

Pisni izpit pri predmetu
ANALOGNA ELEKTRONSKA VEZJA
I. stopnja – 3. letnik – Elektronika
3. 6. 2019

1. Imamo preprost enostopenjski ojačevalnik z n-kanalnim J-FET tranzistorjem v orientaciji s skupnim izvorom. Na vhod damo napetost $u_{GS} = -2,5 \text{ V} + 500 \text{ mV} \cdot \cos \omega t$. Izračunajte:
- enosmerno (srednjo) vrednost napetosti na izhodu, upoštevajoč priključen signal in nelinearno karakteristiko tranzistorja,
 - faktor celotnega popačenja THD_F na izhodu,
 - obstoječe vezje nadgradite v preprost analogni množilnik frekvence signala s faktorjem 2 in določite/izberite vrednosti selektivnih elementov kroga.

Karakteristika tranzistorja je podana z $i_D = (I_{DSS}/U_P^2) \cdot (u_{GS} - U_P)^2$ ($U_P = -4 \text{ V}$, $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$, $R_D = 4,7 \text{ k}\Omega$, $f = 10 \text{ kHz}$).

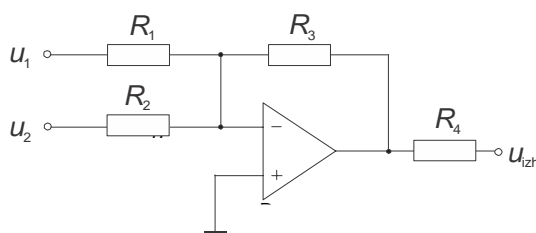
(Rešitev: $U_{DC} = -6,98 \text{ V}$, $THD_F = 8,33 \%$, $LC = 63 \mu\text{s}^2$)

2. Imamo izhodno stopnjo močnostnega ojačevalnika z bipolarnimi tranzistorji v razredu B (narišite). Na 4Ω bremenu želimo imeti 10 W izmenične moči pri maksimalnem izkrmljenju 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 izkrmljenju?

(Rešitev: $U_{CC} = -U_{EE} = 8,95 \text{ V}$, $I_{B0} = 44,8 \text{ mA}$, $P_{bat} = 12,73 \text{ W}$, $P_{1T} = 1,37 \text{ W}$)

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 ? ($u_1 = 1 \text{ mV}$, $u_2 = 2 \text{ mV}$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ M}\Omega$, $R_4 = 50 \Omega$, $A_0 \rightarrow \infty$, $CMRR \rightarrow \infty$, $U_{off} = 2 \text{ mV}$, $I_B = 10 \text{ nA}$, $I_{off} = 2 \text{ nA}$, $R_d \rightarrow \infty$, $R_S^+ = R_S^- \rightarrow \infty$, $R_{izh\ OO} = 75 \Omega$)



(Rešitev: doprinosi: u_{vh} : -30 , U_{off} : 42 , I_B : 100 , I_{off} : 10 mV , $u_{izh} = 122 \text{ mV}$, $R_{izh} = 50 \Omega$, $R_5 = 476 \text{ k}\Omega$)

4. Načrtajte signalni generator (vezje in smiselno izbrane/izračunane vrednosti elementov, ter napajanja), kjer s stikalom izbiramo med pravokotno in trikotno obliko signala. Osnovno frekvenco signala želimo nastavljati med 100 Hz in 10 kHz , amplituda signala naj bo neodvisno nastavljiva med 0 in 5 V (za oba signala isti potenciometer) in vrednost izhodne enosmerne napetosti naj bo neodvisno nastavljiva med -5 V in $+5 \text{ V}$. Predpostavite, da sta vrednosti $+U_{sat}$ in $-U_{sat}$ dokaj stabilni.

Pišete 60 minut, dovoljena je uporaba lista z enačbami.

Rezultati bodo objavljeni predvidoma jutri dopoldan v STUDIS-u.

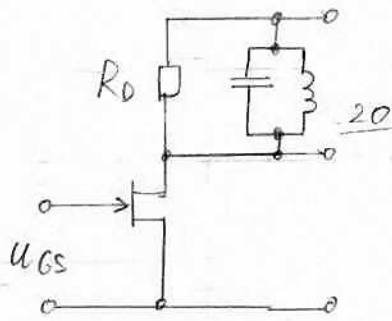
1.) J-FET
 $U_p = -4V$

$I_{DSS} = 10mA$

$R_D = 4,7k\Omega$

$u_{GS} = -2,5V + 0,5V \cdot \cos \omega t$

$f = 70kHz$



$U_{OUT} = -i_D \cdot R_D$

$LC = \frac{1}{(2\pi f_0)^2} = 63 \mu s^2$

$L = 7mH \quad C = 63nF$

a) $U_{DC} =$

b) $THD_F =$

c) $f \times 2$

$i_D = \frac{I_{DSS}}{U_p^2} (u_{GS} + U_{GSPP} \cos \omega t - U_p)^2$

$i_D = \frac{I_{DSS}}{U_p^2} \left((U_{GS} - U_p)^2 + U_{GSPP}^2 \cos^2 \omega t + 2(U_{GS} - U_p) U_{GSPP} \cos \omega t \right)$

$U_D = -R_D \frac{I_{DSS}}{U_p^2} \left[\underbrace{(U_{GS} - U_p)^2}_{DC} + \underbrace{\frac{U_{GSPP}^2}{2} + \frac{U_{GSPP}^2}{2} \cos 2\omega t}_{2f} + \underbrace{2(U_{GS} - U_p) U_{GSPP} \cos \omega t}_f \right]$

$U_{DC} = -6,977V$

$THD_F = \frac{U_{2f}}{U_f} = \frac{U_{GSPP}^2}{4(U_{GS} - U_p) U_{GSPP}} = 8,33\%$

2.) AB

$R_L = 4\Omega$

$P_L = 70W$

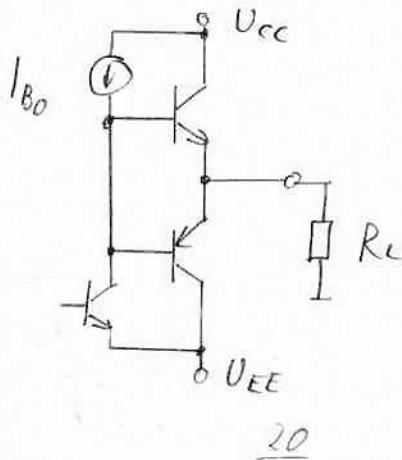
$\beta = 50$

a) $I_{B0} =$

b) $U_{CC} = -U_{EE} =$

$P_{bat} =$

c) $P_{T} =$



$U_{LP} = \sqrt{2 P_L R_L} = 8,944V$

$U_{CC} = -U_{EE} > U_{LP}$

$I_{LP} = \frac{U_{LP}}{R_L}$

$I_{B0} \geq \frac{I_{LP}}{\beta} = 44,72mA$

$P_{bat} = U_{CC} \cdot |I_L|$

$|I_L| = \frac{2}{\pi} I_{LP} = 7,424A$

$= 72,73W$

$P_{T} = \frac{P_{bat} - P_L}{2} = 7,37W$

3.) OPA

$$u_1 = 1 \text{ mV}$$

$$u_2 = 2 \text{ mV}$$

$$R_1 = R_2 = 1 \text{ M}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ M}\Omega$$

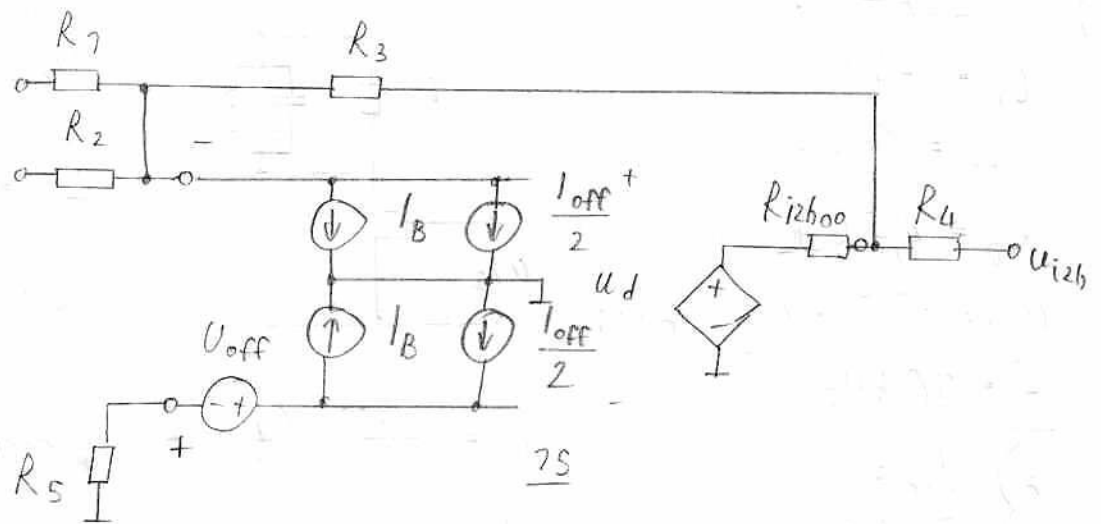
$$R_4 = 50 \Omega$$

$$U_{\text{off}} = 2 \text{ mV}$$

$$I_B = 10 \text{ nA}$$

$$I_{\text{off}} = 2 \text{ nA}$$

$$u_{\text{izh}} =$$



$$u_{vh} : u_{\text{izh}} = -\frac{R_3}{R_1} \cdot u_1 - \frac{R_3}{R_2} \cdot u_2 = -30 \text{ mV} \quad 20$$

$$U_{\text{off}} : u_{\text{izh.off}} = U_{\text{off}} \cdot \left(1 + \frac{R_3}{R_1 \parallel R_2}\right) = 42 \text{ mV} \quad 20$$

$$I_B : u_{\text{izh}} = -R_3 \cdot I_B = 100 \text{ mV} \quad 20$$

$$I_{\text{off}} : u_{\text{izh}} = \frac{1}{2} R_3 \cdot I_{\text{off}} = 10 \text{ mV} \quad 20 \quad \underline{u_{\text{izh}} = 722 \text{ mV}} \quad 20$$

$$R_{\text{izh}} = R_4 = 50 \Omega \quad 25$$

$$R_5 = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 = 476 \text{ k}\Omega \quad 20$$

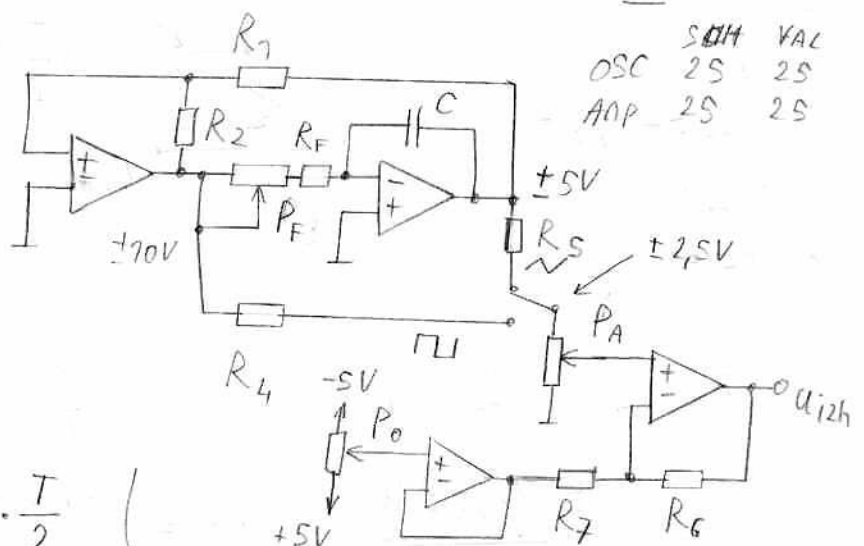
4.) \square , \sim

$$f = 100 \div 10 \text{ kHz} \quad P_0 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$U_{\text{in}} = 0 \div 5 \text{ V}$$

$$R_6 = R_7 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$U_0 = -5 \text{ V} \div +5 \text{ V}$$



$$\pm U_{\text{sat}} = 10 \text{ V}$$

$$U_{2TP} = 5 \text{ V}$$

$$U_{1TP} = -5 \text{ V}$$

$$U_{pp} = \frac{U_{\text{sat}}}{RC} \cdot \frac{T}{2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_{\text{sat}}}{U_{2TP}} = 2$$

$$RC = \frac{U_{\text{sat}}}{f U_{pp} \cdot 2} = 50 \mu\text{s} - 5 \text{ ms}$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$R_F = 5 \text{ k}\Omega \quad P_F = 500 \text{ k}\Omega \quad C = 10 \text{ nF}$$

$$P_A = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_4 = 30 \text{ k}\Omega$$