

RC-Krets forsøk

Forord

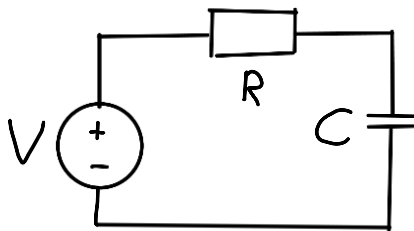
Denne rapporten om oblig prosjektet «RC-kretsen» kommer til å være mindre seriøs på grunn av regelen om at den må være «artig». Dermed kommer jeg til å være lite formell og kommer heller til å prioritere å være gøy når det passer. Jeg må også si at det trolig kommer ikke til å være noe høy kvalitet på grammatikken, og det blir åpenbart at norsk karakteren min var ikke var det som fikk meg inn på kybernetikk studiet.

Hensikt

Hensikten bak RC-krets forsøket er å måle hvor lang tid det tar for en kondensator i en RC-krets til å bli ladet opp. I tillegg skal man lage en matematisk modell for det samme sånn at man får en tanke om hvordan det skal fungere i teorien. Til slutt skal man sammenligne disse grafene man får i python for å se på hvordan resultatene varierer/ligner.

Bakgrunnsteori:

En RC-krets er en krets som består av en motstand og en kondensator som er koblet i serie. Når man tegner den koblet til en spenningskilde ser den slik ut:



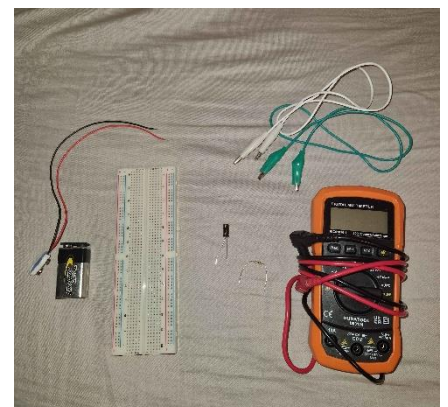
Når vi har en RC-krets, bruker vi denne første ordens differensial ligningen for å finne spenningen:

$$RC\dot{v}(t) + v(t) = V \quad v(0) = 0$$

Denne ligningen lar jeg ligge litt is, så løser jeg den senere i resultater delen av rapporten.

Utstyr:

- Batteri, (Brukte 9V, annen spenning fungerer også)
- Batteri tilkobling
- Multimeter
- Testledninger og krokodilleklemmer
- Kondensator (Brukte $100\mu\text{F}$, annen kapasitans fungerer også)
- Motstand (Brukte $100\text{k}\Omega$, annen motstand fungerer også)
- Brødbrett
- Noe til å ta video med
- Python (ikke slange)



Figur 1 Et bilde av det meste man trenger for forsøket

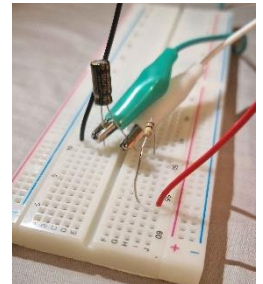
Metode

Før man begynner å koble opp noe i dette forsøket er det greit å sjekke at batteriet du bruker har strøm i seg. Dette gjør man ved å putte det på tungen og hvis du kjenner at kiler så vet du at det fungerer. Jo sterkere batteri/spenningsforsyning man bruker jo morsommere blir dette.



Figur 2 Demonstrasjon på å teste spenning i batteri (mmm som godteri)

Nå burde man teste hvor mye spenning som er i kondensatoren man skal bruke og vurdere om det er nødvendig å lade det ut eller ikke. Man tester dette ved å koble multimeteret til kondensatoren og hvis det er fortsatt litt ladning igjen kobler man en motstand til kondensatoren for å få lade den ut.



Figur 3 Hvordan man burde koble opp kretsen

Når man er sikker på at batteriet har strøm så kan man begynne å koble opp kretsen. Da kobler man først inn en motstand i brødbrettet. Dermed kobler man inn kondensatoren, for dette forsøket anbefaler jeg å koble motstanden med det lange beinet til kondensatoren, men hvis du ønsker litt mer spenning i livet ditt kan du godt koble til det kortere beinet. Når disse komponentene er koblet i serie sammen, så finner du fram multimeteret og klemmer på den negative ledningen til det korte beinet til kondensatoren og klemmer den positive ledningen til det lange beinet. Når dette er gjort putter du multimeteret i modusen for å måle likespenning. Med mindre du har fotografisk minne, burde man her sette opp et kamera og filme målingene til multimeteret.

Til slutt så er det å koble til batteriet i denne kretsen, da bruker du batteri tilkoblingen og plugges den røde kabelen til motstanden og den svarte til enden av kondensatoren. Hvis et kamera har blitt satt opp nå og tar video, så er det bare å vente og gjøre noe annet imens kondensatoren lades opp. Når kondensatoren har tilnærmet lik verdi spenning som spenningskilden man koblet til den kan man slutte denne delen.



Figur 4 Hele RC-krets oppsettet

Det aller siste man gjør i dette forsøket er å plote verdiene i python sammen med en teoretisk ligning for spenningen. Disse verdiene for plotting får man ved å pause videoen man har tatt over målinger i faste intervaller og putte de i en liste.

Resultater

Når jeg gjorde dette forsøket, gjorde jeg flere dumme feil. Først så satt jeg multimeteret til å måle vekselspenning, veldig smart, så du kan tenke at verdiene jeg fikk da var litt unna det jeg ønsket. Etter et meget vellykket forsøk 1 hadde jeg heldigvis en backup 100 μ F kondensator. På forsøk 2 så rettet jeg opp feilen fra forsøk 1, men jeg klarte på brilliant vis etter å ha plugget jord inn i brødbrettet å treffe kondensatoren med den positive kabelen slik at på 0 sekunder var spenningen over kondensatoren på 3V. Enda et fantastisk trekk fra min side. Jeg tenkte ikke over å koble en motstand på kondensatoren for å lade den ut, så jeg satt der først i 15 minutter og ventet på at den skulle lade seg ut av seg selv før jeg kom på det.

Forsøk 3 bestemte jeg meg for null grunn til å bytte til en 10M Ω motstand, istedenfor 100k Ω som jeg startet med. Dette var lite smart, fornuftig, kompetent, klokt, osv osv. Siden forsøket gikk såpass sakte bestemte jeg meg for å begynne å lage middag og når jeg skulle ta ut en kniv fra skuffen, så klarte jeg å dytte den på fingeren min slik at jeg fikk et kutt. Jeg var det man kaller mildt irritert på dette tidspunktet. Når jeg kom tilbake, så fant jeg ut at kondensatoren ikke klarte å flytte seg fra ca 7,5V og multimeteret hadde skrudd seg av ca 2 minutter etter at jeg gikk ut av rommet. Lite mild irritasjon på dette tidspunktet. Forsøk 4 prøvde jeg med en 1M Ω motstand og syntes at det tok alt for lang tid, så sluttet etter ca 5 minutter og begynte å lade ut kondensatorene igjen. Til slutt på forsøk 5 klarte jeg å

gjennomføre forsøket etter å ha byttet tilbake til 100kΩ. (Skulle virkelig ønske at disse avsnittene ikke var det som skjedde)

Nå tilbake til å løse differensial ligningen som sikkert fryser litt nå. Først så bytter jeg V med 9 siden jeg brukte et 9 volt batteri

$$RC\dot{v}(t) + v(t) = 9 \quad v(0) = 0$$

$$\dot{v}(t) + \frac{1}{RC}v(t) = \frac{9}{RC}$$

$$P(t) = \frac{1}{RC}, \quad Q(t) = \frac{9}{RC}$$

$$I(t) = e^{\int P(t)dt} \rightarrow \int P(t)dt = \int \frac{1}{RC}dt = \frac{t}{RC}$$

$$I(t) = e^{\frac{t}{RC}}$$

$$v(t) = \frac{1}{I(t)} \cdot \left(\int I(t) \cdot Q(t) dt + C \right)$$

$$v(t) = \frac{1}{e^{\frac{t}{RC}}} \cdot \left(\int \frac{9}{RC} e^{\frac{t}{RC}} dt + C \right)$$

$$v(t) = \frac{1}{e^{\frac{t}{RC}}} \cdot \left(9e^{\frac{t}{RC}} + C \right)$$

$$v(t) = 9 + Ce^{-\frac{t}{RC}}$$

Så løser vi initialverdi problemet $v(0)=0$

$$v(0) = 9 + Ce^{-\frac{0}{RC}}$$

$$0 = 9 + C$$

$$C = -9$$

Da får vi at en ligning for $v(t)$ er:

$$v(t) = 9(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

Ved å putte inn motstanden og kapasitansen jeg brukte får jeg følgende ligning:

$$v(t) = 9 \left(1 - e^{-\frac{t}{100 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}} \right) = 9 \left(1 - e^{-\frac{1}{10}t} \right)$$

Så her vi et bilde av python koden min:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

v_0_14 = [0.003, 0.938, 1.605, 2.37, 2.65, 2.78, 3.28, 3.74, 4.3, 4.67, 5.02, 5.43, 5.71, 5.97, 6.2]
v_15_29 = [6.49, 6.68, 6.91, 7.07, 7.22, 7.35, 7.51, 7.62, 7.75, 7.84, 7.92, 8.02, 8.09, 8.16, 8.21]
v_30_44 = [8.28, 8.33, 8.37, 8.43, 8.46, 8.51, 8.54, 8.57, 8.59, 8.63, 8.65, 8.67, 8.69, 8.71, 8.73]
v_45_54 = [8.74, 8.76, 8.77, 8.79, 8.80, 8.81, 8.82, 8.83, 8.84, 8.85]
#Skriver ned alle spenningsverdiene for tidspunkter 0-54 sekunder

t=[]
for i in range(55):
    t.append(i)
#Lager en liste med sekunder 0-54

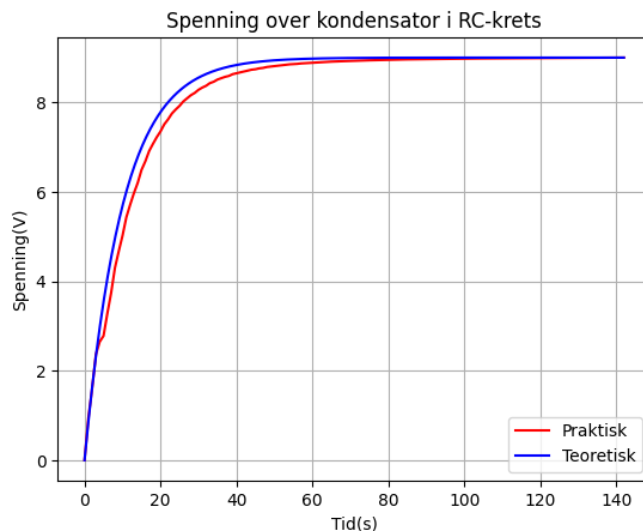
v_rest=[8.86, 8.87, 8.88, 8.89, 8.90, 8.91, 8.92, 8.93, 8.94, 8.95, 8.96, 8.97, 8.98, 8.99, 9.00]
tid_rest=[56, 57, 59, 61, 63, 65, 68, 71.5, 75, 80, 85, 94, 104, 122, 142]
#Lager to nye lister med spenningsverdier, fordi her slutter spenningen å øke for hvert tidsintervall

t+=tid_rest
v=v_0_14+v_15_29+v_30_44+v_45_54+v_rest
#Sammenslår alle listene med verdier

def vc(t):
    return 9*(1-np.exp((-1/10)*t))
#Definerer teoretisk v(t)
t2=np.linspace(0,142,280)
#Lager tider for den teoretiske grafen

plt.plot(t, v, label="Praktisk", color="red")
plt.plot(t2,vc(t2), label="Teoretisk", color="blue")
plt.xlabel("Tid(s)")
plt.ylabel("Spennning(V)")
plt.title("Spennning over kondensator i RC-krets")
plt.grid()
plt.legend()
plt.show()
#Diverse ting og tang for å plote og for at plottet skal se bedre ut
```

Ut ifra denne koden får jeg dette plottet:



Som vi kan se her så følger den praktiske grafen den teoretiske relativt bra, men vi ser tydelig et punkt hvor den får litt avvik, også blir det avvik tatt vare på en god stund. Begge grafene ender opp på samme stasjonær verdi. Så det virker som at min lite heroiske kamp mot min egen inkompetanse kan bli regnet som en seier.

Feilkilder:

Det er tilnærmet lik 100% sjans for at det er en del feilkilder i dette forsøket. Først og fremst så er det mulig at 9V batteriet ikke var nøyaktig 9V, men som en hvilken som helst lat person brydde jeg meg ikke om dette siden jeg fikk resultatet jeg ønsket.

Den neste mulige feilkilden er at multimeteret kan gjøre feil målinger, siden dette multimeteret er ikke akkurat veldig dyrt og er nok ikke topp kvalitet. Et annet problem med multimeteret er at det tok til tider litt tid før verdiene oppdaterte seg, som gjør at målingene fra den blir enda mindre troverdige.

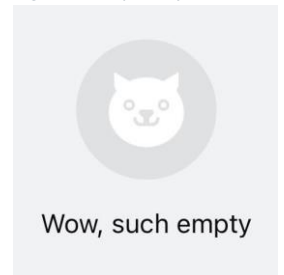
Til slutt så har vi den største feilkilden, denne idioten her →
Siden det var jeg som gjorde forsøket og tok målingene er det en 110% med 10% feilmargin sjanse for feil. Jeg var det som skrev ned verdiene og jeg gjorde det med sånn ca 1 sekund mellomrom. God sjanse at det ble noen fine feil der, i tillegg til en god sjanse for feil i andre deler av dette forsøket også.

Konklusjon

Jeg har konkludert med at den teoretiske modellen sammensvarer godt med hvordan den praktiske er. Jeg kan også konkludere med noe som jeg visste tidligere, som er at jeg er søppel når det kommer til å gjøre ting praktisk (også teoretisk, men det snakker vi ikke om nå)



Figur 5 Inkompetent jævel



Figur 6 Live bilder av innsiden av hodet til den inkompetente