

Tesi di Laurea

Matteo Dalle Vedove

May 20, 2021

Contents

1	MOSFET	3
1.1	Relazioni statiche dei transistor	3

Introduzione

Spesso nell'utilizzo comune di dispositivi digitali si dà per scontato il funzionamento intrinseco degli stessi, pensando che il computer ragiona solo con valori binario *0 ed 1, tensione alta e tensione bassa*. Spesso si dimentica però che, come ogni oggetto, anche i componenti che costituiscono i nostri device tecnologici sono, in origine, dei componenti analogici.

Lo scopo di questo documento è dunque quello di studiare come dei dispositivi analogici, in particolari i *transistor MOS*, possono essere utilizzati in ambito digitale, evidenziandone dunque i limiti fisici e dinamici legati alla loro implementazione. L'obiettivo sarà dunque quello di descrivere i principali circuiti che sono posti alla base di ogni calcolatore digitale, come le porte logiche, fino ad arrivare all'analisi di circuiti come il sommatore e moltiplicatore binario in tecnologia *c-mos*.

1 MOSFET

I transistori *MOSFET*, acronimo di *metal-oxide semiconductor field-effect transistor*, sono dei dispositivi analogici che sfruttano l'effetto di carico per veicolare una quantità di corrente prestabilita tra i suoi terminali. In particolare i dispositivi sono realizzati tramite il contatto di uno strato metallico ossidato, detto *gate* G , ed un substrato di semiconduttore (in genere silicio), detto *bulk* B .

Un substrato di semiconduttore con drogaggio p dà origine ai cosiddetti *n-MOS*: i due terminali attraverso i quali si potrà verificare successivamente il trasferimento di carica sono realizzati in semiconduttore a drogaggio n e prendono il nome di *source* S e *drain* D . Imponendo una differenza di potenziale elettrostatico tra gate e bulk è possibile controllare il canale conduttivo che regola il passaggio di elettroni, e dunque di corrente elettrica, che avverrà sempre dal drain al source.

Invertendo il drogaggio tra bulk (ponendolo a n) e terminali di source e drain (ponendoli a p) è possibile trovare il transistor duale all'*n-MOS*, ossia il *p-MOS*. In **FIGURA** è possibile osservare la rappresentazione circuitale sia per i transistor a canale n che per transistor a canale p .

FARE FIGURA DEGLI SCHEMI CIRCUITALI

1.1 Relazioni statiche dei transistor

In precedenza si è affermato che regolando la differenza di tensione V_{gs} tra gate e bulk è possibile controllare il canale conduttivo, e dunque il passaggio di corrente; per stabilire univocamente l'equazione che determina la corrente I che fluisce tra drain e source è necessario tuttavia conoscere anche la differenza di tensione V_{ds} tra il terminale di drain e di source: la relazione statica che determina la corrente passante tra i due terminali vale dunque

$$I = K_n \frac{W}{L} \left[(V_{gs} - V_{tn})V_{ds} - \frac{V_{ds}^2}{2} \right] \quad (1)$$

In questa equazione il coefficiente K_n rappresenta la *conducibilità intrinseca* del materiale, misurata tendenzialmente in $\mu A/V^2$, il termine W/L rappresenta il rapporto tra larghezza e lunghezza del canale conduttivo e V_{tn} è la *tensione di soglia* (dipendente dalla tensione di soglia a terminali cortocircuitati $V_{tn,0}$ e dall'effetto body). In particolari per tensioni V_{gs} inferiori alla tensione di soglia V_{tn} si osserva che la corrente I tra drain e source è sempre nulla.