

OSZ – Wechselspannungen und aperiodische Vorgänge
(Oszilloskop I)
Auswertung

Yudong Sun
Gruppe F2-2

20. August 2020

Teilversuch 1: Basisbedienelemente des Oszilloskops

Teilversuch 2: Messen einer Amplitude

Teilversuch 3: Messen einer Phasendifferenz

Teilversuch 4: Betrachten des Auf- und Entladevorgangs eines Kondensators

Teilversuch 5: Quantitative Registrierung der Entladekurve eines Kondensators

Aus dem Handbuch des Oszilloskop¹ gibt es zwei verschiedene Quelle von Unsicherheiten:

1. Ablenkkoeffizienten (vertikal und horizontal)
2. Speicherauflösung

Wir gehen davon aus, dass das Ablesen mittels des Cursors intern im Oszilloskop erfolgt. Somit spielt die Toleranz bei den Ablenkkoeffizienten keine Rolle in den Daten. Folglich ist die Hauptunsicherheit die Speicherauflösung.

Diesbezüglich ist die Speicherauflösung:

<i>Einheit</i>	Auflösung Punkte/Teilung	Einst. _ / Teilung	Δ Wert
Vertikal	25	1 V	$\pm 0,02$ V
Horizontal	200	200 ms	± 1 ms

Da aber bei dem Ablesen von der Zeit nach 1 s nur die erste Nachkommastelle gezeigt wurde, ist die Unsicherheit nach 1 s viel größer und beträgt $0,05 \text{ s} = 50 \text{ ms}$.

Somit haben wir als Messdaten:

t/ms	0	93	163	280	441	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
$\Delta t/\text{ms}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	50	50	50
U_C/V	3,93	3,29	2,93	2,33	1,73	1,57	1,29	1,09	0,88	0,720	0,60	0,520	0,440

mit $\Delta U = 0,02 \text{ V}$.

Aus der Anleitung gilt:

$$U_C = U_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) \quad \Leftrightarrow \quad \ln U_C = \left(-\frac{1}{RC}\right)t + \ln U_0 \quad (5.1)$$

Es ist aber wegen des Triggers so, dass der Kondensator bei $t = 0$ schon etwas entlädt hat, somit ergibt sich die modifizierte Gleichung:

$$\ln U_C = \left(-\frac{1}{RC}\right)t + \left(\ln U_0 - \frac{t_0}{RC}\right) \quad (5.2)$$

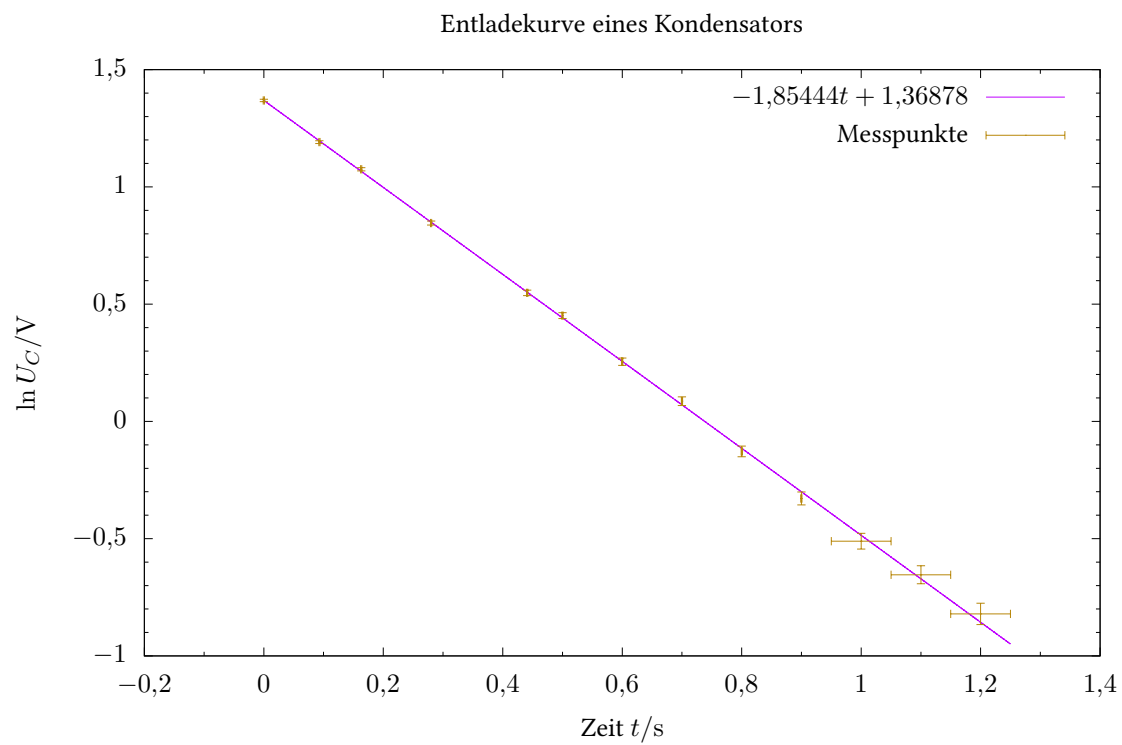
Der entsprechende Fehler von $\ln U_C$ ist dann laut AMW:

$$\Delta(\ln U_C) = \frac{\Delta U_C}{U_C} \quad (5.3)$$

$\ln(U_C/\text{V})$ wurde dann gegen die Zeit im `gnuplot` geplottet und eine Kurveanpassung zur $\ln U_C = mt + c$ durchgeführt.

Im `gnuplot` sind die Messpunkten für t ins s umgewandelt, sodass die GröÙeordnung der beiden Achse ähnlich sind. Diese Vorgehensweise hilft bei der Kurveanpassung. Die entsprechende Fehler sind direkt im `gnuplot` berechnet. Siehe Appendix A für die genauer Rechnung.

¹cdn.rohde-schwarz.com/hameg-archive/HM1507-3.deutsch.pdf

Abbildung 5.1: Entladung einer Kondensators über einen 1 M Ω Resistor

$$\chi_{\text{red}}^2 = 0,476\,632 \implies \text{Gute Anpassung}$$

Als Endergebnis erhalten wir:

Variable	Wert	Gerundet
m	$(-1,854\,44 \pm 0,009\,18) \text{ s}^{-1}$	$(-1,854 \pm 0,010) \text{ s}^{-1}$
c	$1,368\,78 \pm 0,002\,74$	$1,3688 \pm 0,0028$

A gnuplot Quellcode zur Auswertung von Teilversuch 5

```

1  #!/usr/bin/env gnuplot
2
3  set term epslatex color size 6in, 4in
4  set output "tv5-plot.tex"
5  set decimalsign locale 'de_DE.UTF-8'
6
7  set title "Entladekurve eines Kondensators"
8  set ylabel "$\\ln U_C / \\si{\\volt}$"
9  set xlabel "Zeit $t/\\si{\\second}$"
10
11 set mxtics
12 set mytics
13 set samples 10000
14
15 f(x) = m*x + c
16
17 # (x, y, xdelta, ydelta)
18 fit f(x) "tv5.dat" u ($1/1000):(log($2)):(($3/1000):(0.02/$2) xyerrors via m,c
19
20 set key top right spacing 1.3
21
22 titel = "$".gprintf("%.5f", m). "t + ".gprintf("%.5f", c). "$"
23 plot f(x) title titel lc rgb 'dark-magenta', \
24     "tv5.dat" u ($1/1000):(log($2)):(($3/1000):(0.02/$2) with xyerrorbars
    ↪ title "Messpunkte" pointtype 0 lc rgb 'dark-goldenrod'

```

mit tv2.dat:

1	# t/ms	U/V	delta t	8	600	1,29	1
2	0	3,93	1	9	700	1,09	1
3	93	3,29	1	10	800	0,880	1
4	163	2,93	1	11	900	0,720	1
5	280	2,33	1	12	1000	0,600	50
6	441	1,73	1	13	1100	0,520	50
7	500	1,57	1	14	1200	0,440	50

Rohausgabe:

```

1  final sum of squares of residuals : 5.24295
2  rel. change during last iteration : -6.37075e-07
3
4  degrees of freedom      (FIT_NDF)                : 11
5  rms of residuals        (FIT_STDFIT) = sqrt(WSSR/ndf) : 0.690385
6  variance of residuals (reduced chisquare) = WSSR/ndf : 0.476632
7  p-value of the Chisq distribution (FIT_P)           : 0.918832
8
9  Final set of parameters      Asymptotic Standard Error
10  =====
11  m                            = -1.85444      +/- 0.009173      (0.4947%)

```

```
12 | c                = 1.36878          +/- 0.002734      (0.1997%)
13 |
14 | correlation matrix of the fit parameters:
15 |           m          c
16 | m          1.000
17 | c        -0.668   1.000
```