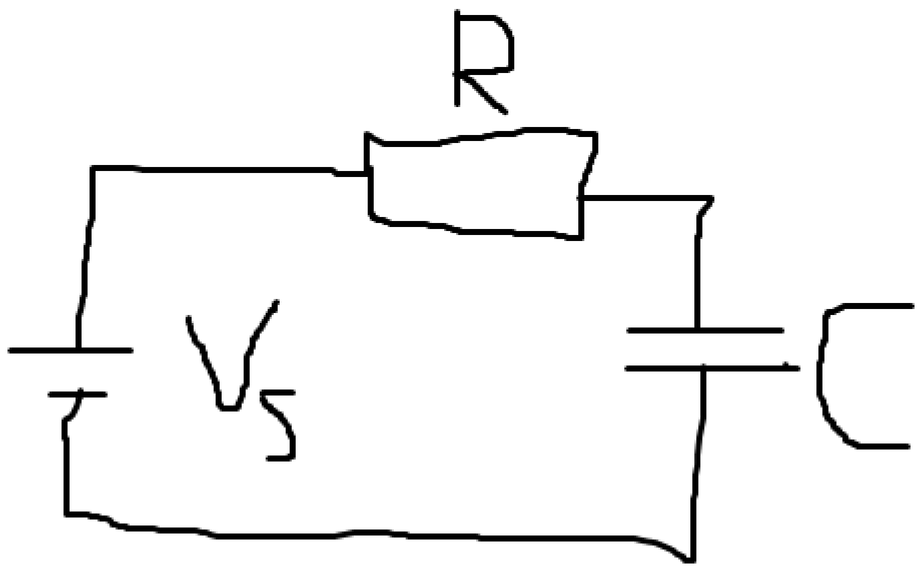
RC-Krets

Vi fikk som oppgave å ta i bruk matten vi har lært og gjøre praktiske anvendelser. Jeg har derfor valgt å se på spenningen over en kondensator i en rc-krets. Jeg valgte definitivt ikke dette fordi jeg har utsatt dette prosjektet til nest siste uke, men heller fordi jeg syntes det var spennende. I tillegg hadde jeg lyst til å teste en heller ubrukelig funksjon på multimeteret mitt som kan lagre noen få målinger i sekundet. Altså verdens verste oscilloskop.



Figur 3:Dette er tegnet i paint. Alle kretstegninger burde tegnes i paint med trackpad

For å utlede spenningen over en kondensatoren i kretsen i figur 3 (lurer på hvor figur 1 ble av 🤔), trenger vi først å vite strømmen som går igjennom kondensatoren. Et kjapt google søk[1] forteller oss at:

$$I(t) = C \cdot \frac{d}{dt} V_C$$

Utregningene skal sikkert ha sånn her tekst, men det følte jeg ikke for

Der C er kapasitansen til kondensatoren, I er spenningen igjennom kretsen og Vc er spenningen over kondensatoren. Fra dette ønsker vi å finne spenningen over motstanden i kretsen. Ganger vi med motstanden R får vi:

$$R \cdot I(t) = R \cdot C \cdot \frac{d}{dt} V_C(t)$$

$$V_R(t) = RC \cdot \frac{d}{dt} V_C(t)$$

Der VR(t) er spenningen over motstanden. Siden summen av alle spenningene over alle ledd i en krets skal være lik spenningen over hele kretsen[[2]] kan vi sette opp et til uttrykk for VR(t):

$$V_R(t) = V_S - V_C(t)$$

Der Vs er spenningen over hele kretsen.Videre kan vi bytte ut VR(t) med uttrykket vi fant tidligere og flytte Vc(t) over til andre siden:

$$RC \cdot \frac{d}{dt} V_C(t) + V_C(t) = V_S$$

Siden jeg allerede er lei av å skrive, setter jeg λ til 1/RC og deler på λ. Nå har vi et som selv et barn kan løse. Derfor skriver jeg ikke noe mer forklarende tekst til dette (gidder ikke).

$$\frac{d}{dt}V_C(t) + \lambda V_C(t) = \lambda V_S \;,\;\; V_C(0) = V_0$$

$$\frac{d}{dt}V_C(t) + \lambda V_C(t) = \lambda V_S \;\Big|\cdot e^{\lambda t}$$

$$\frac{d}{dt}V_C(t)\, e^{\lambda t} + \lambda e^{\lambda t} V_C(t) = \lambda e^{\lambda t} V_S$$

$$\frac{d}{dt}\left(V_C(t)\, e^{\lambda t}\right) = \lambda e^{\lambda t} V_S$$

(gidder heller ikke skrive opp variabel skifte)

$$\int_0^t \frac{d}{dt}\left(V_C(t)\, e^{\lambda t}\right) = \int_0^t \lambda e^{\lambda t} V_s$$

$$V_C(t)\, e^{\lambda t} - V_0 = \frac{\lambda}{\lambda} e^{\lambda t} V_s - \frac{\lambda}{\lambda} V_s$$

$$V_C(t)\, e^{\lambda t} - V_0 = e^{\lambda t} V_s - V_s \;\Big|+ V_0$$

$$V_C(t)\, e^{\lambda t} = e^{\lambda t} V_s - V_s + V_0 \;\Big|\cdot e^{-\lambda t}$$

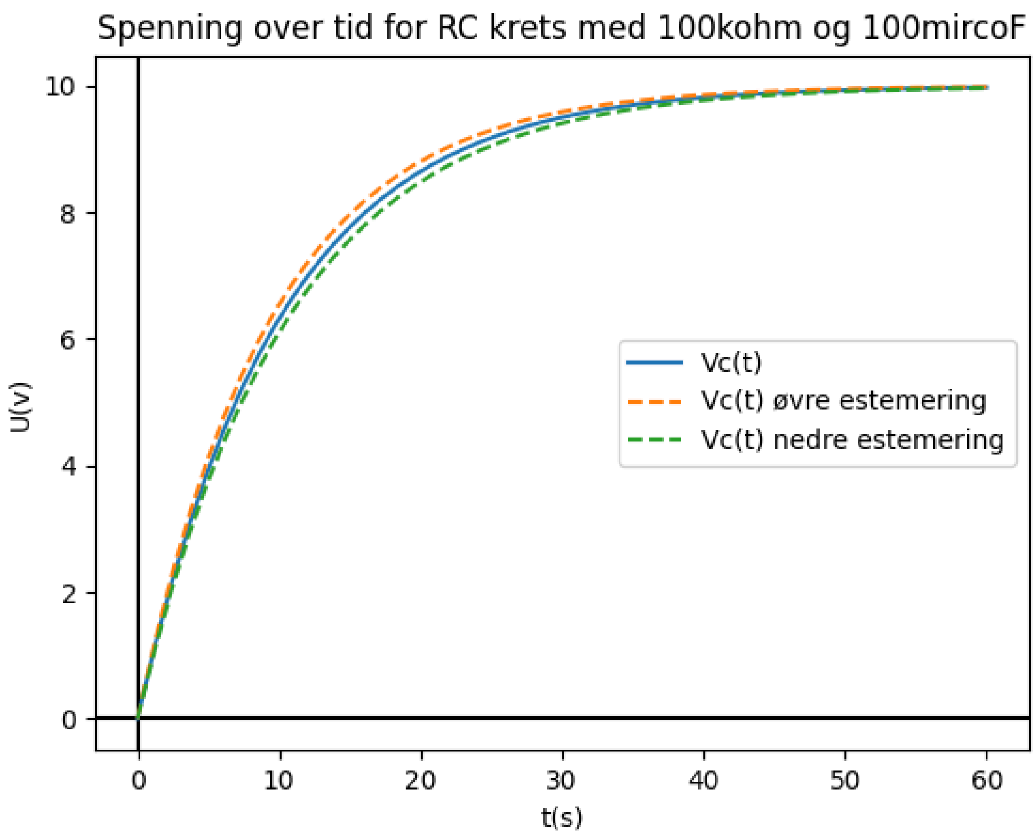
$$V_C(t) = V_s - V_s e^{-\lambda t} + V_0 e^{-\lambda t}$$

$$V_C(t) = V_s\left(1 - e^{-\lambda t} \right) + V_0 e^{-\lambda t}$$

For min anvendelse setter jeg Vc0 til 0 og bytter tilbake fra λ:

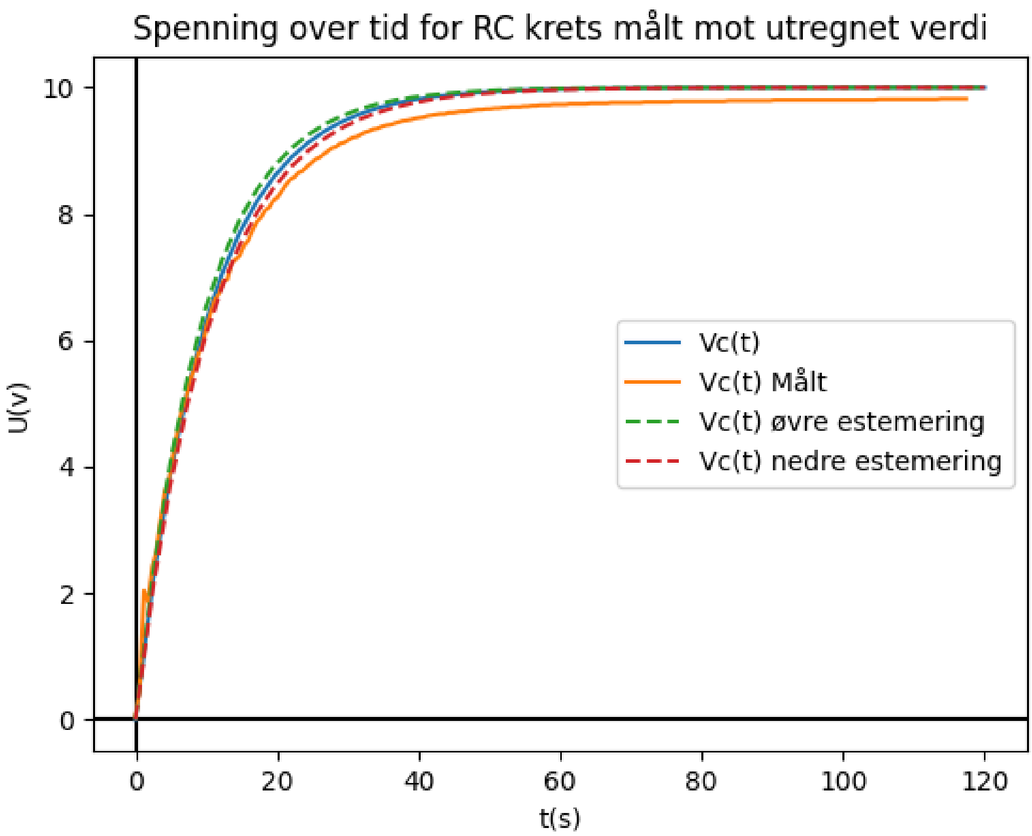
$$V_C(t) = V_s\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

Nå som vi har et uttrykk å bruke kan vi plotte det i python og se hva vi sikter etter. For den første målingen planlegger jeg å bruke R = 100 kΩ , 100 µF og en spenningskilde på 10V. I tillegg kan vi gi oss litt slimmringsrom med å inkludere grafer for usikkerheten i motstanden(1%)[3] og kondensatoren(5%)[4]:



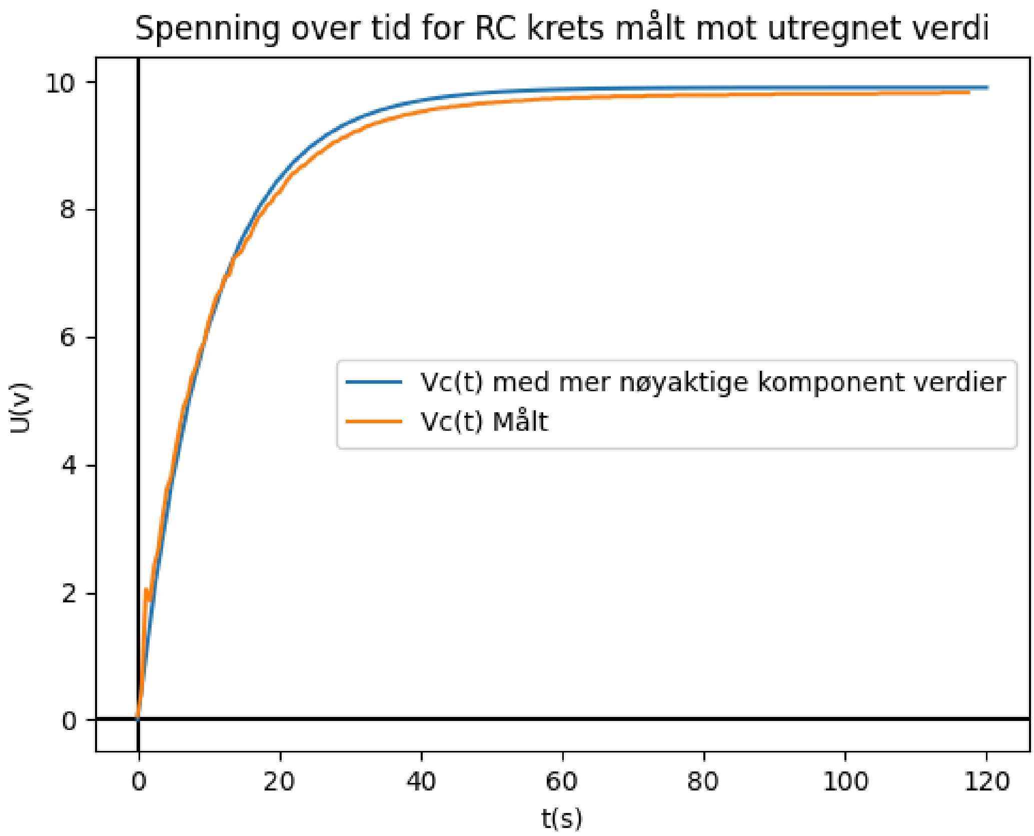
wow en graf

Videre koblet jeg opp kretsen og plottet målingene sammen med forrige plot:



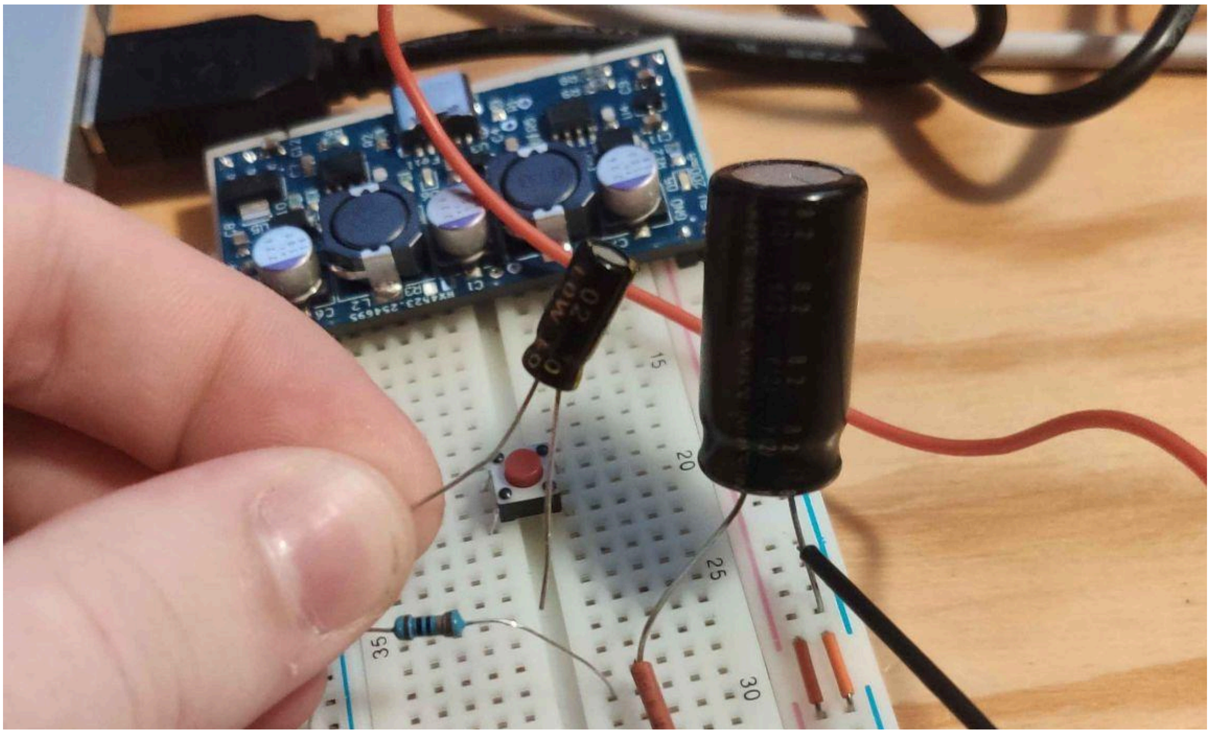
en til!

Som du sikkert ser, er det ikke helt rett. Hadde vi også inkludert en viss usikkerhet i spenningsforskningen hadde nok vi vært mer innenfor området til modellen. Dette kom jeg derimot på etter at jeg har laget plottene og gidder ikke lage dem på nytt. Måler vi heller de faktiske verdiene til komponentene og spenningsforsyningen og plotter den utregnede grafen på nytt får vi i resultater som stemmer bedre:

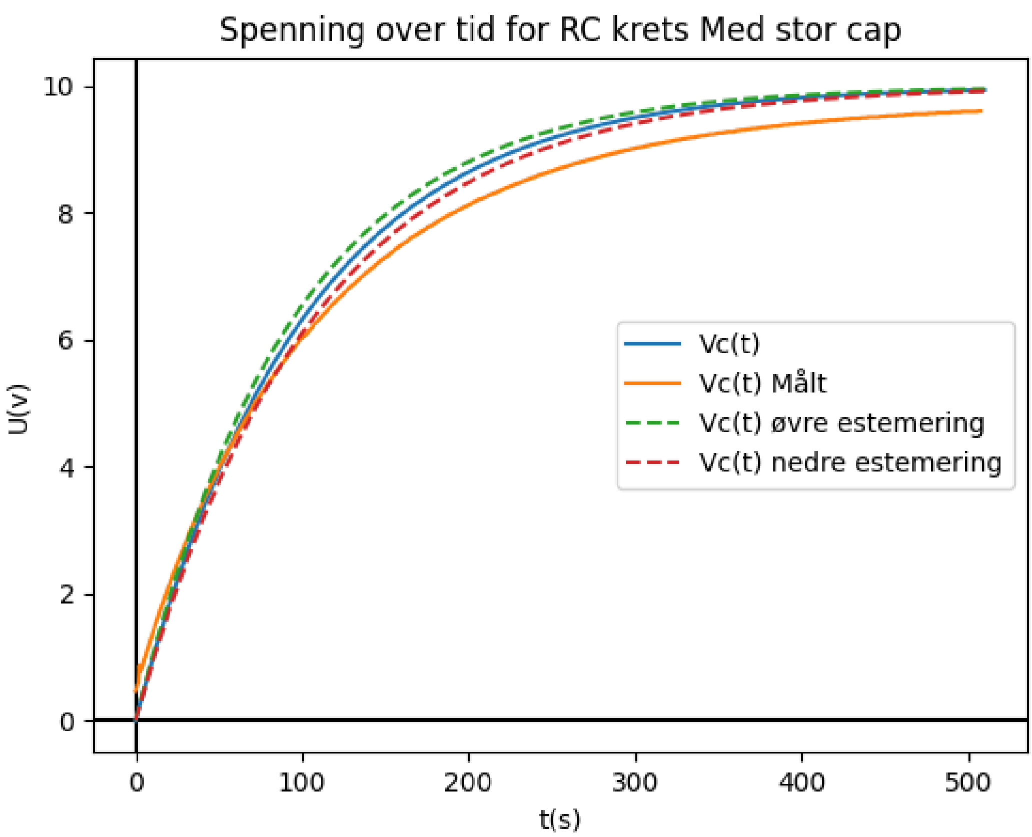


Ok nå blir det litt mange

Opp gjennom årene har jeg samlet opp mye rart av deler og ting. Når jeg skal bruke det er ikke så viktig. Men kanskje en dag har jeg bruk for det. For 2 måneder siden var jeg nede på OV og se i free stuff hylla. Der fant jeg noen svære 1000 μF kondensatorer. Store nok til å få hverdagslige kondensatorer til å se ut som småbarn (se figur 1+1). Ikke fullt så store som de man henter ut i mikrobølgovner, men til gjengjeld ikke så dødelige (det hadde tatt seg ut). I min naivitet koblet jeg opp en slik på morgenen før forelesningen lite anende over hvor lang tid dette vil ta. Heldigvis var kollektivtransporten i Trondheim like treig som kondensatorer, så jeg rakk forelesningen. Min kjære Morten Nome var derimot ingen steder å se 🙁. Her er i hvert fall grafen sammen med modellen:



Figur 1+1: Baby kondensator sammen med en mannlig kondensator



Er vi ferdig snart?

Igjenn kan vi se at den flater ut tiligere. Jeg gidder ikke justere grafen denne gangen, men jeg oppfordrer deg til å se det for deg. Et annet ting er at grafen aldri helt konvergerer for målingene jeg gjorde. Men for å komme til det punktet måtte jeg ha satt rundt 19 minutter instedenfor 8 minutter, noe som hadde ført til jeg ha satt bakerst i forelesningssalen under jetflyet av en prosjektor og brukt kikkert for å se tavla. Det har derimot ikke så mye å si at jeg kom tidlig og klarte å lese tavla siden jeg uansett ikke forsto noe.

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Capacitor , jeg har hatt kildekritikk jeg lover ;)
[2] https://en.wikipedia.org/wiki/Kirchhoff%27s_circuit_laws
[3] Jeg leste på den
[4] Jeg fant det på

Oi! Nå har du bladd for langt. Btw mens du er her; her er en søt kattunge:

Figur 1: Dette vet du hva er