



Designnotat I

Tittel: Variabel nivåregulator

Forfattere: Jakob Furnesvik Eikeland

Versjon: 1.0

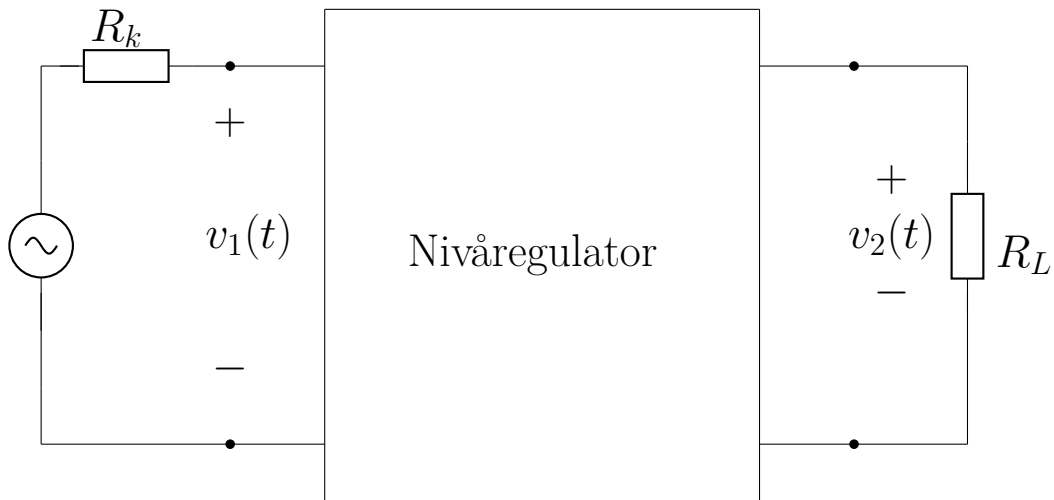
Dato: 21.01.2025

Innhold

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

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]

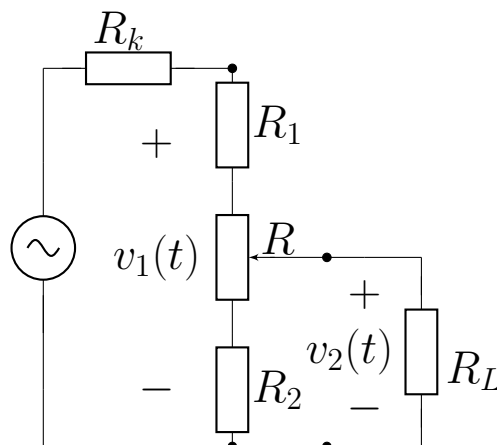
2 Prinsipiell løsning

Det er flere måter en kan designe et dempeledd på. Det kan realiseres ved bruk av motstander og et potensiometer slik at vi ikke får noe faseforskyving av inngangssignalet. Får da uttrykket:

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

2.1 Krets

For å skape en fordempning av signalet kan vi utnytte motstandene som spenningsdelere. Kobler en motstand R_1 i serie med potensiometeret R og motstanden R_2 , med utgangen koblet inn parallellt med potensiometeret. 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. Dersom $v_1 = 1$, $R = 10k\Omega$ og $A_2 \leq A \leq A_1$:

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

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

Setter opp ligningsettet og løser for R_1 og R_2 :

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

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

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_1 og R_2 :

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

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

3 Realisering og test

3.1 Standardiserte motstandsverdier

For å realisere systemet er nødt til å finne motstander for R_1 og R_2 . Utifra standard motstands verdier 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:

$$A_1 = \frac{2163 + 10000}{10000 + 2163 + 26300} = 0.31623$$

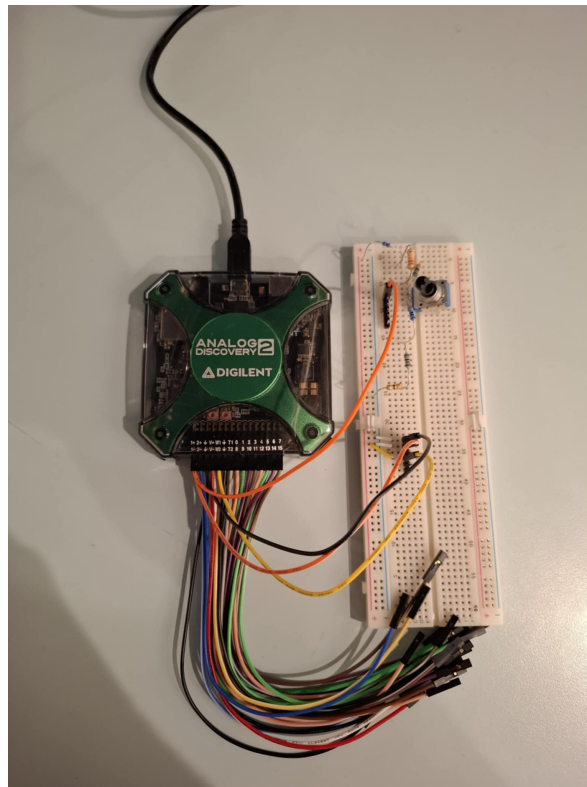
$$A_1[dB] = 20 \cdot \log(0.31623) = -10.00005dB$$

$$A_2 = \frac{2163}{10000 + 2163 + 26300} = 0.05624$$

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

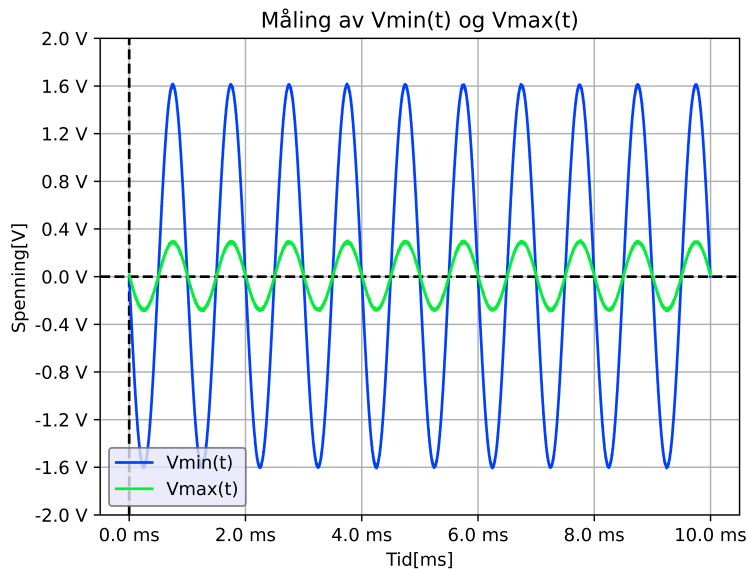
3.2 Testoppsett

Tester systemet med et 1 kHz, 5V amplitude sinus signal som genereres fra en signalgenerator. Måler spenningen over lasten med et oscilloskop og plotter dataen fra målingen i python, se Figur 2, 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. Får da at systemet har en minimums damping på -9.80dB og en maksimum damping på -24.30dB, 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. Måling av motstandene R_1 og R_2 som ble brukt ga følgende 25.7k Ω og 2.15k Ω . I tillegg ble potensiometeret målt fra ca 6 Ω til ca 10.1k Ω . Dette fører til at kretsen ikke oppnår de kalkulererte og ønskede verdiene, og får for lav damping som følge. Dempeleddet kan forbedres dersom en måler de oppkoblede motstandene og potensiometeret, og kompensere for usikkerhetene. Impedans er også en ekstra faktor som ikke har blitt tatt hensyn til som kan påvirke oppførselen til dempeleddet ved høyere frekvenser.

4 Konklusjon

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

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 for hjelp med struktur og skriving av designnotatet.

Referanser

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