

RC-KRETSEN	
Tittel: En skikkelig artig og kort rapport som utforsker magien (matten) bak RC-kretser	
Forfatter: Athena Huld McQueen Baldursdóttir	
Versjon: 1.0	Dato: 10.11.2024

Innholdsfortegnelse

1	Inspiratorisk introduksjon	1
2	Tulle-teori	2
2.1	RC krets	2
2.2	Formler	2
3	Mystisk metode	3
4	Respektable resultater	4
4.1	Teoretisk versus målt spenning for $R = 1\text{M}\Omega$	4
4.2	Målinger med ulike motstandsverdier (på gøy)	5
5	Donquijotisk diskusjon	6
6	Klovnete konklusjon	6
	Rituelle referanser	7
A	Utrekning	7
B	Kode	9

1 Inspiratorisk introduksjon

For mitt prosjekt valgte jeg å plote den målte spenningen over en RC krets og sammenligne dette med plotten gitt ved utregning av spenningen.

2 Tullete teori

2.1 RC krets

En RC krets er så klart gitt ved en spenningskilde, en motstand, og en kondensator, som du ser i figur 1 [3].

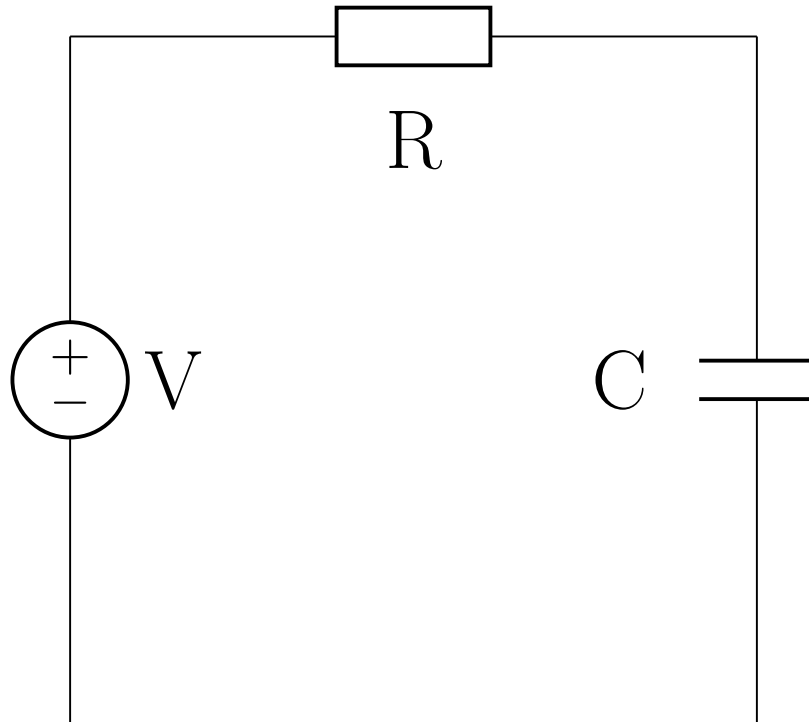


Figure 1: RC krets

2.2 Formler

Her er formlene jeg har brukt under prosjektet. Her er V spenning, Q ladning, C kapasitans, R motstand, og I strøm.

Ohm's lov [1]:

$$V = I \cdot R \quad (1)$$

Forholdet mellom Q , C , og V [3]:

$$Q = C \cdot V \quad (2)$$

Forholdet mellom I , C , og V [3]:

$$I = C \cdot \frac{dV}{dt} \quad (3)$$

3 Mystisk metode

Jeg fikk lånt den hellige Analog Discovery 2 for å gi en spenning V over kretsen, og for å ta målinger av V , og av spenningen over motstanden V_R . Hvis du trenger flere detaljer, send mail. Ellers, nyt resten av min forhåpentligvis-kort-nok rapport.

I målingene mine brukte jeg en square wave med $V = 1V$. Dette fordi det var lettere å lese av oscilloskopet da målingen gjentatte seg nok til at jeg kunne zoome inn.

Håper det er greit at jeg bruker 9v istedenfor 1v og at jeg bruker waveform. Jeg tenkte at du kanskje trengte litt spenning i hverdagen, og for min del var det gøyere å bruke waveform.

I figur 2 ser du oppkoblingen av RC kretsen.

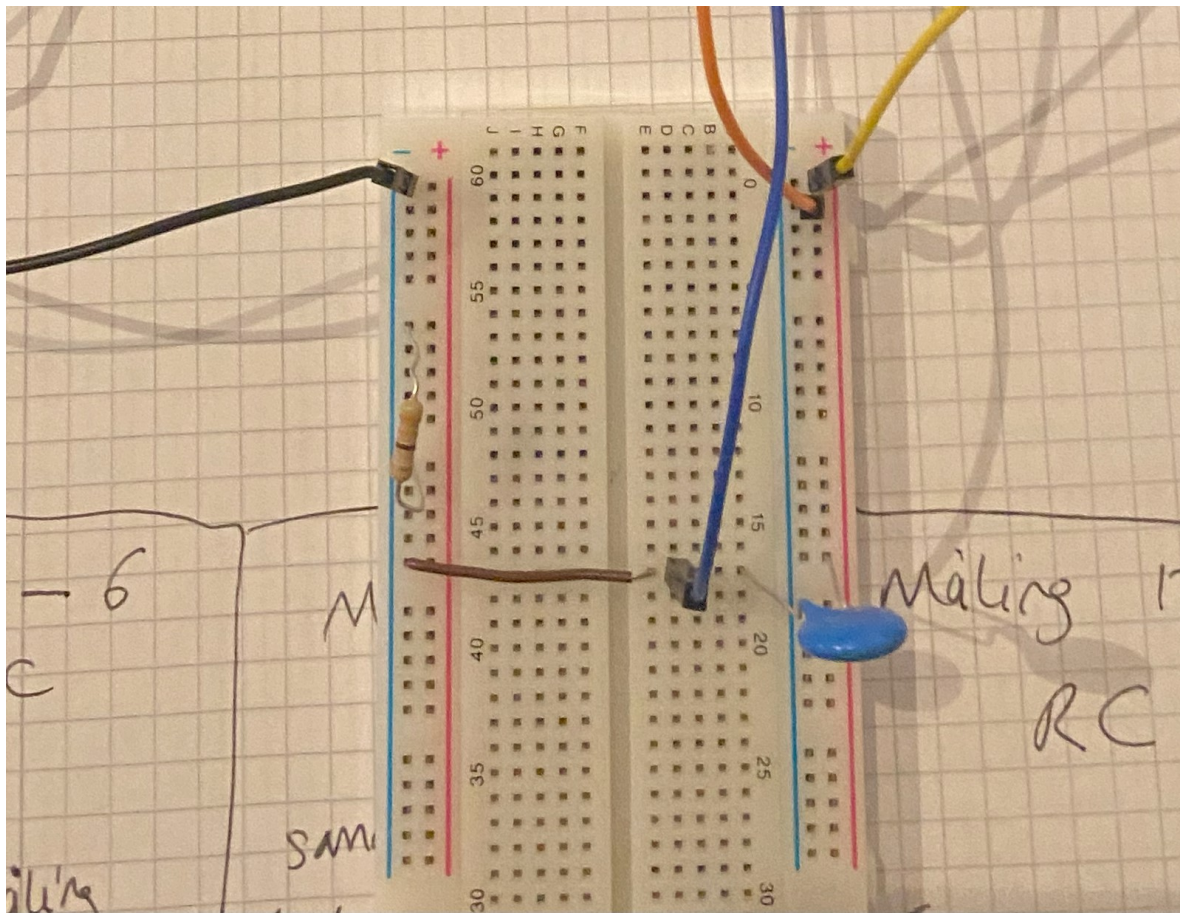


Figure 2: Setup for målinger av RC kretsen

Jeg plottet målingene mine ved å laste ned csv filen for hver oscillasjon, og så sende den gjennom en python program. Koden finner du i Appendix C, i figurene 9, 10, og 11. Jeg plottet også løsningen til differensialligningen på lignende måte, som du ser i Appendix D i figur 12.

4 Respektable resultater

4.1 Teoretisk versus målt spanning for $R = 1\text{M}\Omega$

I figur 3 ser du en graf som viser løsningen til differensialligningen for RC kretsen der $R = 1\text{M}\Omega$

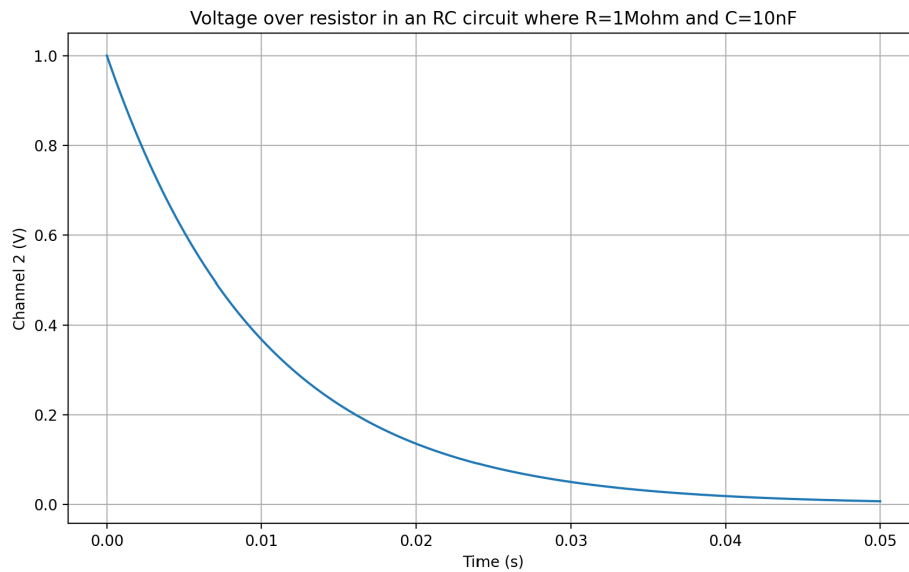


Figure 3: Graf som viser løsningen til differensialligningen for RC kretsen der $R = 1\text{M}\Omega$

I figur 4 ser du en graf som viser målinger for RC kretsen der $R = 1\text{M}\Omega$

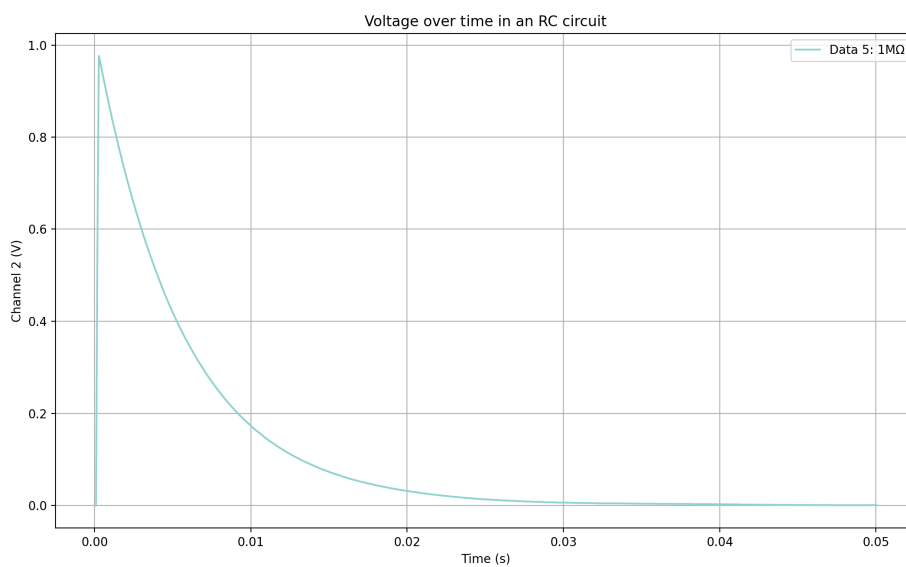


Figure 4: Graf som viser målingene av RC kretsen der $R = 1\text{M}\Omega$

4.2 Målinger med ulike motstandsverdier (på gøy)

Her har jeg bare leket litt. Hopp over dersom du synes at lek er kjedelig.

I figur 5 ser du alle målingene jeg gjorde.

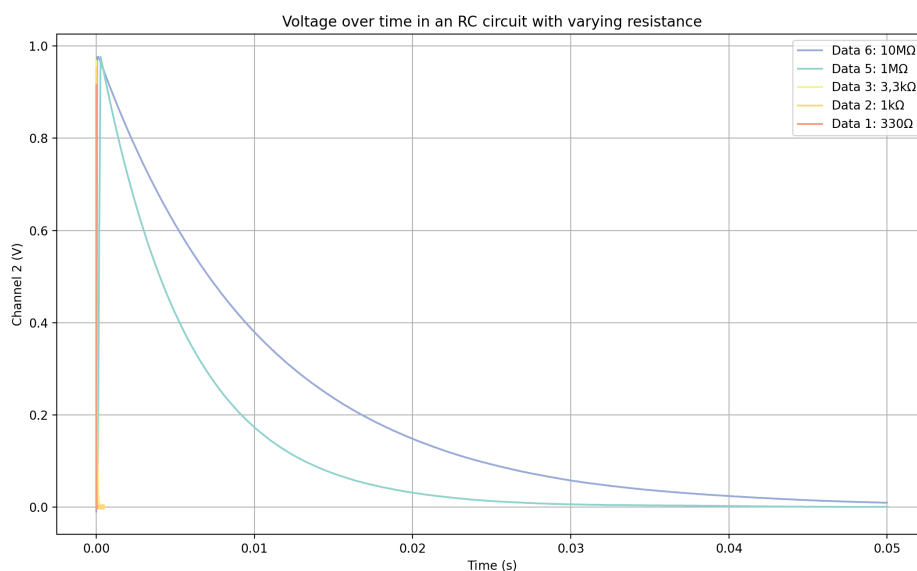


Figure 5: Graf av alle målingene jeg gjorde

I figur 6 ser du bedre de målingene med lav motstandsverdi. Jeg tror at Data 5 og 6 strekker seg lengre da de har en lengre tidskonstant (gitt ved $R * C$).

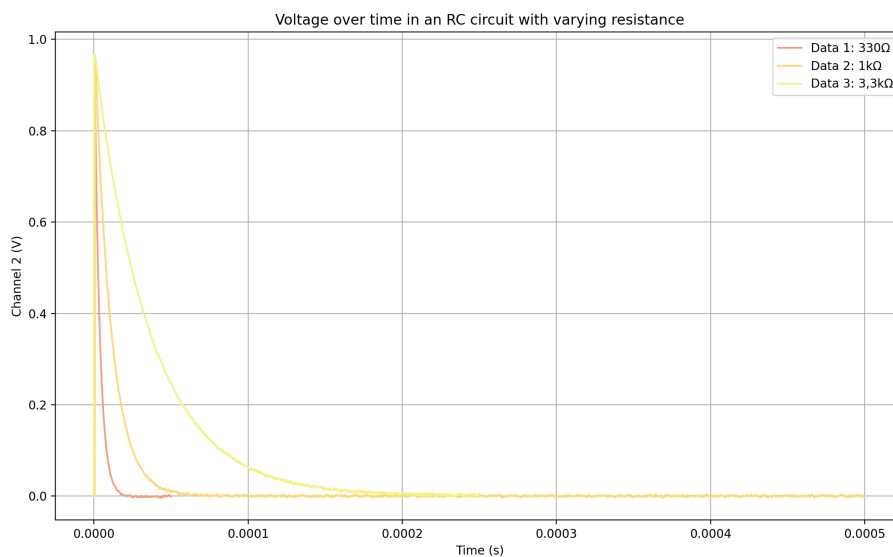


Figure 6: Graf av alle målinger utenom 5 og 6

5 Donquijotisk diskusjon

Hvis du ser på figurene 3 og 4, så ser du at de nesten er like. Den gitt med målinger når en slags likevekt litt før den andre. Sikkert noe med litt unøyaktighet i komponentverdiene. Vi sier bare at eksperimentet var vellykket, og så kan vi gå videre med livene våre.

6 Klovnete konklusjon

I løpet av dette prosjektet har vi funnet ut av at målte verdier samsvarer greit med teoretiske verdier gitt ved differensial ligninger. ¡Qué increíble!

Rituelle referanser

- [1] 'Voltage, Current, Resistance, and Ohm's Law - SparkFun Learn'. Accessed: Nov. 9, 2024. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/voltage-current-resistance-and-ohms-law/allelectricity-basics>
- [2] 'Kirchhoff's Laws', Isaac Physics. Accessed: Nov. 9, 2024. [Online]. Available: https://isaacphysics.org/concepts/cp_kirchhoffs_laws
- [3] 'Capacitors - SparkFun Learn'. Accessed: Nov. 9, 2024. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/capacitors/all>
- [4] 'The Art of Calculating Time Constants in RC and RL Circuits - Keysight Technologies'. Accessed: Nov. 9, 2024. [Online]. Available: <https://saving.em.keysight.com/en/used/knowledge/formulas/time-constant-formula>
- [5] 'Analog Discovery 2'. Accessed: Nov. 1, 2024. [Online]. Available: https://digilent.com/reference/_media/learn/instrumentation/tutorials/analog-discovery-2-getting-started-windows/4.png?w=400tok=7202b5
- [6] Oldervoll, T. et al. 'Sinus Matematikk R,' Capellen Damm, 2nd edition, 2015.

A Utregning

Jeg brukte disse formlene i utledningene: 1, 2 og 3.

Her er Del 1:

Qversint av diff. ligningene

$$V_R = V(t) \cdot R = i \cdot R$$
$$V_C = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \cdot \int i dt$$
$$V_L = L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot i'(t)$$

RC

$$V = V_R + V_C$$
$$V = i(t) \cdot R + \frac{1}{C} \cdot \int i dt \quad \left| \text{deriver alt} \right.$$
$$0 = R \cdot i'(t) + \frac{1}{C} \cdot i$$
$$\boxed{0 = R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C}}$$

RL

$$V = V_R + V_L$$
$$V = i(t) \cdot R + L \cdot i'(t)$$

Side notes on the right:

$$i = \frac{dQ}{dt}$$
$$i = Q'(t)$$
$$i' = Q''(t)$$
$$i = C \cdot \frac{dV}{dt}$$
$$Q = \int i dt$$

Figure 7: Del 1 av utregningen

Her er Del 2:

RC Diff. ligning

S. 281 $y' + a \cdot y = h(x)$

$$R \cdot i'(t) + \frac{i(t)}{C} = 0$$

eller $\frac{1}{RC} \cdot i(t)$

$$i'(t) + \frac{i(t)}{RC} = 0 \quad | e^{ax} \quad \text{eller } e^{\frac{t}{RC}}$$

↓
integrerende
faktor
(minner $y \cdot e^{ax}$
v/ integrasjon)

$$i'(t) \cdot e^{\frac{t}{RC}} + \frac{i(t) \cdot e^{\frac{t}{RC}}}{RC} = 0$$

$$\int i'(t) \cdot e^{\frac{t}{RC}} + i(t) \cdot \frac{e^{\frac{t}{RC}}}{RC} dt = 0$$

$$\hookrightarrow i(t) \cdot e^{\frac{t}{RC}} = C$$

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

$V_R = IR$ $V = V_R + V_C$
se bort fra V_C helt i begynnelsen

$$\frac{C}{e^{\frac{t}{RC}}} = \frac{V}{R}$$

↓
slippe gjennom
 i

$$i(t) = C \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \quad i(0) = C \rightarrow C = \frac{V}{R}$$

$$i(t) = \frac{V}{R} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Figure 8: Del 2 av utregningen

B Kode

I figurene 9, 10, og 11, ser du kodene jeg brukte for å plotte målingene.

```
1  #importerer packages
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5
6  #funksjon som åpner csv filene og gjør at tiden begynner på 0 (siden jeg tok en
7  #tilfeldig del av målingen i waveform)
8  def load_and_shift_data(filename, column_index, start_index, end_index, skiprows=1):
9      #definerer fil navn, separator, hopper over første rad i csv filen
10     data = np.loadtxt(filename, delimiter=',', skiprows=skiprows)
11
12     #definerer start og slutt, og gjør sånn at tid er første kolonnen
13     time = data[start_index:end_index, 0]
14     #definerer start/slutt/kolonne indenks slik at jeg kan endre på hvilken deler
15     #av grafen vises
16     channel2 = data[start_index:end_index, column_index]
17
18     #denne delen gjør at tiden begynner på 0
19     initial_time = time[0]
20     time_shifted = time - initial_time
21
22     return time_shifted, channel2
```

Figure 9: Målingsplottingskode del 1

```
23
24  #Her har jeg bare lagd noen ulike rekkefølger/kombinasjoner ift. hvilke motstandsverdier som er med og i hvilken rekkefølge.
25  #stor til liten motstand:
26  #csv_files = ['Måling18 10Mohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling14 1Mohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling17 3point30ohm
27  #uten 14 og 18, data 5+6 nede stor til liten:
28  #csv_files = ['Måling16 10kohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling17 3point30ohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling15 1kohm
29  #uten 14 og 18, data 5+6 nede liten til stor:
30  #csv_files = ['Måling13 330ohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling15 1kohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling17 3point30ohm
31  #uten 3 4 5 6:
32  #csv_files = ['Måling13 330ohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling15 1kohm 1v måling over resistor RC.csv']
33  #liten til stor:
34  #csv_files = ['Måling13 330ohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling15 1kohm 1v måling over resistor RC.csv', 'Måling17 3point30ohm
35  #en og en:
36  csv_files = ['Måling14 1Mohm 1v måling over resistor RC.csv']
37
38  #definerer navn; kolonne, start/slutt indeks; farge
39  file_info = {
40      'Måling13 330ohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 90, -7851, '#f59b7c', 'Data 1: 330Ω'),
41      'Måling14 1Mohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 62, -7575, '#8ed2cd', 'Data 5: 1MΩ'),
42      'Måling15 1kohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 4384, -1173, '#fed776', 'Data 2: 1kΩ'),
43      'Måling16 10kohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 670, -5433, '#c2ed98', 'Data 4: 10kΩ'),
44      'Måling17 3point30ohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 1190, -4501, '#f1f487', 'Data 3: 3,3kΩ'),
45      'Måling18 10Mohm 1v måling over resistor RC.csv': (1, 2458, -3968, '#98a9d7', 'Data 6: 10MΩ')
46  }
47
```

Figure 10: Målingsplottingskode del 2

```
48  #plotter graf for hver csv fil som ble valgt tidligere + med informasjon vi har definert tidligere
49  plt.figure(figsize=(10,6))
50  for filename in csv_files:
51
52      column_index, start_index, end_index, color, label = file_info[filename]
53
54      time_shifted, channel2 = load_and_shift_data(filename, column_index, start_index, end_index)
55
56      plt.plot(time_shifted, channel2, color=color, label=label)
57
58  #setter sammen plotsene for de ulike grafene
59  plt.xlabel('Time (s)')
60  plt.ylabel('Channel 2 (V)')
61  plt.title('Voltage over time in an RC circuit where R=1Mohm and C=10nF')
62  plt.grid(True)
63  plt.legend()
64  plt.show()
```

Figure 11: Målingsplottingskode del 3

I figur 12 ser du koden jeg brukte for å plotte grafen gitt ved utregning.

```
1  #importerer packages:
2  import numpy as np
3  import matplotlib.pyplot as plt
4
5  #definerer variabler:
6  V = 1
7  R=1e6
8  C=10e-9
9
10 #lager liste av verdiene for tid.
11 #i () er det start/slutt/antall steg mellom
12 tverdier = np.linspace(0,0.05,1000)
13
14 #definerer v(t)=i(t)*R med det jeg regnet ut på papir
15 def v(t):
16     return (np.exp(-t/(R*C))*(V/R))*R
17
18 #plotter
19 plt.xlabel('Time (s)')
20 plt.ylabel('Channel 2 (V)')
21 plt.title('Voltage over resistor in an RC circuit where R=1Mohm and C=10nF')
22 plt.grid(True)
23 plt.plot(tverdier, v(tverdier))
24 plt.show()
```

Figure 12: Utregningsplottingskode

Takk for å lese. Goodbye :)