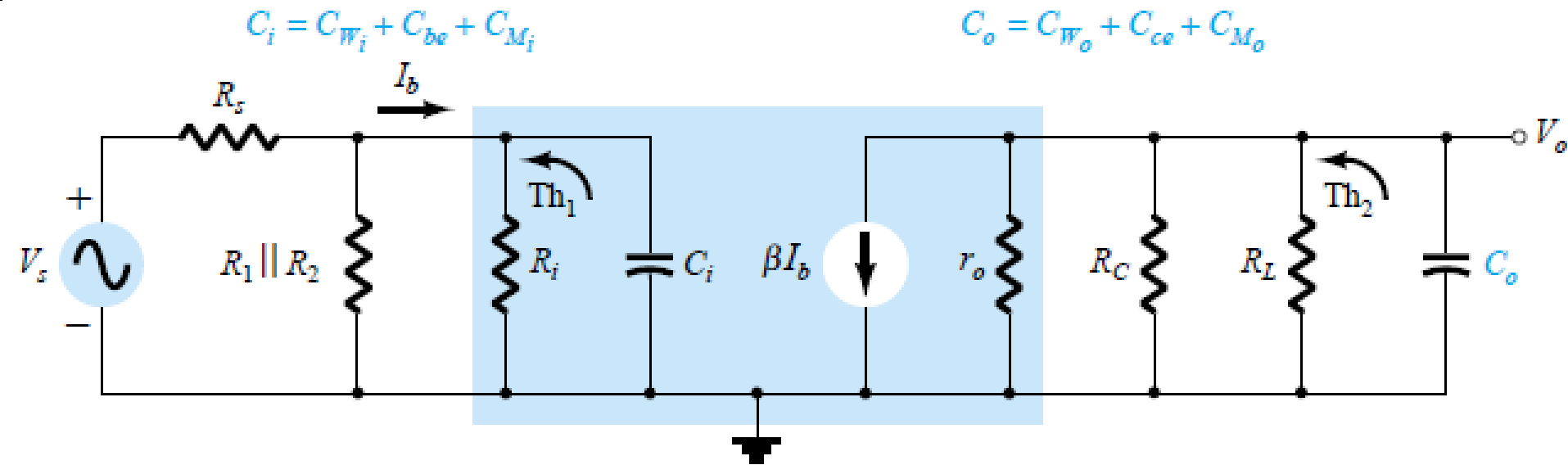
8.4 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng BJT/FET

8.4.1 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng BJT

- Các tụ điện ảnh hưởng tới đáp ứng tần số cao
 - Tụ điện ký sinh của BJT: C_{be} , C_{bc} , C_{ce}
 - Tụ điện nối dây: C_{Wi} , C_{Wo}



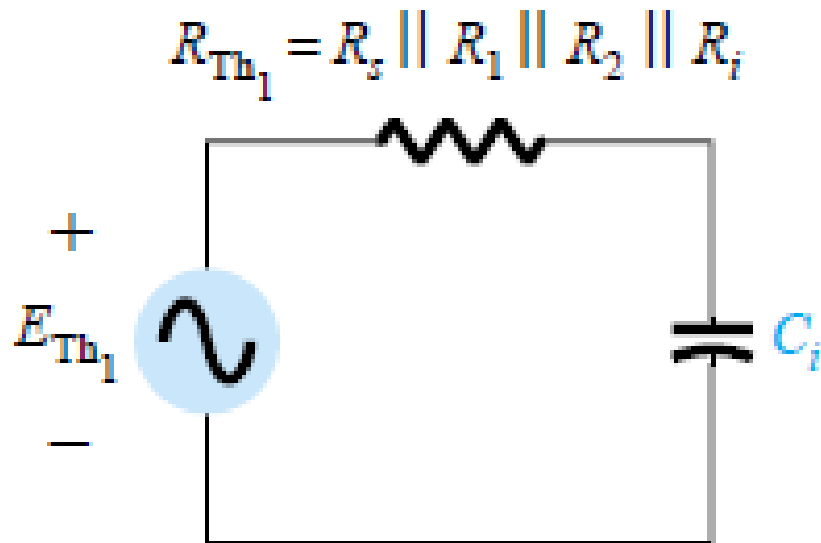
8.4.1 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng BJT



$$C_i = C_{W_i} + C_{be} + C_{M_i}$$

$$C_o = C_{W_o} + C_{ce} + C_{M_o}$$

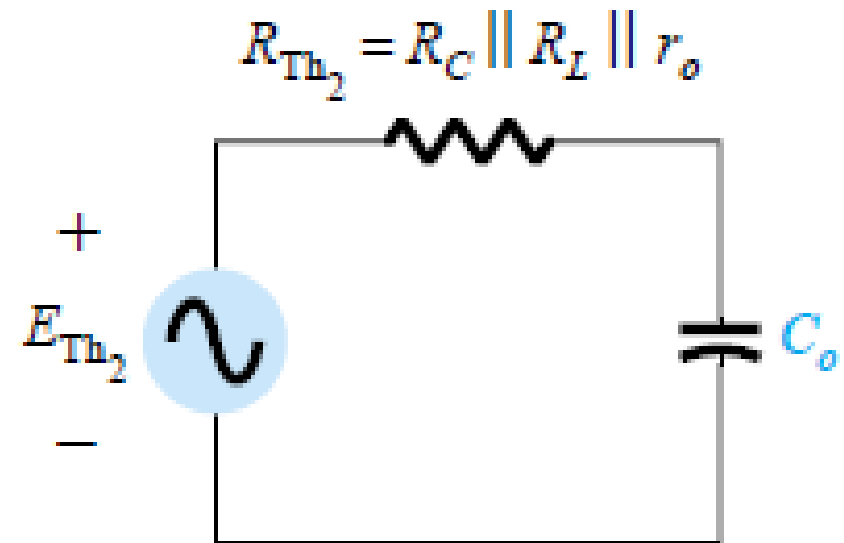
8.4.1 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng BJT



$$f_{H_i} = \frac{1}{2\pi R_{Th_1} C_i}$$

$$R_{Th_1} = R_s \parallel R_1 \parallel R_2 \parallel R_i$$

$$\begin{aligned} C_i &= C_{W_i} + C_{be} + C_{M_i} \\ &= C_{W_i} + C_{be} + (1 - A_v) C_{bc} \end{aligned}$$



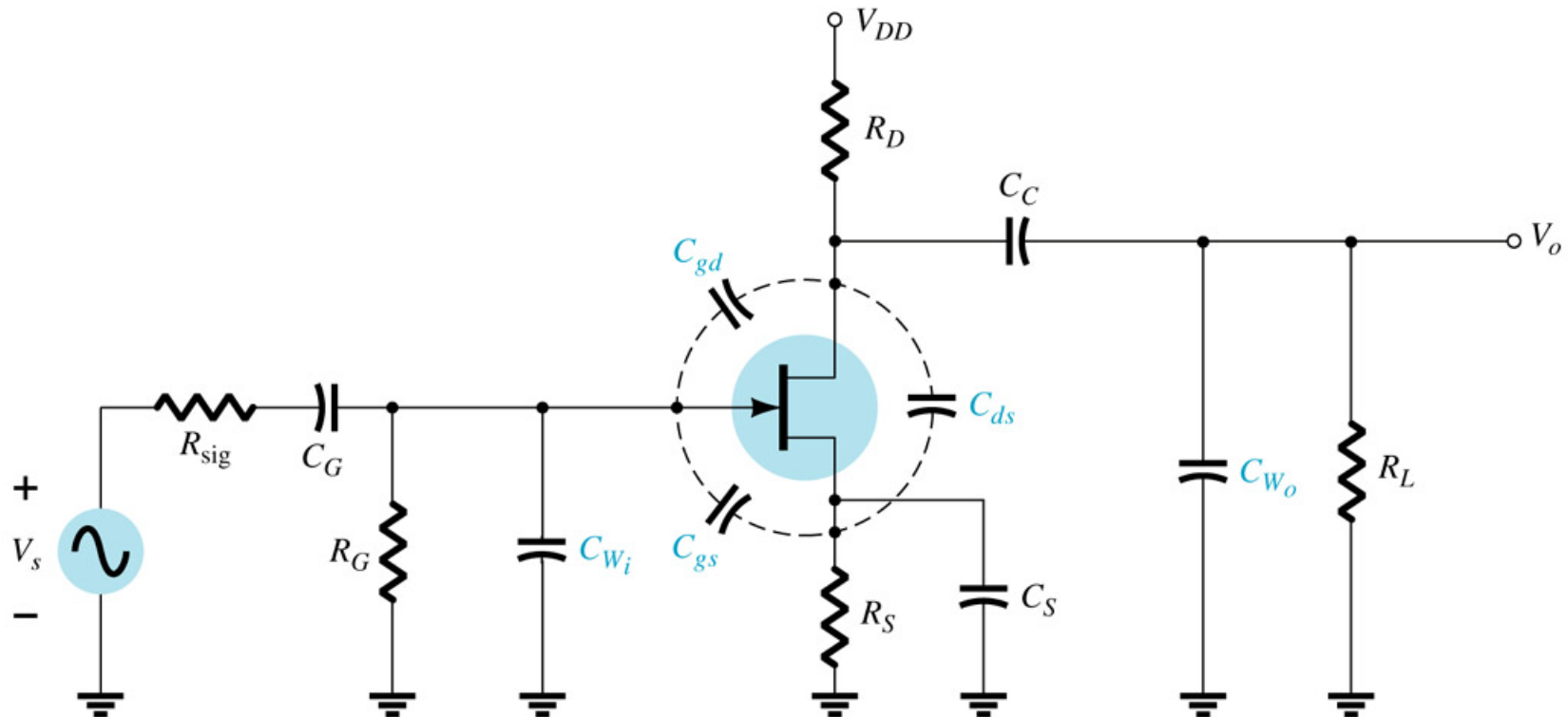
$$f_{H_o} = \frac{1}{2\pi R_{Th_2} C_o}$$

$$R_{Th_2} = R_C \parallel R_L \parallel r_o$$

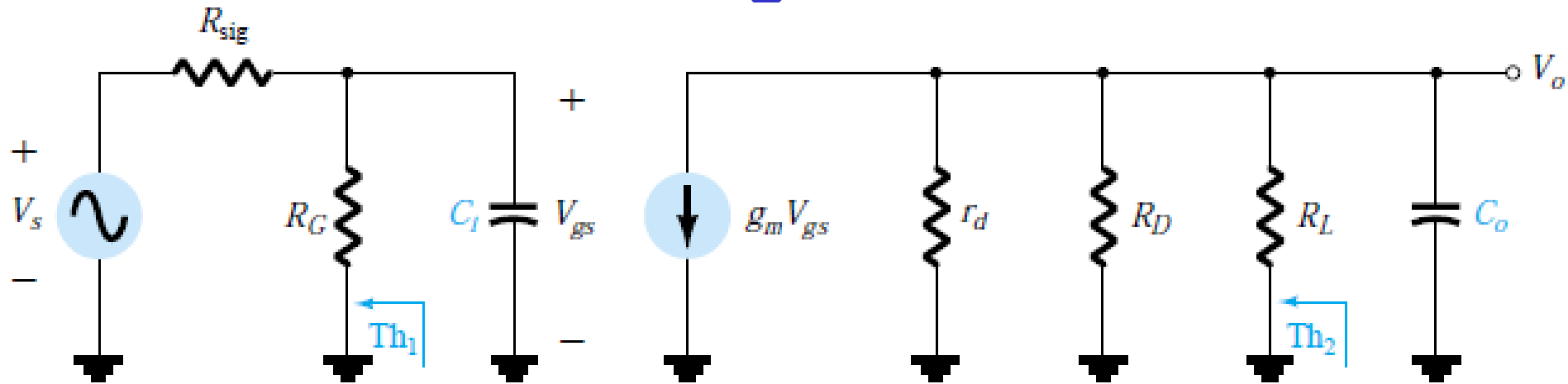
$$\begin{aligned} C_o &= C_{W_o} + C_{ce} + C_{M_o} \\ &= C_{W_o} + C_{ce} + \left(1 - \frac{1}{A_v}\right) C_{bc} \end{aligned}$$

8.4.2 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng FET

- Các tụ điện ảnh hưởng tới đáp ứng tần số cao
 - Tụ ký sinh của FET: C_{gs} , C_{gd} , C_{ds}
 - Tụ nối dây: C_{Wi} , C_{Wo}



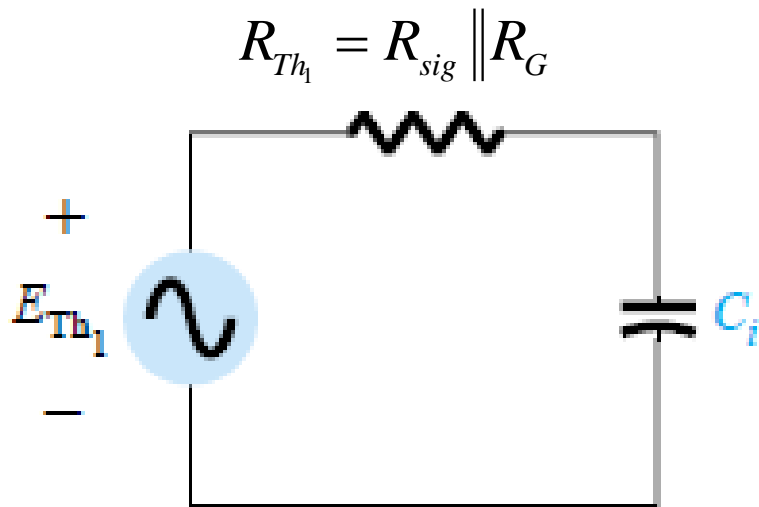
8.4.2 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng FET



$$C_i = C_{W_i} + C_{gs} + C_{M_i}$$

$$C_o = C_{W_o} + C_{ds} + C_{M_o}$$

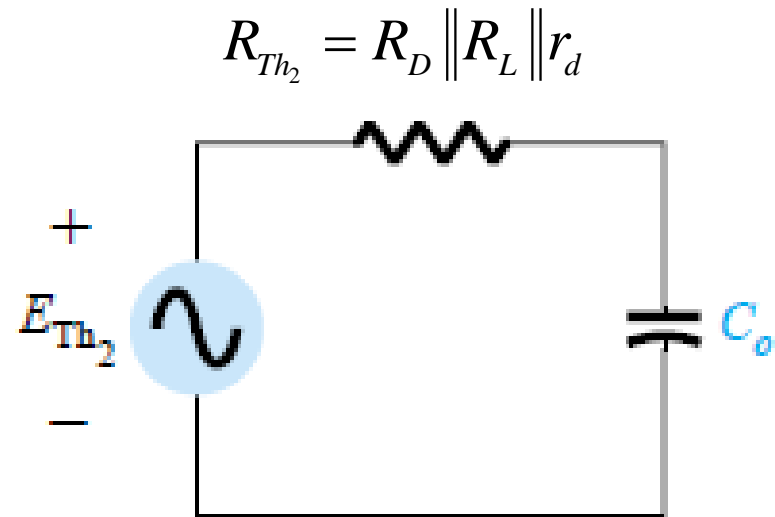
8.4.1 Đáp ứng tần số cao của mạch KĐ dùng FET



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

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

$$\begin{aligned} C_i &= C_{W_i} + C_{gs} + C_{M_i} \\ &= C_{W_i} + C_{gs} + (1 - A_v) C_{gd} \end{aligned}$$



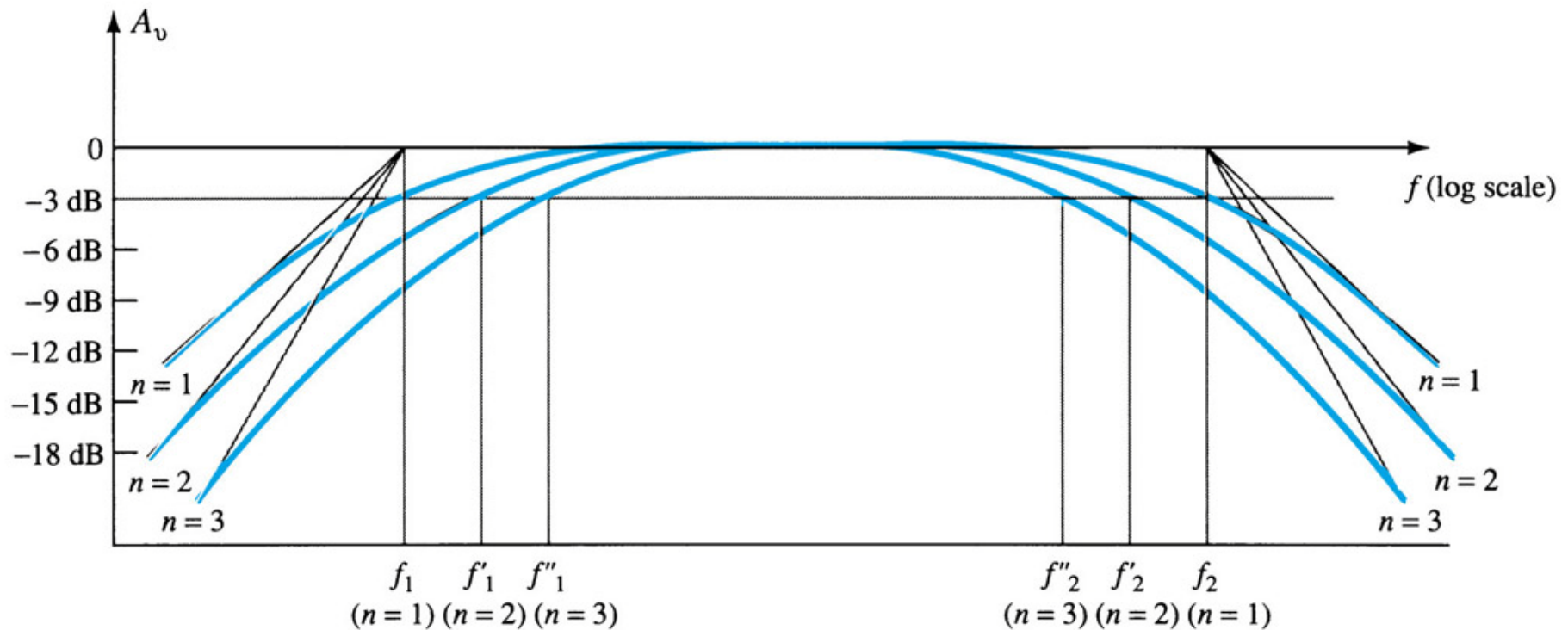
$$f_{H_o} = \frac{1}{2\pi R_{Th2} C_o}$$

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

$$\begin{aligned} C_o &= C_{W_o} + C_{ds} + C_{M_o} \\ &= C_{W_o} + C_{ds} + \left(1 - \frac{1}{A_v}\right) C_{gd} \end{aligned}$$

8.5 Đáp ứng tần số của mạch KĐ nhiều tầng

- Mỗi 1 tầng KĐ có 1 đáp ứng tần số
- Đầu ra của 1 tầng KĐ sẽ bị ảnh hưởng bởi các điện dung của tầng tiếp theo, đặc biệt khi xác định đáp ứng tần số cao



Tóm tắt

- Đáp ứng tần số thấp, cao của mạch khuếch đại dùng BJT/FET
- Hiệu ứng Miller và ảnh hưởng của điện dung Miller

Bài tập

- Đọc chương 18 (Các mạch hồi tiếp: phần 18.1 đến 18.4) trong tài liệu tham khảo [1]
- Bài tập [1]:
 - Chương 11: 10, 11, 15, 17, 18, 19, 22, 26, 28, 29