

Elektronikpraktikum

3 Passive Netzwerke

Stichworte zur Vorbereitung: Wechselspannungsgrößen, komplexe Widerstände und Leitwerte, Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung, Hoch- und Tiefpass, Dezibel, Oszilloskop, Oszilloskop-Tastkopf

Schriftliche Vorbereitung: Erklären Sie die Wechselspannungsgrößen für Kapazitäten, Induktivitäten und beliebige komplexe Widerstände anhand der Darstellung in Zeigerdiagrammen.

Verständnisfragen: Was ist ein komplexer Widerstand, wie stellt man diesen dar, wie misst man ihn und wie berechnet man ihn? Wird in einem rein imaginären Widerstand (z.B. Kondensator ohne Verluste) im zeitlichen Mittel Leistung verbraucht? Wie lautet die Definition für "Dezibel"?

Wie ist ein Hochpass - wie ein Tiefpass aufgebaut? Wie ist die jeweilige Grenzfrequenz definiert und wie ist jeweils der charakteristische Phasengang? Wie funktioniert ein Tastkopf?

3.1 RC-Glied

Untersuchen Sie im Folgenden die Teilspannungen U_C und U_R . Zeigen und erklären Sie anhand Ihrer Messungen, dass diese Teilspannungen bezüglich der Eingangsspannung Hoch- oder Tiefpassverhalten aufweisen.

Welche Teilspannung zeigt welches Verhalten?

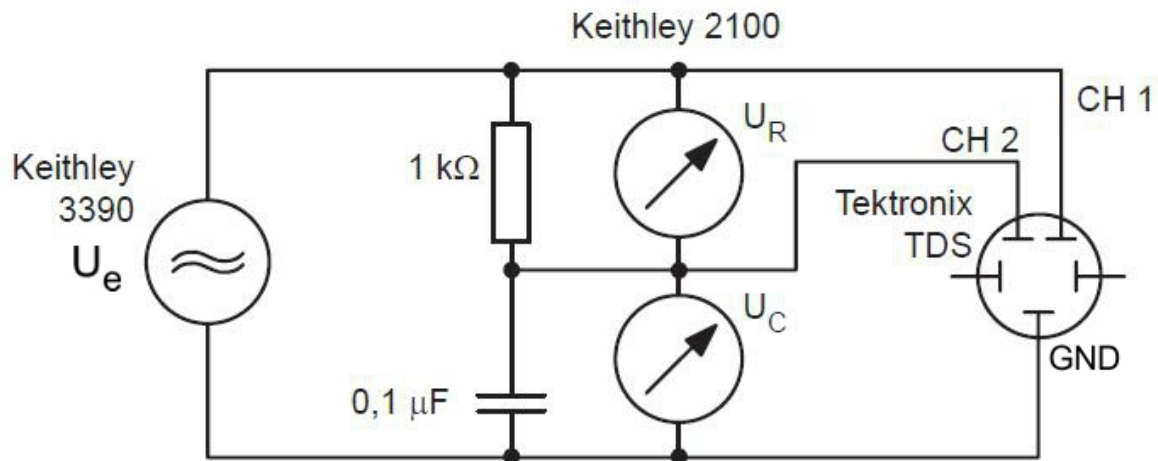


Abbildung 1: Schaltplan RC-Glied

Bauen Sie die Schaltung entsprechend der Abbildung 2 auf:

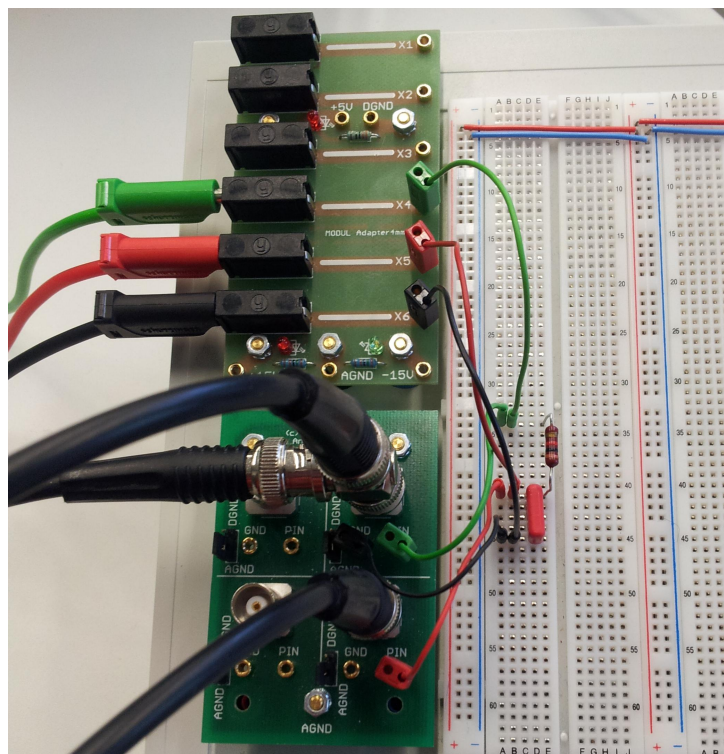


Abbildung 2: Beispielhafter Aufbau auf dem Steckbrett

Hinweis:

Stellen Sie den Ausgang des Signalgenerators auf hohe Last-Impedanz und auf $5 V_{\text{rms}}$ Sinus.

- Die Spannung U_R ist proportional zum Stromfluss durch das RC-Glied.
Wie groß ist die Phasenverschiebung zwischen der Eingangsspannung U_e und dem Strom? Wie und warum hängt diese von der Frequenz ab?
- Messen Sie U_R , U_C und die Phasendifferenz zwischen U_e (Eingangsspannung = Generatorspannung) und U_a (Ausgangsspannung = Spannung am Kondensator). Wählen Sie für die manuelle Datenaufnahme Frequenzwerte in sinnvollen Abständen zwischen 50 Hz und 100 kHz und begründen Sie Ihre Wahl.

3.1.1 LabVIEW-Umsetzung

Anleitung zur automatischen Datenaufnahme mit LabVIEW erhalten Sie im Praktikum. Zur Vereinfachung der Programmierung werden in Teilen vorgefertigte VIs zur Verfügung gestellt. Sie finden diese über das Netzwerk → LEITUNG → EP-VIs.

Erstellen Sie damit (Einbinden der EP-VIs oder copy & paste) ein LabVIEW-Programm mit Initialisierung der Geräte, Messschleife, grafischer Ausgabe und Datenspeicherung. Führen Sie wie in 3.1 Messung der Spannungen U_R und U_C bzw. U_C und U_e durch. (Für die Phasenmessung steht ein VI zur Verfügung.)

Bitte erstellen Sie stets lokale Kopien der VIs vom Leitungsrechner in Ihrem Verzeichnis, da die Anzahl gleichzeitiger Zugriffe auf den Leitungsrechner begrenzt ist und Sie dort zudem keine Schreibrechte besitzen, was beides zu Fehlern führen kann.

3.1.2 Auswertung

Hinweis: Die theoretischen Zusammenhänge sind für die Kreisfrequenz ω formuliert - gemessen wurden Frequenzen f !

- Berechnen Sie aus den ermittelten Amplituden den Wechselstromwiderstand X_C des Kondensators und erstellen Sie ein Diagramm $X_C(\omega)$ (doppelt log. Maßstab).
Welchen Zusammenhang zwischen X_C und ω lesen Sie aus der Messung ab?
- Stellen Sie Amplitudengänge für Hoch- und Tiefpass ($|\frac{U_a}{U_e}|$) im doppelt-logarithmischen, Phasengänge im einfach-logarithmischen Maßstab mit Gnuplot dar. Ermitteln Sie aus beiden Amplitudengängen mit Hilfe geeigneter Fitfunktionen die sogenannte 3-dB-Grenzfrequenz. **Welche Phasenverschiebung hat bei dieser Frequenz das Ausgangssignal gegenüber dem Eingangssignal?**

- Kondensatoren unterliegen bei der Hertsellung im Vergleich zu anderen Bauteilen verhältnismäßig großen Schwankungen und werden beim Verkauf auch mit entsprechenden Toleranzen deklariert - 20 % sind zB. gängig. Messen lassen sich deren Kapazitäten aber wesentlich genauer. Wie genau können Sie die Kapazität Ihres Kondensators aus Ihren Messungen bestimmen? Wie stark weicht der gemessene Wert vom nominalen Wert des Kondensators ab? Berücksichtigen Sie möglichst alle einfließenden Unsicherheiten qualitativ (Beschreibung) und quantitativ. Was hat den größten Einfluss auf die Genauigkeit Ihrer Messung?

3.2 Integrier- und Differenzierverhalten

Schalten Sie den Generator auf Rechtecksignal um und beobachten Sie die Signalform am Tiefpassausgang für verschiedene Frequenzen unterhalb und oberhalb der Grenzfrequenz.

Nehmen Sie mit Hilfe von LabVIEW die Signalkurven für je eine Frequenz unterhalb und oberhalb der Grenzfrequenz auf. Hierfür steht Ihnen ein fertiges oszisnapshot.vi zur Verfügung. Zeichnen Sie anschließend die Kurven mit Gnuplot.

Tauschen Sie R und C in der Schaltung und beobachten Sie die Signalform am Hochpassausgang für verschiedene Frequenzen unterhalb und oberhalb der Grenzfrequenz. Nehmen Sie wiederum mit Hilfe von LabVIEW die Signalkurven für je eine Frequenz unterhalb und oberhalb der Grenzfrequenz auf.

3.3 Oszilloskop-Tastkopf (freiwillige Aufgabe)

Der Tastkopf ist mittels eines Schiebeschalters von 1 : 1 auf 1 : 10 - Signalabschwächung umschaltbar. Eine Anpassung („compensation“) des eingebauten Spannungsteilers auf Frequenzunabhängigkeit ist nur im 1 : 10 - Betrieb erforderlich. Dazu wird die Meßspitze mit dem Kalibriersignalausgang (PROBE COMP) am Oszilloskop verbunden. Stellen Sie mit Hilfe des Trimmers ein sauberes Rechtecksignal ein (DC-Kopplung! Näheres siehe Bedienungsanleitung). Erklären Sie die beobachteten Signalverzerrungen mit den in 3.2 gewonnenen Erkenntnissen.

Vergleichen Sie die Störsignale bei Verwendung eines Tastkopfs mit denen bei Verwendung einer gleich langen normalen Laborleitung mit offenem Leitungsende (Netzt-riggerung TR: ~).