

Vorlage Expertinnen und Experten

90	Minuten	22	Aufgaben	16	Seiten	54	Punkte
-----------	----------------	-----------	-----------------	-----------	---------------	-----------	---------------

Zugelassene Hilfsmittel:

- Massstab, 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 einen entsprechenden Hinweis 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
54,0-51,5	51,0-46,0	45,5-40,5	40,0-35,5	35,0-30,0	29,5-24,5	24,0-19,0	18,5-13,5	13,0-8,5	8,0-3,0	2,5-0,0

Sperrfrist:

Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem 1. September 2022 zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch:

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

Herausgeber:

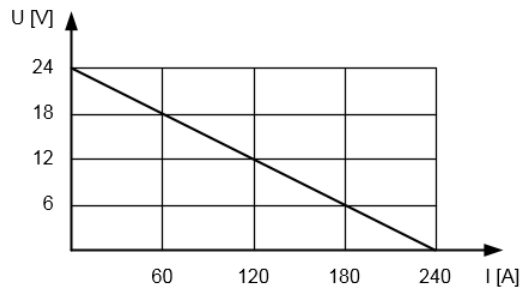
SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

1. Elektrochemische Systeme *Leistungsziel-Nr. 3.5.5b*

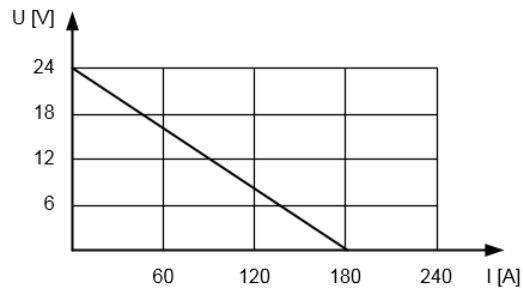
2

Von einem Akkumulatoren-Hersteller erhalten Sie die zwei abgebildeten Kennlinien.

Kennlinie Akkumulator 1:



Kennlinie Akkumulator 2:



Beantworten Sie mit Hilfe der zwei Akkumulatoren-Kennlinien folgende Fragen:

- a) Welcher Akkumulator hat den grösseren Kurzschlussstrom?

1

Aus Kennlinie 1:

$$I_{k1} = \underline{\underline{240 \text{ A}}}$$

aus Kennlinie 2:

$$I_{k2} = \underline{\underline{180 \text{ A}}}$$

= > Akkumulator 1

- b) Berechnen Sie den Innenwiderstand der beiden Akkumulatoren?

Aus Kennlinie 1:

0,5

$$R_{i1} = \frac{U_{o1}}{I_{k1}} = \frac{24 \text{ V}}{240 \text{ A}} = \underline{\underline{0,1 \Omega}}$$

Aus Kennlinie 2:

0,5

$$R_{i2} = \frac{U_{o2}}{I_{k2}} = \frac{24 \text{ V}}{180 \text{ A}} = \underline{\underline{0,133 \Omega}}$$

2. Transformatoren *Leistungsziel-Nr. 5.1.6b*

2

Ein 10 VA Transformator, wird mit 230 V betrieben. Sein Ausgangsstrom beträgt 1,25 A.

Berechnen Sie unter der Vernachlässigung der Transformatorenverluste:

a) den Primärstrom.

1

$$I_1 = \frac{S}{U} = \frac{10 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = 0,0435 \text{ A} = \underline{\underline{43,5 \text{ mA}}}$$

b) die Sekundärspannung.

1

$$U_2 = \frac{S}{I} = \frac{10 \text{ VA}}{1,25 \text{ A}} = \underline{\underline{8,00 \text{ V}}}$$

3. Beleuchtung eines Schulzimmers *Leistungsziel-Nr. 3.5.8b*

2

Ein Schulzimmer 7,2 m x 13 m wird mit 3 Leuchtenschienen à je 8 LED- Leuchten (33 W, 5580 lm pro Leuchte) beleuchtet. Der Beleuchtungswirkungsgrad beträgt 0,38. Welche mittlere Beleuchtungsstärke ist zu erwarten?

$$A = l \cdot b = 7,2 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} = \underline{\underline{93,60 \text{ m}^2}}$$

0,5

$$\Phi_N = \eta_B \cdot \Phi \cdot n = 0,38 \cdot 5580 \text{ lm} \cdot 24 = \underline{\underline{50889,60 \text{ lm}}}$$

0,5

$$E_m = \frac{\Phi_N}{A} = \frac{50889,60 \text{ lm}}{93,60 \text{ m}^2} = \underline{\underline{543,7 \text{ lx}}}$$

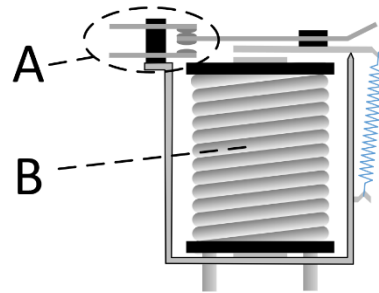
1

4. Schalteinrichtungen Leistungsziel-Nr. 5.4.2b

a) Bezeichnen Sie die Bauteile **A** und **B** des abgebildeten Relais.

A: Lösung: (Schalt-) Kontakt

B: Lösung: (Erreger-) Spule

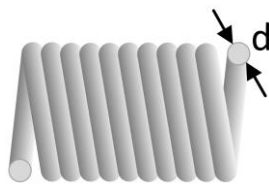


b) Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Schalteinrichtungen	richtig	falsch
Gleichstrom ist einfacher zu schalten als Wechselstrom.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bei einem elektromechanischen Schütz sind der Steuerstromkreis und der Laststromkreis galvanisch getrennt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Hauptschütz wird über einen Laststromkreis aktiviert und schaltet damit den Steuerstromkreis.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Das Magnetsystem eines Schütz ist mit Kurzschlussringen ausgestattet, damit es beim Betrieb mit Wechselstrom beim Nulldurchgang nicht abfällt.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Stromdichte Leistungsziel-Nr. 3.2.3b

Die Stromdichte in einer Schützenspule darf höchstens $3,6 \text{ A} / \text{mm}^2$ betragen. Es fließt ein Erregerstrom von $0,9 \text{ A}$. Wie gross muss der Draht-Durchmesser der Wicklung mindestens sein?



$$A = \frac{I}{J} = \frac{0,9 \text{ A}}{3,6 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}} = \underline{0,25 \text{ mm}^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,25 \text{ mm}^2}{\pi}} = \underline{\underline{0,564 \text{ mm}}}$$

6. Spannungsquellen Leistungsziel-Nr. 3.5.5b

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Spannungsquellen	richtig	falsch
Der Fachausdruck der leitenden Flüssigkeit in einem galvanischen Element lautet Elektrode.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
An einer unbelasteten Batterie messen Sie die Quellenspannung (Leerlaufspannung).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn bei einer Batterie der Lastwiderstand kleiner wird, sinkt auch die Klemmenspannung.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Je kleiner das Potential eines Werkstoffes in der elektrochemischen Spannungsreihe ist, desto edler ist er.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

7. Ohmsches Gesetz Leistungsziel-Nr. 3.2.3b

2

Kreuzen Sie jeweils eine richtige Aussage an:

Wie verändert sich der Strom, wenn...	Strom		
	wird grösser	bleibt gleich	wird kleiner
in einer Serieschaltung die Gesamtspannung erhöht wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in einer Parallelschaltung ein Widerstand defekt ist?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
in einer Serieschaltung ein Widerstand überbrückt wird?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
in einer Parallelschaltung zwei weitere Widerstände parallel dazu geschaltet werden?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

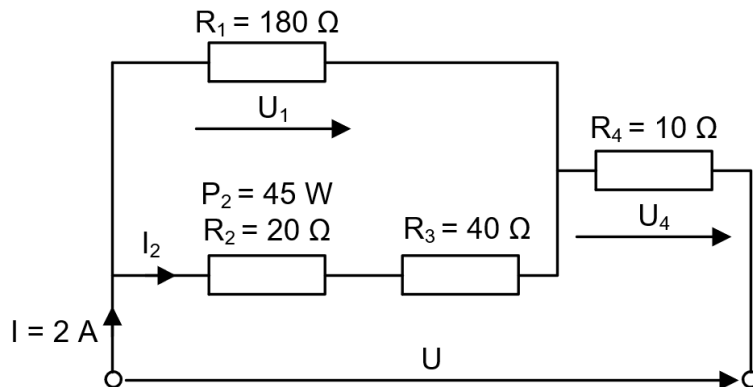
0,5

0,5

0,5

8. Gemischte Schaltung Leistungsziel-Nr. 5.3.1b

Berechnen Sie:



a) die Teilspannung U_4 .

$$U_4 = R_4 \cdot I = 10\ \Omega \cdot 2\text{ A} = \underline{\underline{20\text{ V}}}$$

b) den Strom I_2 .

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{45\text{ W}}{20\ \Omega}} = \underline{\underline{1,5\text{ A}}}$$

c) die Teilspannung U_1 .

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 = 20\ \Omega \cdot 1,5\text{ A} = \underline{\underline{30\text{ V}}} \quad \text{oder} \quad I_1 = I - I_2 = 2 - 1,5\text{ A} = 0,5\text{ A}$$

$$U_3 = R_3 \cdot I_2 = 40\ \Omega \cdot 1,5\text{ A} = \underline{\underline{60\text{ V}}} \quad U_1 = R_1 \cdot I_1 = 180\ \Omega \cdot 0,5\text{ A} = \underline{\underline{90\text{ V}}}$$

$$U_1 = U_2 + U_3 = 30\text{ V} + 60\text{ V} = \underline{\underline{90\text{ V}}}$$

d) die Gesamtspannung U .

$$U = U_1 + U_4 = 90\text{ V} + 20\text{ V} = \underline{\underline{110\text{ V}}}$$

$$(\text{oder } R_{\text{ges}} = 55\ \Omega \quad U = R_{\text{ges}} \cdot I = 55\ \Omega \cdot 2\text{ A} = \underline{\underline{110\text{ V}}})$$

9. Magnetische und elektrische Felder *Leistungsziel-Nr. 3.2.5b*

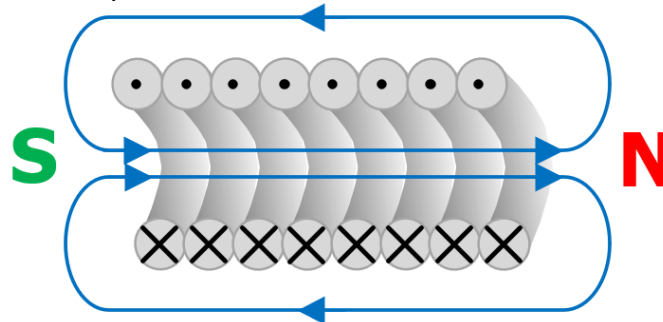
2

Das Bild zeigt einen Dauermagneten und eine Spule im Schnitt:

Dauermagnet:



Spule:



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

- Zeichnen Sie die resultierenden magnetischen Feldlinien und deren Richtung in die Spule ein.
- Beschriften Sie die magnetischen Pole der Spule.
- Was geschieht mit dem beweglichen Dauermagneten, wenn er sich mit kleinem Abstand neben der Spule befindet?

1

0,5

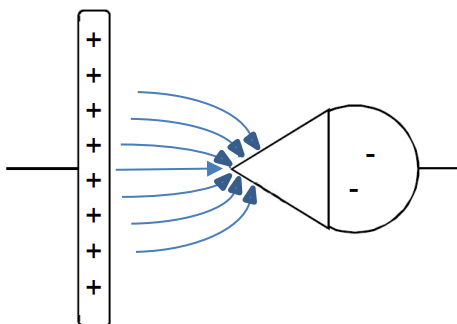
0,5

Der Dauermagnet wird von der Spule abgestossen.

10. Elektrische Felder *Leistungsziel-Nr. 3.2.5b*

2

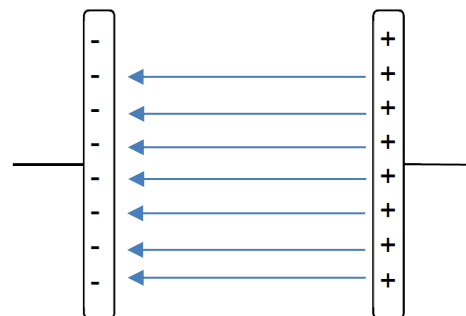
Zeichnen Sie zwischen den folgenden geladenen Körpern **mindestens 6 elektrische Feldlinien** ein und ordnen Sie die beiden elektrischen Felder zu.



Dieses Feld ist:

☐ Homogen

☒ Inhomogen



Dieses Feld ist:

☒ Homogen

☐ Inhomogen

0,5

0,5

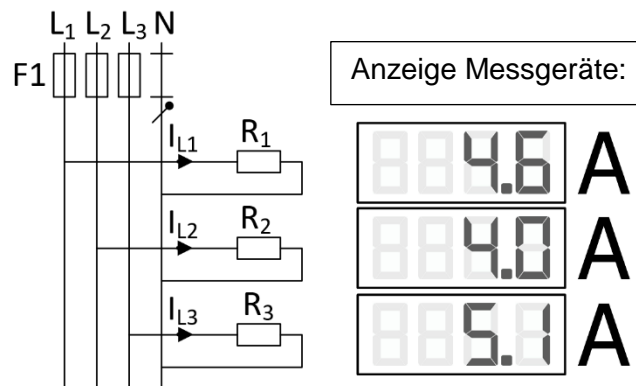
0,5

0,5

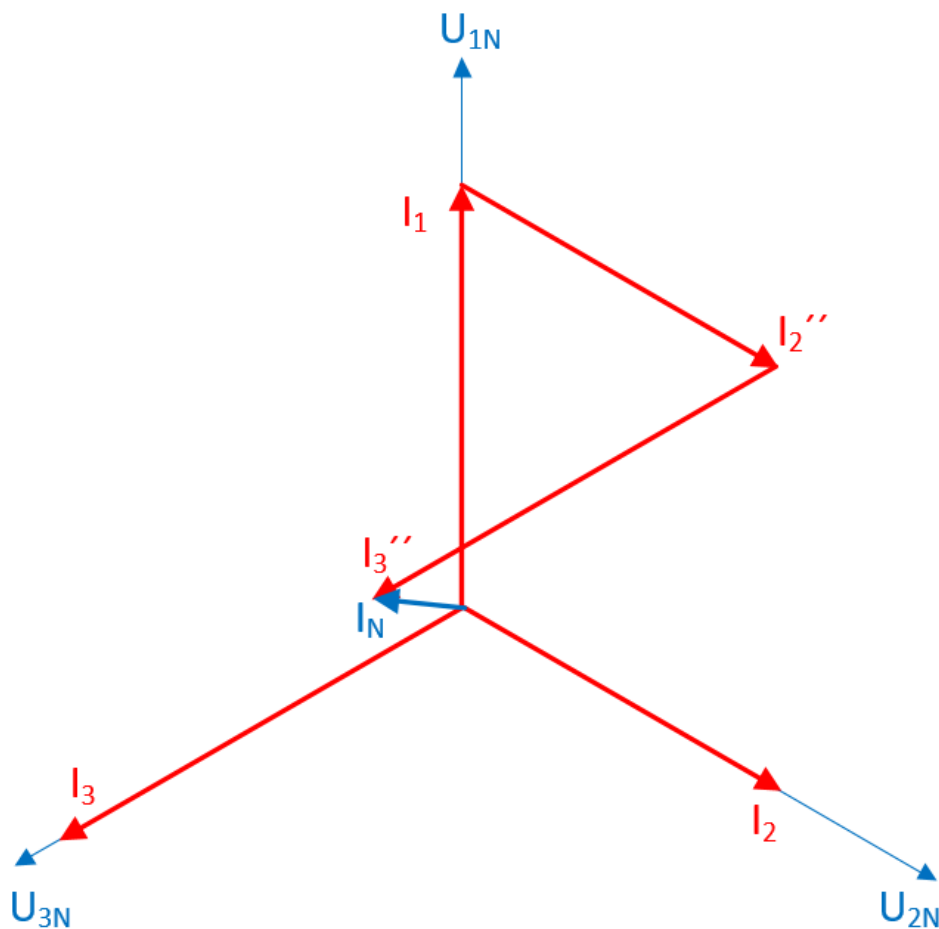
Punkte
pro
Seite:

11. Dreiphasensystem *Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*

Anzeige der Aussenleiterströme auf 3 Messgeräten beim Netz mit
3 x 400 V / 230 V / 50 Hz.



Ermitteln Sie graphisch den Neutralleiterstrom.
Massstab 1 A = 1 cm



Expertenhinweis: $I_N = 0,95 \text{ A}$ (Toleranz: 0,85 – 1,05 A)
Lösung nicht massstabsgetreu

3

I_1
0,5

I_2
0,5

I_3
0,5

I_N
0,5

1

Punkte
pro
Seite:

12. Industrieanlage / Kompensation Leistungsziel-Nr. 5.3.2b / 3.2.7b

3

- a) Bei einem Induktionsofen werden 4800 W Wirkleistung, bei einem Leistungsfaktor von 0,93 gemessen. Die Spannung beträgt 1 x 400 V / 50 Hz.
Welche Blindleistung bezieht diese Anlage?

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{4800 \text{ W}}{0,93} = \underline{5161,3 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(5161,3 \text{ VA})^2 - (4800 \text{ W})^2} = \underline{1897,1 \text{ var}}$$

0,5

- b) Der Leistungsfaktor soll mit einer parallelen Kompensationsanlage auf 0,96 verbessert werden. Welche kapazitive Blindleistung wird dazu benötigt?

$$S_2 = \frac{P}{\cos \rho_2} = \frac{4800 \text{ W}}{0,96} = \underline{5000 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{(5000 \text{ VA})^2 - (4800 \text{ W})^2} = \underline{1400 \text{ var}}$$

0,5

$$Q_c = Q - Q_2 = 1897,1 \text{ var} - 1400 \text{ var} = \underline{497,1 \text{ var}}$$

1

13. Kälteapparate Leistungsziel-Nr. 5.2.4b

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Kälteapparate	richtig	falsch
Durch das Verdichten des Kältemittels erhöht sich die Temperatur des Kältemittels.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Kapillarrohr ist ein kurzes, dickes Rohr.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Im Kondensator verdampft das Kältemittel wieder.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Beim Verdampfen des Kältemittels wird dem Kühlraum Wärme entzogen.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

14. Fundamentale Systemgrößen Leistungsziel-Nr. 3.2.3b

2

Ein $60 \, \Omega$ Widerstand liegt an einer Wechselspannung von $230 \, \text{V} / 50 \, \text{Hz}$.

Berechnen Sie:

a) den Scheitelwert der Spannung.

0,5

$$\hat{u} = \sqrt{2} \cdot U = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = \underline{\underline{325 \text{ V}}}$$

b) den Effektivwert des Stromes.

0,5

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{60 \, \Omega} = \underline{\underline{3,83 \text{ A}}}$$

c) die Periodendauer.

0,5

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ Hz}} = \underline{\underline{0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}}}$$

d) die Kreisfrequenz.

0,5

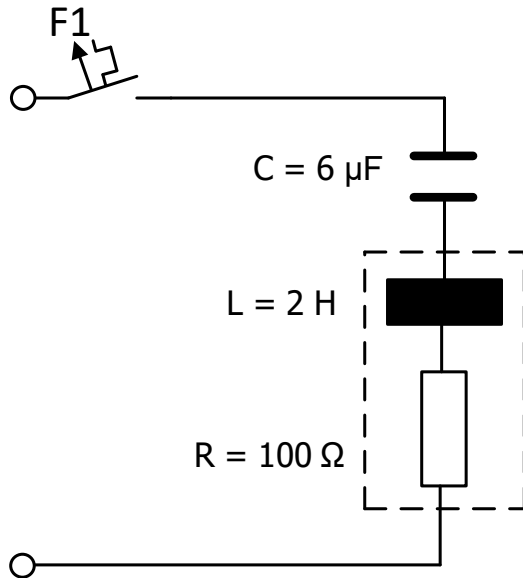
$$\omega = 2\pi \cdot f = 6,28 \cdot 50 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{314 \frac{1}{\text{s}}}}$$

Punkte
pro
Seite:

15. Wechselspannungswiderstände Leistungsziel-Nr. 3.2.7b

3

Am Einheitsnetz 230 V / 50 Hz ist eine Spule mit der Induktivität 2 H und dem Wirkwiderstand 100 Ω angeschlossen.
Dieser Spule wird ein Kondensator ($C = 6 \mu\text{F}$) in Serie vorgeschaltet.



Berechnen Sie:

a) den induktiven Blindwiderstand.

1

$$X_L = 2 \pi \cdot f \cdot L = 2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 2 \text{ H} = \underline{\underline{628 \Omega}}$$

b) den kapazitiven Blindwiderstand.

1

$$X_C = \frac{1}{2 \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2 \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}} = \underline{\underline{531 \Omega}}$$

c) den Strom in der Schaltung.

1

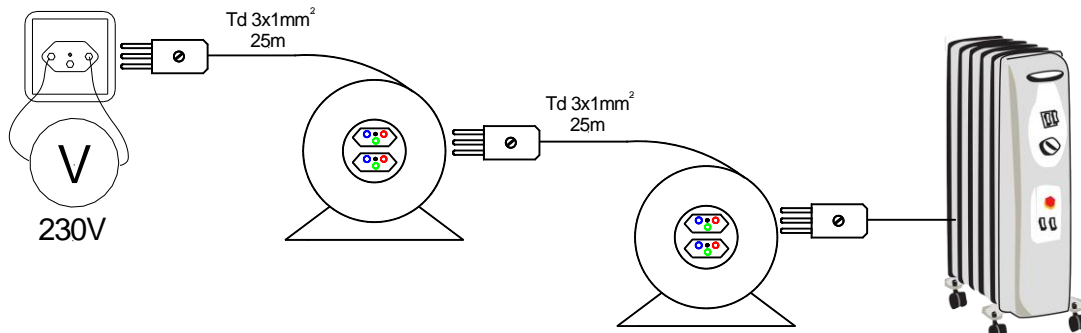
$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(100 \Omega)^2 + (628,3 \Omega - 530,5 \Omega)^2} = \underline{\underline{140 \Omega}}$$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{230 \text{ V}}{140 \Omega} = \underline{\underline{1,64 \text{ A}}}$$

16. Leistung bei Spannungsschwankungen Leistungsziel-Nr. 3.2.4b

2

Ein Heizofen (230 V / 2,3 kW) wird an zwei Kabelrollen mit je 25 Meter (Td 3 x 1 mm²) betrieben. In Betrieb werden an der Wandsteckdose 230 V gemessen. Welche Leistung hat der Heizofen in Betrieb?



$$R_{Ofen} = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{(230 \text{ V})^2}{2300 \text{ W}} = \underline{23 \Omega}$$

0,5

$$R_L = \frac{\rho \cdot l \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \Omega \text{ mm}^2 \cdot 2 \cdot 25 \text{ m} \cdot 2}{\text{m} \cdot 1 \text{ mm}^2} = \underline{1,75 \Omega}$$

0,5

$$I' = \frac{U_{Anfang}}{R_{Ofen} + R_L} = \frac{230 \text{ V}}{23 \Omega + 1,75 \Omega} = \underline{9,3 \text{ A}}$$

0,5

$$P' = I'^2 \cdot R_{Ofen} = (9,3 \text{ A})^2 \cdot 23 \Omega = \underline{\underline{1,989 \text{ kW}}}$$

0,5

Expertenhinweis: Auch andere Lösungswege möglich.

17. Gebäudeautomation Leistungsziel-Nr. 5.5.1b

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Gebäudeautomation	richtig	falsch
Bei der Gebäudeautomation sind alle Verbraucher mit allen Befehlsgebern über ein oder mehrere Medien miteinander verbunden.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verbraucher sind Sensoren, Befehlsgeber sind Aktoren.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bei allen Formen der Gebäudeautomation braucht es zwingend eine zweidrahtige Leitung.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Als Topologie kommt bei allen Gebäudeautomationen nur die Linienstruktur zum Einsatz.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

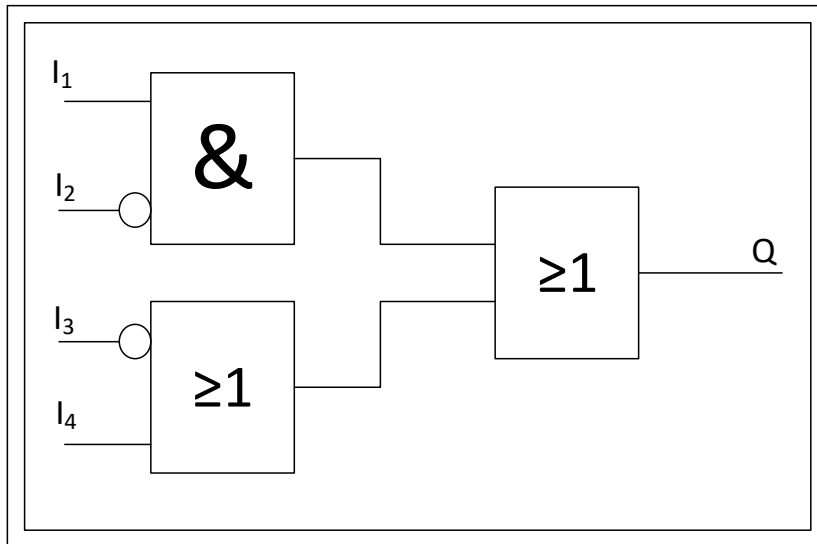
Punkte
pro
Seite:

18. Digitale Bausteine Leistungsziel-Nr. 3.1.1b

3

Erstellen Sie die Wahrheitstabelle aus der Logischen Schaltung.

Logische Schaltung:



Wahrheitstabelle:

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

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

0,5

Punkte
pro
Seite:

19. Motoreigenschaften Leistungsziel-Nr. 5.2.5b

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen zu Motoreigenschaften	richtig	falsch
Ein Motor wandelt elektrische Energie in mechanische Energie um.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ein Wechselstrommotor hat weniger Blindleistung als ein Wassererwärmer.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ein Motor mit der Aufschrift 400 V / 230 V, 1,7 A / 3 A ist in unserem Netz, Dreieck zu schalten.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Die aufgenommene Wirkleistung ist immer kleiner als die abgegebene Leistung an der Welle.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ein Motorschutzrelais schaltet direkt den Motor aus.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Die Scheinleistung eines Motors kann mit dem Wattmeter gemessen werden.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

3

0,5

0,5

0,5

0,5

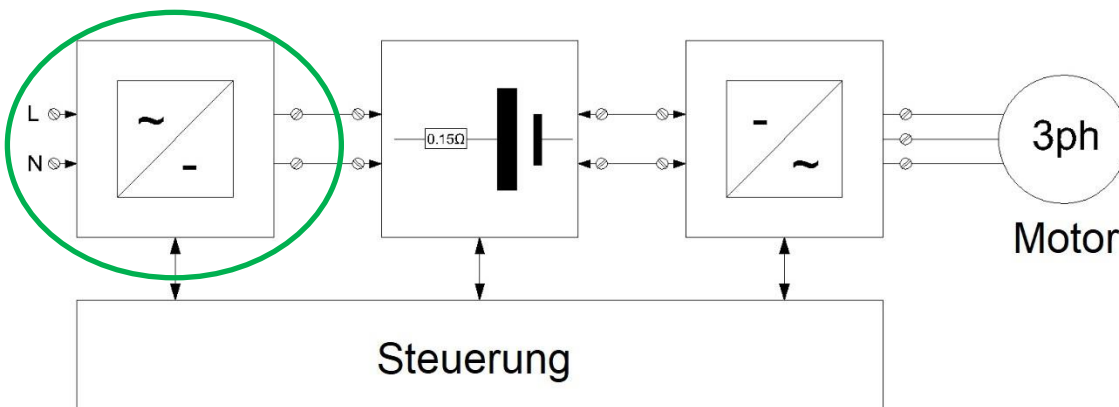
0,5

0,5

20. Stromrichter Leistungsziel-Nr. 5.4.3b

Die Grafik zeigt das Blockschaltbild eines Frequenzumrichters mit Zwischenkreis.

a) Kreisen Sie den Gleichrichter ein:



2

1

b) Kreuzen Sie in der Tabelle die richtige Aussage an:

Aussage zum Stromrichter	stimmt	stimmt nicht	Nein, AC
Der Energiespeicher wird mit Gleichspannung gespeist	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

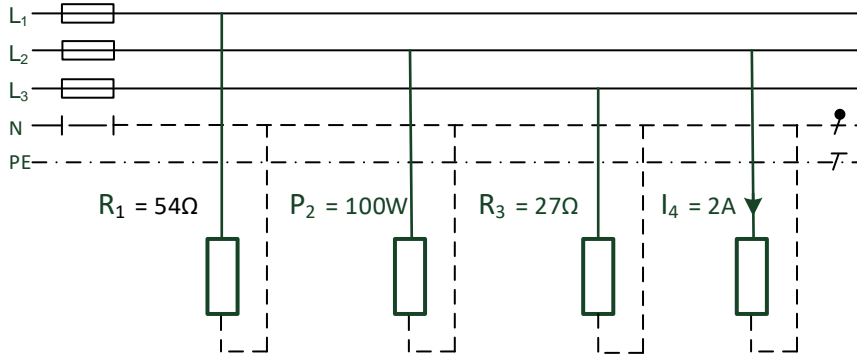
1

Punkte
pro
Seite:

21. Dreiphasensystem *Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*

In unserem Einheitsnetz 3 x 400 V / 230 V werden vier ohmsche Verbraucher angeschlossen.

a) Zu berechnen sind die Ströme in den Zuleitungen (I_{L1} , I_{L2} , I_{L3}):

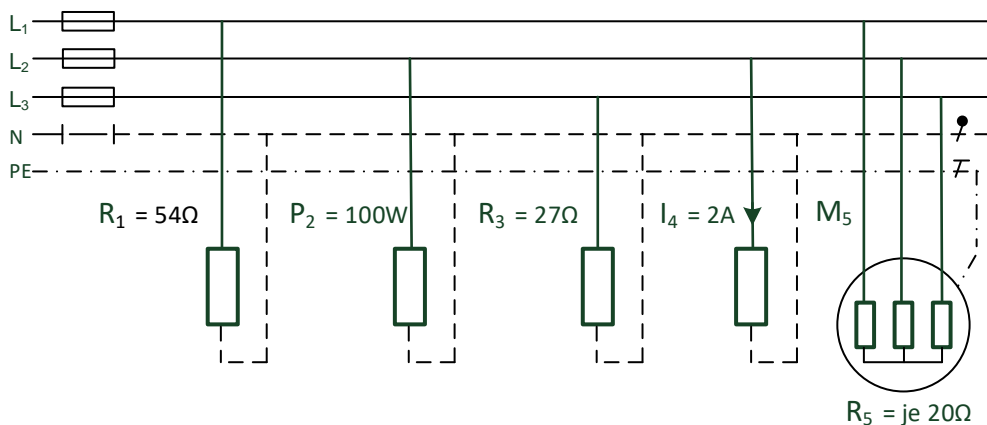


$$I_{L1} = \frac{U_{L1}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{54 \Omega} = \underline{\underline{4,26 \text{ A}}}$$

$$I_{L2} = \frac{P_{R2}}{U_{L2}} + I_4 = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} + 2 \text{ A} = \underline{\underline{2,43 \text{ A}}}$$

$$I_{L3} = \frac{U_{L3}}{R_3} = \frac{230 \text{ V}}{27 \Omega} = \underline{\underline{8,52 \text{ A}}}$$

b) Zusätzlich wurde ein Drehstromverbraucher an das Einheitsnetz geschaltet. Durch die Belastungsänderung steigen die Ströme in den Aussenleitern.



Kreuzen Sie in der Tabelle die richtige Aussage an:

Aussage zu Dreiphasensystem	steigt	bleibt so wie vorher	sinkt
Neutralleiterstrom	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

22. Drehstrommotor Leistungsziel-Nr. 5.3.4a

3

a) Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung P_{auf} des Elektromotors:

Siemens AG	
Typ: T3A 132S-4	Nr. 230816
3 ~ Motor	50 Hz
S1 100 % ED	Δ Y 400/690 V
IP 54	52.8 / 30.4 A
Iso. – Kl. F	30 kW
IE3 89.6 %	$\cos \varphi = 0.88$
PTC 155° C	1430 1/min.



$$P_{\text{zu}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 52,8 \text{ A} \cdot 0,88 = \underline{\underline{32'191 \text{ W} = 32,2 \text{ kW}}}$$

1

b) Wie gross ist der Wirkungsgrad des Elektromotors?

$$\eta = \frac{P_{\text{ab}}}{P_{\text{zu}}} = \frac{30 \text{ kW}}{32,2 \text{ kW}} = \underline{\underline{0,932 \text{ oder } 93,2 \%}}$$

1

c) Kreuzen Sie in der Tabelle die richtige Aussage an:

1

Auf welchen Wert wird die Stromstärke am Motorschutzschalter / Motorschutzrelais bei Direktanlauf eingestellt?				
Stromstärke in Ampere	91,35 A	52,8 A	74,66 A	30,4 A
Lösung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>