

Trägheitsmoment

Versuch V101

10. März 2017

1 Zielsetzung

Im dem Versuch sollen mit Hilfe von einer Brückenschaltung Bauelemente (Widerstände, Kondensatoren und Spulen) ausgemessen werden. Zusätzlich soll der Klirrfaktor des verwendeten Generators bestimmt werden.

2 Theorie

Wesentlich für elektrische Schaltkreise sind die beiden Kirchhoffschen Gesetze:

$$\begin{aligned}\sum_k I_k &= 0 && \text{erste Kirchhoffsche Gesetz, Knotenregel} \\ \sum_k U_k &= I_k R_k = 0 && \text{zweites Kirchhoffsche Gesetz, Maschenregel.}\end{aligned}$$

Das erste Kirchhoffsche Gesetz stellt die *Ladungserhaltung* sicher und sagt aus, dass die Summe aller zu- und abfließenden Ströme in einem Verzweigungspunkt verschwindet. Hingegen berücksichtigt das zweite Kirchhoffsche Gesetz die *Energieerhaltung*. Zusätzlich besagt es, dass in einem in sich geschlossenen Stromkreis die Summe aller Quellspannungen der Summer aller abfallenden Spannungen entspricht. Da bei der Betrachtung von elektrischen Schaltkreisen oft Wechselspannungen (mit der Frequenz ω) verwendet werden, lohnt sich der Blick auf die komplexen Widerstände:

$$\begin{aligned}Z_R &= R && \text{komplexer ohmscher Widerstand} \\ Z_C &= R - i \frac{1}{\omega C} && \text{komplexer kapazitiver Widerstand} \\ Z_L &= R + i \omega L && \text{komplexer induktiver Widerstand}\end{aligned}$$

Der *Klirrfaktor* ist eine Maß für den Oberwellengehalt im Verhältnis zur Grundschwingung. *Oberwellen* sind vom Generator erzeugte Schwingungen (mit der Amplitude U_i $i \in \mathbb{N}$), die nicht der Grundschwingung U_0 entsprechen.

3 Versuchsaufbau/-durchführung

Zur Bestimmung eines unbekannten ohmschen Widerstandes, wird die Wheatonsche Brücke benutzt (Abbildung 1a). Der Vorteil der dabei ist das sie *sowohl* die Gleichspannung als *auch* Das Verhältnis R_3/R_4 ist durch ein Potentiometer realisiert. Um eine Fehlerrechnung durchführen zu können, wird der Widerstand R_2 drei mal variiert und

jeweils die entsprechenden Werte für R_3 , die zum Verschwinden der Brückenspannung führen, aufgenommen. Als Nullindikator wird ein Oszilloskop verwendet. Nach dem selben Prinzip werden die Kapazität eines Kondensators und dessen Wirkwiderstand bestimmt. Der Aufbau der Kapazitätsmessbrücke ist in Abbildung 1b dargestellt.

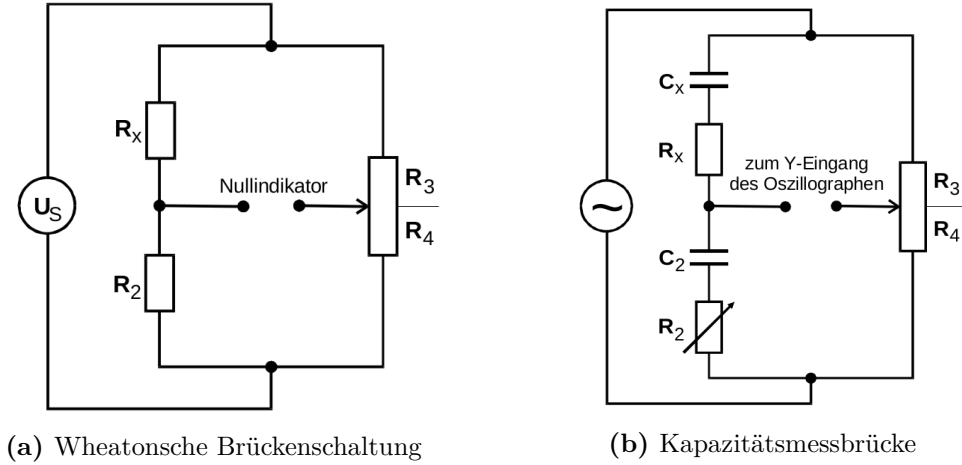


Abbildung 1: Wheaton- und Kapazitätsmessbrücke [anleitung302]

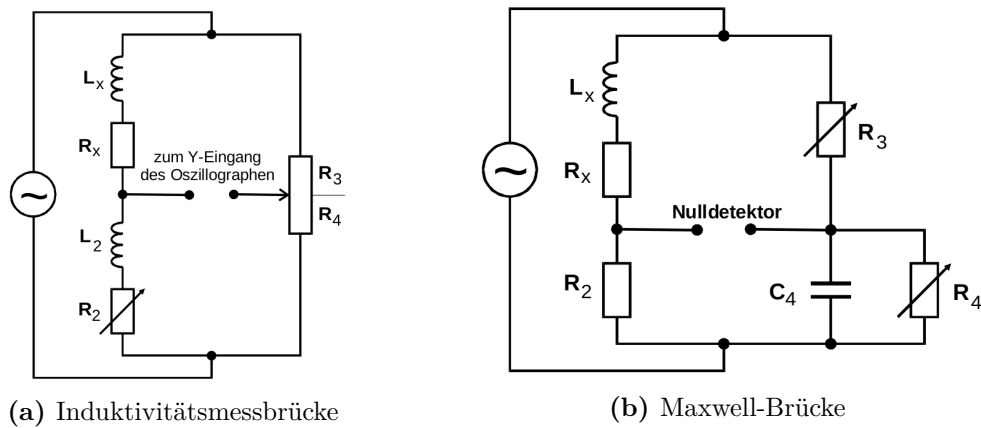


Abbildung 2: Induktivitäts- und Maxwellmessbrücke[anleitung302]

Hierbei wird zunächst von einem idealen Kondensator ausgegangen, R_x bzw. R_2 also aus der Schaltung entfernt. Zur Bestimmung von R_x einer realen Kapazität wird als weiteres Stellglied der variable Widerstand R_2 in Reihe mit dem Kondensator C_2 geschaltet. Die Messung einer realen Induktivität wird zunächst mit einem Aufbau der Form 2a durchgeführt. Anschließend geschieht die Induktivitätsmessung erneut mittels einer Maxwell-Brücke (siehe Abbildung 2b). Hierbei sind nun die Widerstände R_3 und R_4 als unabhängige Stellglieder eingebaut. Abschließend wird die Frequenzabhängigkeit einer Wien-Robinson-Brücke untersucht. Der Aufbau ist in Abbildung 3 illustriert. Für variable Frequenzen $\nu \in [20, 30\,000]$ Hz werden U_S bzw. U_{Br} mit einem Voltmeter bzw. der *Peak-to-*

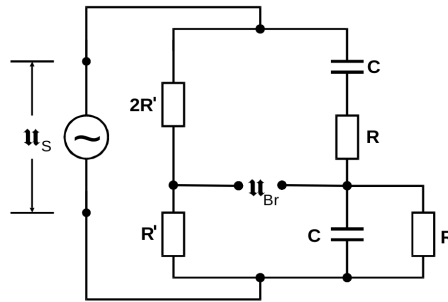


Abbildung 3: Wien-Robinson-Brücke[anleitung302]

Peak Einstellung des Oszilloskops gemessen. Die Untersuchung der Frequenzabhängigkeit ermöglicht in der Auswertung die Berechnung des Klirrfaktors.

4 Ergebnis

- Annahme der fehlerfreien Bauelemente ist zu bemängeln
- ungenaues Ablesen am Oszilloskop und Multimeter erhöhen die Unsicherheiten
- Oszilloskop hatte ein Defekt und konnte nicht in die höchste Auflösung schaltung
- Versuch liefert trotzdem gute Ergebnisse, kleine Fehler
- Brückenschaltung eignen sich anscheinend gut um Bauelemente auszumessen
- Es sollte eher die Maxwell-Brücke verwendet werden, als die Kapazitätsmessbrücke (die hatte einen großen Fehler)