

Pisni izpit pri predmetu
ANALOGNA ELEKTRONSKA VEZJA
 I. stopnja – 3. letnik – Elektronika
 14. 6. 2018

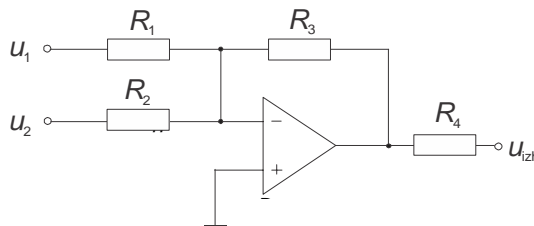
1. Načrtajte analogno tranzistorško vezje, ki bo ojačilo razliko dveh izmeničnih napetostnih signalov z ojačenjem -100 , njuno vsoto pa z 0. Pri tranzistorjih zanemarite bazne tokove. Mirovni kolektorski tokovi naj bodo nastavljeni na 0,5 mA. Vrednosti uporov izberite v območju $50 \Omega - 100 \text{ k}\Omega$. Možno napetostno območje izhodnega izmeničnega signala naj ne bo manjše od $\pm 1 \text{ V}$. Za napajanje si lahko izberete nesimetrično dvojno napajanje, določite potrebni vrednosti $+U_{CC}$ in $-U_{EE}$ za vaše vezje tako, da bodo pri ozemljitvi baz tekli navedeni mirovni kolektorski tokovi in da bo zagotovljeno omenjeno napetostno izhodno območje. Za merjenje izhodne napetosti lahko uporabimo inštrument z lebdečim vhodom v AC območju.

(Rešitev: **diferenc. ojačevalnik, $R_{C1} = R_{C2} = 5,1 \text{ k}\Omega$, npr: $U_{CC} = -U_{EE} = 5 \text{ V}$, $R_{EE} = 4,6 \text{ k}\Omega$**)

2. Imamo izhodno stopnjo močnostnega ojačevalnika z bipolarnimi tranzistorji v razredu B (narišite). Na 8Ω bremenu želimo imeti 10 W izmenične moči pri maksimalnem izkrmiljenju s sinusnim signalom. Na bazno stran izhodnih tranzistorjev z $\beta = 50$ priključimo proti U_{CC} tokovni vir I_{B0} , proti $-U_{EE}$ pa se nahaja signalni tranzistor v CE orientaciji. Določi:
- minimalno potrebno vrednost tokovnega vira I_{B0} ,
 - minimalno potrebno vrednost napajanja (napetost $U_{CC} = -U_{EE}$ ter moč napajalnika P_{bat}), (predpostavite, da gre $U_{CEmin} \rightarrow 0 \text{ V}$)
 - kolikšna moč se troši na posameznem izhodnem tranzistorju pri maksimalnem izkrmiljenju?

(Rešitev: a) **$I_{B0} \geq 32 \text{ mA}$** , b) **$U_{CC} = -U_{EE} \geq 12,7 \text{ V}$, $P_{bat} = 12,7 \text{ W}$** , c) **$P_T = 1,4 \text{ W}$**)

3. Določite izhodno napetost in izhodno upornost narisane vezja z operacijskim ojačevalnikom. Kje in kolikšno vrednost upora bi morali dodati v vezje, če bi želeli izničiti vpliv predtoka I_B ? ($u_1 = 1 \text{ mV}$, $u_2 = 2 \text{ mV}$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ M}\Omega$, $R_4 = 50 \Omega$, $A_0 \rightarrow \infty$, $CMRR \rightarrow \infty$, $U_{off} = 2 \text{ mV}$, $I_B = 10 \text{ nA}$, $I_{off} = 2 \text{ nA}$, $R_d \rightarrow \infty$, $R_S^+ = R_S^- \rightarrow \infty$, $R_{izh\ 00} = 75 \Omega$)



(Rešitev: prispevki: $u_{vh}: -30 \text{ mV}$, $U_{off}: 42 \text{ mV}$, $I_B: 100 \text{ mV}$, $I_{off}: 10 \text{ mV}$, skupaj **122 mV**, **$R_{izh} = 50 \Omega$** , **dodatni upor v neinv. vhod: 476 k Ω**)

4. Načrtajte vezje s petimi LED, kjer prva LED sveti, ko je vhodna napetost manjša od 0 V, druga, ko je večja od 1 V, tretja, ko je večja od 2 V, četrta, ko je večja od 3 V in peta, ko je večja od 4 V. Na voljo je stabilno dvojno napajanje $\pm 6 \text{ V}$, upori, operacijski ojačevalniki, ... Skozi prižgane LED naj teče tok 2 mA (pri $U_{diode} = 1,8 \text{ V}$). Kako bi izvedli izboljšavo vezja, da LED pri počasnem prehodu realnega vhodnega signala skozi omenjene nivoje ne bi utripale? Motnje signala znašajo 20 mV_{pp} .

(Rešitev: **veriga uporov in primerjalniki, $R_{LED} = 2,1 \text{ k}\Omega$, pozitivna povratna vezava**)

Pišete 60 minut, dovoljena je uporaba lista z enačbami.
 Rezultati bodo objavljeni predvidoma jutri dopoldan v STUDIS-u.

AEV 14.6.2018,

7.) DIFF OJAC.

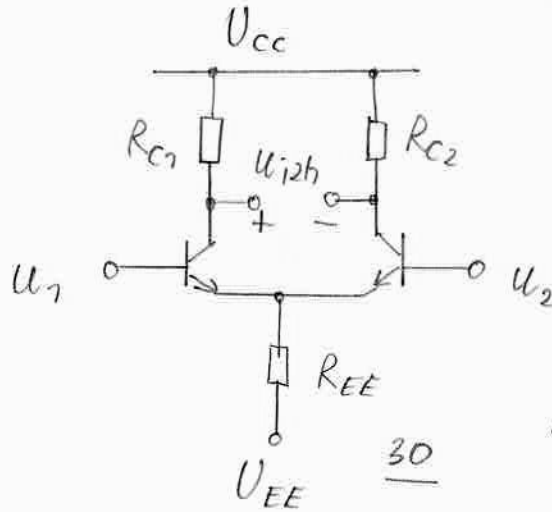
$$A_d = -700$$

$$A_s = 0$$

$$I_{co} = 0,5 \text{ mA}$$

$$U_{cc} =$$

$$U_{EE} =$$



$$u_{izh} = A_d \cdot (u_1 - u_2)$$

$$A_s = 0 \Rightarrow R_{C1} = R_{C2}$$

$$g_m = \frac{I_{co}}{U_T} = 19,5 \text{ mS}$$

$$A_d = \frac{-1}{2} (R_{C1} + R_{C2}) \cdot g_m$$

$$R_{C1} = R_{C2} = \frac{-A_d}{g_m} = 5,7 \text{ k}\Omega$$

$$R_{EE} = \frac{-U_{EE} - U_{BE0}}{2 \cdot I_{co}} = 4,6 \text{ k}\Omega$$

$$I_{co} \cdot R_{C1} = 2,6 \text{ V} > 0,5 \text{ V} \checkmark$$

$$U_{cc} > 2,6 + 0,5 \text{ V} = 3,1 \text{ V}$$

$$U_{cc} = -U_{EE} = 5 \text{ V}$$

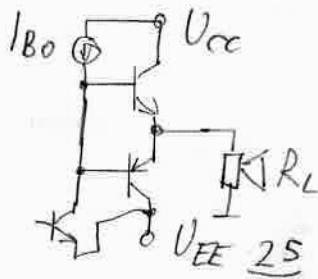
2.) B ojač.

$$R_L = 8 \Omega$$

$$P_L = 10 \text{ W} \sim$$

$$\beta = 50$$

$$U_{CEmin} = 0$$



$$U_{Lm} = \sqrt{2 \cdot P_L \cdot R_L} = 12,65 \text{ V}$$

$$U_{cc} = -U_{EE} > 12,7 \text{ V}$$

$$I_{Lm} = \frac{U_{Lm}}{R_L} = 1,58 \text{ A}$$

$$I_{B0} \geq \frac{I_{Lm}}{\beta} = 32 \text{ mA}$$

$$2 P_T = P_{bat} - P_L \quad P_T = 1,37 \text{ W}$$

$$P_{bat} = \frac{2}{\pi} \cdot U_{cc} = \frac{2}{\pi} I_{Lm} \cdot U_{cc} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{2 \cdot P_L \cdot R_L}{R_L} = 12,73 \text{ W}$$

a) $I_{B0 \text{ min}} =$

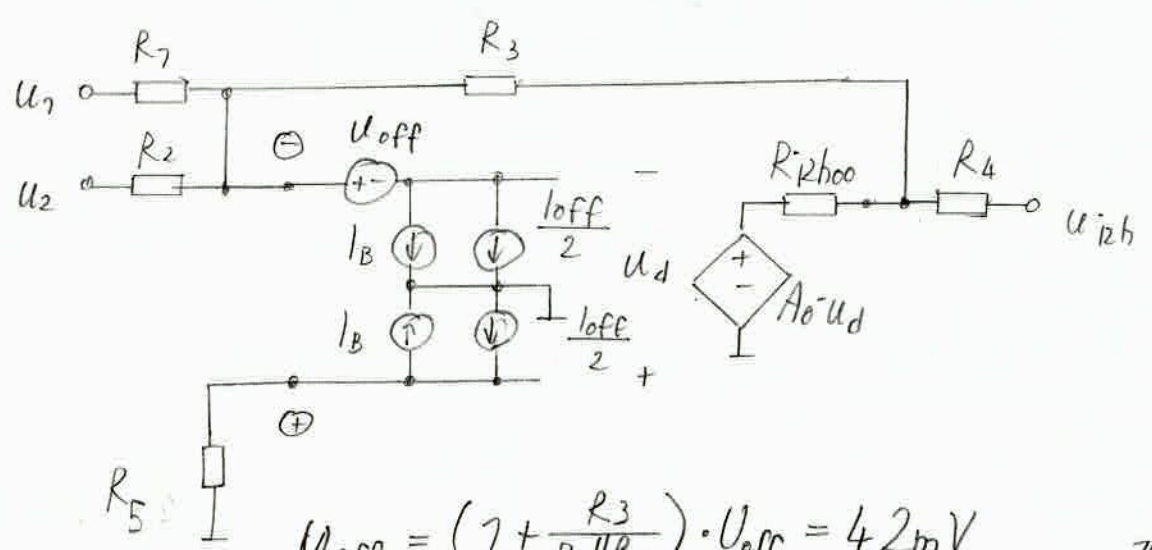
b) $U_{cc} = U_{EE} =$

$P_{bat} =$

c) $P_T =$

3.) 0.0.

- $u_1 = 1 \text{ mV}$
- $u_2 = 2 \text{ mV}$
- $R_1 = R_2 = 1 \text{ M}\Omega$
- $R_3 = 10 \text{ M}\Omega$
- $R_4 = 50 \Omega$
- $A_0 \rightarrow \infty$
- $\text{CMRR} \rightarrow \infty$
- $U_{\text{off}} = 2 \text{ mV}$
- $I_B = 10 \text{ nA}$
- $I_{\text{off}} = 2 \text{ nA}$
- $R_d \rightarrow \infty$
- $R_s \rightarrow \infty$
- $R_{\text{izh00}} = 75 \Omega$



$$U_{\text{off}} = \left(1 + \frac{R_3}{R_1 \parallel R_2}\right) \cdot U_{\text{off}} = 42 \text{ mV} \quad 70$$

$$u_1, u_2 : u_{\text{izh}} = -R_3 \left(\frac{u_1}{R_1} + \frac{u_2}{R_2} \right) = -30 \text{ mV} \quad + 70$$

$$I_B : u_{\text{izh}} = R_3 \cdot I_B = 100 \text{ mV} \quad + 70$$

$$I_{\text{off}} : u_{\text{izh}} = \frac{I_{\text{off}}}{2} \cdot R_3 = 70 \text{ mV} \quad + 70$$

$$I_{\text{off}} R_4 : u_{\text{izh}} = \left(1 + \frac{R_3}{R_1 \parallel R_2}\right) \cdot R_4 \cdot \frac{I_{\text{off}}}{2} = 9,996 \text{ mV}$$

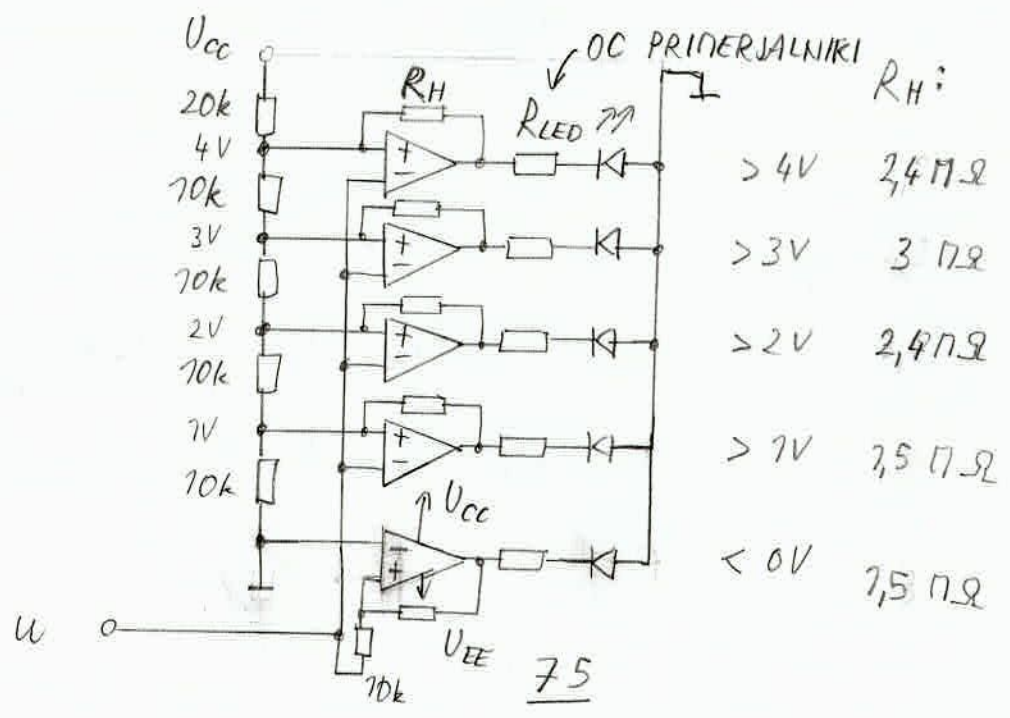
$$u_{\text{izh}} = \underline{722 \text{ mV}} \quad 70 \quad R_{\text{izh}} = R_4 = 50 \Omega \quad 25$$

$$R_5 = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 = \underline{476 \text{ k}\Omega} \quad 25$$

- 4.) 5x LED
- $U_{\text{cc}} = -U_{\text{EE}} = 6 \text{ V}$
 - $I_{\text{LED}} = 2 \text{ mA}$
 - $U_{\text{LED}} = 1,8 \text{ V}$
 - $u = 20 \text{ mV}_{\text{pp}}$

$$R_{\text{LED}} = \frac{U_{\text{cc}} - U_{\text{LED}}}{I_{\text{LED}}} = 2,1 \text{ k}\Omega \quad 5$$

$$R_H = \frac{4 \text{ V}}{20 \text{ mV}} \cdot R_D = 200 \cdot R_D \quad 75$$



Reference Voltage	Resistor Value
> 4V	2,4 MΩ
> 3V	3 MΩ
> 2V	2,4 MΩ
> 1V	2,5 MΩ
< 0V	2,5 MΩ