

# Übungsblatt 9

Ausgabe: 11 Januar 2026  
Abgabefrist: 18 Januar 2026

Bitte laden Sie Ihre Lösungen als PDF Datei auf ILIAS hoch und benennen Sie diese mit Ihrem Nachnamen (z.B. Blatt9\_Einstein.pdf).

## Aufgabe 1 – Schaltung mit Widerstandsnetzwerk

[20 Punkte]

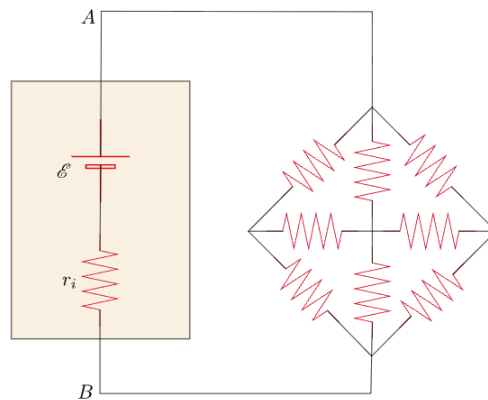


Abbildung 1.1: Die Schaltung.

Ein Generator mit elektromotorischer Kraft  $\mathcal{E}$  und Innenwiderstand  $r_i$  ist mit dem in Abbildung 1.1 dargestellten Widerstandsnetzwerk verbunden, wobei alle Widerstände denselben Widerstand  $R$  besitzen. Bestimmen Sie:

- A) [10 Punkte] den Ersatzwiderstand  $R_{\text{eq}}$  des Netzwerks, wie er von den Punkten  $A$  und  $B$  der Schaltung aus gesehen wird.
- B) [5 Punkte] den Strom  $I$ , der durch jeden Widerstand fließt.
- C) [5 Punkte] die gesamte Leistung  $P$ , die an das Netzwerk übertragen wird.

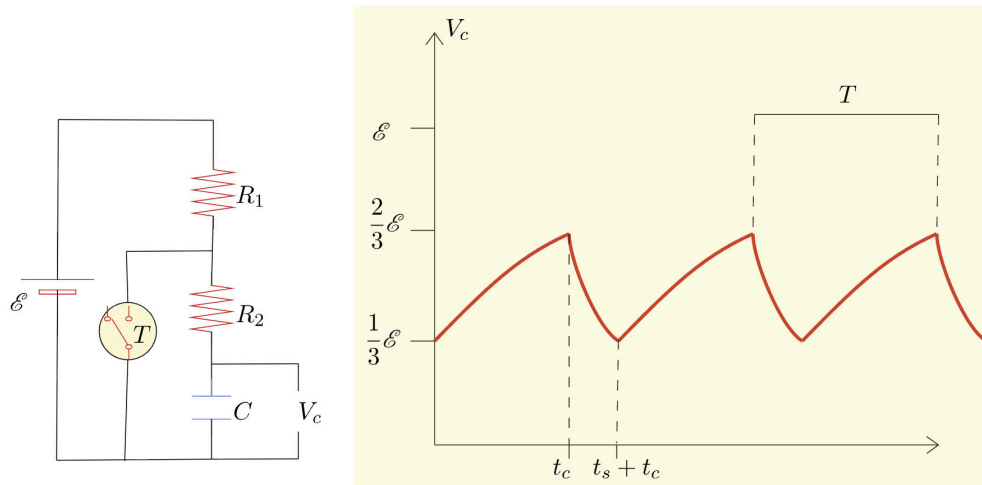


Abbildung 2.1: Der Stromkreis (links) und die zeitliche Entwicklung von  $V_c$  (rechts).

Der Schalter  $T$  in Abbildung 2.1 (links) schließt automatisch, wenn  $V_c = 2\mathcal{E}/3$  ist, und öffnet, wenn  $V_c = \mathcal{E}/3$  ist. Folglich folgt die zeitliche Entwicklung von  $V_c$  dem in Abbildung 2.1 (rechts) dargestellten Verlauf. Unter der Annahme, dass  $R_1$ ,  $R_2$  und  $C$  bekannt sind, bestimmen Sie:

- A) [5 Punkte] die Ladezeit  $t_c$  des Kondensators.
- B) [5 Punkte] die Entladezeit  $t_s$  des Kondensators.
- C) [5 Punkte] die Periode  $T$  der durch den Stromkreis erzeugten Schwingung.
- D) [5 Punkte] den Ausdruck von  $V_c(t)$  für  $t \in [0, \infty)$ .

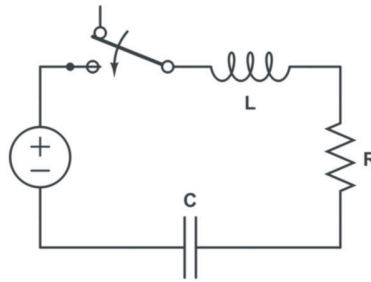


Abbildung 3.1: RLC-Schaltkreis mit einem Schalter.

Betrachten Sie den RLC-Schaltkreis mit einem Schalter in Abbildung 3.1, wobei die elektromotorische Kraft  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$  eine Funktion der Zeit ist.

- A) [5 Punkte] Zeigen Sie, dass der Kondensator eine elektrische Ladung  $Q(t)$  speichert, die eine Differentialgleichung zweiter Ordnung erfüllt.
- B) [5 Punkte] Ein RLC-Schaltkreis befindet sich in *freier Schwingung*, wenn  $\mathcal{E}(t) = 0$  für  $t > 0$  ist. Unter dieser Annahme zeigen Sie, dass man durch die Suche nach Lösungen der Form  $Q(t) = e^{rt}$  der in Punkt A) gefundenen Gleichung die zugehörige charakteristische Gleichung bestimmen kann. Bestimmen Sie die Wurzeln dieser charakteristischen Gleichung.
- C) [10 Punkte] Es sei  $\alpha = R/(2L)$  und  $\beta = 1/\sqrt{LC}$ . Verwenden Sie Punkt B), um die Gleichung für  $Q(t)$  für  $\alpha < \beta$  (*unterdämpfte Bewegung*),  $\alpha > \beta$  (*überdämpfte Bewegung*) und  $\alpha = \beta$  (*kritisch gedämpfte Bewegung*) zu lösen. Was haben diese drei Lösungen gemeinsam?
- D) [10 Punkte] Zum Zeitpunkt  $t = 0$  fließt ein Strom  $I_0 = 2$  A in einem Stromkreis mit Widerstand  $R = 40 \Omega$ , Induktivität  $0.2$  H und Kapazität  $10^{-4}$  F. Bestimmen Sie den Strom im Stromkreis für  $t > 0$ , wenn die Anfangsladung des Kondensators  $Q_0 = 1$  C beträgt.
- E) [10 Punkte] Nehmen Sie nun an, dass  $\mathcal{E}(t) = \mathcal{E}_0 \cos(\omega_0 t)$  ist. Die allgemeine Lösung der in A) gefundenen Differentialgleichung kann als  $Q(t) = Q_f(t) + Q_p(t)$  geschrieben werden, wobei  $Q_f(t)$  die in Punkt C) bestimmte freie Lösung ist und  $Q_p(t)$  die sogenannte *partikuläre Lösung* ist. Bestimmen Sie den Ausdruck des *stationären Stroms* im Stromkreis, definiert als

$$I_s(t) = \frac{dQ_p(t)}{dt}. \quad (3.1)$$

Dies ist der Strom, der nach langer Zeit im Stromkreis zirkuliert. Warum trägt  $Q_f(t)$  nicht dazu bei?

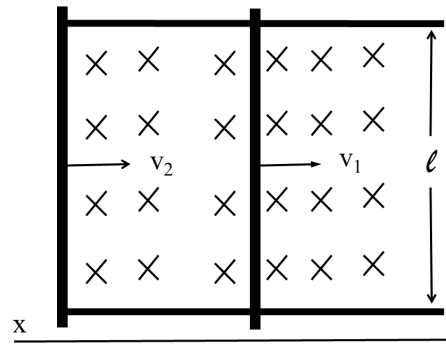


Abbildung 4.1: Zwei bewegte Stäbe.

Zwei leitfähige Stäbe, jeder mit dem Widerstand  $R$  und der Masse  $m$ , liegen reibungsfrei auf zwei horizontalen Schienen mit vernachlässigbarem Widerstand. Der Abstand zwischen den Schienen beträgt  $\ell$ . Das System ist in ein gleichmäßiges Magnetfeld  $\vec{B}$  eingetaucht, das senkrecht zur Ebene der Abbildung zeigt. Stab 1 bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $\vec{v}_1 = v_1 \vec{e}_x$ , während Stab 2 zum Anfangszeitpunkt ruht. Bestimmen Sie:

- A) [5 Punkte] die Anfangsstärke des fließenden Stroms.
- B) [5 Punkte] die auf Stab 2 wirkende Kraft zum Anfangszeitpunkt.
- C) [5 Punkte] die Geschwindigkeit von Stab 2 als Funktion der Zeit.
- D) [5 Punkte] die Stromstärke, die nach sehr langer Zeit im Stromkreis fließt.