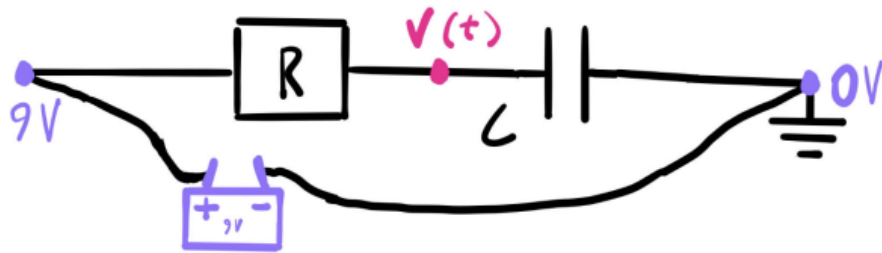


**RC-krets teoretisk og praktisk utførelse. Av Andreas Ektvedt og Lars Sander Viken (ELSYS -ere 😊). 06.10.2024**



En RC-krets er en krets hvor vi har en spenningskilde som tilfører konstant spenning over en motstand R, og en kondensator C i en lukket krets. Ut ifra dette kan vi fint sette opp differensial likningen:

$$RC\dot{V}(t) + V(t) = 9$$

Løser vi denne likningen kan vi finne et funksjonsuttrykk som forteller oss hvordan spenningen over kondensatoren varierer over tid:

Vi starter med å uttrykke  $V(t)$  som summen av den homogene løsningen  $V_h(t)$  og den partikulære løsningen  $V_p(t)$ :

$$V(t) = V_h(t) + V_p(t)$$

Den gitte differensiallikningen er som nevnt:

$$RC \cdot \dot{V} + V = 9$$

**Partikulær løsning:**

Antar at  $V_p = 9$ , siden høyresiden er en konstant (påtrykket er konstant).

$V_p = 9$  pga påtrykket er konstant (gjentar ettersom folk fra Norges hippestre Strøm, St. Hanshaugen, kanskje leser dette)

**Homogen løsning:**

Den homogene likningen blir da:

$$RC\dot{V}_h + V_h = 0$$

Ganger alt med  $\frac{1}{RC} * e^{\frac{t}{RC}}$ :

$$\frac{1}{RC} V_h e^{\frac{t}{RC}} + \dot{V}_h * e^{\frac{t}{RC}} = 0$$

### Løsning ved integrasjon:

Vi kan skrive:

$$\frac{d}{dt} \left( V_h * e^{\frac{t}{RC}} \right) = 0$$

Integrerer begge sider

$$V_h * e^{\frac{t}{RC}} = C_1$$

Dette gir så fint:

$$V_h = e^{-\frac{t}{RC}} * C_1$$

### Generell løsning:

Den generelle løsningen blir:

$$V(t) = V_h + V_p$$

$$V(t) = e^{-\frac{t}{RC}} + 9$$

Videre bruker vi initialbetingelsen  $V(0) = 0$ :

$$0 = e^{-\frac{0}{RC}} * C_1 + 9$$

$$0 = C_1 + 9$$

Som gir:

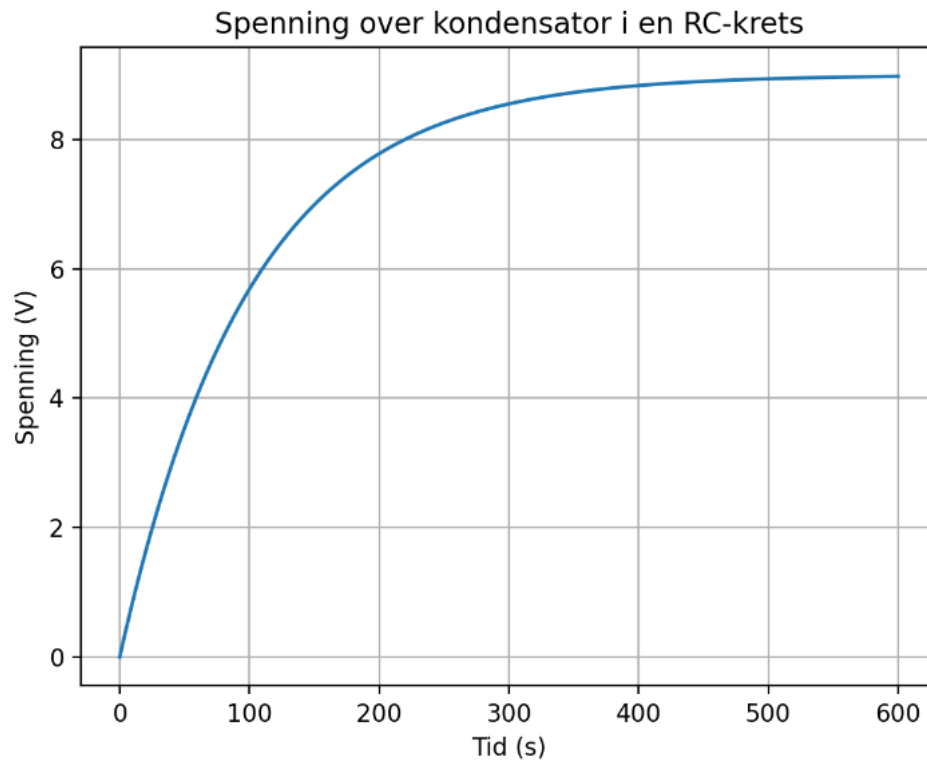
$$C_1 = -9$$

Og som alle barna i barnehagen og til og med kjemi - studenter kan se har vi den endelige løsningen:

$$V(t) = -9 * e^{-\frac{t}{RC}} + 9$$

Som vi kan bruke til å teoretisk plote spenningen over kondensatoren over tid:

Merk: vi bruker en kondensator som har kapasitans,  $C = 100 \mu\text{F}$  og en motstand med  $R = 10\text{M}\Omega$ , og vi har naturligvis plottet:



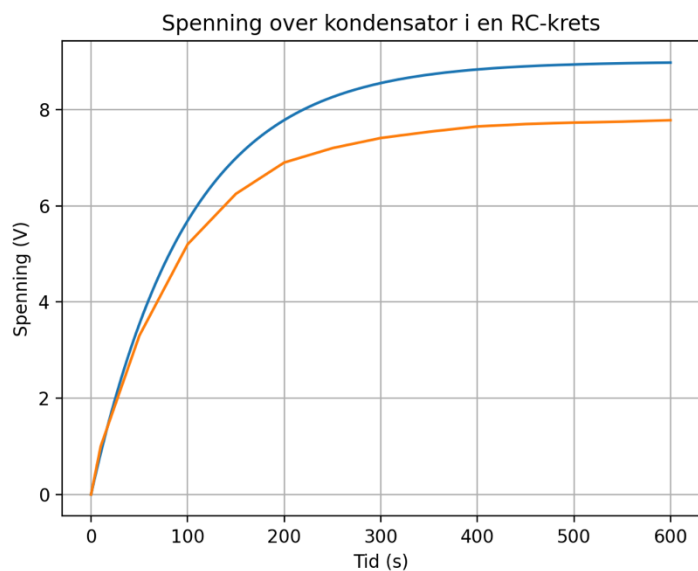
```
Users > iars > Documents > Matte 1 > RCL.py > ...
1  import math
2  from pylab import *
3
4  e = math.e # Eulers tall
5  R = 10**6 # Motstand i ohm (1 megaohm)
6  C = 10**-4 # Kapasitans i farad (1 mikrofaraad)
7  print(e)
8
9
10 def v(t):
11     return -9 * e ** (-t / (R * C)) + 9 # Rettet eksponenten
12
13
14 x = linspace(0, 600, 1000)
15 y = v(x)
16
17 plot(x, y)
18 xlabel("Tid (s)")
19 ylabel("Spenning (V)")
20 title("Spenning over kondensator i en RC-krets")
21 grid(True)
22 show()
23
```

Videre utfører vi målinger slik at vi kan finne spenningen over kondensatoren på praktisk vis

Tid (s)	Spenning over kondensator (v)
0	0
10	1
50	3,3
100	5,2
150	6,25
200	6,9
250	7,2
300	7,41
350	7.54
400	7,65
450	7,7
500	7,73
550	7,75
600	7,78

og sammen likner med den teoretiske modellen:

Disse målingen har litt avvik fra teorien vår, ettersom spenning over kondensatoren ikke ble 9V, likevel kan man se at differensiallikningen er en god teoretisk modell av virkeligheten:



(blå = teoretisk, oransje = praksis)

Users > lars > Documents > Matte 1 > RCL.py > ...

```
1 import math
2 from pylab import *
3
4 e = math.e # Eulers tall
5 R = 10**6 # Motstand i ohm (1 megaohm)
6 C = 10**-4 # Kapasitans i farad (1 mikrofaraad)
7 print(e)
8
9
10 def v(t):
11     return -9 * e ** (-t / (R * C)) + 9 # Rettet eksponenten
12
13
14 x_praktisk = [0, 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600]
15 y_praktisk = [0, 1, 3.3, 5.2, 6.25, 6.9, 7.2, 7.41, 7.54, 7.65, 7.7, 7.73, 7.75, 7.78]
16 x = linspace(0, 600, 1000)
17 y = v(x)
18
19 plot(x, y)
20 plot(x_praktisk, y_praktisk)
21 xlabel("Tid (s)")
22 ylabel("Spennning (V)")
23 title("Spennning over kondensator i en RC-krets")
24 grid(True)
25 show()
26
```

I forsøket fikk vi omtrent lignende grafer på verdiene vi målte og den teoretiske funksjonen av spenning over kondensatoren over tid. Den største forskjellen er at målingene vi gjorde slakker ut på litt lavere spenningsnivåer enn det vi teoretisk ville trodd. Dette er fordi en ideell kondensator i teorien skal gå mot 9 volt, men klarer ikke i praksis å lagre så mye spenning.