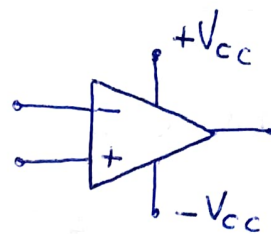
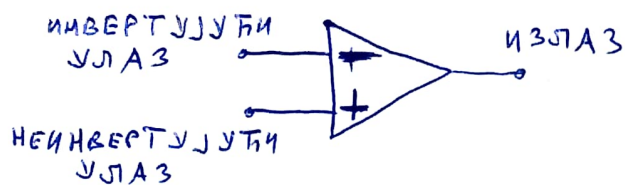
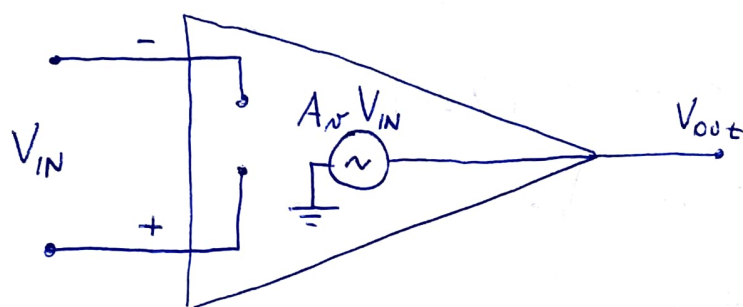


ОПЕРАЦИОННИ ПОЈАЧАВАЧ



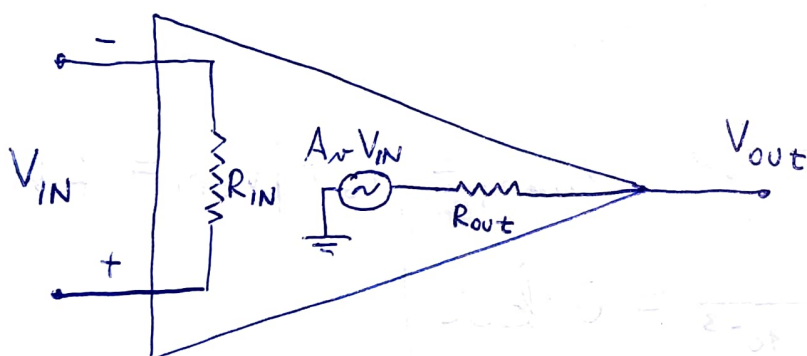
- Карактеристике операционог појачавача:

Угледни:



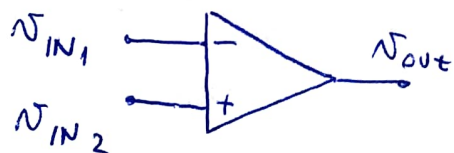
- $A_v \rightarrow \infty$
- $R_{IN} \rightarrow \infty$
- $R_{OUT} \rightarrow 0$

Реални:



- Бесно велико A_v
- Велика R_{IN}
- Мала R_{OUT}

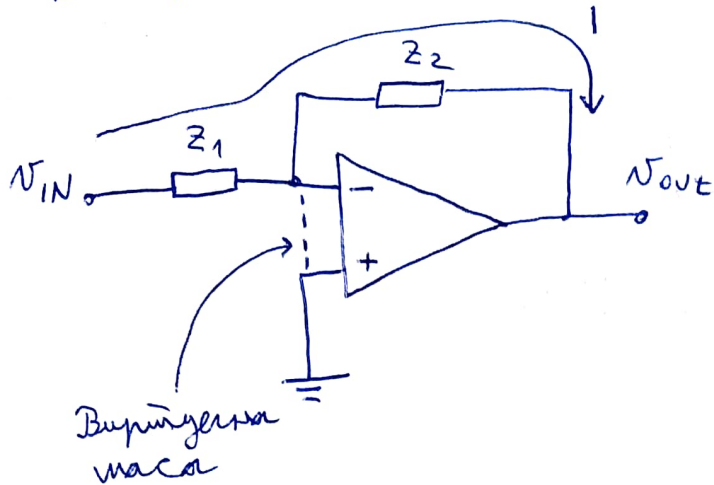
- Операциони појачавач појачава разлику напонa на
кључним улазима.



$$V_{IN} = V_{IN1} - V_{IN2}$$

$$V_{OUT} = A_v V_{IN} = A_v (V_{IN1} - V_{IN2})$$

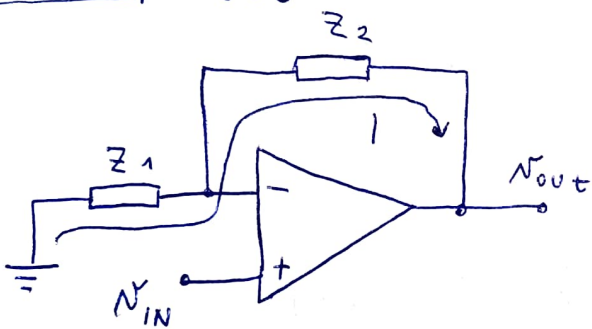
- Инвертирујући појављач



$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{V_{IN}}{Z_1} \\ I &= -\frac{V_{OUT}}{Z_2} \end{aligned} \right\} \frac{V_{IN}}{Z_1} = -\frac{V_{OUT}}{Z_2}$$

$$A_V = -\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

- Неинвертирујући појављач



$$Z_1 I + V_{IN} = 0 \Rightarrow I = -\frac{V_{IN}}{Z_1}$$

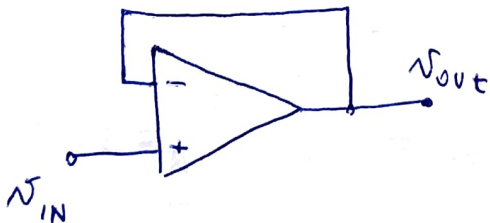
$$-V_{IN} + I Z_2 + V_{OUT} = 0$$

$$V_{OUT} = V_{IN} - I Z_2 = V_{IN} + \frac{V_{IN} \cdot Z_2}{Z_1}$$

$$V_{OUT} = V_{IN} \left(1 + \frac{Z_2}{Z_1} \right)$$

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = A_V = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$$

- Хитовско шједно

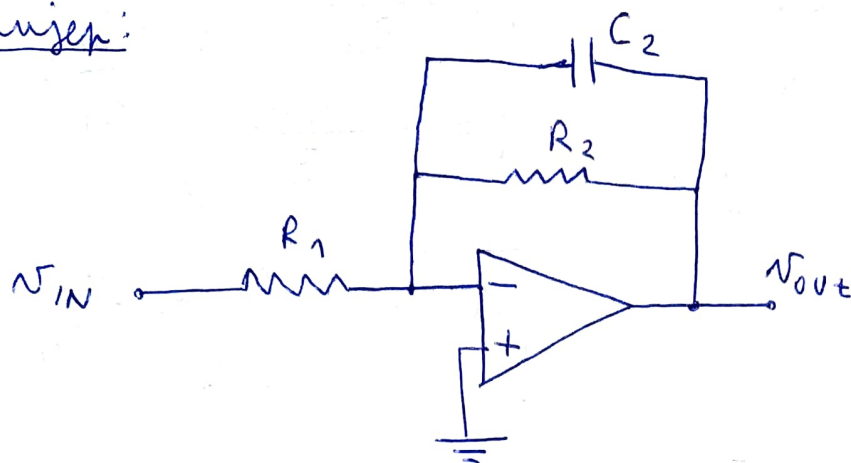


$$A_V = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = 1$$

- Хитовско шједно користи се као раздвојни систем.

- У одређеном случају Z_1 и Z_2 су минималне.

Пример:



Преносна функција: $A(j\omega) = \frac{V_{out}(j\omega)}{V_{in}(j\omega)}$

$$A(j\omega) = - \frac{Z_2}{Z_1}$$

$$Z_2 = \frac{\frac{1}{j\omega C_2} \cdot R_2}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} = \frac{R_2}{1 + j\omega R_2 C_2} ; \quad Z_1 = R_1$$

$$A(j\omega) = - \frac{R_2 / R_1}{1 + j\omega R_2 C_2}$$

21) За које се слике одредити:

а) Једносигурни напон на излазу кога

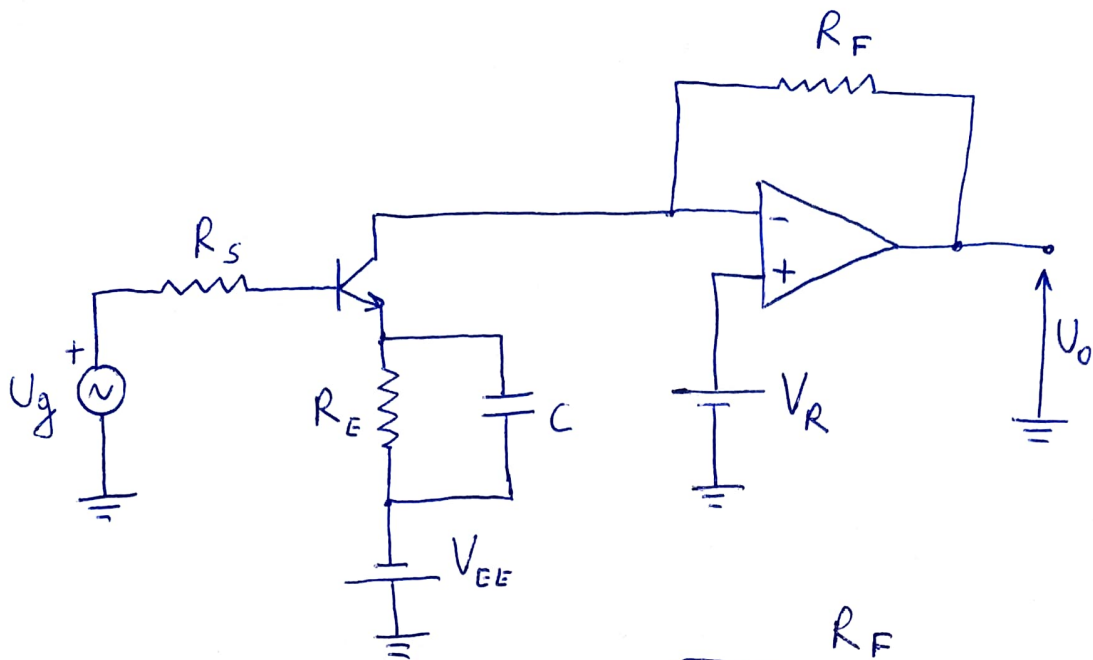
б) Преносну функцију кога $H(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_g(j\omega)}$

Познато је: $\beta = 100$; $V_{BE} = 0,7V$; $V_{EE} = 5V$; $V_R = 3V$;

$R_E = 5k\Omega$; $R_S = 10k\Omega$; $R_F = 10k\Omega$; $C = 1\mu F$.

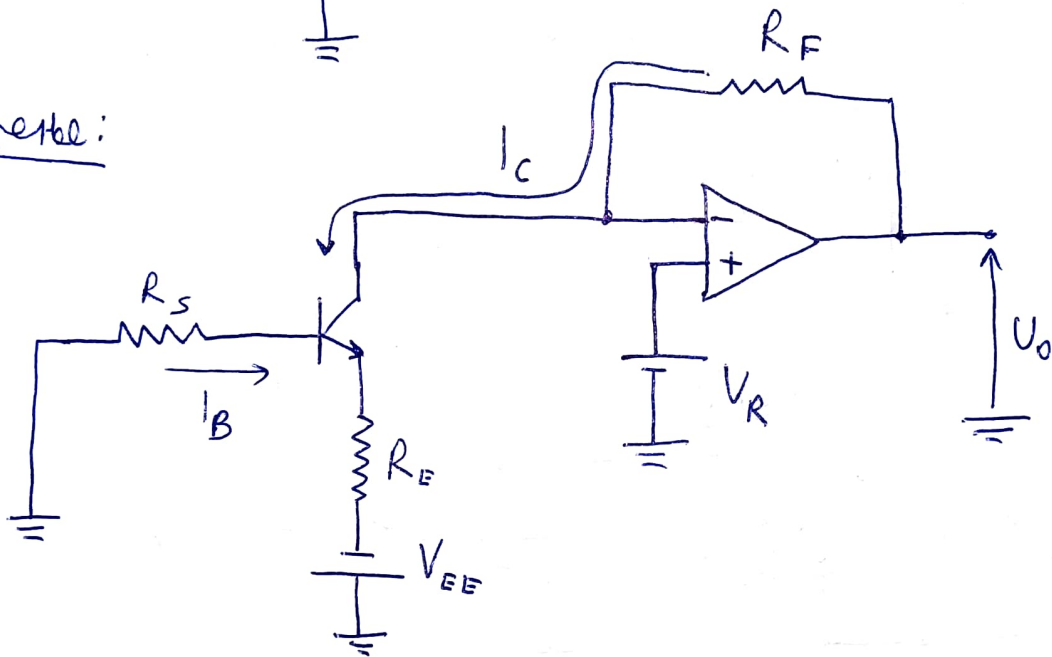
Динамички параметри транзистора су: $h_{11} = 1k\Omega$;
 $h_{21} = 100$; $h_{12} = 0$; $h_{22} = 0S$.

Операциони појачавач је идеалан.



Pjewerte:

a)



$$U_o = I_C R_F + V_R = \beta I_B R_F + V_R \quad \leftarrow$$

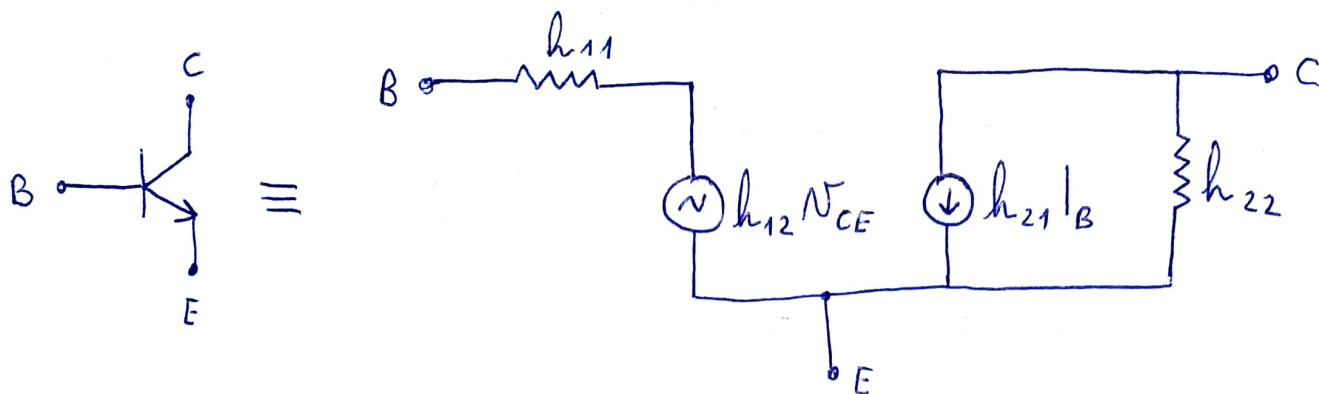
$$I_B R_S + V_{BE} + (\beta + 1) I_B R_E - V_{EE} = 0$$

$$I_B = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_S + (\beta + 1) R_E}$$

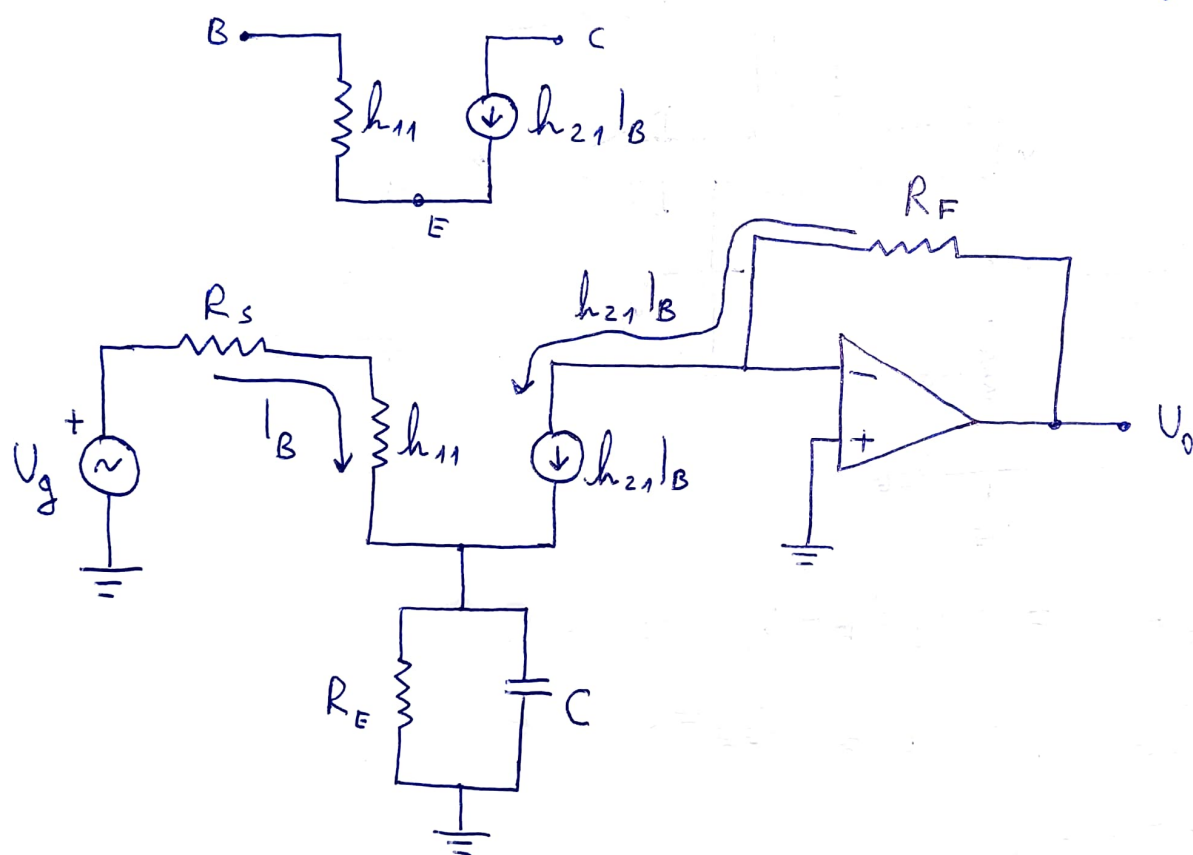
$$U_o = \beta \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_S + (\beta + 1) R_E} \cdot R_F + V_R$$

$$U_o = 11,35 \text{ V}$$

5) Model tranzistora za naponske signale:



Pošto su zadane vrijednosti $h_{12}=0$ i $h_{22}=0S$, ekvivalentna mreža tranzistora se svodi na:



$$U_o = h_{21} I_B R_F \quad ; \quad Z_E = R_E \parallel C$$

$$-U_g + I_B [R_s + h_{11} + (1 + h_{21}) Z_E] = 0 \Rightarrow I_B = \frac{U_g}{R_s + h_{11} + (1 + h_{21}) Z_E}$$

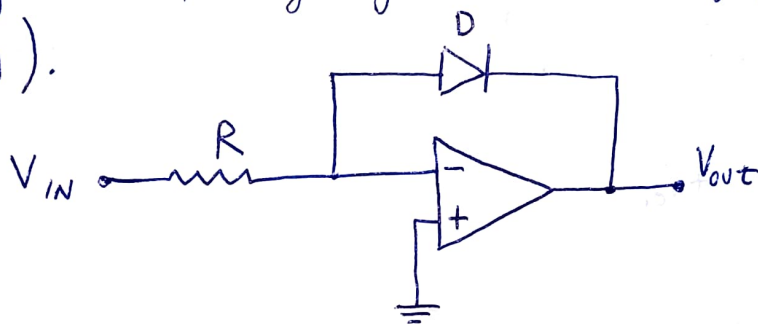
$$U_o = \frac{h_{21} U_g R_F}{R_s + h_{11} + (1 + h_{21}) Z_E}$$

$$\frac{U_o(j\omega)}{U_g(j\omega)} = H(j\omega) = \frac{h_{21} R_F}{R_s + h_{11} + (1 + h_{21}) \frac{R_E}{1 + j\omega R_E C}}$$

$$H(j\omega) = \frac{h_{21} R_F}{R_s + h_{11} + (1 + h_{21}) \frac{R_F}{1 + j\omega C R_F}}$$

$$H(j\omega) = \frac{h_{21} R_F (1 + j\omega C R_F)}{(R_s + h_{11})(1 + j\omega C R_F) + R_F (1 + h_{21})}$$

- 22) За како са слике одредити зависност изласног напона у односу на уласни напон. Какву функцију обавља како са слике? Снајтроити да је операциони појачавач идеалан, а диода описана једначином $I_D = I_s (e^{\frac{V_D}{\varphi_T}} - 1)$.



Рјешетке:

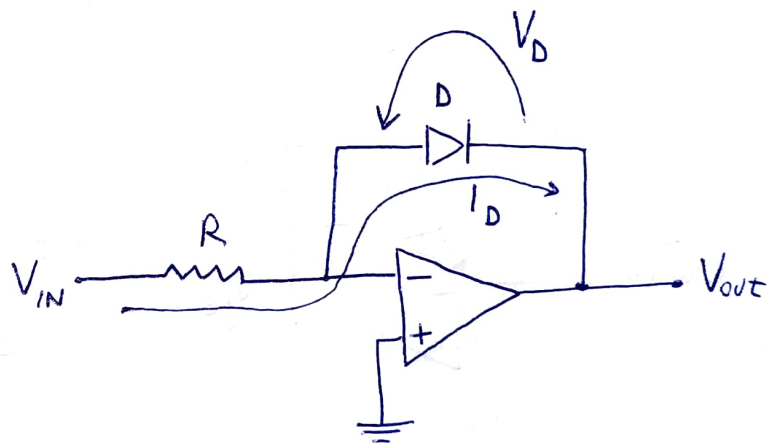
$$I_D = I_s (e^{\frac{V_D}{\varphi_T}} - 1) \approx I_s e^{\frac{V_D}{\varphi_T}}$$

$$I_D = \frac{V_{IN}}{R}$$

$$\frac{V_{IN}}{R} = I_s e^{\frac{V_D}{\varphi_T}}$$

$$V_{OUT} = -V_D$$

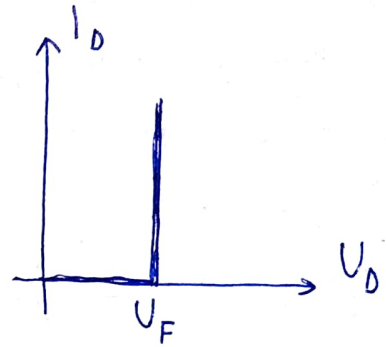
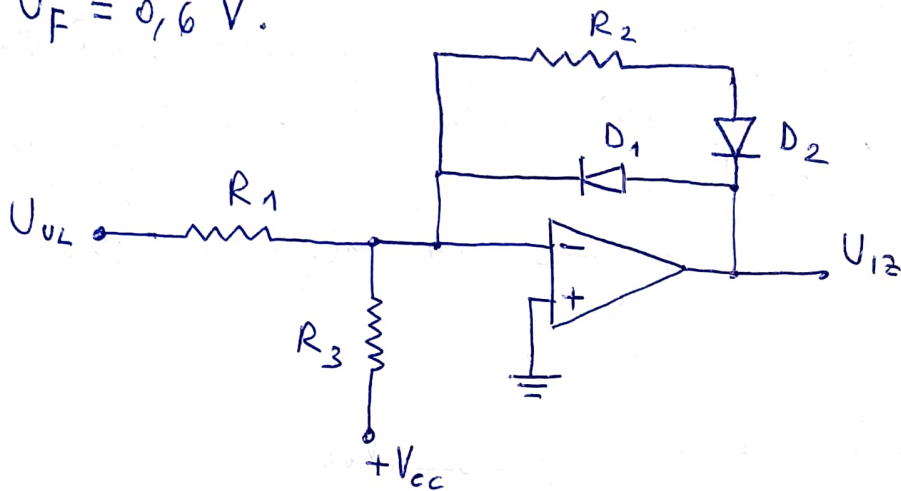
$$V_D = \varphi_T \ln \frac{V_{IN}}{I_s \cdot R}$$



$$V_{OUT} = -\varphi_T \ln \frac{V_{IN}}{I_s \cdot R}$$

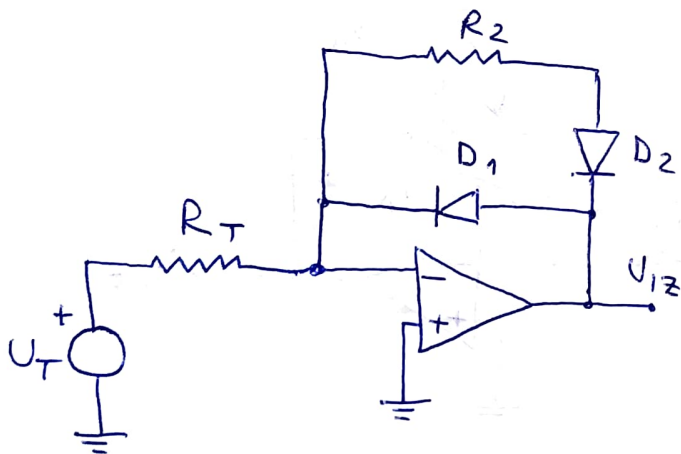
- Како са слике обавља функцију логаритамског појачавања.

23) За које приказано на слици, одредити и скицати зависност напона U_{I2} од напона U_{UL} , када се U_{UL} mijenja od -5 V do 5 V . Dva su identična sa karakteristikom prikazanom na slici. Poznato je: $V_{CC} = 15\text{ V}$; $R_1 = 1\text{ k}\Omega$; $R_2 = 2\text{ k}\Omega$; $R_3 = 4\text{ k}\Omega$ i $U_F = 0,6\text{ V}$.



Rješenje;

- Pojednostavljeno kao prijenosni Tevenenov izvor:



$$U_T = \frac{R_1}{R_1 + R_3} V_{CC} + \frac{R_3}{R_1 + R_3} U_{UL}$$

$$U_T = 0,8 U_{UL} + 3$$

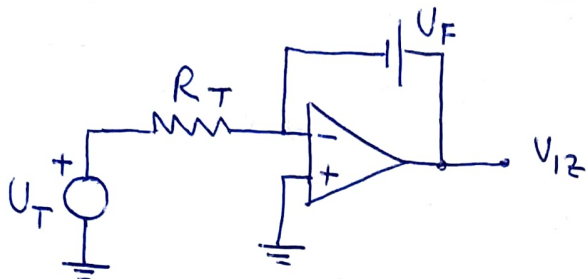
$$R_T = R_1 \parallel R_3 = 0,8\text{ k}\Omega$$

- Unas 3 izvaja:

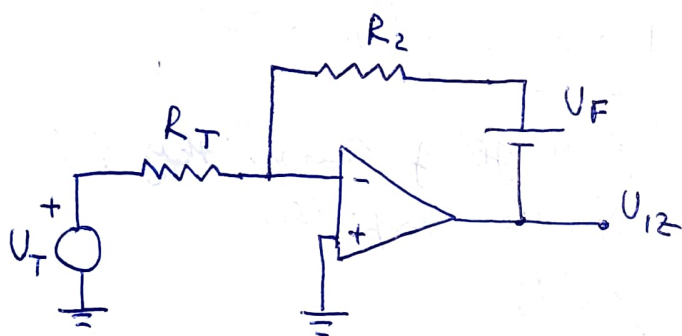
$$1^{\circ} \underline{U_T < 0} \Rightarrow D_1 \text{ ON}, D_2 \text{ OFF}$$

$$U_{12} = U_F$$

$$U_T = 0,8 U_{VL} + 3 < 0 \Rightarrow U_{VL} < -3,75 \text{ V}$$



$$2^{\circ} \underline{U_T > 0} \Rightarrow D_1 \text{ OFF}, D_2 \text{ ON}$$



$$U_{12} = -\frac{R_2}{R_T} U_T - U_F$$

$$U_{12} = -2 U_{VL} - 8,1 \text{ [V]}$$

$$U_{VL} > -3,75 \text{ V}$$

3^o Preiskimo vrijednost napona U_{VL} koji na ulazu uzrokuje napon betn od $-V_{CC}$.

$$U_{12} = -2 U_{VL} - 8,1 \quad ; \quad U_{12} = -V_{CC}$$

$$-V_{CC} = -2 U_{VL} - 8,1 \rightarrow U_{VL} = \frac{-V_{CC} + 8,1}{-2} = \frac{-15 + 8,1}{-2} = 3,45 \text{ V}$$

- Ograničen izlaz za

$$U_{12} = \begin{cases} U_F & ; U_{VL} < -3,75 \text{ V} \\ -2 U_{VL} - 8,1 \text{ [V]} & ; U_{VL} \geq -3,75 \text{ V}, U_{VL} < 3,45 \text{ V} \\ -15 \text{ V} & ; U_{VL} \geq 3,45 \text{ V} \end{cases}$$

