

Übungsblatt 1

Eike Petersen, Julia Sauer¹

Besprechung am 3. November 2021

Aufgabe 1

Betrachten Sie das einfache Netzwerk aus einer Spannungsquelle und einer Glühlampe in Abbildung 1a. Es handelt sich bei der Glühlampe um eine handelsübliche 3.5 V-Glühlampe, deren Widerstand vom Hersteller mit $R_L = 15 \Omega$ angegeben ist.



Abbildung 1

- Welche elektrische Leistung wird in der Glühlampe umgesetzt, wenn sie mit einer idealen Gleichspannungsquelle der Stärke $U = 3.5 \text{ V}$ betrieben wird?
- Die Glühlampe soll nun mit einer handelsüblichen 3.5 V-Batterie betrieben werden. Da sich eine reale Batterie nicht wie eine ideale Spannungsquelle verhält, soll diese entsprechend Abbildung 1b durch eine Reihenschaltung einer idealen Spannungsquelle U_I und eines Innenwiderstands R_I repräsentiert werden. Letzterer modelliert dabei die in der Batterie selbst abfallende Verlustleistung, welche unter anderem zur Erwärmung der Batterie führt, und welche dem eigentlichen Verbraucher (der Lampe) nicht zur Verfügung steht. An der nicht angeschlossenen Batterie wird mit dem Multimeter eine Spannung von $U_{\text{batt}} = 2.9 \text{ V}$ gemessen, während nach Anschluss der Glühlampe an die Batterie eine Spannung von $U_{\text{batt}} = 2.7 \text{ V}$ gemessen wird. Welchen Wert haben die Leerlaufspannung U_I und der Innenwiderstand R_I dieser Batterie?
- Welche elektrische Leistung P_L wird unter Verwendung dieser Batterie in der Glühlampe umgesetzt? Welche elektrische Leistung P_U bzw. P_R wird an den beiden Modellteilen der Batterie (ideale Spannungsquelle und Innenwiderstand) umgesetzt? In welcher Beziehung stehen die drei bestimmten Leistungswerte zueinander?
- Für die Batterie wird vom Hersteller ein Nenn-Energiegehalt von 10 000 J angegeben. Wie lange kann die Batterie die Glühlampe betreiben?

¹Institut für Medizinische Elektrotechnik, Universität zu Lübeck. Aufgaben teilweise modifiziert übernommen aus Agarwal, Lang (2005): „Foundations of Analog and Digital Electronic Circuits“.

Aufgabe 2 (Klausuraufgabe WS 15/16)

a) Verständnis

Betrachten Sie die Schaltung in Abbildung 2. Der Schalter sei zunächst geöffnet.

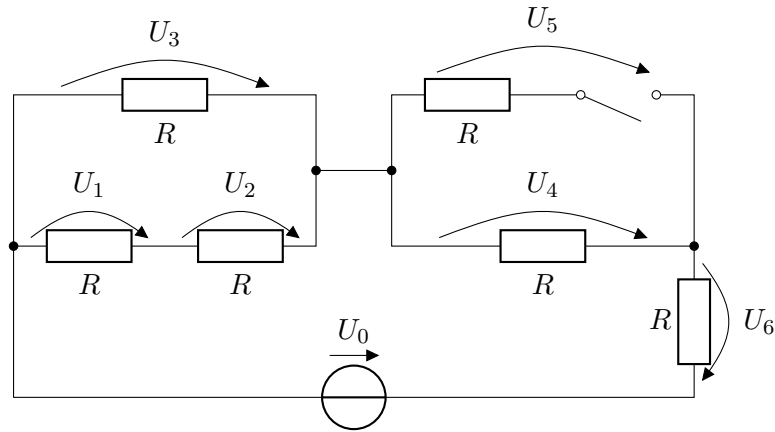


Abbildung 2

i) Welche der folgenden Aussagen über die Spannungen an den einzelnen Widerständen sind korrekt? Kreuzen Sie die richtigen Antworten an und begründen Sie kurz.

- ☐ $U_6 = U_5 = U_4 > U_3 > U_2 = U_1$
- ☐ $U_6 = U_5 = U_4 = U_3 > U_2 = U_1$
- ☐ $U_6 > U_5 = U_4 > U_3 > U_2 = U_1$
- ☐ $U_6 > U_3 > U_5 = U_4 > U_2 = U_1$

ii) Welche der folgenden Aussagen über die an den Widerständen abfallende Leistung sind korrekt? Kreuzen Sie die richtigen Antworten an und begründen Sie kurz.

- ☐ $P_1 + P_2 = P_3$
- ☐ $P_4 + P_5 = P_6$
- ☐ $P_1 = P_2$
- ☐ $2P_4 = P_6$

- iii) Der Schalter wird nun geschlossen, siehe Abbildung 3. Welche der folgenden Aussagen sind korrekt? Kreuzen Sie die richtigen Antworten an und begründen Sie kurz.

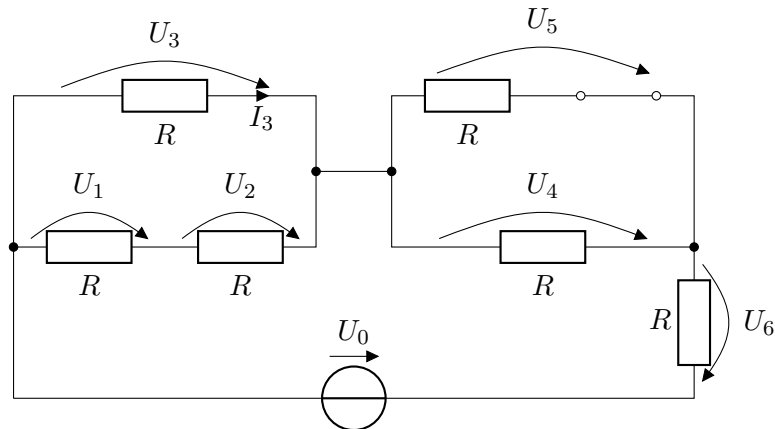


Abbildung 3

- ☐ Die Spannung U_3 wird größer, wenn der Schalter geschlossen wird.
- ☐ Der Strom durch die Spannungsquelle nimmt zu, wenn der Schalter geschlossen wird.
- ☐ Vor dem Schließen des Schalters ist $U_4 > U_5$, hinterher $U_4 = U_5$.
- ☐ Die von der Spannungsquelle abgegebene Leistung nimmt durch das Schließen des Schalters zu.

b) Anwendung

Bestimmen Sie den Strom I_3 in der Schaltung in Abbildung 3 als Funktion der Parameter R und U_0 . Nehmen Sie weiterhin an, der Schalter sei geschlossen.

Aufgabe 3

Skizzieren Sie den Verlauf der U - I -Kennlinie (Strom I über Spannung U aufgetragen) der in Abbildung 4 dargestellten Netzwerke. Nehmen Sie hierfür an, an den Klemmen des jeweiligen Netzwerks sei entweder eine ideale Spannungsquelle der Stärke U oder eine ideale Stromquelle der Stärke I angeschlossen, und berechnen Sie den Strom I als Funktion der Spannung U sowie der Bauteilparameter. Kennzeichnen Sie Achsenschnittpunkte und Steigungen.

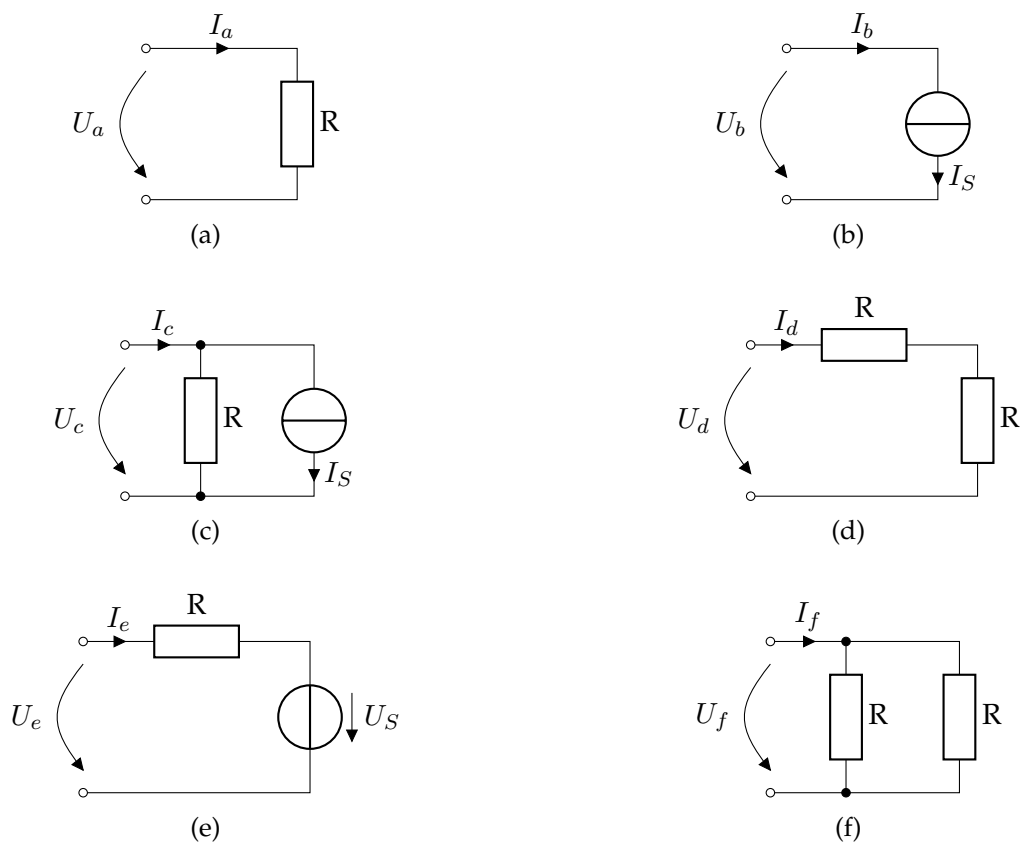


Abbildung 4

Aufgabe 4 (Bonus)

Abbildung 5 zeigt ein Netzwerk aus einem Lastwiderstand R_L und einer nichtidealen Spannungsquelle, bestehend aus einer idealen Spannungsquelle U_I und einem Innenwiderstand R_I . Beweisen Sie folgende Aussagen über die Leistungsübertragung in einem solchen Netzwerk (nehmen Sie an, dass U_I fest und gegeben ist):

- Für einen variablen Innenwiderstand R_I und einen festen Lastwiderstand R_L ist die im Lastwiderstand umgesetzte Leistung maximal, wenn $R_I = 0 \Omega$.
- Für einen festen Innenwiderstand R_I und einen variablen Lastwiderstand R_L ist die im Lastwiderstand umgesetzte Leistung maximal, wenn $R_I = R_L$ („Matched Resistances“).

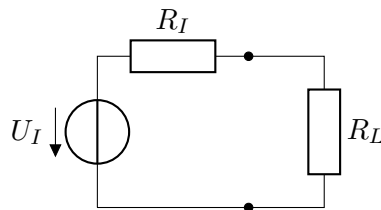


Abbildung 5