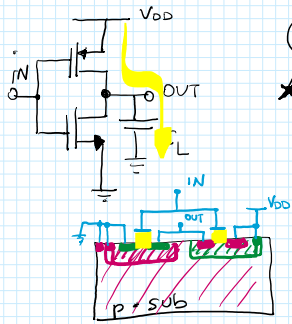
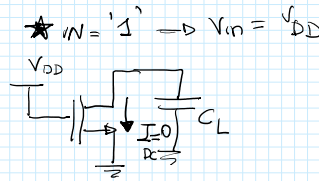
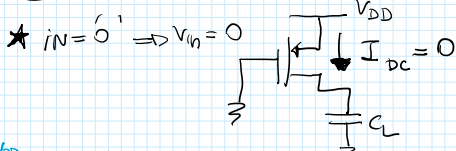


POTENZA DISSIPATA INVERTER CMOS



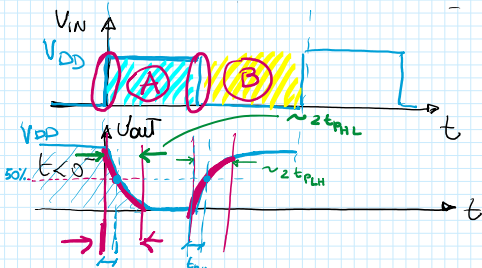
(a) POTENZA STATICA



$P_{statica} = 0 W$

(b) POTENZA DINAMICA

★ potenza per la carica e scarica di C_L



(A) $t < 0^-$

mMOS off
pMOS on ohmico

$E_{CL} = \frac{1}{2} C_L V_{DD}^2$

$t = 0^+$ $V_{in} = V_{DD}$ - mMOS on saturo
pMOS off

$\frac{1}{2} C_L V_{DD}^2$ dissipata dall'mMOS

(B) $t < 0^-$ mMOS on ohmico
pMOS off

capacità scarica

$t = 0^+$ pMOS on saturo
mMOS off

Energia prelevata dall'alimentazione

$E = \int V_{DD} i(t) dt = V_{DD} \int i(t) dt = V_{DD} C_L V_{DD} = C_L V_{DD}^2$

$\frac{1}{2} C_L V_{DD}^2$ è dissipata dal pMOS

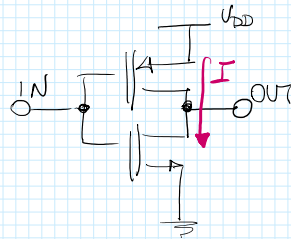
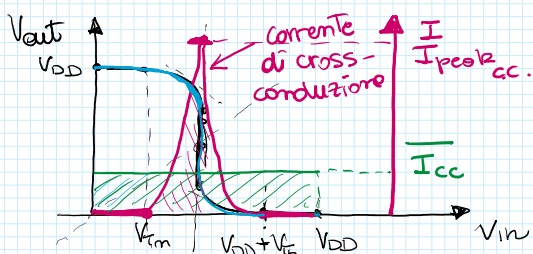
$\frac{1}{2} C_L V_{DD}^2$ è immagazzinata nel condensatore carico a V_{DD}

↓ In un periodo, viene dissipata una energia pari a $C_L V_{DD}^2$ per caricare e scaricare la capacità

$P_{dinamica} = C_L V_{DD}^2 f = \frac{C_L V_{DD}^2}{T}$

↑ frequenza a cui commuta la porta

★ potenza di crossconduzione



$I_{peak_cc} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_m (V_{DD} - V_{Tm})^2 = \frac{1}{2} \mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_p \left[\frac{V_{DD} - V_{DD} - V_{Tp}}{2}\right]^2$

$P_{cc} = I_{cc} V = I_{cc} V_{DD} \cdot \frac{2t_{pHL} + 2t_{pLH}}{T} = \frac{I_{peak_cc}}{2} \cdot \frac{V_{DD} - 2V_T}{V_{DD}} \cdot V_{DD} \cdot 4f$

POTENZA DI CROSSCONDUZIONE

Calcolo del valor medio delle correnti di crossconduzione

$\frac{1}{T} \int [V_{in} + V_{Tp} - V_{Tm}] dt$

freq $\rightarrow f = \frac{1}{T}$ R periodo

POTENZA DI CROSS CONDUZIONE

Calcolo del valor medio delle corrente di cross conduzione

freq \nearrow

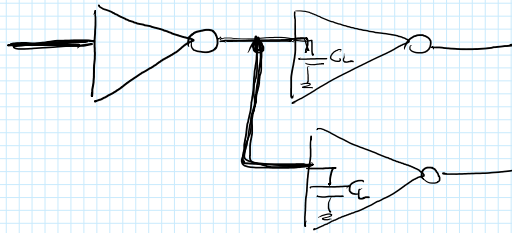
$\left(\frac{T}{2}\right)$
 \nwarrow R periodo

$$\overline{I_{CC}} V_{DD} = \frac{1}{2} I_{peak,cc} [V_{DD} + V_{TP} - V_{TM}] \quad V_{TM} = |V_{TP}| = V_T$$

$$\downarrow \overline{I_{CC}} = \frac{1}{2} I_{peak,cc} \frac{V_{DD} - 2V_T}{V_{DD}}$$

$$P_{TOT} = P_{statica} + P_{dinamica} C_L + P_{CC} = N C_L V_{DD}^2 f + P_{CC}$$

\uparrow
numero di porte pilotate
(otto lo hp che mostano lo stesso cerchio)



FAN-OUT

\uparrow numero di porte che viene pilotato