

PN2 – Übung

05.06.2020

Aufgabe 1

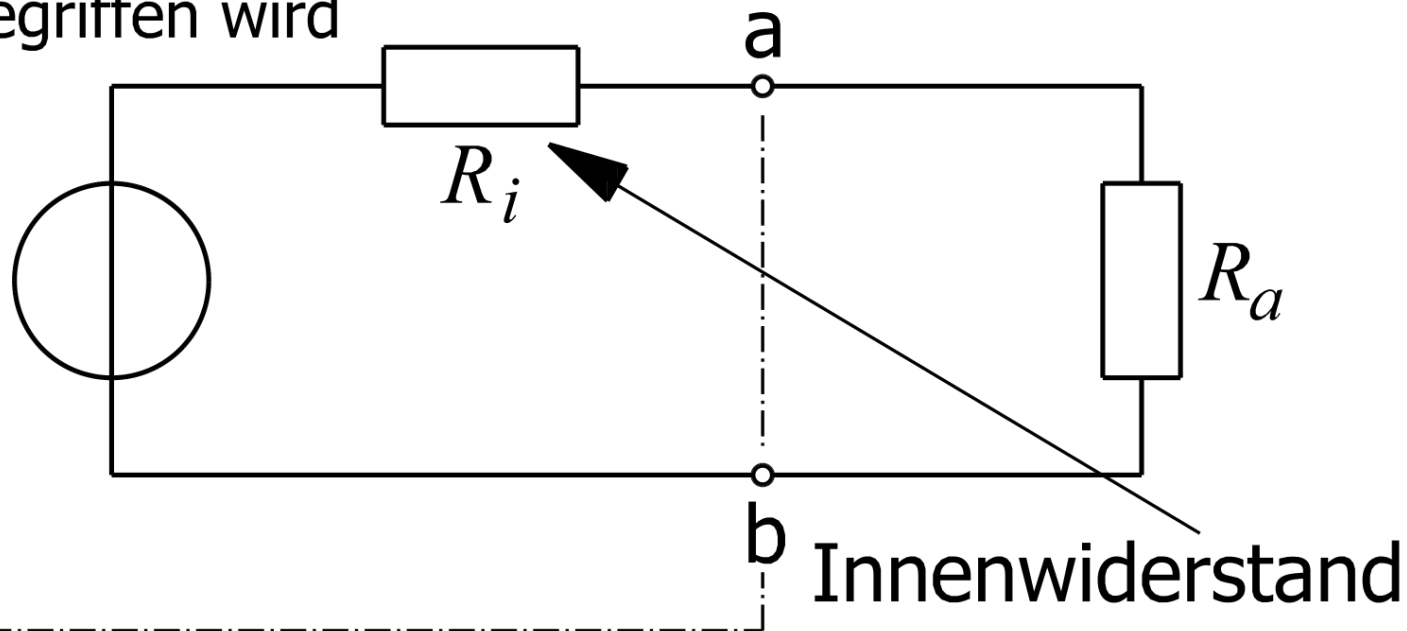
Autobatterie. Im Leerlauf (kein Verbraucher) hat eine Autobatterie die Spannung $U_L = 12 \text{ V}$, die beim Anlassen des Motors unter Last auf $U_A = 9 \text{ V}$ absinkt. Dabei fließt ein Strom von $I = 120 \text{ A}$.

- Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_I der Batterie und den Widerstand R_A des Anlassers.
- Bei tiefen Temperaturen erhöht sich der Innenwiderstand auf den Wert $R_I = R_A$. Wie groß ist dann die Spannung U_A beim Anlassen? Berechnen Sie zunächst den veränderten Strom.
- Bestimmen Sie die in a) und b) in Anlasser und Batterie verbrauchte Leistung.

Elektrisches Gerät

in dessen Inneren zwischen
a und b eine Spannung
abgegriffen wird

Außenwiderstand
Belastungswiderstand



Innenwiderstand

a) Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_I der Batterie und den Widerstand R_A des Anlassers.

a) Für den Spannungsabfall gilt: $U_A = U_L - IR_I$

$$R_I = \frac{U_L - U_A}{I} = 25\text{m}\Omega$$

$$R_A = \frac{U_A}{I} = 75\text{m}\Omega$$

b) Bei tiefen Temperaturen erhöht sich der Innenwiderstand auf den Wert $R_I = R_A$. Wie groß ist dann die Spannung U_A beim Anlassen? Berechnen Sie zunächst den veränderten Strom.

b) Für $R_I = R_A$ gilt:

$$I = \frac{U_A}{R_A} = \frac{U_L - IR_A}{R_A} \rightarrow I = \frac{U_L}{2R_A} = 80\text{A}$$
$$U_A = U_L - IR_A = 6\text{V}$$

c) Bestimmen Sie die in a) und b) in Anlasser und Batterie verbrauchte Leistung.

c) Die elektrische Leistung ist $P = U \cdot I = I^2 \cdot R$ und somit im Fall a):

$$P_A = I^2 R_A = 1080\text{W im Anlasser}$$

$$P_B = I^2 R_I = 360\text{W in der Batterie}$$

und im Fall b)

$$P_A = I^2 R_A = 480\text{W} = P_B$$

Aufgabe 2

Elektroauto. Ein Elektroauto ist mit einem Motor ausgestattet, der bei einer Geschwindigkeit von $v = 100 \text{ km/h}$ eine Leistungsaufnahme von $P_A = 50 \text{ kW}$ aufweist.

- Welche elektrische Energie muss im Akku gespeichert sein, damit mit dem Fahrzeug eine Strecke s von 400 km zurückgelegt werden kann, wenn der Wirkungsgrad η des Motors 85% beträgt?
- Welche Leistung P_k muss ein Kraftwerk zur Verfügung stellen, wenn 1000 solcher Elektrofahrzeuge gleichzeitig zum Laden der Akkus ans Netz (effektiv 220 V) angeschlossen werden und der Ladestrom $I = 100 \text{ A}$ beträgt?
- Wie lang ist die Wiederaufladedauer des Akkus?

a) Welche elektrische Energie muss im Akku gespeichert sein, damit mit dem Fahrzeug eine Strecke s von 400 km zurückgelegt werden kann, wenn der Wirkungsgrad η des Motors 85 % beträgt?

$$a) \quad W = P_A t / \eta = P_A \frac{s}{v} / 0.85 = 235.3 \text{ kWh}$$

b) Welche Leistung P_k muss ein Kraftwerk zur Verfügung stellen, wenn 1000 solcher Elektrofahrzeuge gleichzeitig zum Laden der Akkus ans Netz (effektiv 220 V) angeschlossen werden und der Ladestrom $I = 100$ A beträgt?

$$b) P_K = 1000 UI = 22MW$$

c) Wie lang ist die Wiederaufladedauer des Akkus?

$$c) t = W / (UI) = 235.3kWh / 22kW = 10.7h$$

Aufgabe 3

Plattenkondensator. Ein Plattenkondensator hat quadratische Platten mit einer Kantenlänge von $l = 10 \text{ cm}$ und einem Abstand $d = 1 \text{ mm}$. Zwischen den Platten befindet sich ein Dielektrikum mit $\epsilon_r = 1$.

- Wie groß ist die Kapazität C des Plattenkondensators?
- Wie ändert sich C , wenn sich I) sich der Abstand d erhöht und II) die Fläche rechteckig und $5 \times 20 \text{ cm}^2$ groß ist?
- Wie ändert sich C , wenn man den Plattenkondensator mit Wasser ($\epsilon_r = 80$) füllt?
- Wie ändert sich C , wenn zusätzlich zu c) auch noch die Temperatur erhöht wird?

a) Wie groß ist die Kapazität C des Plattenkondensators?

a)

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} = 8,85 \cdot 10^{-11} \text{As/V}$$

$$[C] = 1F = 1C/V = 1As/V$$

b) Wie ändert sich C , wenn sich I) sich der Abstand d erhöht und II) die Fläche rechteckig und $5 \times 20 \text{ cm}^2$ groß ist?

- b) I) C ist invers proportional zu d . Für zunehmenden Abstand d nimmt die Kapazität C ab.
- II) C ist direkt proportional zur Fläche A . Die Form der Fläche ist dabei nicht entscheidend. Wird die Fläche A größer, so wird C größer. Für die gleiche Fläche A bleibt die Kapazität gleich.

c) Wie ändert sich C , wenn man den Plattenkondensator mit Wasser ($\epsilon_r = 80$) füllt?

c) $\epsilon_r = 80$. Damit gilt für die Kapazität C :

$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} = 7,08 \cdot 10^{-9} F \quad (3)$$

Die Kapazität ist 80 mal so groß. Befindet sich ein Medium im Plattenkondensator, so wird das äußere E-Feld durch das im Medium aufgebaute, entgegengerichtete E-Feld abgeschwächt. Bei unveränderter Ladung und Spannung kommt es somit zu einer Erhöhung der Kapazität C .

d) Wie ändert sich C , wenn zusätzlich zu c) auch noch die Temperatur erhöht wird?

d) Mit steigender Temperatur nimmt C ab.

Liegt ein elektrisches Feld an einem Medium an, so werden in diesem zwei Arten von Polarisation induziert

- **Verschiebungspolarisation:** Bei einem Dielektrikum aus einem unpolaren Medium führt das E-Feld zu einer induzierten Ladungverschiebung. Dieser Effekt tritt in allen Medien auf.
- **Orientierungspolarisation:** Besteht das Dielektrikum aus polaren Molekülen, d.h. die Moleküle besitzen ein Dipolmoment, so übt das äußere E-Feld ein Drehmoment auf die Moleküle aus. Sie werden parallel zu den Feldlinien ausgerichtet.

Der stärkere Effekt kommt von der Orientierungspolarisation. Sie hängt von der Feldstärke und der Temperatur ab. Mit zunehmender Temperatur nimmt die thermische Bewegung der Moleküle zu. Sie können nicht mehr so leicht ausgerichtet werden. Damit nimmt die Polarisation und somit auch das dem äußeren E-Feld entgegengesetzte E-Feld ab. Die Kapazität des Plattenkondensators wird geringer.