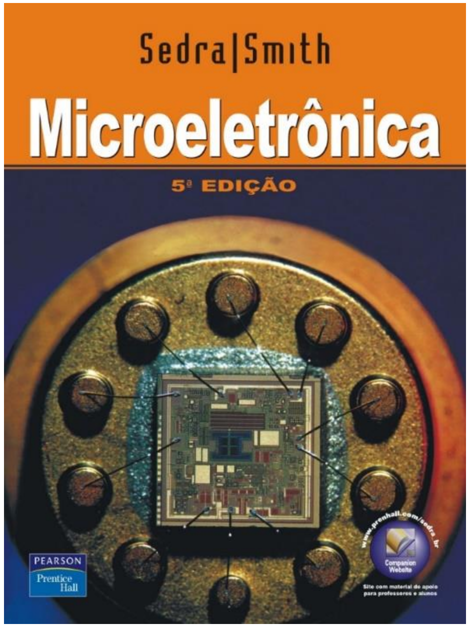
Universidade de São Paulo

PSI3322 - ELETRÔNICA II

Prof. João Antonio Martino

AULA 7



Configurações básicas de estágios amplificadores MOS. Conceituação. Configuração fonte comum.	Sedra, Cap. 4 p. 185-191

Universidade de São Paulo

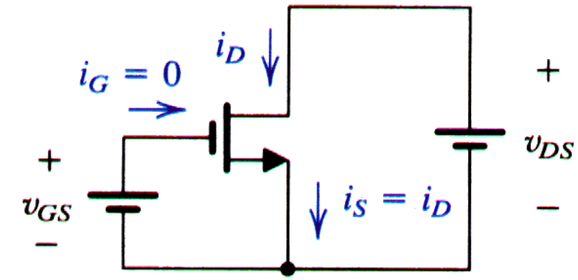
NMOSFET – Modelo para Grandes Sinais

Modelo de $i_D = f(v_{GS}, v_{DS})$

- Região de Corte: $v_{GS} \leq V_t$ ou $v_{GS} - V_t \leq 0$

$i_D = 0$

- Região Triodo: $0 < v_{DS} \leq v_{GS} - V_t$



$$i_D = k'_n \frac{W}{L}\left[(v_{GS} - V_t).v_{DS} - \frac{v_{DS}^2}{2}\right]$$

$V_t > 0$
$v_{GS} > 0$
$v_{DS} > 0$
$V_A > 0$

- Região de Saturação: $0 < v_{GS} - V_t \leq v_{DS}$

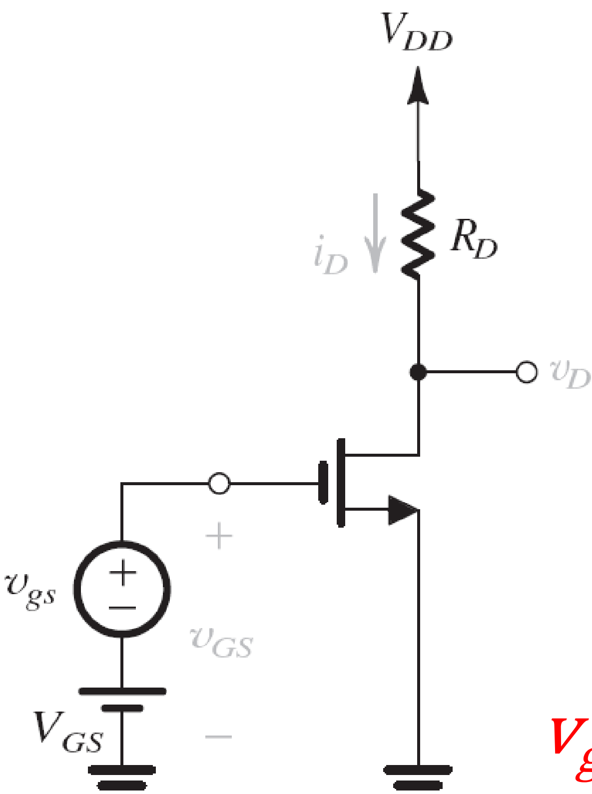
$$i_D = k'_n \frac{W}{L}\frac{(v_{GS} - V_t)^2}{2}.(1 + \lambda.v_{DS})$$

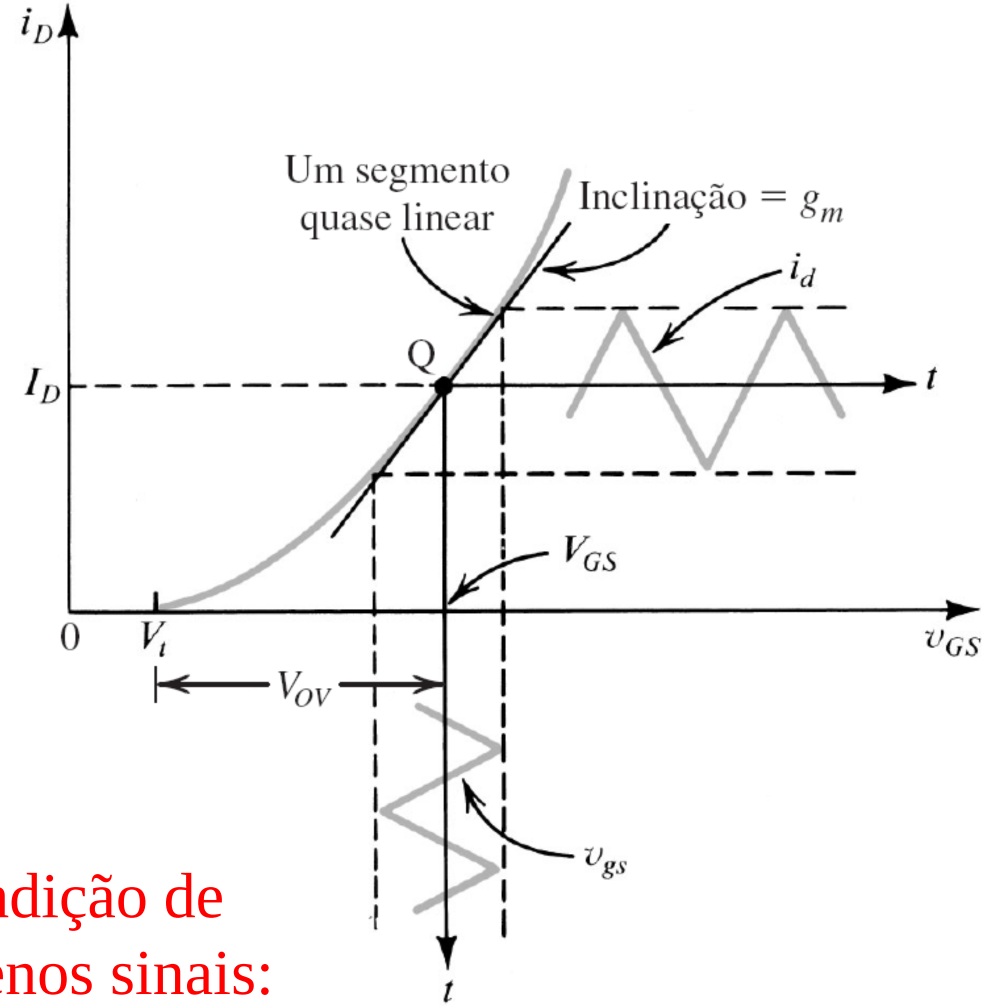
onde $k'_n = \frac{\mu_n \varepsilon_{ox}}{t_{ox}} = \mu_n.C_{ox}$ $\lambda = \frac{1}{V_A}$ V_A tensão Early

Universidade de São Paulo

Operação em Pequenos Sinais

$$i_D = k_n' \frac{W}{L} \frac{(v_{GS} - V_t)^2}{2}$$





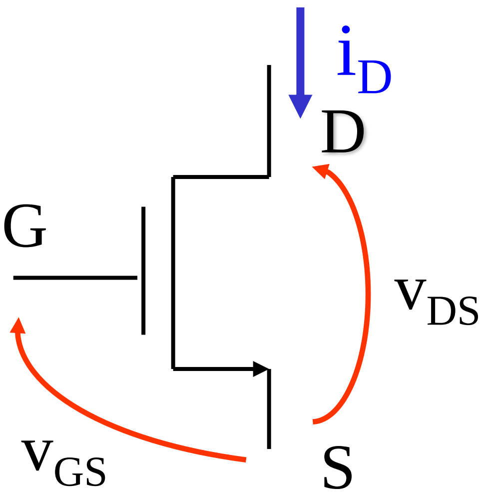
Condição de pequenos sinais:

$$v_{gs} << 2.(V_{GS} - V_t)$$

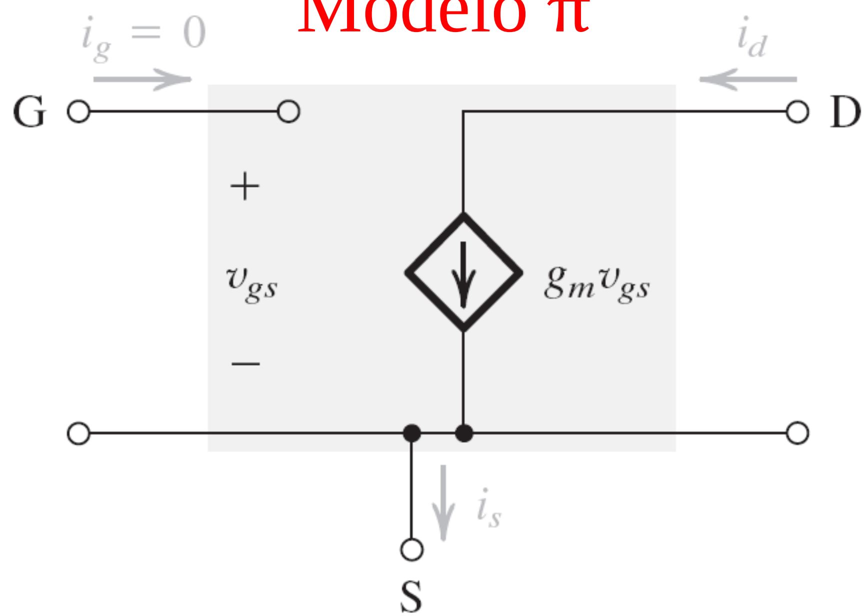
$$i_d = gm.v_{gs}$$

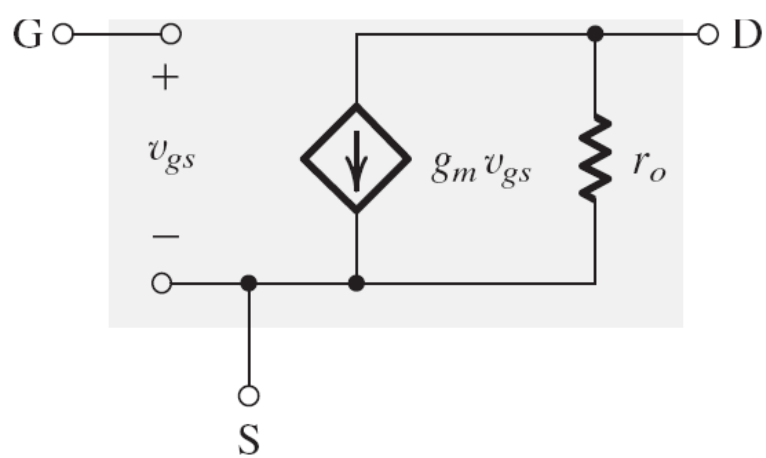
Universidade de São Paulo

Modelo equivalente do MOSFET para pequenos sinais $v_{gs} << 2.(V_{GS} - V_t)$



Modelo π



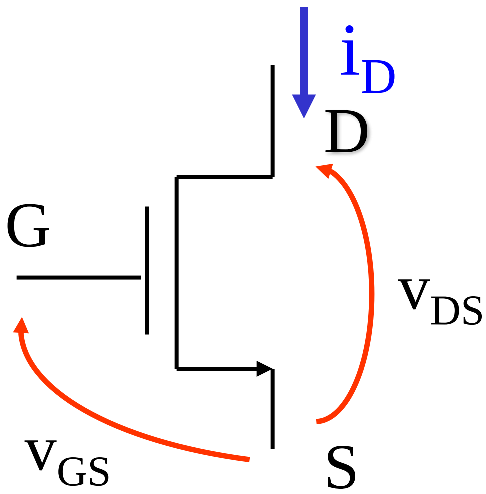


$$i_d = gm.v_{gs}$$

$$r_0 = \frac{V_A}{I_D}$$

$$gm = \frac{2.I_D}{V_{ov}}$$

Modelo equivalente do MOSFET para pequenos sinais $v_{gs} << 2.(V_{GS} - V_t)$

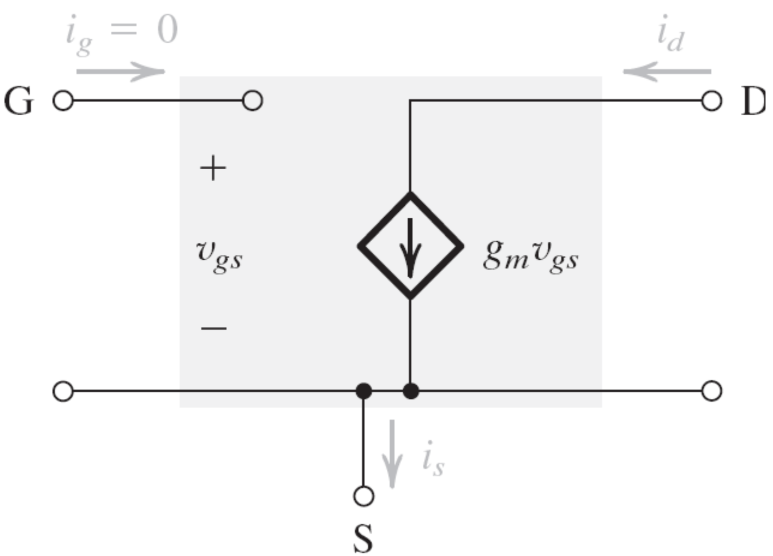


$$i_d = gm.v_{gs}$$

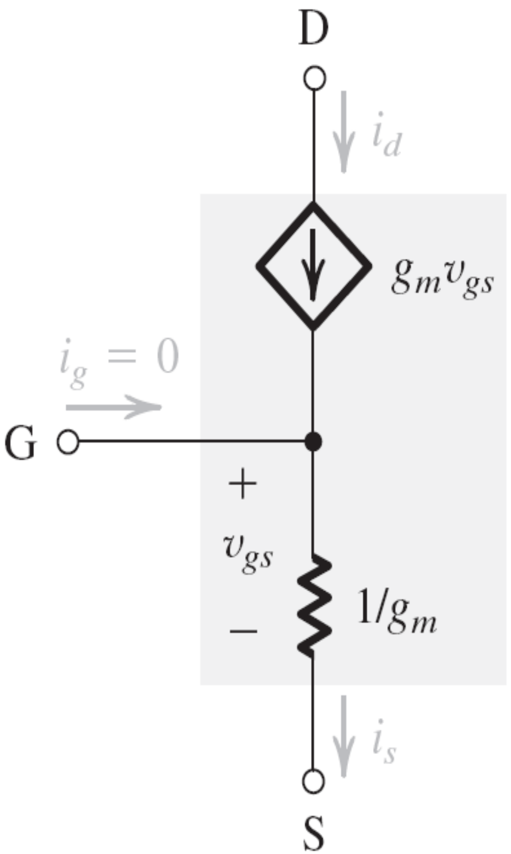
$$r_0 = \frac{V_A}{I_D}$$

$$gm = \frac{2.I_D}{V_{ov}}$$

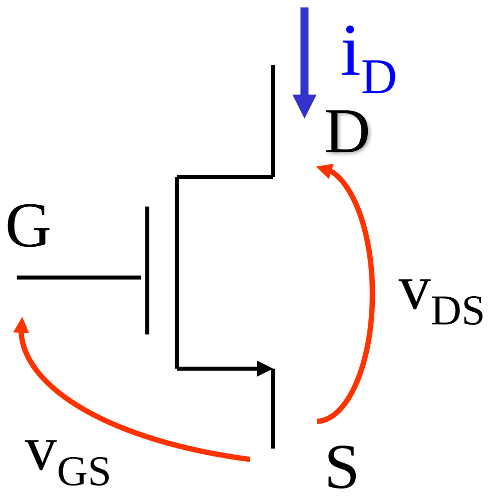
Modelo π



Modelo T



Modelo equivalente do MOSFET para pequenos sinais $v_{gs} << 2.(V_{GS} - V_t)$

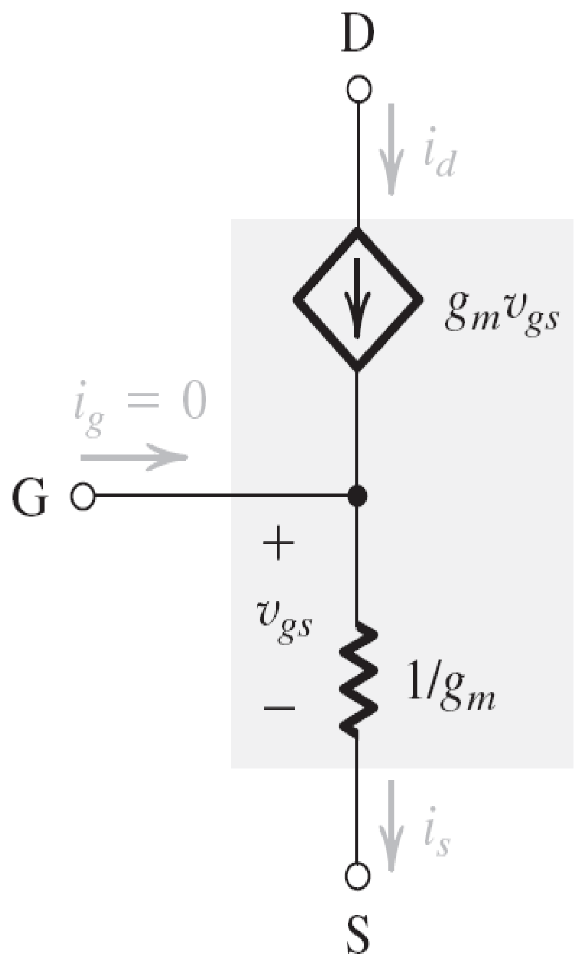


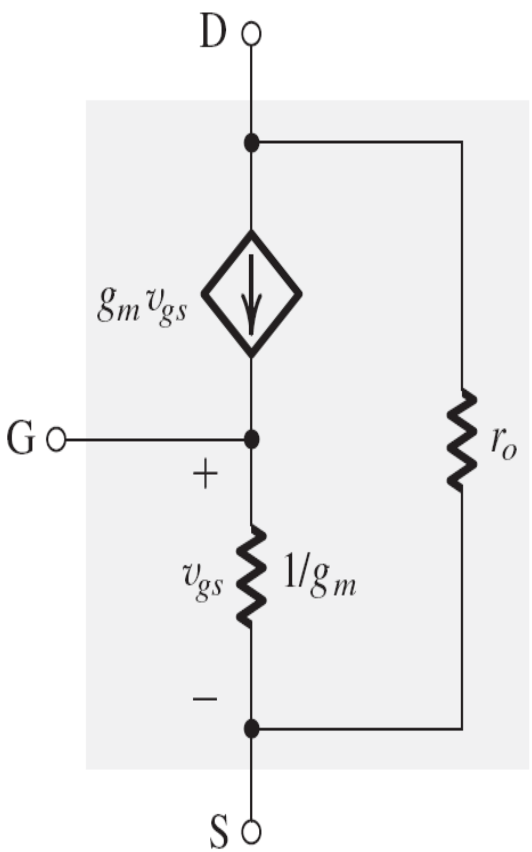
$$i_d = gm.v_{gs}$$

$$r_0 = \frac{V_A}{I_D}$$

$$gm = \frac{2.I_D}{V_{ov}}$$

Modelo T



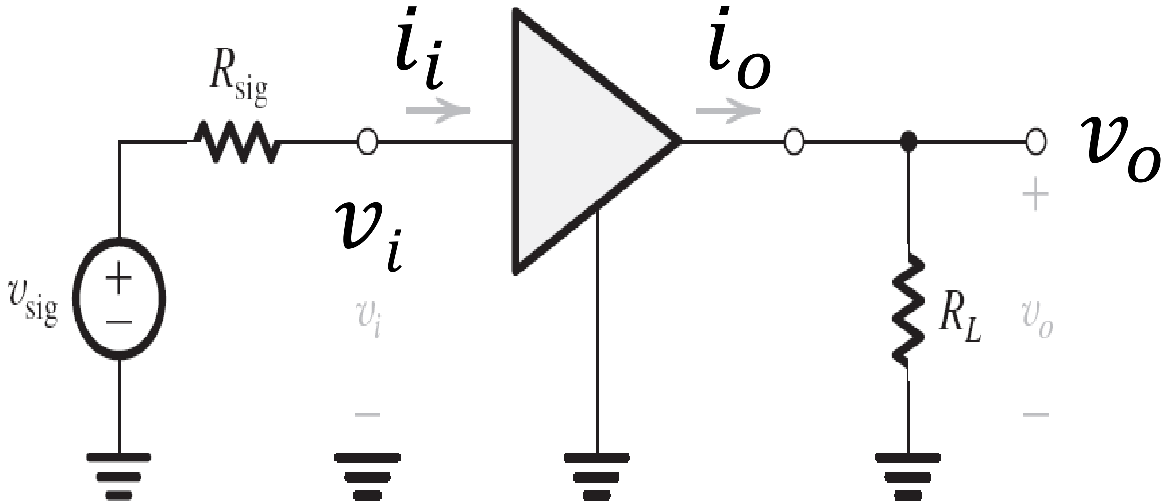


Alunos de PSI3322:

Vamos hoje analisar um circuito amplificador Fonte Comum sem resistência de fonte

Parâmetros de amplificadores

Universidade de São Paulo



$$R_{in} = \frac{v_i}{i_i}$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

$$A_{vo} = \frac{v_o}{v_i}\Big|\, R_L = \infty$$

$$A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

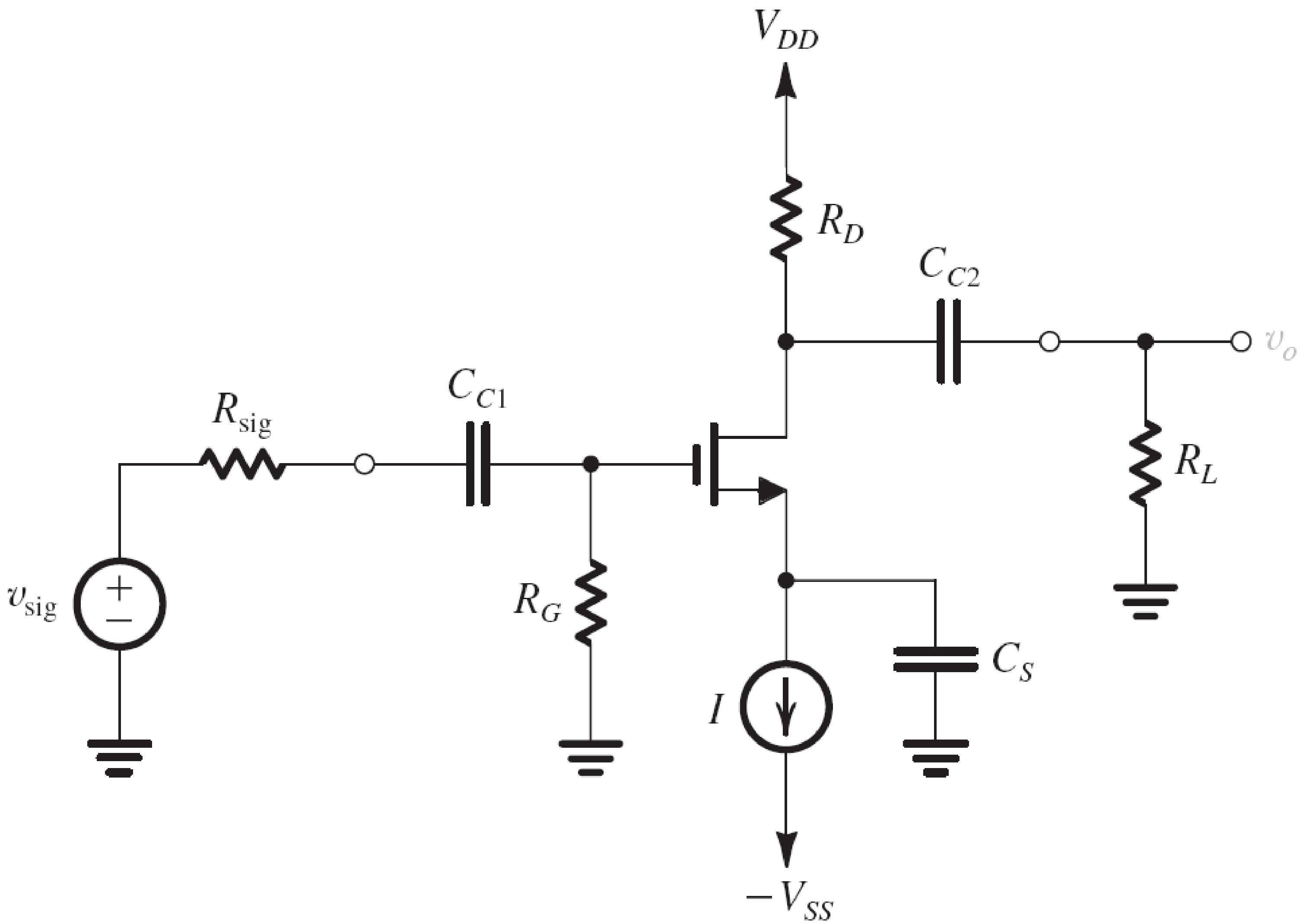
$$G_v = \frac{v_o}{v_{sig}}$$

$$G_{vo} = \frac{v_o}{v_{sig}}\Big|\, R_L = \infty$$

$$R_{out} = \frac{v_x}{i_x}\Big|\, v_{sig}=0$$

Universidade de São Paulo

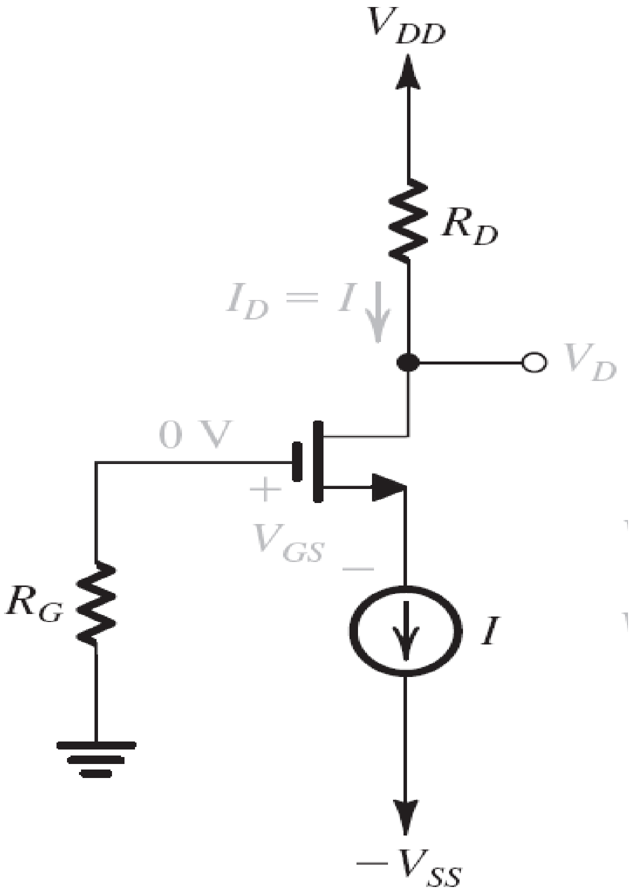
Amplificador Fonte Comum



Universidade de São Paulo

Para pequenos sinais, o comportamento do transistor se torna linear e pode-se analisar o circuito amplificador pelo princípio da superposição da parte CC + Sinal (CA)

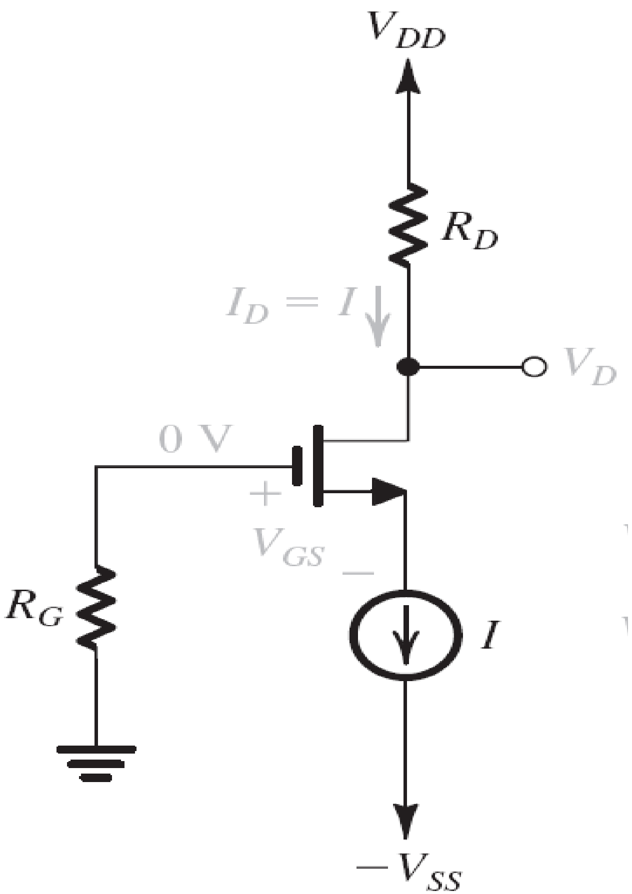
Análise CC (elimina-se as fontes de sinal)



$I_D = I_S = I$ (fonte de corrente)

Para pequenos sinais, o comportamento do transistor se torna linear e pode-se analisar o circuito amplificador pelo princípio da superposição da parte CC + Sinal (CA)

Análise CC (elimina-se as fontes de sinal)



$I_D = I_S = I$ (fonte de corrente)

$V_G = 0$ pois $I_G = 0$

$V_D = V_{DD} - R_D.I_D$

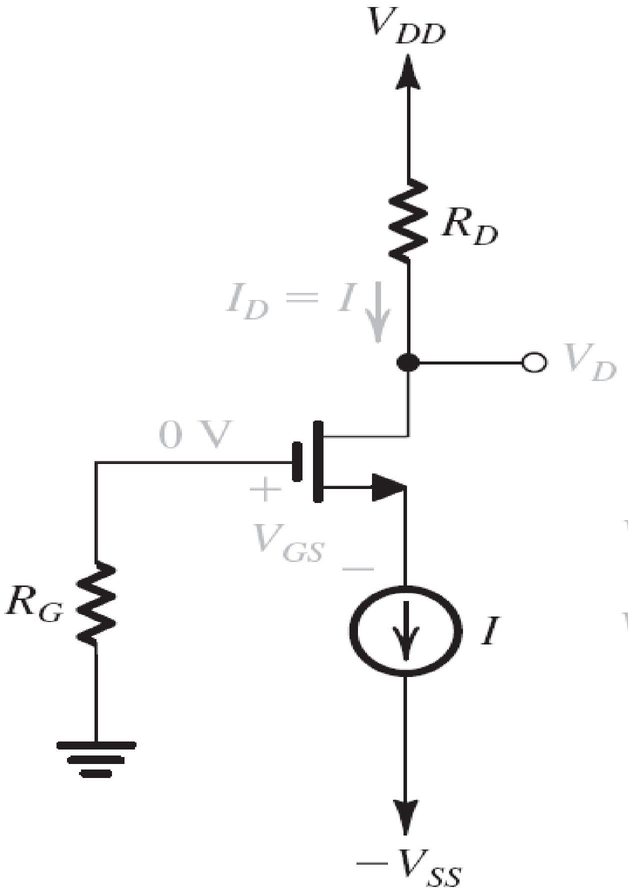
$V_S = V_G - V_{GS}$

$$V_{OV} = V_{GS} - V_t = \sqrt{2.I/k'_n(\frac{W}{L})}$$

Exercício 4.32 (p.184)

Universidade de São Paulo

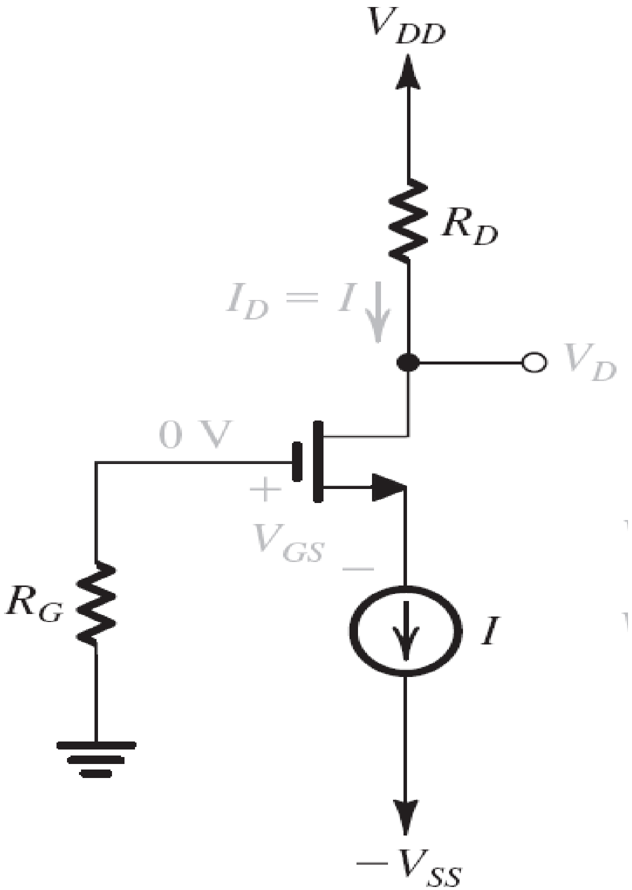
$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V, I = 0,5 mA, $R_G = 4,7$ MΩ, $R_D = 15$ kΩ, Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1$ mA/V². Obtenha V_{OV}, V_{GS}, V_G, V_S, V_D.
Calcule também gm e r_o supondo que $V_A = 75$ V.



Exercício 4.32 (p.184)

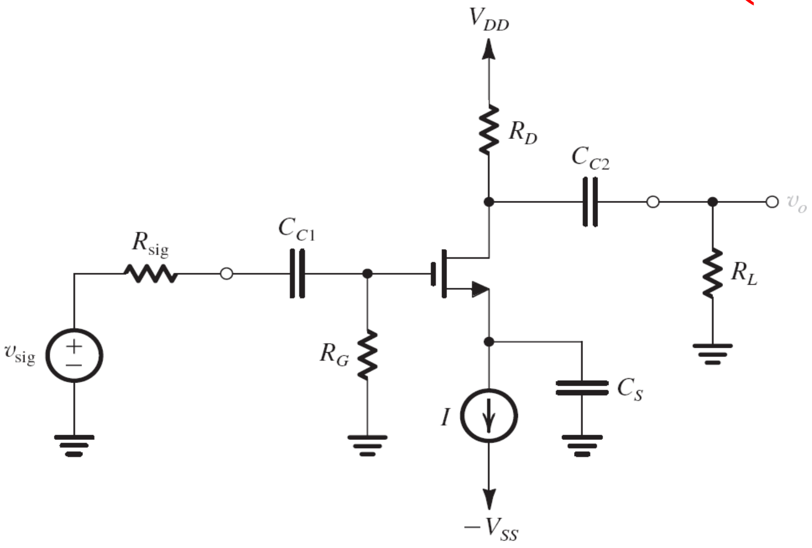
Universidade de São Paulo

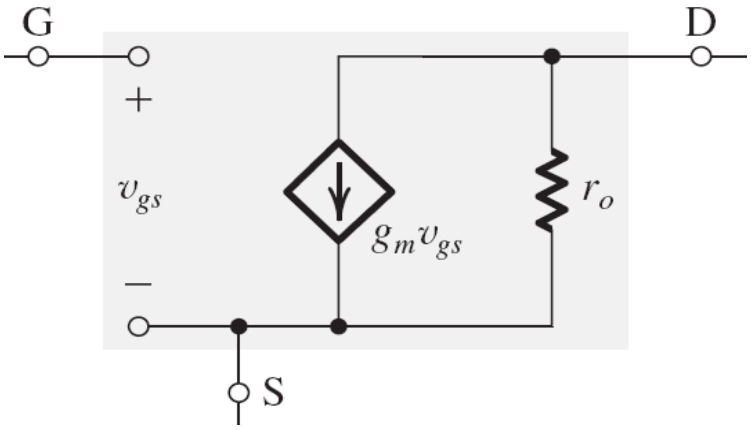
$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V, I = 0,5 mA, $R_G = 4{,}7$ MΩ, $R_D = 15$ kΩ, Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1$ mA/V^2. Obtenha V_{OV}, V_{GS}, V_G, V_S, V_D.
Calcule também gm e r_o supondo que $V_A = 75$ V.



Amplificador Fonte Comum

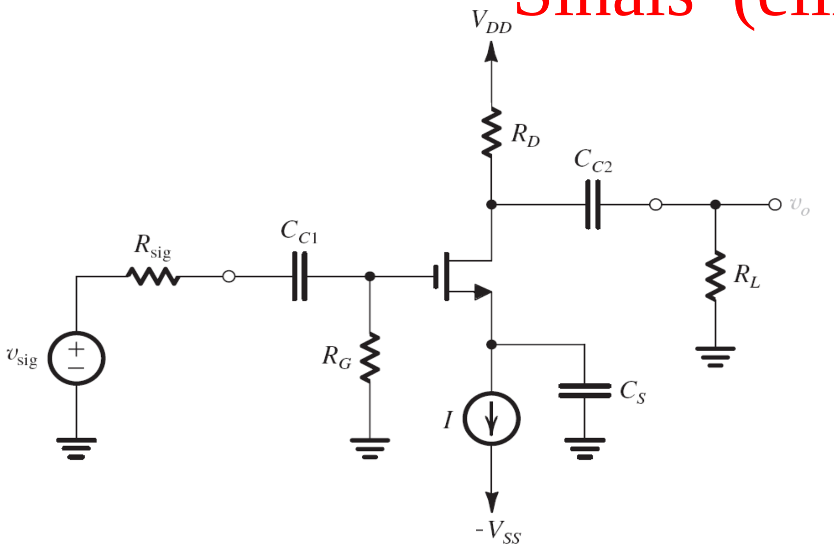
Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)

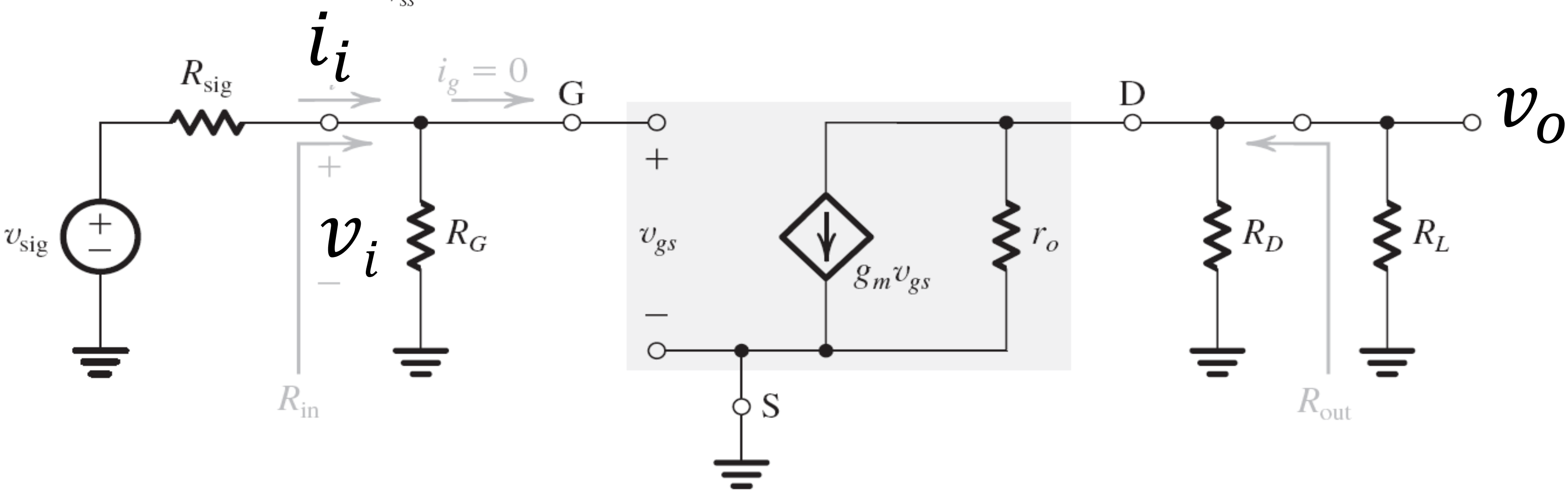




Amplificador Fonte Comum

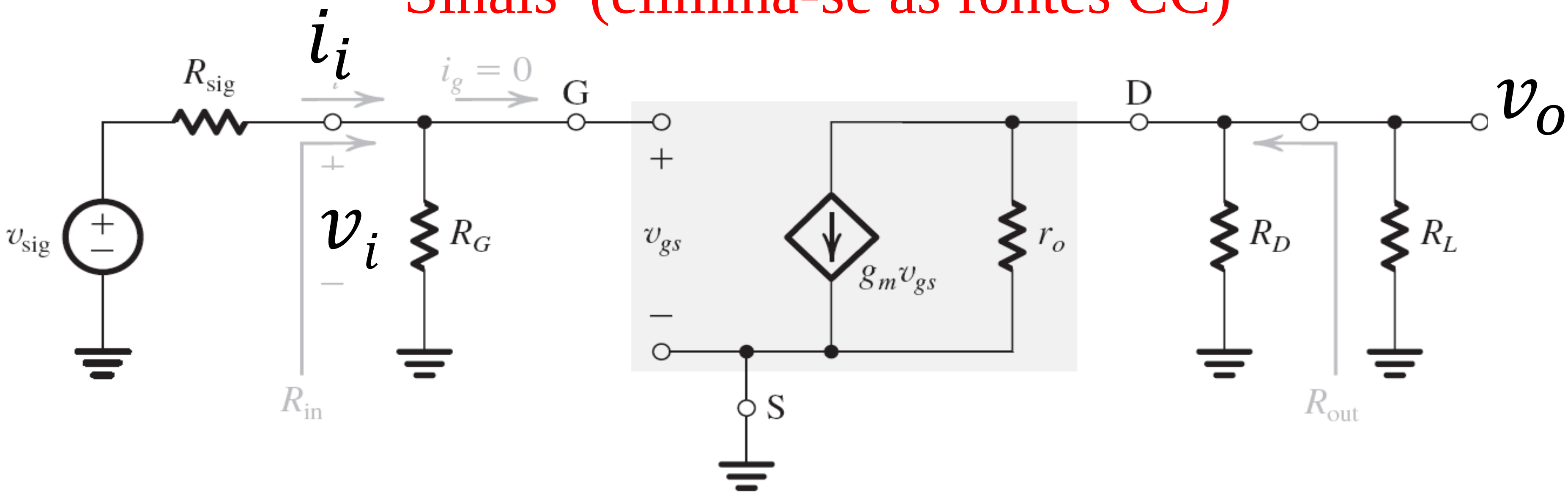
Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)





Amplificador Fonte Comum

Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)

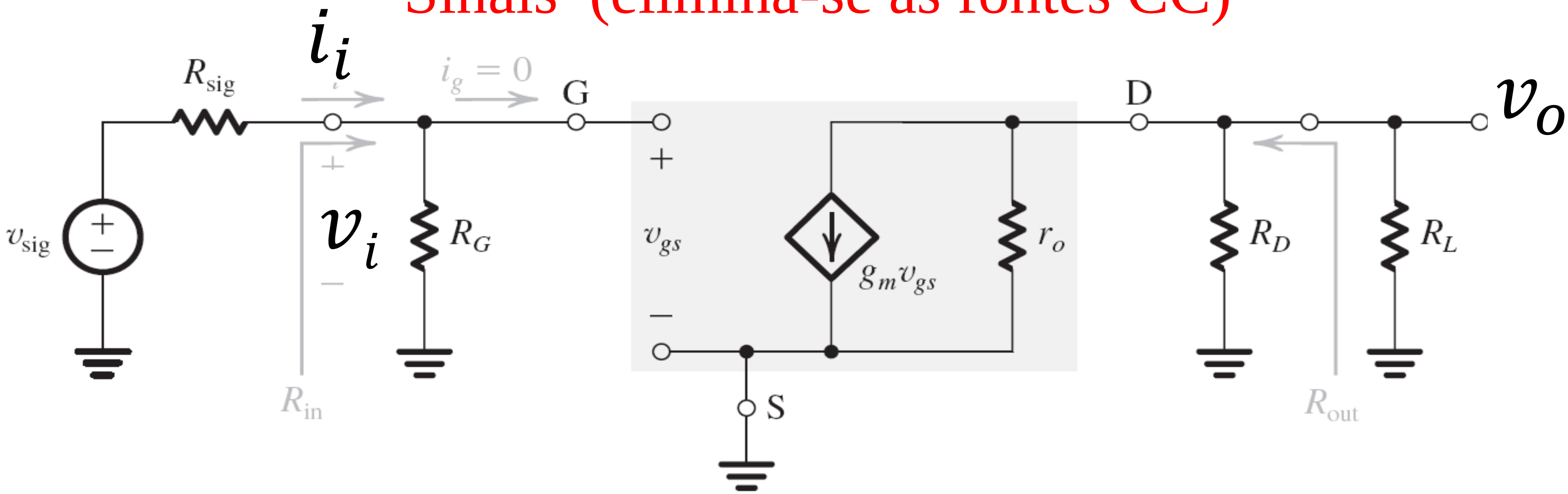


$$R_{in} = \frac{v_i}{i_i}$$

$$R_{out} = \left.\frac{v_x}{i_x}\right| v_{sig}=0$$

Amplificador Fonte Comum

Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)

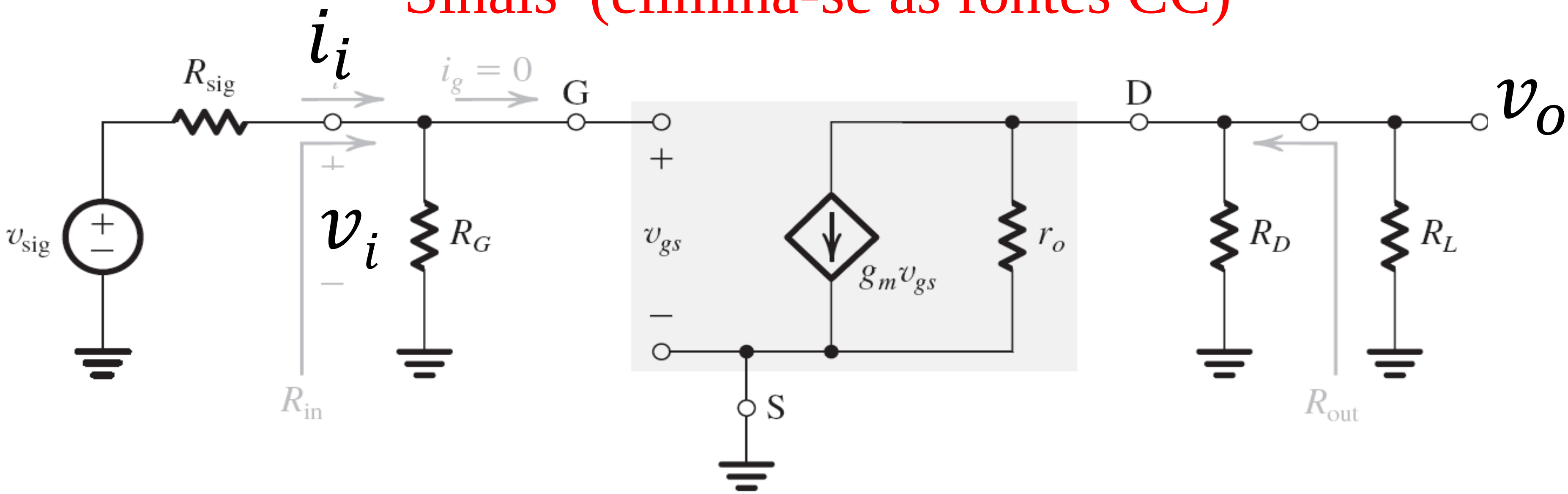


$$A_V = \frac{v_o}{v_i}$$

$$A_{vo} = \frac{v_o}{v_i}\bigg|\, R_L = \infty$$

Amplificador Fonte Comum

Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)



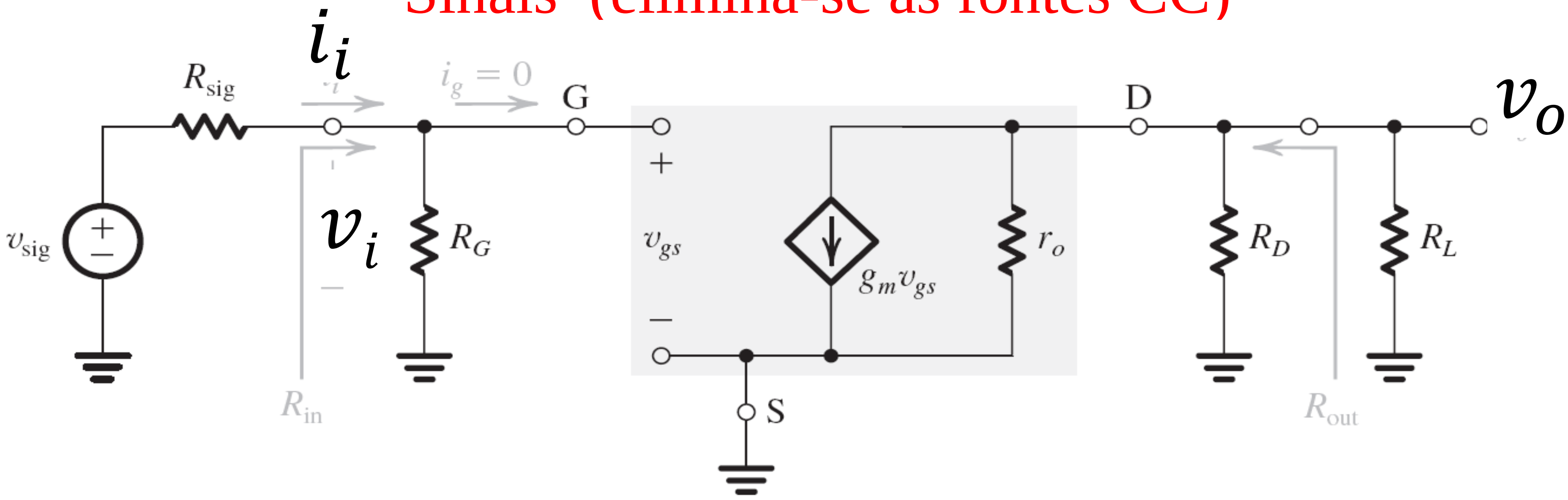
$$G_v = \frac{v_o}{v_{sig}}$$

$$G_{vo} = \frac{v_o}{v_{sig}}\Bigg|_{R_L = \infty}$$

Amplificador Fonte Comum

Circuito equivalente para pequenos Sinais (elimina-se as fontes CC)

Universidade de São Paulo



$$R_{in} = R_G$$

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

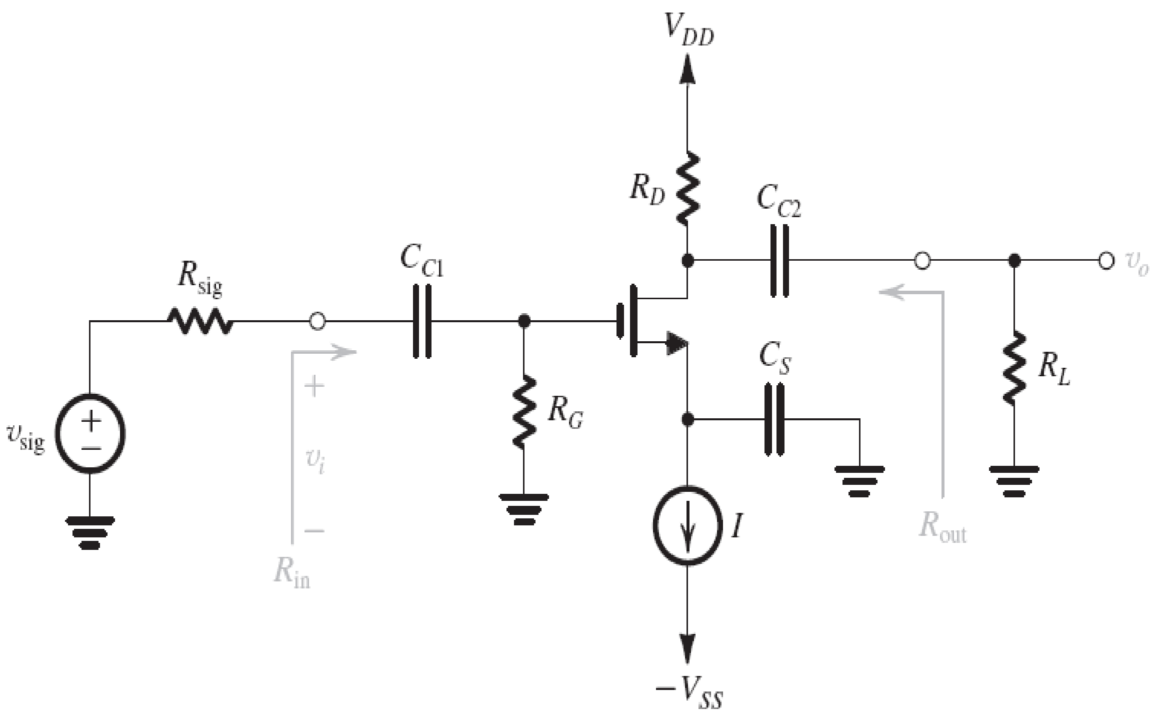
$$A_v = -g_m (r_o \parallel R_D \parallel R_L)$$

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

Amplificador Fonte Comum

Tabela 4.4 Características dos amplificadores MOS discretos tipo estágio simples

Fonte comum



$$R_{in} = R_G$$

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

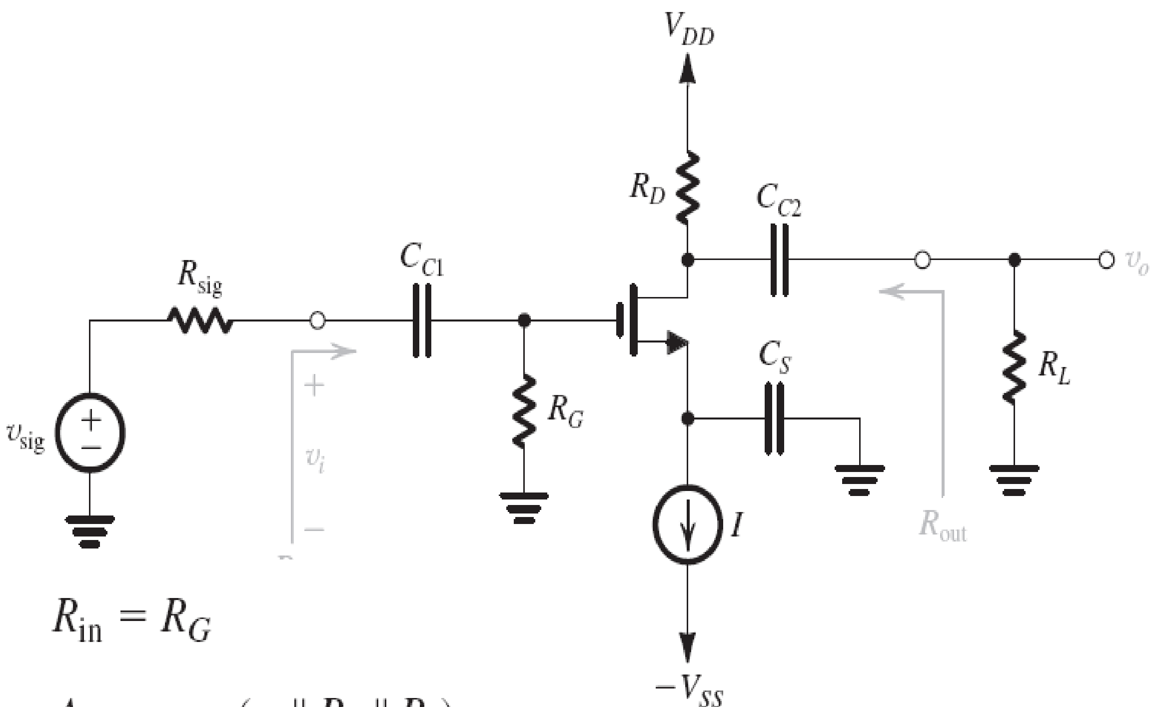
$$R_{out} = r_o \| R_D$$

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

Amplificador Fonte Comum
Exercício 4.32 (p.191)

Universidade de São Paulo

Fonte comum



$$R_{in} = R_G$$

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

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

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

$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V
I = 0,5 mA
R_G = 4,7 M Ohm
R_D = 15 k Ω
Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1\ mA/V^2$

V_A = 75 V
Determinar:

- Rin, Rout, Avo (com e sem ro)
- Gv com ro p/Rsig=100K e RL = 15 KΩ
- Vo p/vsig =0,2.senwt (0,4Vpp)

Universidade de São Paulo

Amplificador Fonte Comum
Exercício 4.32 (p.191)

$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V, I = 0,5 mA, $R_G = 4,7$ M Ohm, $R_D = 15$ k Ω, Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1$ mA/V^2, $V_A = 75$ V. Determinar:

- Rin, Rout, Avo (com e sem ro)

Universidade de São Paulo

Amplificador Fonte Comum
Exercício 4.32 (p.191)

$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V, I = 0,5 mA, R_G = 4,7 M Ohm, R_D = 15 k Ω, Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1$ mA/V^2, V_A = 75 V. Determinar:

- Gv com ro p/Rsig=100K e R_L = 15 KΩ

Universidade de São Paulo

Amplificador Fonte Comum
Exercício 4.32 (p.191)

$V_{DD} = V_{SS} = 10$ V, I = 0,5 mA, $R_G = 4{,}7$ M Ohm, $R_D = 15$ k Ω, Vt = 1,5 V
$\mu_n.C_{OX}.W/L = 1$ mA/V^2, $V_A = 75$ V. Determinar:

- Vo p/vsig =0,2.senwt (0,4Vpp)