



# Designnotat

Tittel: Variabel nivåregulator

Forfattere: Anette Fagerheim Bjerke

Versjon: 2.0

Dato: 13.05.18

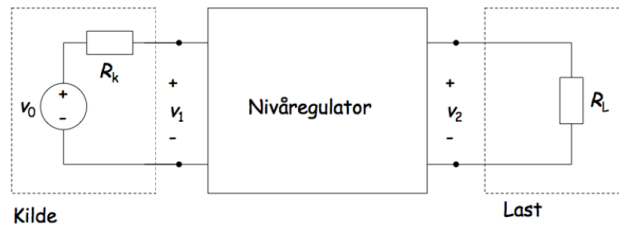
## Innhold

<b>1</b>	<b>Problembeskrivelse</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Prinsipiell løsning</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Realisering og test</b>	<b>3</b>
3.1	Realisering . . . . .	3
3.2	Testing . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Takk</b>	<b>8</b>
	<b>Referanser</b>	<b>8</b>

---

## 1 Problembeskrivelse

I dette designnotatet skal man ta for seg en nivåregulator som vist i figur 1.

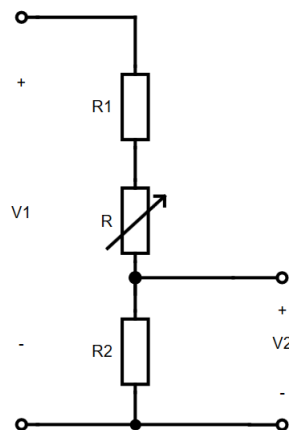


**Figur 1:** Nivåregulator [1, s.1]

Nivåregulatoren skal dempe signalet og den skal være justerbar i området fra  $A_{min}$  til  $A_{max}$ . Man skal kunne justere dempingen med en dreibar kontroll.

## 2 Prinsipiell løsning

For å lage en nivåregulator tar man utgangspunkt i kretsen i figur 2, for å finne en løsning på problemet. Denne figuren blir valgt fordi det er enklere å regne ut spenningsfallet over motstanden  $R_2$  enn andre løsninger, som å regne spenningsfallet over  $R_2$  og en variabel motstand.



**Figur 2:** Nivåregulator [1, s. 2]

For å finne ut hvilke amplituder man skal forvente, bruker man formel (1). Hvor  $A$  enten

er  $A_{max}$  eller  $A_{min}$  og  $a$  er den dempede amplituden til signalet. Man trenger amplituden for å vite hvor mye av signalet som faktisk blir dempet.

$$A = 20\log(a) \quad (1)$$

Fra figur 2 kom man frem til at spenningsdeling ville være en god løsning for demping av signalet. Dermed bruker man formelen for spenningsdeling for å regne ut verdiene til  $R_1$  og  $R_2$ , se formel (2).

$$v_2 = v_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R} \quad (2)$$

For å finne motstandsverdier som både passer for  $a_1$  og  $a_2$  setter man opp et likningssett som vist i (3).

$$\begin{aligned} A : \frac{R_2}{R_1 + R_2 + 0} &= a_1 \\ B : \frac{R_1}{R_1 + R_2 + 10000} &= a_2 \end{aligned} \quad (3)$$

Løser man dette likningssettet får man verdiene for  $R_1$  og  $R_2$ .

### 3 Realisering og test

#### 3.1 Realisering

Fra kravspesifikasjonene skulle det være mulig å stille inn dempingen manuelt. Dette ble realisert ved bruk av en variable motstand. Den variable motstanden hadde en motstand mellom 10 k $\Omega$  og 0  $\Omega$ .

For å finne verdiene på amplitudene man kan forvente brukes formel (1). For  $A_{min}$  ble amplituden ( $a_1$ )

$$\begin{aligned} 20\log(a_1) &= -7 \\ \log(a_1) &= -\frac{7}{20} \\ a_1 &= 10^{-\frac{7}{20}} \\ a_1 &= 0.4467 = 0.45 \end{aligned} \quad (4)$$

For  $A_{max}$  ble amplituden ( $a_2$ )

$$\begin{aligned} 20\log(a_2) &= -28 \\ \log(a_2) &= -\frac{28}{20} \\ a_2 &= 10^{-\frac{28}{20}} \\ a_2 &= 0.0398 = 0.04 \end{aligned} \quad (5)$$

Ved å bruke likningssettet (3) og setter inn verdiene for  $a_1$  og  $a_2$  får man likningssettet (6).

$$\begin{aligned} A : \frac{R_2}{R_1 + R_2 + 0} &= 0.45 \\ B : \frac{R_1}{R_1 + R_2 + 10000} &= 0.04 \end{aligned} \quad (6)$$

Figur 3 viser utregningene løst i GeoGebra. Her er  $A$  og  $B$  det samme som i likningssettet (6). Man velger å runde motstandsverdiene opp til nærmeste verdi, slik at  $R_1 = 550 \, \Omega$  og  $R_2 = 440 \, \Omega$ .

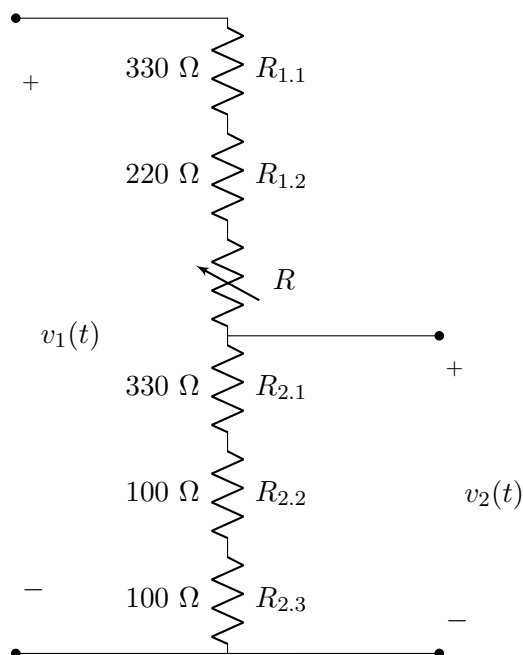
1	$A := R_2 / (R_1 + R_2 + 0) = 0.45$ $\checkmark \quad \frac{\mathbf{R_2}}{\mathbf{R_1 + R_2 + 0}} = \mathbf{0.45}$
2	$B := R_2 / (R_1 + R_2 + 10000) = 0.04$ $\approx \quad \frac{\mathbf{R_2}}{\mathbf{R_1 + R_2 + 10000}} = \mathbf{0.04}$
3	$\text{Løs}[\{A, B\}, \{R_1, R_2\}]$ $\approx \quad \{\{\mathbf{R_1 = 536.59}, \mathbf{R_2 = 439.02}\}\}$

**Figur 3:** Utregning i GeoGebra

For å realisere  $R_1$  ble det brukt motstander på  $330 \, \Omega$  og  $220 \, \Omega$ , og for  $R_2$  ble det brukt motstander  $330 \, \Omega$ ,  $100 \, \Omega$  og  $10 \, \Omega$ .  $R_1$  har da en samlet verdi på ca.  $550 \, \Omega$  og  $R_2$  har en samlet verdi på ca.  $440 \, \Omega$ . Motsandsverdiene er ikke eksakt og dermed kan det være variasjoner i motsandene, selv om de har samme verdi.

## 3.2 Testing

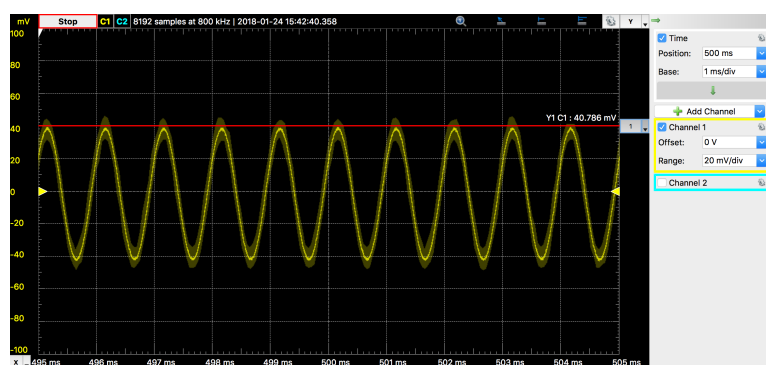
Kretstegningen, figur 2, ble brukt som mal for å koble opp kretsen. Her ble det seriekoblet en signalgenerator, to motstander ( $R_1$ ), et potensiometer og tre motstander ( $R_2$ ) som vist i figur 4. Kretsen ble satt opp på et breadboard for å enkelt kunne måle verdier, og endre på kretsen dersom det viste seg å være feil.



**Figur 4:** Nivåregulator

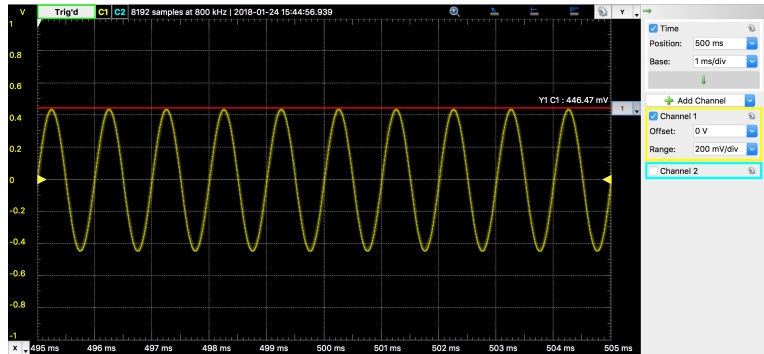
Ved å påtrykke kretsen et sinussignal med amplitude på 1V og frekvens på 1 kHz, kunne man sjekke om kretsen responderte slik man ønsket at den skulle. Amplituden ble valgt til 1V fordi man da skal få de samme verdiene som de utregnede. For å måle dempingen ble det koblet inn et oscilloskop over utgangen.

Måling for  $a_2$  er vist i figur 5.  $a_2 = 40.7 \text{ mV} = 0.04 \text{ V}$  Dette stemmer med de utregningene fra den prinsipielle løsningen (5).



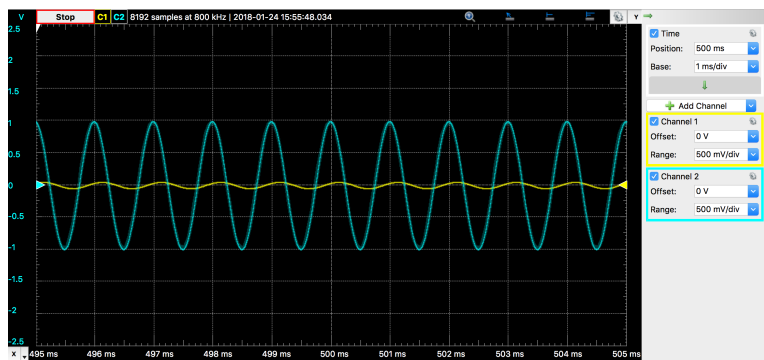
**Figur 5:**  $A_{max}$ ,  $a_2 = 40,7 \text{ mV}$

Måling for  $a_1$  er vist i figur 6. Verdien man får der er  $a_1 = 446 \text{ mV} = 0.45 \text{ V}$ , noe som stemmer med den prinsipielle løsningen (4).



Figur 6:  $A_{min}$ ,  $a_1 = 446$  mV

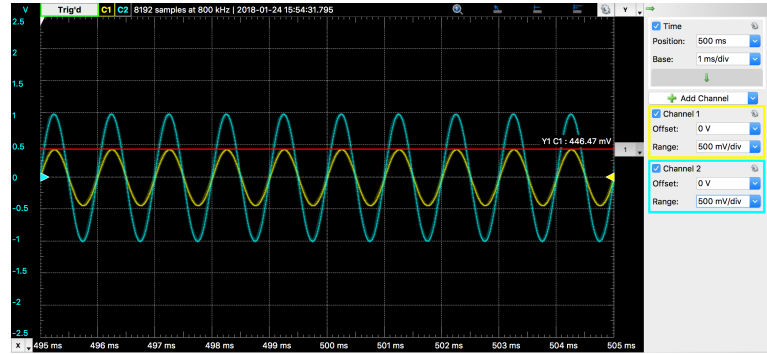
Målinger av  $v_1$  og  $v_2$  er vist i figur 7. Dette viser forholdet mellom  $v_1$  og  $v_2$  når dempingen er på maksimum (-28 dB). Fra figuren kan man også se at dempingen er betydelig mindre i forhold til det opprinnelige signalet.



Figur 7: Inngang  $v_1$  (blå kurve) og utgang  $v_2$  (gul kurve).

Dersom man regner amplituden  $v_2$  tilbake til dB, ved hjelp av formelen for amplitude (1). Får man at  $A_{min} = -27.96$  dB som er mindre enn 0.1 dB fra spesifisert verdi.

I figur 8 er dempingen på minimum (-7 dB). Man kan her se stor forskjell på dempingen i figur 7 og figur 8. Her er da dempingen  $a_2 \approx 0.04$  V og  $a_1 \approx 0.45$  V. Regner man da om til desibel, får man at  $A_{max} = -7.01$  dB.



**Figur 8:** Inngang  $v_1$  (blå kurve) og utgang  $v_2$  (gul kurve)

Fra tabell 1 kan man observere at målingene og de forventede verdiene ikke var langt fra hverandre. Amin hadde et avvik på 0.04dB, mens Amax hadde et avvik på 0.01 dB, noe som er godt innenfor maksimumgrensen på 0.1 dB.  $R_1$  hadde noe høyere motstandsverdi enn beregnet, men differansen mellom  $R_1$  og  $R_2$  holdt seg på omtrent 110  $\Omega$ , altså 12  $\Omega$  i forskjell fra den opprinnelige differansen (98  $\Omega$ ).

**Tabell 1:** Resultater

	Forventet	Resultat	Avvik
Amin	-28 dB	-27.96 dB	0.04 dB
Amax	-7 dB	-7.01 dB	0.01 dB
$a_2$ min	0.45	0.45	-
$a_2$ max	0.04	0.04	-
$R_1$	537 $\Omega$	550 $\Omega$	13 $\Omega$
$R_2$	439 $\Omega$	440 $\Omega$	1 $\Omega$

## 4 Konklusjon

Resultatene fra testingen viste at de motstandsverdiene av R1 og R2 ga en minimal demping på -7.01 dB og en maksimal demping på -27.96 dB, noe som er tilnærmet lik den beregnede dempingen (-7 dB og -28 dB). Å få eksakt -7 dB og -28 dB var ikke forventet, grunnet beregninger med grunnlag i ideelle ledere og komponenter. Ved å bruke de valgte R1 og R2 ble det største avviket, på dempeleddet, mindre eller likt enn 0.04 dB. Dette er godt innenfor målsetningen som var et maksimumsavvik på 0.1 dB.

## 5 Takk

Jeg vil gjerne takke Taheera Ahmed, Renate Askevold, Tora K. Bjerkmo, Andrea H. Dalseg, Kristine Døsvik, Torunn Røraas og Sikke Tjosevik for spennende og opplysende samtaler. En stor takk til Synnøve Rotevatn for gode råd.

## Referanser

- [1] L. Lundheim, *Teknisk notat: Variabel nivåregulator*, Elsys, 1. utgave, 2017.