

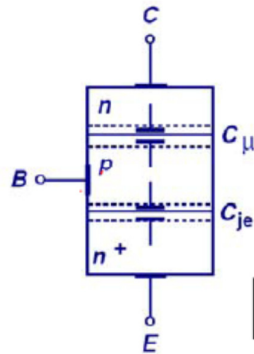
Comportamento del BJT ad alta frequenza:

Legato a caratteristiche reattive delle giunzioni

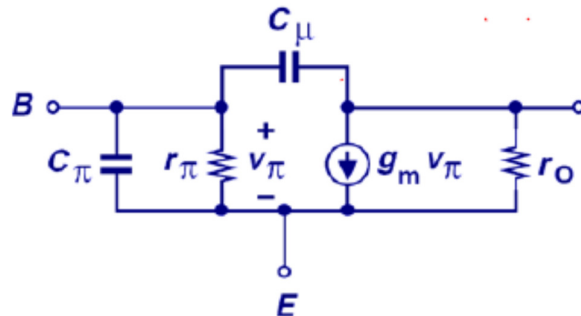
Zona attiva:

Giunzione di emettitore pol. diretta → Cap. di transizione + Cap. di diffusione

Giunzione di collettore pol. inversa → Capacita' di transizione



Modello a π ibrido esteso ad elementi reattivi:



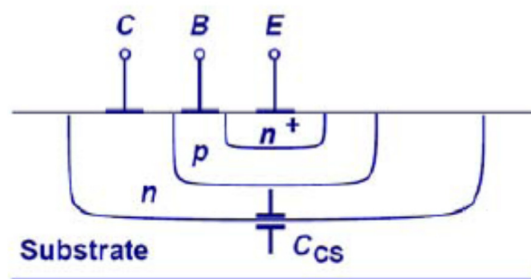
Capacita' effettive delle giunzioni:

$$C_{\pi} = C_{be} + C_{diff} \text{ transizione + diffusione}$$

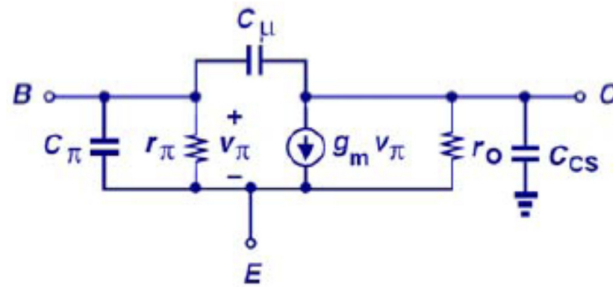
$$C_{\mu} = C_{bc} \text{ transizione}$$

Inoltre, nei circuiti integrati:

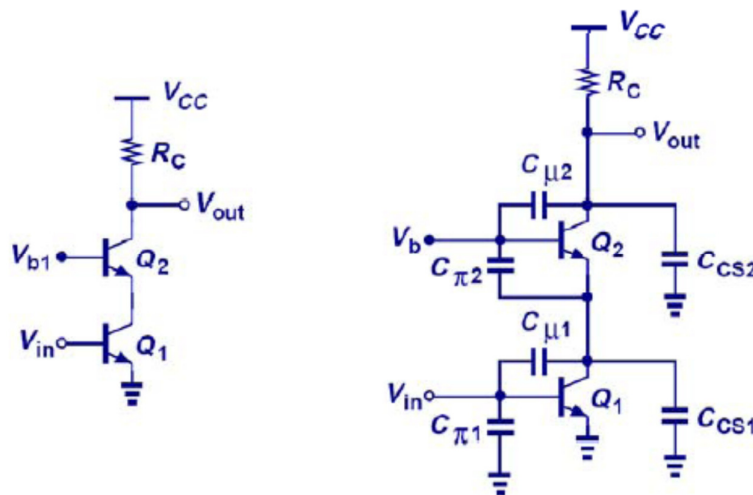
C_{cs} capacita' collettore-substrato



Modello completo per BJT nei circuiti integrati:



Es: Capacita' in un circuito specifico ('Cascode', v. dopo)

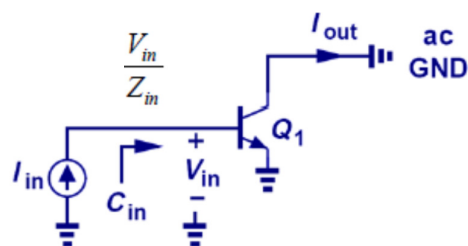


Effetto principale della capacita' C_{π} :

Riduzione del guadagno di corrente ad alta frequenza

Def: ω_T frequenza di guadagno unitario

Misura 'concettuale':



$$I_{out} = g_m V_{in}$$

$$V_{in} = Z_{in} I_{in}$$

$$\rightarrow I_{out} = g_m Z_{in} I_{in}$$

$$\rightarrow \frac{I_{out}}{I_{in}} = g_m Z_{in} = g_m \frac{1}{j\omega C_\pi}$$

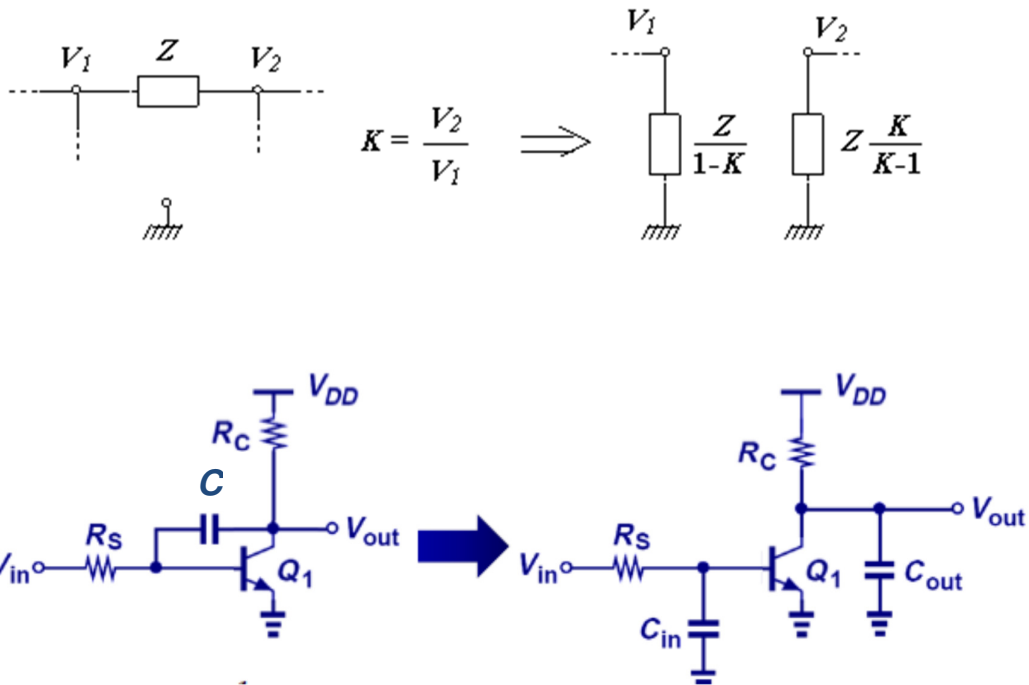
$$\left| \frac{I_{out}}{I_{in}} \right| = 1 \rightarrow \frac{g_m}{\omega_T C_\pi} = 1 \rightarrow \omega_T = \frac{g_m}{C_\pi}$$

$$\rightarrow \omega_T = \frac{g_m}{C_\pi} \approx \frac{I}{V_T} \frac{V_T}{I\tau} \approx \frac{1}{\tau}, \tau \text{ tempo di transito dei minoritari nella base}$$

Effetto di C_μ : ???

Difficile da visualizzare: Capacita' 'floating', senza terminali a ground

→ Teorema di Miller (non dimostrato):



$$Z_1 = \frac{1}{1 - A_v} = \frac{1}{j\omega C_\mu (1 - A_v)}$$

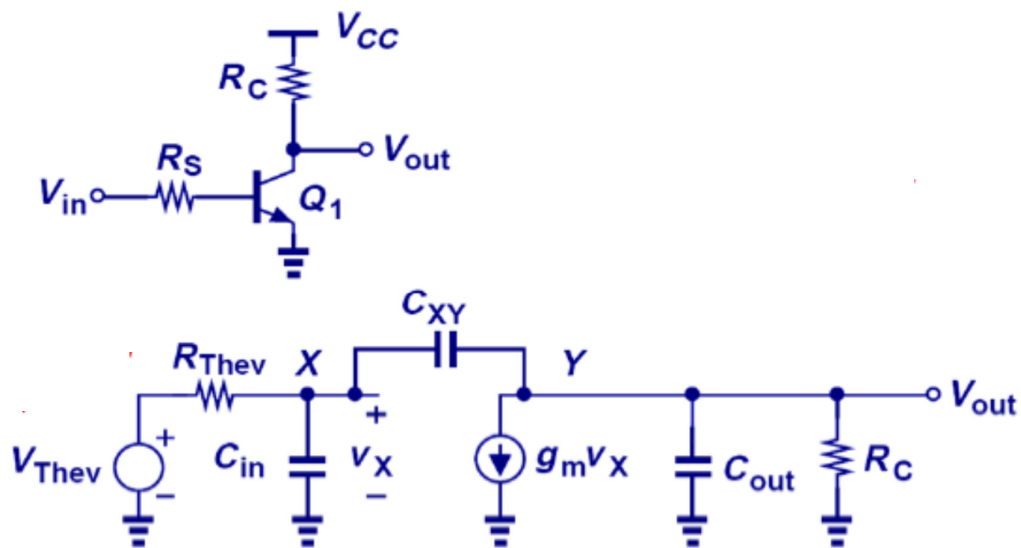
$$Z_2 = \frac{1}{1 - \frac{1}{A_v}} = \frac{1}{j\omega C_\mu \left(1 - \frac{1}{A_v}\right)}$$

$A_v < 0 \rightarrow C_\mu \nearrow$:

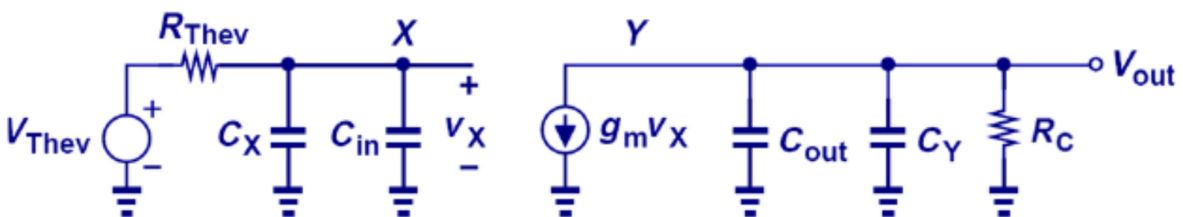
Effetto Miller = Aumento della capacita' floating

$|A_v| \gg 1 \rightarrow$ Effetto dominante quello di C_{in}

Applicazione a stadio CE:



Teorema di Miller:



$$V_{Thev} = V_{in} \frac{r_{\pi}}{r_{\pi} + R_S}$$

$$R_{Thev} = R_S \parallel r_{\pi}$$

$$C_X = C_{\mu} (1 + g_m R_C)$$

$$C_Y = C_{\mu} \left(1 + \frac{1}{g_m R_C} \right)$$

Frequenze di taglio, ingresso e uscita, per guadagno:

$$\omega_{in} = \frac{1}{R_{Thev} [C_{in} + (1 + g_m R_C) C_{\mu}]}$$

$$\omega_{out} = \frac{1}{R_C \left[C_{out} + \left(1 + \frac{1}{g_m R_C} \right) C_{\mu} \right]}$$

Impedenze di ingresso e uscita:

$$Z_{in} \simeq \frac{1}{j\omega [C_{\pi} + (1 + g_m (R_C \parallel r_0)) C_{\mu}]} \parallel r_{\pi}$$

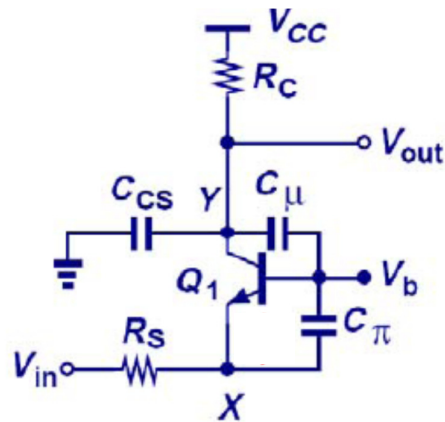
$$Z_{out} = \frac{1}{j\omega [C_{\mu} + C_{CS}]} \parallel R_C \parallel r_0$$

Applicazione a stadio a *CB*:

Vantaggi notevoli nella risposta in frequenza

Nessuna capacita' floating

→ No effetto Miller (← V_b sta a valore fisso!)



$$\omega_Y = \frac{1}{R_C C_Y}, \quad C_Y = C_\mu + C_{CS}$$

$$\omega_X = \frac{1}{\left(R_S \parallel \frac{1}{g_m} \right) C_X}, \quad C_X = C_\pi$$

→ Frequenze di taglio \sim Essenzialmente indipendenti dal guadagno

Stadio CC (Emitter follower):

Trattazione simile (v. testi)