

$$\left(\frac{W}{L}\right)_1 = 3 \quad \left(\frac{W}{L}\right)_2 = \frac{1}{3} \quad \mu_n C_{ox} = 20 \mu A/V^2 \quad V_{to} = 1V$$

$$2\phi_F = 0.6V \quad \gamma = 0.5V^{1/2}$$

- 1) Trascurando effetto body, trova punti critici della caratter. di trasferimento della tensione e magnitudine di rumore
- 2) Tiene conto di effetto body
- 3) Trova corrente che scorre e dissipaz. di potenza media di potenza

$$V_{GS2} = V_{GS2}$$

$$V_{OH} = V_{DD} - V_{TN} = 4V$$

calcolo valore buasso.

Supponiamo che  $M_S$  vinca e  $M_L$  sull'innalzamento

$$I_D = \frac{K'_n}{2} \left(\frac{W}{L}\right)_2 (V_{GS2} - V_{TN2})^2 \quad I_D = K'_p \left(\frac{W}{L}\right)_1 \left(V_{OH} - V_{TN2} - \frac{V_{OL}}{2}\right) V_{OL}$$

$$V_{DD} = V_{GS2} + V_{OL} \Rightarrow V_{GS2} = V_{DD} - V_{OL}$$

$$\frac{K'_n}{2} \left(\frac{W}{L}\right)_2 (V_{DD} - V_{OL} - V_{TN2})^2 = K'_p \left(\frac{W}{L}\right)_1 \left(V_{OH} - V_{TN2} - \frac{V_{OL}}{2}\right) V_{OL}$$

$$\frac{1}{6} (V_{DD} - V_{OL} - V_{TN2})^2 = 3 \left(V_{OH} - V_{TN2} - \frac{V_{OL}}{2}\right) V_{OL}$$

$$(5 - V_{OL} - 1)^2 = 18 \left(4 - 1 - \frac{V_{OL}}{2}\right) V_{OL}$$

$$(4 - V_{OL})^2 = (54 - 9 V_{OL}) V_{OL}$$

$$16 + V_{OL}^2 - 8 V_{OL} = 54 V_{OL} - 9 V_{OL}^2$$

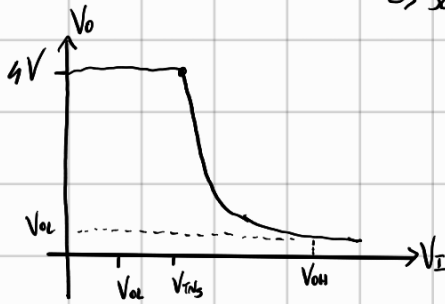
$$10 V_{OL}^2 - 62 V_{OL} + 16 = 0$$

$$5V_{OL}^2 - 31V_{OL} + 8 = 0$$

$$V_{OL} = 0,27 \approx 0,3V$$

negativo  
ma accettabile  
accettabile

L > Soddisfa HP: ✓



$V_{IHS} = V_{IL}$  perché ho punto critico nel funzionamento analog.

$$NM_L = V_{IL} - V_{OL} = V_{IHS} - V_{OL} = 0,7V$$

Per trovare  $NM_H$ ?

Im un intorno di  $V_{OH}$ ?

Ci troviamo in saturazione per 2 e in triodo per 1. Supposizione

$$I_D = \frac{K_n'}{2} \left( \frac{W}{L} \right)_2 (V_{GS2} - V_{TN2})^2 \quad \text{con } V_{GS2} = V_{DD} - V_O$$

$$I_D = K_n' \left( \frac{W}{L} \right)_1 \left( V_I - V_{TN1} - \frac{V_O}{2} \right) V_O$$

$$\frac{1}{6} (V_{DD} - V_O - V_{TN2})^2 = 3 \left( V_I - V_{TN1} - \frac{V_O}{2} \right) V_O$$

$$(4 - V_O)^2 = 18 \left( V_I V_O - V_O - \frac{V_O^2}{2} \right)$$

$$16 + V_O^2 - 8V_O = 18V_I V_O - 18V_O - 9V_O^2$$

$$18V_I V_O = 10V_O^2 - 10V_O + 16$$

$$V_I = \frac{5}{9} V_O - \frac{5}{9} + \frac{8}{9V_O}$$

$$\frac{dV_I}{dV_O} = -1 \Rightarrow \frac{5}{9} - \frac{8}{9V_O^2} = -1$$

$$\Rightarrow \frac{14}{9} = \frac{8}{9V_O^2} \quad V_O = \sqrt{\frac{4}{7}} = 0,755V$$

$$V_{IH} = 1,04V$$

Quindi  $V_{IH} \approx 2,62 V$

$\Rightarrow NM_H = V_{OH} - V_{IH} = 4 - 2,62 = 1,38 V$

$$K_1 [2(V_I - V_{t1})V_O - V_O^2] = K_2 (V_{DD} - V_O - V_{t2})^2$$

$$K_1 \left[ 2(V_I - V_{t1}) \frac{dV_O}{dV_I} + 2V_O - 2V_O \frac{dV_O}{dV_I} \right] = -2K_2 (V_{DD} - V_O - V_{t2}) \frac{dV_O}{dV_I}$$

$$\frac{dV_O}{dV_I} = -1 \quad V_I = V_{IH} \quad K_1 = K_2 \quad k_1 = gK_2$$

B)  $V_{IL} \rightarrow 1,6 V$

$$V_{OH} = V_{DD} - V_{TNL}$$

$$V_{TNL} = V_{TO} + \gamma \left( \sqrt{2\phi_F + V_{OH}} - \sqrt{2\phi_F} \right)$$

$$V_{OH} = 5 - 1 - \gamma \left( \sqrt{0,6 + V_{OH}} - \sqrt{0,6} \right)$$

$$V_{OH} = 4 - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{5} + V_{OH}} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{5}}$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{3}{5} + V_{OH}} = 8,77 - 2V_{OH}$$

$$0,6 + V_{OH} = 4V_{OH}^2 + 76,9 - 35,1V_{OH}$$

$$4V_{OH}^2 - 36,1V_{OH} + 76,9 = 0$$

$$V_{OH} = 3,45 V$$

$$V_{TNL} = 1,62 V \approx 1,6 V$$

NOTA:  $NM_H = 1,6 V$

Effetto body si ripercote solo su uscita alta!

Trova le correnti.

$I_D$  con Mosfet spento?

Non passa corrente.  $I_D^{off} = 0 \text{ A}$

$I_D$  con mosfet acceso?

$$I_D = K'_n \left( \frac{W}{L} \right)_s \left( V_I - V_{TNs} - \frac{V_o}{2} \right) V_o =$$

$\approx$