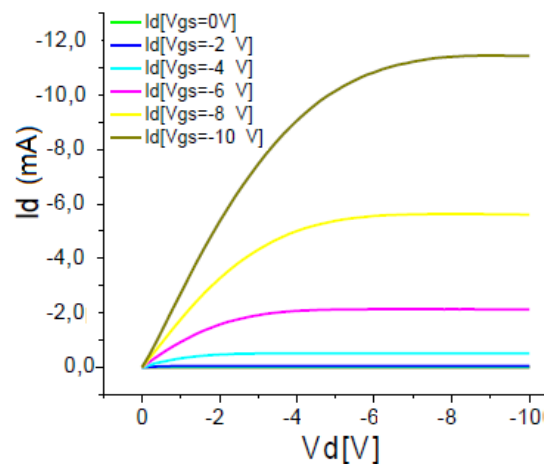


## TUTORATO 03-12-2018: MOS/MOSFET

- 1) Si consideri un capacitore MOS di Silicio con gate di Oro ( $q\phi_M=5$  eV) di cui è noto che nel bulk  $E_F - E_i = -0.2$  eV. Assumendo che la struttura sia ideale:
  - a. determinare il drogaggio del semiconduttore (tipo e concentrazione) e il valore della sua funzione lavoro;
  - b. disegnare il diagramma a bande e dire se, a tensione applicata nulla, il dispositivo si trovi in condizione di accumulazione, svuotamento o inversione.
  
- 2) Si considerino le curve  $I_d$ - $V_d$  prese su un dispositivo MOSFET e mostrate in figura. Si definisca il tipo di MOSFET su cui sono state prese (ovvero se a canale p o n) e si ricavino i parametri elettronici che è possibile ricavare da questa curva. Disegnare infine approssimativamente le curve transcaratteristiche nella regione di saturazione e in quella lineare.



- 3) Due MOSFET a canale n hanno la medesima area, sono realizzati su un medesimo substrato ( $N_A = 10^{17}$  cm<sup>-3</sup>) e con il medesimo metallo di gate. Il primo (M1) ha una capacità di isolante (ossido di silicio) pari a  $C_{OX1}$  e una densità di carica fissa uniformemente distribuita al centro dello strato isolante di  $-30$  nCcm<sup>-2</sup>. Il secondo (M2) ha invece una capacità di isolante (ossido di silicio)  $C_{OX2} = 2C_{OX1}$ .
  - a. Se  $V_{Tn1} = 2 * V_{Tn2}$ , e  $\Phi_{MS} = 0$ , stabilire lo spessore degli isolanti di gate dei due dispositivi, e calcolare di conseguenza le due tensioni di soglia;
  - b. Indicare se esiste un valore plausibile del rapporto  $x/d_{OX1}$  tale da determinare il cambio di segno della  $V_{Tn1}$ ;
  - c. Se i due dispositivi hanno la medesima lunghezza di canale, stabilire il rapporto tra le larghezze di M1 e M2,  $Z1/Z2$ , necessario ad avere nei due transistor la medesima corrente per  $V_{GS} = 11$  V e  $V_{DS} = 3$  V (considerare i valori di tensione di soglia al punto 1).

- 4) Si considerino due transistor MOSFET a canale n, aventi gate in polisilicio ( $\phi_{ms} = -1.15$  V), ossido di gate di spessore  $d = 100$  nm ( $\epsilon_r=3.5$ ) e di identica geometria. Il primo transistor (M1) ha il bulk connesso a massa, e una concentrazione incognita di carica fissa,  $Q_{ox}$ , posta al centro dello strato di ossido. Il secondo (M2) ha invece un ossido ideale, ma  $V_{BS} = -1$  V.
- Determinare il valore di  $Q_{ox}$  nel primo dispositivo per il quale i transistor possiedono la medesima tensione di soglia.
  - Si ripeta l'esercizio considerando l'oro come metallo di gate per M2, e invariati tutti gli altri parametri.