

Osnovi analogne elektronike – SEPTEMBAR 2023 – REŠENJA

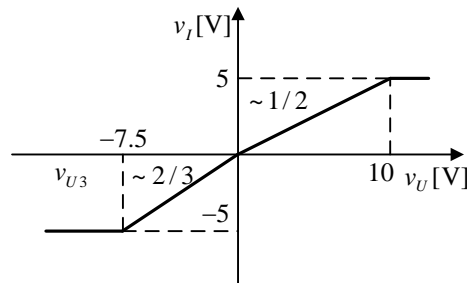
3. Za dovoljno negativnu vrednost ulaznog napona dioda D_2 i Zener diode D_{Z1} i D_{Z2} provode, dok je dioda D_1 neprovodna. Napon na izlazu je određen Zener diodama i konstantan je. Sa povećavanjem napona na ulazu u jednom trenutku Zener dioda će prestati da provode. Daljim povećavanjem napona na ulazu dioda D_2 će ostati provodna i napon na izlazu će biti određen razdelnikom napona $R-2R$. Takav scenario važi sve dok napon na poraste do nule, kada i dioda D_2 prestaje da provodi.

Dovođenjem pozitivnog napona na ulaz najpre će provesti dioda D_1 , i nadalje će napon na izlazu biti određen razdelnikom $R-R$. Ako napon na ulazu bude i dalje rastao napon na izlazu će dostići vrednost za koju će provesti Zener diode, i to će biti ujedno i maksimalna pozitivna vrednost napona na izlazu kola.

Na osnovu iznete analize dobija se analitički izraz za funkciju prenosa

$$v_p = \begin{cases} -V_Z - V_D, & v_U \leq -\frac{3}{2}V_Z - V_D \\ \frac{2}{3}v_U, & -\frac{3}{2}V_Z - V_D \leq v_U \leq 0 \\ \frac{1}{2}v_U, & 0 \leq v_U \leq 2V_Z + V_D \\ V_Z + V_D, & 2V_Z + V_D \leq v_U \end{cases} = \begin{cases} -5 \text{ V}, & v_U \leq -7.5 \text{ V} \\ \frac{2}{3}v_U, & -7.5 \text{ V} \leq v_U \leq 0 \\ \frac{1}{2}v_U, & 0 \leq v_U \leq 10 \text{ V} \\ 5 \text{ V}, & 10 \text{ V} \leq v_U \end{cases}$$

Karakteristika prenosa je prikazana na slici 2.1.



Slika 2.1

4. Uz pretpostavku da tranzistor radi u režimu zasićenja struja drejna je

$$I_D = \frac{k_n}{2} (V_{SG} - |V_t|)^2.$$

Na osnovu slike 3.17.1 može se pisati

$$V_{SG} = (I_0 - I_D)R_{G1},$$

odakle sledi

$$I_D = \frac{k_n}{2} ((I_0 - I_D)R_{G1} - |V_t|)^2.$$

Iz prethodne kvadratne jednačine dobijaju se dva rešenja

$$I_{D1} = 5.0625 \text{ mA i } I_{D2} = 4 \text{ mA}.$$

Prvo rešenje je nemoguće jer struja drejna ne može da bude veća od struje strujnog izvora, tako da kao jedino validno rešenje ostaje

$$I_D = 4 \text{ mA}.$$

b) Na slici 2.1 prikazano je ekvivalentno kolo pojačavača za male signale. Za čvor v_i se može pisati

$$g_m v_{gs} + \frac{v_{gs}}{R_{G1}} = 0.$$

Jedino rešenje ove jednačine je

$$v_{gs} = 0,$$

odakle sledi da je

$$v_i = v_g,$$

što znači da je naponsko pojačanje pojačavača

$$A_v = 1.$$

Ulazna otpornost pojačavača je

$$R_u = R_{G2}.$$

Izlazna otpornost pojačavača se određuje na osnovu ekvivalentnog kola prikazanog na slici 2.3, za koje se mogu pisati jednačine

$$g_m v_{gs} + v_{gs}/R_{G1} + i_t = 0,$$

$$v_{gs} = -v_t,$$

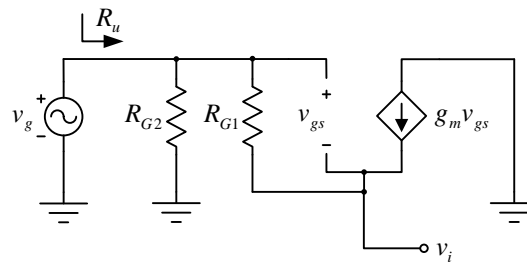
$$i_t = g_m v_t + v_t/R_{G1} = (g_m + 1/R_{G1})v_t,$$

$$R_i = \frac{1}{(g_m + 1/R_{G1})} = \frac{R_{G1}}{1 + g_m R_{G1}}$$

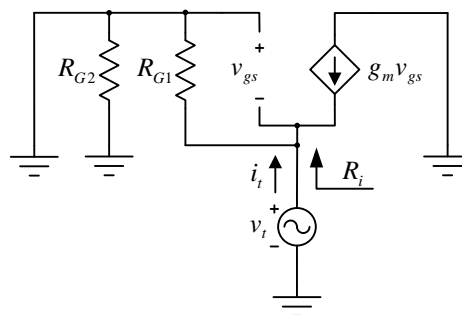
Transkonduktansa u modelu tranzistora za male signale je

$$g_m = \sqrt{2k_n I_D} = 4 \text{ mS},$$

a traženi parametri pojačavača su



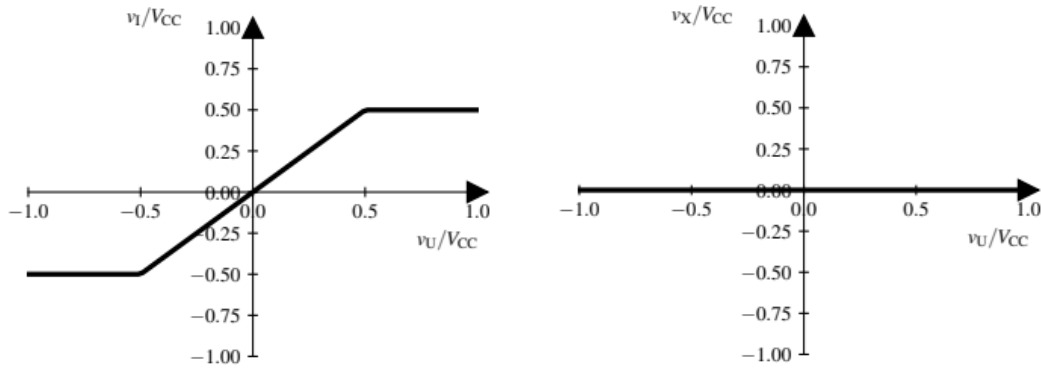
Slika 2.1



Slika 2.2

$$A_v = 1, R_u = 4 \text{ k}\Omega, R_i = 235 \text{ }\Omega.$$

7. Za izlazni napon važi $v_I = v_U$, za $|v_U| < V_{CC}/2$, dok je $v_I = V_{CC}/2$ za $v_U > V_{CC}/2$, odnosno $v_I = -V_{CC}/2$ za $v_U < -V_{CC}/2$. Traženi dijagrami su na slikama.



8. (a) $R_0 = 40\text{k}\Omega$, (b) $P_D = V_P(V_G - V_P)/R_P$, grafik je konkavna parabola sa nulama u $V_P = 0$ i $V_P = V_G$.
 (B) $P_{D,\max} = 36 \text{ W}$.