

3.8 Spule-Widerstands-Kombination

1 Einführung

Im Versuch 3.4 wurde die Entladung eines Kondensators C über einen Widerstand R untersucht. Die im Kondensator gespeicherte Energie wird dabei im Widerstand in Wärme umgesetzt. Auch eine Spule kann in ihrem Magnetfeld Energie speichern. Schließt man ihr einen Widerstand R parallel, so fließt die Energie in den Widerstand und wird dort als Wärme abgegeben. Der zeitliche Verlauf des Stromes wird durch eine Differentialgleichung 1. Ordnung beschrieben, deren Lösungsfunktion eine abklingende e-Funktion ist:

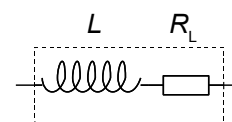


Abb. 1:
Ersatzschaltbild einer realen Spule

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-t/\tau}. \quad (1)$$

Die Zeitkonstante τ berechnet sich hier zu:

$$\tau = \frac{L}{R_L + R}. \quad (2)$$

Dabei sind L die Induktivität, R_L der ohmsche Widerstand der Spule (siehe dazu Abb. 1) und R der zugeschaltete Widerstand (siehe Abb.2).

Die Zeitkonstante kann aus zwei Punkten $I_1 = I(t_1)$ und $I_2 = I(t_2)$ auf der Kurve (1) nach der Formel

$$\tau = \frac{t_2 - t_1}{\ln(I_1/I_2)}. \quad (3)$$

bestimmt werden.

Aufgaben:

- 1.1 Stellen Sie die Differentialgleichung für den Strom $I(t)$ auf, der im durch Widerstand und Spule gebildeten geschlossenen Kreis fließt (Schaltungsskizze).
- 1.2 Berechnen Sie über die Momentanleistung $P(t)$ die in der Spule am Anfang gespeicherte Energie.

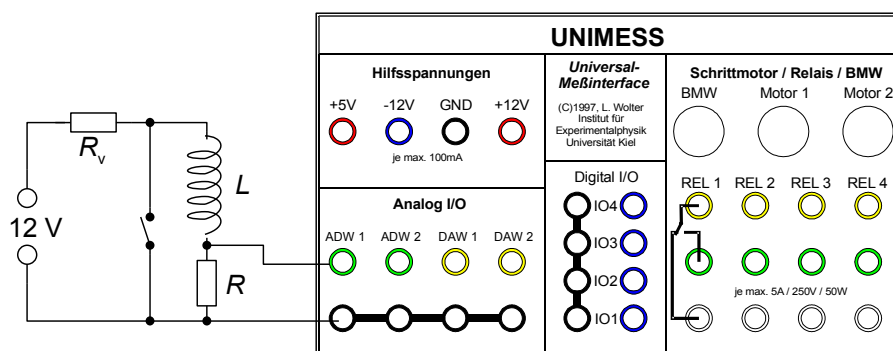


Abb. 2: Versuchsaufbau – $R_v = 8,2 \Omega$ (20 W), $R = 2,7 \Omega$ (5 W), $L = 35 \text{ mH}$ ($R_L = 12 \Omega$)

2 LabView-Programm

Mit den im Versuch vorgegebenen Bauelementen ergibt sich eine Zeitkonstante von wenigen Millisekunden. Entsprechend kurz ist die Zeitverzögerung für das Speicheroszilloskop aus Versuch 3.7 zu wählen.

Aufgaben:

- 2.1 Welcher Zeitverlauf ist zu erwarten (Skizze)?
- 2.2 Wie groß sind der Strom I_0 und die sich daraus ergebende Spannung U_0 am Eingang des UniMess?
- 2.3 Wie sind die Einstellungen für Verstärkung, Triggerschwelle und -modus zu wählen?
- 2.4 Berechnen Sie den Wert der Zeitkonstanten nach (2) unter Berücksichtigung der verwendeten Bauteile. Die Beobachtungsdauer sollte etwa das 5-fache der Zeitkonstanten betragen. Welches Abtastintervall muss hierfür eingestellt werden?

3 Messungen an der Spule

In der Abb. 1 ist der Versuchsaufbau skizziert. Verwenden Sie unbedingt ein Netzgerät mit elektronischer Strombegrenzung. Wegen der kleinen Widerstände fließen verhältnismäßig große Ströme. Schließen Sie deshalb die Schaltung nur kurzzeitig am Netzgerät an. Beachten Sie, dass die Widerstände heiß werden. Verwenden Sie möglichst kurze Leitungen.

Aufgaben:

- 3.1 Bauen Sie die Schaltung nach Abb. 1 auf.
- 3.2 Starten Sie das Programm, und verbinden Sie Enden der Serienschaltung von Spule L und Widerstand R für kurze Zeit mit einem Laborkabel. Wenn die Triggereinstellungen des Programms richtig gewählt wurden, sollte der Zeitverlauf im Diagramm angezeigt werden.
- 3.3 Wählen Sie mit der Cursor-Funktion zwei Punkte auf der Kurve. Bestimmen Sie aus den von LabView angezeigten Messwerten an den Cursor-Positionen die Zeitkonstante τ unter Verwendung der Formel (3).