

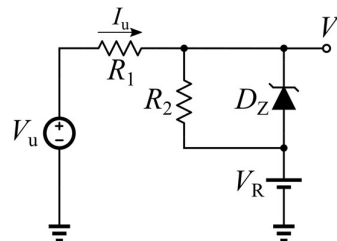


ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНИКЕ

Задаци

1. За диодно коло са Сл. 1 одредити и нацртати зависност излазног напона V_i и улазне струје I_u , у функцији улазног напона V_u .

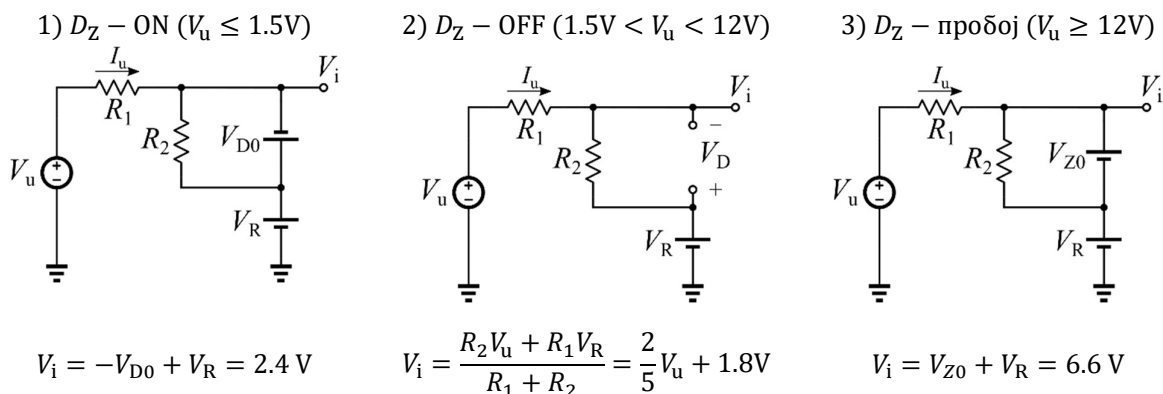
Познато је $R_1=300\Omega$, $R_2=200\Omega$ и $V_R=3V$, а параметри модела зенер диоде су $V_{D0}=0.6V$ и $V_{Z0}=3.6V$. Зависности нацртати за опсег улазних напона од $0V$ до $15V$.



Сл. 1

Решење: Напон на диоди у смеру од аноде ка катоде је једнак напону на отпорнику R_2 . Када диода не води, тада овај напон износи $V_D = \frac{R_2}{R_1+R_2}(V_R - V_u) = 1.2V - \frac{2}{5}V_u$. Заменом овог израза у услов за рад у закочењу ($-V_{Z0} < V_D < V_{D0}$) добијамо да диода не води за $1.5V < V_u < 12V$, води директно за $V_u \leq 1.5V$ и у пробоју је за $V_u \geq 12V$. (15%)

Израз за напон V_i добија се анализом ова три случаја (5% по шеми и по изразу, укупно 30%):

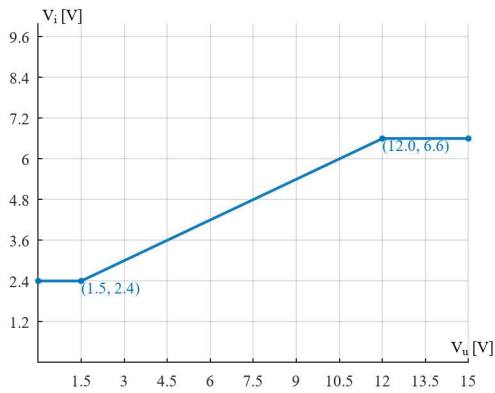


Коначно, израз за V_i гласи:

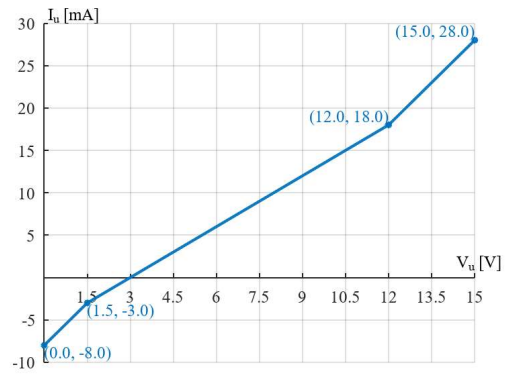
$$V_i [V] = \begin{cases} 2.4, & V_u \leq 1.5V \\ \frac{2}{5} V_u [V] + 1.8, & 1.5V < V_u < 12V \\ 6.6, & V_u \geq 12V \end{cases}$$

У сва три случаја, улазна струја се добија из израза $I_u = \frac{V_u - V_i}{R_1}$. Заменом претходно добијених израза за V_i у овај израз, добија се: (15%)

$$I_u [mA] = \begin{cases} \frac{10}{3} V_u [V] - 8, & V_u \leq 1.5V \\ 2V_u [V] - 6, & 1.5V < V_u < 12V \\ \frac{10}{3} V_u [V] - 22, & V_u \geq 12V \end{cases}$$



20%



20%

2. За појачавач са Сл. 2 одредити:

- Једносмерну струју дрејна транзистора - I_D ,
- Параметре модела за мале сигнале - g_m , r_o и μ ,
- Напонско појачање - $A_n = v_i/v_u$ и
- Излазну отпорност - R_{iz} .

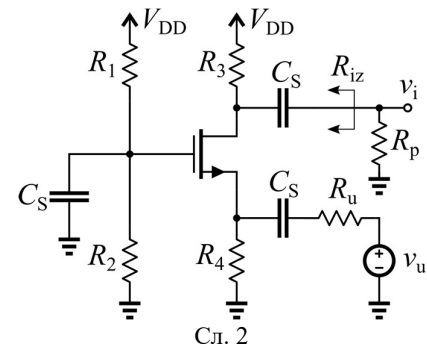
Познато је:

$R_1=100\text{k}\Omega$, $R_2=150\text{k}\Omega$, $R_3=R_4=R_p=4\text{k}\Omega$, $R_u=50\Omega$ и $V_{DD}=10\text{V}$.

Параметри MOS транзистора су:

$A=4\text{mA/V}^2$, $V_{TH}=1.5\text{V}$ и $V_A=80\text{V}$.

Сматрати да су капацитивности спрежних кондензатора, C_s , изузетно велике.



Решење: За детаљан поступак, погледати решење другог задатка из рока Октобар 2, из школске 2024/25.

а) (30%)

$$I_D = 1\text{mA}$$

б) (15%)

$$g_m = 2\sqrt{AI_D} = 4\text{mS}, \quad r_o = \frac{V_A}{I_D} = 80\text{k}\Omega, \quad \mu = g_m r_o = 320$$

в) (35%)

$$A_n = \frac{(\mu + 1)R_L}{(\mu + 1)R_{tev} + r_o + R_L} \frac{R_4}{R_4 + R_u} \approx 6.48$$

$$R_{tev} = R_4 \parallel R_u \approx 49.38\Omega, \quad R_L = R_3 \parallel R_p = 2\text{k}\Omega$$

г) (20%)

$$R_d = r_o + (\mu + 1)R_{tev} = 95.85\text{ k}\Omega$$

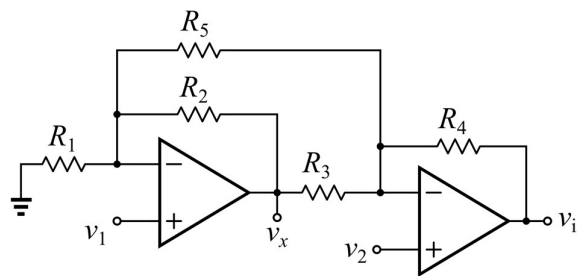
$$R_{iz} = R_3 \parallel R_d \approx 3.84\text{k}\Omega$$

3. За коло са Сл. 3 одредити:

- а) Зависност v_x и v_i од улазних напона v_1 и v_2 .
- б) Диференцијално појачање, $A_d = v_i / (v_2 - v_1)$ и
- в) Отпорност R_5 тако да је $A_d = 18 \text{ V/V}$.

Познато је: $R_1 = R_4 = 40 \text{ k}\Omega$ и $R_2 = R_3 = 20 \text{ k}\Omega$.

Операциони појачавачи су идеални.



Сл. 3

Решење: За детаљан поступак, погледати решење трећег задатка из априлског рока, из школске 2024/25.

а) (60%)

$$R_2 = R_3 = R = 20 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = R_4 = 2R = 40 \text{ k}\Omega$$

$$v_x = \left(\frac{3}{2} + \frac{R}{R_5} \right) v_1 - \frac{R}{R_5} v_2$$

$$v_i = \left(3 + \frac{4R}{R_5} \right) (v_2 - v_1)$$

б) (20%)

$$A_d = 3 + \frac{4R}{R_5}$$

в) (20%)

$$3 + \frac{4R}{R_5} = 18 \Rightarrow R_5 = \frac{4R}{15} = \frac{16}{3} \text{ k}\Omega \approx 5.333 \text{ k}\Omega$$

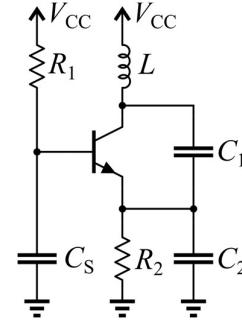
4. За осцилатор са Сл. 4 одредити:

- а) Фреквенцију осциловања $-f_0$,
 б) Вредност параметра за мале сигнале r_π при којој је испуњен услов осциловања.

Познато је:

$R_1=400k\Omega$, $R_2=100\Omega$, $C_1=400nF$, $C_2=200nF$, $L=500nH$ и $V_{CC}=3.3V$.

Биполарни транзистор има следеће карактеристике:
 $\beta=80$, $V_T=25mV$ и $V_A \rightarrow \infty V$.



Сл. 4

Решење:

Подсетник: $\beta = g_m r_\pi$

$$v_b = 0$$

$$i_b = \frac{v_b - v_e}{r_\pi} = \frac{-v_e}{r_\pi} \quad (10\%)$$

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{R_2} + \frac{1+\beta}{r_\pi} + s(C_1 + C_2) & -sC_1 \\ -\frac{\beta}{r_\pi} - sC_1 & \frac{1}{sL} + sC_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_e \\ v_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (20\%)$$

$$\Delta = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{R_E} + \frac{1+\beta}{r_\pi} \right) + s \frac{(C_1 + C_2)}{L} + s^2 C_1 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_\pi} \right) + s^3 C_1 C_2 \quad (20\%)$$

а) (20%)

$$Im\{\Delta\} = \omega_0 \frac{(C_1 + C_2)}{L} - \omega_0^3 C_1 C_2 \Rightarrow C_{ek} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = 133.33nF, \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_{ek}}} = 3.873 \cdot 10^6 rad/s$$

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 616.40kHz$$

б) (20%)

$$Re\{\Delta\} = \frac{1}{L} \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1+\beta}{r_\pi} \right) - \omega_0^2 C_1 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{r_\pi} \right) \Rightarrow r_\pi = R_2 \left(\beta \frac{C_1}{C_2} - 1 \right) = 3.9k\Omega$$

