



# Designnotat I

Tittel: Variabel nivåregulator

Forfattere: Jakob Furnesvik Eikeland

Versjon: 1.0

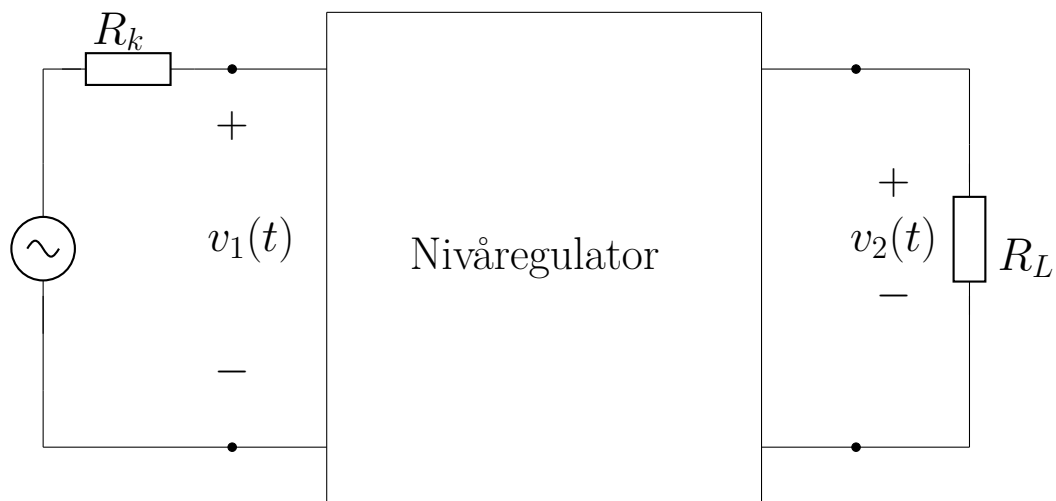
Dato: 21.01.2025

## Innhold

<b>1</b>	<b>Problembeskrivelse</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Prinsipiell løsning</b>	<b>2</b>
2.1	Krets . . . . .	2
2.2	Motstandsverdier . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Realisering og test</b>	<b>3</b>
3.1	Standardiserte motstandsverdier . . . . .	4
3.2	Oppkobling . . . . .	4
3.3	Resultat . . . . .	5
3.4	Drøfting . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Takk</b>	<b>6</b>
	<b>Referanser</b>	<b>7</b>

## 1 Problembeskrivelse

I elektroniske system vil vi ofte kunne styre nivået på signalene i en krets. Dette kan gjøres på flere måter. En signalforsterker kan øke nivået på signaler mens dempeledd kan redusere. Vi har lyst til å designe en krets for et dempeledd som gir variabel demping i området -10dB til -25dB med mindre enn 0.1dB avvik. Dempeleddet vil vi så teste opp mot en signalgenerator, med en frekvens på 1kHz og en utgangsmotstand  $R_k \approx 0$ , og en lastmotstand  $R_L \approx \infty$



**Figur 1:** Design av nivåregulator inspirert av Teknisk Notat [1]

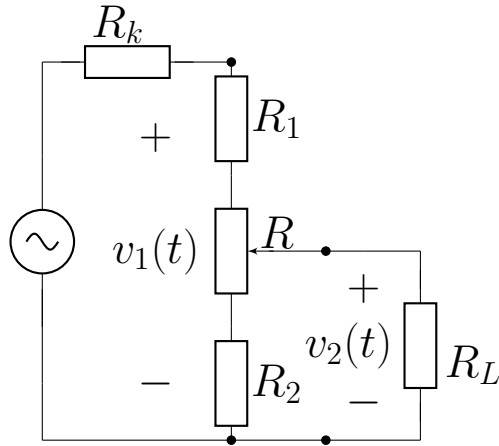
## 2 Prinsipiell løsning

Det er flere måter en kan designe et dempeledd på. Det kan realiseres ved bruk av lineære komponenter som motstander og et potensiometer slik at vi ikke får noe faseforskyving av inngangssignalet. Utgangssignalet  $v_2(t)$  beskrives da som en lineær skalering av inngangssignalet:

$$v_2(t) = Av_1(t) \quad (1)$$

### 2.1 Krets

For å redusere nivået på signalet kan vi utnytte motstandene som spenningsdelere. Ved en motstand  $R_1$  i serie med et potensiometer  $R$ , kan vi sammen med en til motstand  $R_2$  skape en spenningsdeling som reduserer nivået på signalet. Da ender vi opp med kretstegning lik Figur 2.



**Figur 2:** Kretstegning

## 2.2 Motstandsverdier

Vil da finne verdier for  $R_1$  og  $R_2$  fra Ligning 1.

$$v_2 = A_1 \cdot v_1 = R_2 \cdot \frac{v_1}{R + R_1 + R_2} \implies A_1 = \frac{R_2}{R + R_1 + R_2} \quad (2)$$

$$v_2 = A_2 \cdot v_1 = (R + R_2) \cdot \frac{v_1}{R + R_1 + R_2} \implies A_2 = \frac{(R + R_2)}{R + R_1 + R_2} \quad (3)$$

Setter opp ligningsettet og løser for  $R_1$  og  $R_2$ :

$$A_2(R + R_1 + R_2) = R_2 \implies R_1 = \frac{R_2}{A_2} - R - R_2 \quad (4)$$

$$A_1(R + R_1 + R_2) = R + R_2 \implies R_2 = \frac{R}{\frac{A_1}{A_2} - 1} \quad (5)$$

## 3 Realisering og test

Kan da regne ut verdiene for  $A_1$  og  $A_2$  med formelen:

$$A[dB] = 20 \lg(A) \quad (6)$$

$$-10 = 20 \cdot \log(A_1) \implies A_1 = 0.31623$$

$$-25 = 20 \cdot \log(A_2) \implies A_2 = 0.05623$$

Og sette inn for å regne  $R_2$  og  $R_1$ . Dersom  $v_1 = 1$ ,  $R = 10k\Omega$  og  $A_2 \leq A \leq A_1$ :

$$R_1 = \frac{2162.69231}{0.05623} - 10000 - 2162.69231 = 26298.85\Omega$$

$$R_2 = \frac{10000}{\frac{0.31623}{0.05623} - 1} = 2162.69231\Omega$$

### 3.1 Standardiserte motstandsverdier

For å realisere systemet er nødt til å finne motstander for  $R_1$  og  $R_2$ . Utifra standard motstandsverdier finner vi en tilnærming for  $R_1$  og  $R_2$ :

$$R_1 = 22k\Omega + 3.3k\Omega + 1k\Omega \text{ \& } R_2 = 1.8k\Omega + 330\Omega + 33\Omega$$

$$R_1 = 26.3k\Omega \text{ \& } R_2 = 2163\Omega$$

Ved bruk av uttrykket for  $A_1$  og  $A_2$  som vi fant i Ligning 2 og Ligning 3 kan vi regne tilbake og se om disse motstandene er innenfor systemkravene at  $A_1$  og  $A_2$  skal være mindre enn 0.1dB fra henholdsvis -10dB og -25dB:

$$A_1 = \frac{2163 + 10000}{10000 + 2163 + 26300} = 0.31623 \quad (7)$$

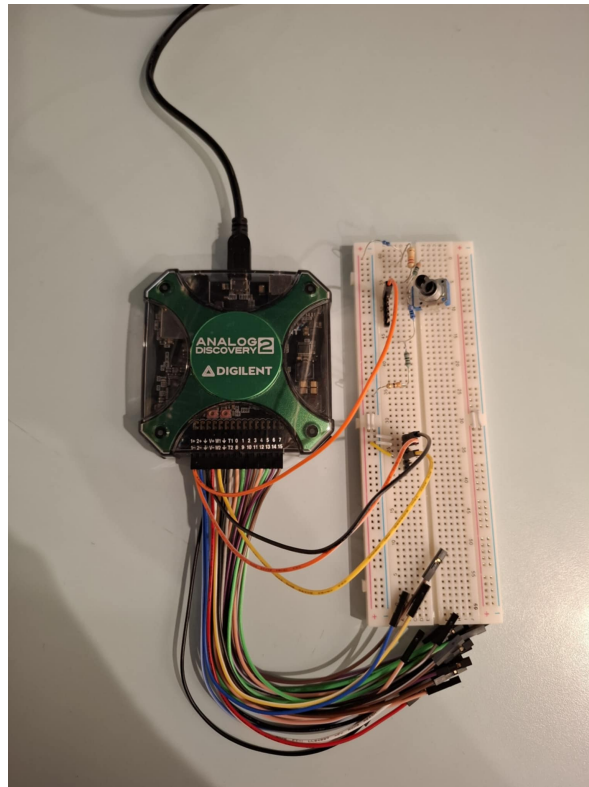
$$A_1[dB] = 20 \cdot \log(0.31623) = -10.00005dB \quad (8)$$

$$A_2 = \frac{2163}{10000 + 2163 + 26300} = 0.05624 \quad (9)$$

$$A_2[dB] = 20 \cdot \log(0.05624) = -24.99973dB \quad (10)$$

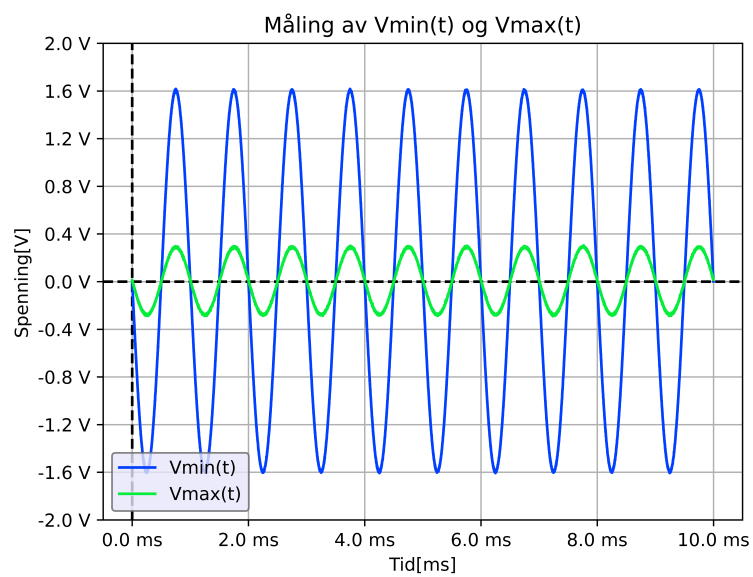
### 3.2 Oppkobling

For å teste systemet kobler vi opp slik som gitt under underseksjon 2.1. Deretter kobler vi til 1 kHz, 5V amplitude sinus signal som genereres fra en signalgenerator. Spenningen over lasten måles med et oscilloskop og plotter dataen fra målingen, se Figur 3 og Figur 4.



**Figur 3:** Oppkobling av systemet

### 3.3 Resultat



**Figur 4:** Plot av fordempet spenning

Ved å analysere måledataene kan vi finne amplituden av de dempede spenningene og bruke verdiene i Ligning 1 til å regne den målte dB verdien. Resultatet ble at systemet har en minimums demping på -9.80dB og en maksimum demping på -24.30 dB, altså 0.2- og 0.7 db forskjell fra systemkravet.

### 3.4 Drøfting

Testingen av dempeleddet gir uønsket oppførsel som følge av usikkerhet i komponentene brukt. Motstandene  $R_1$  og  $R_2$  ble målt til  $25.7\text{k}\Omega$  og  $2.15\text{k}\Omega$  henholdsvis. I tillegg ble potensiometeret målt fra ca  $6\Omega$  til ca  $10.1\text{k}\Omega$ . Dette fører til at kretsen ikke oppnår de kalkulte og ønskede verdiene, og får for lav demping som følge. Dempeleddet kan forbedres dersom en måler de oppkoblede motstandene og potensiometeret, og kompensere for usikkerhetene.

## 4 Konklusjon

Dempeleddet har en teoretisk god oppførsel som er vell innenfor systemkravene, men usikkerhet i komponentverdier gjør at den realiserste testen ikke kommer innenfor systemkravene for demping.

## 5 Takk

Vil takke Håkon Karveit Mikalsen og Helga Therese Tomaszewski Vrenne for godt samarbeid og hjelp med plotting av data. Vil også takke Kjartan Roalsvik og Simon Eide for hjelp med struktur og skriving av designnotatet.

## Referanser

- [1] Lars Lundheim, Teknisk notat *Variabel nivåregulator*, NTNU, Versjon 1, 2017.