

## AUFGABEN

- Messung des Spulenstroms beim Ein- und Ausschalten einer Gleichspannung.
- Bestimmung der Halbwertszeit beim Ein- und Ausschalten einer Gleichspannung.
- Untersuchung der Abhängigkeit der Halbwertszeit von Induktivität und Widerstand.

## ZIEL

Untersuchung des Verlaufs des Spulenstroms beim Einschalten und Ausschalten einer Gleichspannung

## ZUSAMMENFASSUNG

Das Verhalten einer Spule in einem Gleichstromkreis ändert sich, sobald die Gleichspannung ein- und ausgeschaltet wird. Die Stromänderung wird durch Selbstinduktion in der Spule verzögert, bis beim Einschalten der Maximalwert und beim Ausschalten der Wert Null erreicht ist. Der Verlauf des Spulenstroms lässt sich als Exponentialfunktion darstellen, d.h. innerhalb der Halbwertszeit  $T_{1/2}$  nimmt der Spulenstrom auf die Hälfte ab. Die gleiche Zeit vergeht bei der Abnahme von der Hälfte auf ein Viertel und von einem Viertel auf ein Achtel. Dabei ist die Halbwertszeit proportional zu Induktivität und Widerstand.

## BENÖTIGTE GERÄTE

Anzahl	Geräte	Art.-Nr.
1	Steckplatte für Bauelemente	1012902
1	Widerstand 1 Ω, 2 W, P2W19	1012903
1	Widerstand 10 Ω, 2 W, P2W19	1012904
1	Widerstand 22 Ω, 2 W, P2W19	1012907
1	Widerstand 47 Ω, 2 W, P2W19	1012908
1	Widerstand 150 Ω, 2 W, P2W19	1012911 oder
1	Satz 10 Brückenstecker, P2W19	1012985
2	Spule mit 1200 Windungen S	1001002
1	Funktionsgenerator FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 oder
1	Funktionsgenerator FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	USB-Oszilloskop 2x50 MHz	1017264
2	HF-Kabel, BNC/4-mm-Stecker	1002748
1	Satz 15 Experimentierkabel 1 mm <sup>2</sup>	1002840

1

## ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Das Verhalten einer Spule in einem Gleichstromkreis ändert sich, sobald die Gleichspannung ein- und ausgeschaltet wird. Die Stromänderung wird durch Selbstinduktion in der Spule verzögert, bis beim Einschalten der Maximalwert und beim Ausschalten der Wert Null erreicht ist. Der Verlauf des Spulenstroms lässt sich als Exponentialfunktion darstellen.

Für einen Gleichstromkreis mit der Induktivität  $L$ , dem Widerstand  $R$  und der Gleichspannung  $U_0$  gilt beim Einschalten

$$(1) \quad I(t) = I_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}}\right)$$

und beim Ausschalten

$$(2) \quad I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t \ln 2}{T_{1/2}}}$$

mit

$$(3) \quad T_{1/2} = \ln 2 \cdot \frac{L}{R}$$

$T_{1/2}$  ist die Halbwertszeit; d.h. innerhalb der Zeit  $T_{1/2}$  nimmt der Spulenstrom auf die Hälfte ab. Die gleiche Zeit vergeht bei der Abnahme von der Hälfte auf ein Viertel und von einem Viertel auf ein Achtel.

Im Experiment wird dieser Sachverhalt überprüft. Dazu wird der zeitliche Verlauf des Spulenstroms mit einem Speicheroszilloskop aufgezeichnet. Gemessen wird der Strom als Spannungsabfall an einem in Reihe geschalteten Messwiderstand  $R_M$ . Der Strom  $I_0$  ist so gewählt, dass sich die Hälfte, ein Viertel und ein Achtel dieses Wertes leicht ablesen lassen.

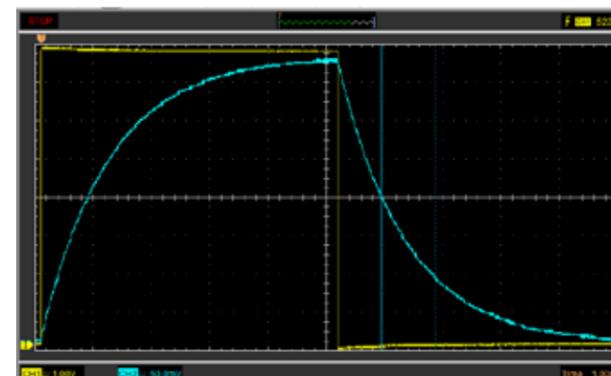


Abb. 1: Am Oszilloskop aufgezeichneter Spulenstrom beim Laden- und Entladen

## AUSWERTUNG

Die Übereinstimmung der aus verschiedenen Abschnitten der Lade- bzw. Entladekurve bestimmten Werte für die Halbwertszeit bestätigt den erwarteten exponentiellen Verlauf, siehe (1) und (2). Die Darstellung der ermittelten Halbwertszeiten in Abhängigkeit vom Widerstand bzw. der Induktivität zeigt, dass die Messwerte durch eine Ursprungsgerade angepasst werden können, siehe (3).

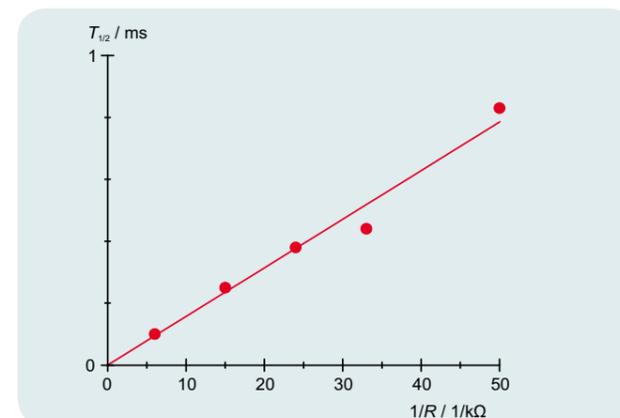


Abb. 2: Halbwertszeit  $T_{1/2}$  als Funktion des Kehrwerts des Widerstandes  $R$

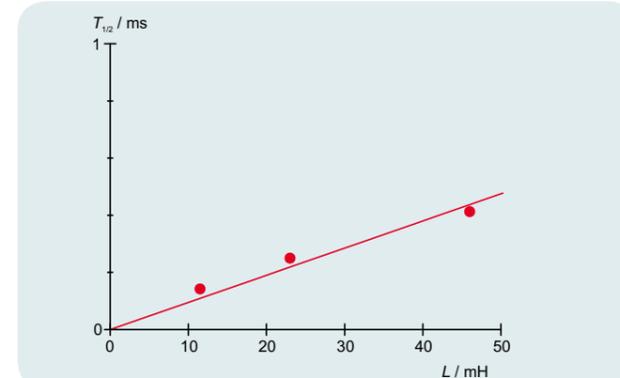


Abb. 3: Halbwertszeit  $T_{1/2}$  in Abhängigkeit von der Induktivität  $L$

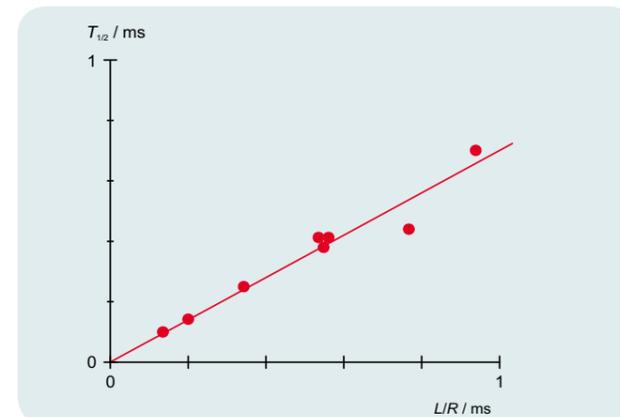


Abb. 4: Halbwertszeit  $T_{1/2}$  in Abhängigkeit von  $\frac{L}{R}$