

DIODO modello a soglia

OFF

1. $V_d < V_\gamma$
2. $I = 0$

ON

1. $V_d = V_\gamma$
2. $I > 0$

BJT modello regionale a soglia

– OFF

1. $V_{BE} < V_\gamma$
2. $I_B = I_C = I_E = 0$

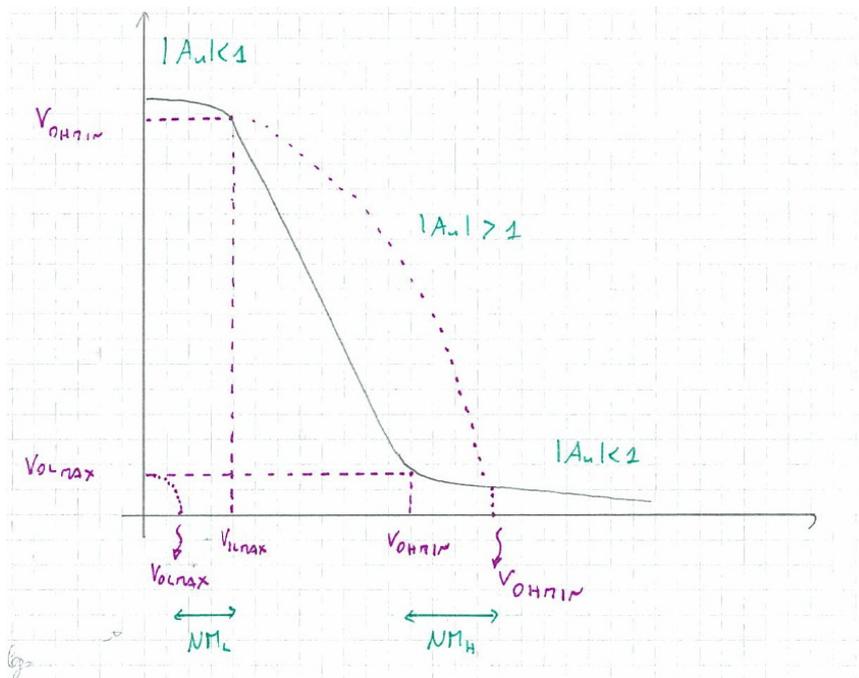
– SATURAZIONE

1. $V_{BE} = V_\gamma$
2. $I_B > 0$
3. $V_{CE} = V_{CESAT}$
4. $I_C < \beta_F I_B$

– ATTIVA DIRETTA

1. $V_{BE} = V_\gamma$
2. $I_B > 0$
3. $I_C > 0$
4. $V_{CE} > V_{CESAT}$
5. $I_C = \beta_F I_B$

MARGINI D'IMMUNITÀ AI DISTURBI



$$NM_L = V_{ILMAX} - V_{OLMAX}$$

$$NM_H = V_{OHMIN} - V_{IHMIN}$$

$$NM = \min \{NM_L, NM_H\}$$

n-MOS

– OFF

1. $V_{GS} = V_G - V_S$
2. $V_{GS} < V_T$
3. $I_D = 0 = I_{DS}$

– LINEARE

1. $V_{DS} < V_{GS} - V_T$
2. $I_{DS} = \beta_n [(V_{GS} - V_T) V_{DS} - V_{DS}^2 / 2]$

– SATURAZIONE

1. $V_{DS} > V_{GS} - V_T$
2. $I_{DS} = \beta_n / 2 (V_{GS} - V_T)^2$

MOS IN PARALLELO $\rightarrow \beta_{eq} = \beta_1 + \beta_2$
DRAIN \rightarrow potenziale più alto

MOS IN SERIE $\rightarrow 1/\beta_{eq} = 1/\beta_1 + 1/\beta_2$
SOURCE \rightarrow potenziale più basso

TEMPO DI PROPAGAZIONE

t_{PLH} \rightarrow tempo che l'uscita impiega per andare da V_L a $(V_H+V_L)/2$ (50% escursione).

t_{PHL} \rightarrow tempo che l'uscita impiega per andare da V_H a $(V_H+V_L)/2$ (50% escursione).

t_{RISE} \rightarrow tempo necessario al segnale per passare dal 10% al 90% della sua escursione logica.

t_{FALL} \rightarrow tempo necessario al segnale per passare dal 90% al 10% della sua escursione logica.

$t_p \rightarrow (t_{PLH} + t_{PHL}) / 2$

$V_H - V_L \rightarrow$ escursione logica

$P_{diss} = V \cdot I \rightarrow$ la **potenza dissipata** è uguale alla tensione ai capi del circuito per la corrente totale che circola nel circuito.

$P_{DD} \rightarrow$ **potenza dinamica media complessivamente dissipata** \rightarrow di calcola integrando sul periodo il prodotto tra I_{DD} e V_{DD} e dividendo per il periodo stesso. I_{DD} è la corrente erogata dal generatore ed è non nulla solo quando sono accesi sia PU che PD.

Corrente condensatore $\rightarrow I_C = C \cdot dV_u / dt$

$$\int_{t_B}^{t_A} dt = \int_{V_A}^{V_B} \frac{2C}{\beta_{eq}} \frac{1}{V_u^2 - 2(V_{DD} - V_T)V_u} dV_u \quad t_A - t_B = \frac{C}{\beta_{eq}} \frac{1}{V_{DD} - V_T} \left[\ln \left(\frac{V_u - 2(V_{DD} - V_T)}{V_u} \right) \right]_{V_A}^{V_B}$$

CALCOLO TEMPO DI PROPAGAZIONE (t_{PLH} o t_{PHL})

1. Calcolo la regione di funzionamento del dispositivo, considerando come varia la tensione (il dispositivo potrebbe attraversare due regioni di funzionamento prima di arrivare al valore finale).
2. Calcolo la corrente passante per il dispositivo.
3. Bilancio le correnti (dispositivo = condensatore).
4. Integro, separando le variabili, da una parte nel tempo, dall'altra in tensione.

SOGLIA LOGICA $\rightarrow V_i = V_u = V_{LT}$

t_{PHL} mi interessa l'uscita bassa

t_{PLH} mi interessa l'uscita alta

Se viene richiesto di calcolare il **margine di immunità ai disturbi** di un circuito, non occorre calcolarsi tutta la caratteristica statica. Si parte dal calcolarsi la prima parte della caratteristica (quella con V_u costante) e poi, facendo delle ipotesi sulla regione di funzionamento dei vari dispositivi, si fa il bilancio delle correnti, si deriva tale bilancio rispetto a V_i e si impone $dV_u/dV_i = -1$. Mettendo a sistema l'equazione ottenuta con quella precedente del **bilancio delle correnti** , si ottengono una o più coppie di valori (V_i, V_u). Si procede poi a verificare le ipotesi fatte con questi valori.

P-MOS \rightarrow trasmette un 1 forte e uno 0 debole. Ciò significa che passando da un valore alto a uno basso, in realtà non raggiunge lo 0 ma si ferma a $|V_{Tp}|$, mentre passando da un valore basso a uno alto, raggiunge la tensione di alimentazione (1 logico).

N-MOS \rightarrow trasmette un 1 debole e uno 0 forte. Ciò significa che passando da un valore alto a uno basso, raggiunge lo 0, mentre passando da un valore basso a uno alto, in realtà perde una soglia, fermandosi a $V_{DD} - V_{tn}$.

Quando sono accesi sia PU che PD, ipotizzo i MOS in una regione di funzionamento (ad es. lineare, verificando alla fine con i valori trovati) e effettuo il bilancio delle correnti ($I_1=I_2$), trovando solitamente due valori della tensione incognita. Fatte le verifiche, mi rimarrà un solo valore accettabile.

Quando sono spenti sia PU che PD, l'uscita mantiene il valore che aveva in precedenza (alta impedenza).

Molto importante: bilancio delle correnti!