

Vorlage Expertinnen und Experten

90 Minuten	20 Aufgaben	18 Seiten	55 Punkte
-------------------	--------------------	------------------	------------------

Zugelassene Hilfsmittel:

- Masstab, Geodreieck, Zeichnungsschablone
- Formelsammlung ohne Berechnungsbeispiele
- Netzunabhängiger Taschenrechner (Tablets, Smartphones, usw. sind nicht erlaubt)

Bewertung – Für die volle Punktzahl werden verlangt:

- Die Formel oder die Einheitengleichung.
- Die eingesetzten Zahlen mit Einheiten.
- Der Lösungsweg muss ersichtlich sein.
- Zweifach unterstrichene Ergebnisse mit Einheiten.
- Die vorgegebene Anzahl Antworten pro Aufgabe sind massgebend.
- Die Antworten werden in der aufgeführten Reihenfolge bewertet.
- Überzählige Antworten werden nicht bewertet.
- Bei Platzmangel ist die Rückseite zu verwenden. Bei der Aufgabe ist ein entsprechender Hinweis zu schreiben: z. B. Lösung auf der Rückseite.
- **Folgefehler führen zu keinem Abzug.**

Notenskala

6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
55,0-52,5	52,0-47,0	46,5-41,5	41,0-36,0	35,5-30,5	30,0-25,0	24,5-19,5	19,0-14,0	13,5-8,5	8,0-3,0	2,5-0,0

Sperrfrist:

Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem 1. September 2023 zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch:

Arbeitsgruppe QV des EIT.swiss für den Beruf Elektroinstallateurin EFZ / Elektroinstallateur EFZ

Herausgeber:

SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

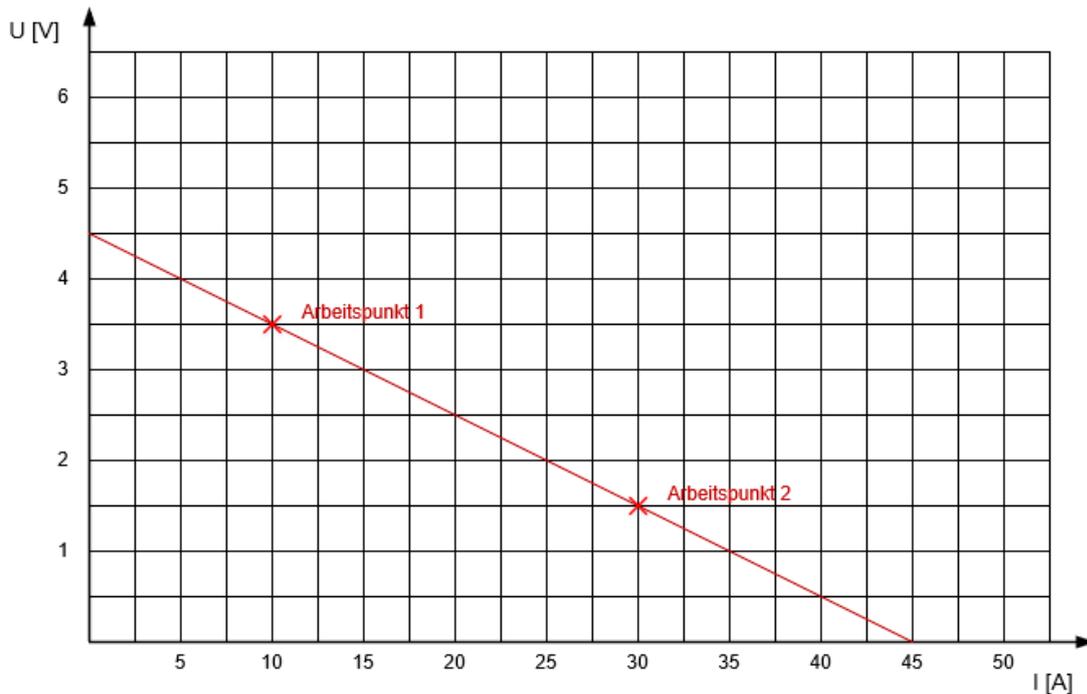
1. Elektrochemische Systeme *Leistungsziel-Nr. 5.3.7b*

3

An einer Spannungsquelle werden bei einem Strom von $I_1 = 10 \text{ A}$, eine Spannung von $U_1 = 3,5 \text{ V}$ und bei einem Strom von $I_2 = 30 \text{ A}$, eine Spannung von $U_2 = 1,5 \text{ V}$ gemessen.

a) Zeichnen Sie die Belastungskennlinie.

1



b) Wie gross ist die Leerlaufspannung und der Kurzschlussstrom?

$U_0 = 4,5 \text{ V}$ (Endwert aus Tabelle)

0,5

$I_K = 45 \text{ A}$ (Endwert aus Tabelle)

0,5

c) Berechnen Sie den Innenwiderstand.

1

$$R_i = \frac{U_0}{I_K} = \frac{4,5 \text{ V}}{45 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

2. Beleuchtungstechnik Leistungsziel-Nr. 3.5.8b

4

In einem Raum werden die Leuchtmittel ersetzt.

Daten bestehender Leuchtmittel:

Niedervolt Halogen-Reflektorlampen

36°, U = 12 V, P = 35 W, Lichtfarbe 2900 K, Lichtstrom 580 lm

Daten Ersatzleuchtmittel:

LED-Reflektorlampen

36°, U = 12 V, P = 8 W, Lichtfarbe 2700 K, Lichtstrom 600 lm

a) Berechnen Sie die Lichtausbeute der verschiedenen Leuchtmittel.

Lösung:

$$E_{m \text{ Halogen}} = \frac{\Phi_{N \text{ Hal}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{580 \text{ lm}}{35 \text{ W}} = \underline{\underline{16,6 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

$$E_{m \text{ LED}} = \frac{\Phi_{N \text{ LED}}}{P_{\text{LED}}} = \frac{600 \text{ lm}}{8 \text{ W}} = \underline{\underline{75 \frac{\text{lm}}{\text{W}}}}$$

1

b) Wie gross ist die Energieeinsparung in Prozent, nach Austausch der Leuchtmittel?

Lösung:

$$LED = \frac{100 \% \cdot P_{\text{LED}}}{P_{\text{Hal}}} = \frac{100 \% \cdot 8 \text{ W}}{35 \text{ W}} = 22,86 \%$$

0,5

⇒ Halogen = 100 %

⇒ Energie Einsparung 100% - 22.86% = 77,14%

0,5

c) Wie viel grösser ist die neue Beleuchtungsstärke in Prozent, bei gleichen Bedingungen?

Lösung:

$$E_{\text{Halogen}} = \frac{\Phi_{N \text{ Hal}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

$$E_{\text{LED}} = \frac{\Phi_{N \text{ LED}} \cdot n \cdot \eta}{A}$$

Beleuchtungsstärke neu:

$$\frac{100 \% \cdot \Phi_{N \text{ LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{\Phi_{N \text{ LED}} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = \frac{100 \% \cdot 600 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A}{580 \text{ lm} \cdot n \cdot \eta \cdot A} = 103,45 \%$$

0,5

Die Beleuchtungsstärke ist um 3,45% grösser.

0,5

Punkte
pro
Seite:

3. Transformatoren Leistungsziel-Nr. 5.1.6b

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an.

	richtig	falsch	
Das Öl in Drehstromtransformatoren dient der Schmierung der mechanischen Teile.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Der Kern von Transformatoren wird aus einzelnen Blechen aufgebaut, da dies in der Fertigung billiger ist.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
In einem Transformator entstehen Eisen- und Kupferverluste (Wicklung).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Das Übersetzungsverhältnis eines Transformators ist vom Windungsverhältnis der Primär- und Sekundärwicklung abhängig.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

4. Transformatoren Leistungsziel-Nr. 5.1.6b

2

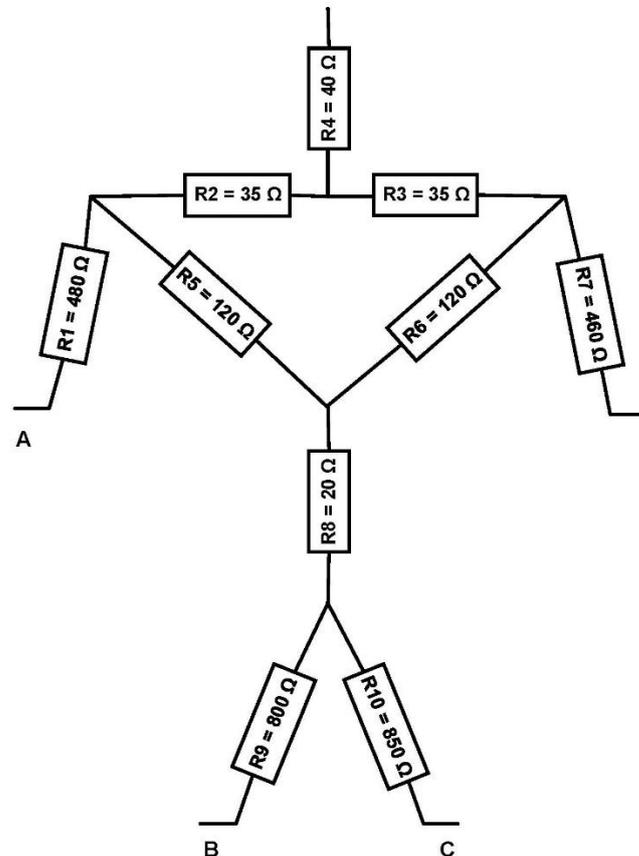
Ein Einphasentransformator hat eine Kurzschlussspannung $u_k = 4,2\%$. Der Bemessungsstrom beträgt 600 A.

Berechnen Sie den Kurzschlussstrom.

$$I_K = \frac{I_N \cdot 100 \%}{u_k} = \frac{600 \text{ A} \cdot 100 \%}{4,2 \%} = \underline{\underline{14285 \text{ A}}} = \underline{\underline{14,3 \text{ kA}}}$$

5. Ohmsches Gesetz *Leistungsziel-Nr. 3.2.3b*

Den menschlichen Körper kann man vereinfacht als „gemischte Schaltung“ von Widerständen betrachten. Die Berührungsspannung bei einem Stromdurchfluss mit dem Strompfad A (Arm) und BC (Beide Beine) ist 230 V.



a) Berechnen Sie den Widerstand des Strompfades.

$$R_G = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2 + R_3 + R_6} + \frac{1}{R_5}} + R_8 + \frac{1}{\frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{10}}} =$$

$$480 \, \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \, \Omega + 35 \, \Omega + 120 \, \Omega} + \frac{1}{120 \, \Omega}} + 20 \, \Omega + \frac{1}{\frac{1}{800 \, \Omega} + \frac{1}{850 \, \Omega}} = 480 \, \Omega + 73,55 \, \Omega + 20 \, \Omega + 412,1 \, \Omega$$

$$= \underline{\underline{987,65 \, \Omega}}$$

b) Berechnen Sie den Berührungstrom, der durch den Menschen fließt.

$$I_G = \frac{U_G}{R_G} = \frac{230 \, \text{V}}{987,65 \, \Omega} = \underline{\underline{0,233 \, \text{A}}}$$

4

1

2

1

Punkte
pro
Seite:

6. Ohmsches Gesetz Leistungsziel-Nr. 3.2.3b

2

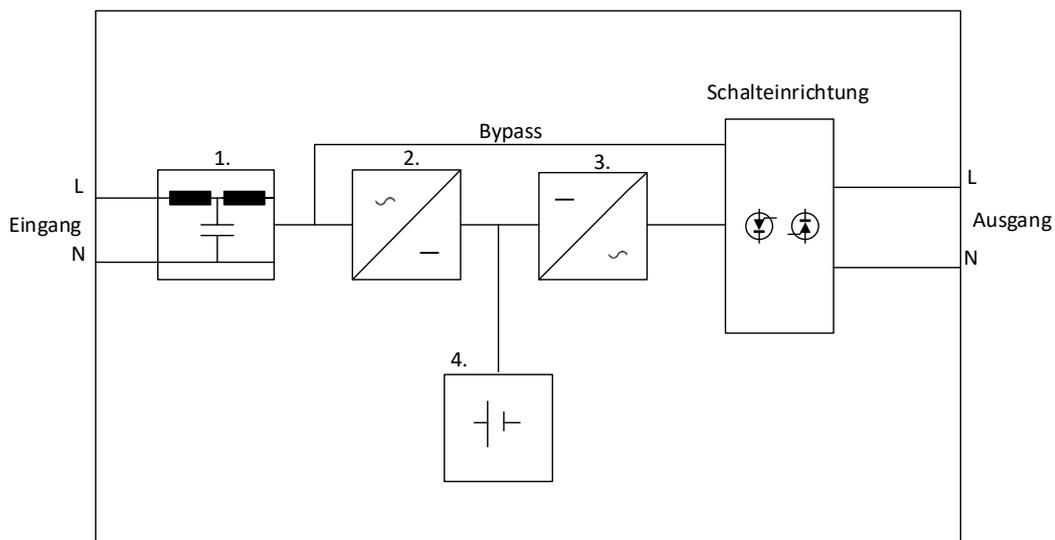
Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an.

	richtig	falsch	
Bei gleichbleibendem Widerstand vervierfacht sich die Leistung. Die Spannung muss sich demzufolge verdoppelt haben.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Der Strom sinkt auf die Hälfte, weil sich die Spannung und der Widerstand halbiert haben.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Zu einem Widerstand wird ein gleich grosser Widerstand parallel zugeschaltet. Dadurch wird die Gesamtleistung viermal grösser. (U bleibt konstant)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Bei einer Parallelschaltung sinkt die Spannung auf die Hälfte. Dadurch halbiert sich auch die Leistung.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5

7. Ersatzstromversorgung Leistungsziel-Nr. 5.2.7

2

Die Grafik zeigt das Blockschaftbild einer USV.



Bezeichnen Sie die Baugruppen 1 – 4.

Bauteil 1: **Filter**

0,5

Bauteil 2: **Gleichrichter**

0,5

Bauteil 3: **Wechselrichter**

0,5

Bauteil 4: **Energiespeicher oder Akkumulatoren**

0,5

Punkte
pro
Seite:

8. Magnetische Felder Leistungsziel-Nr. 3.2.5b

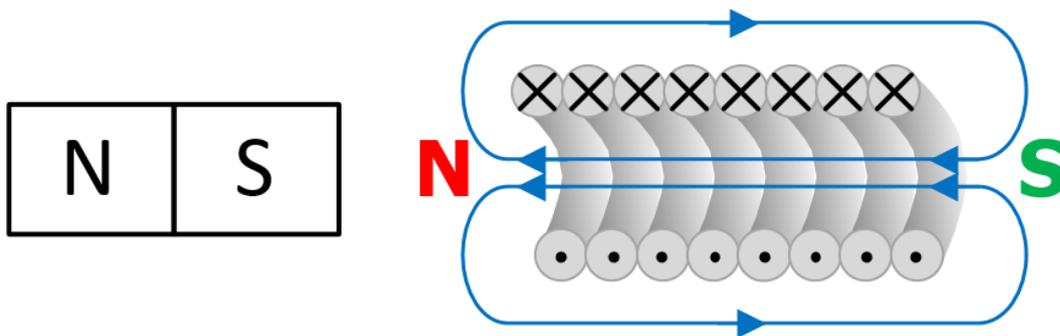
2

Das Bild zeigt einen Dauermagneten und eine Spule im Schnitt.

- a) Zeichnen Sie die resultierenden magnetischen Feldlinien und deren Richtung in die Spule ein. 1
- b) Beschriften Sie die magnetischen Pole der Spule. 0,5

Dauermagnet:

Spule:



Punkte: Feldlinien richtig gezeichnet 0,5 Feldlinien-Richtung stimmt 0,5 Pole 0,5

- c) Was geschieht mit dem beweglichen Dauermagneten, wenn er sich mit kleinem Abstand neben der Spule befindet? 0,5

Lösung:

Der Dauermagnet wird von der Spule angezogen.

9. Elektrische Felder Leistungsziel-Nr. 3.2.5b

2

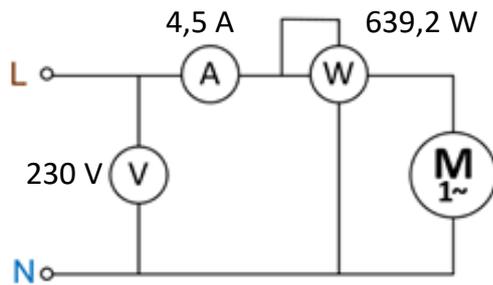
Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an.

	richtig	falsch	
Elektrische Feldlinien beginnen beim Nordpol und enden am Südpol.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Elektrische Feldlinien beginnen beim Pluspol und enden am Minuspol.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5
Zwei positive elektrische Ladungen üben eine anziehende Kraft aufeinander aus.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,5
Die Ursache des elektrischen Feldes ist eine elektrische Spannung.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,5

Punkte
pro
Seite:

10. Wirk-, Blind-, Scheinleistung und Leistungsfaktor *Leistungsziel-Nr. 5.3.2b*

3



a) Berechnen Sie die Blindleistung des Motors.

Lösung:

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4,5 \text{ A} = \underline{1035 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(1035 \text{ VA})^2 - (639,2 \text{ W})^2} = \underline{\underline{814 \text{ var}}}$$

0,5

b) Berechnen Sie den $\cos \varphi$ des Motors.

Lösung:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{639,2 \text{ W}}{1035 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,618}}$$

1

c) Der Leistungsfaktor soll mit einer parallelen Kompensationsanlage auf 0,94 verbessert werden. Wie gross ist dann der Strom in der Zuleitung?

Lösung:

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{639,2 \text{ W}}{0,94} = \underline{\underline{680 \text{ VA}}}$$

0,5

$$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{680 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{2,96 \text{ A}}}$$

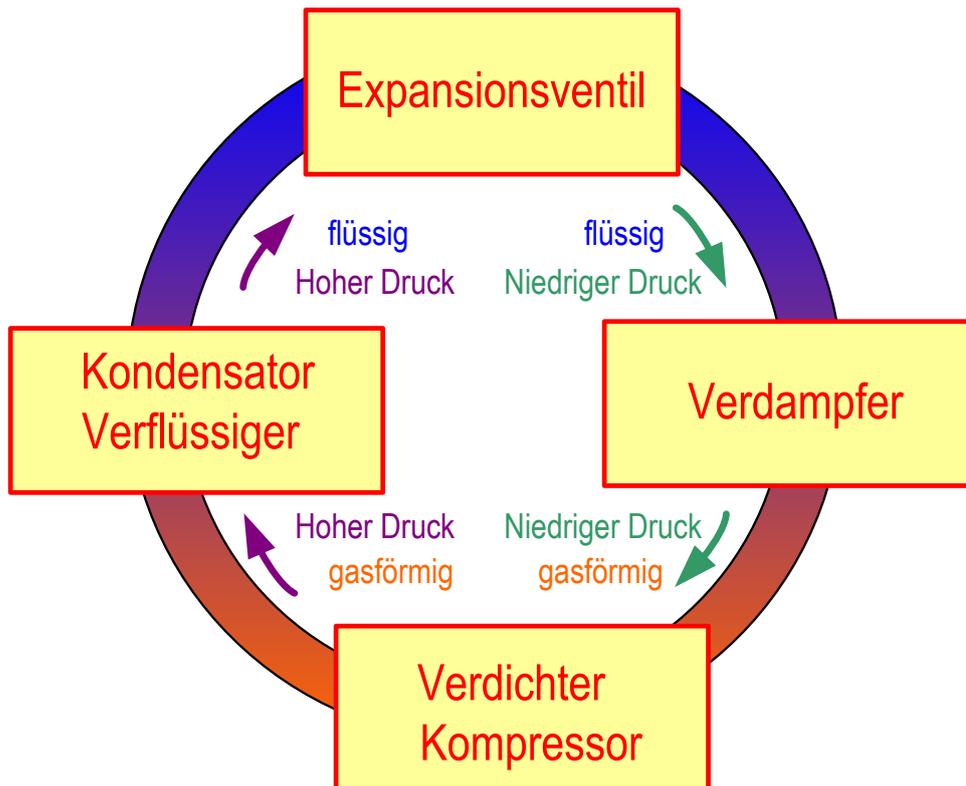
0,5

11. Kälteapparate *Leistungsziel-Nr. 5.2.4b*

Die folgende Grafik zeigt den Kältemittelkreislauf eines Kompressorkühlschranks.
Ergänzen Sie in den freien Feldern die vier Hauptbestandteile des Kompressorkühlschranks.

2

Je
0,5



Korrekturhinweis:

1 Wort pro Feld reicht.

**Statt Expansionsventil, kann auch Drosselstrecke, Drosselorgan, Kapillarrohr
angegeben werden.**

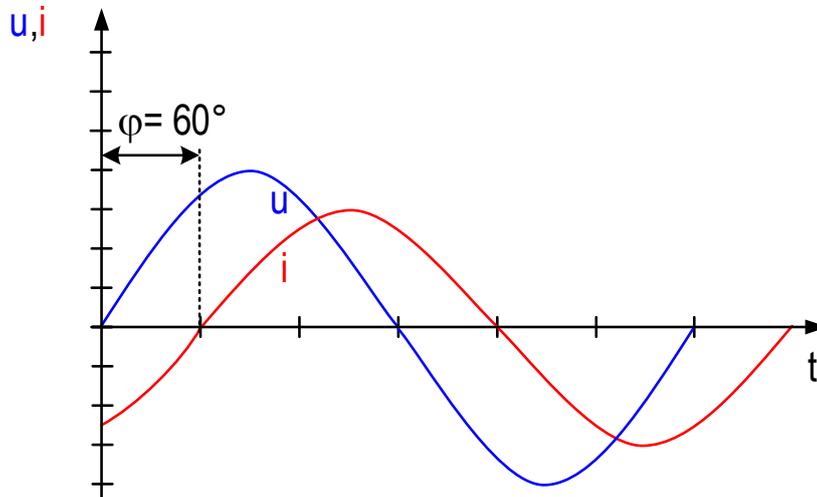
Punkte
pro
Seite:

12. Schein-, Wirk- und Blindleistung Leistungsziel-Nr. 5.3.2b

3

In der Zuleitung wird bei einer Spannung von 230 V ein Strom von 8,7 A gemessen.

Auf einem Messgerät wird auf dem Display folgendes angezeigt:



a) Berechnen Sie, mit Hilfe der Messresultate und der Grafik, die Wirkleistung.

1

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} \cdot 0,5 = \underline{\underline{1000,5 \text{ W} = 1 \text{ kW}}}$$

b) Berechnen Sie den Blindleistungsanteil.

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 8,7 \text{ A} = \underline{\underline{2001 \text{ VA} = 2 \text{ kVA}}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(2 \text{ kVA})^2 - (1 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{1732,05 \text{ var} = 1,732 \text{ kvar}}}$$

1

c) Ist die angeschlossene Last induktiv oder kapazitiv?

0,5

Kapazitiv

Induktiv

13. Wechselstromwiderstände Leistungsziel-Nr. 3.2.7b

3

Der Installationstester zeigt folgende Werte an:



Angezeigte Werte:

I_k : 1647 A
 Z_s : 0,140 Ω
 R_s : 0,125 Ω
 L_s : 0,2 mH

- a) Berechnen Sie daraus X_L der Schleife (Z_s).
 (Annahme: Messung am europäischen Einheitsnetz. Frequenz = 50Hz)

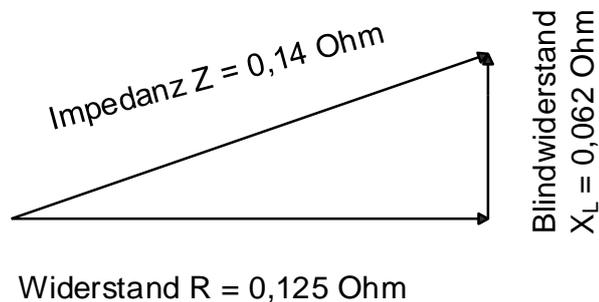
$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0002 \text{ H} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

1,5

oder

$$X_L = \sqrt{(Z_s^2 - R_s^2)} = \sqrt{(0,14 \Omega)^2 - (0,125 \Omega)^2} = \underline{\underline{0,063 \Omega = 63 \text{ m}\Omega}}$$

- b) Zeichnen Sie ein Widerstandsdreieck (muss nicht massstäblich sein). Beschriften Sie es mit den Bezeichnungen, den Grössensymbolen und den Werten.

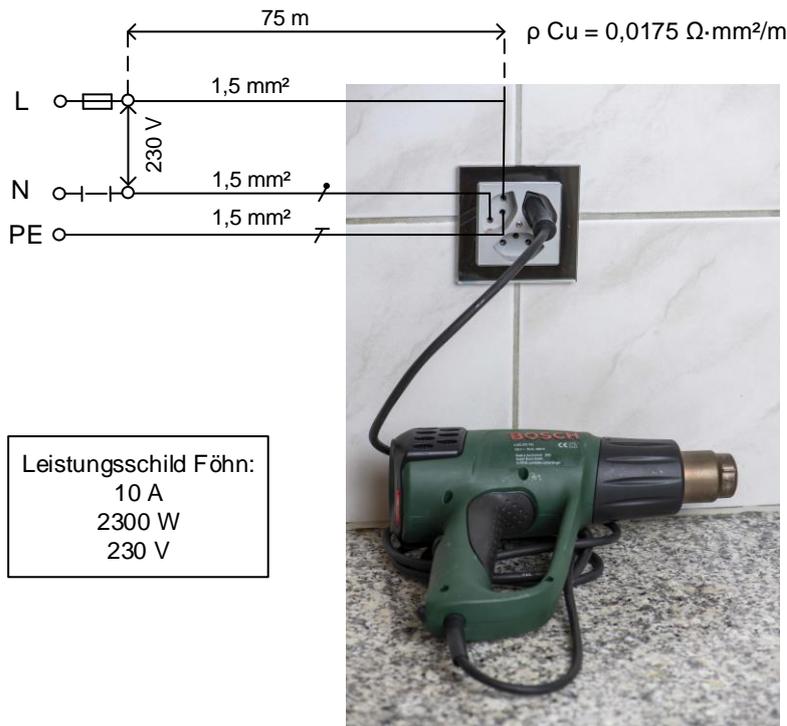


1,5

Punkte
pro
Seite:

14. Leistung bei Spannungsschwankungen Leistungsziel-Nr. 3.2.4b

3



a) Wie gross ist nun die Stromstärke im Verbraucher?

$$R_{Ltg} = \frac{\rho \cdot l_{Ltg}}{A} = \frac{0,0175 \Omega \text{mm}^2 \cdot 75 \text{ m} \cdot 2}{1,5 \text{ mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

1

$$R_{Last} = \frac{U_N}{I_N} = \frac{230 \text{ V}}{10 \text{ A}} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$I = \frac{U_N}{R_{Last} + R_{Ltg}} = \frac{230 \text{ V}}{23 \Omega + 1,75 \Omega} = 9,293 \text{ A} = \underline{\underline{9,29 \text{ A}}}$$

1

b) Wie gross ist nun die Spannung am Verbraucher?

$$U_{Last} = R_{Last} \cdot I = 23 \Omega \cdot 9,29 \text{ A} = \underline{\underline{214 \text{ V}}}$$

0,5

Expertenhinweis:
Auch andere Lösungswege möglich.

Punkte
pro
Seite:

15. Gebäudeautomation Leistungsziel-Nr. 5.5.1

4

Einfache Adressen



TXA111



1.1.1

1/0/0	Kanal A	E/A
1/0/1	Kanal A	DIM
1/0/6	Kanal B	E/A
1/0/7	Kanal B	DIM



1.1.2

1/0/0	E/A
1/0/1	DIM

1/0/6	E/A
1/0/7	DIM



1.1.3

1/0/6	E/A
1/0/7	DIM
1/4/0	Auf
1/4/1	AB

a) Notieren Sie hier alle der in der KNX Infrastruktur verwendeten physikalischen Adressen:

1,5

1.1.1 / 1.1.2 / 1.1.3

b) Notieren Sie hier alle der in der KNX Infrastruktur verwendeten Gruppenadressen:

1,5

1/0/0 1/0/1 1/0/6 1/0/7 1/4/0 1/4/1

c) Warum braucht die Bus – Spannungsquelle (TXA111) keine Gruppenadresse?

1

TXA111 ist weder Aktor noch Sensor (hat keinen Busankoppler)

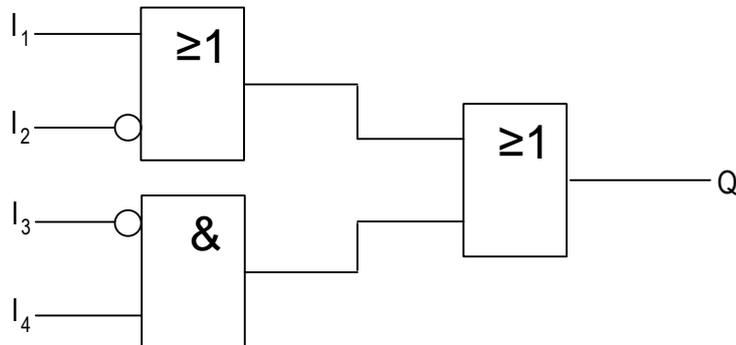
Punkte
pro
Seite:

16. Digitale Bausteine Leistungsziel-Nr. 3.1.1b

2

Vervollständigen Sie die Wahrheitstabelle aus der logischen Schaltung.

Logische Schaltung:



Wahrheitstabelle:

I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	Q
1	1	0	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1

0,5

0,5

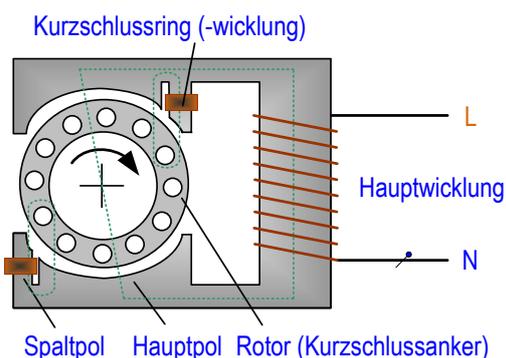
0,5

0,5

17. Motoren Leistungsziel-Nr. 5.2.5b

2

a) Um welchen Elektromotor handelt es sich bei der folgenden Abbildung?



Es handelt sich um:

Spaltpolmotor

1

b) Stimmt die angegebene Drehrichtung beim oben abgebildeten Motor?
Begründen Sie Ihre Antwort.

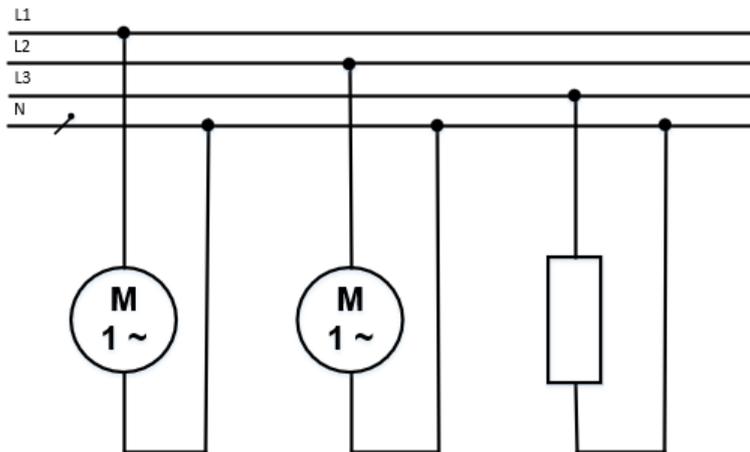
Ja, die Drehrichtung ist stets vom Haupt- zum Spaltpol

1

Punkte
pro
Seite:

18. Dreiphasensystem Leistungsziel-Nr. 5.3.4b

Ein Vierleiter – Drehstromnetz (3 x 400 V / 230 V) wird unsymmetrisch belastet.



$$P_{1ab} = 1,1 \text{ kW}$$

$$\eta_1 = 0,92$$

$$\cos \varphi_1 = 0,84$$

$$I_2 = 2,5 \text{ A}$$

$$\cos \varphi_2 = 0,81$$

$$P_3 = 1800 \text{ W}$$

a) Berechnen Sie die Aussenleiterströme I_1 , I_2 und I_3 .

$$I_1 = \frac{P_{1ab}}{U_{1N} \cdot \cos \varphi_1 \cdot \eta_1} = \frac{1100 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,84 \cdot 0,92} = \underline{\underline{6,19 \text{ A}}}$$

($\varphi_1 = 32,86^\circ$, voreilend)

$$I_2 = \underline{\underline{2,5 \text{ A}}}$$

($\varphi_2 = 35,9^\circ$, voreilend)

$$I_3 = \frac{P_3}{U_{3N}} = \frac{1800 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{7,83 \text{ A}}}$$

5

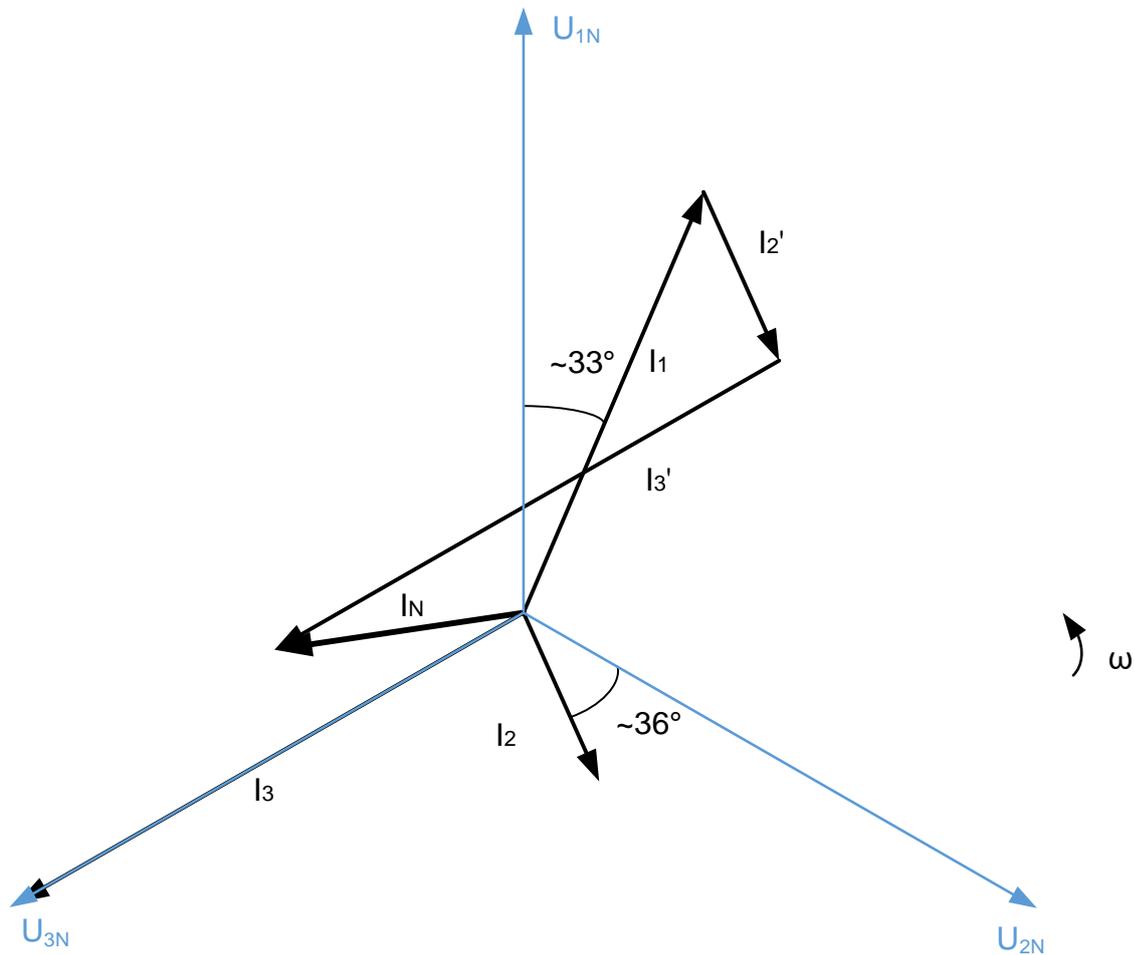
1

0,5

0,5

- b) Ermitteln Sie graphisch den Neutralleiterstrom.
(Masstab 1 A $\hat{=}$ 1 cm)

3



$$I_N = 3,38 \text{ A}$$

Expertenhinweis:

1 Punkt I_1 , 1 Punkt I_2 , 0,5 Punkt I_3 , 0,5 Punkt I_N

Genauigkeit + / - 0,2 A

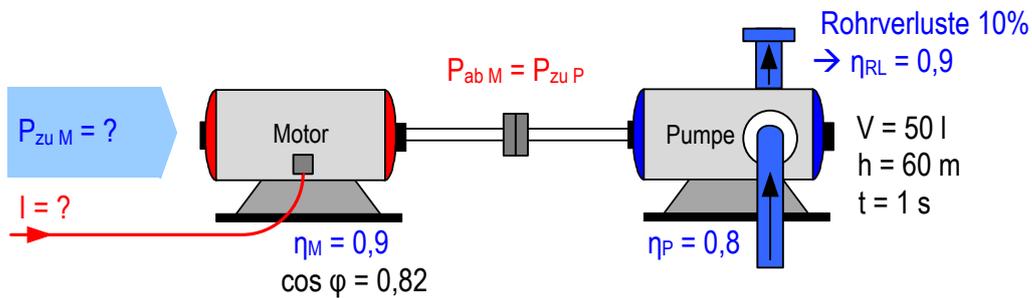
Lösung nicht masstäblich!

Punkte
pro
Seite:

19. Drehstrommotor *Leistungsziel-Nr. 5.3.4a*

3

Eine Trinkwasserpumpe fördert in der Sekunde 50 Liter Wasser in das 60 m höher gelegene Reservoir.



a) Berechnen Sie die zugeführte Motorenwirkleistung.

$$P_{abP} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 60 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \underline{29430 \text{ W}} = \underline{\underline{29,43 \text{ kW}}}$$

1

$$P_{zuM} = \frac{P_{abP}}{\eta_{RL} \cdot \eta_P \cdot \eta_M} = \frac{29,43 \text{ kW}}{0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = \underline{45,42 \text{ kW}} = \underline{\underline{45,4 \text{ kW}}}$$

1

b) Berechnen Sie die Stromaufnahme des Drehstrommotors.

1

$$I = \frac{P_{zuM}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{45,42 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,82} = \underline{\underline{79,9 \text{ A}}}$$

20. Thermische Vorgänge Leistungsziel-Nr. 3.3.4b

2

Die Wassertemperatur am Eingang eines Durchlauferhitzers beträgt 8 °C. Es werden 27 Liter Wasser auf 68 °C erwärmt. Welche Wärmeenergie in Kilojoule (kJ) wird dafür gebraucht?

$$\left(c = 4,187 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$$

Lösung:

$$V = 27 \text{ l} = 27 \text{ dm}^3 \Rightarrow m = \underline{27 \text{ kg}}$$

$$\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1 = 68 \text{ °C} - 8 \text{ °C} = \underline{60 \text{ °C}} \triangleq \underline{60 \text{ K}}$$

0,5

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta = 27 \text{ kg} \cdot 4,187 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 60 \text{ K} = \underline{\underline{6'783 \text{ kJ}}}$$

1,5

Punkte
pro
Seite: