

## Elaborato #1: energy-delay optimization of a three-stages CMOS buffer

L'elaborato numero 1 ha come obiettivo l'applicazione della metodologia della sensitivity analysis per ottimizzare il design di un buffer CMOS a tre stadi.

### Vincoli di progetto:

- a) il buffer deve avere tre stadi
- b) il primo stadio è un inverter dimensionato minimo
- c) l'ultimo stadio ha come carico capacitivo un inverter dimensionato 50x l'inverter minimo.
- d) le variabili indipendenti che possono essere usati per l'ottimizzazione sono il rapporto d'aspetto del secondo e del terzo inverter rispetto alle dimensioni dell'inverter minimo.

Task da compiere (sulla base di considerazioni personali e a seguito di simulazioni effettuate con un setup di simulazione particolare):

- a) trovare il dimensionamento dell'inverter minimo
- b) calibrare il modello di energia e ritardo del buffer (visto a lezione) sulla tecnologia utilizzata. In particolare, trovare le seguenti costanti:  $\gamma_{\text{delay}}$ ,  $\gamma_{\text{energia}}$ ,  $\tau_0$ , capacità di ingresso dell'inverter minimo.
- c) considerando il rapporto d'aspetto del secondo e del terzo inverter rispetto alle dimensioni dell'inverter minimo come variabili da poter settare nel processo di ottimizzazione, ricavare la curva di pareto energy-delay in maniera empirica, cioè ricavando l'involuppo dei punti di design nello spazio Energy-delay ricavati tramite simulazione montecarlo.
- d) ricavare la stessa curva di pareto utilizzando la metodologia della sensitivity analysis: attraverso un tool di ottimizzazione numerica e i modelli di energia e ritardo di cui sopra, ricavare, per un set opportuno di constraint di ritardo, i rapporti d'aspetto che minimizzano la dissipazione di energia dinamica. In questa maniera, si otterrà, per ognuno dei constraint di delay analizzati, una coppia di dimensionamenti, es. (W1, W2).
- e) per ognuna delle coppie trovate al punto precedente, simulare il buffer con LTSPICE per ricavare i reali punti di design corrispondenti nello spazio energy-delay. L'insieme di tali punti costituisce la curva di pareto ottima ricavata tramite la sensitivity analysis. Verificare che tale curva sia pressochè coincidente con la curva ricavata per via empirica.