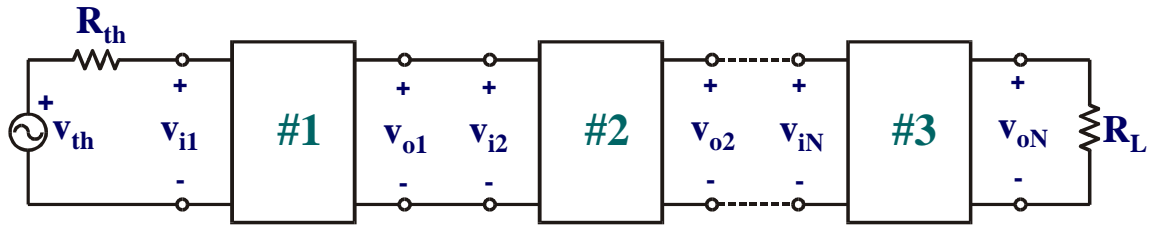


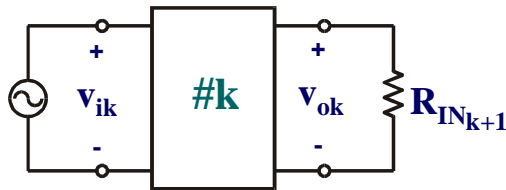
## AMPLIFICATORI MULTISTADIO



1° Metodo

$$A_{v_{th}} = \frac{v_{oN}}{v_{th}} = \frac{v_{oN}}{v_{iN}} \cdot \frac{v_{oN-1}}{v_{iN-1}} \cdots \frac{v_{o1}}{v_{i1}} \cdot \frac{v_{i1}}{v_{th}} = \frac{R_{IN_1}}{R_{th} + R_{IN_1}} \cdot \sum_{k=1}^N \frac{v_{ok}}{v_{ik}}$$

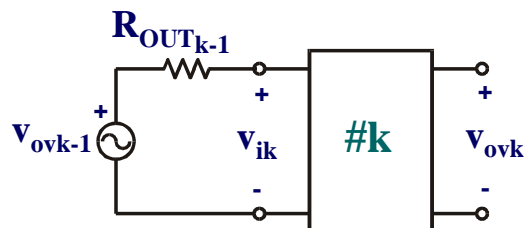
$\frac{v_{ok}}{v_{ik}}$  = guadagno di tensione dello stadio k-esimo calcolato considerando un generatore di pilotaggio ideale (resistenza nulla) e considerando come resistenza di carico la resistenza di ingresso dello stadio (k+1)-esimo (vedi figura)



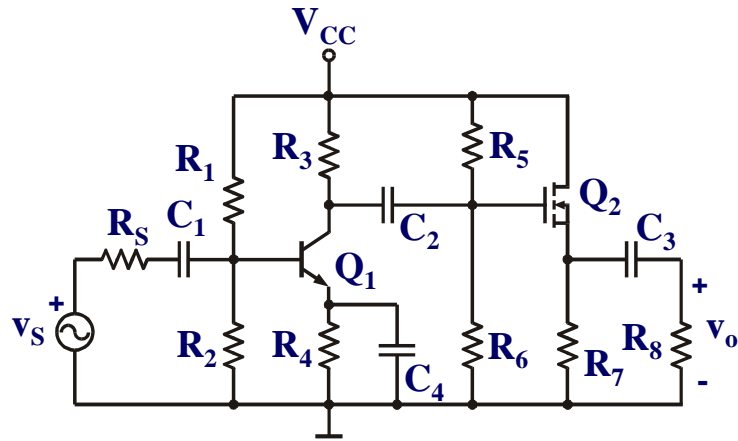
2° Metodo

$$A_{v_{th}} = \frac{v_{oN}}{v_{th}} = \frac{v_{oN}}{v_{ovN}} \cdot \frac{v_{ovN}}{v_{ovN-1}} \cdot \frac{v_{ovN-1}}{v_{ovN-2}} \cdots \frac{v_{ov1}}{v_{th}} = \frac{R_L}{R_{OUT_N} + R_L} \cdot \sum_{k=1}^N \frac{v_{ovk}}{v_{ovk-1}}$$

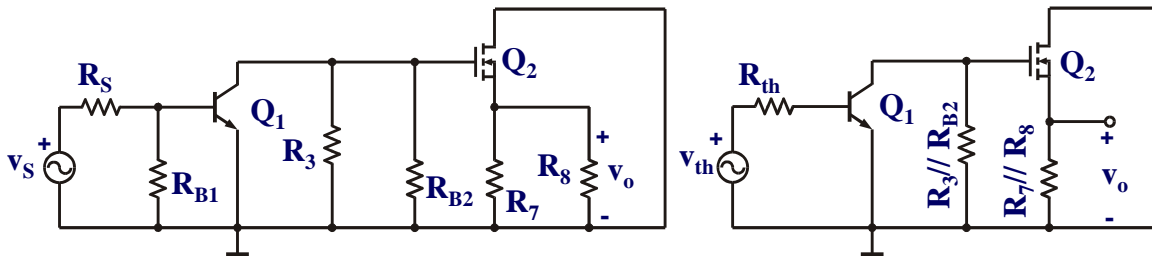
$\frac{v_{ovk}}{v_{ovk-1}}$  = guadagno di tensione a vuoto dello stadio k-esimo calcolato considerando come generatore di pilotaggio il generatore equivalente secondo Thevening dello stadio (k-1)-esimo (vedi figura)



## AMPLIFICATORI MULTISTADIO: ESEMPIO #1

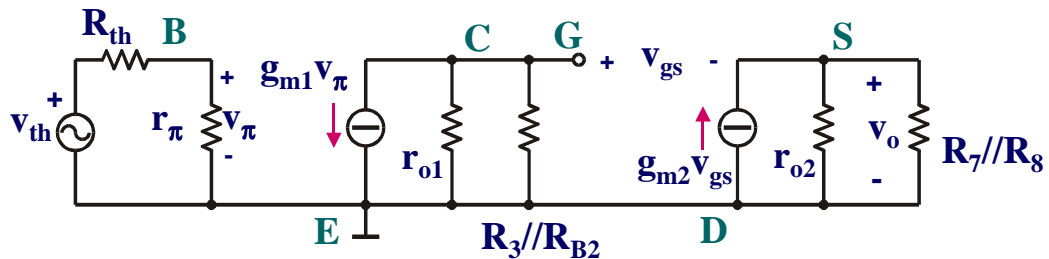


MODELLO DINAMICO EQUIVALENTE: C-E in cascata con un C-D



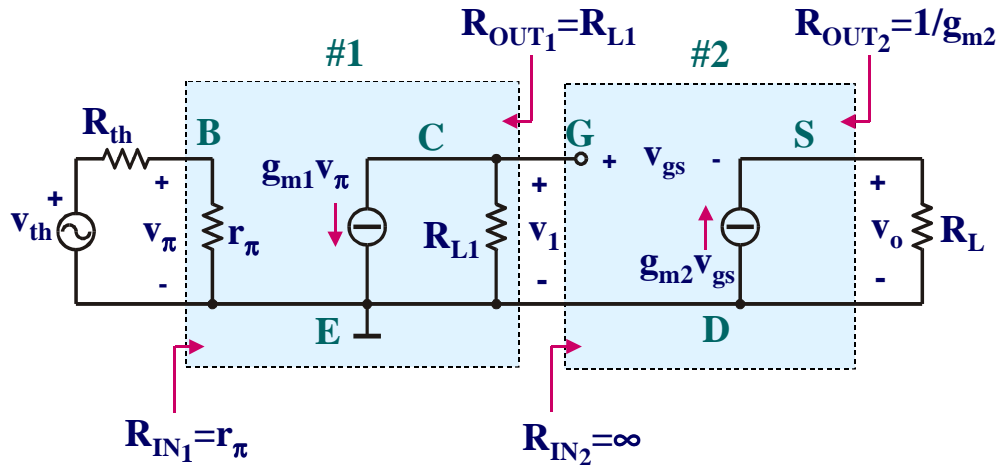
$$R_{B1} = R_1 // R_2 \quad R_{B2} = R_5 // R_6 \quad R_{th} = R_{B1} // R_S, \quad v_{th} = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_S} v_s$$

MODELLO DINAMICO EQUIVALENTE LINEARIZZATO



Parametri dei modelli linearizzati validi ai piccoli segnali:

	BJT	MOSFET
Transconduttanza	$g_{m1} = \frac{I_C}{V_T}$	$g_{m2} = \frac{2I_D}{V_{GS} - V_{TN}}$
Resistenza di ingresso	$r_{\pi} = \frac{\beta_0}{g_{m1}}$	$\infty$
Resistenza di uscita	$r_{o1} = \frac{V_{CE} + V_A}{I_C}$	$r_{o2} = \frac{1}{\lambda} + \frac{V_{DS}}{I_D}$



$$R_{L1} = r_{o1} // R_3 // R_{B2} \approx R_3 // R_{B2}$$

$$R_L = r_{o2} // R_7 // R_8 \approx R_7 // R_8$$

1° Metodo

$$A_{V_{th}} = \frac{v_o}{v_{th}} = \frac{v_o}{v_1} \cdot \frac{v_1}{v_\pi} \cdot \frac{v_\pi}{v_{th}}$$

$$\text{Guadagno dello stadio C-D: } \frac{v_o}{v_1} = \frac{g_{m2} R_L}{1 + g_{m2} R_L}$$

$$\text{Guadagno dello stadio C-E: } \frac{v_1}{v_\pi} = -g_{m1} R_{L1}$$

$$\text{Attenuazione d'ingresso: } \frac{v_\pi}{v_s} = \frac{r_\pi}{r_\pi + R_{th}}$$

$$A_{V_{th}} = \frac{v_o}{v_{th}} = \frac{g_{m2} R_L}{1 + g_{m2} R_L} \cdot (-g_{m1} R_{L1}) \cdot \frac{r_\pi}{r_\pi + R_{th}}$$

2° Metodo

$$A_{V_{th}} = \frac{v_o}{v_{th}} = \frac{v_o}{v_{ov2}} \cdot \frac{v_{ov2}}{v_{ov1}} \cdot \frac{v_{ov1}}{v_{th}}$$

$$\text{Attenuazione di uscita: } \frac{v_o}{v_{ov2}} = \frac{R_L}{\frac{1}{g_{m2}} + R_L} = \frac{g_{m2} R_L}{1 + g_{m2} R_L}$$

$$\text{Guadagno a vuoto dello stadio C-D: } \frac{v_{ov2}}{v_{ov1}} = 1$$

$$\text{Guadagno a vuoto dello stadio C-E: } \frac{v_{ov1}}{v_{th}} = -g_{m1} R_{L1} \frac{r_\pi}{r_\pi + R_{th}}$$

$$A_{V_{th}} = \frac{v_o}{v_{th}} = \frac{g_{m2} R_L}{1 + g_{m2} R_L} \cdot (-g_{m1} R_{L1}) \cdot \frac{r_\pi}{r_\pi + R_{th}}$$