

Versuch DAQ-USB

Signalerfassung und Frequenzganguntersuchung mit USB-Oszilloskop

1 Versuchsziel

- Verständnis analoger Schaltungen (Komplexe Spannungsteiler, Operationsverstärkerschaltungen) und Ermitteln von Kenngrößen und Bauteilwerten
- Erfahrungen mit PC-gestützter Signalerfassung mittels USB-Oszilloskop und zugehöriger Software;
- Digitale Messdatenerfassung, -speicherung und -auswertung,
- Protokollieren messtechnischer Experimente, Verfassen eines technisch-wissenschaftlichen Berichts.

2 Vorbereitung

- 1.) Alles, was zum Versuch OSZ vorzubereiten war, wird auch in diesem Versuch benötigt, z. B. Definition der Grenzfrequenz, Frequenzgang des RC-Tiefpasses, Herleitung der Formel für die Grenzfrequenz des RC-Tiefpasses, Phasenwinkel.
- 2.) Ebenso das ESB der nicht-idealen Spannungsquelle und der Einfluss des Innenwiderstands auf Messsignale der angeschlossenen Schaltung (vergl. Versuch OSZ).
- 3.) Handschriftlich: Herleitung des Frequenzgangs $G(j\omega) = \frac{U_a}{U_e}$ des belasteten Tiefpasses in Abschnitt 3.5 (Schalter geschlossen).
- 4.) Erinnern/Recherchieren Sie, aus welchen zwei Diagrammen ein Bodediagramm besteht und wie dabei die Achsen skaliert sind.

Handschriftlich: Betragsfrequenzgang des Bodediagramms des unbelasteten RC-Tiefpasses skizzieren und dabei kenntlich machen

- Lage der Grenzfrequenz und wie man sie aus einem Bodediagramm entnimmt.
- Maß für das Absinken der Verstärkung im Sperrbereich, wenn die Frequenz um den Faktor 10 steigt. (Angabe in der Form *** db/Dekade)

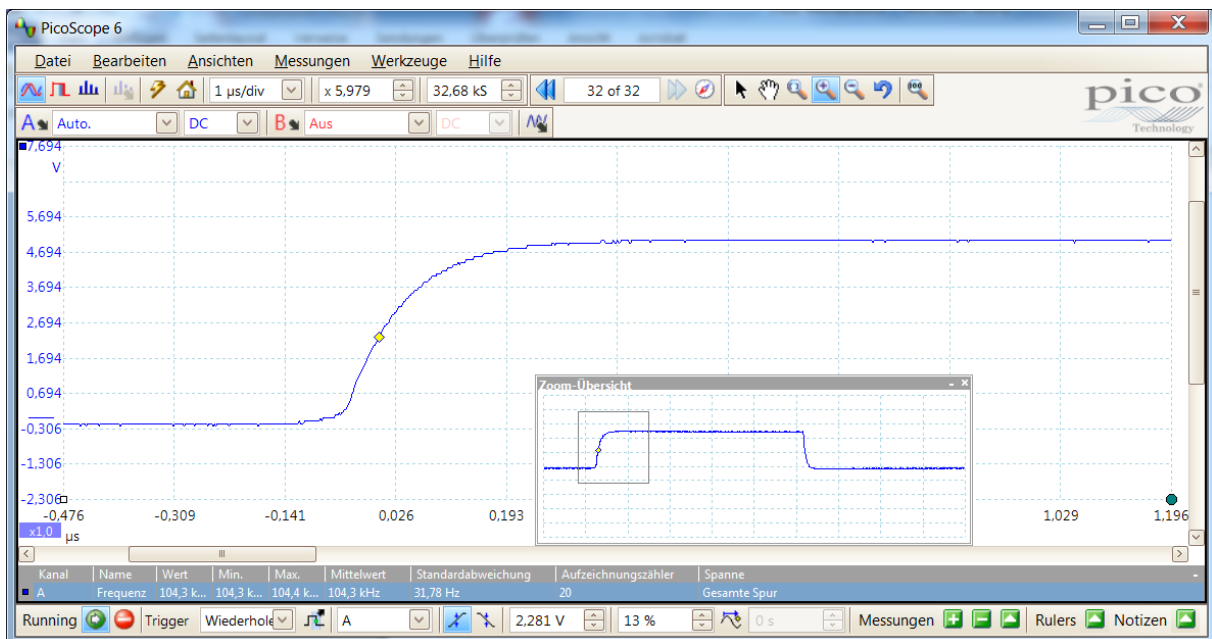
Probieren Sie dazu auch in MATLAB `fg=5000;bode(tf([1],[1/fg,1]));grid`

3 USB-Oszilloskop "PicoScope", RC-Tiefpass

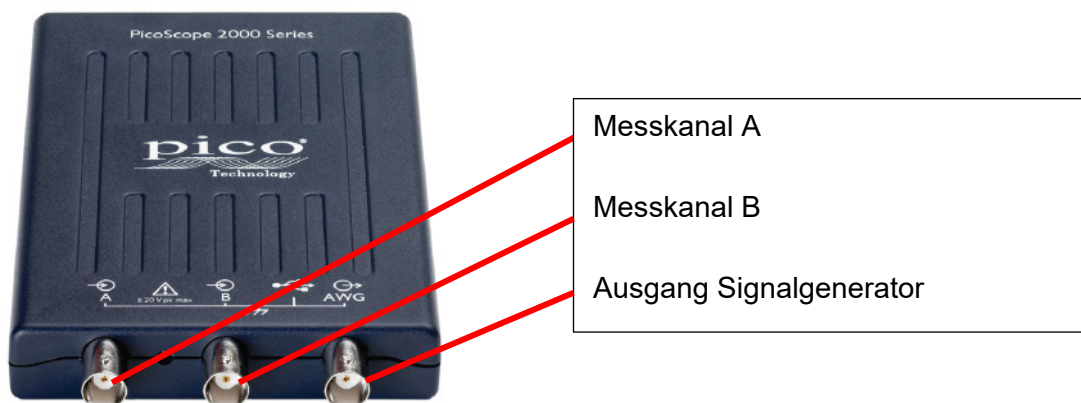
3.1 Geräte, Software, Materialien

Für den Laborversuch stehen zur Verfügung: USB-Oszilloskop "PicoScope 2206A", Platine mit 1 k Ω Widerstand und einem Kondensator, Platine mit Operationsverstärker, Multimeter, BNC-Kabel, Federklemmen.

Das USB-Oszilloskop nutzt die Software "Picoscope 6" zur Darstellung der Signale am PC.



Die Software steht frei zum Download zur Verfügung und kann also schon vor dem Versuch ausprobiert werden: <https://www.picotech.com/downloads/lightbox/picoscope-6>



3.2 PicoScope-Inbetriebnahme (20 Min.)

Kontrollieren, dass das PicoScope an einen USB-Anschluss des Labor-PC angeschlossen ist. PicoScope-Software starten und im Menü "Datei"--> "Gerät verbinden" PicoScope als angeschlossenes Gerät auswählen, falls das nicht bereits automatisch erfolgte.

3.2.1 Messung des Signalgeneratorsausgangs

Je ein BNC-Kabel mit Federklemmen an Messkanal A und am Ausgang des Signalgenerators anschließen. Federklemmen miteinander verbinden.

Messkanäle konfigurieren

Obere Menuzeile: Abtastung und zeitliche Darstellung

Zeitbasis Zoom Samples



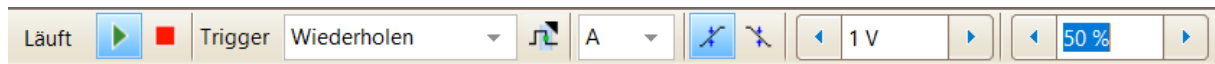
Zeitbasis: Das 10-fache der hier gewählten Zeit wird in einem Datensatz erfasst und im Diagramm dargestellt.

Zoom: Verringert den dargestellten Zeitausschnitt um den gewählten Faktor

Samples: (Ungefähre) Zahl der Abtastwerte, die bei der Messung erfasst werden. Die Software passt die Abtastrate automatisch entsprechend an. Im vorliegenden

$$\text{Beispiel etwa } f_s = \frac{20 \text{ kS}}{10 \cdot 200 \mu\text{s}} = 10 \text{ MHz} .$$

Untere Menuzeile: **Triggerung**




Start/Stop Modus Kanal Flanke Schwelle "Pretrigger"

Modus: hier relevant: "Keiner", "Einzel" (jede Messung einzeln mit "Run" starten), "Wiederholen" (wiederholte Messung, bis Stop betätigt wird)

Schwelle: Spannungswert, den das Signal durchlaufen muss, um das Triggerereignis auszulösen

"Pretrigger": Prozentsatz der Anzeige vor dem Triggerzeitpunkt (50% = Trigger in Bildschirmmitte)

Signalgenerator konfigurieren

Der Signalgenerator des PicoScope wird über die Schaltfläche  konfiguriert.

Rechteckform ("Quadrat")

Frequenz: 2 kHz

Amplitude: 0,8 V

Offset: 0,8 V

Durch Verbinden der Federklemmen dieses Signal auf dem Bildschirm darstellen.

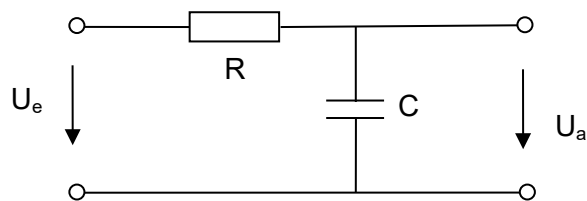
Bildschirmdarstellung speichern

Menu "Datei" -->"Speichern unter", dann Ordner wählen, als Dateityp "*.png" wählen, "Nur aktuelle Wellenform" markieren, Dateiname eingeben und bestätigen.

Auch Menu "Bearbeiten"-->"Als Bild kopieren" ist eine Möglichkeit.

3.3 RC-Tiefpass: Anstiegszeit, Zeitkonstante

Die nebenstehende RC-Filterschaltung mit $R = 1\text{ k}\Omega$ und einem Kondensator mit der Kapazität C finden Sie auf einer Platine aufgebaut vor.



3.3.1 Widerstand (5 Min.)


Messen Sie den Wert des Widerstandes mit dem bereitgestellten Multimeter.

3.3.2 Anstiegszeit (30 Min.)

Ausgang des Signalgenerators an den Tiefpasseingang anschließen, dieses Signal auf Kanal A darstellen. Bildschirmdarstellung speichern. Der Effekt, der zu sehen ist, trat auch schon bei OSZ auf. *Er ist im Bericht zu beschreiben und zu klären.*

Ausgang des Tiefpasses an Kanal B anschließen. Bild speichern.

Manuelle Messung der Anstiegszeit

Blenden Sie Kanal A aus und zoomen Sie mit  auf eine ansteigende Flanke des Tiefpass-Ausgangssignals ein. Bestimmen Sie die 10/90-Anstiegszeit t_r ("rise time") mit Hilfe von Cursorlinien. Diese bekommen Sie, indem Sie für

- | | |
|---------------------------------|---|
| vertikale Linien (Zeitcursor) | den Punkt an der linken unteren Diagrammecke mit der Maus ziehen, |
| horizontale Linien (Amplituden) | den Punkt an der linken oberen Diagrammecke mit der Maus ziehen. |

Auf welches Niveau die horizontalen Cursorlinien einzustellen sind, kann schon in der Vorbereitung bestimmt werden.

t_{10} und t_{90} einschließlich der Unsicherheiten messen (Vorgehen wie im Versuch OSZ).

Berechnen Sie und notieren Sie im Protokoll $t_r = t_{90} - t_{10}$, die Zeitkonstante und die Kapazität des RC-Tiefpasses.

Die Berechnung der Unsicherheit Δt_r und die Fehlerfortpflanzung bzgl. der Kapazität erfolgt später im Bericht. Prüfen Sie dann auch die Datenblattangaben zur Bandbreite bzw. Anstiegszeit des PicoScope, um sicherzustellen, dass der verzögerte Anstieg der Flanke tatsächlich so gut wie ausschließlich auf das RC-Glied zurückzuführen ist.

3.4 Frequenzgang des RC-Tiefpasses (30 Min.)

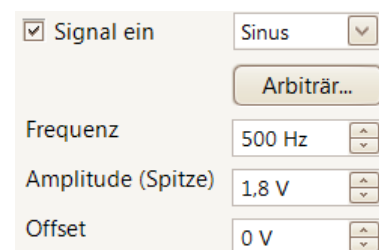
Picoscope Signalgenerator auf Sinusform einstellen:

RC-Glied mit diesem Sinussignal speisen.

Eingangssignal U_e auf Kanal A darstellen,

Ausgangssignal U_a auf Kanal B.

Beide Messbereiche auf $\pm 2\text{ V}$ einstellen,



Zeitbasis: 5 ms/div

Triggermodus "Wiederholen", Trigger auf Kanal A

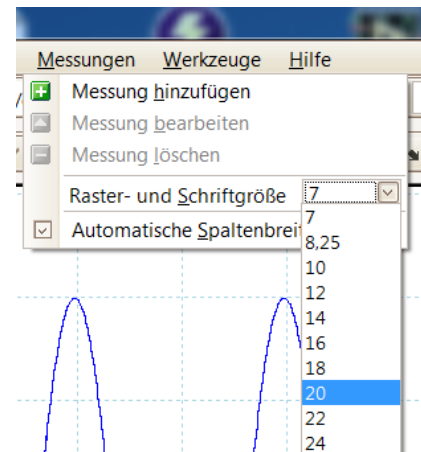
Im Menu "Messungen" (obere Menuzeile) folgende Messungen hinzufügen:

Frequenz auf Kanal A

Spitze zu Spitze auf Kanal A

Spitze zu Spitze auf Kanal B

Außerdem zur Darstellung eine größere Schrift wählen.



Am Signalgenerator nacheinander folgende Frequenzen einstellen, um den Amplitudengang des Bodediagramms zu ermitteln:

$f = [0.1, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5, 3.2, 4, 5, 6, 7.5, 10, 12, 15, 20, 30, 50]$ kHz

Bei jeder Frequenz die beiden gemessenen Spitze-Spitze-Werte sowie deren Quotienten notieren. Die Zeitbasis für eine sinnvolle Darstellung des Signalverlaufs nach eigener Einschätzung anpassen.

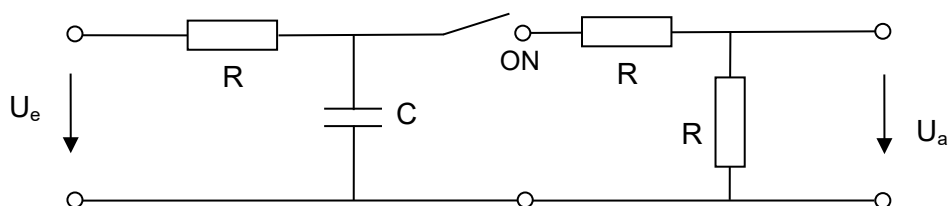
Finden Sie in der Messwerttabelle die beiden Frequenzen, zwischen denen die Grenzfrequenz liegt. Ermitteln Sie aus diesen einen Schätzwert der Grenzfrequenz. Welchen Wert der Kapazität errechnen Sie damit. Welche Erklärung gibt es für den Unterschied zur Messung in Abschnitt 3.3.2?

Bericht: den Betragsfrequenzgang des Bode-Diagramms darstellen und auswerten. Mit der daraus ermittelten Grenzfrequenz die Kapazität des Kondensators und deren Unsicherheit berechnen.

3.5 Frequenzgang eines belasteten RC-Tiefpasses (20 Min.)

Für die folgende Messung wird am Ausgang des RC-Gliedes ein Spannungsteiler zugeschaltet (den entsprechenden Schalter auf der Platine auf "On" stellen).

Der RC-Tiefpass wird dadurch mit dem Ausgangsstrom $I_L = \frac{U_C}{2R}$ belastet.

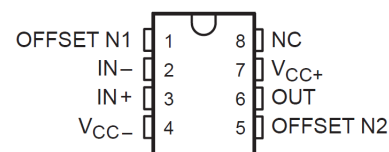
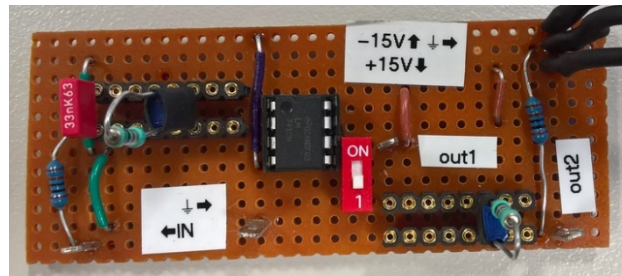
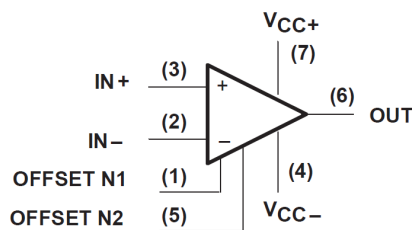
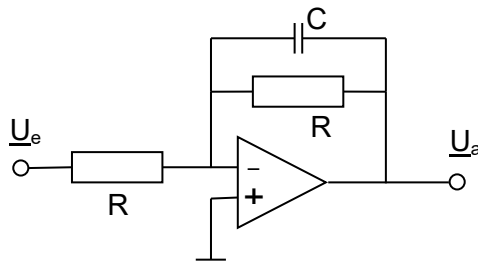


Verbinden Sie Kanal B mit dem neuen Ausgangssignal und führen Sie die Messung des Betragsfrequenzgangs wie im Abschnitt 3.4 aus.

3.6 Frequenzgang eines aktiven Tiefpasses

3.6.1 Inbetriebnahme und Test (20 Min.)

Zum Laborplatz gehört eine Platine mit einer Operationsverstärkerschaltung, die einen aktiven Tiefpass realisiert.



Diese Operationsverstärkerschaltung steht fertig aufgebaut an Ihrem Versuchsplatz zur Verfügung. Die Bauteilwerte sind mit denen des passiven RC-Tiefpasses aus Abschnitt 3.4 identisch, so dass sich laut Theorie der gleiche Frequenzgang und die gleiche Grenzfrequenz ergeben sollte.

Schließen Sie die Versorgungsspannungen an und verbinden Sie den Signalgeneratorausgang des Picoscope mit dem Eingang U_E (in der Abbildung: "IN") der Schaltung. Dieses Signal wird über Kanal A gemessen.

Schließen Sie das Ausgangssignal "out1" an Kanal B an und prüfen (und protokollieren) Sie durch Einstellung einer niedrigen/mittleren/hohen Frequenz, dass sich diese Schaltung näherungsweise wie der unbelastete Tiefpass aus Abschnitt 3.4 verhält.

3.6.2 Frequenzgang des aktiven Tiefpasses mit Belastung (20 Min.)

Schalten Sie am Ausgang den Spannungsteiler zu (Schalter auf "On", ESB ähnlich wie beim passiven RC-Tiefpass in Abschnitt 3.5). Schließen Sie Kanal B an "out2" an.

Gehen Sie wie in Abschnitt 3.4/3.5 vor und bestimmen Sie auf diese Weise den Betragsfrequenzgang dieser Schaltung.

4 Auswertung, Bericht

Neben den oben angesprochenen Punkten muss ein Schwerpunkt des Berichts natürlich die aussagekräftige Gegenüberstellung der verschiedenen Frequenzgänge mit Diskussion der jeweiligen Unterschiede sein.

Was hier theoretisch zu erwarten ist, gehört selbstverständlich auch dazu und sollte schon vor Versuchsbeginn klar sein (sorgfältige Versuchsvorbereitung!).