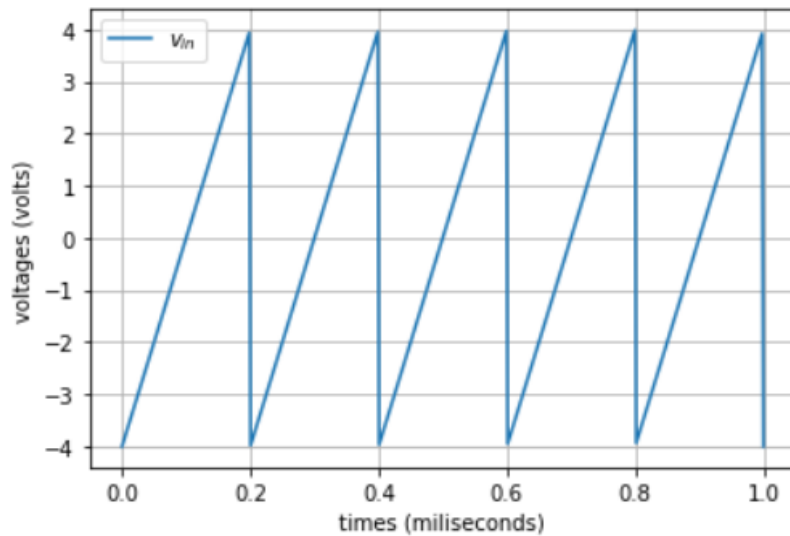


(Sub-CPMK 1) (33 Poin)

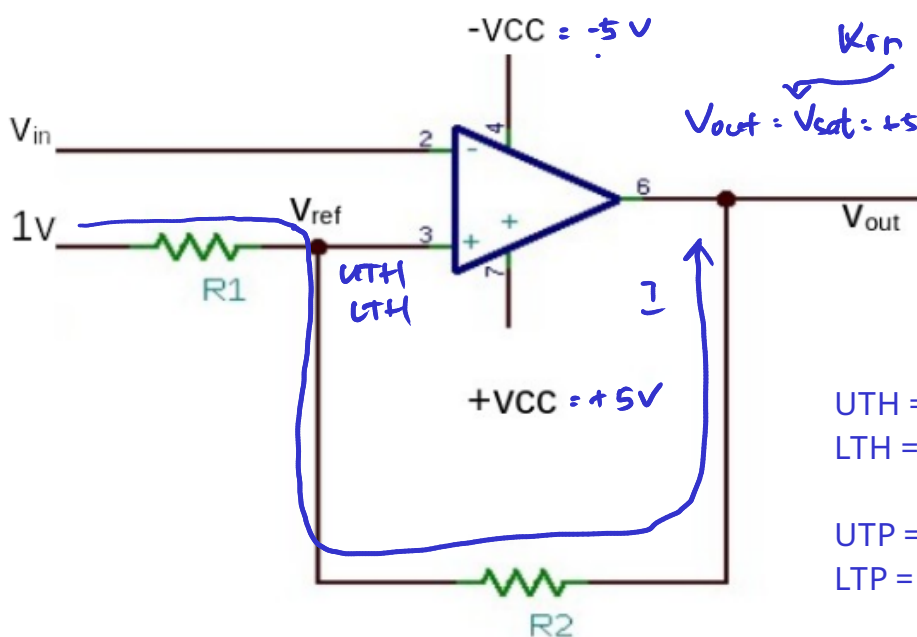
1. Diketahui sinyal V_{in} yang ditunjukkan oleh Gambar 1 dan rangkaian komparator yang ditunjukkan oleh Gambar 2 dengan V_{cc} sebesar 5 volt.

- Tentukan berapa V_{ref} -nya jika $R_1 = 2$ digit terakhir NIM dibagi 2 dan $R_2 = 2$ kali dari nilai R_1 !
- Gambarkan sinyal V_{out} -nya!

$$N_{im} = 02 \rightarrow R_1 = 1 \Omega$$
$$R_2 = 2 \Omega$$



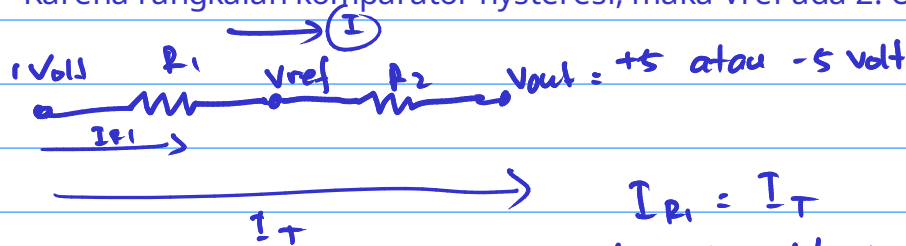
Gambar 1. Sinyal V_{in} .



UTH = upper threshold
LTH = lower threshold

UTP = upper trip point
LTP = lower trip point

Karena rangkaian komparator hysteresis, maka V_{ref} ada 2: UTH (UTP) & LTH (LTP)



$$I_{R_1} = I_T$$
$$\frac{V_{ref} - 1}{R_1} = \frac{V_{out} - 1}{R_1 + R_2}$$

$$V_{ref} = \frac{V_{sat} - 1}{R_1 + R_2} \cdot R_1 + 1$$

$$V_{ref} = \frac{V_{out} - 1}{R_1 + R_2} \cdot R_1 + 1$$

$$\textcircled{1} V_{out} = 5 \text{ Volt} \rightarrow V_{ref} = U_{TH} = \frac{5 - 1}{1 + 2} \cdot 1 + 1$$

$$= \frac{1}{3} \cdot 1 + 1$$

$$= \frac{4}{3} + 1$$

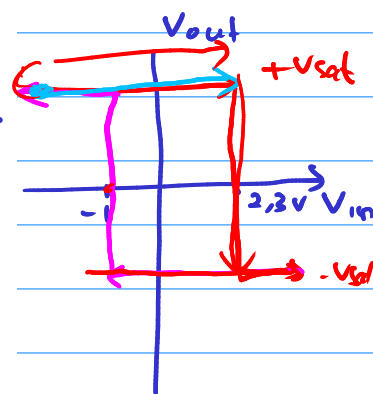
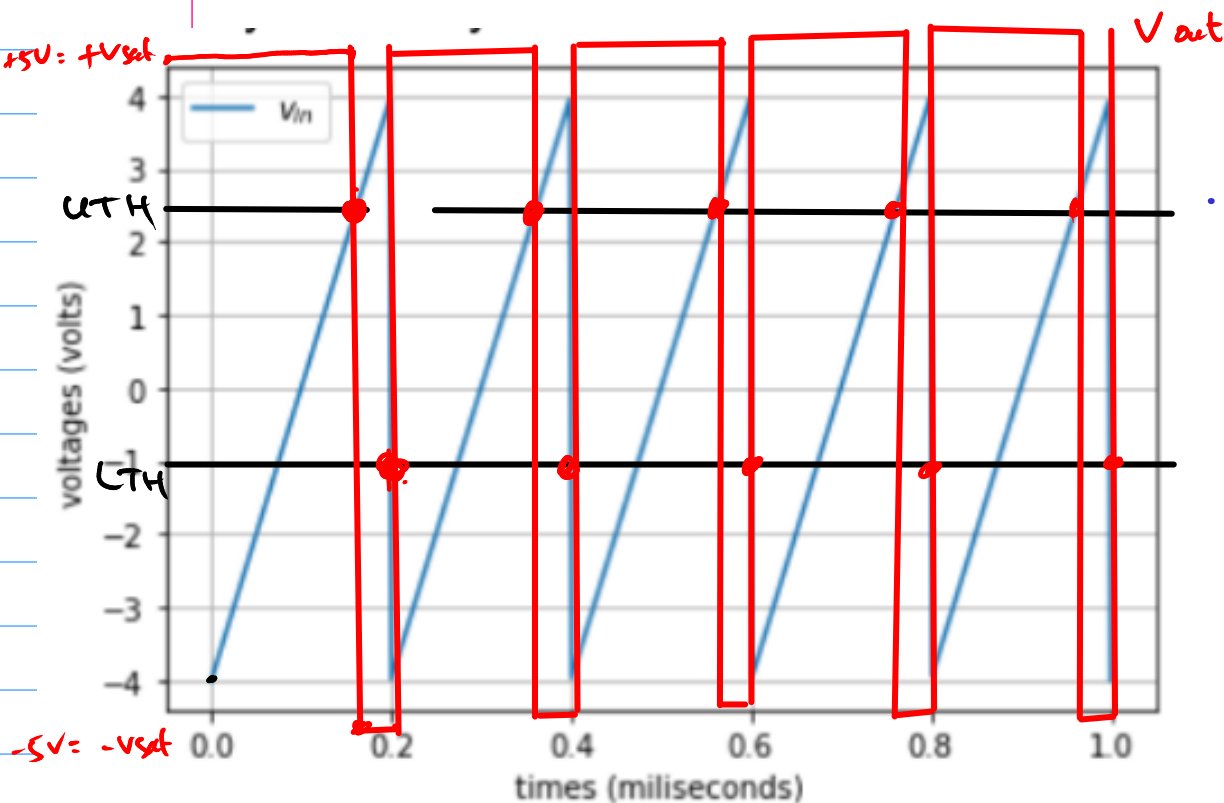
$$U_{TH} = \frac{7}{3} \text{ V} = 2,3 \text{ V}$$

$$V_{out} = -5 \text{ Volt} \rightarrow V_{ref} = L_{TH} = \frac{-5 - 1}{1 + 2} \cdot 1 + 1$$

$$= \frac{-6}{3} \cdot 1 + 1$$

$$= -2 + 1$$

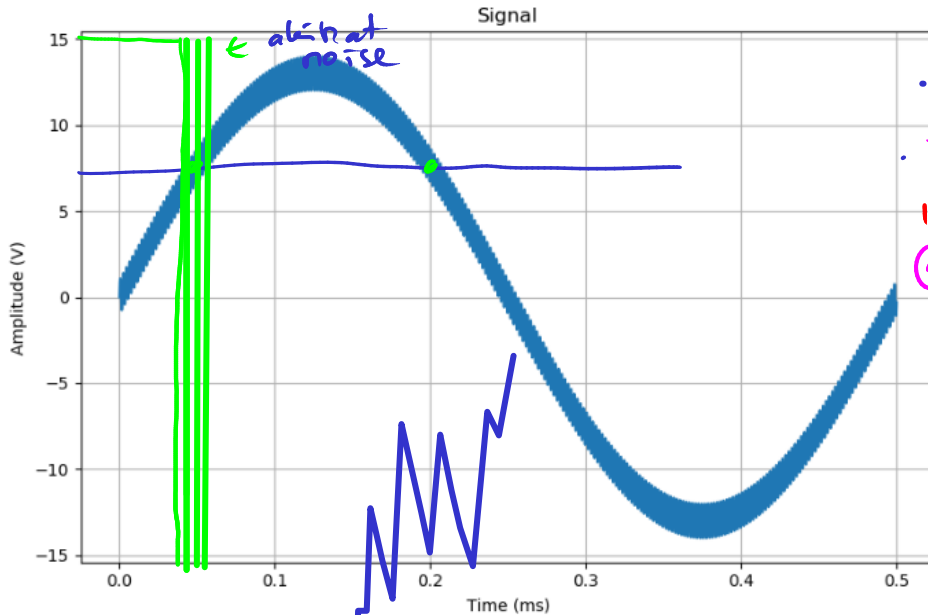
$$= -1 \text{ Volt}$$



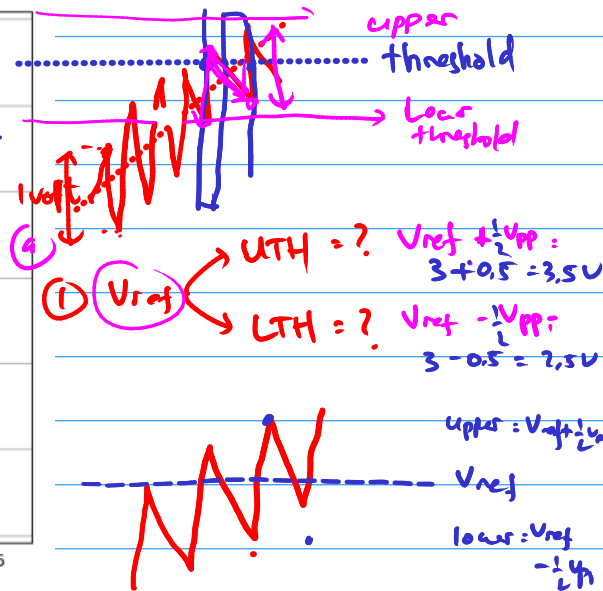
(Sub-CPMK 1) (17 poin)

2. Diketahui sinyal tegangan input yang memasuki rangkaian op-amp sebagai komparator dapat ditunjukkan melalui Gambar 3. Sinyal tegangan input memiliki noise tegangan peak to peak 1V. Buatlah rangkaian komparator dengan histerisis menggunakan $V_{ref} = (1 \text{ digit terakhir NIM})!$

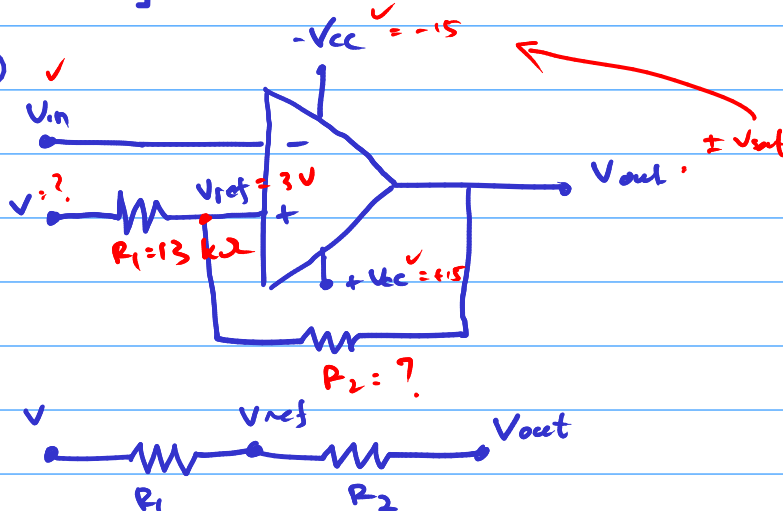
- Tentukan upper threshold dan lower threshold! (10 poin)
- Gambarkan diagram histerisisnya! (4 poin)
- Buatlah rangkaian op-amp sebagai komparator dengan asumsi nilai salah satu resistor adalah 2 digit terakhir NIM anda dengan satuan kilohm! (3 poin)



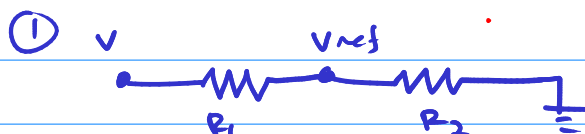
Gambar 3. Sinyal tegangan input rangkaian komparator



(C)



Analysis Superposisi



$$\frac{V - 0}{R_1 + R_2} = \frac{V_{ref} - 0}{R_2}$$

$$\frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{V_{ref}}{R_2}$$

$$\boxed{\frac{V}{13 + R_2} = \frac{3}{R_2}} \quad \dots (1)$$

②



$$\frac{V_{out} - 0}{R_1 + R_2} = \frac{V_{ref} - 0}{R_1}$$

$$\frac{V_{out}}{R_1 + R_2} = \frac{V_{ref}}{R_1} \rightarrow$$

$$\boxed{\frac{V_{out}}{13 + R_2} = \frac{3}{13}} \dots \textcircled{2}$$

$$\boxed{\frac{V}{13 + R_2} = \frac{3}{R_2}} \dots \textcircled{1}$$

$$\boxed{\frac{V_{out}}{13 + R_2} = \frac{3}{13}} \dots \textcircled{2}$$

+V_{ind}

... ②



$$\frac{V_{out}}{13 + R_2} = \frac{3}{13}$$

$$13 V_{out} = 3(13 + R_2)$$

$$13 V_{out} = 39 + 3 R_2$$

$$\boxed{R_2 = \frac{13 V_{out} - 39}{3}} \dots \textcircled{3}$$

substitusikan pers. ③ ke ②

$$\frac{V}{13 + R_2} = \frac{3}{R_2} \rightarrow$$

$$V R_2 = (13 + R_2) 3$$

$$V R_2 = 39 + 3 R_2$$

$$V = \frac{39}{R_2} + 3$$

$$V = \frac{39}{\frac{13 V_{out} - 39}{3}} + 3$$

$$V_{out} = +V_{out} = 15V \rightarrow$$

$$V = \frac{39}{\frac{13 \cdot 15 - 39}{3}} + 3 = \frac{39}{52} + 3 = 3,75$$

V = 3,75 Volt, maka :

$$\frac{V}{13 + R_2} = \frac{3}{R_2} \Rightarrow$$

$$\frac{3,75}{13 + R_2} = \frac{3}{R_2}$$

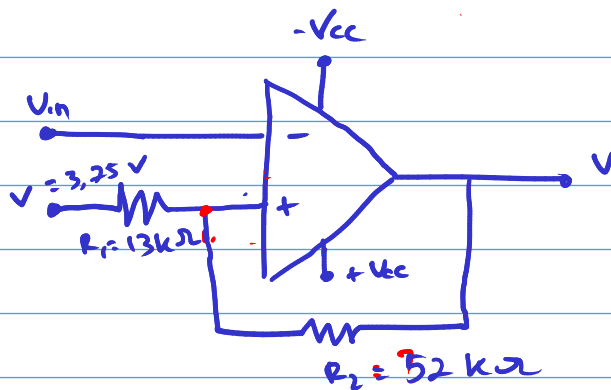
$$3,75 R_2 = 39 + 3 R_2$$

$$3,75 R_2 - 3 R_2 = 39$$

$$0,75 R_2 = 39$$

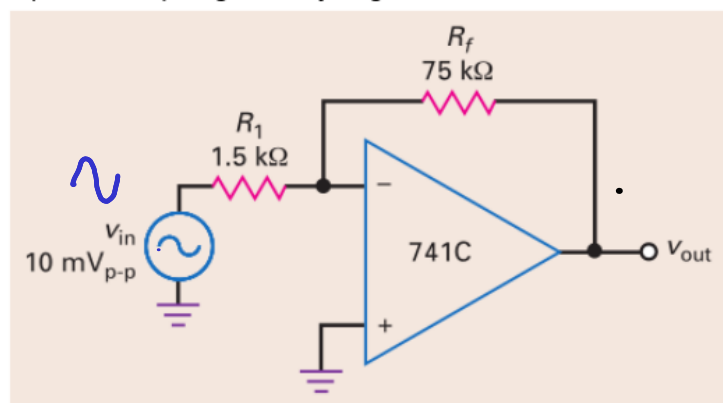
$$R_2 = \frac{39}{0,75} = 52 \text{ k}\Omega$$

sehingga rangkaian op amp comparator yg dirancang adalah



(Sub-CPMK 2) (35 poin)

3. Diketahui rangkaian penguat sebagaimana yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Tentukan berapa besar penguatan yang dihasilkan.

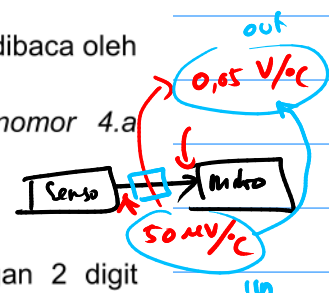


Gambar 4. Rangkaian penguat

$$A = -\frac{R_f}{R} = -\frac{75 \text{ k}\Omega}{1.5 \text{ k}\Omega} = -50 = 50 \text{ kali penguatan}$$

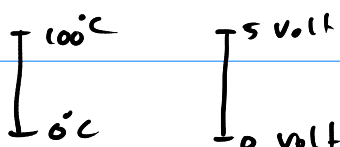
4. Anda diminta untuk membuat rangkaian penguat berbasis op-amp untuk antarmuka antara sensor suhu dengan mikrokontroler. Sensor suhu merupakan dapat dianggap sebagai sumber tegangan yang nilainya tergantung terhadap suhu. Besar kenaikan tegangan sensor adalah $50 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ dengan tegangan keluaran 0V pada saat suhu 0°C . Mikrokontroler dapat mengukur tegangan antara 0V sampai dengan 5V. Untuk dapat mengukur suhu antara 0°C hingga 100°C , tentukan!

- Tentukan besar perubahan tegangan terhadap suhu yang mampu dibaca oleh mikrokontroler! (4 poin)
- Besar penguatan yang diperlukan! (hint: bandingkan hasil nomor 4.a terhadap sensitivitas sensor yang telah diketahui di soal) (4 poin)
- Nama rangkaian penguat! (3 poin)
- Bentuk rangkaian penguat! (2 poin)
- Besar resistor apabila salah satu resistor nilainya sama dengan 2 digit terakhir NIM anda! (2 poin)



$$\Delta V_T = 50 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$$

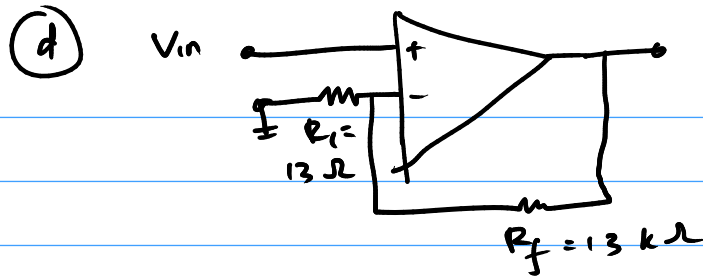
$$V_{out} = 0 \text{ V} \leftrightarrow T = 0^\circ\text{C}$$



$$(a) \frac{5 \text{ Volt}}{100^\circ\text{C}} = 0,05 \text{ V}/^\circ\text{C}$$

$$(b) A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{0,05 \text{ V}/^\circ\text{C}}{50 \mu\text{V}/^\circ\text{C}} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-5}} = 10^{-2+5} = 10^3 = 1000 \text{ kali penguatan}$$

(c) non-inverting amplifier



(e)

$$A = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

$$1000 = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

$$1000 = \frac{13 k\Omega}{R_1} + 1$$

$$1000 - 1 = \frac{13}{R_1}$$

$$999 = \frac{13}{R_1}$$

$$R_1 = \frac{13}{999} = 0,013 k\Omega$$

$$R_1 = 13 \Omega$$