



Designnotat

Tittel: Variabel nivåregulator (dempedeidd)

Forfattere: Øyvind Skaaden

Versjon: 2.0

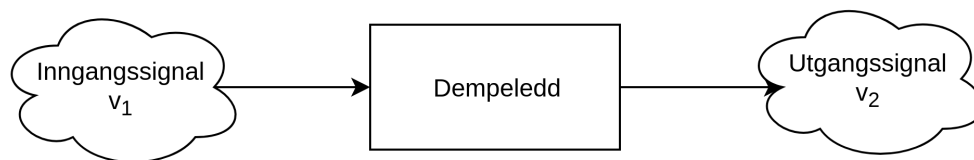
Dato: 24. april 2019

Innhold

1	Problembeskrivelse	1
2	Prinsipiell løsning	2
3	Realisering og test	4
4	Konklusjon	8
5	Takk	8
	Referanser	8
A	Grafer fra testing - Oscilloscop	9

1 Problembeskrivelse

Vi vil ta for oss design av et system som vist i Figur 1



Figur 1: Blokkdiagram av systemet

Kretsen er et dempeleidd med en variabel demping i et gitt område $-A_{min}$ til $-A_{max}$ dB. Kretsen tar inn et signal v_1 og det kommer ut et dempet signal v_2 . Mengde demping skal kunne styres med en dreibar kontroll.

Enkelt forklart betyr dette at vi skal kunne sende et hvilket som helst signal (v_1) og få samme signalet, men dempet (lavere amplitude) ut etter kretsen (v_2).

Det realiserde dempeleddet skal ikke avvike fra A_{min} og A_{max} med mer enn 0.1 dB

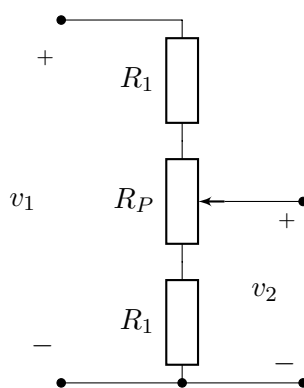
2 Prinsipiell løsning

Det vi ønsker å designe er en spenningsdeler som deler med en minimumsverdi og en maximumsverdi. Løsningen er basert på krets c) i [1, Figur 3, s. 2)]. Dette er en krets med to motstander og et potentiometer som sett i Figur 2. Kretsen tar inn et inngangssignal v_1 og det dempede signalet (v_2) kommer ut på andre siden. Utregningene tar utgangspunkt i at potentiometeret velges på forhånd.

Vi kan beskrive dempingen matematisk som i (1).

$$v_2 = A \cdot v_1 \quad (1)$$

Et skjema for dempeleddet i Figur 2.



Figur 2: Skjema for dempeleddet.

Ettersom vi skal gå fra en minimumsdemping til en maksimumsdemping, kan vi se på kretsen i tilfellene da potentiometeret er skrudd helt ned til minimumsmotstand og helt opp til maksimumsmotstand. Vi kan se de to tilfellene i Figur 3 og Figur 4.

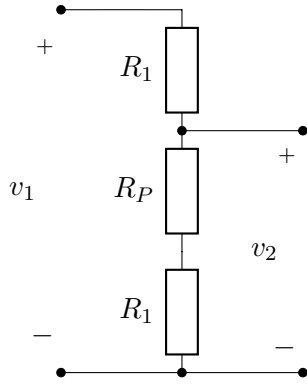
Her er v_1 inngangssignalet, R_1 og R_2 vanlige motstander, R_P er potentiometeret. v_{2min} er v_2 ved minimumsdemping og v_{2max} er v_2 ved maksimumsdemping.

Vi ser da at vi kan lage to likninger for å finne R_1 og R_2 , gitt v_1 , R_P og ønsket v_2 i forhold til v_1 i begge tilfeller.

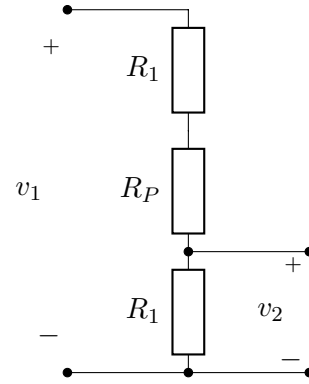
Vi bruker strømmen gjennom R_1 , R_P og R_2 for å koble forholdet mellom v_2 og v_1 , $\frac{v_2}{v_1} = A$, til motstandene. Strømmen er gitt ved

$$\frac{v_1}{R_1 + R_P + R_2} = i \quad (2)$$

Dette brukes i Figur 3 og Figur 4 for å finne R_1 og R_2 . Vi får formlene for minimumsdemping



Figur 3: Krets når potentiometeret er på minimumsverdi.



Figur 4: Krets når potentiometeret er på maksimumsverdi.

$$\frac{v_1}{R_1 + R_P + R_2} \cdot (R_P + R_2) = A_{min} \cdot v_1 \quad (3)$$

$$R_P + R_2 = A_{min} \cdot (R_1 + R_P + R_2) \quad (4)$$

og maksimumsdemping

$$\frac{v_1}{R_1 + R_P + R_2} \cdot R_2 = A_{min} \cdot v_1 \quad (5)$$

$$R_2 = A_{min} \cdot (R_1 + R_P + R_2) \quad (6)$$

Kominerer vi (4) og (6) og finner skjæringspunkt, kan vi finne to likninger for R_1 og R_2 , gitt verdien til potentiometeret, R_P og ønsket minimum- og maksimumsdemping (A_{min} og A_{max}).

$$R_1 = \frac{-A_{min} \cdot R_P + R_P}{A_{min} - A_{max}} \quad (7)$$

$$R_2 = \frac{A_{max} \cdot R_P}{A_{min} - A_{max}} \quad (8)$$

Vi har da to formler, (7) og (8), som sammen med gitt R_P og ønsket område for demping A_{min} og A_{max}

3 Realisering og test

Vi skal ta for oss dempingen $A_{min} = -8$ dB til $A_{max} = -25$ dB, med potentiometer $R_p = 10\text{k}\Omega$. Dette er i dB, så vi må konvertere det til et spenningsforhold.

Desibel til spenningsforhold er gitt ved

$$A[\text{dB}] = 20 \log A \quad (9)$$

Skriver vi om (9) får vi (10).

$$A = 10^{\frac{A[\text{dB}]}{20}} \quad (10)$$

Regner ut A_{min} og A_{max} ved hjelp av (10).

$$A_{min} = 0.398$$

$$A_{max} = 0.056$$

Setter dette inn i formlene (7) og (8) sammen med valgt $R_P = 10\text{k}\Omega$ og får

$$R_1 = 17602.3 \Omega$$

$$R_2 = 1637.4 \Omega$$

Siden dette ikke er standard motstandsverdier, kan vi legge flere motstander i serie. Valgte motstander er oppgitt i tabell 1

R_1	R_2
$15k\Omega$	$1.5k\Omega$
$2.2k\Omega$	120Ω
330Ω	15Ω
47Ω	2.2Ω
22Ω	
17599Ω	1637.2Ω

Tabell 1: Verdier for motstander i serie, sum nederst

Etter testing av kretsen i Figur 2 med motstandene som i serie beskrevet i Tabell 1, med en amplitude på $1V$ og sinusfrekvens $f = 1000\text{Hz}$, var ikke kravene oppfylt. Dempingen var mellom -8.4dB og -24.7dB .

Etter småjusteringer på motstandene, havnet dempingen på mellom -8.05dB og $-25,0\text{dB}$, som er innenfor kravene.

I tabell 2 er det oppgitt de motstandene som ble brukt i dempeleddet som var innenfor kravene.

R_1	R_2
$150 \cdot 10^2 \pm 1\% = 15k\Omega \pm 1\%$	$150 \cdot 10^1 \pm 1\% = 1.5k\Omega \pm 1\%$
$150 \cdot 10^1 \pm 1\% = 1.5k\Omega \pm 1\%$	$820 \cdot 10^{-1} \pm 1\% = 82\Omega \pm 1\%$
$16.5k\Omega \pm 1\%$	$1582\Omega \pm 1\%$

Tabell 2: Verdier for motstander i serie, sum nederst.

I Figur 5 er den skjemaet for den ferdige kretsen med motstande, og Figur 6 er den fysiske oppkoblingen av skjemaet.

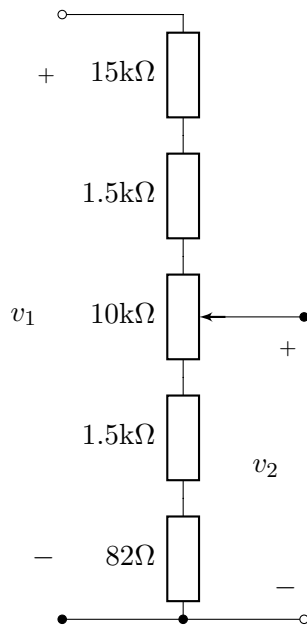
Målinger av testene kan sees i Figur 7 (min) og Figur 8 (max). Alle inngangssignalene har en amplitude på $1V$. Den målte spenningsamplituden ved minimumsdemping er $A_{min} = 0.396V$. Den målte spenningsamplituden ved maksimumsdemping er $A_{max} = 0.056V$.

Bruker (9), og regner ut dempingen. A i dette tilfellet er $A = \frac{A_{\text{målt}}}{A_{\text{ref}}}$.

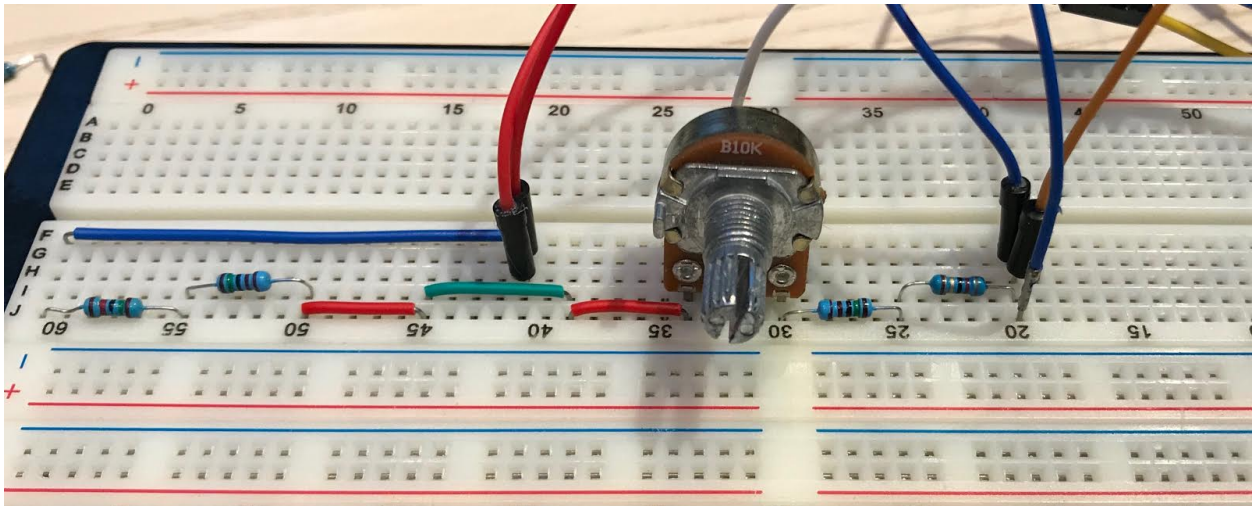
$$A_{min}[\text{dB}] = -8.05\text{dB}$$

$$A_{max}[\text{dB}] = -25.0\text{dB}$$

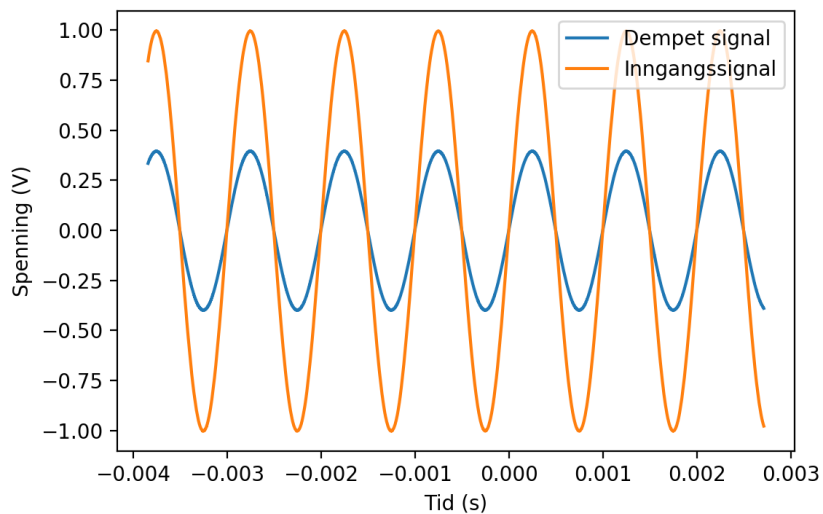
I vedlegg A er det lagt ved grafer fra oscilloscopet under testingen.



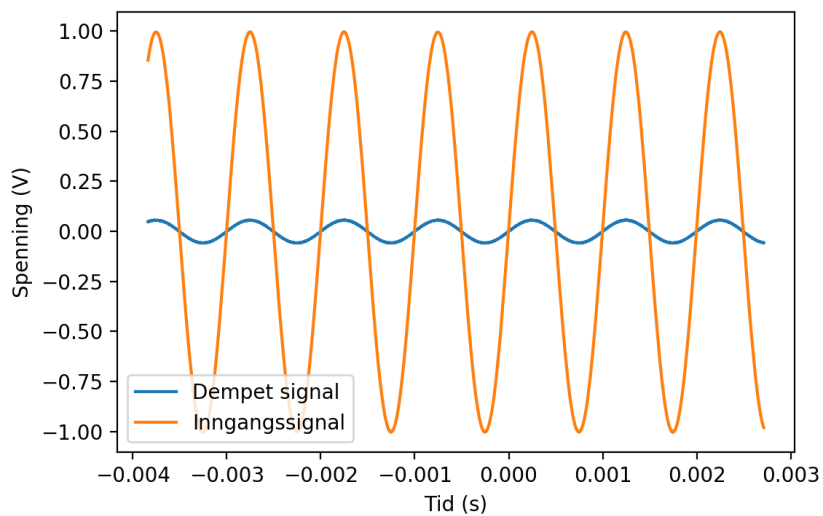
Figur 5: Skjema for det ferdige dempeleddet med motstandsverdier.



Figur 6: Den fysiske oppkonlingen



Figur 7: Målinger av minimumsdemping



Figur 8: Målinger av maksimumsdemping

4 Konklusjon

Som beskrevet i realisering og test er dempeleddet innenfor kravene på 0.1dB. Målte min og max til å være -8.05dB og -25.0dB . Motstandene R_1 og R_2 måtte justeres en del for at kravene skulle bli oppfylt. En feilkilde kan være potentiometeret som ble brukt. Det var lite data på toleransene som fulgte den.

De endelige verdiene er da som følger:

$$R_1 = 16.5k\Omega \pm 1\%$$

$$R_P = 10k\Omega$$

$$R_2 = 1582\Omega \pm 1\%$$

5 Takk

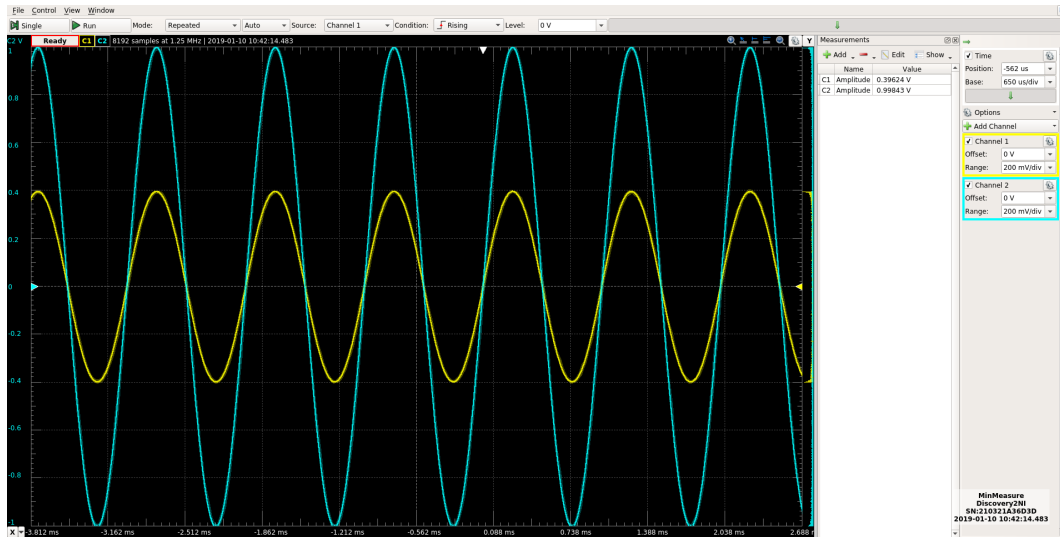
Takk til medstudent Ulrik Bredland for å ha samarbeidet og diskutert rundt dette designprosjektet.

Takker også til Forsterkerkomiteén på Samfundet for å kunne teste dempeleddet i en lydpraktisk situasjon.

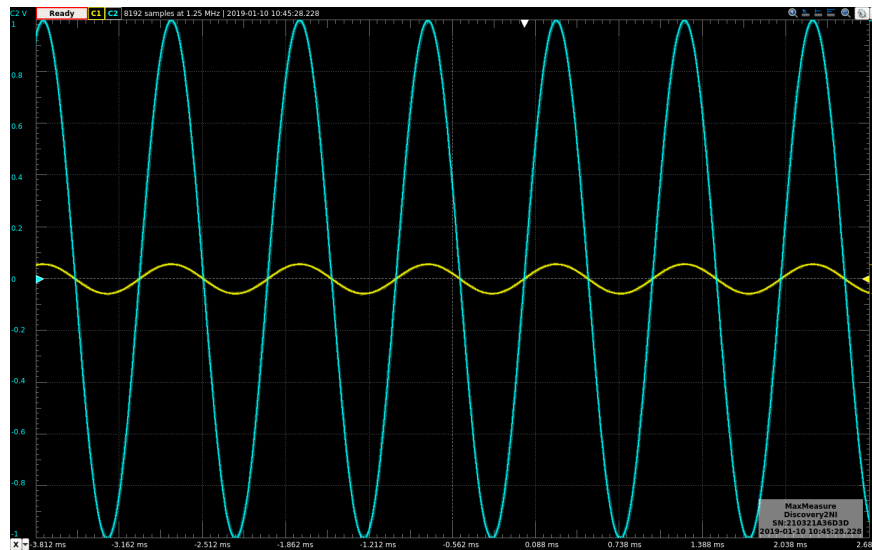
Referanser

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

A Grafer fra testing - Oscilloscop



Figur 9: Målinger av minimumsdemping, blå er inngangssignalet, og gul er dempet signal



Figur 10: Målinger av maksimumsdemping, blå er inngangssignalet, og gul er dempet signal