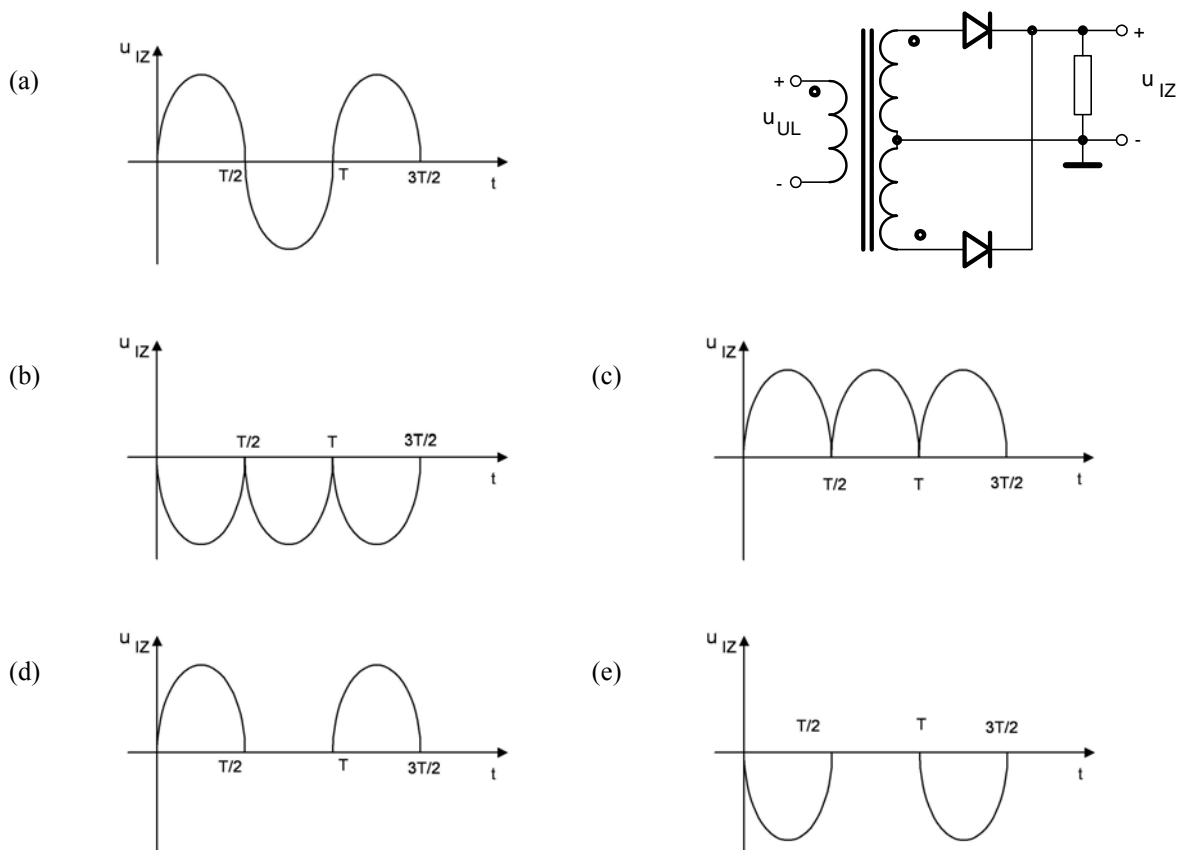


DRUGI MEĐUISPIT IZ ELEKTRONIKE 1

01.12.2008.

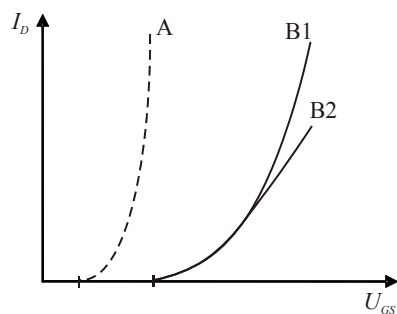
PRVA SKUPINA ZADATAKA

1. Na ulaz sklopa ispravljača priključen je sinusni ulazni napon. Kako izgleda izlazni napon? (1 bod)



2. Na slici su prikazane prijenosne karakteristike dvaju različitih MOSFET-a, A i B. Za napon praga U_{GS0} i strujni koeficijent K prikazanih MOSFET-a vrijedi (1 bod):

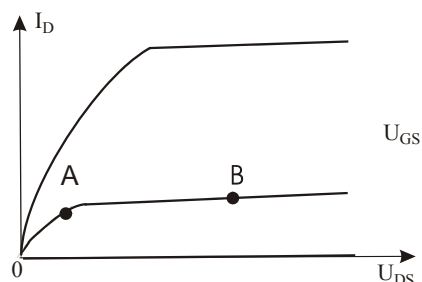
- (a) $U_{GS0A} > U_{GS0B}$ i $K_A > K_B$,
- (b) $U_{GS0A} > U_{GS0B}$ i $K_A = K_B$,
- (c) $U_{GS0A} < U_{GS0B}$ i $K_A < K_B$,
- (d) $U_{GS0A} > U_{GS0B}$ i $K_A < K_B$,
- (e) $U_{GS0A} < U_{GS0B}$ i $K_A > K_B$.



3. Usporedimo li strmine MOSFET-a A i B (na istoj struji u području zasićenja na slici iz prethodnog zadatka), te napone U_{DS} karakteristika B1 i B2 MOSFET-a B, vrijedi (1 bod):

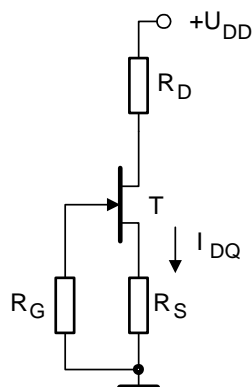
- (a) $g_{mA} < g_{mB}$ i $U_{DS, B1} < U_{DS, B2}$,
- (b) $g_{mA} < g_{mB}$ i $U_{DS, B1} > U_{DS, B2}$,
- (c) $g_{mA} > g_{mB}$ i $U_{DS, B1} > U_{DS, B2}$,
- (d) $g_{mA} > g_{mB}$ i $U_{DS, B1} < U_{DS, B2}$,
- (e) $g_{mA} = g_{mB}$ i $U_{DS, B1} > U_{DS, B2}$.

4. Izlazne karakteristike JFET-a prikazane su na slici. U kojem su odnosu strmine i efektivne duljine kanala u točkama A i B? (1 bod)



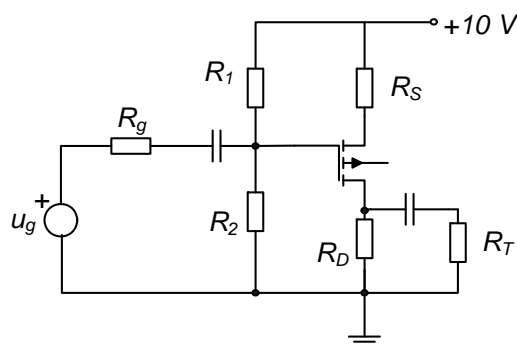
- (a) $g_{mA} = g_{mB}$, $L_A < L_B$
- (b) $g_{mA} = g_{mB}$, $L_A = L_B$
- (c) $g_{mA} > g_{mB}$, $L_A > L_B$
- (d) $g_{mA} < g_{mB}$, $L_A = L_B$
- (e) $g_{mA} < g_{mB}$, $L_A > L_B$

5. U sklopu pojačala sa JFET-om otpornik R_S se poveća. Što će se dogoditi sa strujom I_{DQ} ? (1 bod)



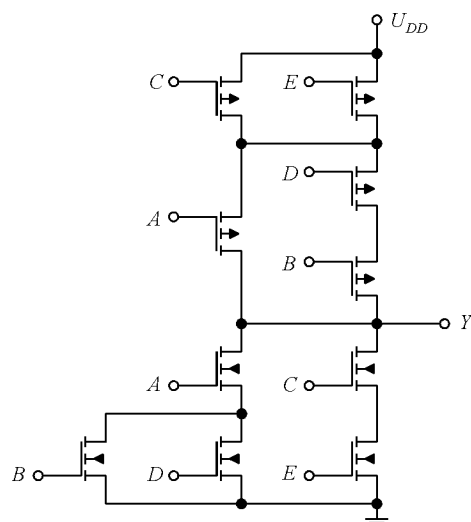
- (a) I_{DQ} se povećava.
- (b) I_{DQ} se smanji.
- (c) I_{DQ} prvo raste pa se smanji.
- (d) I_{DQ} se prvo smanji pa onda raste.
- (e) I_{DQ} ostaje nepromjenjena.

6. Za sklop prikazan na slici vrijedi tvrdnja (1 bod):



- (a) radi u spoju zajedničkog uvoda i ima stabiliziranu radnu točku,
- (b) radi u spoju zajedničkog odvoda i nema stabiliziranu radnu točku,
- (c) radi u spoju zajedničkog odvoda i ima stabiliziranu radnu točku,
- (d) radi u spoju zajedničkog uvoda i nema stabiliziranu radnu točku,
- (e) radi u spoju zajedničke upravljačke elektrode i ima stabiliziranu radnu točku.

7. Koju logičku funkciju ostvaruje CMOS sklop na slici? (1 bod)



- (a) $Y = A(B + D) + CE$
- (b) niti jedan od odgovora
- (c) $Y = \overline{(A + BD)(C + E)}$
- (d) $Y = \overline{A(B + D) + CE}$
- (e) $Y = (A + BD)(C + E)$

8. Silicijski *n*p*n* tranzistor radi u normalnom aktivnom području i vodi struju emitera iznosa 1 mA pri naponu $U_{BE} = 0,55$ V. Drugi *n*p*n* tranzistor ima jednake tehnološke karakteristike kao prvi osim što mu je koncentracija primjesa u emiteru dvostruko veća, $N_{DE2} = 2N_{DE1}$. To znači da na temperaturi $T = 300$ K drugi tranzistor ima (1 bod):

- (a) veću ravnotežnu koncentraciju manjinskih nosilaca u emiteru i veći faktor efikasnosti emitera,
- (b) veću ravnotežnu koncentraciju manjinskih nosilaca u emiteru i isti faktor efikasnosti emitera,
- (c) veću ravnotežnu koncentraciju manjinskih nosilaca u emiteru i manji faktor efikasnosti emitera,
- (d) manju ravnotežnu koncentraciju manjinskih nosilaca u emiteru i veći faktor efikasnosti emitera,
- (e) manju ravnotežnu koncentraciju manjinskih nosilaca u emiteru i manji faktor efikasnosti emitera.

DRUGA SKUPINA ZADATAKA

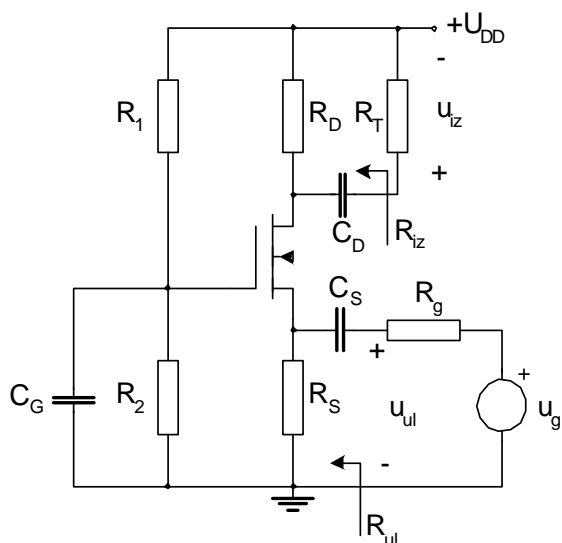
ZADATAK 1. *N*-kanalni idealni silicijski MOSFET ima duljinu kanala $2\text{ }\mu\text{m}$, a kapacitet upravljačke elektrode prema kanalu iznosi $0,5\text{ pF}$. Faktor naponskog pojačanja u nekoj točki iznosi $\mu = 1$. Pokretljivost većinskih nosilaca u kanalu je $400\text{ cm}^2/\text{Vs}$.

- 1.1. Odrediti područje rada MOSFET-a (1 bod).
- 1.2. Odrediti strujni koeficijent K MOSFET-a (1 bod).
- 1.3. Ako se promjenom tehnološkog parametra promijeni strujni koeficijent na $K = 4\text{ mA/V}^2$, izračunati napon U_{DS} pri kojem strmina iznosi $g_m = 6\text{ mA/V}$. Pri tome pretpostaviti da je faktor naponskog pojačanja u točki $\mu = 1$. (1 bod).
- 1.4. Odrediti napon praga U_{GS0} ako je $U_{GS} = 1\text{ V}$, $U_{DS} = 1,5\text{ V}$, dinamička vodljivost $g_d = 6\text{ mS}$ i $K = 4\text{ mA/V}^2$ (1 bod).
- 1.5. Odrediti strminu ako se u odnosu na 1.4. napon U_{DS} promijeni na 5 V , a U_{GS} ostane nepromijenjen ($U_{GS} = 1\text{ V}$) (1 bod).

ODGOVORI:

- | | | |
|--|---|--|
| 1.1. (a) triodno
(b) zapiranje
(c) u području gdje možemo uzeti da je $r_d = \infty$
(d) zasićenju
(e) nijedno od navedenih | 1.2. (a) $K = 0,5\text{ mA/V}^2$
(b) $K = 10\text{ mA/V}^2$
(c) $K = 20\text{ mA/V}^2$
(d) $K = 5\text{ mA/V}^2$
(e) $K = 0,1\text{ mA/V}^2$ | 1.3. (a) $U_{DS} = 0\text{ V}$
(b) $U_{DS} = 0,75\text{ V}$
(c) $U_{DS} = 3\text{ V}$
(d) $U_{DS} = 1,5\text{ V}$
(e) $U_{DS} = 2\text{ V}$ |
| 1.4. (a) $U_{GS0} = -1,7\text{ V}$
(b) $U_{GS0} = -2\text{ V}$
(c) $U_{GS0} = 1,7\text{ V}$
(d) $U_{GS0} = 2\text{ V}$
(e) $U_{GS0} = 0\text{ V}$ | 1.5. (a) $g_m = 27,5\text{ mA/V}$
(b) $g_m = 10\text{ mA/V}$
(c) $g_m = 13,5\text{ mA/V}$
(d) $g_m = 4\text{ mA/V}$
(e) $g_m = 12\text{ mA/V}$ | |

ZADATAK 2. U pojačalu na slici zadano je: $U_{DD} = 12\text{ V}$, $R_g = 500\text{ }\Omega$, $R_1 = 7,8\text{ M}\Omega$, $R_2 = 1,8\text{ M}\Omega$, $R_D = 1,2\text{ k}\Omega$ i $R_T = 3,9\text{ k}\Omega$. Parametri *n*-kanalnog MOSFET-a su $K = 1,5\text{ mA/V}^2$, $U_{GS0} = -1,7\text{ V}$ i $\lambda = 0,0035\text{ V}^{-1}$. Odrediti:



- 2.1. statičku radnu točku ako je $R_S = 560 \Omega$ (1 bod),
- 2.2. dinamičke parametre g_m i r_d , ako je poznato $I_{DQ} = 3,69 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 5,84 \text{ V}$, $U_{GSQ} = 0,52 \text{ V}$ i $R_S = 470 \Omega$ (1 bod),
- 2.3. naponsko pojačanje $A_V = u_{iz}/u_{ul}$, ako su poznati dinamički parametri $g_m = 3,02 \text{ mA/V}$ i $r_d = 98,14 \text{ k}\Omega$, te $R_S = 680 \Omega$ (1 bod),
- 2.4. ulazni otpor R_{ul} , ako su poznati dinamički parametri $g_m = 3,02 \text{ mA/V}$ i $r_d = 98,14 \text{ k}\Omega$, te $R_S = 680 \Omega$ (1 bod),
- 2.5. izlazni otpor R_{iz} , ako su poznati dinamički parametri $g_m = 3,02 \text{ mA/V}$ i $r_d = 98,14 \text{ k}\Omega$, te $R_S = 680 \Omega$ (1 bod).

ODGOVORI:

- 2.1. (a) $I_{DQ} = 3,3 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 5,61 \text{ V}$
 (b) $I_{DQ} = 3,9 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 6,18 \text{ V}$
 (c) $I_{DQ} = 3,1 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 5,61 \text{ V}$
 (d) $I_{DQ} = 3,3 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 6,18 \text{ V}$
 (e) $I_{DQ} = 3,1 \text{ mA}$, $U_{DSQ} = 5,22 \text{ V}$
- 2.2. (a) $g_m = 4,11 \text{ mA/V}$, $r_d = 77,5 \text{ k}\Omega$
 (b) $g_m = 3,93 \text{ mA/V}$, $r_d = 81,3 \text{ k}\Omega$
 (c) $g_m = 3,39 \text{ mA/V}$, $r_d = 98,6 \text{ k}\Omega$
 (d) $g_m = 4,11 \text{ mA/V}$, $r_d = 98,6 \text{ k}\Omega$
 (e) $g_m = 3,39 \text{ mA/V}$, $r_d = 77,5 \text{ k}\Omega$
- 2.3. (a) $A_V = 0,78$
 (b) $A_V = -2,75$
 (c) $A_V = 2,75$
 (d) $A_V = -0,78$
 (e) $A_V = -16,2$
- 2.4. (a) $R_{ul} = 224 \text{ k}\Omega$
 (b) $R_{ul} = 286 \Omega$
 (c) $R_{ul} = 224 \Omega$
 (d) $R_{ul} = 316 \Omega$
 (e) $R_{ul} = 316 \text{ k}\Omega$
- 2.5. (a) $R_{iz} = 1,19 \text{ k}\Omega$
 (b) $R_{iz} = 1,19 \Omega$
 (c) $R_{iz} = 2,01 \text{ k}\Omega$
 (d) $R_{iz} = 2,01 \text{ M}\Omega$
 (e) $R_{iz} = 2,65 \text{ k}\Omega$

ZADATAK 3. Silicijski *pnp* tranzistor ima homogene raspodjele primjesa u bazi i emiteru iznosa $N_{AE} = 1,5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ i $N_{DB} = 6 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$. U nekoj radnoj točki u normalnom aktivnom području rubna koncentracija manjinskih nosilaca u bazi iznosi $p_{B0} = 1,4 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$. Površina presjeka spoja emiter-baza je $S = 2,5 \text{ mm}^2$, a efektivna širina baze $w_B = 1,5 \mu\text{m}$. Pokretljivosti nosilaca iznose $\mu_n = 550 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ i $\mu_p = 300 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Rekombinacijska struja iznosi $I_R = 2 \mu\text{A}$. Pretpostaviti da je $U_T = 25 \text{ mV}$, $T = 300 \text{ K}$, $\gamma = 0,9926$. Izračunati:

- 3.1. napon U_{BE} (1 bod),
- 3.2. vrijeme života manjinskih nosilaca u bazi (1 bod),
- 3.3. komponentu struje I_{NE} (1 bod),
- 3.4. vrijeme proleta šupljina kroz bazu (1 bod),
- 3.5. istosmjerni faktor strujnog pojačanja u spoju zajedničke baze (1 bod).

ODGOVORI:

- 3.1. (a) $U_{BE} = -0,613 \text{ V}$
 (b) $U_{BE} = 0,613 \text{ V}$
 (c) $U_{BE} = -0,6907 \text{ V}$
 (d) $U_{BE} = 0,6907 \text{ V}$
 (e) $U_{BE} = 0,713 \text{ V}$
- 3.2. (a) $\tau_p = 0,21 \mu\text{s}$
 (b) $\tau_p = 2,1 \text{ ms}$
 (c) $\tau_p = 21 \mu\text{s}$
 (d) $\tau_p = 0,5526 \mu\text{s}$
 (e) $\tau_p = 0,05526 \text{ ns}$
- 3.3. (a) $I_{NE} = 208,7 \mu\text{A}$
 (b) $I_{NE} = 20,9 \text{ mA}$
 (c) $I_{NE} = 89,5 \text{ mA}$
 (d) $I_{NE} = 89,5 \text{ nA}$
 (e) $I_{NE} = 89,5 \mu\text{A}$
- 3.4. (a) $t_{tr} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
 (b) $t_{tr} = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$
 (c) $t_{tr} = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
 (d) $t_{tr} = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ s}$
 (e) $t_{tr} = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ s}$
- 3.5. (a) $\alpha = 0,9998$
 (b) $\alpha = 0,9831$
 (c) $\alpha = 0,9925$
 (d) $\alpha = 0,9980$
 (e) $\alpha = 0,9898$