

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 19.12.2012 * Gruppe A

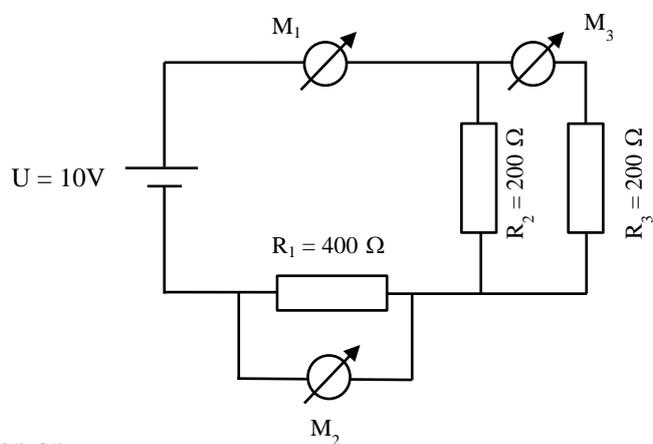
1. Von einem Kohlekraftwerk soll eine elektrische Leistung von 50 MW über eine Fernleitung zu einer 15 km weit entfernten Stadt übertragen werden.
Jedes der beiden 15 km langen Kabel hat dabei einen Widerstand von ca. 3,5 Ohm.

- Berechne die Stromstärke in der Fernleitung und den Verlust an elektrischer Leistung bei der Übertragung, wenn man die Leistung von 50 MW mit der vom Generator gelieferten Spannung von 21 kV einspeist.
Was passiert mit dieser „verlorenen“ elektrischen Leistung?
- Zum Übertragen der Leistung von 50 MW wird die Spannung auf 110 kV hochtransformiert.
Wie groß ist nun die in der Fernleitung auftretende Verlustleistung?
Welcher Prozentsatz der eingespeisten elektrischen Leistung geht also nun verloren?

2. Grundwissensaufgabe zu Schaltungen mit Widerständen

- Die Widerstände $R_1 = 400 \Omega$ und $R_2 = R_3 = 200 \Omega$ sind wie abgebildet zusammengesaltet.

Berechne den Gesamtwiderstand der abgebildeten Schaltung!



- Berechne die Werte, die von den Messgeräten M_1 , M_2 und M_3 angezeigt werden.
Gib dabei mit passenden Bezeichnungen an, welche physikalischen Größen die Messgeräte anzeigen.

Aufgabe	1a	b	2a	b	Summe
Punkte	6	4	3	6	19



Gutes Gelingen! G.R.

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 19.12.2012 * Gruppe B

1. Von einem Kohlekraftwerk soll eine elektrische Leistung von 40 MW über eine Fernleitung zu einer 16 km weit entfernten Stadt übertragen werden.

Jedes der beiden 16 km langen Kabel hat dabei einen Widerstand von ca. 3,5 Ohm.

a) Berechne die Stromstärke in der Fernleitung und den Verlust an elektrischer Leistung bei der Übertragung, wenn man die Leistung von 40 MW mit der vom Generator gelieferten Spannung von 21 kV einspeist.

Was passiert mit dieser „verlorenen“ elektrischen Leistung?

b) Zum Übertragen der Leistung von 40 MW wird die Spannung auf 110 kV hochtransformiert. Wie groß ist nun die in der Fernleitung auftretende Verlustleistung?

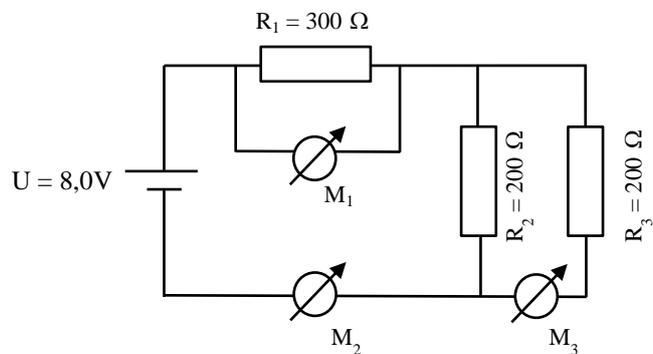
Welcher Prozentsatz der eingespeisten elektrischen Leistung geht also nun verloren?

2. Grundwissensaufgabe zu Schaltungen mit Widerständen

a) Die Widerstände

$R_1 = 300 \Omega$ und $R_2 = R_3 = 200 \Omega$ sind wie abgebildet zusammengesaltet.

Berechne den Gesamtwiderstand der abgebildeten Schaltung!



b) Berechne die Werte, die von den Messgeräten M_1 , M_2 und M_3 angezeigt werden.

Gib dabei mit passenden Bezeichnungen an, welche physikalischen Größen die Messgeräte anzeigen.

Aufgabe	1a	b	2a	b	Summe
Punkte	6	4	3	6	19



Gutes Gelingen! G.R.

1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 19.12.2012 * Gruppe A * Lösung

$$1. \text{ a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{50 \text{ MW}}{21 \text{ kV}} = \frac{50 \cdot 10^6 \text{ W}}{21 \cdot 10^3 \text{ V}} = 2,4 \cdot 10^3 \text{ A} = 2,4 \text{ kA}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I \text{ mit } \Delta U = 2 \cdot R \cdot I = 2 \cdot 3,5 \Omega \cdot 2,4 \text{ kA} = 16,8 \text{ kV also}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I = 16,8 \text{ kV} \cdot 2,4 \text{ kA} = 40,32 \text{ MW} \approx 40 \text{ MW}$$

Die Stromstärke in der Leitung beträgt 2,4 kA .

In der Fernleitung gehen von den eingespeisten 50MW etwa 40MW verloren.

Diese 40 MW erwärmen die Kabel der Fernleitung.

$$1. \text{ b) } P = U_t \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U_t} = \frac{50 \text{ MW}}{110 \text{ kV}} = \frac{50 \cdot 10^6 \text{ W}}{110 \cdot 10^3 \text{ V}} = 0,4545... \cdot 10^3 \text{ A} = 0,45 \text{ kA}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I = 2 \cdot R_L \cdot I \cdot I = 2 \cdot 3,5 \Omega \cdot 0,45 \text{ kA} \cdot 0,45 \text{ kA} \approx 1,4 \text{ MW}$$

$$\frac{P_{\text{Verlust}}}{P} = \frac{1,4 \text{ MW}}{50 \text{ MW}} = 0,028 = 2,8\%$$

Nur noch 2,8% der eingespeisten Leistung gehen verloren.

$$2. \text{ a) } \frac{1}{R_{2/3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{200 \Omega} = \frac{1+1}{200 \Omega} = \frac{1}{100 \Omega} \Rightarrow R_{2/3} = 100 \Omega \text{ und}$$

$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_{2/3} = 400 \Omega + 100 \Omega = 500 \Omega$$

b) M₁ zeigt die Gesamtstromstärke I_{ges} an:

$$I_{\text{ges}} = \frac{U}{R_{\text{ges}}} = \frac{10 \text{ V}}{500 \Omega} = 0,020 \text{ A} = 20 \text{ mA} \text{ und}$$

M₂ zeigt den Spannungsabfall U₁ an R₁ an:

$$\text{wegen } I_1 = I_{\text{ges}} \Rightarrow U_1 = R_1 \cdot I_1 = 400 \Omega \cdot 0,020 \text{ A} = 8,0 \text{ V}$$

M₃ zeigt die Stromstärke I₃ durch R₃ an:

Da bei der Parallelschaltung R₂ = R₃ gilt, halbiert sich die Gesamtstromstärke, d.h.

$$I_3 = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \cdot 0,020 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$



1. Stegreifaufgabe aus der Physik * Klasse 9b * 19.12.2012 * Gruppe B * Lösung

$$1. \text{ a) } P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{40 \text{ MW}}{21 \text{ kV}} = \frac{40 \cdot 10^6 \text{ W}}{21 \cdot 10^3 \text{ V}} = 1,9 \cdot 10^3 \text{ A} = 1,9 \text{ kA}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I \text{ mit } \Delta U = 2 \cdot R \cdot I = 2 \cdot 3,5 \Omega \cdot 1,9 \text{ kA} = 13,3 \text{ kV also}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I = 13,3 \text{ kV} \cdot 1,9 \text{ kA} = 25,27 \text{ MW} \approx 25 \text{ MW}$$

Die Stromstärke in der Leitung beträgt 1,9 kA .

In der Fernleitung gehen von den eingespeisten 40MW etwa 25MW verloren.

Diese 25 MW erwärmen die Kabel der Fernleitung.

$$1. \text{ b) } P = U_t \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U_t} = \frac{40 \text{ MW}}{110 \text{ kV}} = \frac{40 \cdot 10^6 \text{ W}}{110 \cdot 10^3 \text{ V}} = 0,363... \cdot 10^3 \text{ A} = 0,36 \text{ kA}$$

$$P_{\text{Verlust}} = \Delta U \cdot I = 2 \cdot R_L \cdot I \cdot I = 2 \cdot 3,5 \Omega \cdot 0,36 \text{ kA} \cdot 0,36 \text{ kA} \approx 0,91 \text{ MW}$$

$$\frac{P_{\text{Verlust}}}{P} = \frac{0,91 \text{ MW}}{40 \text{ MW}} = 0,023 = 2,3\%$$

Nur noch 2,3% der eingespeisten Leistung gehen verloren.

$$2. \text{ a) } \frac{1}{R_{2/3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{200 \Omega} = \frac{1+1}{200 \Omega} = \frac{1}{100 \Omega} \Rightarrow R_{2/3} = 100 \Omega \text{ und}$$
$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_{2/3} = 300 \Omega + 100 \Omega = 400 \Omega$$

b) M₂ zeigt die Gesamtstromstärke I_{ges} an:

$$I_{\text{ges}} = \frac{U}{R_{\text{ges}}} = \frac{8,0 \text{ V}}{400 \Omega} = 0,020 \text{ A} = 20 \text{ mA} \text{ und}$$

M₁ zeigt den Spannungsabfall U₁ an R₁ an:

$$\text{wegen } I_1 = I_{\text{ges}} \Rightarrow U_1 = R_1 \cdot I_1 = 300 \Omega \cdot 0,020 \text{ A} = 6,0 \text{ V}$$

M₃ zeigt die Stromstärke I₃ durch R₃ an:

Da bei der Parallelschaltung R₂ = R₃ gilt, halbiert sich die Gesamtstromstärke, d.h.

$$I_3 = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{ges}} = \frac{1}{2} \cdot 0,020 \text{ A} = 10 \text{ mA}$$

