

OSNOVI ANALOGNE ELEKTRONIKE – FEBRUAR 2026 - REŠENJA

3.

1. režim: $0 \text{ V} \leq v_u \leq 0.7 \text{ V}$. (4 poena)

Za $v_U \leq v_{U1} = V_{BET}$ tranzistor i dioda ne provode.

Izlazni napon je $v_I = v_{I1} = V_{CC} = 12 \text{ V}$.

2. režim: $0.7 \text{ V} < v_u \leq 6.45 \text{ V}$. (4 poena)

Ako je ulazni napon veći od $V_{BET} = 0.7 \text{ V}$ tranzistor postaje provodan i u početku radi u aktivnom režimu, te je

$$v_I = V_{CC} - R_C \beta \frac{v_U - V_{BE}}{R_B} = 12 \text{ V} - 2(v_U - 0.7 \text{ V})$$

Dioda je neprovodna sve dok je napon direktne polarizacije manji od napona praga provođenja tj. ako je

$$v_D = V_{BE} - v_I \leq V_{DT}$$

Iz prethodna dva izraza dobija se vrednost napona na ulazu za koji dioda počinje da provodi

$$v_{U2} = V_{BE} + \frac{R_B}{R_C \beta} (V_{CC} + V_{DT} - V_{BE}) = 6.45 \text{ V}$$

i tada napon na izlazu ima vrednost $v_{I2} = 0.5 \text{ V}$.

3. režim: $6.45 \text{ V} < v_u \leq 12 \text{ V}$. (4 poena)

Sa daljim povećavanjem ulaznog napona povećavaju se struje tranzistora ali napon na izlazu ostaje na ovoj minimalnoj vrednosti dok napon na ulazu ne dostigne maksimalnih

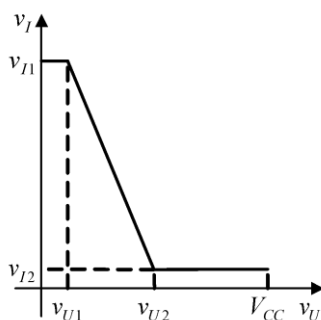
$$v_U = V_{CC} = 12 \text{ V}$$

Grafik: (2 poena)

Analitički izraz za funkciju prenosa kola je

$$v_I = \begin{cases} 12 \text{ V} & v_U \leq 0.7 \text{ V} \\ 12 \text{ V} - 2(v_U - 0.7 \text{ V}) & 0.7 \text{ V} \leq v_U \leq 6.45 \text{ V} \\ 0.5 \text{ V} & 6.45 \text{ V} \leq v_U \leq 12 \text{ V} \end{cases}$$

Grafik ove funkcije je prikazan na slici 3.



Slika 3

4.

a) 6 poena

Uz pretpostavku da tranzistor radi u režimu zasićenja struja drena je

$$I_D = \frac{k_n}{2} (V_{GS} - V_t)^2, (+1p)$$

odakle se dobija napon između gejta i sorsa

$$V_{GS} = V_t + \sqrt{\frac{2I_D}{k_n}} = 5.58 \text{ V} . (+1p)$$

S obzirom da je $I_G=0$, napon na gejtu određen je samo razdelnikom napona R_1 - R_2

$$V_G = \frac{R_2}{R_1 \parallel R_2} V_{DD} = 10 \text{ V} , (+1p)$$

te je napon na otpornosti R_S

$$V_{RS} = V_{DD} - V_{SG} - V_G = 4.42 \text{ V} , (+1p)$$

odakle se dobija tražena optornost

$$R_S = \frac{V_{RS}}{I_D} = 884 \Omega . (+2p)$$

b) 6 poena

Za kolo sa slike 4 se može pisati

$$v_i = -g_m v_{gs} \cdot R_D \parallel R_P = -g_m v_g \cdot R_D \parallel R_P , (+1p)$$

te je naponsko pojačanje pojačavača

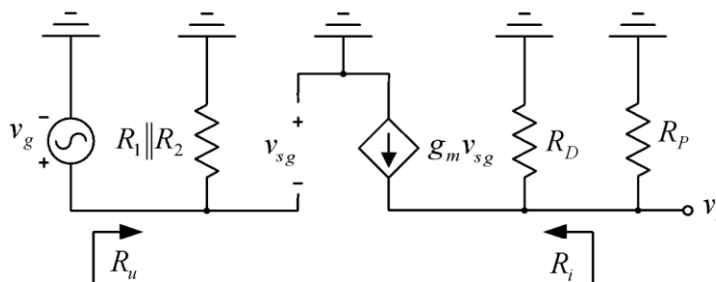
$$A_v = -g_m R_D \parallel R_P . (+1p)$$

Sa slike se vidi da je

$$R_u = R_1 \parallel R_2 , (+2p)$$

i

$$R_i = R_D . (+2p)$$



Slika 4

c) 2 poena

Transkonduktansa u modelu tranzistora za male signale u mirnoj radnoj tački je

$$g_m = \sqrt{2k_n I_D} = 6.32 \text{ mS} ,$$

a traženi parametri pojačavača su

$$A_v = -3.16 , R_u = 5 \text{ k}\Omega , R_i = 1 \text{ k}\Omega . (+2p)$$

7.

Kada je ulazni napon negativan, struja teče u ulazni priključak kola. Kako je korišćeni model diode takav da se ona modeluje kratkom vezom kada provodi, bilo koja vrednost ulaznog negativnog napona je dovoljna da se dioda D_2 uključi. Tada ulazna struja teče kroz paralelnu vezu otpornika R_3 i R_4 . Ova struja je takvog znaka da dioda D_1 nema uslova da provodi. Napon na izlazu kola je

$$v_I = - (R_3 || R_4) / R_2 * v_U = - 2v_U. \quad (+8p)$$

Kada je ulazni napon pozitivan, struja teče iz izlaznog priključka kola. Dioda D_2 je tada inverzno polarisana, odnosno isključena. Ulazna struja je takvog znaka da će dioda D_1 (čiji je napon praga jednak nuli) imati uslova da provodi uvek kada je ulazni napon pozitivan. Tako ulazna struja od invertujućeg ulaznog priključka operacionog pojačavača prema izlazu kola teče kroz paralelnu vezu otpornika R_1 i R_2 . Napon na izlazu kola je

$$v_I = - (R_3) / (R_1 || R_2) * v_U = - 8v_U. \quad (+8p)$$

Izraz za izlazni napon kola sa slike je

$$\begin{aligned} v_I &= - (R_3 || R_4) / R_2 * v_U = - 2v_U, \quad \text{za } v_U < 0 \\ v_I &= - (R_3) / (R_1 || R_2) * v_U = - 8v_U, \quad \text{za } v_U \geq 0 \end{aligned}$$

Dijagram je jos (+4p).

8.

- Tražena otpornost je $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$.
- Tražena maksimalna amplituda je $V_{p,\max}^{(b)} = 5 \text{ V}$.
- Maksimalna amplituda simetričnog neizobličenog napona je $V_{p,\max}^{(c)} = 2,5 \text{ V}$.
- Traženi koeficijenti korisnog dejstva su $\eta(V_{p,\max}^{(c)}/2) = 6,25\%$ i $\eta(V_{p,\max}^{(c)}) = 25\%$.

