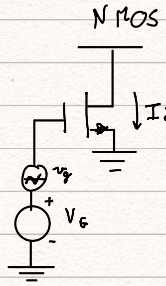
COMPORTAMENTO SU SEGNALE NMOS e PMOS e STADIO SOURCE A MASSA:



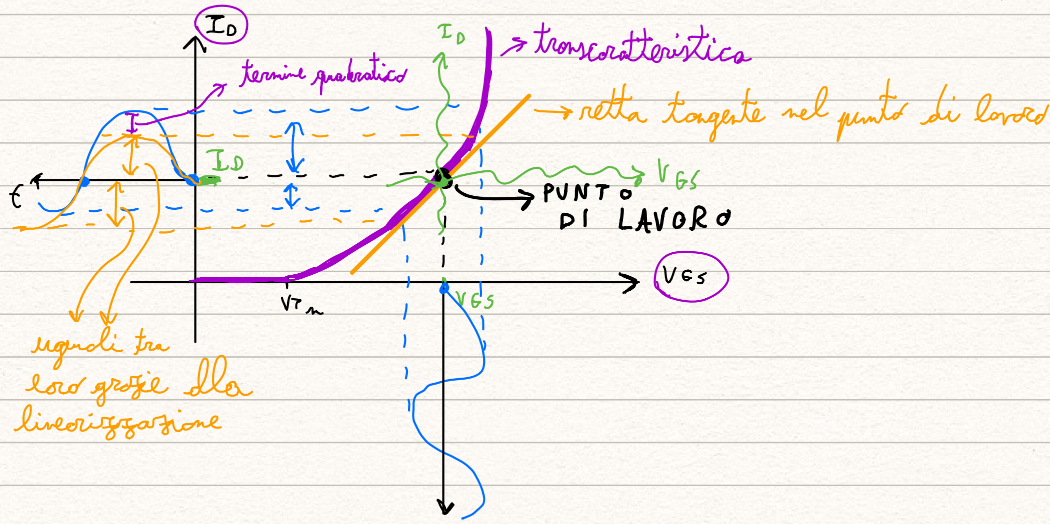
$$I_d = I_D + i_d = \underbrace{k_n(V_{GS}-V_{Tn})^2}_{I_D} + \underbrace{\overbrace{g_m v_{gs}}^{\text{termine lineare}} + k_n v_{gs}^2}_{i_d}$$

condizione di piccolo segnale:

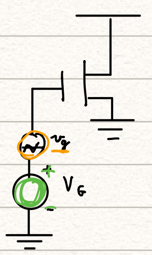
$$v_{gs} << 2(V_{GS}-V_{Tn})$$

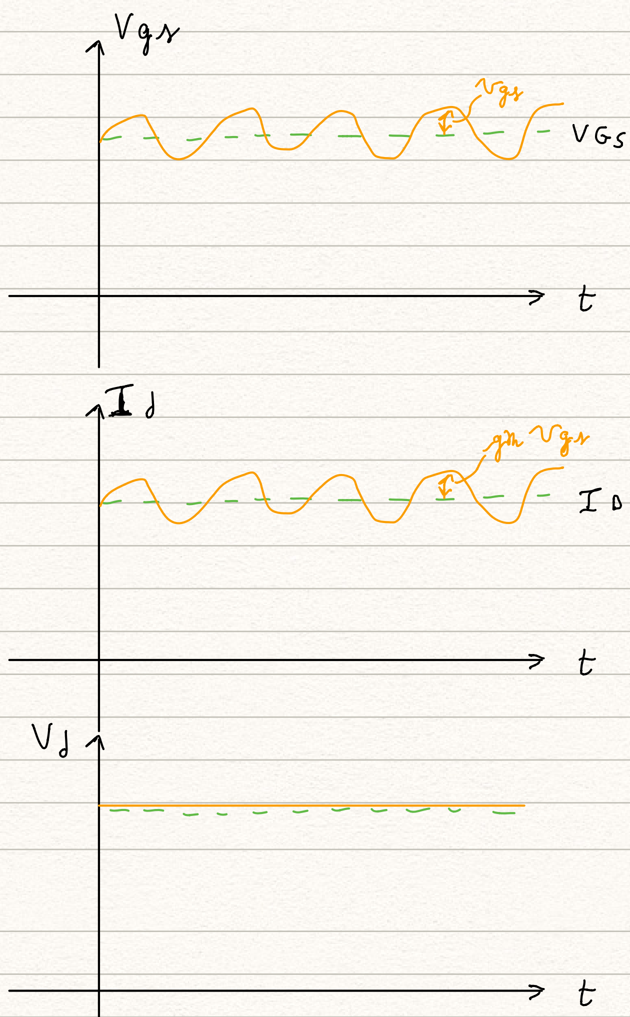
$i_d = g_m v_{gs}$ → ometto il termine quadratico per semplificare

(dalla scorsa lezione)

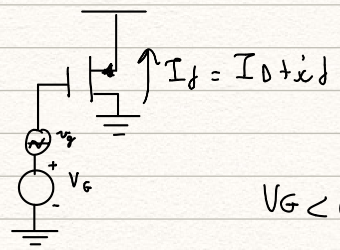


$$i_d = g_m v_{gs} + K v_{gs}^2$$





COMPORTAMENTO SU SEGNALE PMOS



$\uparrow g_m v_{gs}$ si muove in questo verso INDIPENDENTEMENTE dal transistore

$V_G < 0$

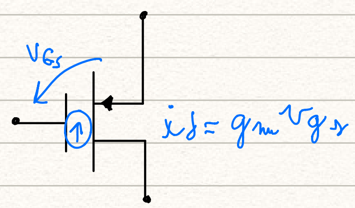
$V_{GS} < V_{Tp}$

$V_{GD} \geq V_{Tp}$ $\qquad K_p < 0$

$$I_d = I_D + i_d = K_p\left[V_G + v_g - V_S - V_S - V_{Tp}\right]^2 = K_p\left[V_{GS} + v_{gs} - V_{Tp}\right]^2 = K_p\left[(V_{GS} - V_{Tp}) + v_{gs}\right]^2 =$$

$$= K_p\left[(V_{GS} - V_{Tp})^2 + 2v_{gs}(V_{GS} - V_{Tp}) + v_{gs}^2\right] = K_p(V_{GS} - V_{Tp})^2 + \underbrace{2K_p(V_{GS} - V_{Tp})v_{gs} + K_p v_{gs}^2}_{i_d}$$

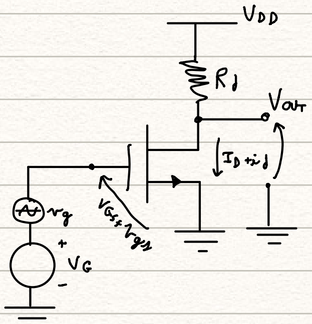
$$I_d = \underbrace{2K_p(V_{GS} - V_{Tp})v_{gs}}_{g_m v_{gs}} + K_g v_{gs}^2$$



se $v_{gs} \ll 2\left|(V_{GS} - V_{Tp})\right|$

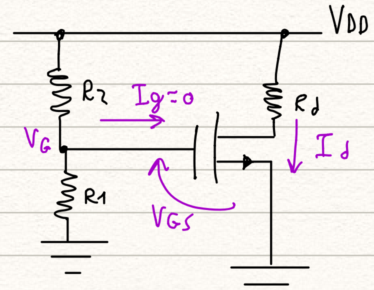
comportamento pMOS su "piccolo" segnale

STADIO SOURCE A MASSA: (common source)



$\left.\begin{array}{l} V_{GS} > V_{Tn} \\ (V_{GD} < V_{Tn}) \end{array}\right\}$ MOS SATURO

per garantire la saturazione

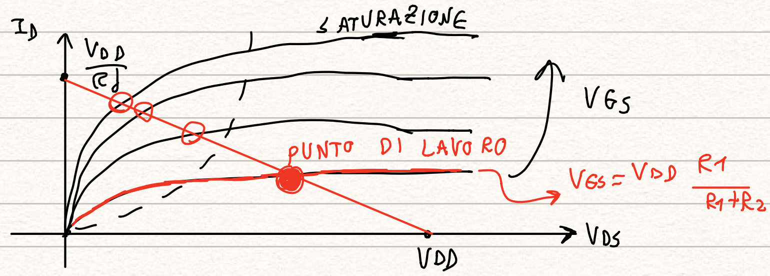


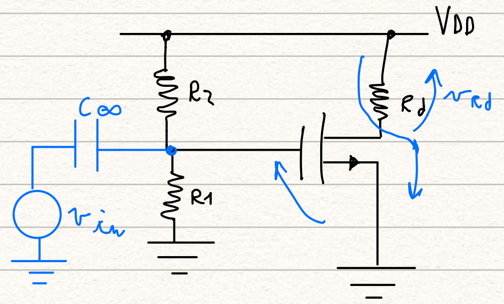
$$\begin{cases} V_G = \dfrac{R_1}{R_1 + R_2} V_{DD} = V_{GS} \\ I_D = K_n (V_{GS} - V_{Tn})^2 \\ V_D = V_{DD} - R_d I_D \end{cases}$$

(ipotizzo il MOS SATURO)

una volta trovato V_D, verifico che il MOS sia saturo:

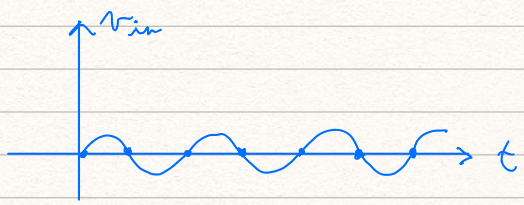
$V_{GD} < V_{Tn}$?





C_∞ condensatore con capacità infinita

- $|Z| = \frac{1}{\omega C}$ tale che $|Z_{C_\infty}| = 0$ tranne che per $\omega = 0$
- circuito aperto in DC



$i_d = g_m v_{gs} \longrightarrow V_{OUT} = V_{DD} - I_d \cdot R_d =$

↑ polarizzazione + segnale $= V_{DD} - I_D R_d - i_d R_d =$

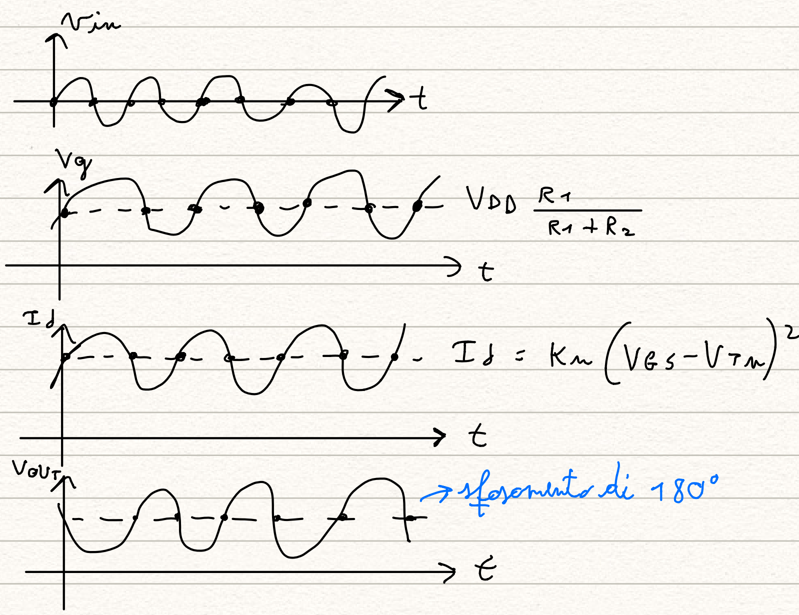
$= \underbrace{V_{DD} - I_d R_d}_{V_{OUT}} \underbrace{- g_m v_{gs} R_d}_{\text{componente di segnale}}$

GUADAGNO DI TENSIONE:

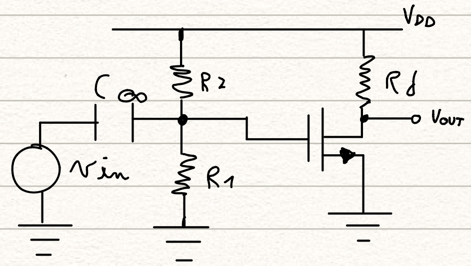
$$\boxed{\frac{v_{OUT}}{v_{in}} \triangleq \frac{-g_m R_d v_{gs}}{v_{in}} = -g_m R_d}$$

$V_{GS} = V_{in}$

- STADIO INVERTENTE: V_{OUT} sfasata di 180° rispetto alla tensione di ingresso V_{in}



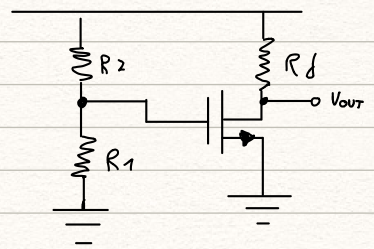
$G \triangleq \frac{V_{OUT}}{V_{in}} = -g_m R_D$



Ⓐ POLARIZZAZIONE tensioni DC a tutti i nodi e correnti DC in tutti i rami

PUNTO DI LAVORO

1) Spengo i generatori di segnali
2) I condensatori sono circuiti aperti
3) Hp. MOS operi in zona di saturazione



$V_G = \frac{R_1}{R_1+R_2} V_{DD} = V_{GS}$

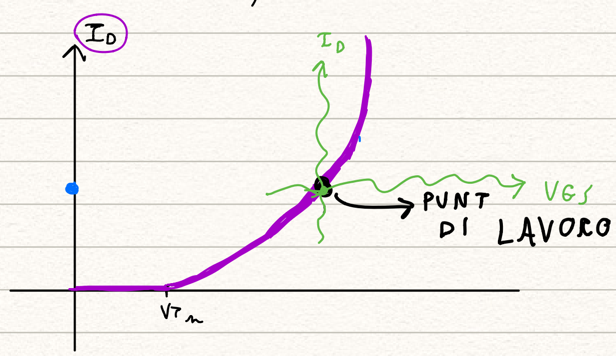
$I_D = K_n (V_{GS} - V_{Tn})^2$

$V_D = V_{DD} - I_D R_d$

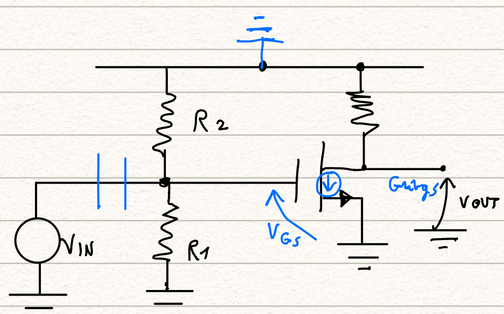
Ⓐ VERIFICA IPOTESI SATURAZIONE

$V_{GD} < V_{Tn}$? — sì → OK questa è la polarizzazione
— No → Il MOS non è saturo $I_D \neq K_n (V_{GS} - V_{Tn})^2$

corsa lezione)



Ⓑ ANALISI DI PICCOLO SEGNALE :
(variazioni rispetto al punto di lavoro)



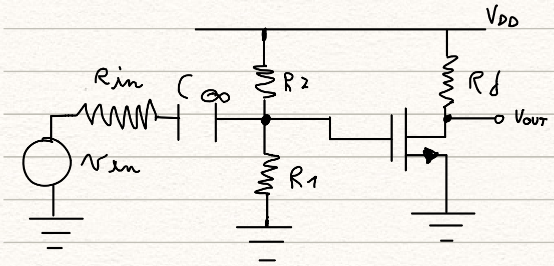
$v_{OUT} = - i_d R_d$

$i_d = g_m v_{gs}$

$v_{OUT} = - g_m R_d v_{gs} = - g_m R_d v_{in}$

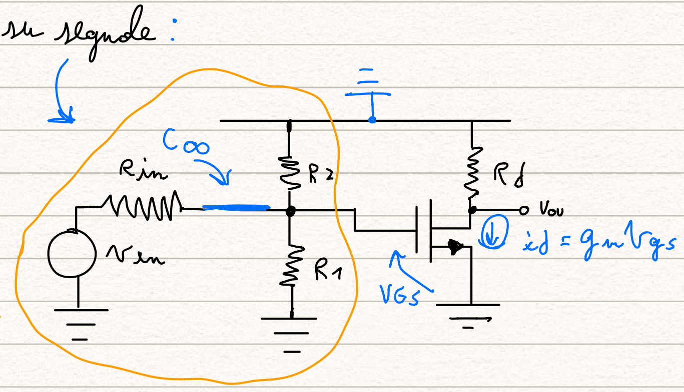
$G \triangleq \frac{v_{OUT}}{v_{in}} = - g_m R_d$

e se il generatore di segnale fosse un generatore reale di tensione?

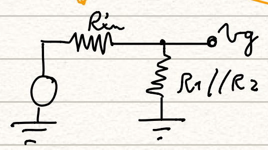


• in polarizzazione non cambia nulla

• su segnale :



$v_{gs} \neq V_{in}$



$$v_g = \frac{R_1//R_2}{R_{IN}+R_1//R_2} \cdot V_{in}$$

$$V_{OUT} = -\underbrace{\frac{R_1//R_2}{R_{IN}+R_1//R_2}}_{\text{partizione in ingresso}} \cdot g_m \cdot R_d \cdot V_{in}$$