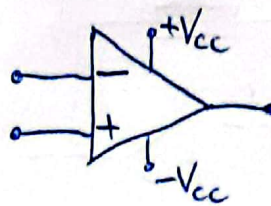
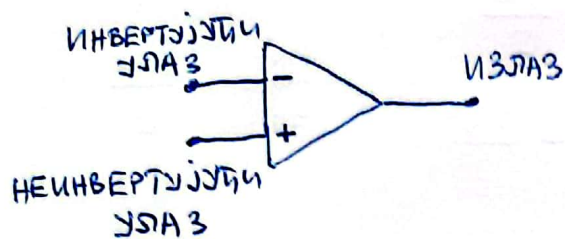
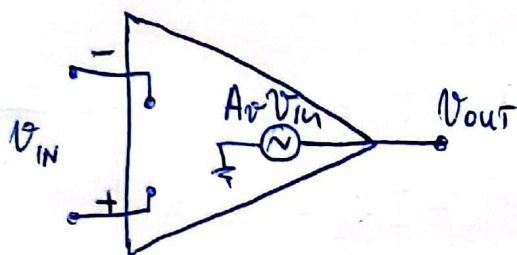


ОПЕРАЦИОННИ ПОЈАЧАВАЧ

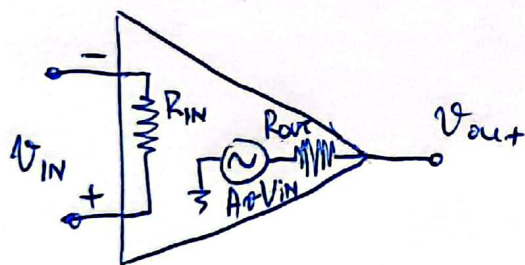


ИДЕАЛНИ ПОЈАЧАВАЧ:



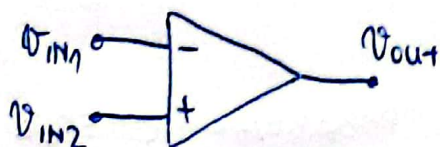
- $A_v \rightarrow \infty$
- $R_{IN} \rightarrow \infty$
- $R_{OUT} \rightarrow 0$

РЕАЛНИ ПОЈАЧАВАЧ:



- ВЕОМА ВЕЛИКО A_v
- ВЕЛИКО R_{IN}
- МАЛО R_{OUT}

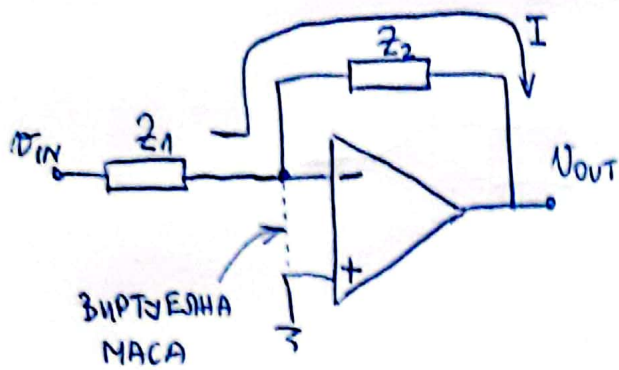
ОПЕРАЦИОННИ ПОЈАЧАВАЧ ПОЈАЧАВА РАЗЛИКУ НАПОНА НА ЊЕГОВИМ УЉАЗИМА.



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

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

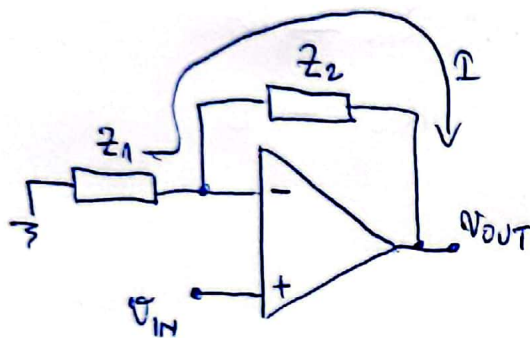
ИНВЕРТУЈУЋИ ПОЈАЧАВАЧ



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

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

НЕИНВЕРТУЈУЋИ ПОЈАЧАВАЧ



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

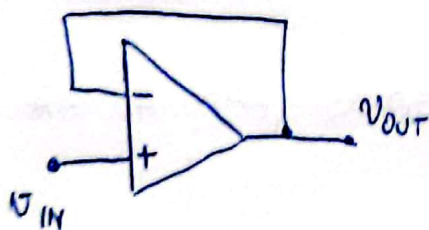
$$-V_{IN} + I Z_2 + V_{OUT} = 0$$

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

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

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

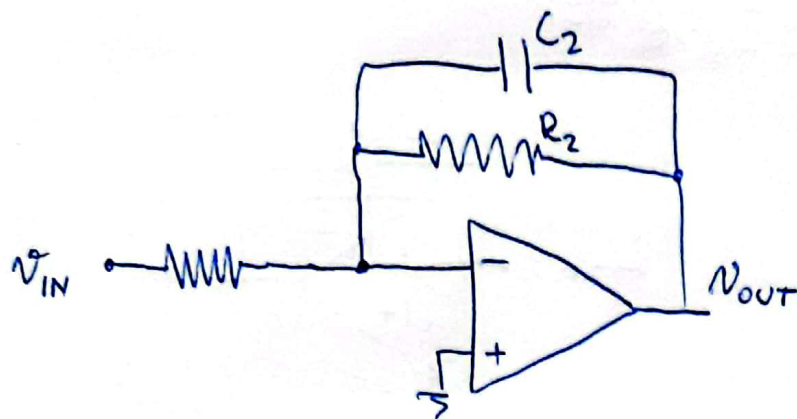
НАПОНСКО СЛЕДИЛО



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

НАПОНСКО СЛЕДИЛО КОРИСТИ СЕ КАО РАЗДВОЈНИ СТЕПЕН.

1) ОДРЕДИТИ $A(j\omega)$.



ПРЕНОСНА Ф-ЈА:

$$A(j\omega) = \frac{V_{OUT}(j\omega)}{V_{IN}(j\omega)}$$

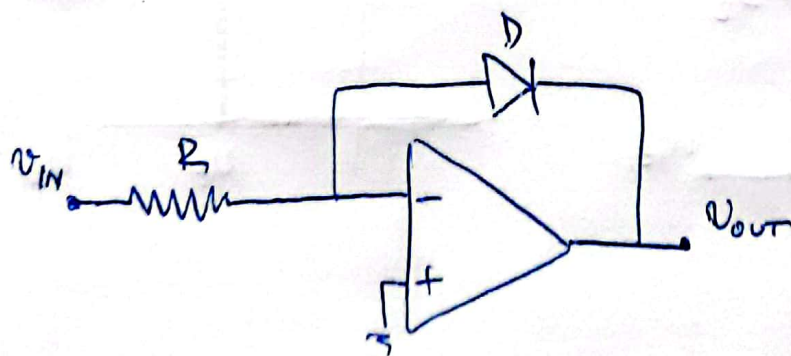
РЕШЕЊЕ:

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

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

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

2) ЗА КОЈО СА СЛИКЕ ОДРЕДИТИ ЗАВИСНОСТ ИЗЛАЗНОГ НАПОНА У ОДНОСУ НА УЛАЗНИ НАПОН. КАКВУ ФУНКЦИЈУ ОБАВЉА КОЈО СА СЛИКЕ? СМАТРАТИ ДА ЈЕ ОПЕРАЦИОНИ ПОЈАЧАВАЧ ИДЕАЛАН, А ДИОДА ОПИСАНА ЈЕДНАЧИНОМ $I_D = I_S \cdot (e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1)$



РЈЕШЕЊЕ:

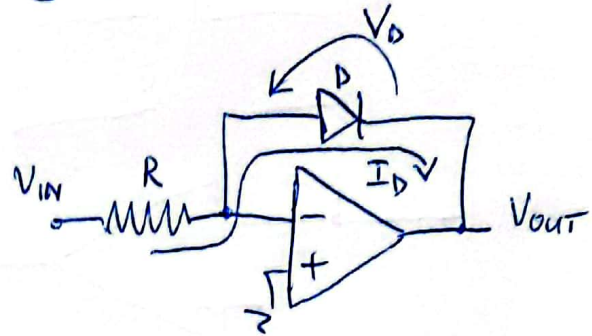
$$I_D = I_s \cdot \left(e^{\frac{V_D}{\psi_T}} - 1 \right) \approx I_s \cdot e^{\frac{V_D}{\psi_T}}$$

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

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

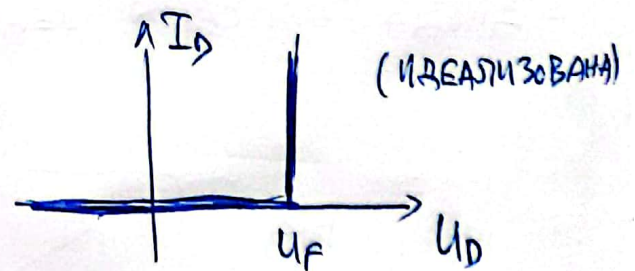
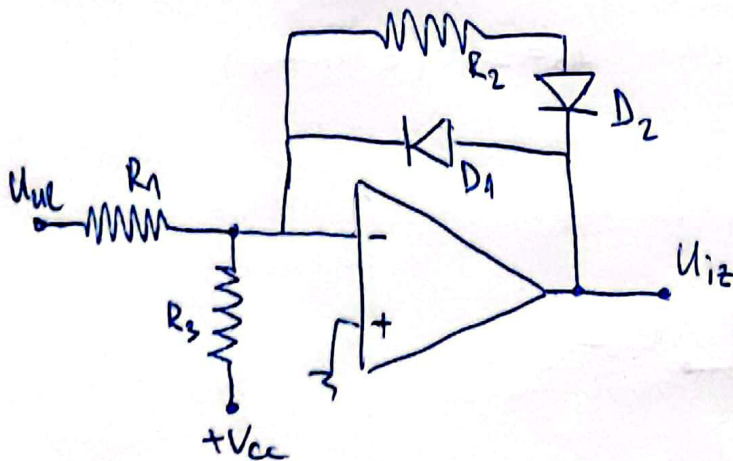
$$V_{OUT} = -V_D$$

$$V_D = \psi_T \cdot \ln \frac{V_{IN}}{I_s \cdot R} \Rightarrow V_{OUT} = -\psi_T \cdot \ln \frac{V_{IN}}{I_s \cdot R}$$



КОЛО СА СЛИКЕ ОБАВЉА ФУНКЦИЈУ ЛОГАРИТАМСКОГ ПОЈАЧАВАЧА.

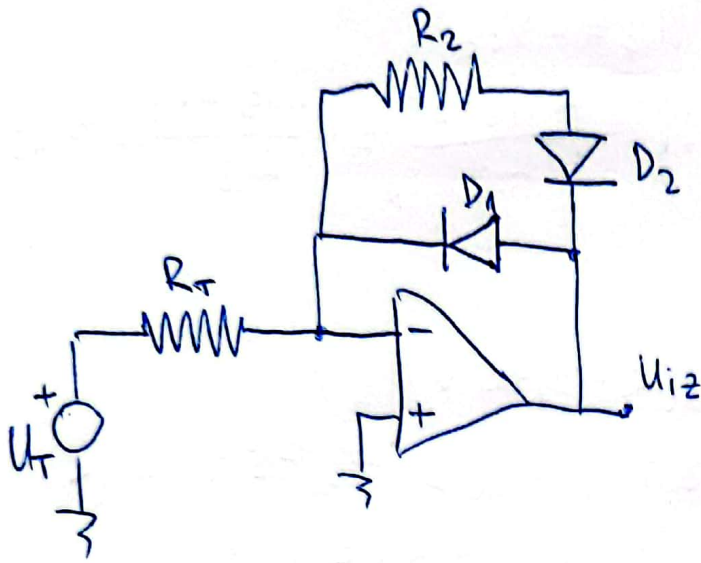
- 3] ЗА КОЛО ПРИКАЗАНО НА СЛИЦИ, ОДРЕДИТИ И СКИЦИРАТИ ЗАВИСНОСТ НАПОНА U_{iz} ОД НАПОНА U_{ul} , КАДА СЕ U_{ul} МИЈЕЊА ОД $-5V$ ДО $5V$. ДИОДЕ СУ ИДЕНТИЧНЕ СА КАРАКТЕРИСТИКОМ ПРИКАЗАНОМ НА СЛИЦИ.
ПОЗНАТО ЈЕ: $V_{cc} = 15V$, $R_1 = 1k\Omega$, $R_2 = 2k\Omega$, $R_3 = 4k\Omega$, $U_F = 0,6V$



→

РЕШЕНИЕ:

ПОСЛЕДОСТВАТЕЛЬНО КОЛО ПРИМЯЕМ ТЕБЕНЕНОВЕ ТЕОРЕМЕ.



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

ЗА НЕПРОЗНАЦИЯ

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

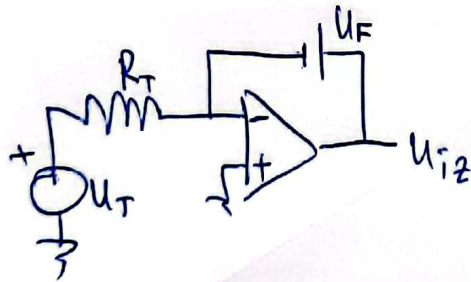
$$R_T = R_1 \parallel R_3 = 0,8 k\Omega$$

ИМАМО 3 СЛУЧАЈА:

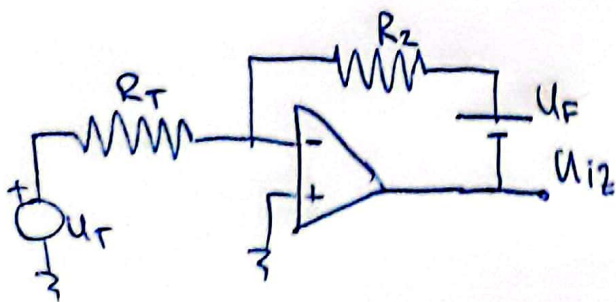
1° $U_T < 0 \Rightarrow D_1 \text{ ON}, D_2 \text{ OFF}$

$$U_{i2} = U_F$$

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



2° $U_T > 0 \Rightarrow D_1 \text{ OFF}, D_2 \text{ ON}$



$$U_{i2} = -\frac{R_2}{R_T} U_T - U_F$$

$$U_{i2} = -2 U_{ul} = 8,1 V$$

$$U_{ul} > -3,75 V$$

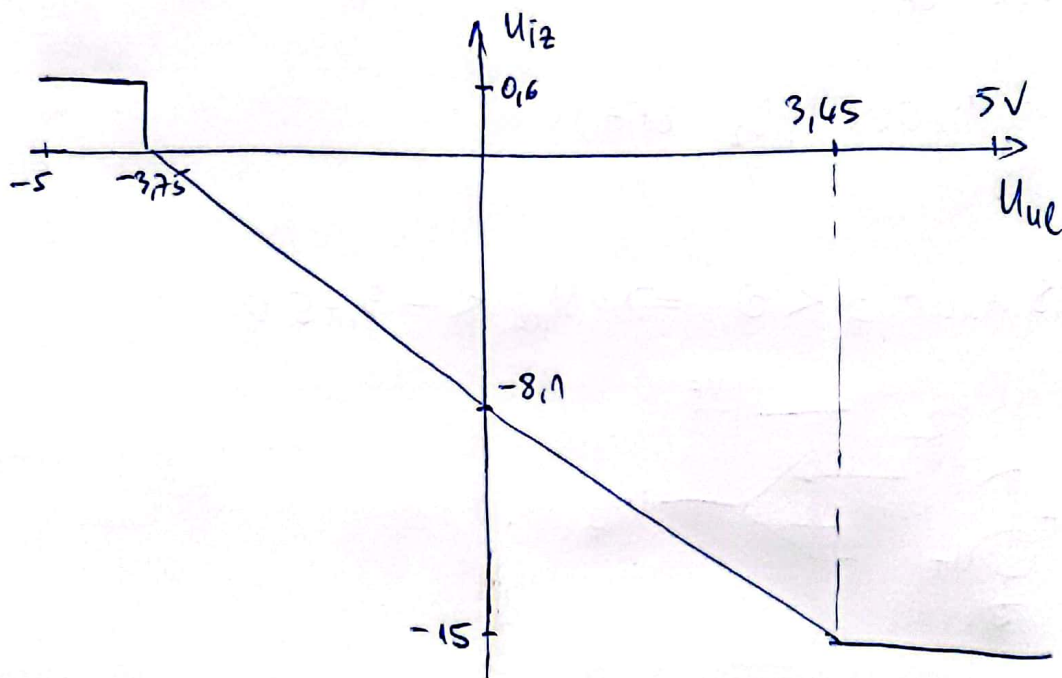
3° ТРАЖИМО ВРЉЕВНОСТ НАПОНА U_{ul} КОЈИ НА ИЗДАЈУ
 ИЗРОКУЈЕ НАПОН ВЕЋИ ОД $-V_{cc}$

$$U_{i2} = -2U_{ul} - 8,1 \quad ; \quad U_{i2} = -V_{cc}$$

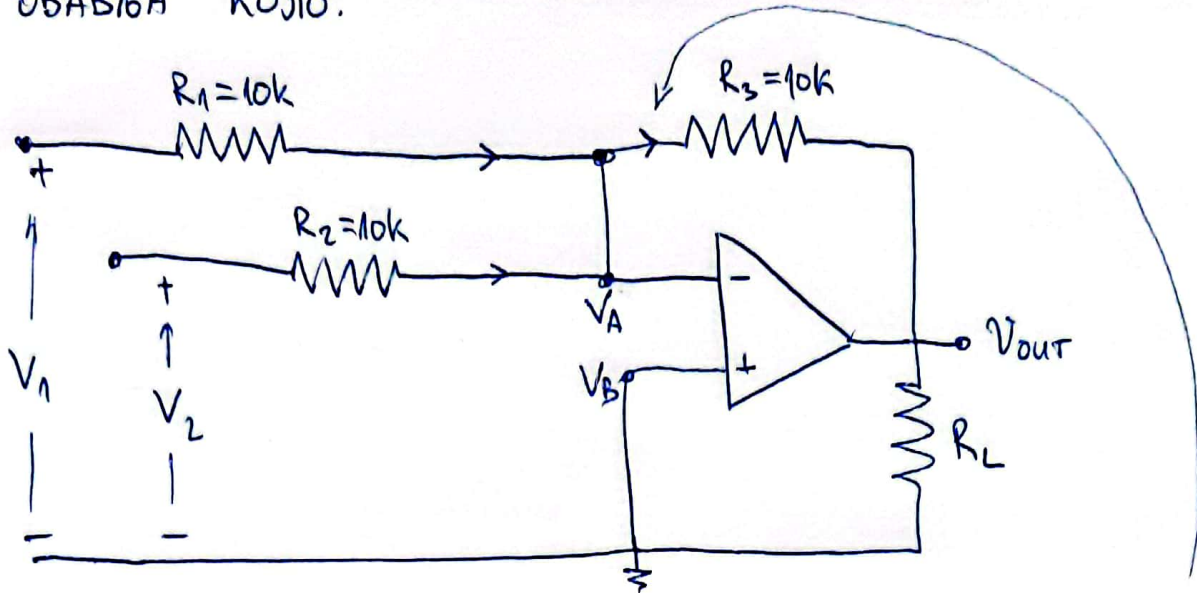
$$-V_{cc} = -2U_{ul} - 8,1 \Rightarrow U_{ul} = \frac{-V_{cc} + 8,1}{-2} = \frac{-15 + 8,1}{-2} = 3,45V$$

ОПШТИ ИЗРАЗ:

$$U_{i2} = \begin{cases} U_F & ; U_{ul} < -3,75V \\ -2U_{ul} - 8,1 & ; U_{ul} \geq -3,75V, U_{ul} < 3,45V \\ -15V & ; U_{ul} \geq 3,45V \end{cases}$$



4] ИЗРАЗИТИ V_{out} У ФУНКЦИЈИ V_1 И V_2 . КОЈУ ФУНКЦИЈУ ОБАВЉА КОЛО.



РЕШЕЊЕ:

УБОР V_A :

$$\underbrace{\frac{V_1 - V_A}{10k}}_{\text{СТРЈЈА КРОЗ } R_1} + \underbrace{\frac{V_2 - V_A}{10k}}_{\text{СТРЈЈА КРОЗ } R_2} - \underbrace{\frac{V_A - V_{out}}{10k}}_{\text{СТРЈЈА КРОЗ } R_3} = 0$$

* $V_A - V_{out}$ ЈЕ
ЗБОГ СМЈЕРА
СТРЈЈЕ

$\overset{\text{В.М.}}{V_A = V_B} \Rightarrow$

$$\frac{V_1}{10k} + \frac{V_2}{10k} = \frac{-V_{out}}{10k} \quad / \cdot 10k$$

$$V_1 + V_2 = -V_{out} \Rightarrow V_{out} = -(V_1 + V_2)$$

ИНВЕРТУЈУЋИ СЛАБАЧ