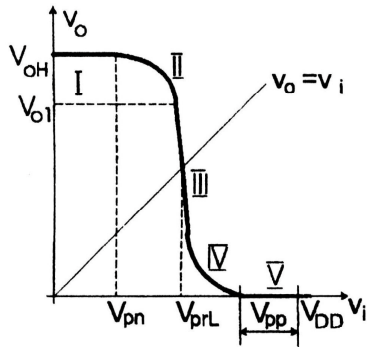
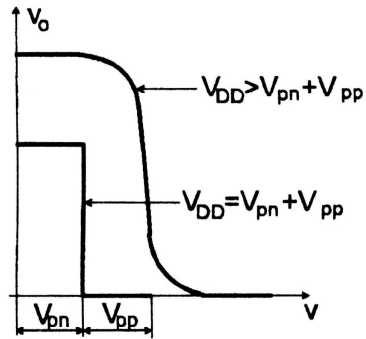


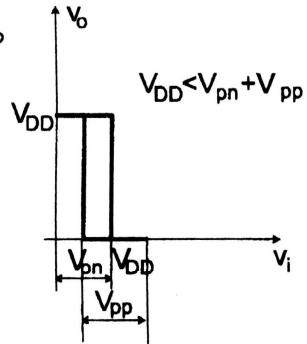
## caracteristica de transfer:



a)



b)



c)

\* 5 zone ale caracteristicii:

\* **zona I**, pentru  $0 < V_i < V_p^n$ , Tn blocat, Tp în zona liniară:

$$k_p \left[ (V_{DD} - V_{oH} - V_p^p)(V_{DD} - V_{oH}) - \frac{(V_{DD} - V_{oH})^2}{2} \right] = 0;$$

$$\Rightarrow v_o = V_{DD} = V_{oH};$$

\* **zona II**:  $v_i > V_p^n$ , Tn saturat; Tp liniar;

$$k_p \left[ (V_{DD} - v_i - V_p^p)(V_{DD} - v_o) - \frac{(V_{DD} - v_o)^2}{2} \right] = k_n \frac{(v_i - V_p^p)^2}{2};$$

- se notează:  $\frac{k_n}{k_p} = a^2$  și rezultă:

$$v_o = v_i + V_p^p + \sqrt{(V_{DD} - v_i - V_p^p)^2 - a^2(v_i - V_p^n)^2};$$

\* **zona III**: ambele tranzistoare în saturație,  $V_p^n < v_i < V_{prL}$ :

- panta infinită; rezultă tensiunea de prag logic,  $V_{prL}$ ;

- panta reală;

$$k_n \frac{(V_{prL} - V_p^n)^2}{2} = k_p \frac{(V_{DD} - V_p^p - V_{prL})^2}{2};$$

$$V_{prL} = \frac{V_{DD} - V_p^p + aV_p^n}{1 + a};$$

- dacă:  $V_p^n = V_p^p = V_p$  și  $k_n = k_p = k \Rightarrow a = 1$ :

$$V_{prL} = \frac{V_{DD}}{2}; \text{ avantaj pentru CMOS (inversor ideal);}$$

- marginile de zgomot ideale sunt egale cu  $\frac{V_{DD}}{2}$  (maxime) (inversor ideal);

- tensiunea  $V_{o1}$ , la care se face trecea Tp în saturație:

$$V_{o1} = \frac{V_{DD} + a(V_p^p + V_p^n)}{1 + a} \cong 0,5V_{DD} + V_p \text{ sau:}$$

## Electronică Digitală

$$\left| V_{DS}^p \right| = V_{DD} - V_{o1} = \left| v_{GS}^p - V_p^p \right| = V_{DD} - V_{prL} - V_p^p, \text{ adică:}$$

$$V_{o1} = V_{prL} + V_p^p.$$

\* **zona IV**, pentru:  $V_{prL} < v_i < V_{DD} - V_p^p$ : Tn în zona liniară, Tp saturat:

$$k_p \frac{(V_{DD} - v_i - V_p^p)^2}{2} = k_n \left[ (v_i - V_p^n) v_o - \frac{v_o^2}{2} \right] \text{ de unde:}$$

$$v_o = v_i - V_p^n - \sqrt{(v_i - V_p^n)^2 - \frac{1}{a^2} (V_{DD} - v_i - V_p^p)^2} \quad \text{și:}$$

$$V_{o2} = V_{prL} - V_{pn}.$$

\* **zona V**, pentru:  $V_{DD} - V_p^p < v_i < V_{DD}$

$$k_n \left[ (v_i - V_p^n) v_o - \frac{v_o^2}{2} \right] = 0, \text{ de unde: } v_o = V_{oL} = 0.$$