

# CHƯƠNG 6: ĐÁP ỨNG TẦN SỐ

TS. PHẠM NGUYỄN THANH LOAN

Hà Nội, 9/24/2012

# Tổ chức lớp

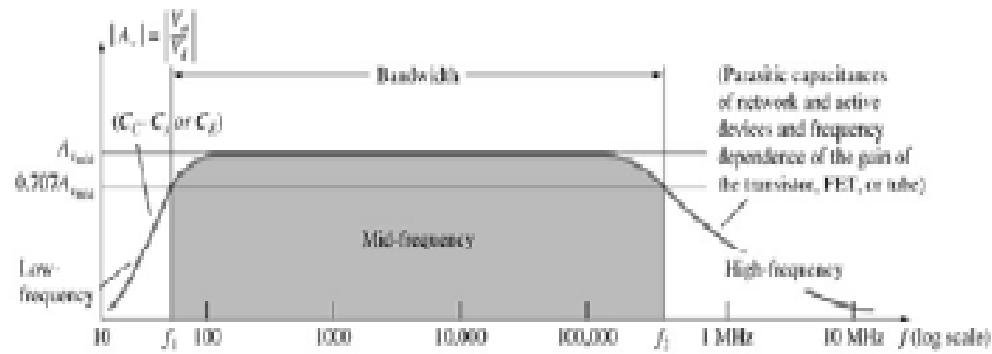
- Số tín chỉ: 3
- Giảng viên: TS. Phạm Nguyễn Thanh Loan
- Văn phòng: Phòng 618, thư viện Điện Tử
- Email: [loanpham.sinhvien@gmail.com](mailto:loanpham.sinhvien@gmail.com)
- Sách:
  1. Electronic Devices and Circuit Theory, Robert Boylestad and Louis Nashelsky
  2. Kỹ thuật Mạch điện tử, Phạm Minh Hà
- Bài tập tại lớp, bài tập về nhà theo nhóm được cung cấp tại lớp

# Đáp ứng tần số

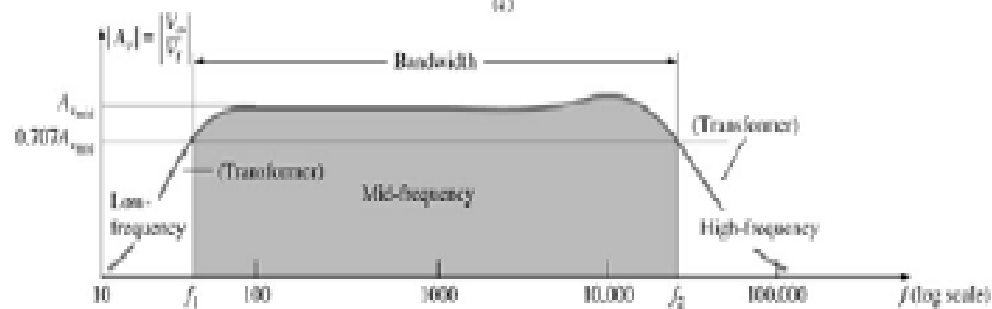


- Giới thiệu
- Mô hình phân tích
- Đáp ứng vùng tần số thấp
- Hiệu ứng điện dung Miller
- Đáp ứng vùng tần số cao

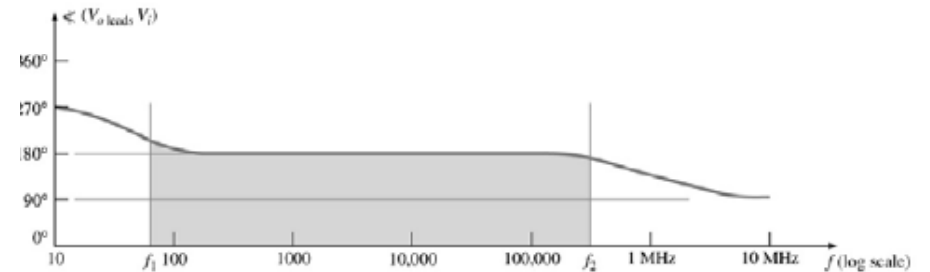
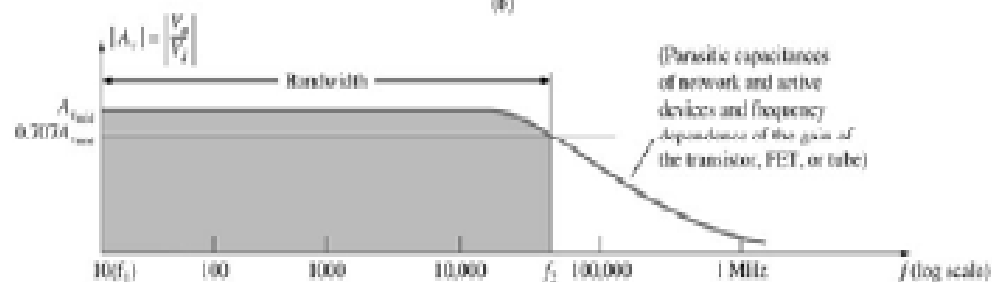
# Giới thiệu



(a)

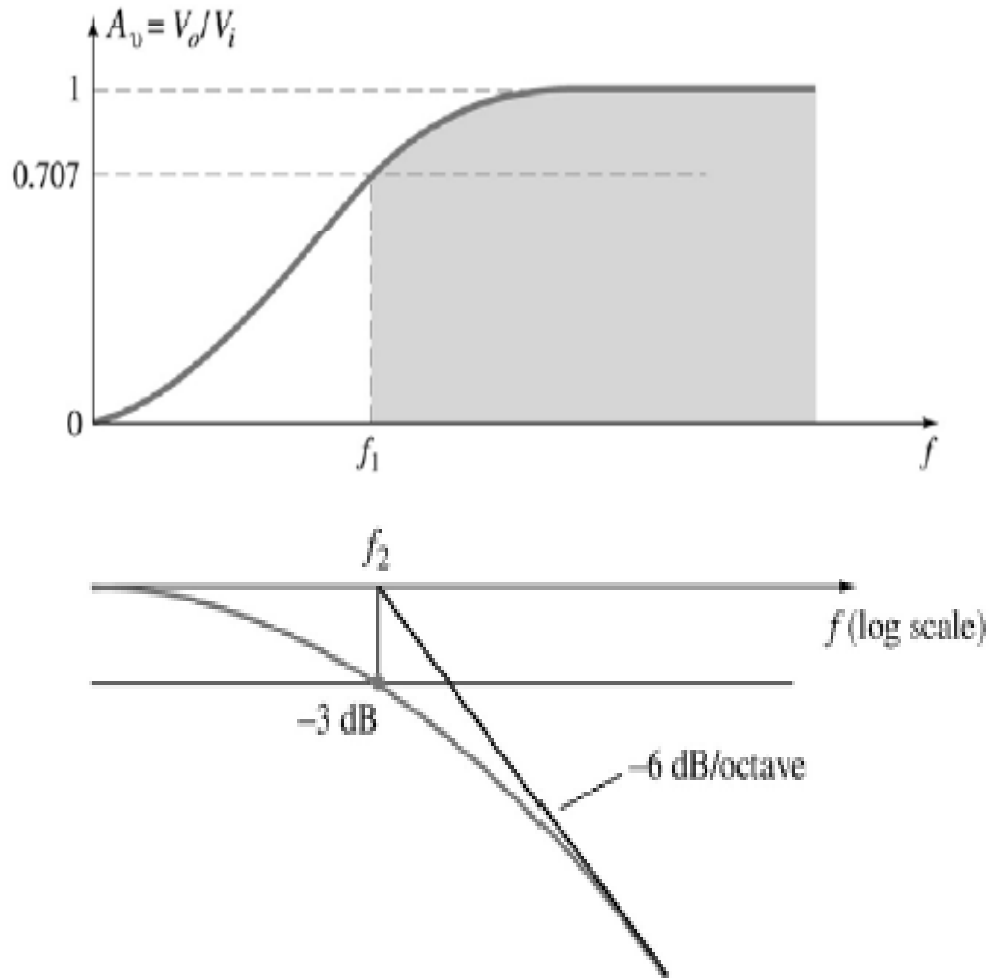


(b)



Biểu diễn ảnh hưởng của tần số của tín hiệu vào đến hệ số khuếch đại (về độ lớn và pha)

# Giới thiệu

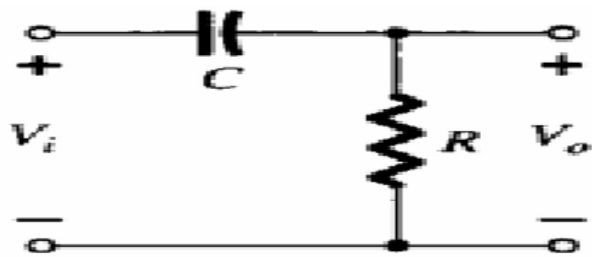


Tần số cắt: hệ số khuếch đại giảm 0,707 lần (3dB)

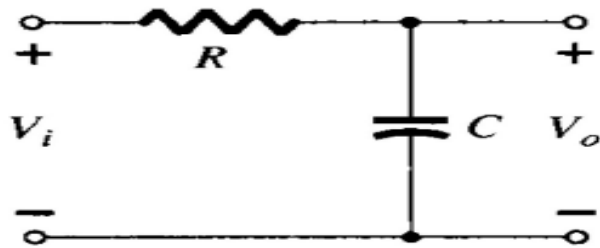
$f_1$  tần số cắt vùng thấp

$f_2$  tần số cắt vùng cao

# Mô hình phân tích



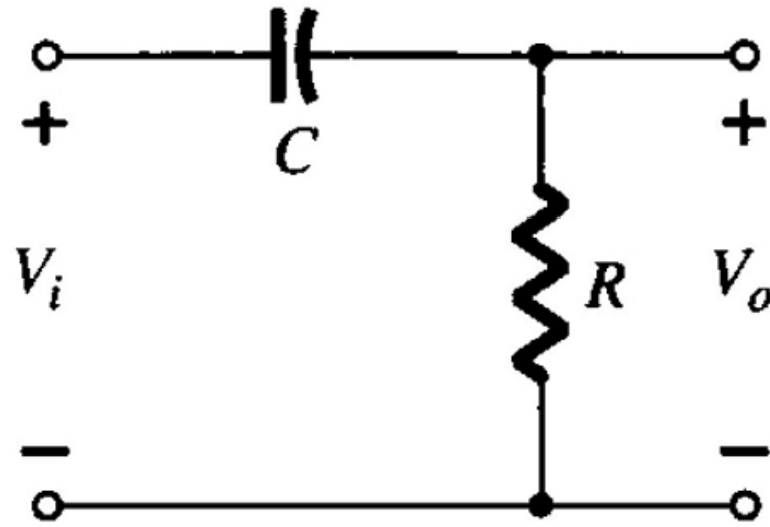
Khâu lọc thông cao



Khâu lọc thông thấp

Mô hình phân tích đáp ứng tần số

## - Khâu lọc thông cao



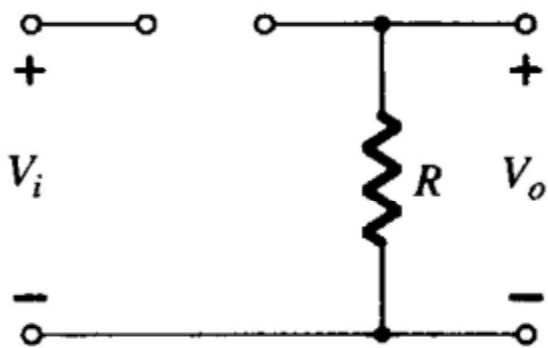
Tụ điện tương đương

**ngắt mạch** tại vùng **tần số cao**

**hở mạch** tại vùng **tần số thấp**

Mô hình phân tích đáp ứng tần số

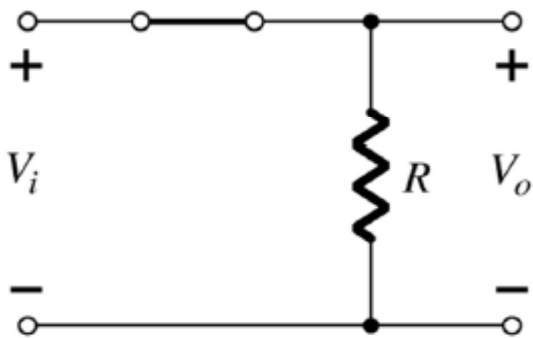
## - Khâu lọc thông cao



Vùng tần thấp,

C tương đương **hở mạch**

$$\Rightarrow V_o = 0, A_v = 0$$



Vùng tần cao,

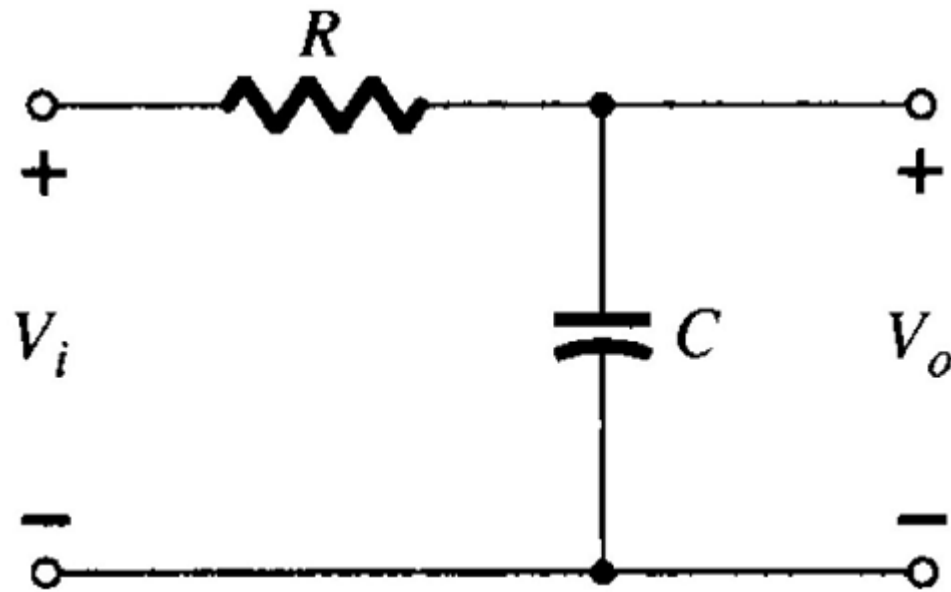
C tương đương **ngắn mạch**

$$\Rightarrow V_o = V_i, A_v = 1$$



Mô hình phân tích đáp ứng tần số

## - Khâu lọc thông thấp

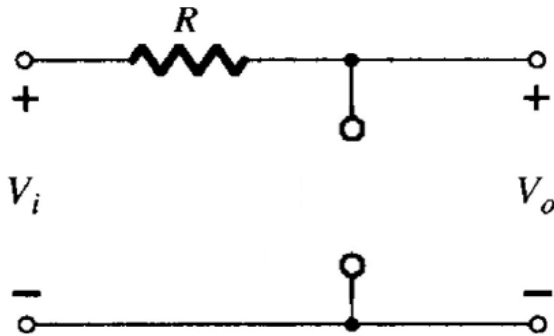


Tụ điện tương đương

**ngắn mạch** tại vùng **tần số cao**  
**hở mạch** tại vùng **tần số thấp**

Mô hình phân tích đáp ứng tần số

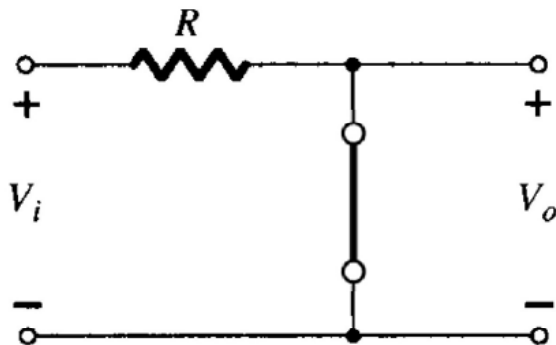
## - Khâu lọc thông thấp



Vùng tần thấp,

C tương đương **hở mạch**

$$\Rightarrow V_o = V_i, A_v = 1$$



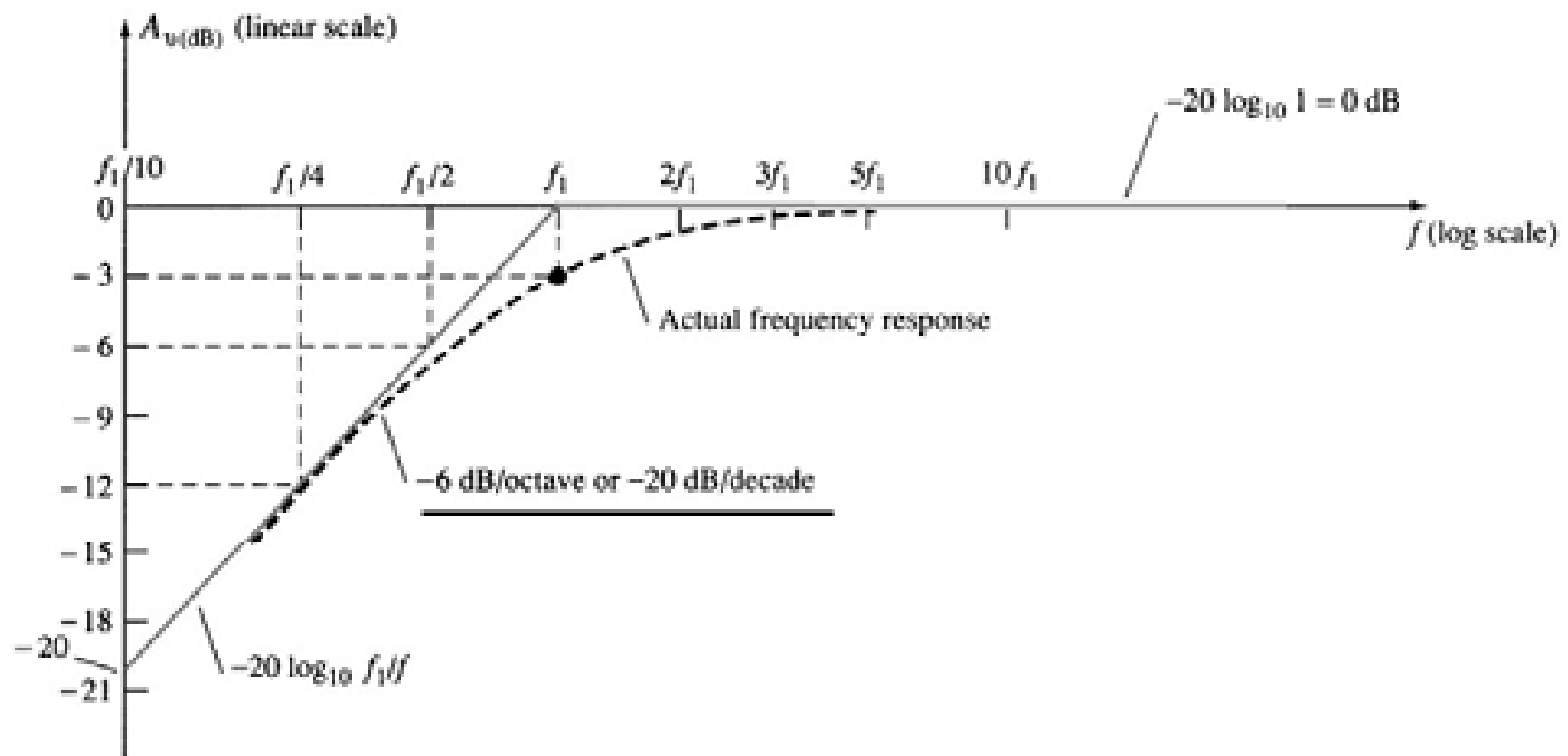
Vùng tần cao,

C tương đương **ngắn mạch**

$$\Rightarrow V_o = 0, A_v = 0$$

Mô hình phân tích đáp ứng tần số

## - Tần số cắt



Mô hình phân tích đáp ứng tần số

## - Tần số cắt

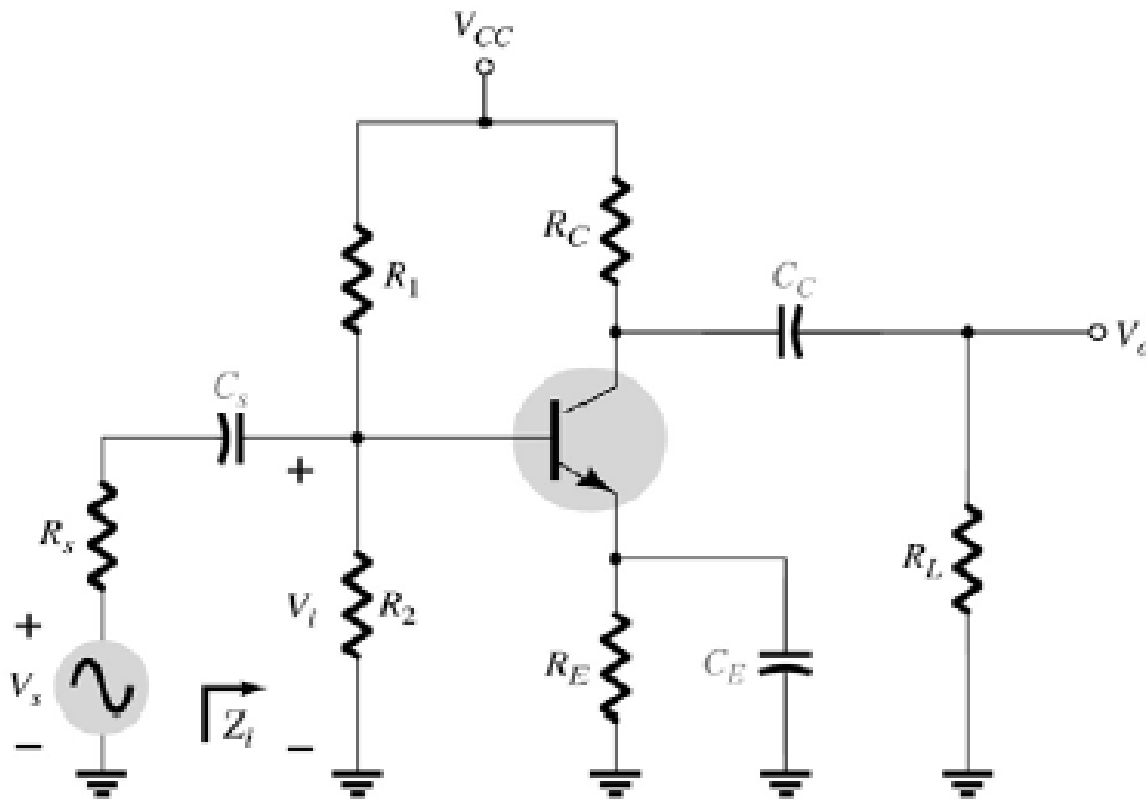
Tần số cắt: hệ số khuếch đại giảm 0,707 lần (3dB)

$$A_v = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \omega^2 C^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = 2\pi f$$

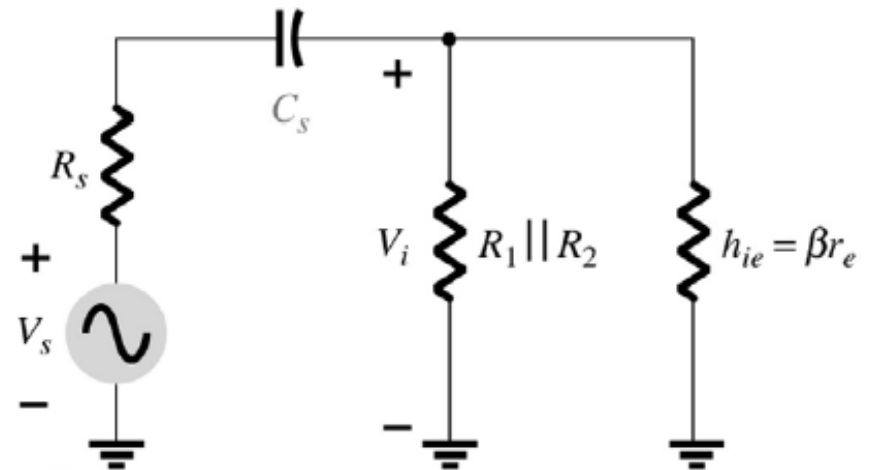
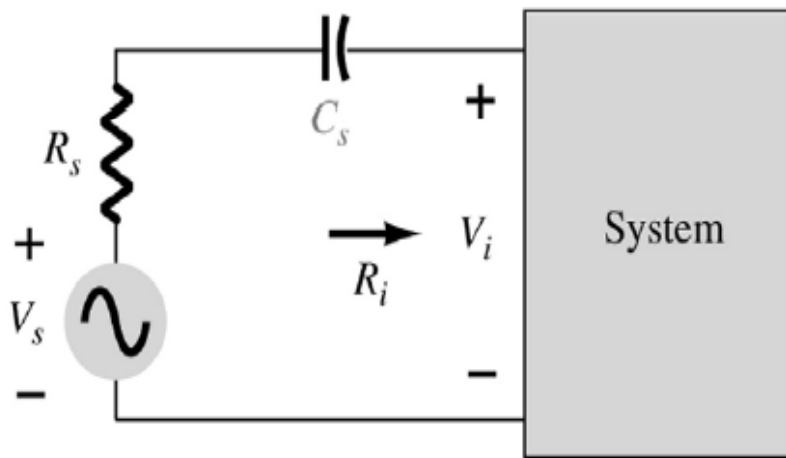
$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

# Đáp ứng vùng tần số thấp mạch khuếch đại dùng BJT



- Vùng tần số thấp bị giới hạn bởi các khâu lọc thông cao do tụ điện ở
  - cửa vào  $C_{in}$  ( $f_{Ls}$ )
  - ra  $C_{out}$  ( $f_{Lo}$ )
  - chân emitter  $C_{emitter}$  ( $f_{Le}$ )
- Tần số giới hạn vùng thấp là giá trị lớn nhất của  $f_{Ls}$ ,  $f_{Lo}$ ,  $f_{Le}$

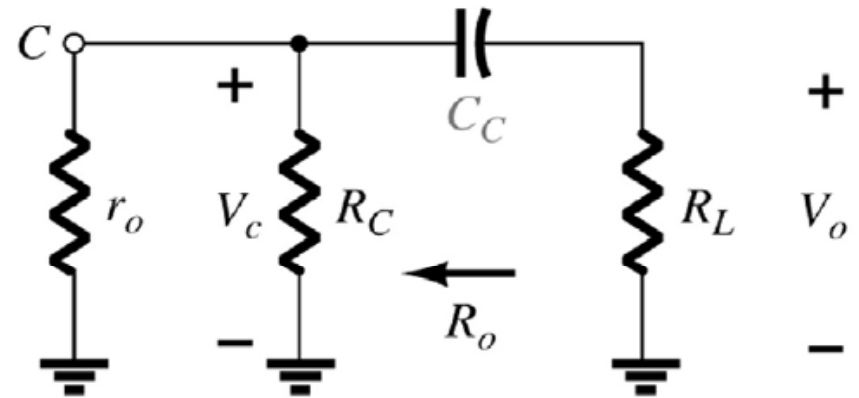
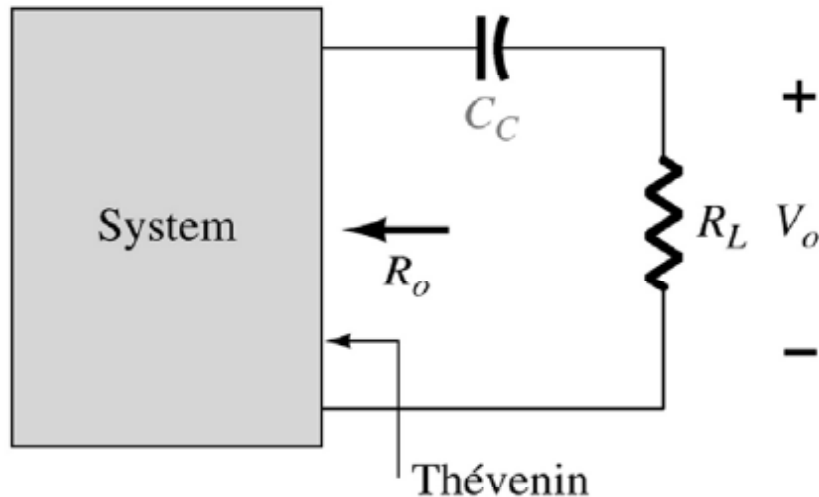
# Tần số cắt vùng thấp do tụ cửa vào



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

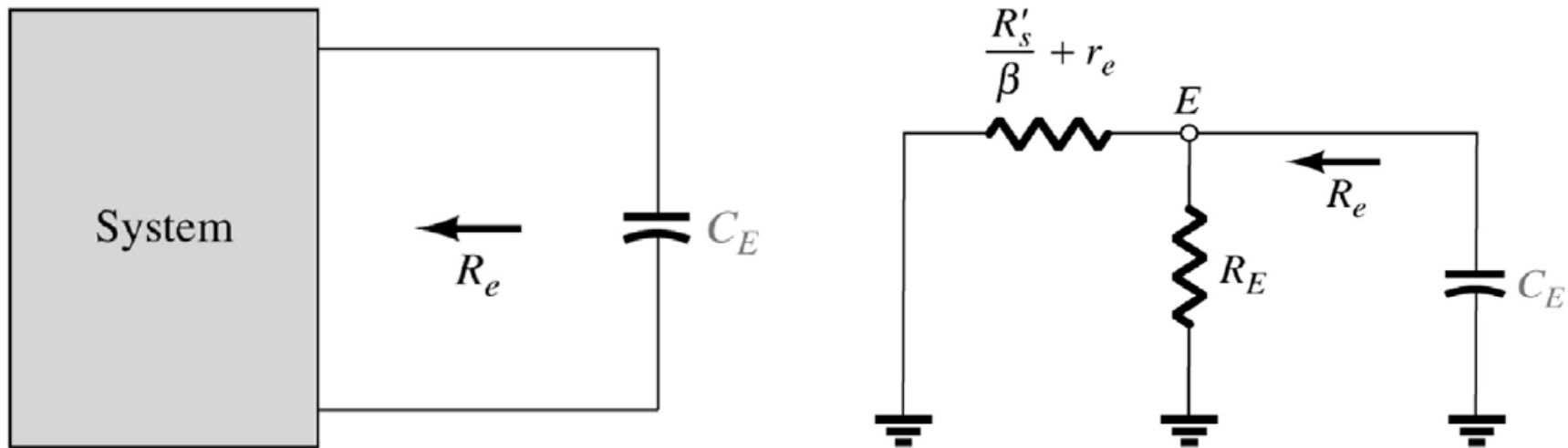
$$R_i = R_1 // R_2 // \beta r_e$$

# Tần số cắt vùng thấp do tụ cửa ra



$$f_{Lo} = \frac{1}{2\pi(R_o + R_L)C_C} \quad \text{với} \quad R_o = R_C // r_o$$

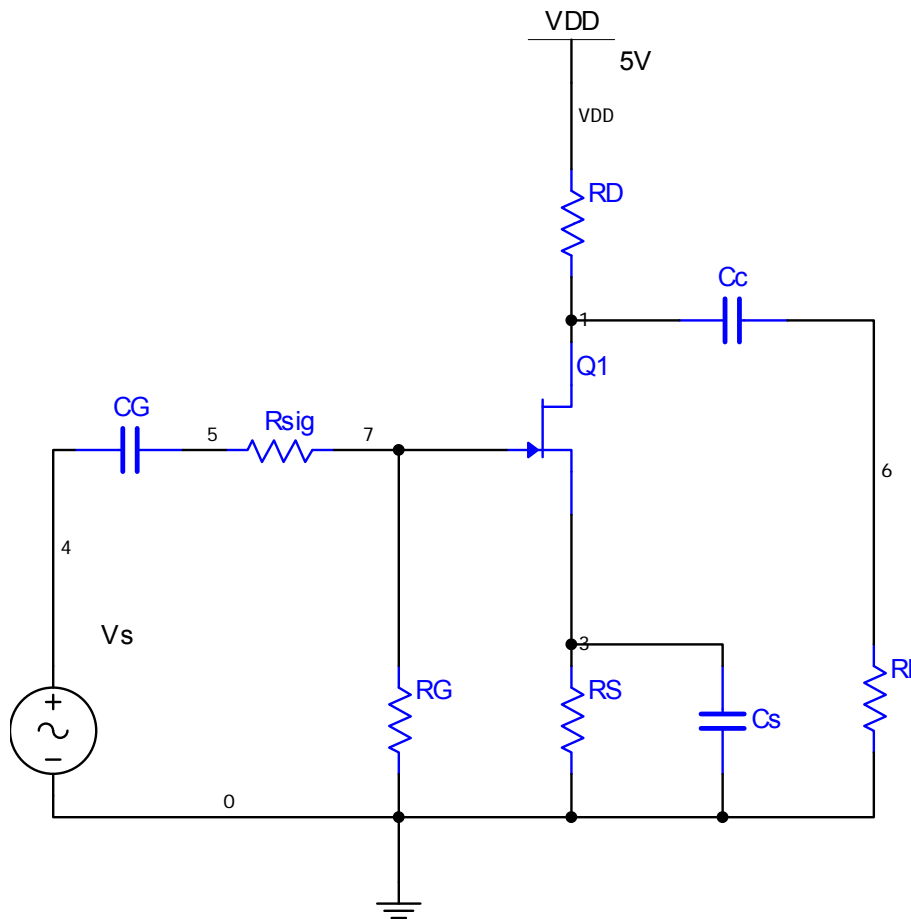
# Tần số cắt vùng thấp do tụ chân emito



$$f_{LE} = \frac{1}{2\pi R_e C_E} \quad \text{với} \quad R_e = R_E // (r_e + R_S / \beta)$$

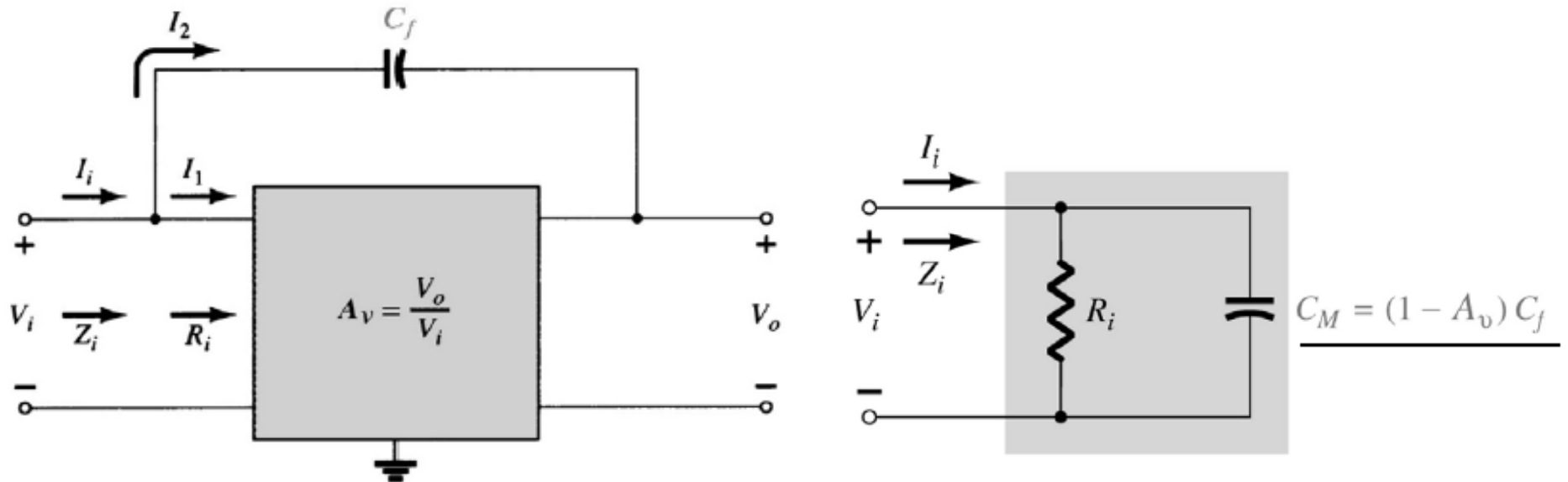


# Mạch khuếch đại dùng FET



- Phân tích tương tự BJT
- 3 tụ điện  $C_G$ ,  $C_C$ ,  $C_S$
- $f_{LG} = 1/[2\pi(R_{sig} + R_i)C_G]$  với  $R_i = R_G$
- $f_{LC} = 1/[2\pi(R_o + R_L)C_C]$  với  $R_o = R_D // r_d$
- $f_{LS} = 1/[2\pi(R_{eq}C_S)]$  với  $R_{eq} = R_s/[1 + R_s(1 + g_m r_d)/(r_d + R_D // R_L)]$

# Hiệu ứng điện dung Miller

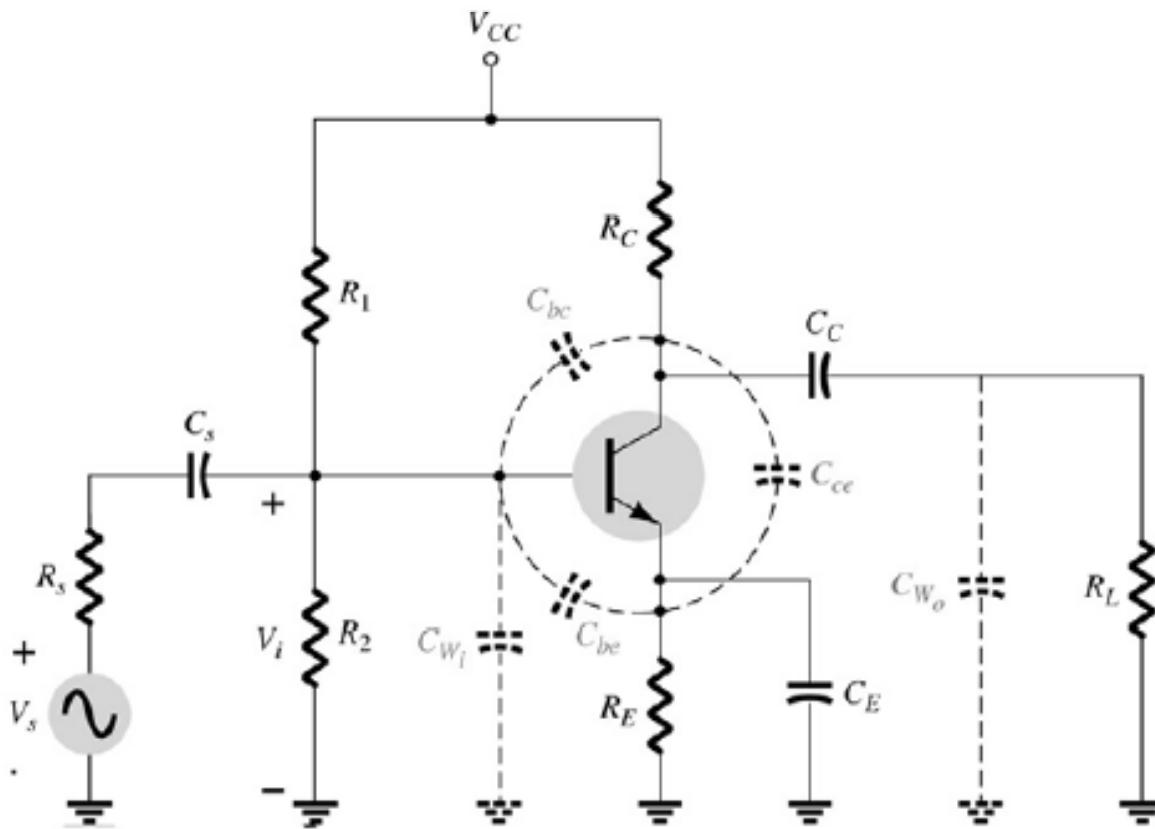


- $C_f$ : điện dung hồi tiếp
- Mạch khuếch đại đảo
- ⇒ Điện dung ở cửa vào và cửa ra tăng lên

$$C_M^{\text{in}} = (1 - A_v)C_f$$

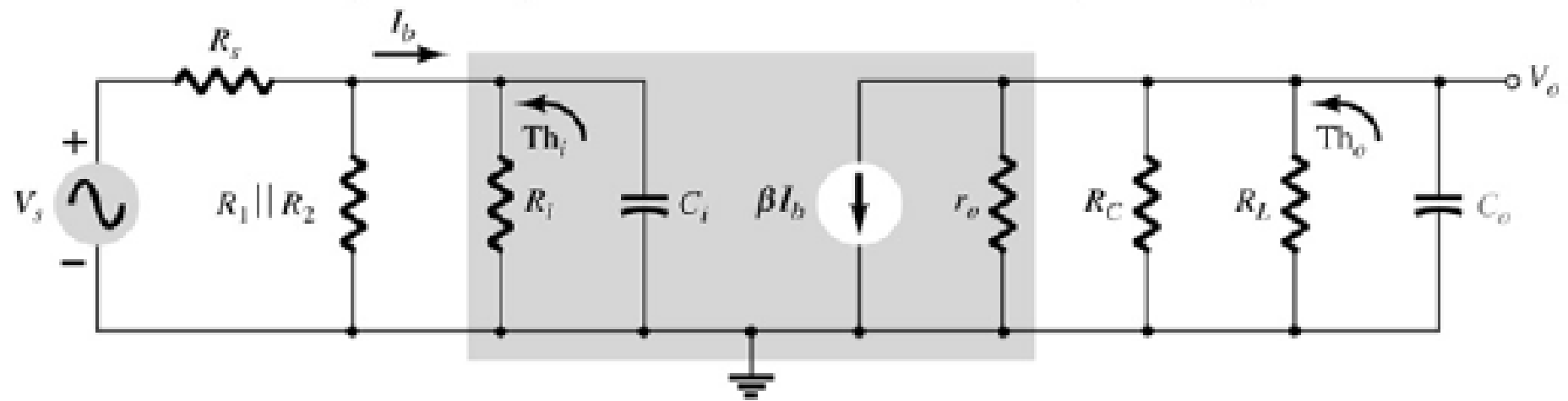
$$C_M^{\text{out}} = (1 - 1/A_v)C_f \approx C_f \text{ khi } A_v \text{ rất lớn}$$

# Đáp ứng vùng tần số cao mạch khuếch đại dùng BJT



Vùng tần số cao bị giới hạn bởi các khâu lọc thông thấp do các tụ kí sinh  $C_{bc}$ ,  $C_{ce}$ ,  $C_{be}$ ,  $C_{wi}$ ,  $C_{wo}$

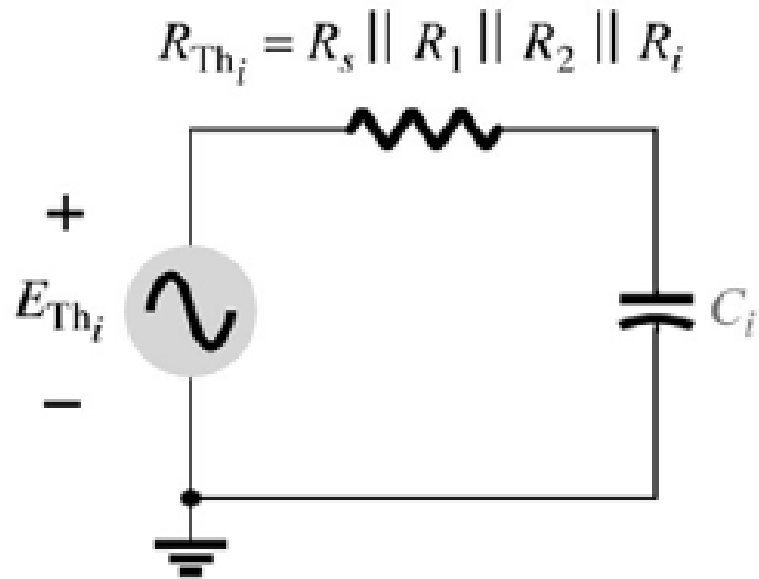
# Đáp ứng vùng tần số cao mạch khuếch đại dùng BJT



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

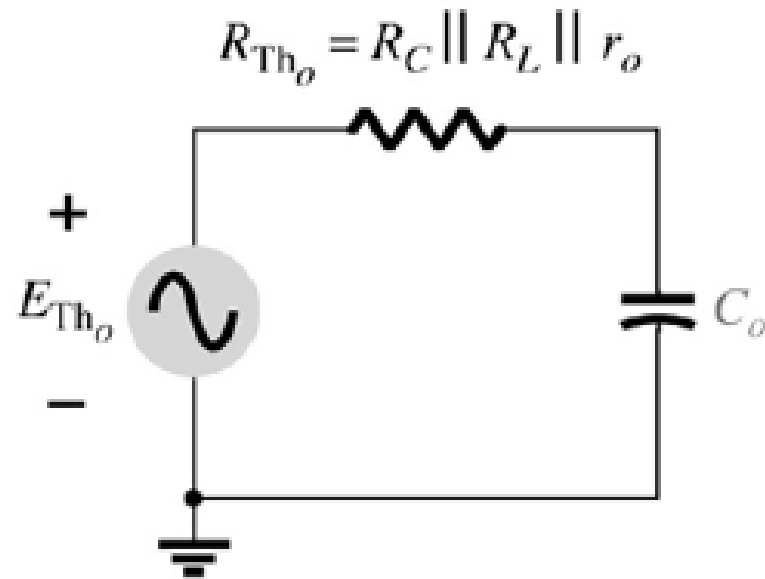
$$C_o = C_{Wo} + C_{ce} + C_{Mi}$$

# Đáp ứng vùng tần số cao mạch khuếch đại dùng BJT



(a)

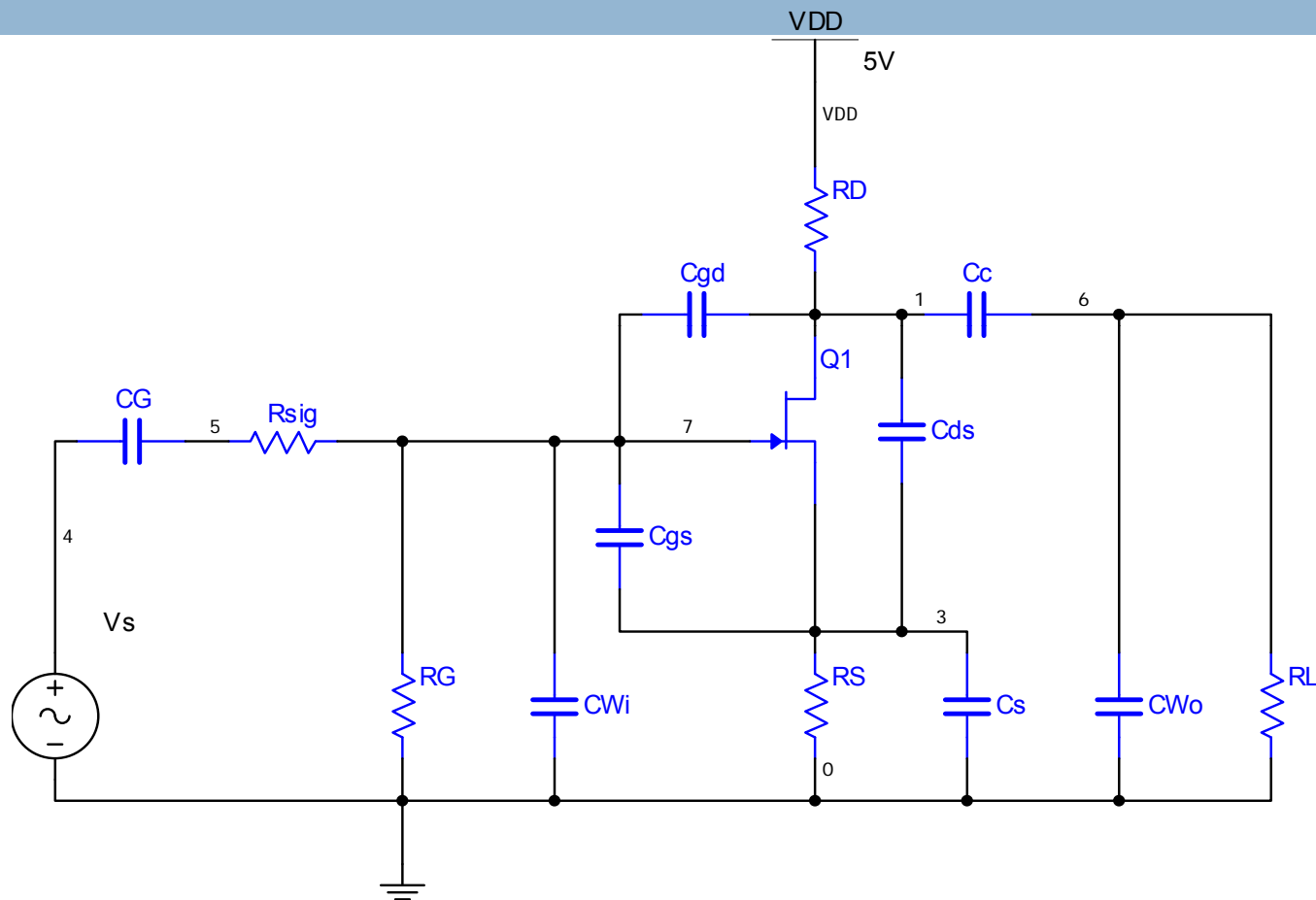
$$f_{Hi} = \frac{1}{2\pi R_{Th_i} C_i}$$



(b)

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

# Đáp ứng vùng tần số cao mạch khuếch đại dùng FET



Tham khảo 11.10 trang 546, *Electronic devices and circuit theory*

# Bài tập



- Chapter 11: 10, 11, 15, 17, 18, 19, 22, 26, 28, 29, 32