# Designnotat

| | |
|---|---|
| Tittel: Signalnivåregulator | |
| Forfattere: Temmam Nabil Altaie | |
| Versjon: 1.0 | Dato: 20.01.15 |

## Innhold


**1 Problembeskrivelse** **2**
1.1 Problemstilling: . . . 2
1.2 Innledning: . . . 2

**2 Prinsipiell løsning** **3**
2.1 Løsningsbeskrivelse . . . 3
2.2 Forklaring av kretsdiagram . . . 3
2.3 Oppsummering . . . 3

**3 Realisering og test** **4**
3.1 Innledning . . . 4
3.2 Maksimal forsterkning . . . 5
3.3 Maksimal demping . . . 6
3.4 Signal-støy-forhold . . . 7
3.5 Oppsummering av sluttresultater . . . 8

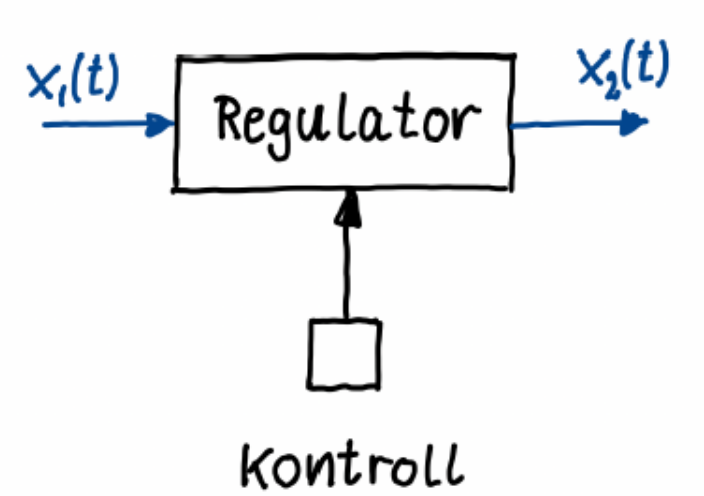
**4 Konklusjon** **8**

**5 Takk** **8**

# 1 Problembeskrivelse

## 1.1 Problemstilling:

Et system skal designes og implementeres som vist i figur 1.




**Figur 1:** Figur 1 illustrerer det generelle systemet for en Signalnivågenerator, hvor $x_1(t)$ representerer inngangnivået som blir behandlet for å gi $x_2(t)$, regulatoren vil forsterke/dempe signalet basert på konstanten $A$ (forsterkning/dempings faktor)

Systemet opererer på et analogt signal $x_1(t)$ og produserer signalet $x_2(t)$
(A er et positivt reelt tall som fungerer som *forsterkningsfaktor* når A>1 og dempningsfaktor når A<1.)

$$x_2(t) = Ax_1(t). \tag{1}$$

Individuelle spesifikasjoner for inngangssignal (frekvens $f$ og amplitude $V_0$)

$$f = 237\,\text{Hz} \tag{2}$$
$$V_0 = 90\,\text{mV} \tag{3}$$

## 1.2 Innledning:

En signalnivågenerator er essensiell for å forstå prinsippene bak forsterkning og demping av signaler, som har brede anvendelser innen elektronikk og kommunikasjon. Målet med denne oppgaven er å redusere støy samtidig som man oppnår effektiv signalbehandling.

# 2 Prinsipiell løsning

## 2.1 Løsningsbeskrivelse

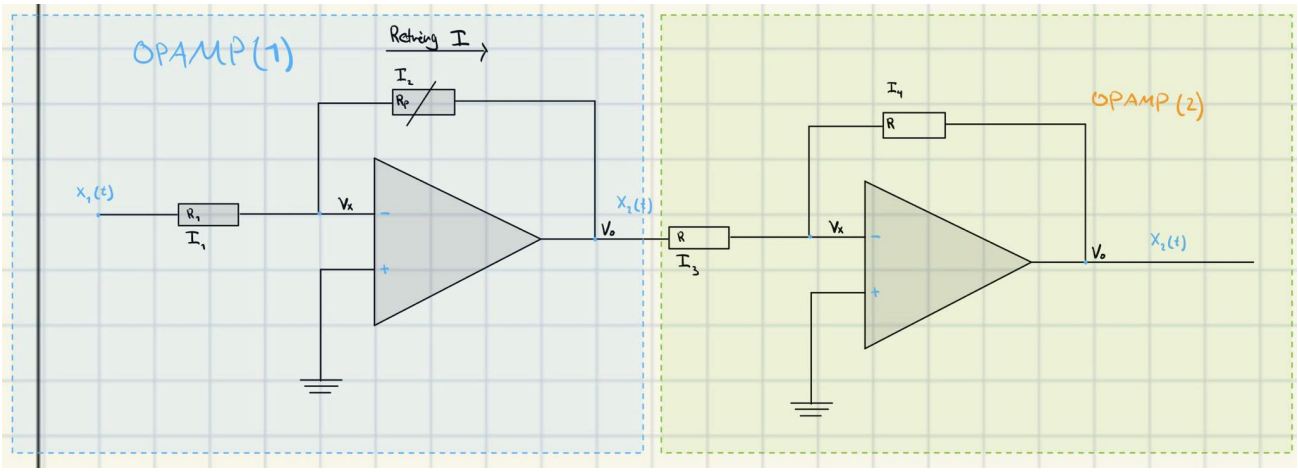
For å løse oppgaven på en fornuftig måte, ble starten av øktene brukt til refleksjon og drøfting over hvilke alternativer som gir best resultat. Alternativene som ble vurdert; spenningsdeling med variabel motstand, inverterende operasjonsforsterkere med variabel motstand og differensiell forsterker. Konklusjonen endte opp med to inverterte operasjonsforsterkere, dette vil gi ønsket løsning på enklest måte.

## 2.2 Forklaring av kretsdiagram

Kretsdiagram av to inverterende operasjonsforsterkere er vist i figur 2. OPAMP 1 justerer signalets forsterkning basert på en variabel motstand, og OPAMP 2 inverterer signalet tilbake til positiv forsterkning. Systemets samlede forsterkning er gitt ved:

($x_1(t)$ er inngangssignalet, $R_p$ er en variabelmotstand - potensiometer, $R_1$ er inngangsmotstand, $x_2(t)$ er utgangssignalet.)

$$x_2(t) = \frac{R_p}{R_1} x_1(t) \rightarrow x_2(t) = Ax_1(t)$$




**Figur 2:** Kretsdiagram av operasjonsforsterkere, hvor OPAMP 1 styrer forsterkning og OPAMP 2 inverterer fortegnet.

## 2.3 Oppsummering

Denne løsningen muligjør demping og forsterkning av signaler, på en relativ enkel måte. Sammenlignet med differensiell forsterker, vil løsningen med to OPAMPS være enklere å realisere når man skal koble opp en fysisk krets. Ulempene kan potensielt være støy fra den

variable motstanden $R_p$, og kan påvirke nøyaktighet på målingene. Designet sikrer at både forsterkningen og dempingen kan oppnås når inngangssignalene med en frekvens på $237Hz$ og en amplitude på $90mV$, ved å justere på $R_p$, potensiometeret.

# 3 Realisering og test

## 3.1 Innledning

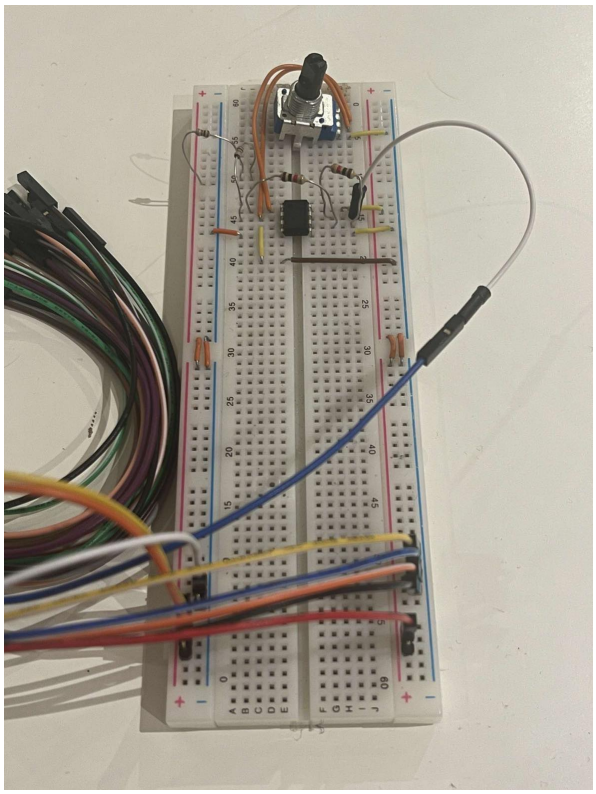
Det ble brukt en rekke komponenter for å realisere designet som vist i figur 4. Helt konkret brukte jeg følgende komponenter:

- Potensiometer ($10k\Omega$)
- Opamp (LF353P)
- Tre motstander på $1k\Omega$

Verktøy:

- Wavegenerator
- Multimeter
- Brødbrett
- Analog Discovery 2

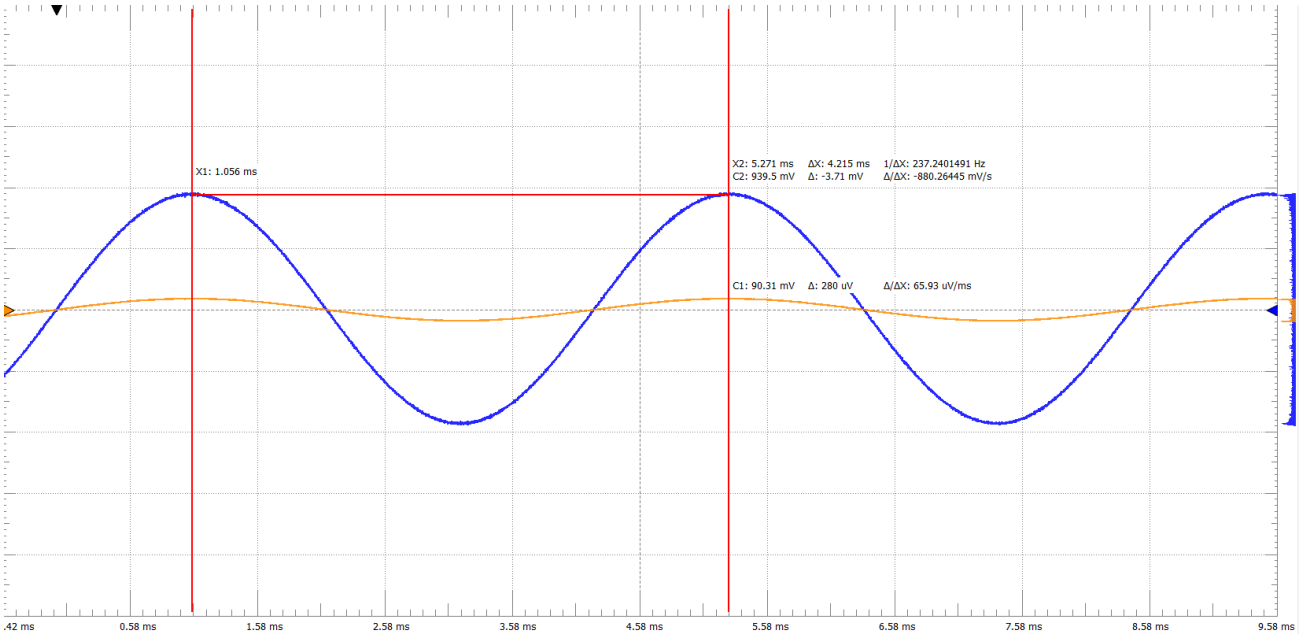
Slik ser den fysiske koblingen ut:



**Figur 3:** Fysisk kobling av design. Koblet opp ved hjelp av Analog Discovery 2, og elektroniske komponenter. (Lånt bilde av Mathias Ekse)

## 3.2 Maksimal forsterkning

Målinger av $A'$, $f$ og $Max_f$ (*Amplitude, frekvens og maksimal forsterkning*) er vist i figur 4.




**Figur 4:** Amplituden $A' = 90\,\text{mV}$, Frekvensen $f = 237\,\text{Hz}$ og Maksimal forsterkning $Max_f = A = 10.5$.

$$G_{\text{dB}} = 20\log_{10}(A) = 20.5\,\text{dB}. \tag{4}$$

Amplituden ($A'$) og frekvensen ($f$) ble verifisert slik at målingene er i henhold til de utdelte verdiene.

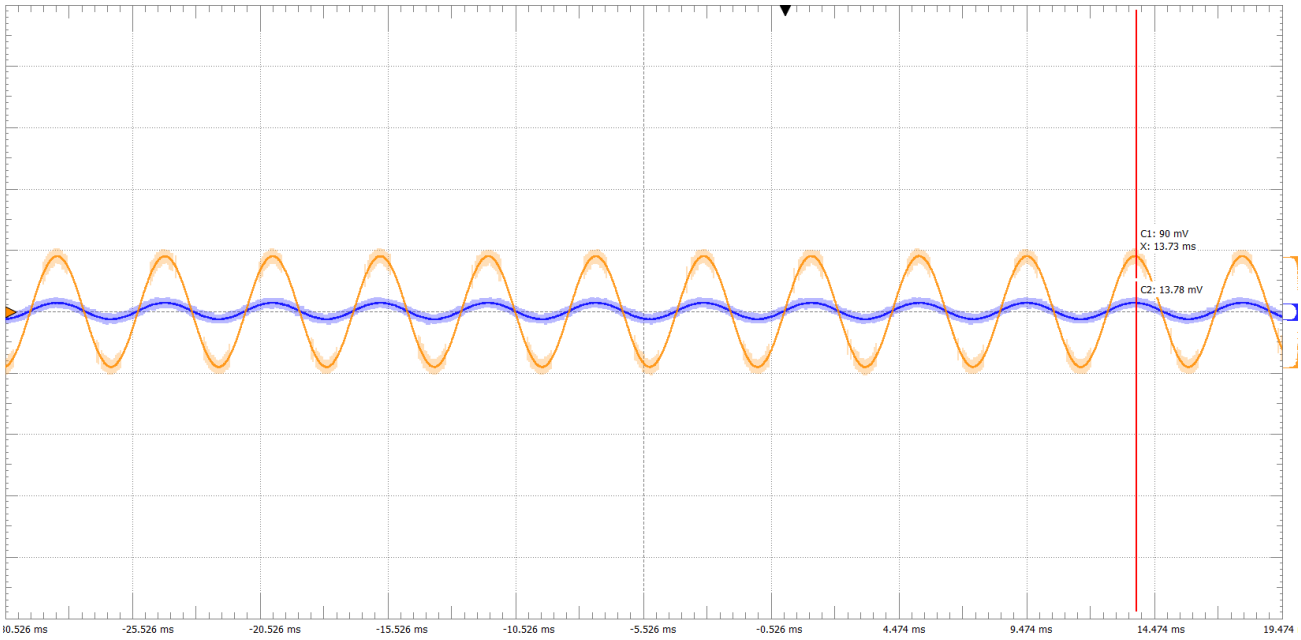
| $x_1(t)$ (mV) | $x_2(t)$ (mV) | $A$ | $G_{\text{dB}}$ |
|---|---|---|---|
| 89.22 | 944.2 | 10.59 | 20.5 |

**Tabell 1:** Måleresultater for maksimal forsterkning.

For å få maksimal forsterkning måtte potensiometeret vrides på riktig måte. Det er også verdt å nevne at flere testmålinger ble gjort for å sikre valide resultater. Amplituden og frekvensen ble sjekket grundig slik at de gitte verdiene samsvarte, og den fysiske koblingen ble dobbeltsjekket. Resultatet er gitt i tabellen 1.

### 3.3 Maksimal demping

På samme måte som forrige avsnitt ble det i forkant av testene gått grundig gjennom gitte verdier. Maksimal demping er vist i figur 5.




**Figur 5:** Amplituden $A' = 90\,\text{mV}$, Frekvensen $f = 237\,\text{Hz}$ og Maksimal demping $Max_d = A = 0.15$.

$$G_{\text{dB}} = 20\log_{10}(A) = -16.1\,\text{dB}. \tag{5}$$

Amplituden ($A'$) og frekvensen ($f$) ble verifisert slik at målingene er i henhold til de utdelte verdiene.

| $x_1(t)$ (mV) | $x_2(t)$ (mV) | $A$ | $G_{\text{dB}}$ |
|---|---|---|---|
| 14.06 | 89.66 | 0.156 | -16.1 |

**Tabell 2:** Måleresultater for maksimal demping.

For å oppnå maksimal demping måtte potensiometeret vrides til en lavere verdi. Jeg unngikk å vridne det helt til 0 for å unngå at sinusfunksjonen gikk i metning. Flere testmålinger ble gjort for å sikre valide resultater. Amplituden og frekvensen ble sjekket grundig, og den fysiske koblingen ble dobbeltsjekket. Resultatet er gitt i tabellen 2.

### 3.4 Signal-støy-forhold

For å måle signal-støy-forholdet (SNR), ble $V_{\text{rms}}$ målt under to forhold: først med aktivt inngangssignal ($x_1(t)$) og deretter med inngangen jordet. Målingene ble gjort ved hjelp av Analog Discovery 2, hvor støyen ble bestemt som den gjennomsnittlige bakgrunnsstyrken når $x_1(t) = 0$. Forholdet mellom signal og støy ble beregnet ved formelen:

$$G_{\text{dB}} = 20 \cdot \log_{10}\left(\frac{V_{\text{rms,signal}}}{V_{\text{rms,støy}}}\right). \tag{6}$$

Signal-støy-forholdet ble funnet til å være 28.45 dB, noe som indikerer lavt støynivå og god signalkvalitet.

### 3.5 Oppsummering av sluttresultater

For å oppsummere kommer alle resultatene i en tabell for å holde god oversikt. Det kan trekkes konklusjon om at designet dekker kravene til oppgaven.

| **Parameter** | **Verdi** |
|---|---|
| Maksimal forsterkning ($Max_f$) | 20.5 dB |
| Maksimal demping ($Max_d$) | $-16.1$ dB |
| Støy ($SNR$) | 28.45 dB |

**Tabell 3:** Sammendrag av måleresultater for forsterkning, demping og støy.

## 4 Konklusjon

Designet oppfylte kravene spesifisert i oppgaven med følgende resultater: - Maksimal forsterkning: 20.5 dB. - Maksimal demping: $-16.1$ dB. - Signal-til-støy-forhold (SNR): 28.45 dB.

Dette viser at kretsen leverte de forventede ytelsene for både forsterkning og demping. Resultatene er innenfor akseptable grenser gitt spesifikasjonene og testene som ble utført. Tallverdiene kvantifiserer oppnådd ytelse, og demonstrerer at designet er vellykket. Eventuelle endringer som kunne blitt gjort for å sikre enda bedre støy, høyere motstand på potensiometeret, større motstander på opamp(2).

## 5 Takk

Takk til Mathas Ekse som lånte bort bildet av den fysiske kretsen sin (figur 3)