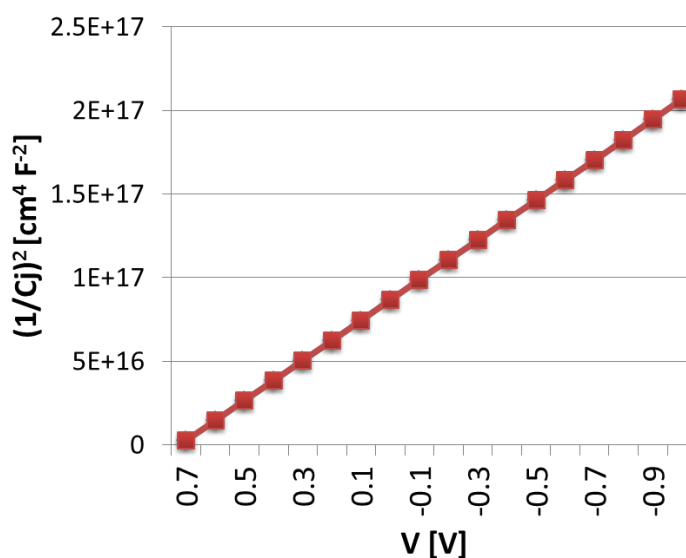


TUTORATI GIUNZIONE PN – A.A. 2016/2017

- 1) Si consideri una giunzione brusca pn all'equilibrio e a temperatura ambiente, in cui $N_A = 2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ e $N_D = 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$.
 - a. Si disegni il diagramma a bande della giunzione, si determini il potenziale di built in e l'estensione della zona di svuotamento

- 2) Si consideri una giunzione p-n brusca in Silicio in cui, nella zona n, si abbia $E_F - E_i = 0.4 \text{ eV}$. Conoscendo la tensione di built-in della struttura, pari a 0.9 V:
 - a. trovare il drogaggio di ciascuna zona;
 - b. Disegnare il diagramma a bande all'equilibrio (posizionando con precisione tutti i livelli energetici di interesse);
 - c. Calcolare l'ampiezza della regione svuotata a tensione applicata nulla.

- 3) Sia data la seguente caratteristica $1/C^2$ vs. V , relativa ad una giunzione pn.
 - a. A partire dai dati ricavabili da questo grafico, ricostruire il diagramma a bande di questa giunzione.



- 4) Una giunzione pn realizzata con GaAs ($E_g = 1.43 \text{ eV}$, $\epsilon_r = 13.1$, $n_i = 1.8 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$) presenta i valori di capacità misurata in funzione della tensione applicata riportati a lato. Si consideri l'area del dispositivo $A = 10^{-1} \text{ mm}^2$.
 - a. Dire se si tratta di una giunzione brusca o a gradiente lineare.
 - b. Ricavare, a seconda dei casi, il valore del drogaggio di entrambi i portatori o il valore del gradiente della concentrazione dei droganti

C (pF)	V (V)
17.3	-0,5
15.6	-1
11.8	-3
9.85	-5

- 5) Si considerino due giunzioni p-n: la prima è brusca simmetrica ($N_A = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$), mentre la seconda è a gradiente lineare ($N_A - N_D = kx$).

Stabilire quanto deve valere k affinché:

- a. a tensione applicata nulla, l'estensione della regione di svuotamento sia identica nei due casi;
 - b. la tensione di built-in sia identica nei due casi;
 - c. Nelle condizioni trovate al punto precedente, trovare quanto deve valere la tensione applicata alla seconda giunzione affinché la regione di svuotamento abbia identica estensione a quella della regione di svuotamento della giunzione brusca quando a questa non è applicata alcuna tensione.
- 6) In una giunzione p-n brusca caratterizzata da $N_A = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ si applica una certa tensione. Calcolare i seguenti parametri:
- a. Valore massimo del campo elettrico per $V = +0.5$ e per $V = -0.5$ V
 - b. Rapporto tra le ampiezze delle regioni svuotate nelle due condizioni di polarizzazione sopra descritte
 - c. Valore effettivo della differenza di potenziale ai capi della regione svuotata nei due casi.
- 7) Si consideri una giunzione p-n brusca asimmetrica ($N_A = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $A = 1 \text{ mm}^2$, $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\tau_p = \tau_n = 1 \text{ } \mu\text{s}$) realizzata in silicio.
- a. Si supponga che a tale giunzione sia applicata una tensione diretta pari a $V_F = 0.95 \cdot V_{bi}$: calcolare la corrente totale che attraversa il diodo, considerando che la distanza tra il piano della giunzione e i contatti è per entrambi i lati della giunzione pari a $100 \text{ } \mu\text{m}$.
 - b. Si supponga ora che a tale giunzione sia applicata una tensione inversa pari a $V_R = -30 \cdot V_{bi}$. Calcolare la corrente totale che attraversa il diodo.
- 8) Si consideri una giunzione brusca simmetrica caratterizzata da un coefficiente di idealità $\eta = 1$, drogaggi $N_A = N_D = 8 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$. Si conosce il valore della resistenza serie delle due regioni che è pari a 100 Ohm con trascurabili variazioni al variare della tensione applicata. Inoltre, $t_p = t_n = 10^{-6} \text{ sec}$.
- a. Calcolare la distanza dei contatti del diodo dal centro della giunzione, assumendo un'area di giunzione $A = 10^{-4} \text{ cm}^2$ e che i due lati abbiano la medesima lunghezza; stabilire se è possibile considerare la giunzione a base lunga o a base corta, o nessuna delle due, e calcolare la corrente di saturazione inversa;
 - b. Calcolare il valore di tensione per cui la corrente che scorre nel dispositivo differisce da quella che avrebbe nel caso ideale del 10%;
 - c. Dire (giustificandolo quantitativamente) se per tale valore di tensione sono rilevabili effetti di alto livello di iniezione.
- 9) Un diodo ideale è posto in serie ad una resistenza R_S . Per una corrente diretta $I = 100 \text{ mA}$, si misura una conduttanza dell'intero dispositivo $G = 0.5 \text{ S}$ ed una differenza di potenziale di 0.8 V . Sapendo che $J_0 = 3.2 \times 10^{-10} \text{ A cm}^{-2}$, si calcoli l'area del diodo.
- 10) Di una giunzione PN brusca, simmetrica, e avente i due lati di identiche dimensioni, è noto che:
- La regione di svuotamento ha estensione nulla per $V = 0.82 \text{ V}$;
 - Il punch-through è raggiunto per una tensione $V = -5 \text{ V}$;
 - L'area è $A = 100 \text{ } \mu\text{m}^2$, e $\tau_p = \tau_n = 1 \text{ } \mu\text{sec}$.
- Si determinino:
- a. I valori dei drogaggi, N_A e N_D ;

- b. Il valore della resistenza serie per $V = 0.5 \text{ V}$;
- c. Il valore della corrente che attraversa il diodo per $V_A = 1 \text{ V}$, supponendo che V_A sia applicata alla serie del diodo (supposto ideale a base lunga) e di una resistenza di valore pari a quello calcolato al punto precedente.

11) Una giunzione p-n è posta in parallelo ad una resistenza di valore ignoto e viene alimentata da un generatore di tensione variabile. La misura della conduttanza del sistema per $V=0.8 \text{ V}$ fornisce il valore $G=0.7 \text{ S}$.

Sapendo che la corrente che attraversa il diodo è pari a 8 mA , calcolare il valore della resistenza e quello della conduttanza del sistema per $V=0$.

12) In una giunzione p+ n, ideale e supposta a base lunga, di silicio, di area $A = 1 \text{ mm}^2$, $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\tau_n = \tau_p = 1 \text{ } \mu\text{s}$, tensione di built-in $V_{bi} = 0.898 \text{ V}$, si fa scorrere una corrente pari a 12 mA .

- a. Noto il valore del drogaggio $N_D = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$, determinare il potenziale applicato al dispositivo e il valore della capacità del dispositivo in queste condizioni di polarizzazione .
- b. In una seconda misura, effettuata sul dispositivo polarizzato in inversa, si registra un valore di capacità complessivo pari a 12 pF . Determinare la tensione applicata.