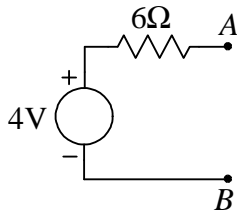
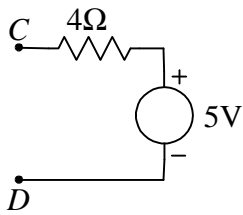


REŠENJA

1. a)



b)



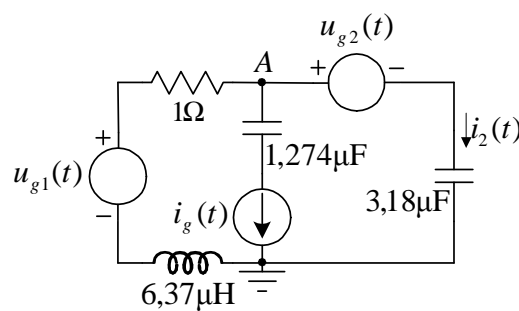
c) $I_x = -0.5\text{A}$;

d) $P_{R_y} = 0.75\text{W}$;

e) $P_{6\text{V}} = 3\text{W}$;

f) $\Delta q = -14\text{nC}$.

2. a) $\underline{V}_A = -j2\text{V}$;

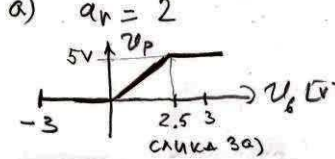


b) $i_2(t) = 2\sqrt{2}\text{A} \cdot \cos(2\pi ft)$;

c) $\underline{S} = j5$; $P = 0$; $Q = 5\text{VAr}$; $S = 5\text{VA}$.

3.

3) a) $a_v = 2$

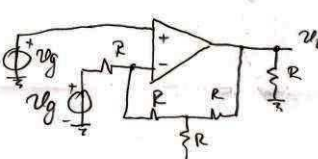
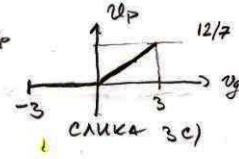


$$v_p = \begin{cases} 2 \cdot v_g; & 0 < v_g < 2.5 \\ 0; & v_g < 0 \\ 5V; & v_g > 2.5 \end{cases}$$

Слика 3a)

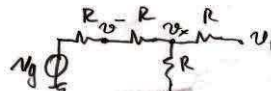
b) $0 < v_g < 2.5V \quad a_v = 2$
 $v_p = 2 v_g = 200mV + 200mV \sin \omega t$

c) ЕКВИВАЛЕНТНА ШЕМА:

Слика 3c)

$v^+ = v_g \quad v^-$ ПЕЊУ СЕ КОЛОСА 2 ЧВОРА



$$v \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) - \frac{v_x}{R} = \frac{v_g}{R}$$

$$-v \cdot \frac{1}{R} + v_x \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) = \frac{v_p}{R}$$

$$\begin{cases} 2v - v_x = v_g \cdot 2 \\ -v + 3v_x = v_p \end{cases}$$

$$\frac{5v - 3v_g + v_p}{2} = \frac{3v_g + v_p}{2}$$

$$5v = 3v_g + v_p$$

$$v = \frac{3}{5}v_g + \frac{1}{5}v_p$$

$$v_p = 2 \left(v_g - \left(\frac{3}{5}v_g + \frac{1}{5}v_p \right) \right)$$

$$v_p \left(1 + \frac{2}{5} \right) = \frac{4}{5}v_g \Rightarrow v_p = \frac{4}{7}v_g$$

$$a_v = \frac{4}{7} < 1 \Rightarrow \text{Слика 3c)}$$

4.

$v_u = 0, pp. DZ off, M1 zak.$

$i_G = 0, i_Z = 0, i_{RG} = 0 \Rightarrow v_G = v_u = 0 \Rightarrow v_{GS} = 0 < V_{TN} \Rightarrow M1$ *zaista* *zakočen*. $v_Z = v_{GS} = 0 =$
 $> DZ$ *zaista* *off*

$i_Z = 0$ [3], $v_I = V_{DD}$ [2]

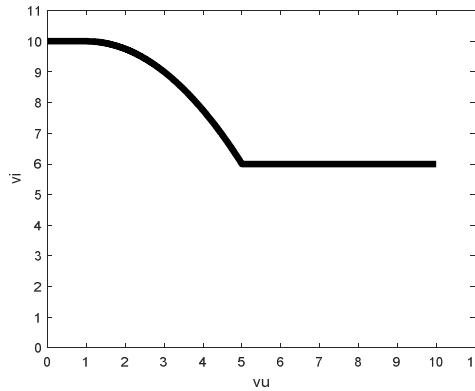
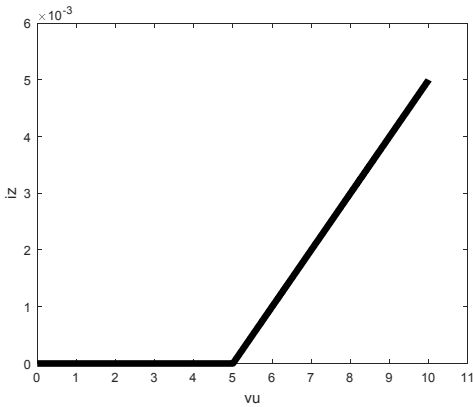
Kada v_u počne da raste raste i napon v_{GS} koji je ujedno i napon v_Z . Da bi zener dioda počela da radi u probuju v_Z treba da dostigne vrednost $V_Z = 5V$, a da bi se uključio tranzistor M1 napon v_{GS} treba da dostigne vrednost $V_{TN} = 1V$. Sa porastom napona v_u prvo će doći do uključivanja tranzistora M1.

$v_u = V_{TN} = 1V$, uključuje se M1 i radi u zasićenju jer je u tom trenutku napon $v_{DS} = V_{DD} > v_{GS} - V_{TN} = 0$. U periodu kada tranzistor radi u zasićenju, a DZ ne radi važi $i_Z = 0$, [2.5] $v_I = V_{DD} - i_D R_D$. Izlazni napon zavisi od struje i_D koja je jednaka $i_D = \frac{\beta}{2} (v_{GS} - V_{TN})^2$, a pošto je struja gejta nula, ne teče struja kroz otpornik R_G pa je $v_{GS} = v_u$, pa je struja $i_D = \frac{\beta}{2} (v_u - V_{TN})^2 = 0.00025(v_u - 1)^2$, odakle je $v_I = 10 - 0.25(v_u - 1)^2$ [3.5]

Sa nastavkom porasta ulaznog napona v_u povećava se napon v_{GS} kao i napon v_Z . Zener dioda počinje da radi u probuju kada v_u dostigne vrednost od 5V, dok tranzistor M1 ulazi u triodnu oblast kada je $v_{GS} = v_{DS} + V_{TN}$ tj. $v_u = v_I + V_{TN} = 10 - 0.25(v_u - 1)^2$. M1 ulazi u triodnu oblast kada je $v_u = 5.63V$. Stoga će prvo doći do uključivanja DZ koja će voditi u probuju.

$v_u = 5V, DZ$ *probuj*, $M1$ *zasićenje*, $v_{GS} = v_Z = V_Z = 5V, i_D = 4mA, v_I = V_{DD} - R_D i_D = 6V$

važi $v_{DS} > v_{GS} - V_{TN}$, i sa daljim povećanjem ulaznog napona ne dolazi do promena u kolu jer napon v_{GS} ostaje fiksnih 5V, a struja kroz R_G teče kroz diodu u proboju. $i_Z = \frac{v_u - V_Z}{R_G}$ [3], $v_I = 6V$ [3]



[1.5,1.5]

5.

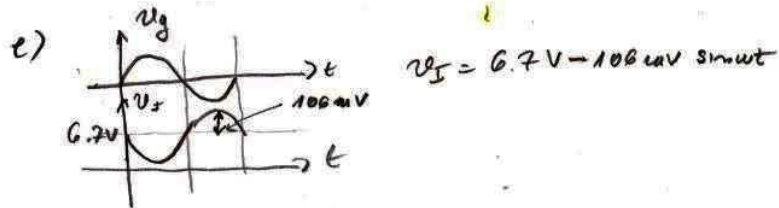
5)

a) $V_{E2} = 1.8V$ $R_E \cdot (I_C + I_D) = V_{E2}$ $I_C = 1mA$ $I_D = 0.2mA$
 $R_E = \frac{1.8V}{1.2mA} = 1.5k\Omega$

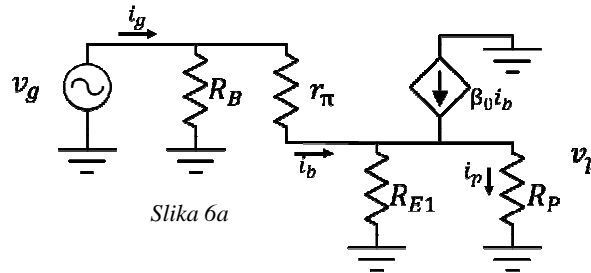
b) $V_{DD} - R_C I_C = 6.7V \Rightarrow R_C I_C = 5.3V \Rightarrow R_C = 5.3k\Omega$
 $R_S \cdot (I_D - \frac{I_C \beta}{\beta + 1}) = V_{E2} = 0.6V \Rightarrow R_S = \frac{0.6V}{0.19mA} = 3.16k\Omega$

c) $V_E = 4V$ $V_S = 1.8 + 0.6 = 2.4V \Rightarrow V_{GS} = 1.6V$ $V_{GS} - V_{TN} = 0.6V$
 $I_D = \frac{\beta}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2 = \frac{\beta}{2} \cdot 0.36$
 $\beta = 1.11 \frac{mA}{V^2}$

d) $g_{m2} = \frac{I_C}{V_T} = 40mS$ $g_{m1} = \sqrt{2 I_D \beta} = 0.66mS$
 $r_{\pi} = 2k\Omega$ $r_{\pi} = \frac{V_T}{I_B} = \frac{0.025V}{1.4\mu A} = 1.79k\Omega$
 $a = -g_{m2} R_C \cdot \frac{g_{m1}}{1 + g_{m1} (R_S \parallel r_{\pi})} \approx -\frac{g_{m2} R_C}{2}$
 $a \approx -106$



6.
 a) Kako je $V_E = (1 + \beta)I_B R_E$ [1], gde je $R_E = R_{E1} + R_{E2} = 2k\Omega$, to je $I_B = \frac{V_E}{(1+\beta)R_E} = 29,7\mu A$ [1]. Kako je $V_{CC} - R_B I_B - V_{BE} - V_E = 0$ [2], to je $R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - V_E}{I_B} = 178,4k\Omega$ [1].
 b) U slučaju da je $R_g = 0$, šema za male signale data je na slici 6a.



Slika 6a

Parametri u šemi za male signale su $r_{\pi} = \frac{I_C}{V_T} = 842\Omega$ [1]

Prema slici 5a je $v_g = v_p + r_{\pi} i_b$ [1] i $v_p = (i_b + \beta_0 i_b)(R_P || R_{E1}) = i_b(1 + \beta_0)(R_P || R_{E1})$ [2], pa je

$$v_g = i_b (r_{\pi} + (1 + \beta_0)(R_P || R_{E1}))$$
 [1]. Odakle sledi da je $a_v = \frac{(1+\beta_0)(R_{E1} || R_P)}{r_{\pi} + (1+\beta_0)(R_{E1} || R_P)} = 0.98$ [1].

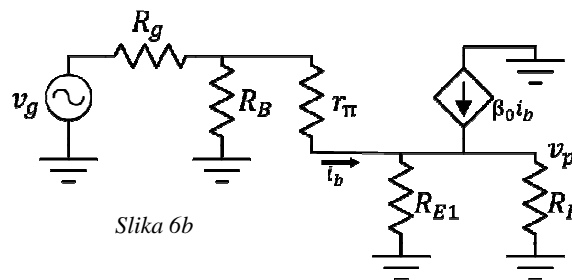
Struja $i_p = (1 + \beta_0) i_b \frac{R_{E1}}{R_{E1} + R_P}$ [1.5], dok je $i_g = \frac{v_g}{R_B} + i_b = i_b (1 + \frac{r_{\pi} + (1+\beta_0)(R_P || R_{E1})}{R_B})$ [1.5], pa je strujno pojačanje

$$a_i = \frac{i_p}{i_g} = 39.2$$
 [1].

c) Ulazna otpornost je jednaka $R_u = \frac{v_g}{i_g} = R_B || (r_{\pi} + (1 + \beta_0)(R_P || R_{E1})) = 39.9 k\Omega$ [5].

Zamenom potrošača R_P test generatorom v_T računamo izlaznu otpornost kao $R_t = \frac{v_T}{i_T}$.

$$v_T = -i_b r_{\pi} = R_{E1}(i_T + (\beta_0 + 1)i_b)$$
 [3] odakle je $R_t = \frac{v_T}{i_T} = \frac{R_{E1}}{1 + \frac{(\beta_0 + 1)R_{E1}}{r_{\pi}}} = R_{E1} || \left(\frac{r_{\pi}}{\beta_0 + 1}\right) = 8.2 \Omega$ [2].



Slika 6b

d) U slučaju kada je $R_g = 10k\Omega$ (šema 6b), naponsko pojačanje se smanji $\frac{R_u}{R_u + R_g}$ puta i sada je

$$a_{vuk} = a_v \frac{R_u}{R_u + R_g} = 0,79$$
 [5].