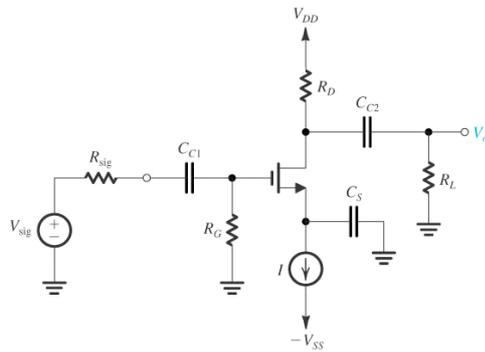
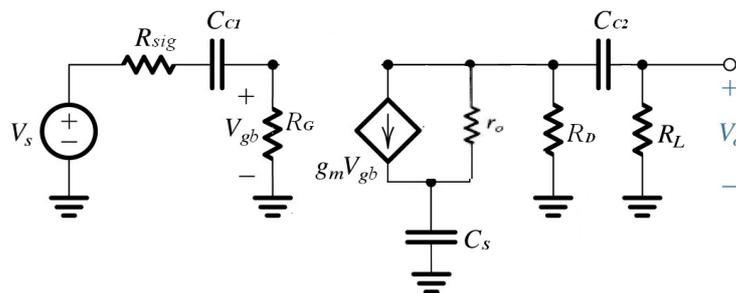


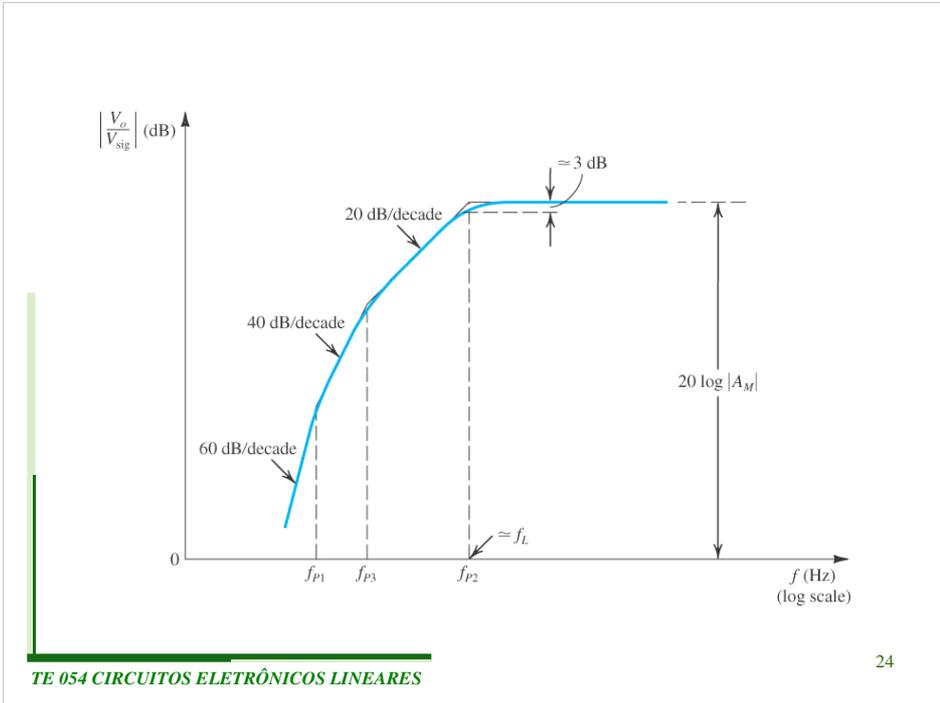
2.2 Resposta em Baixas Frequências dos Amplificadores Fonte Comum e Emissor Comum

Amplificador fonte comum

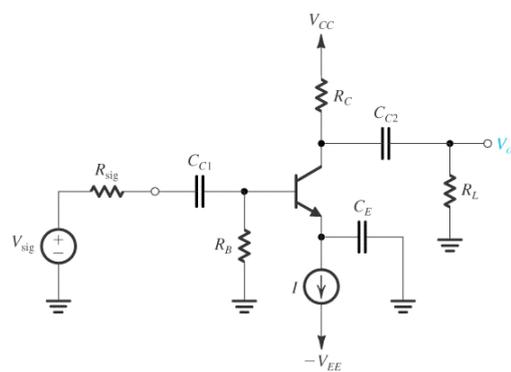


Circuito equivalente de pequenos sinais

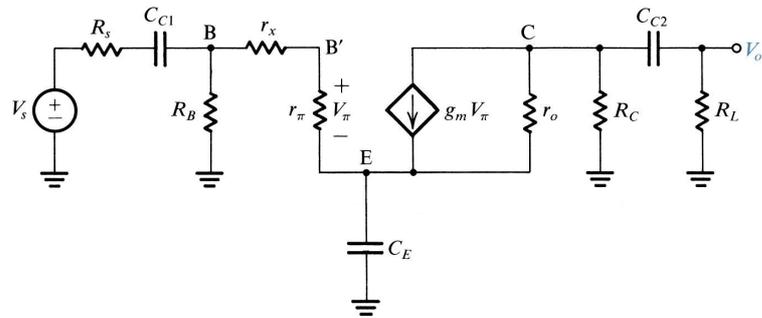




Amplificador emissor comum

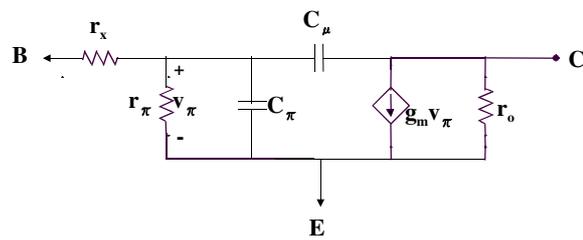


Circuito equivalente de pequenos sinais



MODELOS PARA ALTA FREQUÊNCIA DE TRANSISTORES

Transistor Bipolar:

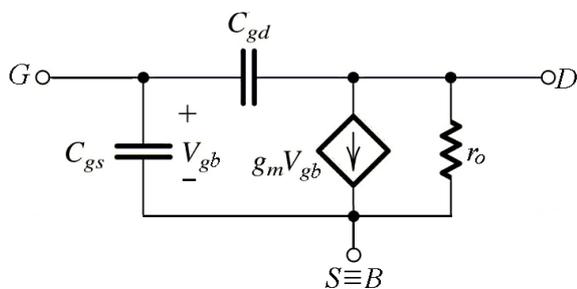


C_{π} : Capacitância da junção B-E

C_{μ} : Capacitância da junção B-C

r_x : Resistência série da Base (pode ser desprezada na maioria dos casos)

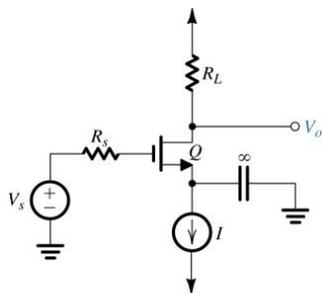
Transistor MOS – Circuito equivalente simplificado



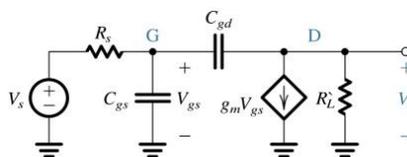
C_{gs} : Capacitância entre Gate e Substrato
 C_{gd} : Capacitância entre Gate e Dreno

2.4 Resposta em Altas Freqüências dos Amplificadores Fonte Comum e Emissor Comum

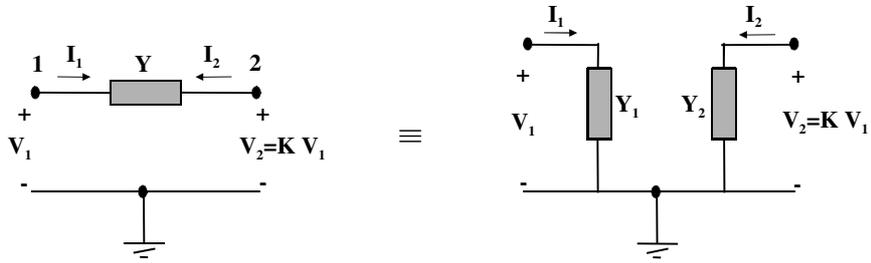
Amplificador fonte comum



Modelo de pequenos sinais



Teorema de Miller



Nó 1

$$I_1 = Y(V_1 - V_2) = YV_1(1 - K)$$

$$Y_1 V_1 = I_1$$

$$Y_1 = Y(1 - K)$$

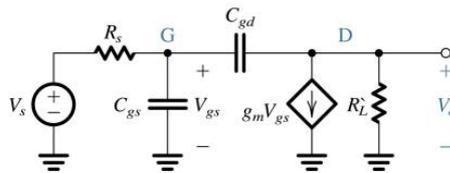
Nó 2

$$I_2 = Y(V_2 - V_1) = YV_2\left(1 - \frac{1}{K}\right)$$

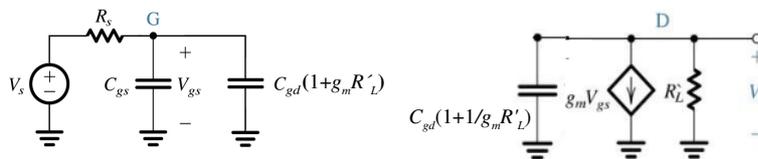
$$Y_2 V_2 = I_2$$

$$Y_2 = Y\left(1 - \frac{1}{K}\right)$$

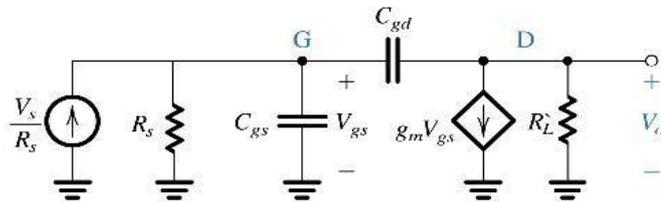
Aplicação do Teorema de Miller sobre C_{gd}



O ganho em médias frequências vale: $A_M = K = -g_m R'_L$



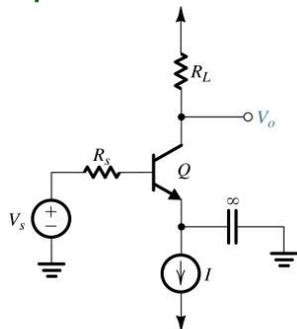
Circuito para determinação direta da função de transferência



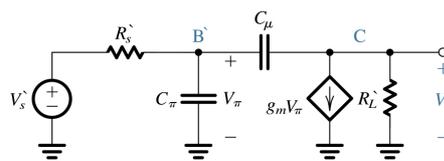
$$\frac{V_o(s)}{V_s(s)} = A_M \frac{1 - \frac{s}{g_m/C_{gd}}}{1 + s R_s [C_{gs} + C_{gd}(1 + g_m R'_L)] + C_{gd}(R'_L/R_s) + s^2 C_{gs} C_{gd} R_s R'_L}$$

Onde A_M é o ganho de tensão para médias freqüências

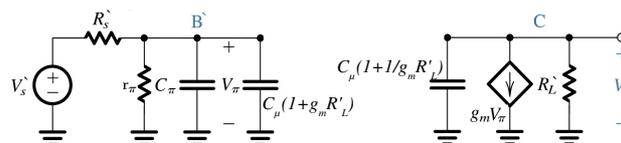
Amplificador emissor comum



Modelo de pequenos sinais:

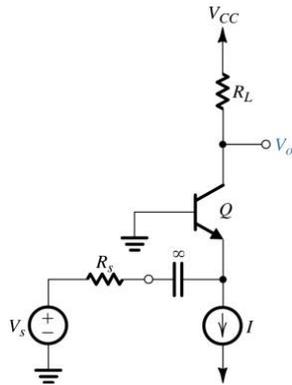


Aplicando Miller em C_μ :



2.5 Resposta em Freqüência dos Amplificadores Base Comum, Porta Comum e Cascode

Amplificador Base-Comum: análise da resposta em altas freqüências



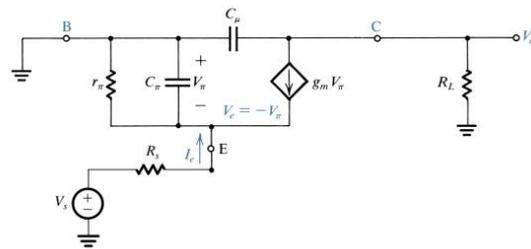
•Vantagens:

- A capacitância C_μ está conectada da saída para o terra
- elimina-se o efeito Miller
- maior resposta em freqüência se comparado ao Emissor Comum

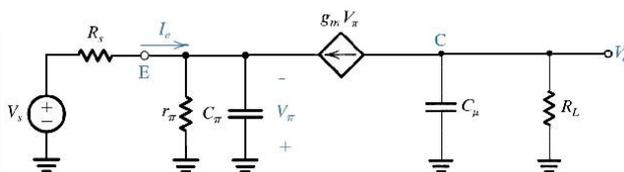
• Desvantagem:

- Baixa impedância de entrada

Modelo de pequenos sinais



Redesenhando:

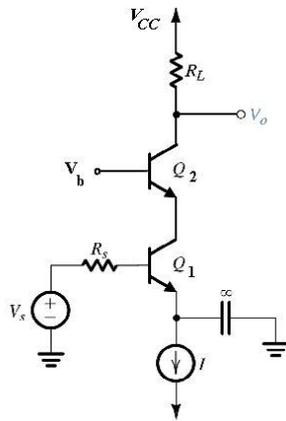


Polos de alta freqüência:

$$\omega_{P1} = \frac{1}{C_\pi (r_\pi \parallel R_s)}$$

$$\omega_{P2} = \frac{1}{C_\mu R_L}$$

Configuração Cascode

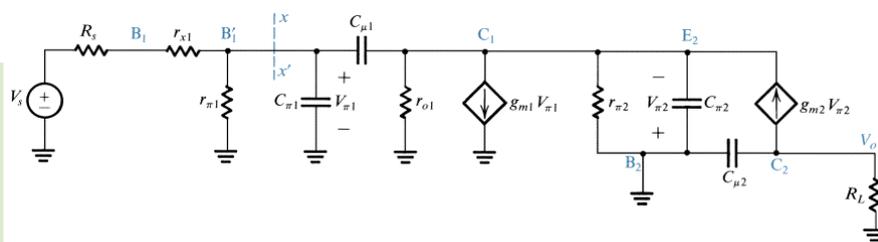


Estágio de entrada: Emissor-Comum
Estágio de saída: Base-Comum

•Vantagens:

- As mesmas do Base-Comum
- Alta impedância de entrada (do estágio Emissor-Comum)

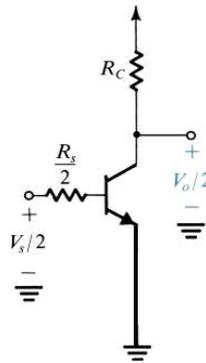
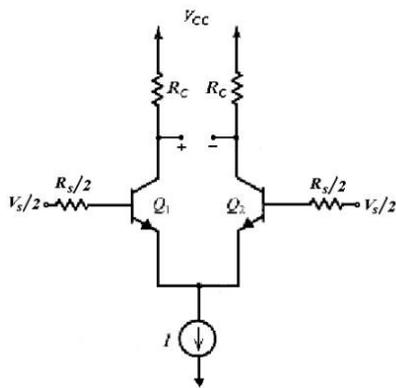
Modelo de pequenos sinais:



2.6 Resposta Freqüência do Amplificador Diferencial

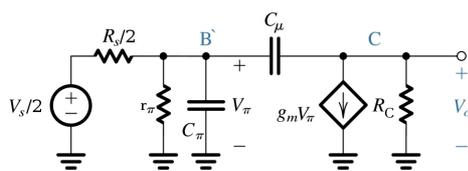
Ganho diferencial

Meio circuito diferencial:
análise idêntica ao Emissor Comum

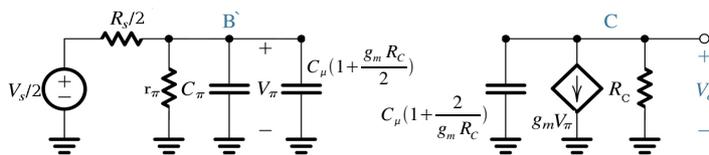


2.6 Resposta Freqüência do Amplificador Diferencial

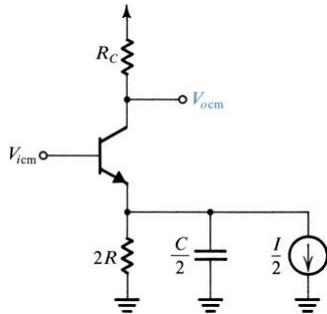
Modelo de pequenos sinais:



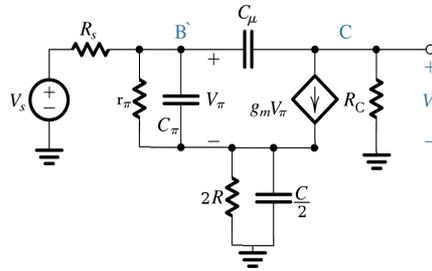
Aplicando o teorema de Miller:



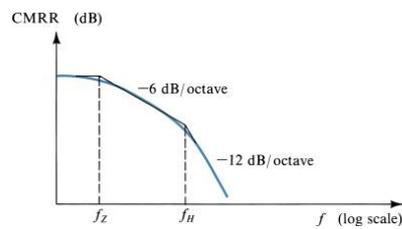
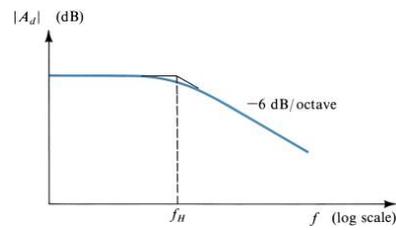
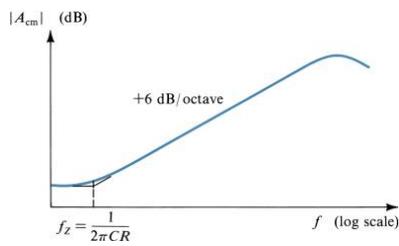
Ganho de modo comum:



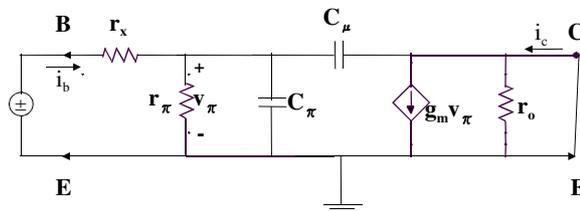
Modelo de pequenos sinais:



- O RC da fonte de corrente gera um zero na função de transferência
- O ganho A_{cm} aumenta com a frequência a partir do zero: $f_z = (2\pi RC)^{-1}$
- devido ao alto valor de R esse zero geralmente ocorre em frequência inferior aos polos do ganho diferencial



Transistor Bipolar Frequência de corte intrínseca e frequência de Transição f_T



- Variação do ganho de corrente com a frequência (h_{fe})
- Determinação das capacitâncias pela f_T

- Baixa frequência: $\beta = \frac{I_C}{I_B}$
- Alta frequência: $h_{fe} = \frac{i_C(s)}{i_B(s)}$

Transistor Bipolar Frequência de corte intrínseca e frequência de Transição f_T

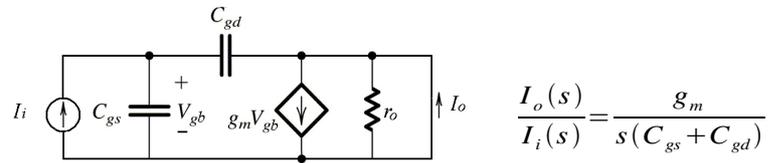
Pela análise do circuito equivalente fazendo-se $g_m \gg \omega C_\mu$ chega-se a:

$$h_{fe} = \frac{\beta}{1 + s(C_\pi + C_\mu)r_\pi}$$

- Frequência angular de corte: $\omega_c = \frac{1}{(C_\pi + C_\mu)r_\pi}$
- Frequência angular de transição: $\omega_T = \frac{g_m}{(C_\pi + C_\mu)}$
- Frequência de transição em Hz: $f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_\pi + C_\mu)}$

- nas especificações dos transistores são dados f_T e C_μ
- C_π é calculado usando-se a expressão da f_T

Transistor MOSFET Frequência de Transição f_T



$$\frac{I_o(s)}{I_i(s)} = \frac{g_m}{s(C_{gs} + C_{gd})}$$

Na frequência de Transição: $\frac{I_o(s)}{I_i(s)} = 1$

- Frequência angular de transição: $\omega_T = \frac{g_m}{(C_{gs} + C_{gd})}$
- Frequência de transição em Hz: $f_T = \frac{g_m}{2\pi(C_{gs} + C_{gd})}$