

Dispositivi Elettronici
Prova scritta - Quiz e domande aperte [18pt]
20 settembre 2004

Nome: _____
Cognome: _____
Matricola: _____
Anno di frequenza: _____
Firma: _____

1. (1pt) In un campione di semiconduttore drogato uniformemente con atomi donatori, la ionizzazione di un atomo drogante corrisponde:
 - (a) alla cattura di un elettrone dalla banda di valenza
 - (b) alla liberazione di una lacuna verso la banda di conduzione
 - (c) alla liberazione di un elettrone verso la banda di conduzione
 - (d) alla generazione di una carica negativa fissa.

2. (1pt) In un materiale semiconduttore in condizioni di equilibrio termodinamico, la concentrazione intrinseca
 - (a) dipende solo dalla temperatura
 - (b) dipende dalla posizione del livello di Fermi
 - (c) dipende dal livello di drogaggio
 - (d) dipende dal potenziale applicato.

3. (1pt) Se all'equilibrio termodinamico in una regione di semiconduttore il diagramma a bande ha andamento lineare, allora
 - (a) la regione è neutra
 - (b) la regione è drogata tipo n
 - (c) nella regione la densità di carica è costante e diversa da zero
 - (d) nel semiconduttore il campo elettrico è nullo.

4. (1pt) In un semiconduttore drogato di tipo n , indicando con n_0, p_0 le concentrazioni di elettroni e lacune all'equilibrio termodinamico e con n, p le concentrazioni dei portatori fuori equilibrio, la condizione di *alto livello di iniezione* si verifica quando:
- (a) $n \approx n_0, p \approx p_0$,
 - (b) $n > n_0, p \approx p_0$,
 - (c) $n \approx n_0, p > p_0$,
 - (d) $n > n_0, p > p_0$.
5. (1pt) La rottura (*breakdown*) di una giunzione pn può essere dovuta a
- (a) eccessivo valore della tensione di polarizzazione diretta
 - (b) generazione di portatori liberi nella regione di carica spaziale per effetto valanga
 - (c) eccessivo valore di corrente
 - (d) eccessivo aumento della temperatura.
6. (1pt) In un diodo pn^+ la corrente
- (a) è prevalentemente una corrente di trascinamento di lacune iniettate nella regione n
 - (b) è prevalentemente una corrente di trascinamento di elettroni iniettati nella regione p
 - (c) è circa uguale alla corrente di diffusione delle lacune iniettate nella zona n , valutata all'estremità della regione di carica spaziale
 - (d) è circa uguale alla corrente di diffusione degli elettroni iniettati nella zona p , valutata all'estremità della regione di carica spaziale.
7. (1pt) In una giunzione pn in conduzione, la conduttanza differenziale
- (a) diminuisce al crescere della tensione diretta
 - (b) aumenta al crescere della corrente
 - (c) è indipendente dalla polarizzazione
 - (d) diminuisce al crescere della temperatura.
8. (1pt) In un transistor bipolare npn , l'efficienza di emettitore descrive
- (a) il rapporto tra la corrente di collettore e quella di base
 - (b) la percentuale della corrente di emettitore che è dovuta all'iniezione di elettroni dall'emettitore nella base
 - (c) la frazione di corrente di elettroni iniettata dall'emettitore nella base che viene raccolta dal collettore
 - (d) il rapporto tra la corrente di elettroni e quella di lacune nella base.

9. (1pt) In un transistor bipolare *npn*, il guadagno di corrente nella configurazione a emettitore comune β_F descrive
- (a) il rapporto tra la corrente di collettore e quella di base
 - (b) la percentuale della corrente di emettitore che è dovuta all'iniezione di elettroni dall'emettitore nella base
 - (c) la frazione di corrente di elettroni iniettata dall'emettitore nella base che viene raccolta dal collettore
 - (d) il rapporto tra la corrente di elettroni e quella di lacune nella base.
10. (1pt) In un transistor bipolare *pn*p funzionante in regione attiva diretta, la corrente di collettore può aumentare al crescere della tensione V_{CE} perché
- (a) aumenta la concentrazione di portatori minoritari in base
 - (b) aumenta l'efficienza di emettitore
 - (c) aumenta il fattore di trasporto in base
 - (d) diminuisce la lunghezza di diffusione in base.
11. (2pt) Disegnare la transcaratteristica ibrida d'uscita $I_C(V_{CE})$ di un transistor bipolare in configurazione a emettitore comune, mettendo in evidenza la zona attiva diretta e la zona di saturazione. Come si modificherebbe la caratteristica se l'effetto Early non fosse trascurabile?

12. (2pt) Disegnare l'andamento tipico della transcaratteristica ibrida d'uscita $I_{DS}(V_{DS})$ di un FET in configurazione a source comune (mettendo in evidenza le differenti regioni di funzionamento) e la corrispondente curva $I_{DS}(V_{GS})$ in saturazione.
13. (2pt) Disegnare il più semplice circuito equivalente di piccolo segnale di un FET (a giunzione o MOS) in saturazione, trascurando le capacità parassite.
14. (1pt) In un transistor MOS a canale n sopra soglia e per $V_{DS} > 0$, la carica di elettroni liberi nella regione di inversione (canale):
- (a) aumenta spostandosi dal source verso il drain
 - (b) diminuisce spostandosi dal source verso il drain
 - (c) non dipende dalla posizione nel canale
 - (d) dipende dalla posizione nel canale soltanto tenendo conto di effetti di non-idealità (trascurabili in prima approssimazione).
15. (1pt) Un transistor MOS a canale n è polarizzato con $V_G = V_D = 4\text{ V}$, $V_S = V_B = 2\text{ V}$. Sapendo che $V_{th} = 2.5\text{ V}$, dire in quale regione di funzionamento opera il dispositivo: descrive
- (a) quadratica
 - (b) interdizione
 - (c) accumulo
 - (d) saturazione.

Dispositivi Elettronici
Prova scritta - Esercizi [15pt]
20 settembre 2004

Nome: _____
Cognome: _____
Matricola: _____
Anno di frequenza: _____
Firma: _____

Esercizi	Quiz	Totale

Costanti fisiche

$$\begin{array}{ll} h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ Js} & \hbar = h/(2\pi) \\ k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K} & c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \\ m_0 = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg} & q = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C} \\ \epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12} \text{ F/m} & \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \end{array}$$

1. **[7pt]** A temperatura ambiente la resistività del germanio intrinseco è $\rho_I = 57 \Omega \text{ cm}$ e la resistività del germanio drogato n con $N_D = 1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ è $\rho_E = 16 \Omega \text{ cm}$. Calcolare la mobilità di elettroni e lacune. (Il Ge a $T = 300 \text{ K}$ ha $E_g = 0.661 \text{ eV}$ e densità efficaci degli stati in banda di conduzione e di valenza $N_c = 1.0 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$, $N_v = 5.0 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.)

2. [8pt] La capacità per unità di area di una giunzione $p - n$ brusca non polarizzata a $T = 300$ K è $C(0) = 3.05 \times 10^{-4} \text{ F/m}^2$. Per polarizzazione inversa pari a -1 V, -2 V e -3 V la capacità per unità di area diventa rispettivamente $2.11 \times 10^{-4} \text{ F/m}^2$, $1.70 \times 10^{-4} \text{ F/m}^2$, $1.47 \times 10^{-4} \text{ F/m}^2$. Sapendo che il lato meno drogato della giunzione è il lato p e trascurando il contributo della capacità di diffusione, determinare il potenziale di contatto della giunzione V_{bi} e il drogaggio del lato p e del lato n . (Il Si a $T = 300$ K ha $E_g = 1.12$ eV, $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $\epsilon_r = 11.9$.)