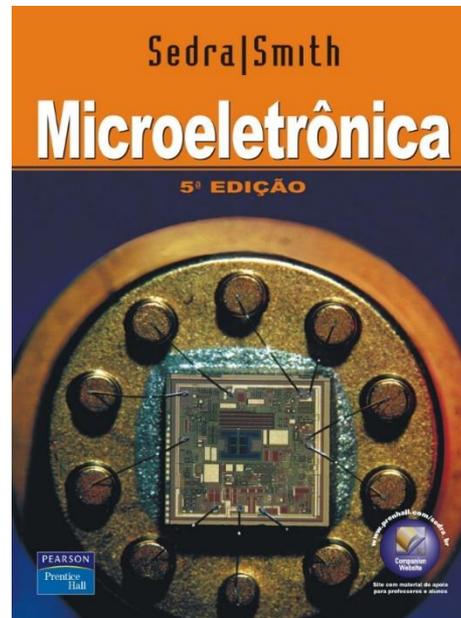


**AULA 10**



Resposta em alta frequência do  
amplificador fonte comum

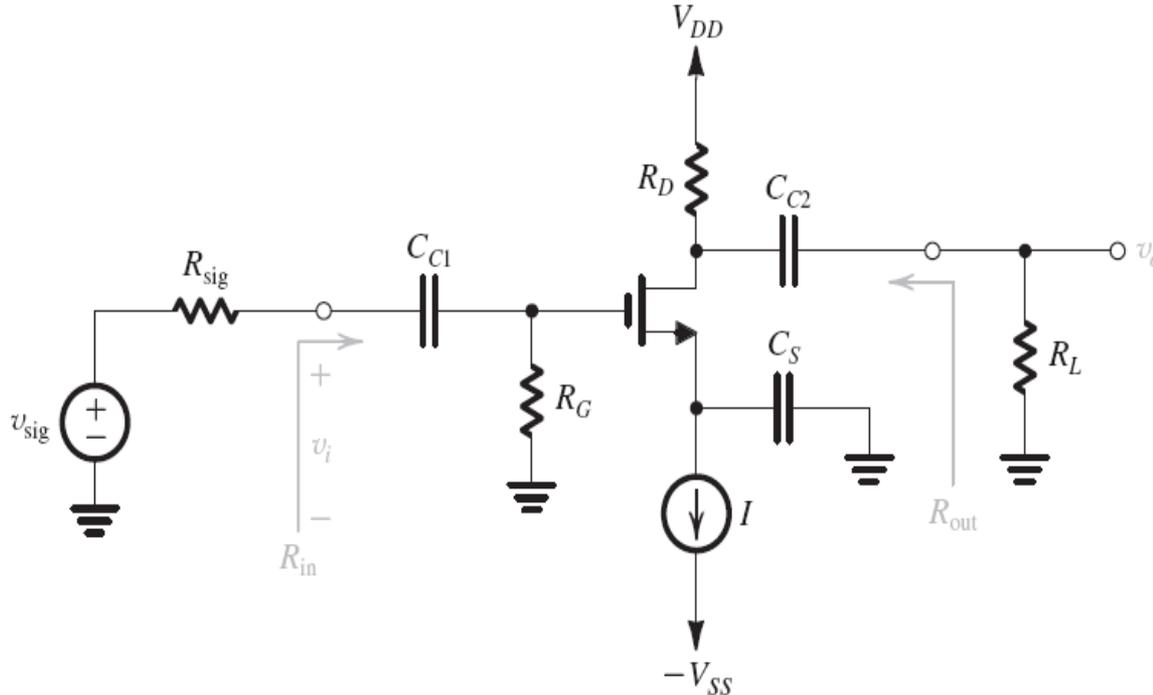
Sedra, Cap. 4  
p. 203-206

# Amplificador Fonte Comum

(Valido só para frequências médias)

Tabela 4.4 Características dos amplificadores MOS discretos tipo estágio simples

## Fonte comum



$$R_{in} = R_G$$

$$A_v = -g_m (r_o \parallel R_D \parallel R_L)$$

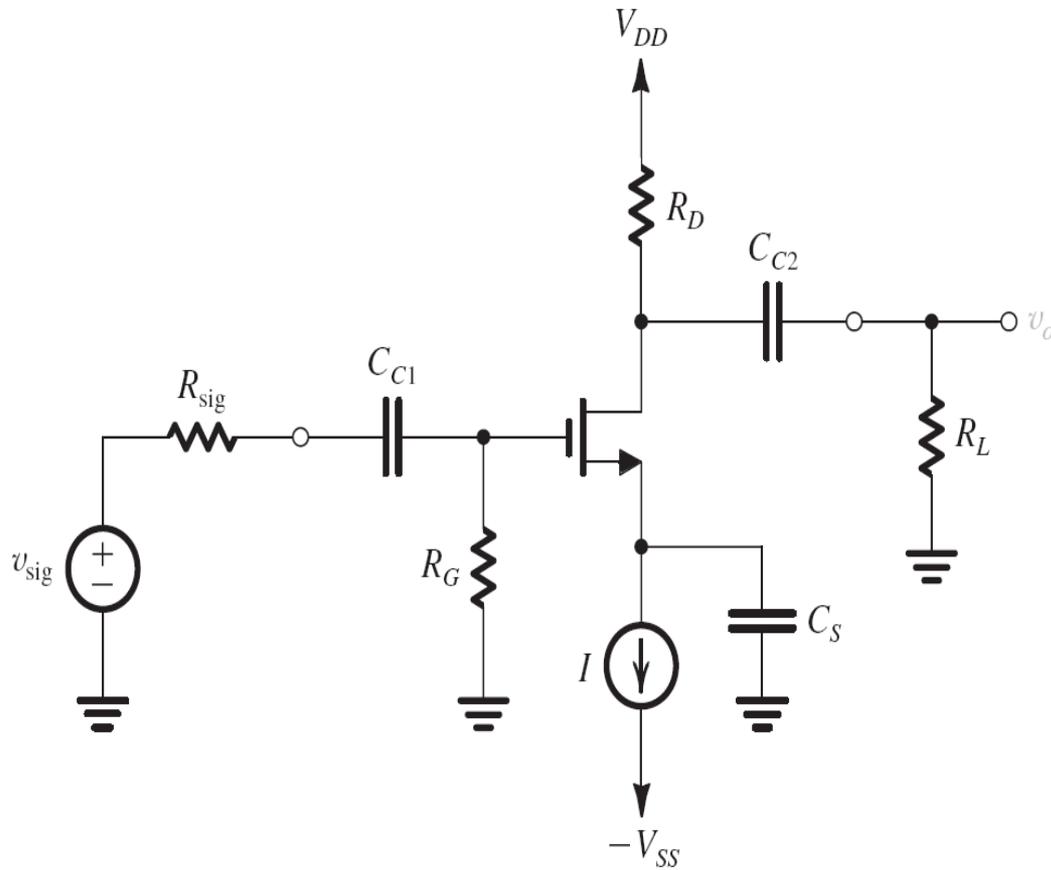
$$R_{out} = r_o \parallel R_D$$

$$G_v = -\frac{R_G}{R_G + R_{sig}} g_m (r_o \parallel R_D \parallel R_L)$$

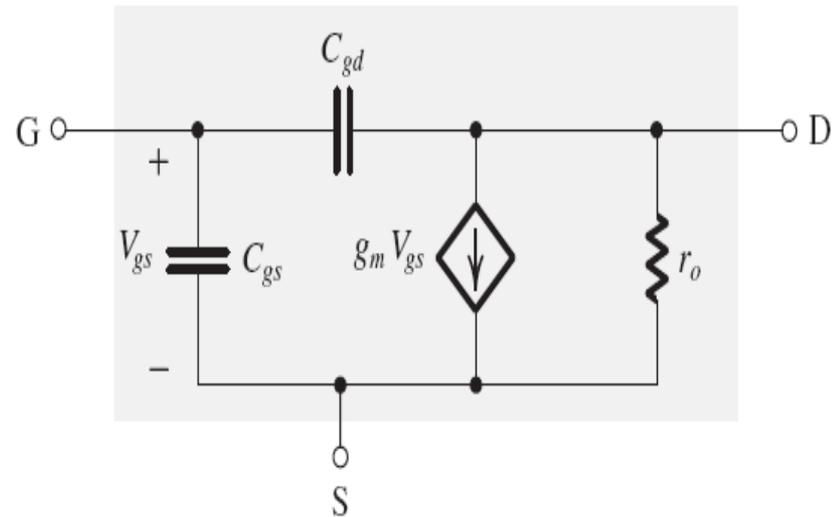
## Alunos de PSI3322:

Vamos hoje analisar a resposta do amplificador em função da frequências. Iniciaremos o estudo pela resposta em altas frequência.

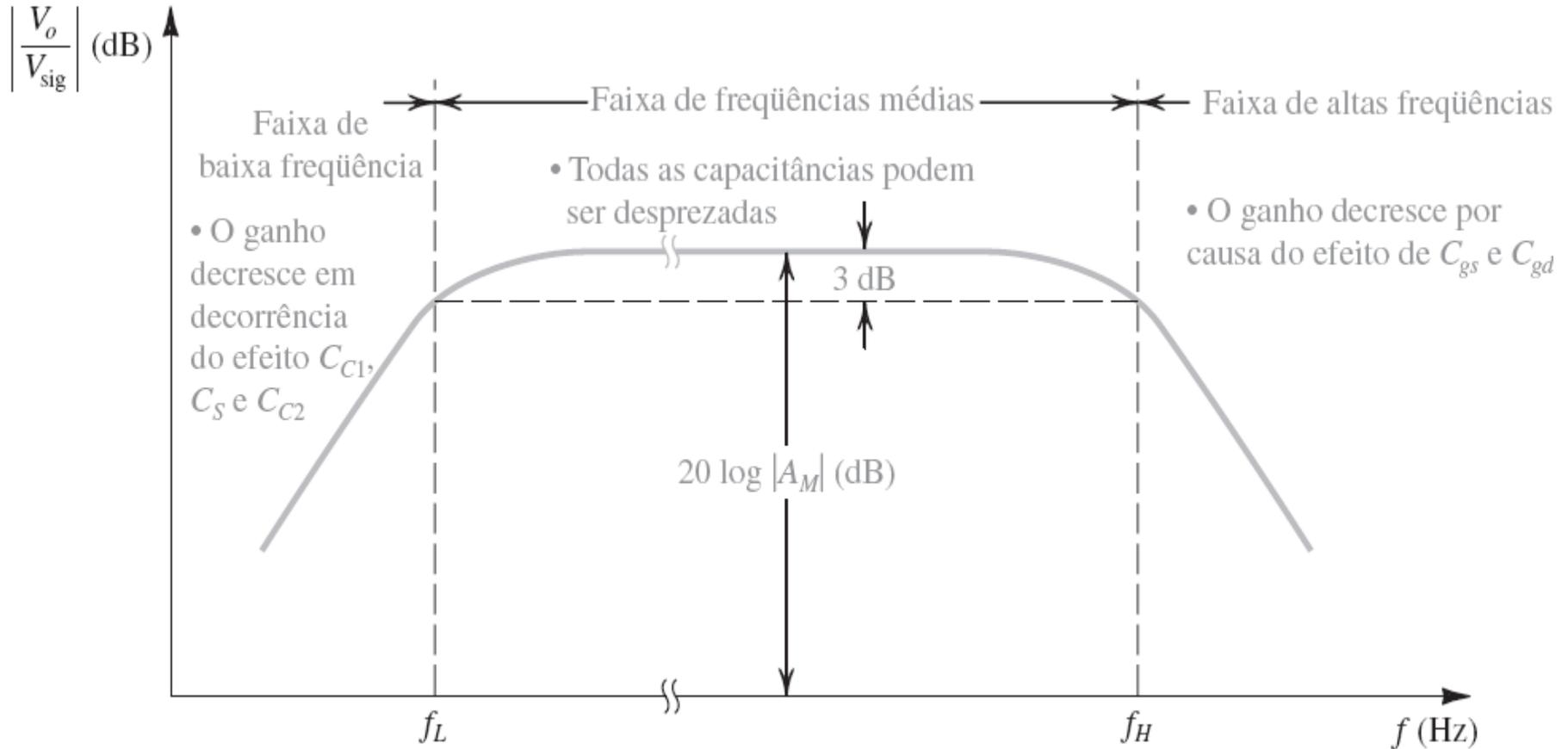
# Resposta em frequência



Modelo para pequenos sinais do MOSFET para altas frequências



# Resposta em frequência



# D.3 Revisão de Resposta em Frequência dos Circuitos CTS (Constante de Tempo Simples)

## D.3.1 Os circuitos passa-baixas

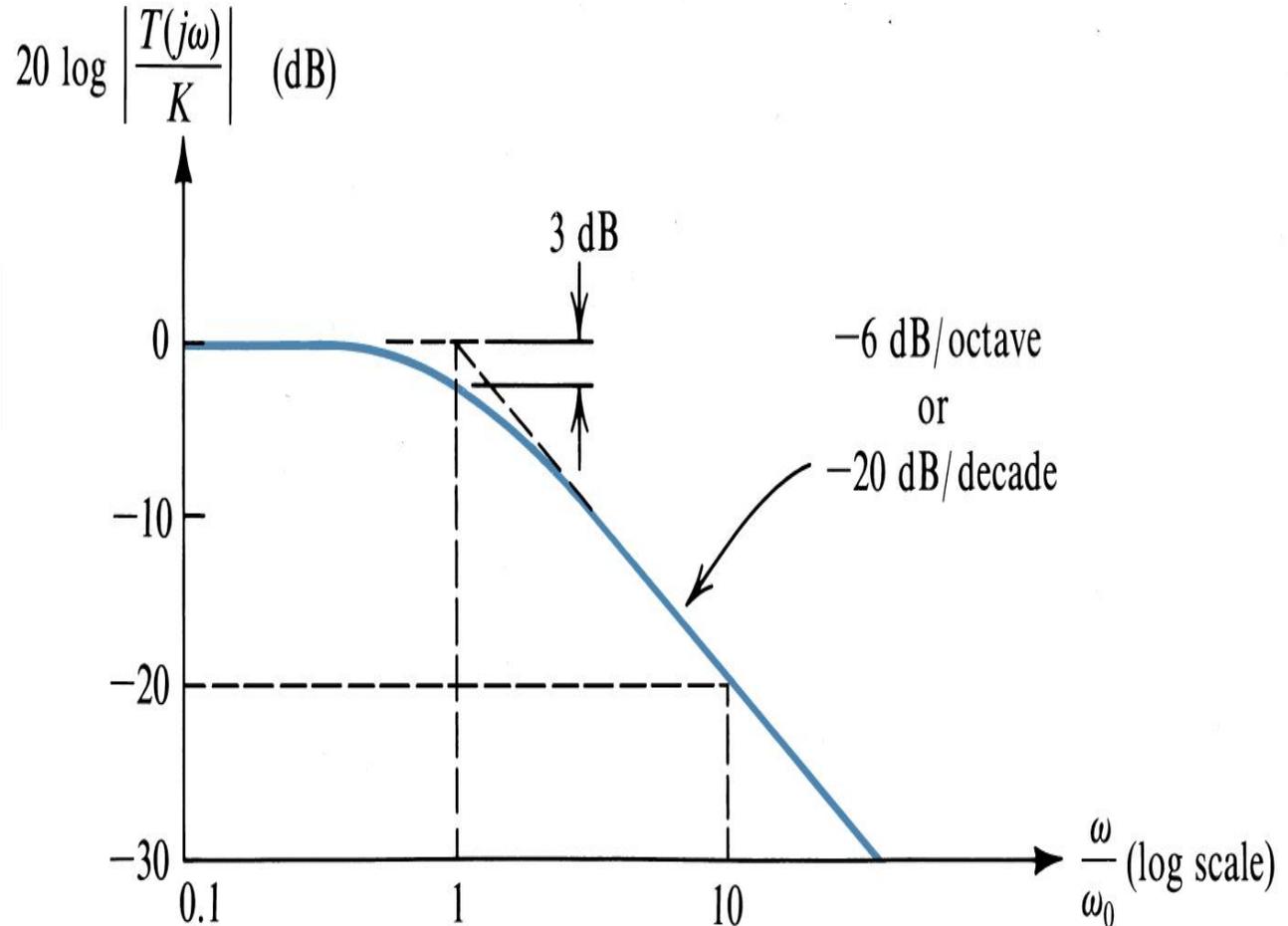
$$T(S) = \frac{K}{1 + s/\omega_o}$$

$$\frac{T(S)}{K} = \frac{1}{1 + s/\omega_o}$$

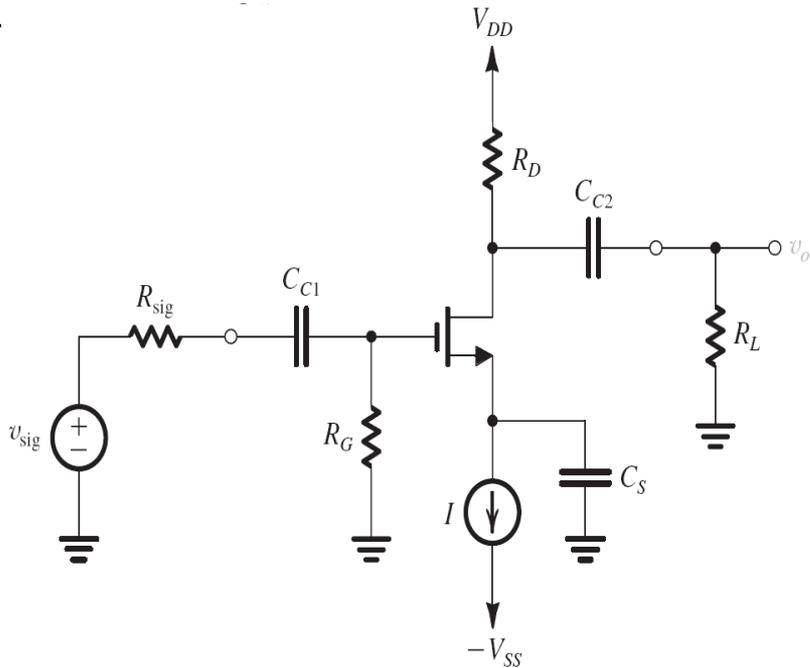
$$\frac{T(j\omega)}{K} = \frac{1}{1 + J\omega/\omega_o}$$

$$\omega_o = 1/\tau$$

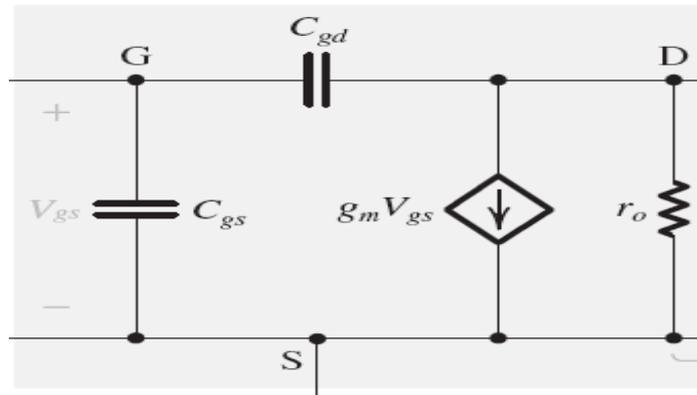
$$\omega_o = 2\pi f_o$$



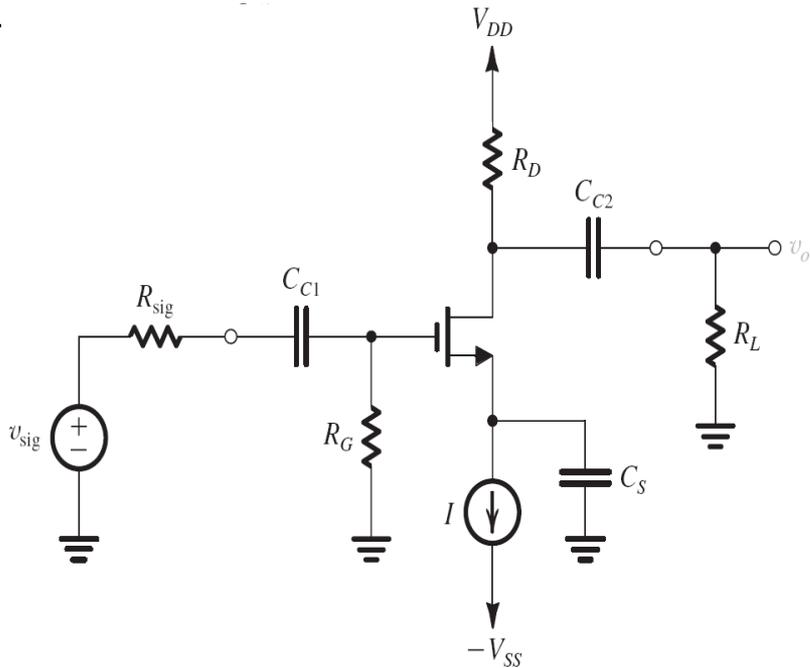
# Resposta em altas frequências



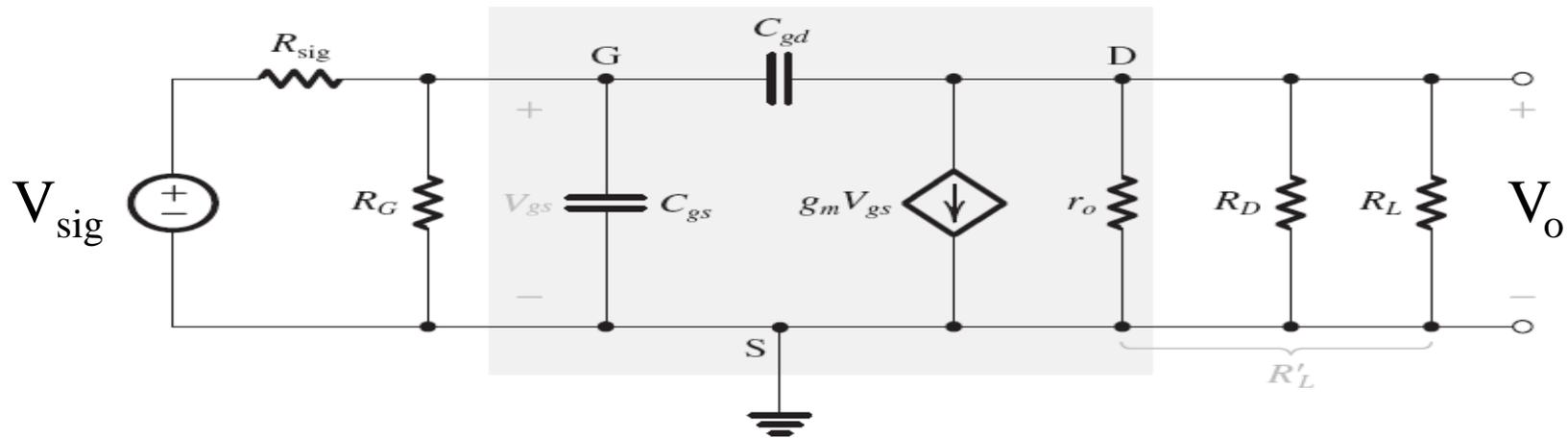
Circuito equivalente para  
pequenos sinais em alta  
frequência



# Resposta em altas frequências



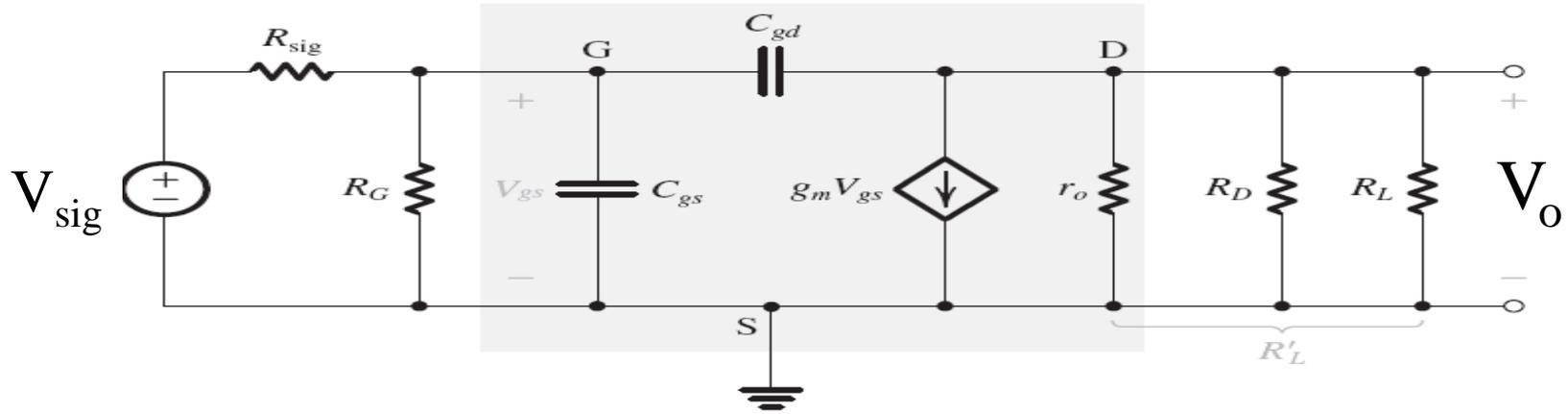
Circuito equivalente para  
pequenos sinais em alta  
frequência



(a)

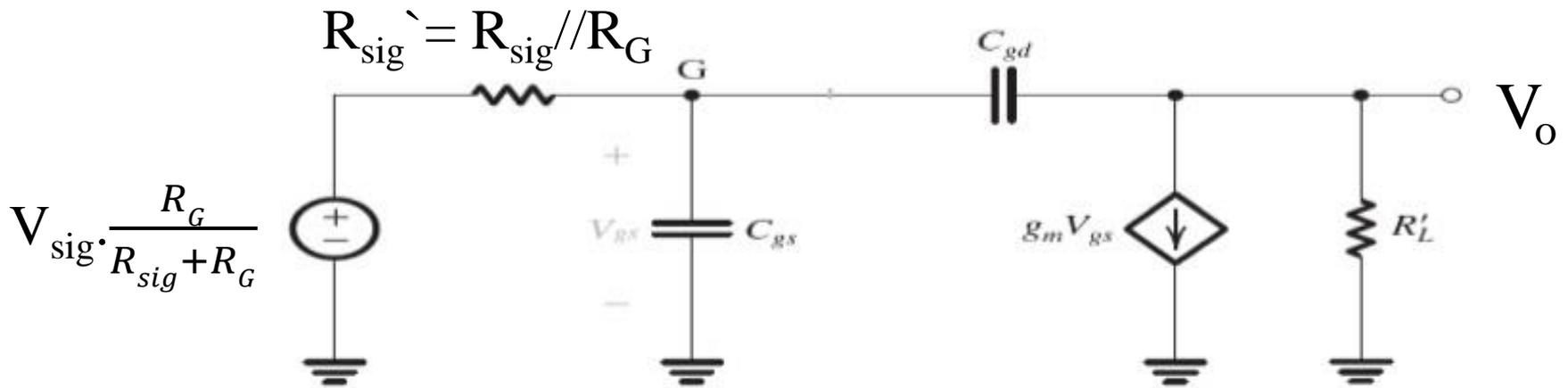
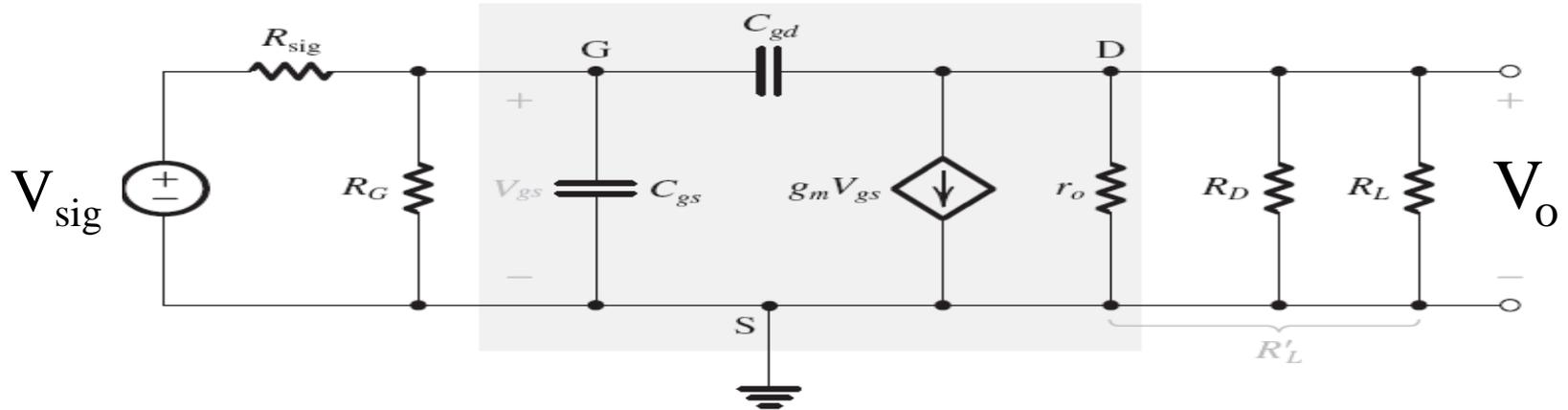
# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência



# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

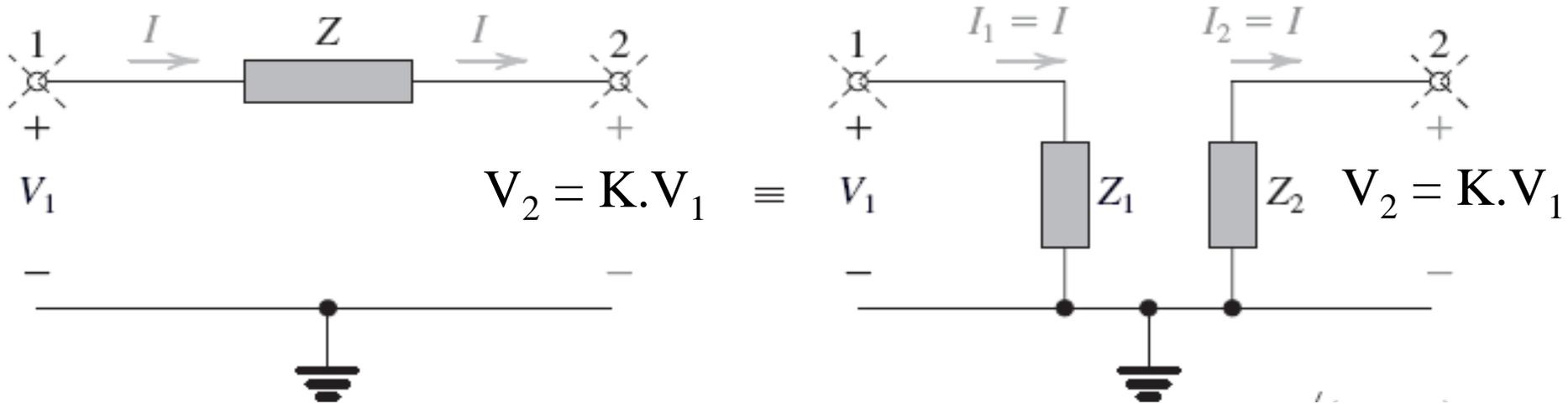


$$R_L' = r_o // R_D // R_L$$

# Resposta em altas frequências

## Circuito equivalente de Miller

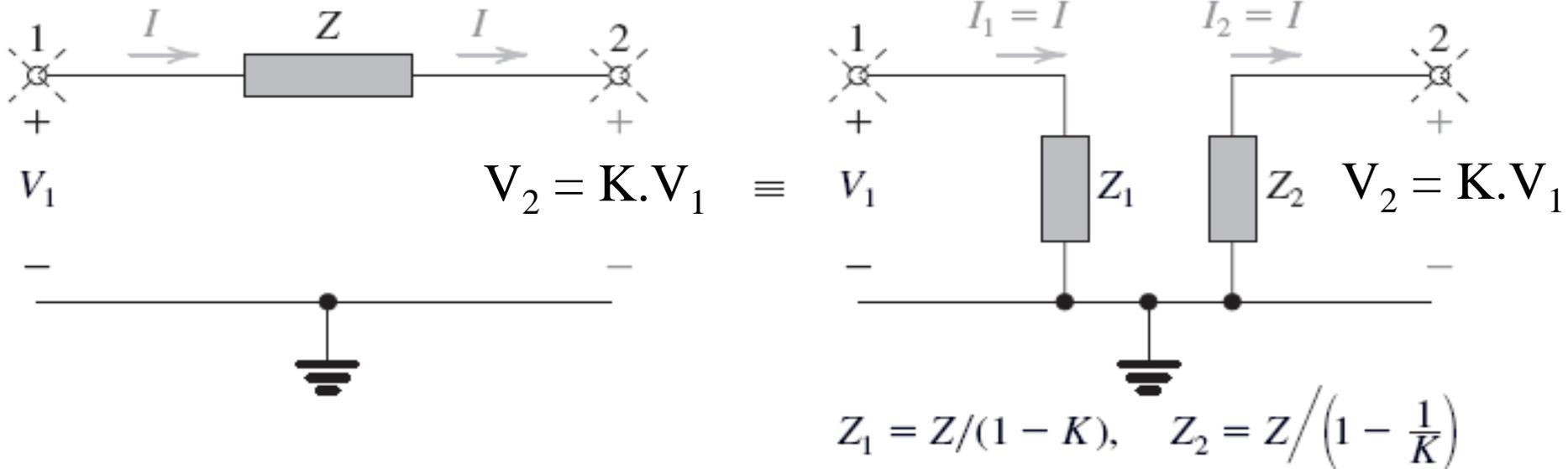
Sedra: pag.363-364



# Resposta em altas frequências

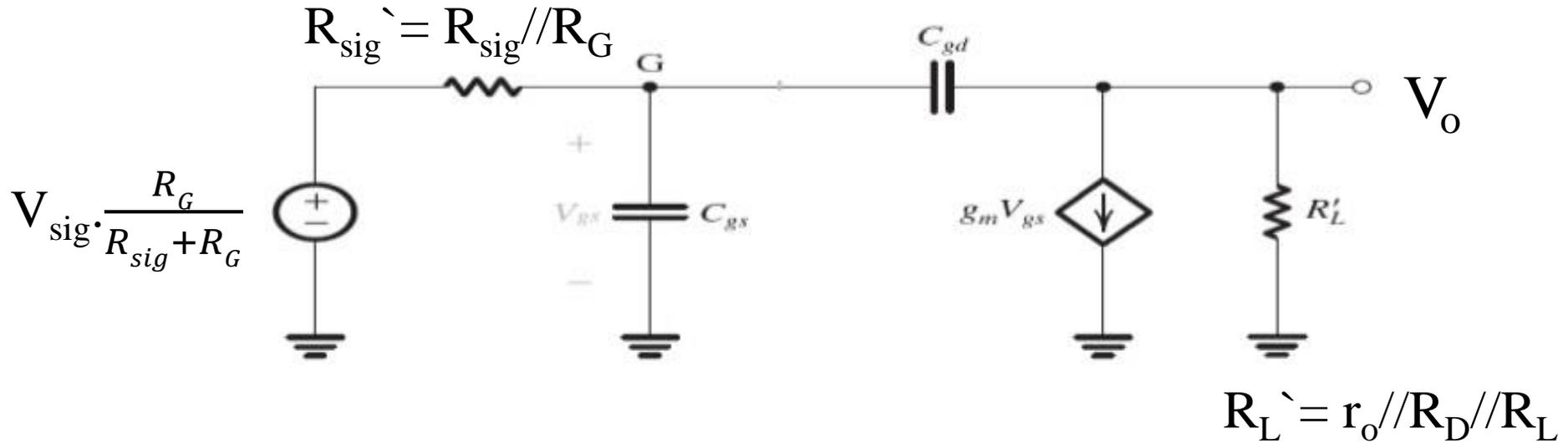
## Circuito equivalente de Miller

Sedra: pag.363-364



# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

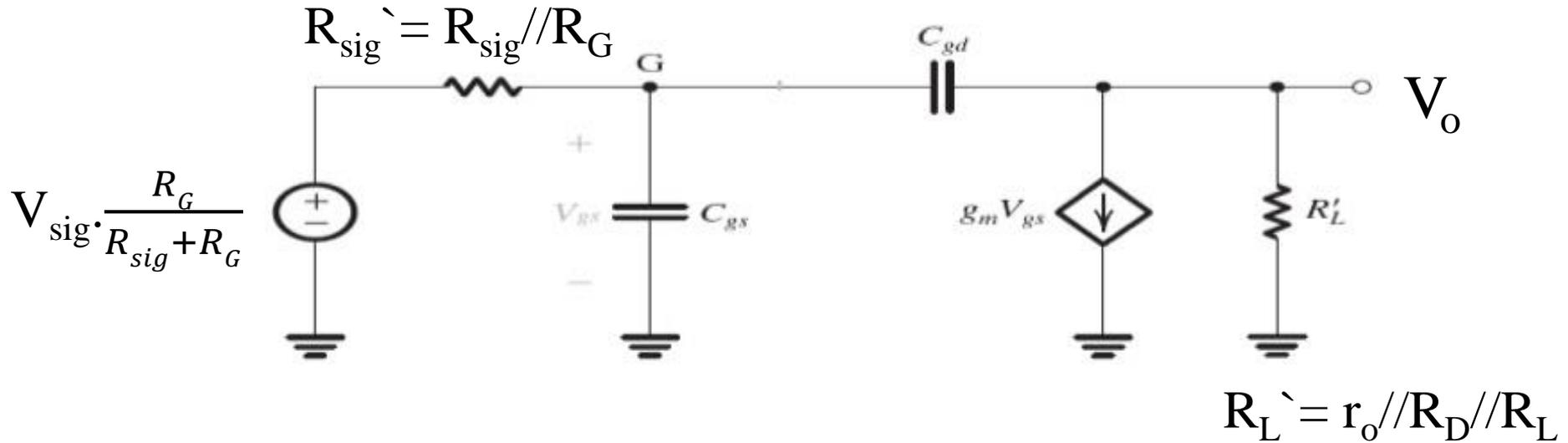


Desprezando o efeito dos Capacitores:

$$K = \frac{V_2}{V_1} = ?$$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

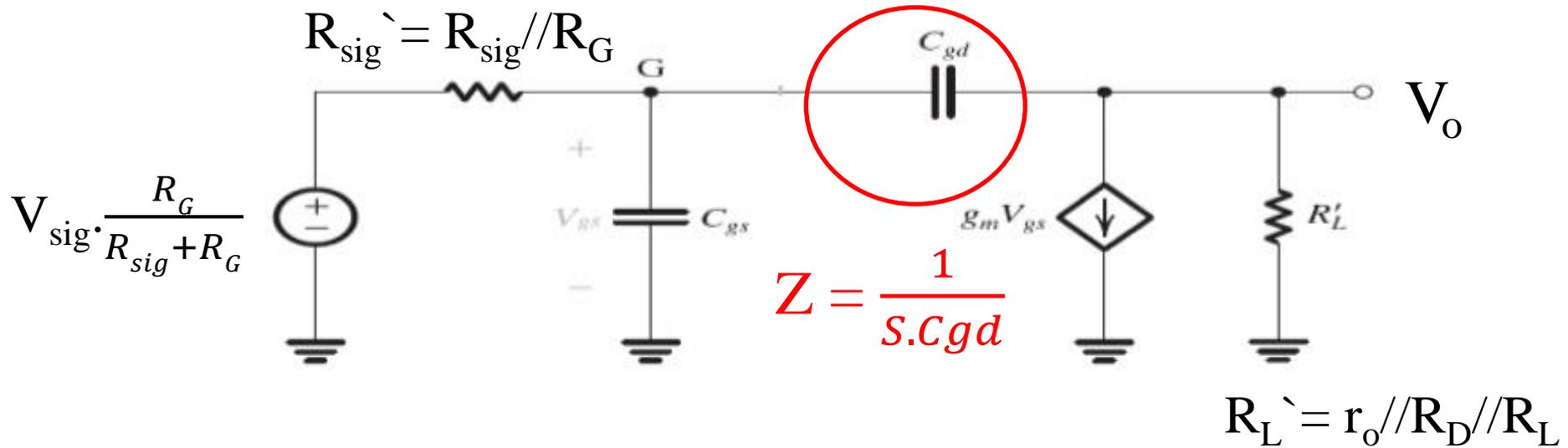


Desprezando o efeito dos Capacitores:

$$K = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_o}{V_{gs}} = -g_m \cdot R'_L$$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

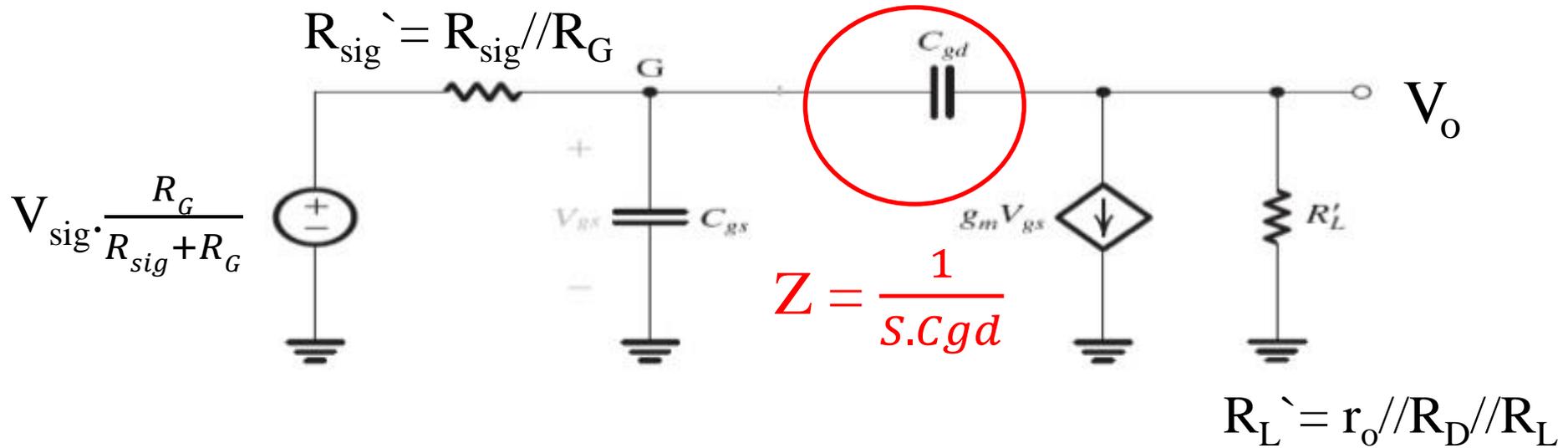


$$Z_1 = \frac{Z}{1-K} = \frac{\frac{1}{s \cdot C_{gd}}}{1 - (-g_m \cdot R_L')} = \frac{1}{s \cdot C_{gd} (1 + g_m \cdot R_L')}$$

Logo  $C_1 = C_{eq} = C_{gd} (1 + g_m \cdot R_L')$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

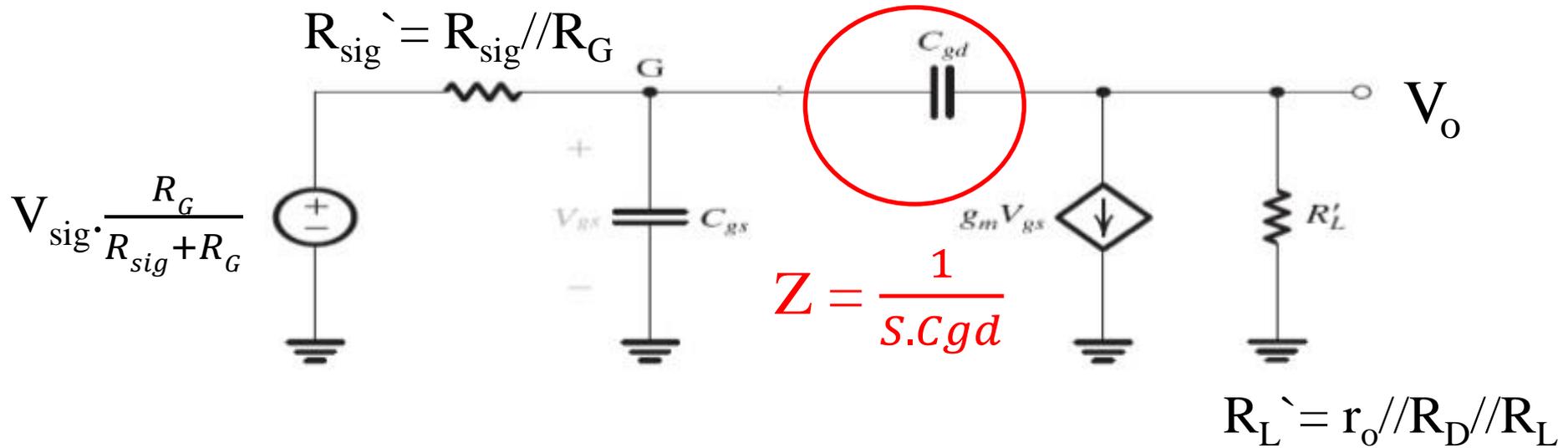


$$Z_2 = \frac{Z}{1 - 1/K} \cong \frac{1}{s \cdot C_{gd}}$$

Logo  $C_2 \cong C_{gd}$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

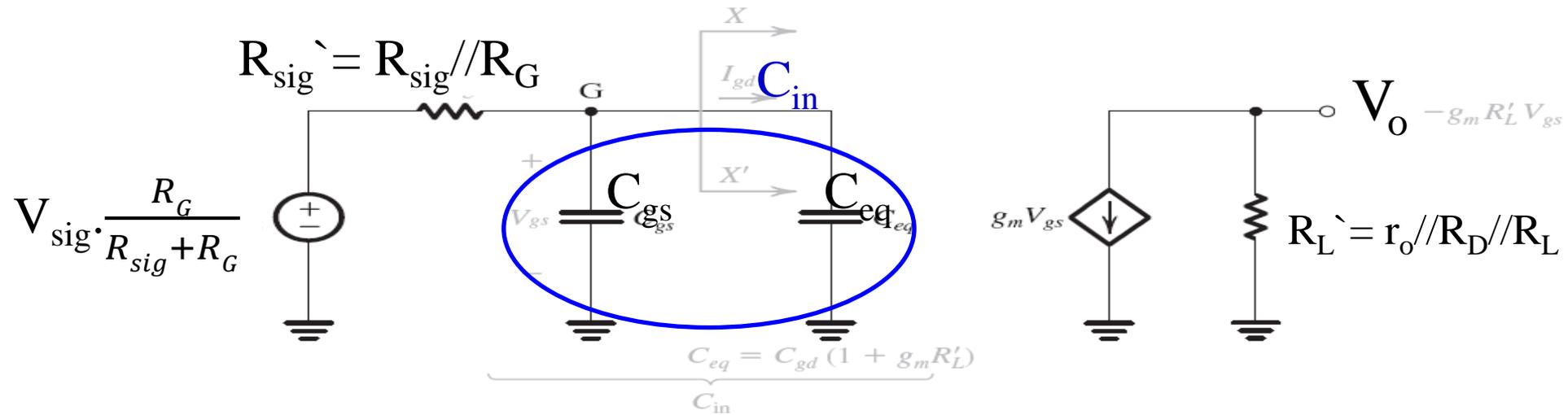


$$Z_2 = \frac{Z}{1 - 1/K} \cong \frac{1}{s \cdot C_{gd}}$$

Logo  $C_2 \cong C_{gd}$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência



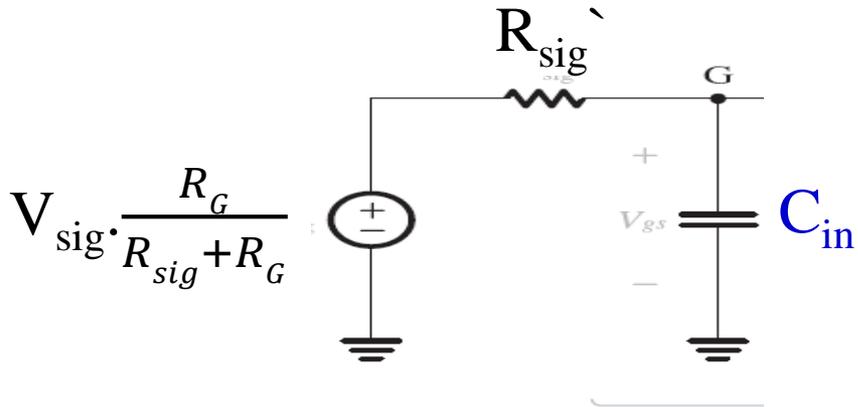
$$C_{eq} = C_{gd} (1 + g_m \cdot RL')$$

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd} (1 + g_m \cdot RL')$$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

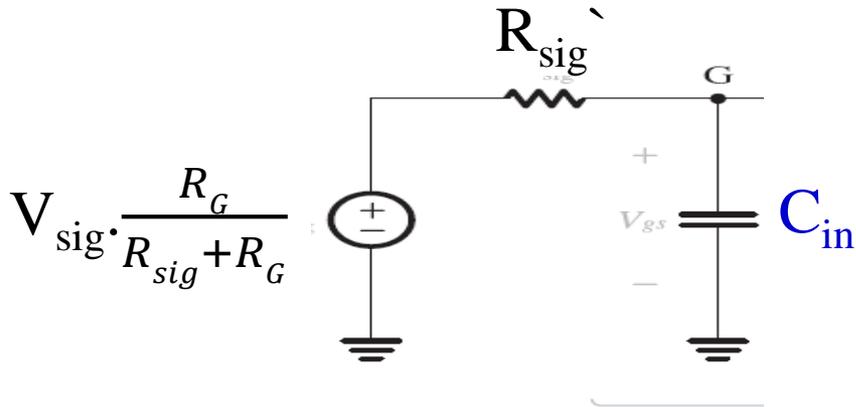
$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + gm \cdot RL)$$



# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + gm \cdot RL)$$



$$\frac{V_{as}}{V_{sig}} = \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1/sC_{in}}{\frac{1}{sC_{in}} + R_{sig}}$$

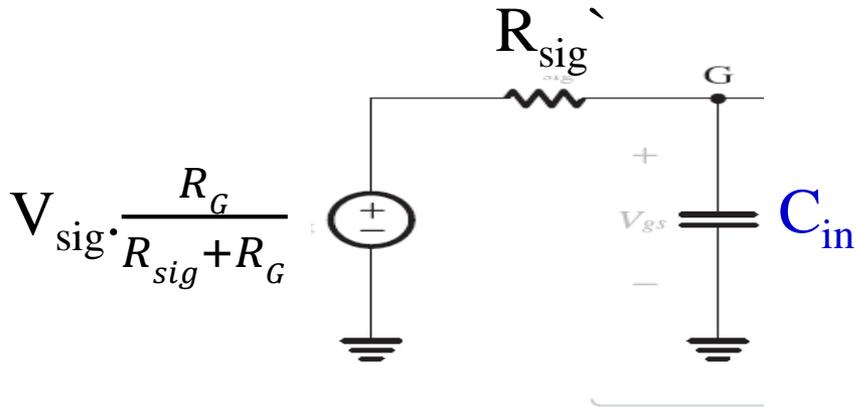
$$\frac{V_{as}}{V_{sig}} = \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1}{1 + sR_{sig} \cdot C_{in}}$$

$$T(S) = \frac{K}{1 + s/\omega_0}$$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + gm \cdot RL)$$



$$\frac{V_{as}}{V_{sig}} = \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1/sC_{in}}{\frac{1}{sC_{in}} + R_{sig}}$$

$$\frac{V_{as}}{V_{sig}} = \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1}{1 + sR_{sig} \cdot C_{in}}$$

$$T(s) = \frac{K}{1 + s/\omega_0}$$

$$\omega_H = \frac{1}{R_{sig} \cdot C_{in}}$$

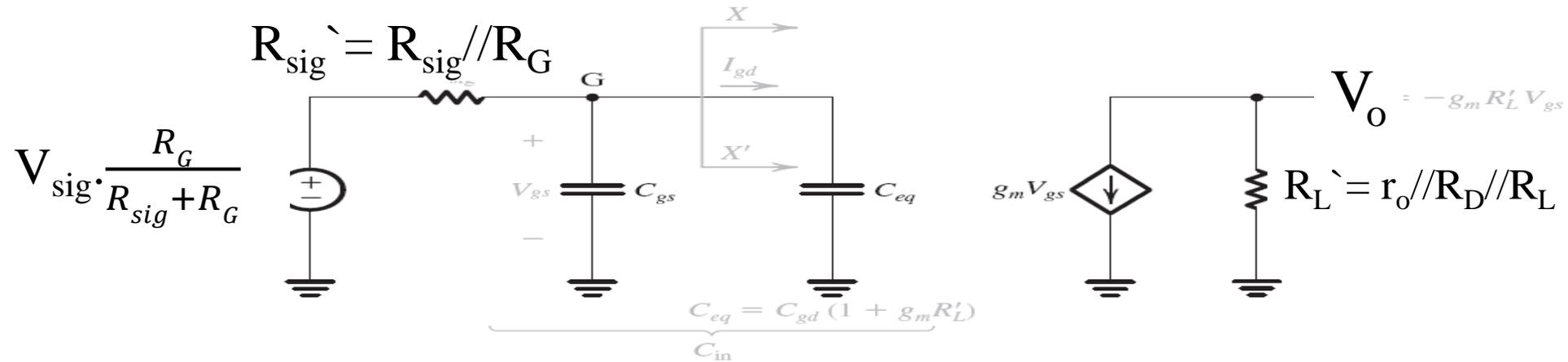
$$R_{sig}' = R_{sig} // R_G$$

$$\omega_H = 1/\tau$$

$$\omega_H = 2 \cdot \pi \cdot f_H$$

# Resposta em altas frequências

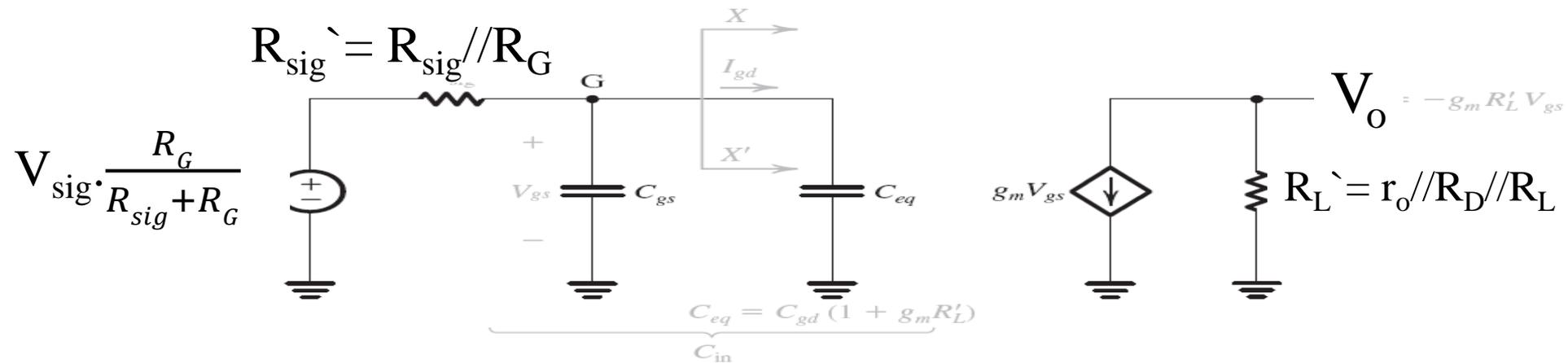
## Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência



$$\frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{V_o}{V_{gs}} \cdot \frac{V_{gs}}{V_{sig}}$$

# Resposta em altas frequências

Circuito equivalente para pequenos sinais em alta frequência



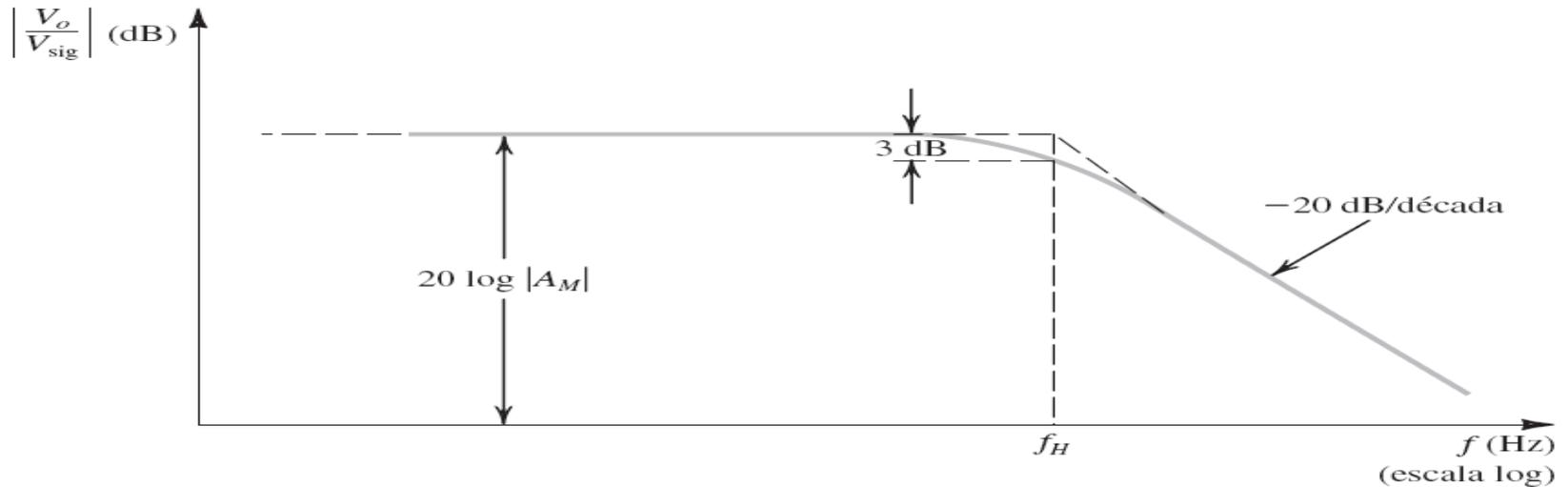
$$\frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{V_o}{V_{gs}} \cdot \frac{V_{gs}}{V_{sig}} = (-gm \cdot R_L') \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1}{1 + s/\omega_H}$$

$$\omega_H = 2 \cdot \pi \cdot f_H = \frac{1}{R_{sig}' \cdot C_{in}}$$

$$R_{sig}' = R_{sig} // R_G$$

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + gm \cdot R_L')$$

# Resposta em altas frequências



$$\frac{V_o}{V_{sig}} = \frac{V_o}{V_{gs}} \cdot \frac{V_{gs}}{V_{sig}} = (-gm \cdot R_L') \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_H}} = A_M \cdot \frac{1}{1 + s/\omega_H}$$

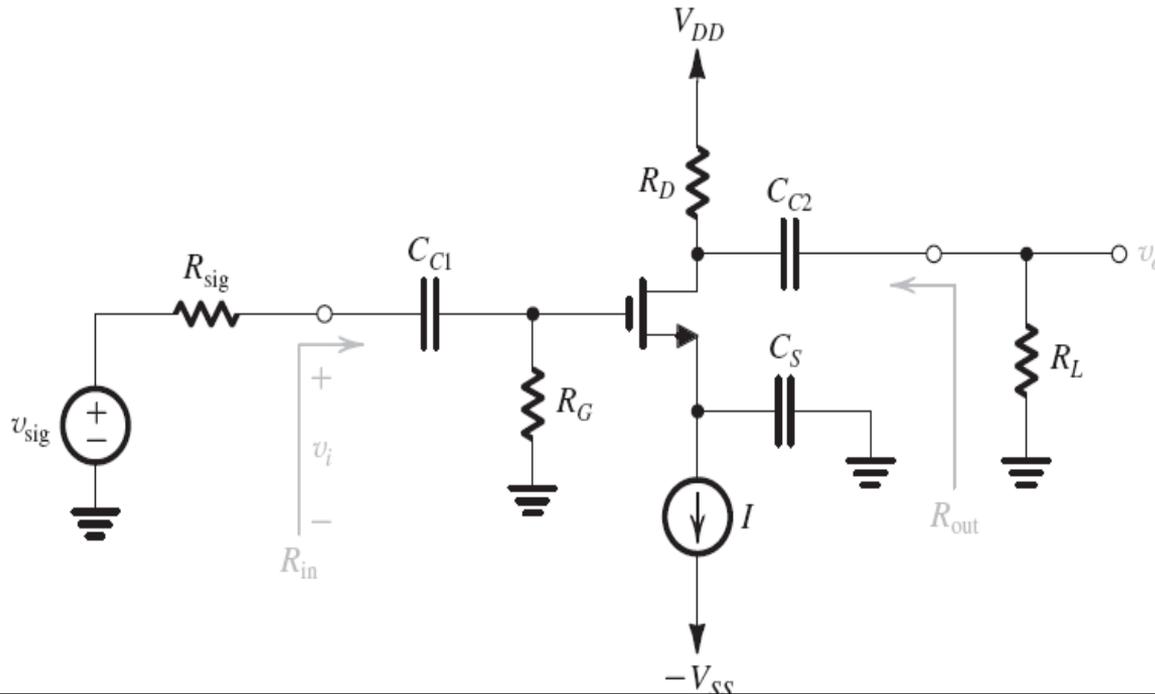
$$\omega_H = 2 \cdot \pi \cdot f_H = \frac{1}{R_{sig}' \cdot C_{in}}$$

$$R_{sig}' = R_{sig} // R_G$$

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + gm \cdot R_L')$$

# Exercício

## Amplificador Fonte Comum - Exercício 4.12 (p.206)



$$g_m = 1 \text{ mA/V}$$

$$r_o = 150 \text{ k}\Omega$$

$$R_{sig} = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_L = R_D = 15 \text{ k}\Omega$$

$$R_G = 4,7 \text{ M}\Omega$$

$$C_{gs} = 1 \text{ pF}$$

$$C_{gd} = 0,4 \text{ pF}$$

Determinar  $A_M$  e  $f_H$

e  $f_{H2}$

$$\frac{V_o}{V_{sig}} = (-g_m \cdot R_L') \frac{R_G}{R_{sig} + R_G} \cdot \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_H}} = A_M \cdot \frac{1}{1 + s/\omega_H}$$

$$\omega_{H1} = \frac{1}{R_{sig}' \cdot C_{in}}$$

$$R_{sig}' = R_{sig} // R_G$$

$$R_L' = r_o // R_D // R_L$$

$$\omega_{H2} = \frac{1}{R_L' \cdot C_{gd}}$$

$$C_{in} = C_{gs} + C_{eq} = C_{gs} + C_{gd}(1 + g_m \cdot R_L')$$

### Amplificador Fonte Comum - Exercício 4.12 (p.206)

$g_m = 1 \text{ mA/V}$ ,  $r_o = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{sig} = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_G = 4,7 \text{ M}\Omega$ ,  $R_L = R_D = 15 \text{ k}\Omega$

$C_{gs} = 1 \text{ pF}$ ,  $C_{gd} = 0,4 \text{ pF}$

Determinar  $A_M$  e  $f_H$  e  $f_{H2}$

$$A_M = \frac{V_o}{V_{sig}} = (-g_m \cdot R_L) \frac{R_G}{R_{sig} + R_G}$$

### Amplificador Fonte Comum - Exercício 4.12 (p.206)

$g_m = 1 \text{ mA/V}$ ,  $r_o = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{sig} = 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_G = 4,7 \text{ M}\Omega$ ,  $R_L = R_D = 15 \text{ k}\Omega$

$C_{gs} = 1 \text{ pF}$ ,  $C_{gd} = 0,4 \text{ pF}$

Determinar  $A_M$  e  $f_H$  e  $f_{H2}$

$$f_{H1} = \frac{\omega_{H1}}{2\pi} = \frac{1}{R_{sig} \cdot C_{in}}$$

$$f_{H2} = \frac{\omega_{H2}}{2\pi} = \frac{1}{R_L \cdot C_{gd}}$$

# Exercício – SIMULAÇÃO MULTISIM

## Amplificador Fonte Comum - Exercício 4.12 (p.206)

