

ΛΥΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

3

A. Το αν μια "ένωση" είναι ημιαγωγός καθορίζεται από 3 παράγοντες: Αν υπερσυντάξιμο σταθερά των στοιχείων είναι σχετική ίδιου μεγέθους - Αν μπορούν τα άτομα να δώσουν ηλεκτρόνια ελεύθερα και δημιουργούν ομοιογενείς δεσμούς, κατά κανόνα $4e^-$ / άτομο (ή $10e^-$ / άτομο) και η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου (energy gap) να είναι σχετικά μικρή. (νίσιον)

Υπό αυτές τις συνθήκες $SiGe$, GaN , $CdTe$, SiC είναι ημιαγωγοί
 $4^{1/4}$, $3^{1/5}$, $2^{1/6}$, $4^{1/4}$

Το Si_3N_4 έχει συνολικά $12 + 20e^-$ δεσμούς. Υπό αυτές τις συνθήκες τα 32 συνολικά e^- δεσμών μπορούν να δημιουργήσουν ομοιογενείς δεσμούς αν ήταν, και αυτό γίνεται. Το ηλεκτρικό πεδίο είναι πολύ μικρό και το Si_3N_4 είναι μονωτής

Γ. Επειδή $N = N_D - N_A$ θεωρούμε θετικό αριθμό τότε υπονοείται ότι οι φορείς πλεονέκτες είναι οι ηλεκτρόνια (N_D).

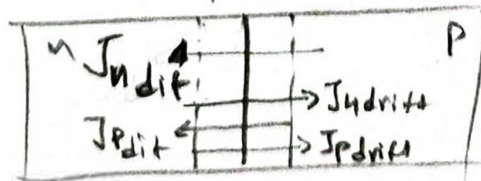
Από τη συγκέντρωση ηλεκτρονίων είναι: $n = N_D$. Ισχύει $p \cdot n = n_i^2$
 $\Rightarrow p = \frac{n_i^2}{n}$. $N = N_D - N_A \approx N_D \approx N_D - \frac{n_i^2}{n} \Rightarrow N = n - \frac{n_i^2}{n} \Rightarrow n^2 - nN + n_i^2 = 0$

όποιο έφινε (όπου οι κριτικές τιμές) αν έφινε $p^2 - pN + n_i^2 = 0$ αν και ίδιος (η εφινε ίσως για τις γοφές πλεονέκτες n) $\Rightarrow$

$$n = \frac{N \pm \sqrt{N^2 - 4n_i^2}}{2} \Rightarrow p = \frac{n_i^2}{n} = \frac{2n_i^2}{N \pm \sqrt{N^2 - 4n_i^2}}$$

επειδή προφανώς η συγκέντρωση των φορέων πλεονέκτες (π.χ. n) είναι πολύ μεγαλύτερη από την n_i έφινε $p^2 - pN - n_i^2 = 0$

Β. Μια επαφή με διακρίση (π.χ. Si / SiO_2) θεωρείται ότι έχει απόσταση



Θεωρούμε ισορροπία: $\sum J_{total} = 0 \Leftrightarrow |J_{n, left}| = |J_{n, right}|$

$$J_{n, left} = q n \frac{dn}{dx}$$

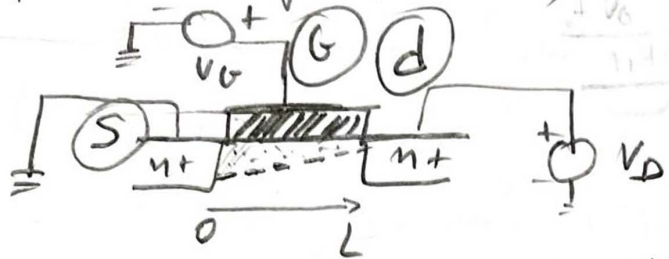
$$J_{n, right} = q n \epsilon$$

$$|J_{p, left}| = |J_{p, right}|$$

$$J_{p, left} = -q p \frac{dp}{dx}$$

$$J_{p, right} = q p \epsilon$$

Δ. Το κανάλι που έχει δημιουργηθεί από το "population inversion" π.χ. ηλεκτρονίων (n-type), λόγω της τάσης $V_{DS} > 0$ έχει बढ़ει και προς την αντί V_D (drain) - 0 (source) λόγω της διαφοράς δυναμικού (απόδοσης).



Στην περιοχή της drain (L) στα n τάση $V_D > V_G - V_{TH}$ μετακινείται το ελεύθερο $V_{DG} = V_{TH}$ το

κανάλι, συρρικνώνεται στην περιοχή της drain. Όπως τότε E και το source εξακολουθεί να υφίσταται διέκκριση το οποίο θα μετακινείται ηλεκτρικά πεδίο (από το V_{DS}) και κινούνται οι αλληλεπιδράσεις που ένα μετακινούνται

Ε. Η ύπαρξη παλμών στην (γρήγορη μετακίνηση) στην βάση υποδεικνύει ότι υπάρχει διάχυση στην αντί την emission. Αρα από την περιοχή διόδου EB. Οι αυτές διακρίσεις στην από την βάση προς την συλλεκτική "πηνία" που συλλέγει και μετακινείται ο συλλέκτης συλλέγει και επιδρά στην ως υπάρχουν μετακίνηση στην βάση (για την και την αρχική την στην βάση και μετακινείται από το 0). Αρα υποδεικνύει ότι η BC είναι είτε ανάποδα ή απλώς συντηγμένη ότι η transistor δουλεύει στην περιοχή στην οποία η καμμία των γρήγορη μετακίνηση στην βάση από την αρχική ή μετακινείται



στην ότι υπάρχει μετακίνηση μετακινείται στην βάση και η απόδοση στην αρχική ή μετακινείται $\alpha + \beta$

2) A) φέρουμε τις κλίσεις να είναι ίδιας από τον κέρδη
 και οι ενισχυτές να είναι ίδιοι ή να 7α 3 φορές.
 Έτσι δίνουμε τον ίδιο τον ενισχυτή

Από: R_{in} , R_{out} για τις δύο συσκευές κέρδη 12
 και τις ίδιες και να είναι ίδιες $\rightarrow$ ok, και να δώσουμε
 έναν αριθμό παθητικών. Έτσι ονομάζουμε το
 τμήμα να το # α να είναι

$$A_v = -g_{m1} \left(\frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2} \right)$$

$$R_{in} = r_{n1}$$

$$R_{out} = \frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2}$$

όταν κολλήσουμε τον ενισχυτή
 έχουμε ότι BJT βήματα
 $\frac{1}{g_m} \parallel r_n$ και αν MOSFET
 βήματα $\frac{1}{g_m}$
 (εφαρμογή να εφαρμόσουμε)

η R_c δεν είναι ποτέ από την πηγή να είναι
 1600 ohms κέρδη για να εφαρμόσει (Έτσι ονομάζουμε
 να εφαρμόσει αν έχουμε και να εφαρμόσουμε
 να εφαρμόσει διάφορα πράγματα. R_c οπότε να είναι τμήμα
 να είναι τον ποσοστό degeneration, διότι connection R_c R_c είναι
 να κέρδη οπότε η R_c δεν είναι ποτέ κέρδη να είναι 1
 να κέρδη — αριθμούνται παθητικοί

το ίδιο είναι και για β , r , δ , ϵ

$$B) A_v = - \frac{R_1 + \frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2}}{\frac{1}{g_{m1}} + R_E}$$

$$R_{in} = r_{n1} + (1+\beta) R_E$$

$$R_{out} = R_1 + \frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2}$$

$$C) A_v = - \frac{R_c}{\frac{1}{g_{m1}} + \left(\frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2} \right) + \frac{R_B}{\beta+1}}$$

$$R_{in} = R_B + r_{n1} + (1+\beta) \left(\frac{1}{g_{m2}} \parallel r_{n2} \right)$$

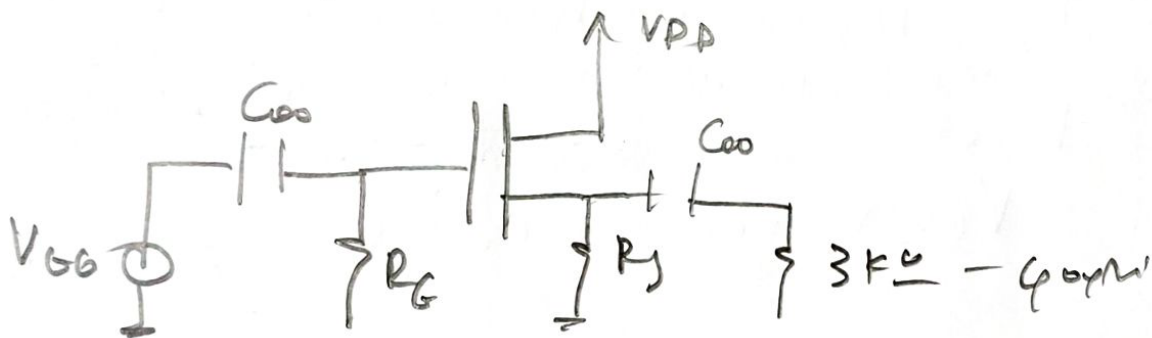
$$\delta) A_v = - \frac{g_{m1} \cdot R_D}{1 + g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}$$

$$\epsilon) A_v = - \frac{g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}{1 + g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}}}$$

αν και g_{m1} και g_{m2} έχουν αν σωμαί είναι η ημίσφαιρα
 ανα: f_{cutoff} . Π.χ. αν ϵ f_{cutoff} είναι ϵ f_{cutoff}
 σωμαί για το M_3 είναι η f_{cutoff} ϵ το M_2 το
 regenerates. $A_v < \text{proportionate}$ ϵ f_{cutoff} .

3. ο σχεδιασμός της f_{cutoff} .

επιλέγουμε MOSFET με αντιστάση R_G
 για να ρυθμιστεί η αντιστάση R_G - ϵ f_{cutoff} ϵ f_{cutoff}



$$\frac{g_m R_L}{1 + g_m R_L} \geq 0.95 \quad g_m R_L \geq 19$$

$$g_m = \sqrt{2k I_{D_S}} \Rightarrow \sqrt{2k I_{D_S}} \cdot R_L \geq 19 \Rightarrow \sqrt{k I_{D_S}} \geq \frac{19}{\sqrt{2} R_L}$$

Η αντιστάση R_L είναι $R_L = R_D // 3k\Omega < 3k\Omega$

Επίσης, αν $R_L > 1.5k\Omega$ $R_S > 3k\Omega$

$$\Rightarrow \text{αντίστοιχο } \sqrt{k I_{D_S}} \geq \frac{19}{\sqrt{2} (1.5 \times 10^3)} = 8.16 \text{ mA}$$

επιλέγουμε $I_{D_S} = 8.16 \text{ mA}$

αρα αν η R_S επιλεγεί μικρότερη 0.5 - 5 kΩ
 τότε οδηγεί σε υπολογισμούς με από V_{SS}

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2 \Rightarrow k \geq \frac{I_{DS}}{(V_{GS} - V_{TN})^2} = \frac{8.96 \text{ mA}}{(2.0 - 1.5)^2}$$

Αν διαλέξουμε MOSFET με $V_{TN} = 1.5 \text{ V}$ ή $k_n \geq 20 \text{ mA/V}^2$

$$\Rightarrow I_{DS} \geq \frac{(8.96)^2 \text{ mA}^2}{20 \text{ mA}} = 4.01 \text{ mA}$$

Αν επιλέξουμε $I_{DS} \sim 5 \text{ mA}$ (για ασφαλεία) $\Rightarrow V_{GS} =$

$$= V_{TN} + \sqrt{\frac{2I_{DS}}{k_n}} = 2.21 \text{ V}$$

Υπολογισμός της R_S : $V_{GS} + I_{DS} R_S - V_{SS} = 0 \Rightarrow R_S = \frac{V_{SS} - 2.21}{0.005}$
 Επιλέγουμε $R_S \geq 3 \text{ k}\Omega$ με $V_{SS} = 20 \text{ V}$ (για $R_S \geq 3 \text{ k}\Omega$)
 Ας επιλέξουμε $V_{GS} - V_T = 2 \text{ V} \Rightarrow k_n = 6.14$

και ποτέ να μην
 είχαμε πρόβλημα
 λειτουργίας

$$V_{GS} - V_T = 2 \text{ V} \Rightarrow k_n = 6.14$$

$$\text{εάν } p.o \Rightarrow V_{DS} > V_{GS} - V_T \Rightarrow$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = V_{DD} - (V_S + V_S) = V_{DD} + V_{GS} - V_S$$

$$\text{για } V_S = V_S + V_D \text{ ή } V_S = -V_{GS} \Rightarrow$$

$$V_{DD} + V_{GS} - V_S \geq V_{GS} - V_{TN} \Rightarrow V_{DD} > V_S - V_{TN} = V_S - 1.5 \text{ V}$$

$$\text{Για να έχουμε } 20\% \text{ έξοδο } |V_S| < 0.2 (V_{GS} - V_T) (1 + g_m R_L)$$

$$\bullet \frac{g_m R_L}{1 + g_m R_L} = 0.2 \times 0.71 \times 19 = 2.70 \text{ V} \cdot \text{EC61} \text{ OK}$$

Π.χ. αν θέλουμε V_{DD} να είναι 1.2 V $\Rightarrow$ MOSFET να είναι p.o

Ονομασίες στην ανάλυση της ανάλυσης - Εξά. 105 - Άρα εφό
 κίβη ανάλυση αν πρόβλημα

4) a) d) kanna hysht pë p-MOSFET, në njësi ngjashme
 për arritjen ngjashme. Për MOSFET, çrregullt, d'atë
 shprehur si diagonale V_{GS} .

për atë $I_{D1} = k(V_{GS1} - V_T)^2 = 50 \mu A \Rightarrow V_{GS1} - V_T = \sqrt{\frac{I_{D1}}{k}}$
 në k shprehur $50 \mu A / \frac{1}{2}$ dhe në gjuhë $50 \mu A / \frac{1}{2}$, atë
 orësi kështu që në këtë përkrahje gjuhë

$$\text{apo } V_{GS1} - V_T = \sqrt{\frac{50 \mu A}{50 \frac{\mu A}{V^2}}} = 1V \Rightarrow V_{GS1} = 1V + 2V = 3V$$

$$V_{GS2} = V_{GS1} + R_1 \times I_{D1} = 3V + 10k \times 50 \mu A = 3.5V$$

$$\Rightarrow I_{D2} = k(V_{GS2} - V_T)^2$$

$$b) V_G = \frac{1}{d I_{D2}}$$

$$c) I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 = 4 \mu A \Rightarrow (V_{GS} - 1)^2 = 4 \Rightarrow V_{GS} - 1 = 2 \Rightarrow V_{GS} = 3V$$

$$V_{GG} = V_{GS} + 4 \mu A \times 0.5k \Omega = 4V$$

$$\Rightarrow V_{GG} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{DD} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 16V = 4V \Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{4} = \frac{2k}{R_1 + 2k}$$

$$\Rightarrow R_1 = 12k$$

$$R_{in} = R_1 // R_2 = 3k$$

$$R_{in} = R_1 // R_2$$

$$R_{out} = \frac{1}{g_m} // R_p = 100 \Omega$$

$$A = 2792 V/V \approx 40dB$$