

Ein- und Ausschaltverhalten einer Induktivität / Selbstinduktion

Geräteliste:

Netzteil, Speicheroszilloskop, Induktivität ($L = 35 \text{ mH}$, $R_i = 12 \Omega$), Messwiderstand 1Ω , Widerstand 100Ω , Zünpule aus einem KFZ

Versuchsbeschreibungen:

Der zeitliche Strom- und Spannungsverlauf einer geschalteten Induktivität wird auf dem Oszilloskop gezeigt.

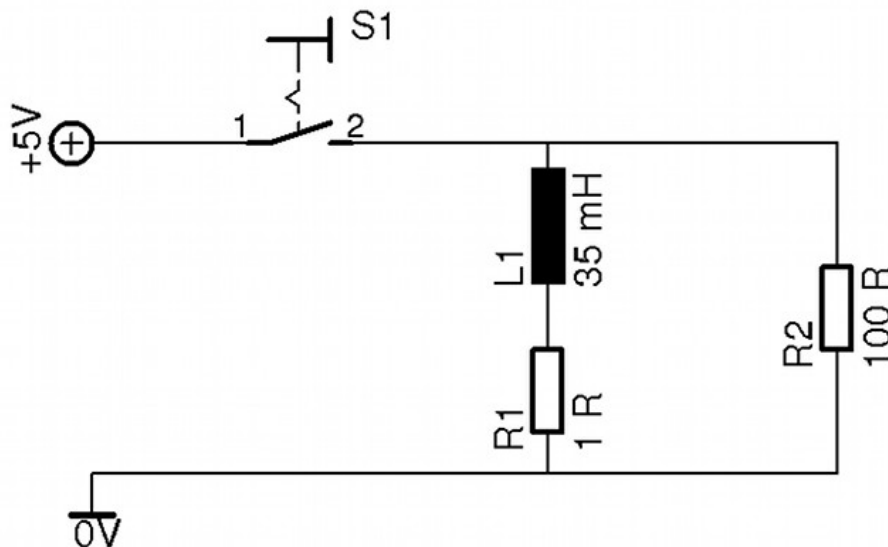


Abb. 1: Schaltplan des Versuchs.

Dafür wird in der Schaltung (Abb. 1) die Spannung an R1 auf Kanal 1 und die Spannung an R2 auf Kanal 2 des Oszilloskops gelegt. Die Spannungsquelle ist in der Regel geerdet und die Oszilloskopeingänge ebenfalls (-> Beachten).

Es ergeben sich folgende Bilder:

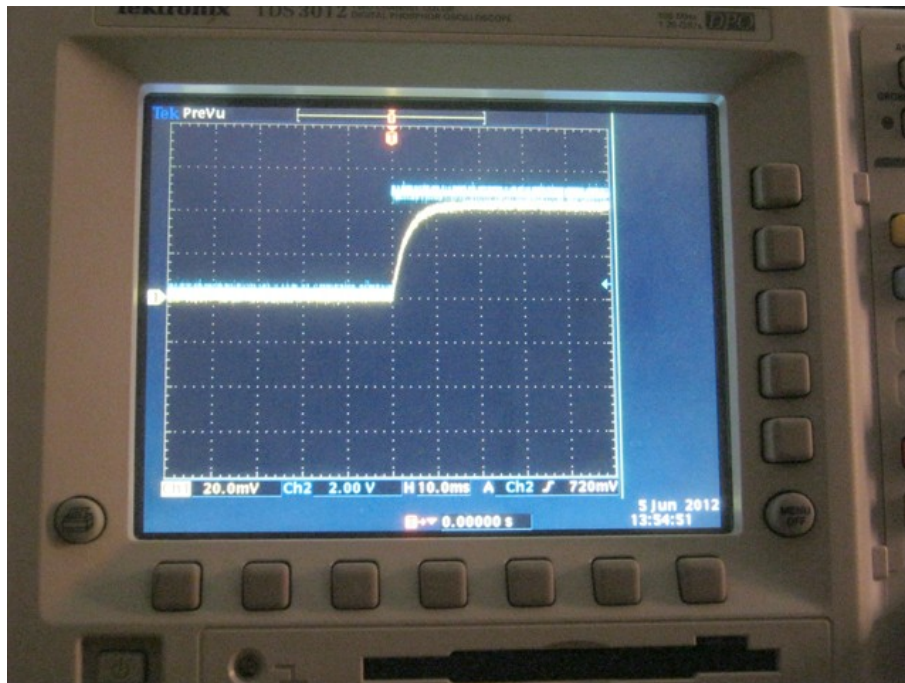


Abb. 2: Einschaltvorgang

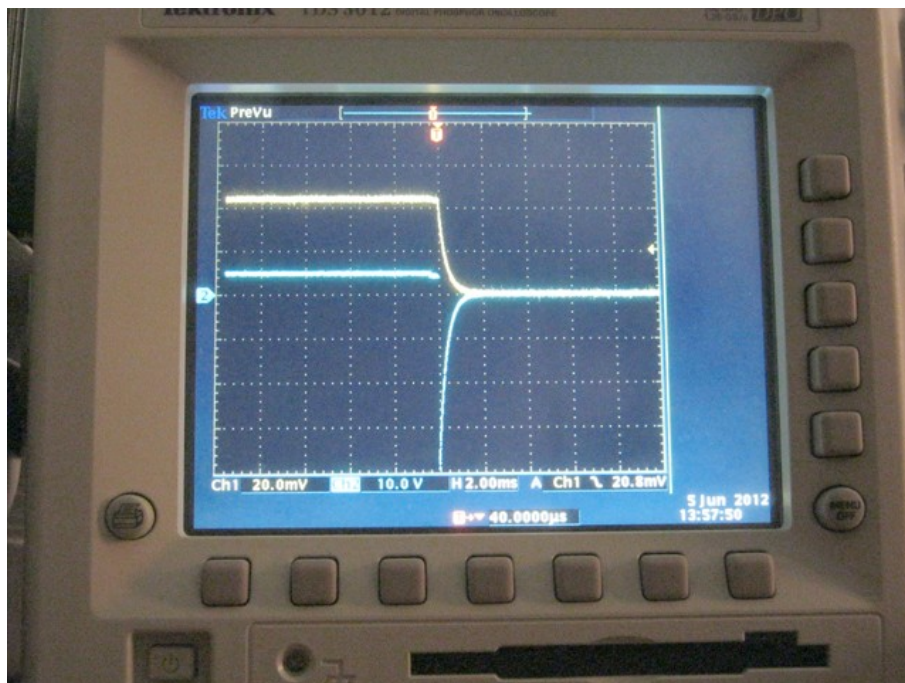


Abb. 3: Ausschaltvorgang

Bemerkungen:

Wie beim Ein- und Ausschaltvorgang eines Kondensators wird in der Spule Energie umgewandelt. In diesem Fall der Strom in die Energie des magnetischen Feldes und umgekehrt. Für das Zeitverhalten ist der Widerstand von zentraler Bedeutung. Die

Zeitkonstante berechnet sich zu $\tau = \frac{L}{R}$. Ein größerer Widerstand hat in dieser Schaltung eine Verkleinerung der Zeitkonstanten zur Folge. Im verwendeten Beispiel sind zudem unterschiedliche Zeitkonstanten zu sehen, diese ergeben sich aus der Messanordnung:

Für den Einschaltvorgang ist nur der Innenwiderstand der Spule und der Messwiderstand für den gemessenen Stromfluss wirksam ($\tau \approx 3\text{ms}$). Beim Ausschalten fließt der (beobachtete) Strom allerdings durch 3 Widerstände, R_1 , R_2 und dem Innenwiderstand der Spule $R_i = 12\ \Omega$ ($R_1 + R_2 + R_i = 113\ \Omega$) was die Zeitkonstante beinahe um Faktor 10 verkleinert ($\tau \approx 0,3\text{ms}$).

Sehr schön zu beobachten ist in diesem Experiment die Induktionsspannung. Bei angelegter Spannung von nur 5V ergibt sich ein Spannungspuls von über -40V (Abb. 3). Eine Vergrößerung von R_2 würde aufgrund einer noch kleineren Zeitkonstanten ($U_{ind} \propto \frac{dI}{dt}$)! zu noch größeren Spannungen führen. Allerdings setzt dann zusätzlich ein Schwingungsverhalten ein, dass in der Regel in Späteren Kapiteln der Veranstaltung näher erläutert wird.