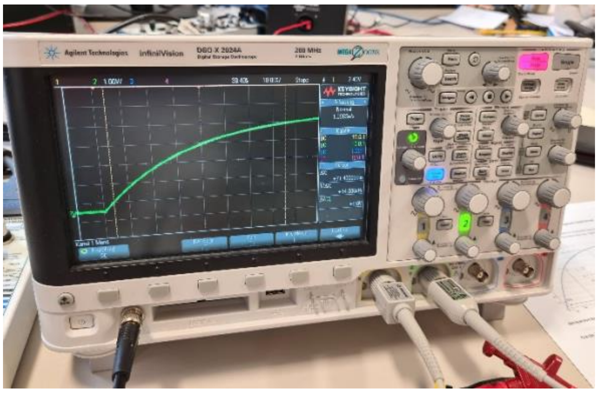
Hochschule Bremen
City University of Applied Sciences

„Oszilloskop“
Schaltungsanalyse mittels Oszilloskop, Kenngrößen, Anstiegszeiten



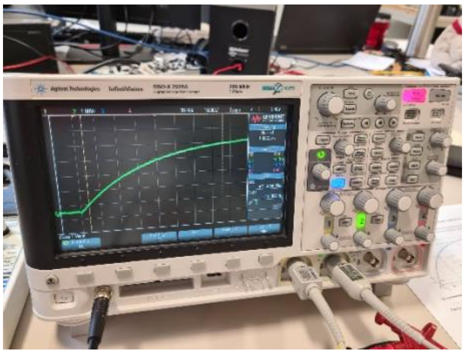
Versuchsbezeichnung:	**OSZ**
Versuchsdatum:	08.01.2021
Abgabedatum:	22.11.2021
Beteiligte:	**Gruppe C7** Kelly Mbitketchie Koudjo 5136175 Kevin Pfeifer 5131378
Laborleitung / - Betreuung:	Prof. Dr.-Ing. M. Mevenkamp M.Sc. Phys. H. Sander

4. Ausarbeitung

4.1. Messaufbau

Verwendet wurden folgende Geräte:

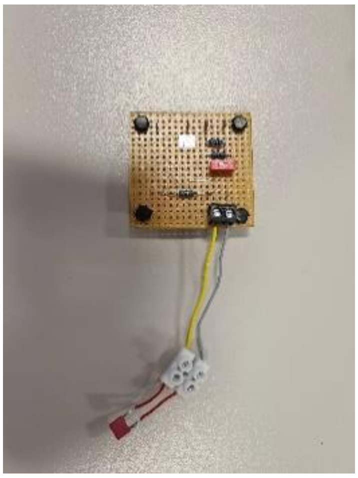
- Oszilloskop



- BNC-Box

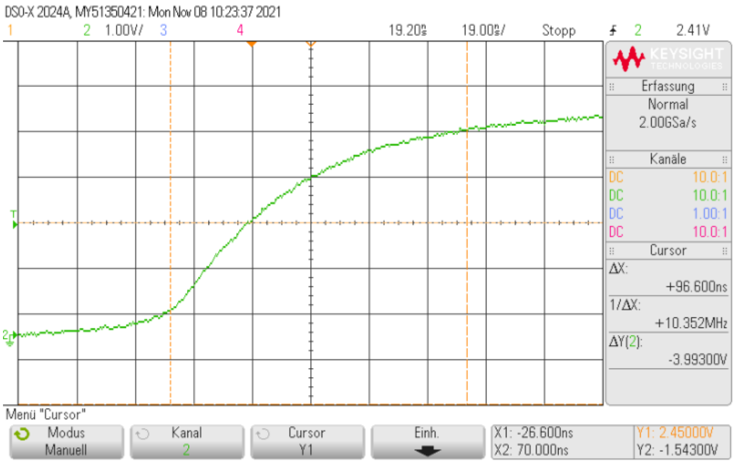
- Tastköpfe

- RC-Filterschaltung



- Multimeter
- Nicht-metallischer Schraubendreher

4.2. Zu Abschnitt 3.3 "Anstiegszeit ermitteln"



	Messwert [ns]	Unsicherheit [ns]
x_1	$-26{,}6$	$\pm 2{,}1$
x_2	70	$\pm 4{,}6$
Δx	$96{,}6$	

Anstiegszeit

$$t_{10} = x_1 = -26{,}6\text{ns}$$
$$t_{90} = x_2 = 70\text{ns}$$

$$\begin{aligned} t_r &= t_{90} - t_{10} \\ &= 70\text{ns} - (-26{,}6\text{ns}) \\ &= 96{,}6\text{ns} \end{aligned}$$

Abweichung

$$\begin{aligned} \Delta t_r &= \sqrt{(\Delta t_{10})^2 + (\Delta t_{90})^2} \\ &= \sqrt{(2{,}1)^2 + (4{,}6)^2} \\ &= \sqrt{25{,}57} \\ &\approx \pm 5{,}06\text{ns} \end{aligned}$$

Die Anstiegszeit t_r beträgt $96{,}6\text{ns}$ und hat eine Abweichung von $\pm 5{,}06\text{ns}$ zu Δx.
$t_r = 96{,}6\text{ns} \pm 5{,}06\text{ns}$.

Im dem Datenblatt des Oszilloskops sind folgende Daten angegeben:

InfiniiVision 2000 X-Series 2024A	
Calculated Rise Time (10% to 90%)	≤ 1.75 ns
Bandwidth	200 MHz

$$f_g = \frac{0{,}35}{t_r} = \frac{0{,}35}{1{,}75 * 10^{-9}} = 200\ MHz$$

Eine hohe Bandbreite ist notwendig, um genaue Formen eines hochfrequenten Signals darzustellen. Ist sie das nicht, kann sie dafür verantwortlich sein, dass ein Signal nicht korrekt dargestellt wird. Ist die Bandbreite des Oszilloskopen und des Tastkopfes hoch genug, kann der Signalgenerator als Verursacher einer nicht-korrekten Darstellung bestimmt werden.

4.3. Zu Abschnitt 3.4.1 "Widerstand"

	Messwert [kΩ]	**Unsicherheit**
R	1,003	$\pm(0{,}1\%\ \text{v. MW} + 5\text{D})$

Absolute Unsicherheit

$$\begin{aligned}\Delta R &= \pm(R * 0{,}1\% + 5 * 100\text{m}\Omega)\\ &= \pm(1003\Omega * 0{,}1\% + 500\text{m}\Omega)\\ &= \pm(1{,}003\Omega + 0{,}5\Omega)\\ &= \pm 1{,}503\Omega\end{aligned}$$

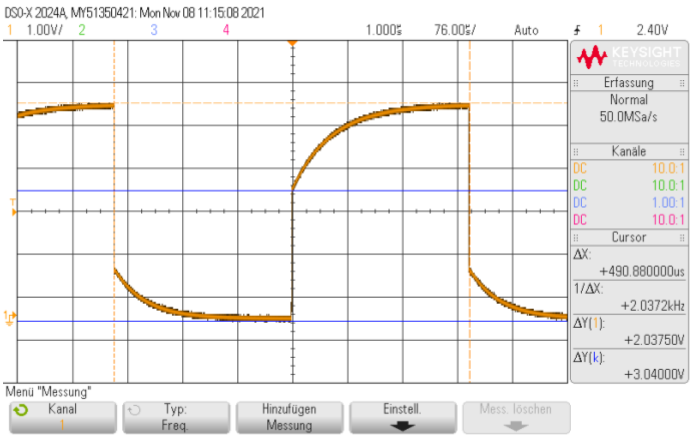
Relative Unsicherheit

$$\begin{aligned}\Delta R = \frac{\Delta R}{R} &= \frac{1{,}503\Omega}{1{,}003k\Omega}\\ &\approx 1{,}4985 * 10^{-3}\\ &= 0{,}0014985\\ &\approx 0{,}15\%\end{aligned}$$

$R = 1003\Omega \pm 1{,}503\Omega$

4.4. Zu Abschnitt 3.4.2 "Speisung durch BNC-Box"

4.4.1 Nichtideale Spannungsquelle



Die korrigierte Messung von Δy mithilfe des MATLAB-Skripts $sprunghoehe.m$

$\Delta y = 3{,}04V$
$\Delta y_1 = \pm 0{,}14V$
$\Delta y_2 = \pm 0{,}12V$

Sprunghöhe

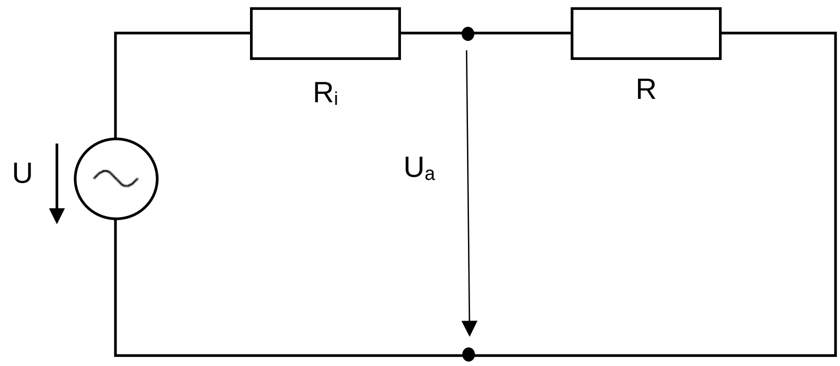
$h = \Delta y = 3{,}04V$

$h = 3{,}04V \pm 0{,}18V$

Abweichung

$$\begin{aligned}\Delta h &= \sqrt{(\Delta h_1)^2 + (\Delta h_2)^2}\\ &= \sqrt{(0{,}14V)^2 + (0{,}12V)^2}\\ &= \sqrt{0{,}034V}\\ &\approx \pm 0{,}18V\end{aligned}$$

Die BNC-Box als Spannungsquelle ist für die Messung nicht ideal, da dessen Innenwiderstand R_i für einen nicht linearen Spannungsverlauf sorgt. Das folgende Schaltbild stellt die Spannungsquelle mit einem Innenwiderstand R_i dar. Da die Kondensatorspannung während des Sprungs bei 0 liegt, ist dieser vernachlässigbar.



Bestimmung des Innenwiderstands anhand des Spannungsteilers.

$$\frac{\mathrm{U}}{\mathrm{U_a}} = \frac{\mathrm{R} + \mathrm{R_i}}{\mathrm{R}}$$

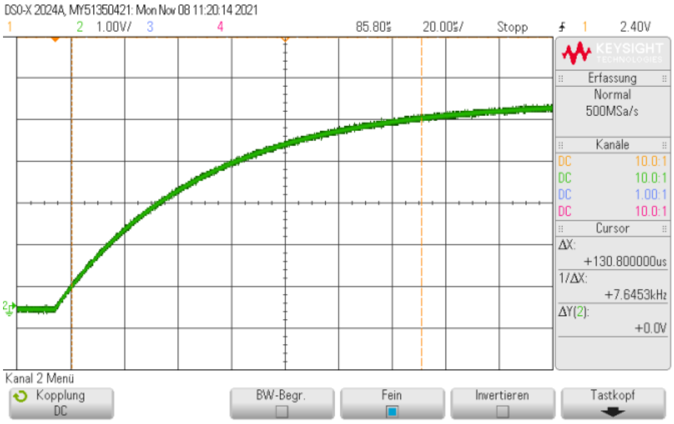
$$\frac{\mathrm{U}}{\mathrm{U_a}}\mathrm{R} = \mathrm{R} + \mathrm{R_i}$$

$$\begin{aligned}\mathrm{R_i} &= \frac{\mathrm{U}}{\mathrm{U_a}}\mathrm{R} - \mathrm{R} \\ &= \frac{5\mathrm{V}}{3{,}04\mathrm{V}} 1003\Omega - 1003\Omega \\ &\approx 646{,}67\Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\mathrm{R_i} &= \sqrt{\left(\frac{\Delta\mathrm{R}}{\mathrm{R}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\mathrm{h}}{h}\right)^2 + (\Delta\mathrm{R})^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{1{,}503\Omega}{1003\Omega}\right)^2 + \left(\frac{0{,}18\mathrm{V}}{3{,}04V}\right)^2 + (1{,}503\Omega)^2} \\ &\approx \pm 1{,}504\Omega\end{aligned}$$

$$\mathrm{R_i} = 646{,}67\Omega \pm 1{,}504\Omega$$

4.4.2 Anstiegszeit und Bestimmung der Kapazität des Kondensators



$$\Delta x = 130{,}8\mu s$$
$$\Delta x_1 = \pm 3{,}92\mu s$$
$$\Delta x_2 = \pm 8\mu s$$

Anstiegszeit

$$t_r = \Delta x = 130{,}8\mu s$$

$$t_r = 130{,}8\mu s \pm 17{,}45\mu s$$

Abweichung

$$\Delta t_r = \sqrt{(\Delta t_{10})^2 + (\Delta t_{90})^2}$$
$$= \sqrt{(3{,}92\mu s)^2 + (8\mu s)^2}$$
$$\approx \pm 8{,}91\mu s$$

Kapazität

$$\tau = RC$$
$$t_r = \tau \ln(9)$$
$$t_r = RC \ln(9)$$
$$C = \frac{t_r}{R \ln(9)}$$
$$= \frac{130{,}8\mu s}{1003\Omega * \ln(9)}$$
$$\approx 59{,}35nF$$

Abweichung

$$\Delta C = \sqrt{\left(\frac{\Delta t_r}{t_r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2}$$
$$= \sqrt{\left(\frac{8{,}91\mu s}{130{,}8\mu s}\right)^2 + \left(\frac{1{,}503\Omega}{1003\Omega}\right)^2}$$
$$\approx \pm 6{,}814\%$$

$$\Delta C = C * \Delta C$$
$$= 59{,}35nF * 6{,}814\%$$
$$\approx \pm 4{,}04nF$$

Aus dem Widerstand und der gemessenen Anstiegszeit ergibt sich die Kapazität

$$C = 59{,}35nF \pm 4{,}04nF$$

Korrektur

Kapazität

$$\mathrm{R_{GES}} = \mathrm{R} + \mathrm{R_i} = 1003\Omega + 646{,}67\Omega = 1649{,}67\Omega$$

$$\Delta\mathrm{R_{GES}} = \sqrt{(\Delta\mathrm{R})^2 + (\Delta\mathrm{R_i})^2} = \sqrt{(1{,}503\Omega)^2 + (1{,}504\Omega)^2} \approx \pm 2{,}13\Omega$$

$$\tau = \mathrm{R_{GES}C}$$
$$\mathrm{t_r} = \tau \ln(9)$$
$$\mathrm{t_r} = \mathrm{R_{GES}C} \ln(9)$$
$$C = \frac{\mathrm{t_r}}{\mathrm{R_{GES}} \ln(9)} = \frac{130{,}8\mu\mathrm{s}}{1649{,}67\Omega * \ln(9)} \approx 36{,}09\mathrm{nF}$$

Abweichung

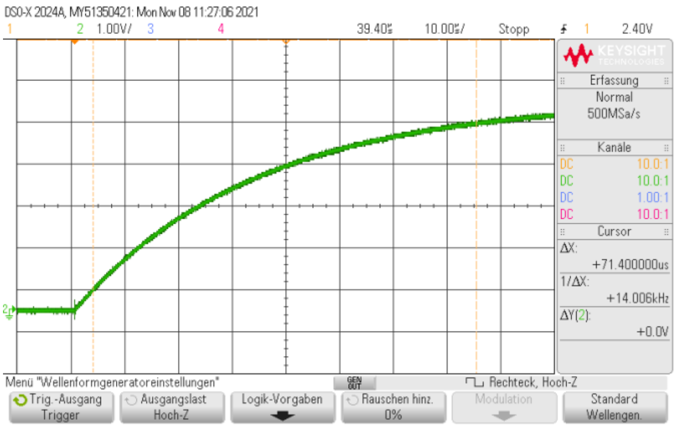
$$\Delta\mathrm{C} = \sqrt{\left(\frac{\Delta\mathrm{t_r}}{\mathrm{t_r}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\mathrm{R_{GES}}}{\mathrm{R_{GES}}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{8{,}91\mu\mathrm{s}}{130{,}8\mu\mathrm{s}}\right)^2 + \left(\frac{2{,}13\Omega}{1649{,}67\Omega}\right)^2} \approx \pm 6{,}813\%$$

$$\Delta\mathrm{C} = \mathrm{C} * \Delta\mathrm{C} = 36{,}09\mathrm{nF} * 6{,}813\% \approx \pm 2{,}46\mathrm{nF}$$

Der korrigierte Wert der Kapazität lautet $C = 36{,}09\mathrm{nF} \pm 2{,}46\mathrm{nF}$

5. Zu Abschnitt 3.4.3

5.1. Anstiegszeit und Kapazität bei Speisung aus dem Oszilloskop



$$\Delta x = 71{,}4\mu s$$
$$\Delta x_1 = \pm 2{,}9\mu s$$
$$\Delta x_2 = \pm 5{,}7\mu s$$

Anstiegszeit

$$t_r = \Delta x = 71{,}4\mu s$$

$$t_r = 71{,}4\mu s \pm 6{,}4\mu s$$

Abweichung

$$\begin{aligned} \Delta t_r &= \sqrt{(\Delta t_{10})^2 + (\Delta t_{90})^2} \\ &= \sqrt{(2{,}9\mu s)^2 + (5{,}7\mu s)^2} \\ &= \sqrt{40{,}9}\mu s \\ &\approx \pm 6{,}4\mu s \end{aligned}$$

Kapazität

$$\tau = RC$$
$$t_r = \tau \ln(9)$$
$$t_r = RC \ln(9)$$
$$\begin{aligned} C &= \frac{t_r}{R \ln(9)} \\ &= \frac{71{,}4\mu s}{1003\Omega * \ln(9)} \\ &\approx 32{,}4nF \end{aligned}$$

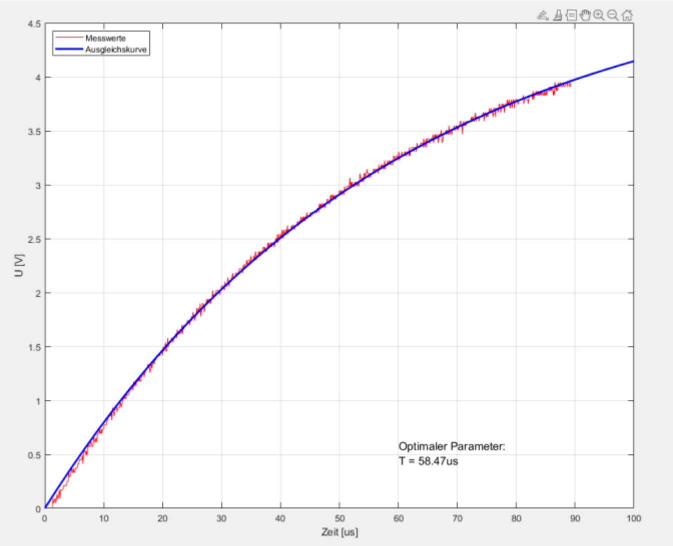
$$C = 32{,}4nF \pm 2{,}9nF$$

Abweichung

$$\begin{aligned} \Delta C &= \sqrt{\left(\frac{\Delta t_r}{t_r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R}{R}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{6{,}4\mu s}{71{,}4\mu s}\right)^2 + \left(\frac{1{,}503\Omega}{1003\Omega}\right)^2} \\ &\approx \sqrt{8{,}037} \\ &\approx \pm 8{,}965\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta C &= C * \Delta C \\ &= 32{,}4nF * 8{,}965\% \\ &\approx \pm 2{,}9nF \end{aligned}$$

5.1.1 Auswertung mit MATLAB, Least-Squares-Parameteridentifikation



Kapazität

$$\tau = RC$$
$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{58{,}47\mu s}{1003\Omega}$$
$$C = \frac{58{,}47\mu s}{1003\Omega} \approx 58{,}3nF$$
$$C = 58{,}3nF \pm 87{,}45\text{pF}$$

Abweichung

$$\Delta C = \Delta R = 0{,}15\%$$
$$\Delta C = C * \Delta C = 58{,}3nF * 0{,}15\% \approx \pm 87{,}45\text{pF}$$

5.2. Vergleichende Diskussion

Messung/Approximation	Kapazität
Kapazität – Anstiegszeit (BNC-Box)	$59{,}35\mathrm{nF} \pm 4{,}04\mathrm{nF}$
Kapazität – Anstiegszeit (BNC-Box, Korrektur)	$36{,}09\mathrm{nF} \pm 2{,}46\mathrm{nF}$
Kapazität – Anstiegszeit (Oszilloskop)	$32{,}4\mathrm{nF} \pm 2{,}9\mathrm{nF}$
Kapazität – Approximiert	$58{,}3nF \pm 87{,}45\mathrm{pF}$

Aus den ermittelten Werten geht hervor, dass die Kapazität zwischen $32{,}4\mathrm{nF}$ und $59{,}35\mathrm{nF}$ liegt. Der Wert aus der ersten Messung wurde bestimmt, ohne den systematischen Fehler zu korrigieren. Durch die Berechnung des Innenwiderstands R_i und eine erneute Bestimmung der Kapazität wurde der Wert $36{,}09\mathrm{nF}$ ermittelt. Eine zusätzliche Ermittlung der Kapazität mit dem Signalgenerator des Oszilloskops als Spannungsquelle, brachte den Wert $32{,}4\mathrm{nF}$ hervor. Eine Approximation mithilfe der Optimierfunktion $lsqcurvefit()$ von MATLAB wurde jedoch erneut ein höherer Wert von $58{,}3nF$, der dem ersten Messwert (BNC-Box ohne Korrektur des systematischen Fehlers) am ähnlichsten ist.

Am MATLAB-Plot ist erkennbar, dass die Datenreihe nicht vollständig ist. Die Messwerte erreichen nicht die maximale Spannung von 5V und stellen somit nicht die komplette steigende Flanke dar. Daraus lässt sich schließen, dass die Approximation zu ungenau ist, um Aussagen über den Wert der Kapazität zu machen. Stattdessen sollten die Messwerte $36{,}09\mathrm{nF}$ und $32{,}4\mathrm{nF}$ herangezogen werden. Es ist davon auszugehen, dass der Wert der Kapazität im Bereich der beiden Messwerte liegt.

Die gemessenen Unsicherheiten der Kapazitäten bewegen sich im Bereich zwischen $\pm 2{,}46\mathrm{nF}$ und $\pm 4{,}04\mathrm{nF}$. Die Approximation der Kapazität liefert eine wesentlich niedrigere Unsicherheit von $\pm 87{,}45\mathrm{pF}$. Die Approximation basiert auf genauen Berechnungen anhand vom Oszilloskop exportierter Messwerte, während die grafischen Messungen auf grob abgelesene Messwerte basieren. Approximierte Messwerte hängen somit nur von den Unsicherheiten der verwendeten Bauteile ab. Grafische Messwerte müssen zusätzlich mögliche Abweichungen beim Ablesen berücksichtigen.

Anhang

MATLAB Skript „sprunghoehe.m“

```
%% Verhältnisvergleich - Pixelhöhe zur Spannung
pMax = 400;
p1 = 116;
p2 = 218;
dp = p2 - p1;
vp = dp/pMax

Umax = 8;
dU = 2.0375;
vU = dU/Umax

%% Sprunghöhe bestimmen
% Platzierung neues Cursors und Bestimmung der Spannung
p1k = 218;
p2k = 370;
dpk = p2 - p1;
vpk = dp/pMax;
vUk = Umax*vp
```

MATLAB Skript zu 4.5.2 Parameteridentifikation

```
%% Importieren der Daten
trace = load("messung_3_4_3.mat").("Trace_2");

%% Messwerte filtern
t = trace(121:end, 1)*10^6;
U = trace(121:end, 2);

%% Curve Fitting
% Ansatzfunktion:  f   = U0 * (1 - e^(-t/Tau))
% Ansatzparameter: U0  = 5V;
%                  Tau = 40us;
fun = @(par, t) par(1) * (1 - exp(-t/par(2)));
par = [5; 40];
paropt = lsqcurvefit(fun, par, t, U);

%% Plotting
plot(t, U, "Color", "red");
hold on;
fplot(@(t) fun(paropt, t), [0, 100], "LineWidth", 2, "Color", "blue");

grid on;
ylabel("U [V]")
xlabel("Zeit [us]")
legend("Messwerte", "Ausgleichskurve", "Location", "northwest")

tauString = num2str(paropt(2),"%6.2f");
msg = sprintf("Optimaler Parameter:\n" + ...
              "T = " + tauString + "us");

text(0.6,0.1, msg, 'units', 'normalized','fontsize',12);
```

Versuchsvorbereitung

HOCHSCHULE BREMEN

Elektrische Messtechnik (ELMESS)

Laborversuch 1: 0.5.7

Laborgruppe C7:

1. Kelly Mbitketchie Koudjo: 5136175 (I.S.T.I)
2. Kevin Pfeifer: 5131378 (D.S.I)

Vorbereitung

1.) * Einheiten der Bauteilwerte eines RC-Glieds:
- das Ohm (Ω) und das Farad (F)

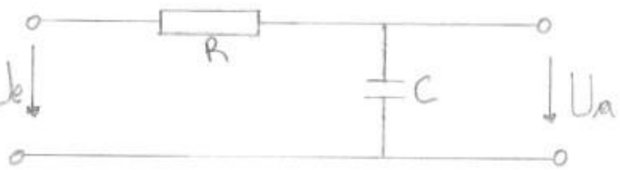
* $1\Omega = \frac{1V}{1A} = \frac{V}{A}$ und $1F = \frac{1s}{1\Omega} = \frac{As}{V}$

* Zeitkonstante des RC-Gliedes:

$$\tau = R \cdot C$$
$$= \frac{V}{A} \cdot \frac{A \cdot s}{V}$$
$$= s$$

Die Gleichung für die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist also auch von den Einheiten her stimmig.

2.a)



Herleitung des Frequenzgangs $G(j\omega)$ des RC-Tiefpasses aus der komplexen Spannungsteilerregel:

Spannungsteilerregel: $U_a = \frac{Z_C}{R+Z_C} \cdot U_e \Leftrightarrow \frac{U_a}{U_e} = \frac{Z_C}{R+Z_C}$

$$\frac{Z_C}{R+Z_C} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC} = G(j\omega)$$

2.b) Herleitung der Grenzfrequenz des Tiefpasses f_g:

Grenzfrequenz aus $|G(j\omega_g)| = \left|\frac{U_a}{U_e}\right| = \frac{\max(|G(j\omega_g)|)}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

das heißt: $\left|\frac{U_a}{U_e}\right| = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega_g^2 R^2 C^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega_g R \cdot C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= (R \cdot \omega_g \cdot C)^2 + 1 = 2$$

$$= \omega_g = \frac{1}{RC} \quad \text{und mit } \omega_g = 2 \cdot \pi \cdot f_g$$

$$\Rightarrow 2 \cdot \pi \cdot f_g = \frac{1}{R \cdot C}$$

$$\Rightarrow f_g = \frac{1}{2\pi R C}$$

2.c) * Zusammenhang zwischen der Grenzfrequenz und der Anstiegszeit $T_{10/90}$:

Im Anhang A steht:

$t_r \approx 2{,}2T$ beziehungsweise $T \approx 0{,}455 \cdot t_r$ und $f_g = \frac{1}{2\pi T} \approx \frac{0{,}35}{t_r}$

$$\Rightarrow \frac{t_{10}}{t_{90}} = \frac{0{,}35}{f_g}$$

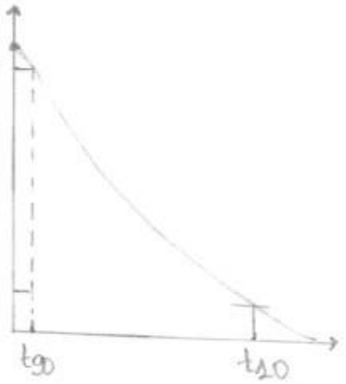
* Herleitung für die fallende Flanke:

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{T}} \Leftrightarrow \frac{U(t)}{U_0} = e^{-\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) = \ln e^{-\frac{t}{T}}$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right) = -\frac{t}{T}$$

$$\Leftrightarrow t = -T \cdot \ln\left(\frac{U(t)}{U_0}\right)$$



Kondensatorentladung

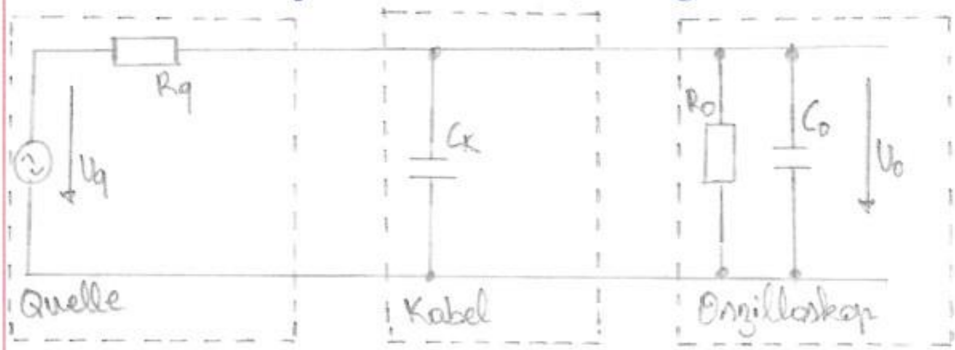
$$* \; t_{10} = -T \cdot \ln\left(\frac{0{,}1 \cdot U_0}{U_0}\right) = -T \cdot \ln(0{,}1) = -T \cdot \ln\left(\frac{1}{10}\right) = T \cdot \ln(10)$$

$$* \; t_{90} = -T \cdot \ln\left(\frac{0{,}9\, U_0}{U_0}\right) = -T \cdot \ln(0{,}9) = -T \cdot \ln\left(\frac{9}{10}\right) = T \cdot \ln\left(\frac{10}{9}\right)$$

$$* \; t_f = t_{10} - t_{90} = T \cdot \ln(10) - T \cdot \ln\left(\frac{10}{9}\right) = T \cdot \ln(9)$$

$t_f \approx 2{,}2T$ beziehungsweise $T \approx 0{,}455 t_f$ und $f_g = \frac{1}{2\pi T} \approx \frac{0{,}35}{t_f}$

3) * Herleitung der Lastimpedanz Z_L ohne Tastkopf:



$$Z_L = \frac{1}{Y} = \frac{1}{\frac{1}{jXC_K} + \frac{1}{R_o} - \frac{1}{jXC_o}}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{R_o} + j\left(\frac{1}{XC_K} + \frac{1}{XC_o}\right)\right) \cdot R_o}$$

$$= \frac{R_o}{1 + j\omega R_o (C_K + C_o)}$$

* Vorteil

Der Nachteil, dass das Signal um den Faktor $\frac{1}{10}$ geschwächt wird, steht gegenüber dem Vorteil, dass die Grenzfrequenz um den Faktor 10 steigt. Jedoch geht der Vorteil auf Kosten einer geringeren Empfindlichkeit. Somit sind die Eingangsspannung des Oszilloskops und auch die Spannungswerte um den Faktor 10 reduziert.

Durchführungsprotokoll

Hochschule Bremen

Labor **Elektrische Messtechnik**

Angaben zur Veranstaltung

WS 2021/22

Modul: ELMESS

Dozent/Dozentin:

Prof. Dr.-Ing. Manfred Mevenkamp

Protokoll

zum Laborversuch OSZ

(Kürzel)

Schaltungsanalyse mittels Oszilloskop, Kenngrößen, Anstiegszeiten

(Versuchsbezeichnung)

Versuchsdatum: 08.11.2021

Kelly Mbitketchie Koudjo (ISTI)

(Protokollführer / Protokollführerin) (Studiengang)

5136175

(Matrikel-Nr.)

Testat / Benotung: Vorbereitung

Gruppe:

weitere Gruppenmitglieder: (Studiengang)

1. Kevin Pfeifer (DSI)

2. ( )

Testat / Benotung: Protokoll

Notizen zum Versuchsablauf – nur grober Zeitverlauf und Besonderheiten

(Messwerte und Versuchsdokumentation auf den folgenden Blättern)

9:00 Begin, alle TN anwesend

9:10 Tastkopfabgleich ~~[illegible]~~ 3.2.

9:30 Bestimmung Anstiegszeit TTL-Signal 3.3

10:30 Widerstandsmessung 3.4.1

10:40 Rechtecksignal aus BNC-2120 3.4.2

11:30 Signalgenerator an Oszilloskop 3.4.3

12:00 Messreihenexport

Durchführung

9:10 Uhr 3.2 Tastkopfabgleich

Tastkopf 1 Dämpfung 10:1

Wurde an den ersten BNC-Slot des Oszilloskopen gesteckt. Die Masse an die Masse des Osilloskopen. Kopfspitze an den Signalgenerator des Oszilloskopen.

Dämpfung am Oszilloskopen auf 10:1 gestellt.

Überprüfung des Tastkopfes zeigte eine Unterkompensation. Korrektur mit einem Schraubendreher vorgenommen. (rechteckiges Signal)

Tastkopf 2 Dämpfung 10:1

Angebunden an den zweiten BNC-Slot. Masse an Masse und Spitze an Generator gebunden.

Überprüfung ergab eine Überkompensation. Korrektur vorgenommen. (rechteckiges Signal)

9:30 Uhr 3.3 Rechteckssignale gibt es nicht

Tastkopf 2 mit dem Signalgenerator der BNC-Box verbunden. Die Frequenz des Signalgenerators mittels Potentiometer und Schieberegler verändert, bis ca. 100kHz gemessen wurde. Mehrmals Auto-Scale verwendet zur automatischen Bestimmung geeigneter Trigger- u. Zeitbasiseinstellungen für eine präzise Messung des Eingangssignals.

Gemessene Frequenz: f = 100,14kHz
Zeitbasis: 2µs
Spitzenspannung: 5,19V

Die Messungen wurden im Run/Stop Modus durchgeführt. Im Single-Modus verändert sich die Darstellung des Signals. Der Verlauf hat sich insofern verändert, dass die dargestellte Linie schmaler ist. Messungen auf der Y-Achse lassen sich minimal präziser durchführen.

Anstiegszeit ermitteln

Messbereich des Oszilloskopen auf 1V/div gestellt. Signal verschoben und Symmetrie zur Mittellinie hergestellt. Mittels Horizontal-steuerelementen an die steigende Flanke herangezoomt, bis eine Messung an den Rasterlinien des 10%- und 90%-Niveaus möglich ist.

$x_1 = -26{,}6\,ns \quad \Delta x_1 = \pm 2{,}1\,ns$

$x_2 = 70\,ns \quad \Delta x_2 = \pm 4{,}6\,ns$

$\Delta x = 96{,}6\,ns$

Das grafische Messen ist aufgrund des rauen Signals nicht ohne Unsicherheiten möglich. Es liegen mehrere Schnittpunkte an den Rasterlinien vor. Die erste Messung wurde in der Mitte genommen. Die Unsicherheiten bilden sich aus den hintersten und vordersten Schnittpunkten.

10:30 Uhr 3.4 Zeitbereichsverhalten

3.4.1 Widerstandsmessung

Widerstandsmessung mit dem Multimeter

$R = 1{,}003\,k\Omega$ $\Delta R = \pm(0{,}1\%\ \text{v.MW} + 5D)$

10:40 Uhr 3.4.2 Speisung durch BNC-2120-Rech

Frequenz auf 2kHz gestellt

Gemessen: $f = 2{,}035\,kHz$

Nun wird die Messung der Eingangsspannung durchgeführt. Das TTL-Signal an der Schaltung angeschlossen.
Das Signal verändert sich. Es ist nicht mehr rechteckig sondern steigt und sinkt kurvenartig.

Anfängliche Sprunghöhe: $\Delta V = 2{,}038\,V$

Anschließend wird die Anstiegszeit des RC-Glieds ermittelt.

$\Delta x_1 = \pm 3{,}92\,\mu s$ $\Delta x = 130{,}8\,\mu s$

$\Delta x_2 = \pm 8\,\mu s$

11:30 Uhr 3.4.3 Speisung durch Signalgenerator

Signalgenerator des Oszilloskopen aktiviert und eingestellt nach Aufgabenstellung. Nach anschließen des Signals mit der Schaltung, ist ein rechteckigeres Signal erkennbar. Nun wird die Anstiegszeit der Kondensatorspannung gemessen.

$\Delta x_1 = \pm 2{,}9\,\mu s$ $\Delta x_2 = \pm 5{,}7\,\mu s$

$\Delta x = 71{,}4\,\mu s$

Messreihe am PC in der Datei messung_3_4_3.mat exportiert.

Geräteliste zum Laborversuch ...OS 7......

Datum: 08.11.2021

lfd. Nr.	Hersteller	Bezeichnung, Typ	Einsatzzweck	Messbereich	Toleranz	Bemerkungen, ggf. Inv.Nr.
1	Agilent Technologies	DSO-X 2024 A	Oszilloskop	200MHz	-	75015-97051
2.	Keysight	N2863B	Tastkopf 1	300MHz	-	10:1
3.	Keysight	N2842A	Tastkopf 2	300MHz	-	10:1
4.	National Instruments	BNC-2120	TTL Signalgenarator	2KHz-100KHz	-	-
5.	Grossen MetraWatt	METRAHIT TRMS	Ohmmeter	1 KΩ	0,1% v. MW + 5D	"5D" ≙ 500mΩ

Beispiel:

1	Gossen Metrawatt	METRAHIT X-TRA	Ohmmeter	1 kΩ	0,2% v. MW + 5D	"5D" ≙ 500 mΩ