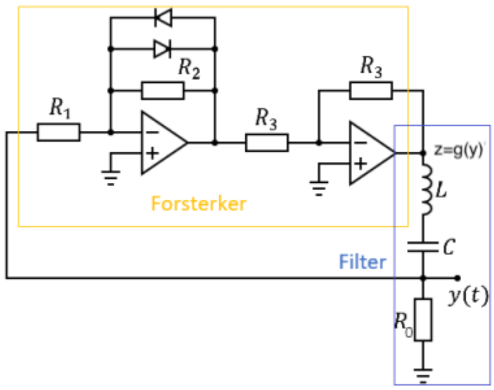
Piparen

Eg bestemte meg for å prøve å lage piparen. Oppgåva gjekk ut på å løyse piparlikninga numerisk, lage piparen samt å måle kretsen med oscilloskop og samanlikne med den numeriske løysinga.

Derfor begynte eg med å finne ut korleis piaparkretsen fungerte. Og skjønte til slutt at det var støyen i kretsen som blei forsterka av opampen og filtrert til ein bestemt frekvens gjennom filteret.



Først prøvde eg å komme fram til differensiallikninga i kretsen. Først trudde eg at y(t) var straumen i kretsen, men så skjønte eg at det var spenninga og eg klarte då å komme fram til differensiallikninga slik:

Vi kan sei at straumen som går gjennom spolen og kondensatoren er lik summen av straumen som går gjennom R0 og straumen som går gjennom R1. Vi kan tenkje på desse som straumkjelder der straumane er:

$$i = y(t)/R0 \quad og \quad i = y(t)/R1$$

Dersom vi kun ser på bidraget frå R0 kan vi komme fram til differensiallikninga til kretsen. Sidan vi kunn ser på bidraget frå R0 vil straumen gjennom spolen og kondensatoren være:

$$i = y(t)/R0$$

Vi kan og sei at:

$$g(y) = L * i' + y(t) + \frac{1}{C} * \int i$$

Sidan vi berre ser på bidraget frå R0 kan vi sette in denne straumen i likninga.

$$g(y) = L * \frac{y'(t)}{R0} + y(t) + \frac{1}{C} * \int \frac{y(t)}{R0}$$

Dersom vi deriverer likninga, multipliserer med R0 og delar på L får vi likninga for kretsen:

$$y''(t) + \frac{R0}{L} * \left(1 - g'(y)\right) * y'(t) + \frac{1}{LC} * y(t) = 0$$

Så måtte eg finne ut korleis eg kunne løyse denne likninga numerisk, ved å bruke tipsa som vart gitt i oppgåva.

Sidan eg ikkje klarer å finne eit utrykk for z=g(y) må eg heller finne g'(y) numerisk. Derfor måtte eg finne eit utrykk $g^{-1}(z)$ for forsterkaren på forma:

$$y = g^{-1}(z) = Az + B\sinh\left(\frac{z}{nVt}\right)$$

Vis ein ser på straumane i tilbakekoplinga til op ampen så kan ein finne eit utrykk for den inverse funksjonen g^{-1}(z). Ved Kirschoffs straumlov har vi at straumen gjennom R1 må være lik straumane gjennom diodane og R2.

$$iR1 = iR2 + iDiode1 - iDiode\ 2$$

Sidan forteiknet til Diode 2 er negativ vil tilbakekoplinga også føre straum i negativ retning.

$$iR1 = \frac{y(t)}{R1}$$

Ved shockleys diodelov blir straumane gjennom diodane:

$$Idiode1 = I0 * \left(e^{\frac{z}{NvT}} - 1\right)$$

$$Idiode2 = I0 * (e^{-\frac{z}{NvT}} - 1)$$

Sidan den eine dioden er vendt andre vegen vil spenninga over denne ver negativ.

Likninga blir:

$$\frac{y(t)}{R1} = \frac{z}{r2} + I0 * \left(e^{\frac{z}{NvT}} - 1\right) - I0 * \left(e^{-\frac{z}{NvT}} - 1\right)$$

-1 – (-1) kansellerer og dersom vi multipliserer med R1 står vi igjen med utrykket.

$$y(t) = \frac{R1 * z}{r2} + R1 * I0 * (e^{\frac{z}{NvT}} - e^{-\frac{z}{NvT}})$$

Som vi kan skrive om til:

$$0 = \frac{R1 * z}{r2} + 2 * R1 * I0 * \sinh\left(\frac{z}{NvT}\right) - y(t)$$

No har vi eit utrykk som er lik 0 og med z som ukjent. Dermed kan vi bruke newtons metode for å finne g(y)

Då treng vi den deriverte av utrykket som er:

$$\frac{R1}{R2} + 2 * Is * \frac{R1}{NvT} \cosh\left(\frac{z}{NvT}\right)$$

Koden i python blir:

```
def G(y, z):
    for n in range(10):

        z = z - (z*r1/r2+2*i0*r1*np.sinh(z/nvt)-y)/(r1/r2+2*i0*r1/nvt*np.cosh(z/nvt))
        gy = 1/(r1/r2+ 2*i0*r1/nvt*np.cosh(z/nvt))


    return gy, z
```

etter at programmet har rekna ut z kan vi bruke formelen:

$$\frac{d}{dt} f^{-1}(x) = \frac{1}{f\prime(f^{-1}(x))}$$

For å finne g'(y) fra den inverse funksjonen $g^{-1}(z)$.

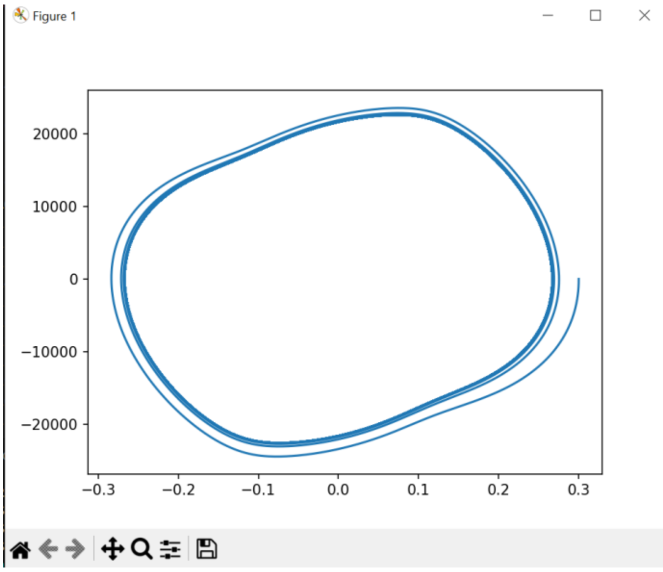
Når vi har g'(y) kan vi løyse differensiallikninga med symplektisk euler.

Likningane blir:

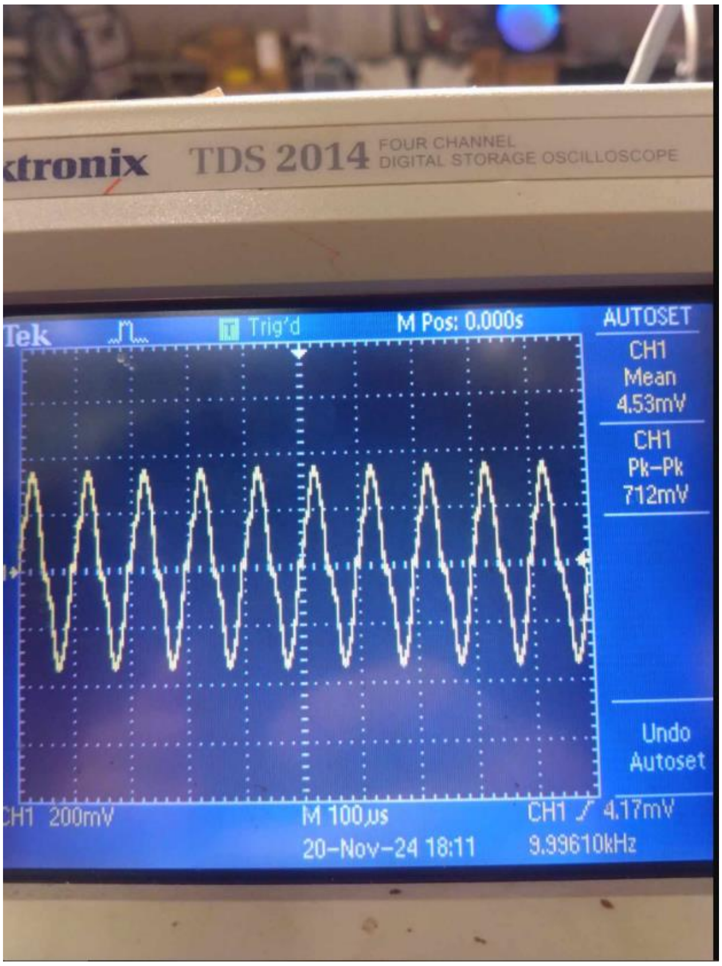
$$y1[n+1] = y(n) + h * y2[n]$$

$$y2[n+1] = y2[n] + h * \left(\frac{r0}{L}(g'(y[n+1]) - 1) * y2[n] - \frac{1}{LC} * y[n+1]\right)$$

```
for n in range(N):

    y[n+1] = y[n] + h*y2[n]
    gy, z= G(y[n+1], z)
    y2[n+1] = y2[n] + h* (r0/L*(gy-1)*y2[n] - 1/L/C*y[n+1])

plt.plot(y,y2)
plt.show()

plt.plot(tid,y)
plt.show()
```

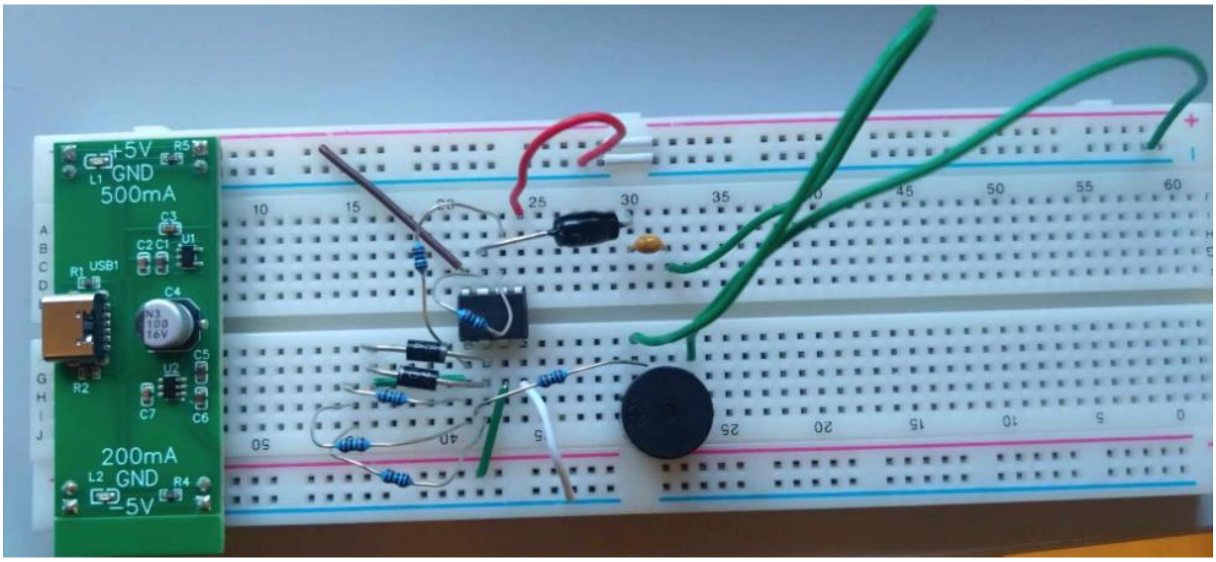


Når eg kjører koden får eg dette faseplottet. Her ser vi at spenninga varierer frå 0.25 V til -0.25 V. Og at den deriverte av spenninga har høg verdi. Det gir meining at den deriverte må ha høge verdiar fordi at frekvensen er så høg. Når eg testa oppkoblinga så lagar høytalaren ein pipelyd. Eg har og måla kretsen med oscilioskop. Og fekk denne grafen her:



Dessverre har eg ikkje fått måla faseplottet. Her ser vi at spenninga ligger mellom -0.3 og 0.3 V som er høgare en modellen viser. Vi ser og at frekvensen på signalet er 10 kHz som er i området av det vi kan forvente frå verdiane på kondensatoren og spolen.

Her er bilde av oppkoblinga:



Konklusjon:

Ut i frå dette prosjektet kan ein sjå at det går an å finne ei likning som modellerer resonans kretsar. Eg har sett at ein kan løyse slike likningar numerisk med symplektisk euler og at ein kan ut i frå beregningane lage eit faseplott som beskriver modellen. Eg skulle ønske at eg hadde fått måla faseplottet til kretsen. Då kunne eg betre sett om modellen er god eller dårleg.