Industriell elektroteknikk, Øving 1

Rendell Cale

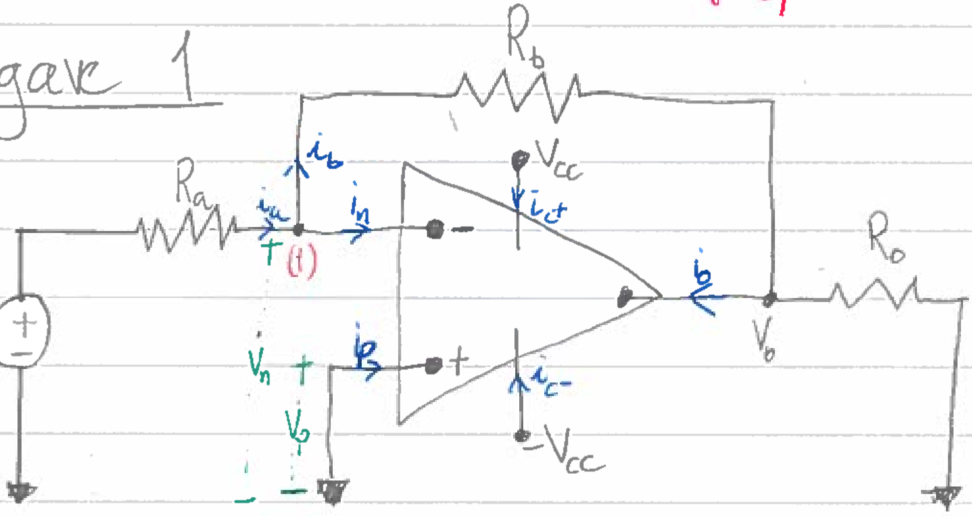
ønsker tilbakemelding :)

R

Ahm

Oppgave 1

a) R



Ideel op-amp:

$$V_n = V_p$$

$$i_n = i_p = 0$$

R b) Siden $v_p = 0$ må $v_n = 0$.

Kirchoffs strømlov ved (1) gir

$$i_a = i_b + i_n$$

$$\Rightarrow i_a = i_b \quad \text{siden } i_n = 0$$

Siden $i_a = \frac{V_{in} - V_n}{R_a}$, $i_b = \frac{V_n - V_o}{R_b}$

og $V_n = 0$ får vi

$$\frac{V_{in}}{R_a} = -\frac{V_o}{R_b}$$

$$\Leftrightarrow V_o = -\frac{R_b}{R_a} V_{in}$$

c) $-\frac{R_b}{R_a}$ er en negativ konstant så uttrykket sier at V_o er en negativ (altså invertert) og skalert versjon av V_{in}.

R

d) $R_a = 1\,k\Omega$, $V_{in} = 10\,V$, $V_{cc} = 15\,V$

Op-ampen går i metning hvis $|V_o| \geq V_{cc}$
Så vi løser

$$|V_o| = V_{cc}$$

$$\Rightarrow \frac{R_b}{R_a} V_{in} = V_{cc}$$

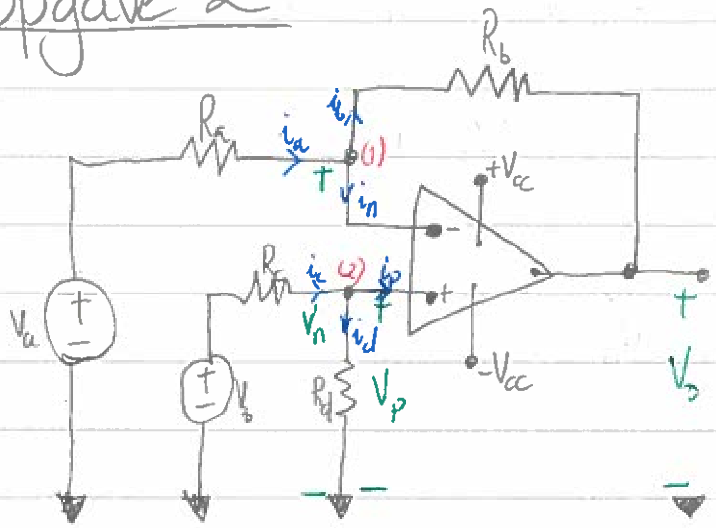
$$\Leftrightarrow R_b = \frac{V_{cc}}{V_{in}} R_a = \frac{15}{10} \cdot 1\,K\Omega$$

$$= 1{,}5\,K\Omega$$

For $R_b \leq 1{,}5\,K\Omega$ er op-ampen i det lineære området.

R

Oppgave 2



Kirchoffs strømlov i (1) og (2):

$$i_a = i_b + i_n$$

$$i_c = i_d + i_p$$

Antar ideel op-amp slik at

$$i_n = i_p = 0 \quad \text{og} \quad V_p = V_n$$

Det gir

$$i_a = i_b \quad \text{og} \quad i_c = i_d$$

$$\Rightarrow \quad \frac{V_a - V_n}{R_a} = \frac{V_n - V_o}{R_b} \qquad (*)$$

$$\frac{V_b - V_p}{R_c} = \frac{V_p}{R_d} \qquad (**)$$

$$(**) \Rightarrow \quad V_p \underbrace{\left(\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_d}\right)}_{\frac{R_d+R_c}{R_cR_d}} = \frac{V_b}{R_c}$$

$$\Leftrightarrow \quad V_p = \frac{\cancel{R_c} R_d}{R_c+R_d} \cdot \frac{V_b}{\cancel{R_c}}$$

$$\Leftrightarrow \quad V_p = \frac{R_d}{R_c+R_d} V_b$$

$$V_n = V_p : \Rightarrow \quad V_n = \frac{R_d}{R_c+R_d} V_b$$

$$(*) \Rightarrow \quad -\frac{V_o}{R_b} = \frac{V_a}{R_a} - \frac{V_n}{R_a} \quad \frac{V_n}{R_b}$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{V_o}{R_b} = V_n\left(\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b}\right) - \frac{V_a}{R_a}$$

$$\Leftrightarrow \quad V_o = \left(V_n \frac{R_a+R_b}{R_aR_b} - \frac{V_a}{R_a}\right) R_b$$

$$\Leftrightarrow \quad V_o = V_n \frac{R_a+R_b}{R_a} - \frac{R_b}{R_a} V_a$$

$$\overset{(**)}{\Rightarrow} \quad V_o = \frac{R_d}{R_a} \cdot \frac{R_a+R_b}{R_c+R_d} \cdot V_b - \frac{R_b}{R_a} V_a$$

b) Vi trenger $\frac{R_b}{R_a} = \frac{R_d}{R_a} \cdot \frac{R_a + R_b}{R_c + R_d} = 1$

Siden $R_a = 2k\Omega$ må $R_b = 2k\Omega$

Siden $R_c = 3k\Omega$ må R_d oppfylle

$$\frac{R_d}{2000} \cdot \frac{2000 + 2000}{3000 + R_d} = 1$$

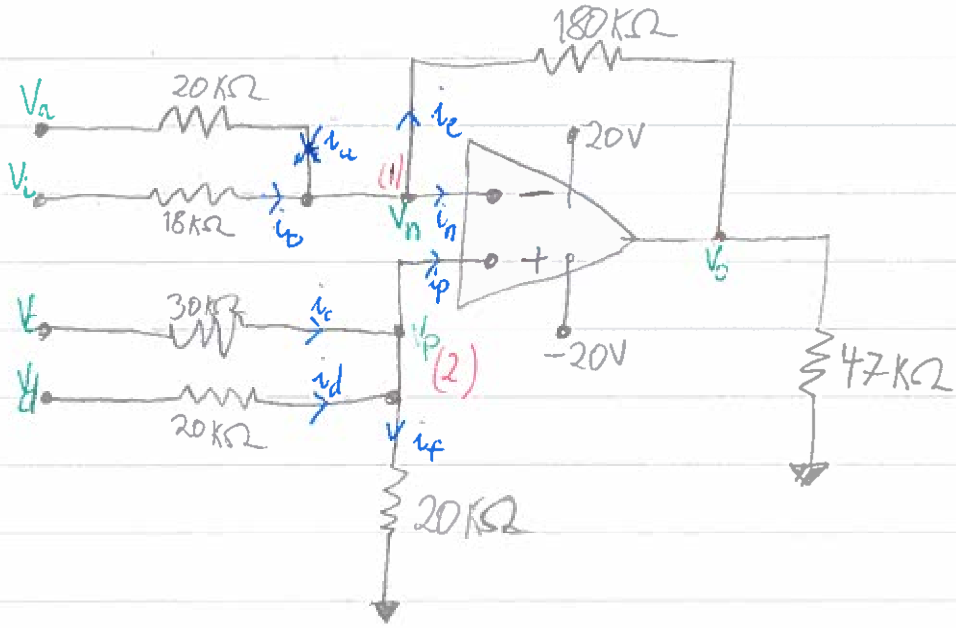
$$\Leftrightarrow \quad \frac{R_d}{3000 + R_d} = \frac{1}{2}$$

$$\Leftrightarrow \quad R_d = 1500 + \frac{1}{2} R_d$$

$$\Leftrightarrow \quad R_d = 3000$$

$$\underline{\underline{R_b = 2k\Omega \text{ og } R_d = 3k\Omega}}$$

Oppgave 3



KCL:

$$(1)\quad \frac{V_a - V_n}{20\cdot 10^3} + \frac{V_b - V_n}{18\cdot 10^3} = \frac{V_n - V_o}{180\cdot 10^3}$$

$$(2)\quad \frac{V_c - V_p}{30\cdot 10^3} + \frac{V_d - V_p}{20\cdot 10^3} = \frac{V_p}{20\cdot 10^3}$$

Har her brukt $i_p = i_n = 0$.

$$(2) \iff V_p\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30}\right) = \frac{V_c}{30} + \frac{V_d}{20}$$

$$\iff V_p = \frac{1}{4}V_c + \frac{3}{8}V_d$$

$$\Rightarrow V_n = \frac{1}{4}V_c + \frac{3}{8}V_d \quad \text{fordi } V_n = V_p$$

(1) gir $\frac{V_o}{180} = \frac{V_n}{180} - \frac{V_a}{20} + \frac{V_n}{20} - \frac{V_b}{18} + \frac{V_n}{18}$

$= V_n\left(\frac{1}{180} + \frac{1}{20} + \frac{1}{18}\right) - \left(\frac{V_a}{20} + \frac{V_b}{18}\right)$

$= \frac{1}{9}\left(\frac{1}{4}V_c + \frac{3}{8}V_d\right) - \left(\frac{1}{20}V_a + \frac{1}{18}V_b\right)$

$\Leftrightarrow \quad V_o = 5V_c + \frac{15}{2}V_d - (9V_a + 10V_b)$

Altså $K_a = 9$
$K_b = 9$ $\quad$ $K_b = 10$ Som du selv har skrevet tidligere
$K_c = 5$ $\quad$ ellers alt Riktig!
$K_d = 7{,}5$

b) Må kreve $|V_o| \leq V_{cc} = 20\,V$

$V_a = V_b = V_c = 1\,V$ gir $V_o = 5 + \frac{15}{2}V_d - (9+10) = \frac{15}{2}V_d - 14$

$\left|\frac{15}{2}V_d - 14\right| \leq 20$

$\Leftrightarrow \quad \left|V_d - \frac{28}{15}\right| \leq \frac{8}{3}$

$\Rightarrow \quad -\frac{4}{5} \leq V_d \leq \frac{68}{15}$

$\Rightarrow \quad -0{,}8 \leq V_d \leq 4{,}53$ R

V_d må ligge mellom $-0{,}8\,V$ og $4{,}53\,V$.

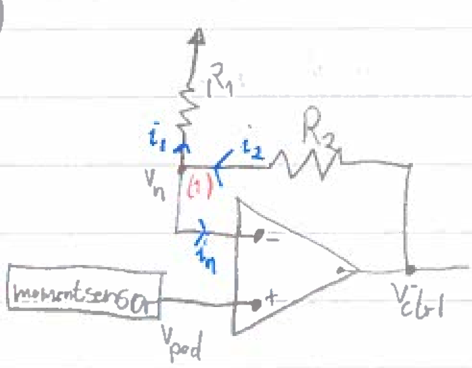
Oppgave 4

a) Vi har $V_{mot} = V_{bat} \cdot \frac{V_{ctrl}}{15}$

V_{ctrl} er utgangen av en op-amp med $V_{cc} = 15$ V.
Den vil altså mettes ved (og ikke overgå) 15 V.
Så $V_{ctrl} \leq 15$ V $\Rightarrow V_{mot} \leq V_{bat} \cdot \frac{15}{15}$

$$\Leftrightarrow \quad V_{mot} \leq V_{bat} = 50\text{ V}$$

b)



$V_{cc} = 15$ V

Antar ideel op-amp: $i_n = i_p = 0$
$V_p = V_n$

Det gir $V_n = V_{ped}$

KCL i (1) gir $i_1 = i_2$

$$\frac{V_{ped}}{R_1} = \frac{V_{ctrl} - V_{ped}}{R_2}$$

$$\Leftrightarrow \quad V_{ctrl} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_{ped}$$

Siden $V_{mot} = V_{bat} \cdot \frac{V_{ctrl}}{15}$ har vi

$$V_{mot} = \underbrace{\frac{V_{bat}}{15} \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1}}_{\text{Konstant}} \cdot V_{ped} \qquad (*)$$

V_{mot} kan skrives på formen $a \cdot V_{ped}$, a konstant. Det betyr at V_{mot} er en øker proporsjonalt med V_{ped}. Derfor kan vi kalle dette en P-regulator.

c) Nå $V_{ped} = 10$ V, ønsker vi at $V_{mot} = 50$ V.
Har at $V_{bat} = 50$ V og $R_1 = 1\,\text{k}\Omega$.
Setter dette inn i (*):

$$50 = \frac{50}{15} \cdot \frac{1000 + R_2}{1000} \cdot 10$$

$$\iff 1500 = 1000 + R_2$$

$$\iff R_2 = 500$$

$R_2 = 500\,\Omega = 0{,}5\,\text{k}\Omega$ gir det vi ønsker

d) $V_{ped} = 0 \implies V_{mot} = 0$ så motoren gir ikke fremdrift.