Vorlage Expertinnen und Experten

90 Minuten	**24 Aufgaben**	**16 Seiten**	**63 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.**

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg! ☺

Notenskala

6,0	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
63,0-60,0	59,5-54,0	53,5-47,5	47,0-41,0	40,5-35,0	34,5-28,5	28,0-22,5	22,0-16,0	15,5-9,5	9,0-3,5	3,0-0,0

Aus didaktischen Gründen werden die Lösungen nicht abgegeben

(Beschluss der Aufgabenkommission vom 09.09.2008)

Sperrfrist:
Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem 1. September 2018 zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch:
Arbeitsgruppe QV des VSEI für den Beruf Elektroplanerin EFZ / Elektroplaner EFZ

Herausgeber:
SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

1. Netzebenen *Leistungsziel-Nr. 5.1.1b* — 2

Ergänzen Sie diese Tabelle.

Bezeichnung	**Netzebene**	
Höchstspannung	220 kV / 380 kV	0,5
Hochspannung	**50 kV bis 150 kV**	0,5
Mittelspannung	>1 kV bis <50 kV	0,5
Niederspannung	**<1 kV**	0,5

2. Thermische Vorgänge *Leistungsziel-Nr.* 3.5.4b — 2

Eine Elektroheizung mit einer elektrischen Leistung von 5 kW liefert in einer Stunde und vierzig Minuten 22‘140 kJ thermische Energie.

Bestimmen Sie den Wirkungsgrad der Anlage.

$$\mathbf{t = 1 \cdot 3'600s + 40 \cdot 60\ s = \underline{6'000\ s}}$$ (0,5)

$$\mathbf{W_{Zu} = P \cdot t = 5\ kW \cdot 6'000\ s = \underline{30'000\ kWs}}$$ (0,5)

$$\boldsymbol{\eta = \frac{W_{Ab}}{W_{Zu}} = \frac{22'140\ kJ}{30'000\ kWs} = \underline{\underline{0,738}}}$$ (1)

3. Wärmegeräte *Leistungsziel-Nr. 5.3.5b* — 2

Bewerten Sie die Aussagen zu einem Induktionskochfeld mit richtig oder falsch.

Aussagen	**Richtig**	**Falsch**	
Das eingeschaltete Kochfeld erkennt man an den sichtbar glühend, roten Heizwicklungen	☐	☒	
Magnetische Wechselfelder durchdringen die Glaskeramik fast verlustlos	☒	☐	0,5
Durch die gute Wärmeleitung von Aluminium-Pfannen sind diese bestens geeignet für Induktionskochfelder	☐	☒	0,5
Wärmeübertragung vorwiegend mit Wärmeleitung	☐	☒	0,5
Kochfläche bleibt nahezu kalt, weil nur der Pfannenboden erhitzt wird	☒	☐	0,5

Punkte pro Seite:

4. Energie, Leistung, Wirkungsgrad ***Leistungsziel-Nr. 3.5.2b*** **3**

Eine Grundwasserpumpe fördert in der Sekunde 100 Liter Wasser aus einer Tiefe von 30 m. Der Pumpenwirkungsgrad beträgt 60 %.
Der mit der Pumpe direkt gekoppelte Elektromotor nimmt 60 kW elektrische Leistung auf.

Berechnen Sie:

a) die mechanische Leistung des Elektromotors. 2

$$\mathbf{P_{abM} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t \cdot \eta_P} = \frac{100\ kg \cdot 9,81\ \frac{N}{kg} \cdot 30\ m}{1\ s \cdot 0,6} = \underline{\underline{49'050\ W}} = \underline{\underline{49,1\ kW}}}$$

b) den Wirkungsgrad des Motors. 1

$$\mathbf{\eta_M = \frac{P_{abM}}{P_{zuM}} = \frac{49,1\ kW}{60\ kW} = \underline{\underline{0,818}}}$$

5. Berechnungen von Lichttechnischen Grössen ***Leistungsziel-Nr. 5.3.3b*** **2**

Die Beleuchtung eines Büros mit der Fläche 42 m^2 wird mit LED Lampen 120 lm / W ausgeführt. Es wird eine mittlere Beleuchtungsstärke von 600 Lux verlangt.

Berechnen Sie die elektrische Anschlussleistung, wenn der Beleuchtungswirkungsgrad 80 % ist und der Wartungsfaktor mit 0,8 angenommen wird.

$$\mathbf{\Phi = \frac{E \cdot A}{\eta_B \cdot WF} = \frac{600\ lx \cdot 42\ m^2}{0,8 \cdot 0,8} = \underline{39'375\ lm}}$$ (1)

$$\mathbf{P_{el.} = \frac{\Phi}{\eta} = \frac{39'375\ lm}{120\ \frac{lm}{W}} = \underline{\underline{328\ W}}}$$ (1)

Punkte pro Seite:

6. Berechnungen mit fundamentale Systemgrössen *Leistungsziel-Nr. 3.2.3b* **2**

Ein am 230 V / 50 Hz angeschlossener 2 kW Heizofen nimmt 1‘760 W auf.

a) Berechnen Sie die Spannung am Betriebsort des Ofens. 1

$$\mathbf{R = \frac{U^2}{P} = \frac{(230\ V)^2}{2000\ W} = \underline{26,45\ \Omega}}$$

$$\mathbf{U` = \sqrt{P` \cdot R} = \sqrt{1760\ W \cdot 26,45\ \Omega} = \underline{\underline{215,8\ V}}}$$

oder

$$\mathbf{U` = \sqrt{\frac{U^2 \cdot P`}{P}} = \sqrt{\frac{(230\ V)^2 \cdot 1760\ W}{2000\ W}} = \underline{\underline{215,8\ V}}}$$

b) Wie gross ist die prozentuale Abweichen von der Bemessungsleistung? 1

$$\mathbf{\Delta P = P - P` = 2000\ W - 1760\ W = \underline{240\ W}}$$

$$\mathbf{\Delta P_{\%} = \frac{\Delta P \cdot 100\ \%}{P} = \frac{240\ W \cdot 100\ \%}{2000\ W} = \underline{\underline{12\ \%}}}$$

7. Transformatoren *Leistungsziel-Nr. 5.2.8b* **2**

Bei kurzgeschlossener Ausgangswicklung eines 230 V / 24 V Transformators messen wir den Ausgangsbemessungsstrom von 100 A. Die Kurzschlussspannung am Eingang ist bei dieser Messung 40 V.

Berechnen Sie:

a) die Kurzschlussspannung in Prozent. 1

$$\mathbf{u_k = \frac{100\ \% \cdot U_k}{U_2} = \frac{100\ \% \cdot 40\ V}{230\ V} = \underline{\underline{17,4\ \%}}}$$

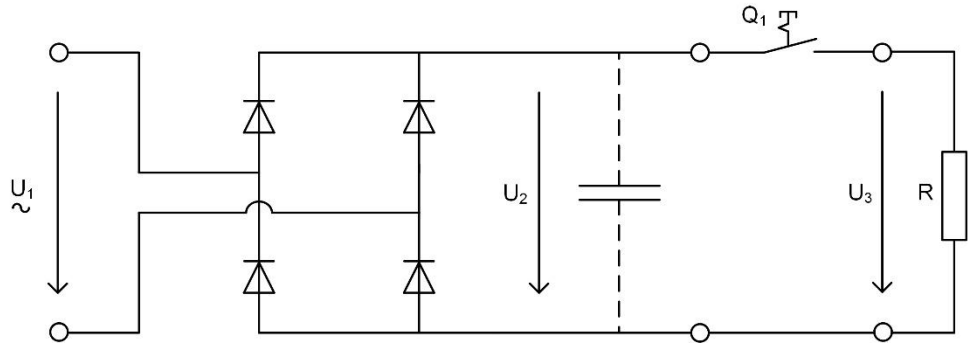
b) den Dauerkurzschlussstrom. 1

$$\mathbf{I_{kd} = \frac{100\ \% \cdot I_2}{u_k} = \frac{100\ \% \cdot 100\ A}{17,4\ \%} = \underline{\underline{575\ A}}}$$

Punkte pro Seite:

8. Analoge Grundschaltungen ***Leistungsziel-Nr. 3.3.1b*** **3**

Eine Gleichrichterschaltung wird mit der sinusförmigen Spannung U_1 gespiesen.

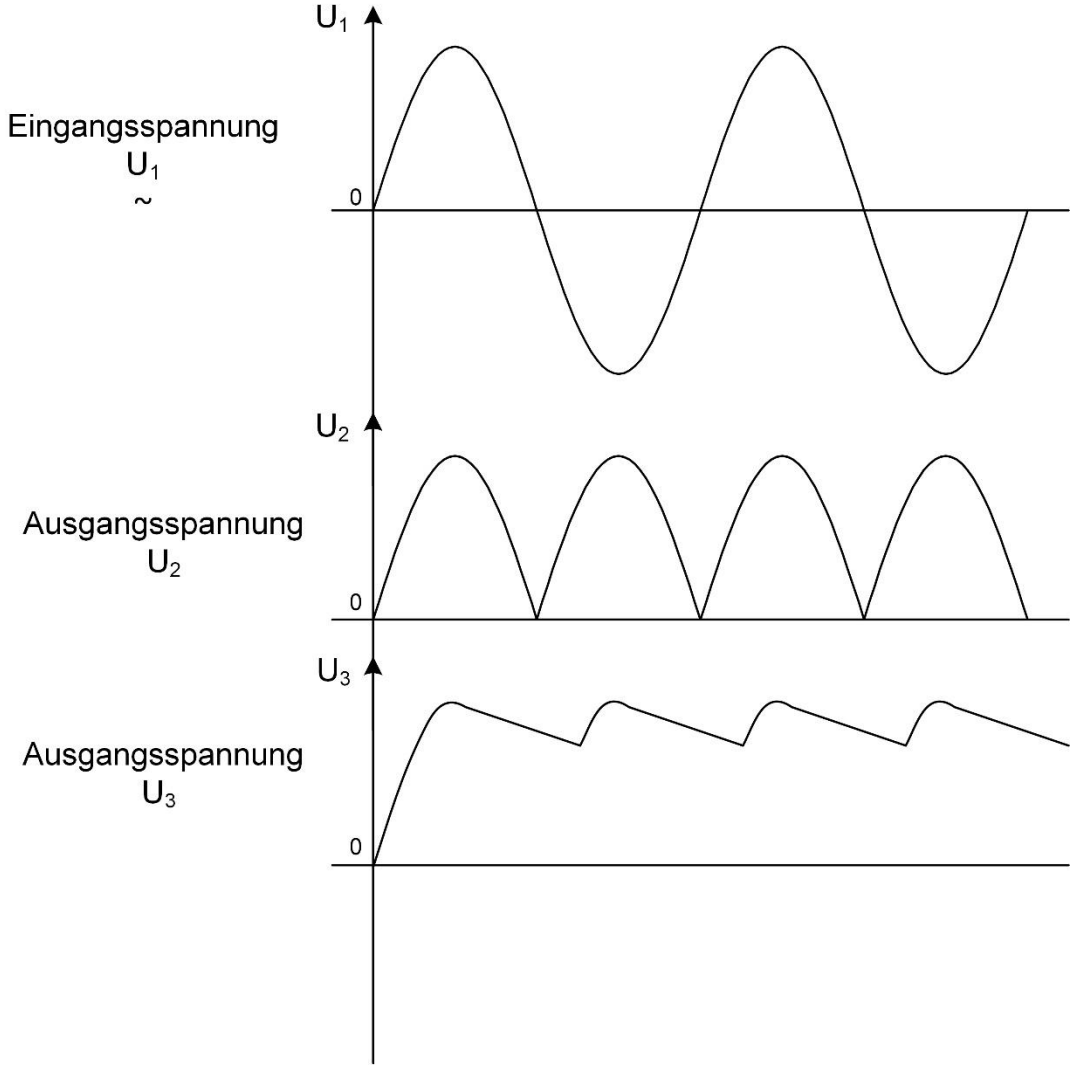


Zeichnen Sie:

a) den Spannungsverlauf für U_1. 1

b) den Spannungsverlauf für U_2 bei geöffneten Schalter Q_1. 1

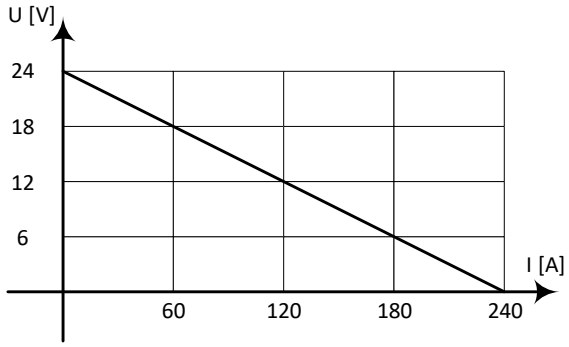
c) den Spannungsverlauf für U_3 bei geschlossenem Schalter Q_1. 1



Punkte pro Seite:

9. Elektrochemische Grössen *Leistungsziel-Nr. 3.5.5b* 2

Kennlinie eines Akkumulators.



Bestimmen Sie oder berechnen Sie daraus:

a) die Leerlaufspannung. 0,5

$$U_{o=} \underline{\underline{24\ V}}$$

b) den Kurzschlussstrom. 0,5

$$I_{k=} \underline{\underline{240\ A}}$$

c) den Innenwiderstand. 0,5

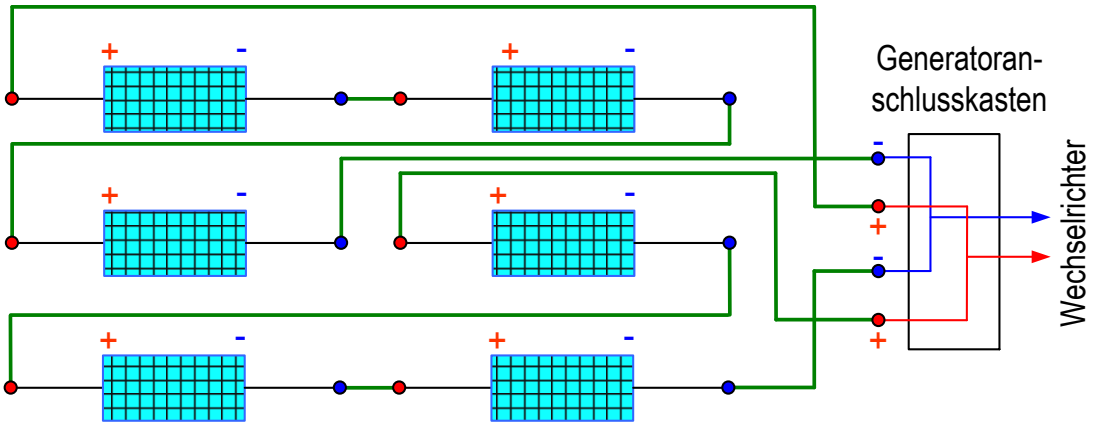
$$R_i = \frac{U_o}{I_k} = \frac{24\ V}{240\ A} = \underline{\underline{0,1\ \Omega}}$$

d) die Klemmenspannung bei einer Belastung von 180 A. 0,5

$$U_{=} \underline{\underline{6\ V}}$$

10. PV-Anlagen *Leistungsziel-Nr. 5.3.10b* 2

Zeichnen Sie in der vorgegebenen PV-Anlage die Verbindungen ein. Die sechs Solarmodule liefern je eine Spannung von 30 V_{DC}. Der Wechselrichter ist für einen Spannungsbereich von 180 V bis 400 V ausgelegt.

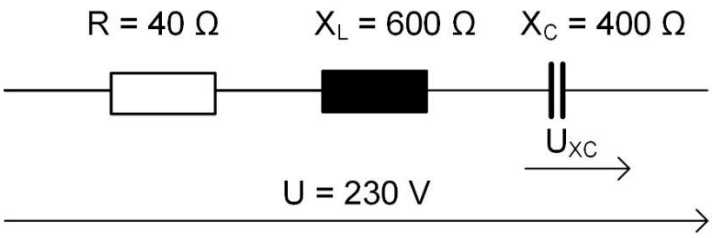


(Expertenhinweis: pro richtigen Stromkreis 1 Pt.)

Punkte pro Seite:

11. Energiewandlungen ***Leistungsziel-Nr. 5.4.2b*** **3**

Am Einheitsnetz 230 V / 50 Hz ist die unten abgebildete Serieschaltung angeschlossen.



Berechnen Sie:

a) die Gesamtimpedanz. 1

$$\mathbf{Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(40\ \Omega)^2 + (600\ \Omega - 400\ \Omega)^2} = \underline{\underline{204\ \Omega}}}$$

b) den Strom in der Schaltung. 1

$$\mathbf{I = \frac{U}{Z} = \frac{230\ V}{204\ \Omega} = \underline{\underline{1,13\ A}}}$$

c) die Spannung am Kondensator. 1

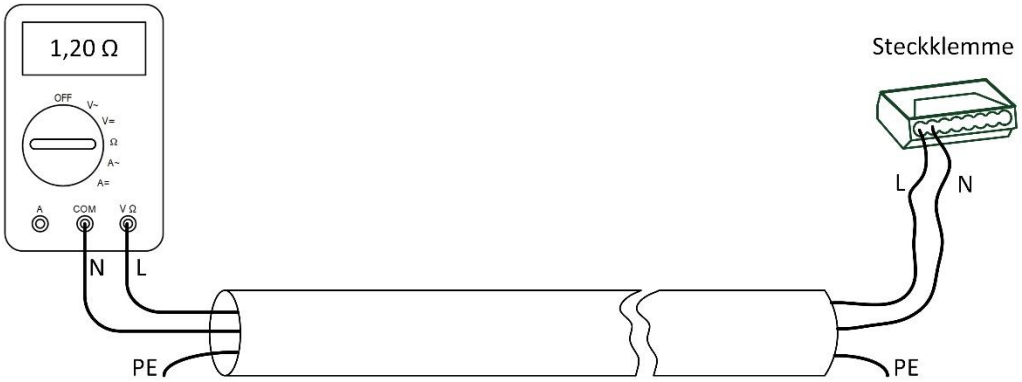
$$\mathbf{U_{XC} = I \cdot X_C = 1,13\ A \cdot 400\ \Omega = \underline{\underline{452\ V}}}$$

Punkte pro Seite:

12. Widerstandsgrössen ***Leistungsziel-Nr. 3.2.7b*** **2**

Ein Elektroinstallateur misst mit einem Ohmmeter an einer Leiterschlaufe aus Kupfer mit einem Querschnitt von 1,5 mm² einen Widerstand von 1,2 Ω.

$(\rho = 0{,}0175\ \frac{\Omega \cdot \mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}})$



Berechnen Sie:

a) die Leitungslänge. 1

$$\ell = \frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{R_L}}{\boldsymbol{\rho} \cdot \mathbf{2}} = \frac{\mathbf{1{,}5\ mm^2 \cdot 1{,}2\ \Omega}}{\mathbf{0{,}0175\ \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot 2}} = \underline{\underline{\mathbf{51{,}4\ m}}}$$

b) den Spannungsfall in Volt, wenn durch die Leiterschlaufe ein Strom von 6 A fliesst. 1

$$\mathbf{U_v = I \cdot R_L = 6\ A \cdot 1{,}2\ \Omega = \underline{\underline{7{,}2V}}}$$

13. Elektrische Maschinen ***Leistungsziel-Nr. 5.3.6b*** **2**

Eigenschaften von Universalmotoren (Einphasenseriemotoren).

Kreuzen Sie richtig oder falsch an.

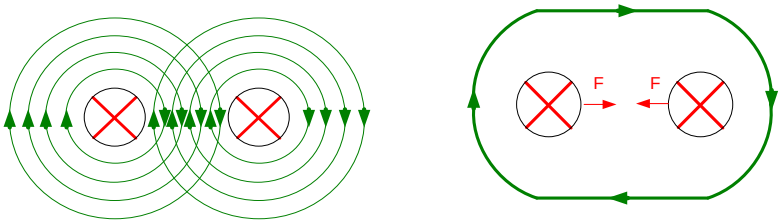
Behauptungen	richtig	falsch	
Die Änderung der Drehzahl erfolgt über Spannungsänderung.	☒	☐	0,5
Die Drehrichtung kann durch vertauschen von L und N erreicht werden.	☐	☒	0,5
Die Drehzahl ist von der Belastung abhängig.	☒	☐	0,5
Stator (Feld) und Anker sind parallel geschaltet.	☐	☒	0,5

Punkte pro Seite:

14. Elektromagnetische Felder ***Leistungsziel-Nr. 3.2.5*** **2**

Zwei parallele, stromdurchflossene Leiter üben Kräfte aufeinander aus.
a) Zeichnen Sie das Feldlinienbild für die vorgegebene Stromrichtung. 1

oder

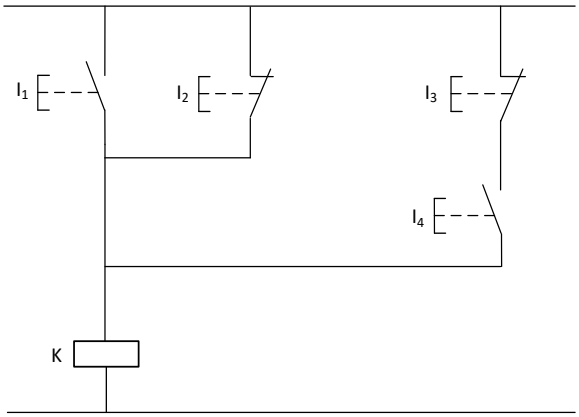


b) Wie ist die Kraftrichtung zwischen diesen beiden Leitern? 1

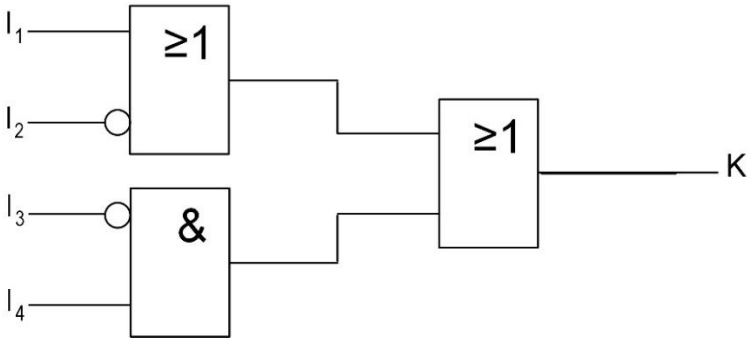
Gleiche Stromrichtung bewirkt eine gegenseitige Anziehung.

15. Speicherprogrammierbare Kleinsteuerungen ***Leistungsziel-Nr. 5.5.4b*** **2**

Gegeben ist eine Relaissteuerung mit vier Tastern.



Ergänzen Sie die einzelnen Funktionsblöcke und Verbindungslinien, damit die Schaltung mit der gegebenen Steuerung übereinstimmt.

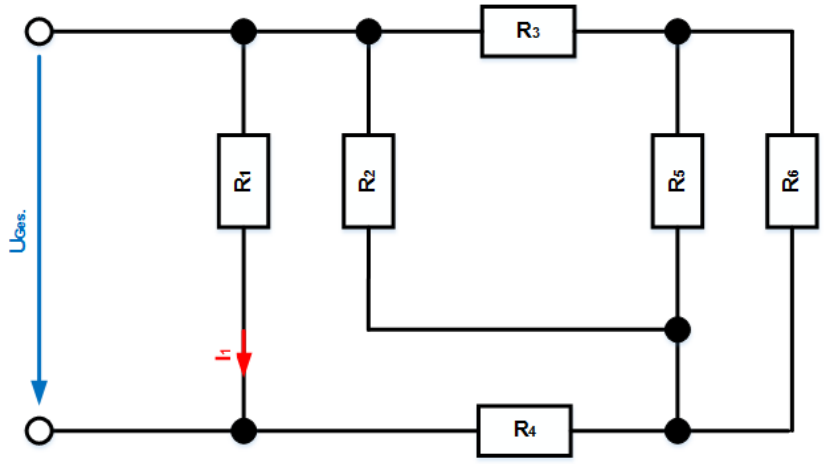


(Expertenhinweis: pro richtiges Bauteil 0,5 Pt., Schaltung richtig 0,5 Pt.)

Punkte pro Seite:

16. Kirchhoffsche Gesetze ***Leistungsziel-Nr. 5.4.3b*** **5**

a) Berechnen Sie den Gesamtwiderstand R_{Ges} (alle Widerstände haben 2 kΩ, I_1 = 50 mA). 2,5



$$R_{56.} = \frac{R_5 \cdot R_6}{R_5 + R_6} = \frac{2\ k\Omega \cdot 2\ k\Omega}{2\ k\Omega + 2\ k\Omega} = \underline{1\ k\Omega}$$ (0,5)

$$R_{356} = R_3 + R_{56} = 1\ k\Omega + 2\ k\Omega = \underline{3\ k\Omega}$$ (0,5)

$$R_{2356} = \frac{R_2 \cdot R_{356}}{R_2 + R_{356}} = \frac{2\ k\Omega \cdot 3\ k\Omega}{2\ k\Omega + 3\ k\Omega} = \underline{1,2\ k\Omega}$$ (0,5)

$$R_{3456} = R_4 + R_{3256} = 2\ k\Omega + 1,2\ k\Omega = \underline{3,2\ k\Omega}$$ (0,5)

$$R_{Ges.} = \frac{R_1 \cdot R_{23456}}{R_1 + R_{23456}} = \frac{2\ k\Omega \cdot 3,2\ k\Omega}{2\ k\Omega + 3,2\ k\Omega} = \underline{\underline{1,23\ k\Omega}}$$ (0,5)

b) Berechnen Sie am Widerstand R_4 die Leistung P_4. 2,5

$$U_{Ges.} = U_1 = R_1 \cdot I_1 = 2\ k\Omega \cdot 50\ mA = \underline{100\ V}$$ (0,5)

$$I_{Ges.} = \frac{U_{Ges}}{R_{Ges}} = \frac{100\ V}{1,23\ k\Omega} = \underline{81,3\ mA}$$ (0,5)

$$I_4 = I_{Ges.} - I_1 = 81,3\ mA - 50\ mA = \underline{31,3\ mA}$$ (0,5)

$$P_4 = I_4^2 \cdot R_4 = (31,3\ mA)^2 \cdot 2\ k\Omega = \underline{\underline{1,96\ W}}$$ (1)

Punkte pro Seite:

17. Berechnungen von Lichttechnischen Grössen ***Leistungsziel-Nr. 5.3.3b*** **2**

Ein Schulungsraum 12 m lang und 10 m breit, soll mit 600 Lux beleuchtet werden.
Der Beleuchtungswirkungsgrad beträgt 50 %, und der Planungsfaktor wird mit 1,25 angenommen.
Berechnen Sie die Anzahl FL- Einbauleuchten mit einem Lichtstrom von je 3200 lm.

$$\mathbf{A = l \cdot b = 12\ m \cdot 10\ m = \underline{120\ m^2}}$$ (0,5)

$$\Phi = = \frac{\mathbf{E \cdot A \cdot P}}{\boldsymbol{\eta_B}} = \frac{\mathbf{600\ lx \cdot 120\ m^2 \cdot 1,25}}{\mathbf{0,5}} = \underline{\mathbf{180'000\ lm}}$$ (1)

$$\mathbf{n} = \frac{\Phi}{\Phi_L} = \frac{\mathbf{180'000\ lm}}{\mathbf{3200\ lm}} = \mathbf{56,25} = \underline{\underline{\mathbf{57\ Stk.}}}$$ (0,5)

18. Schutzorgane ***Leistungsziel-Nr. 5.2.6b*** **4**

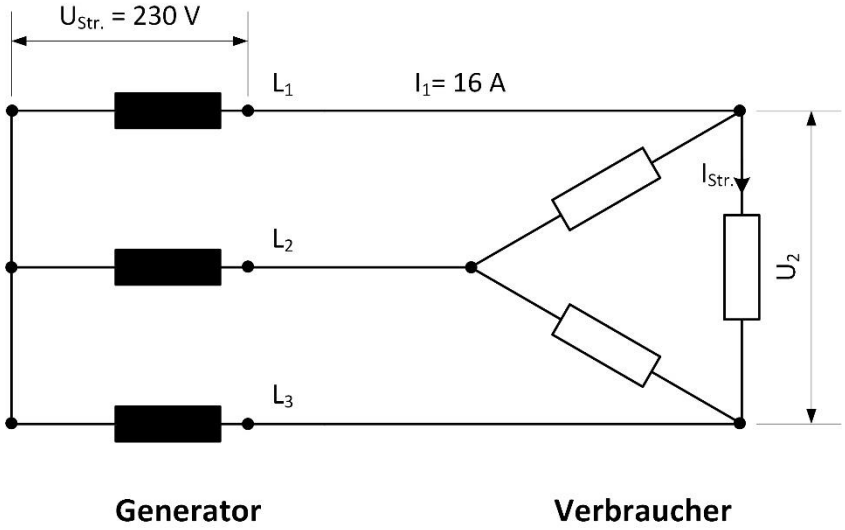
Kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

Ereignis	Fehlerstrom-schutzschalter 30 mA		Leitungsschutz-schalter 13 A Typ C		
	Auslösung		Auslösung		
	Ja	Nein	Ja	Nein	
Erdschluss zwischen L und PE	☒	☐	☒	☐	1
Isolationsfehler im Neutralleiter im Kabel mit 80 mA Kriechstrom gegen PE	☒	☐	☐	☒	1
Isolationsfehler am Aussenleiter L im Kabel mit 10 mA Kriechstrom gegen PE	☐	☒	☐	☒	1
Infolge Überlast fliesst im Aussenleiter 18 A	☐	☒	☒	☐	1

Punkte pro Seite:

19. Dreiphasensystem ***Leistungsziel-Nr. 5.4.4b*** **3**

Drehstromschaltung mit symmetrischer Belastung.



Berechnen Sie:

a) den Strangstrom $I_{Str.}$. 1

$$\mathbf{I_{Str.} = \frac{I_1}{\sqrt{3}} = \frac{16\ A}{\sqrt{3}} = \underline{\underline{9,24\ A}}}$$

b) die Spannung U_2. 1

$$\mathbf{U_2 = \sqrt{3} \cdot U_{Str.} = \sqrt{3} \cdot 230\ V = \underline{\underline{398\ V}}}$$ **(400 V)**

c) die Gesamtleistung P. 1

$$\mathbf{P = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_1 = \sqrt{3} \cdot 398,4V \cdot 16\ A = \underline{\underline{11'040\ W}} = \underline{\underline{11\ kW}}}$$

(mit 400 V gerechnet 11`085 W)

20. Installationsmaterial ***Leistungsziel-Nr. 5.2.2b*** **1**

Notieren Sie einen wichtigen Vorteil von halogenfreien Installationskanälen?

Sie setzen keine giftigen Gase frei

Geringe Rauchgasentwicklung

Schwer entflammbar

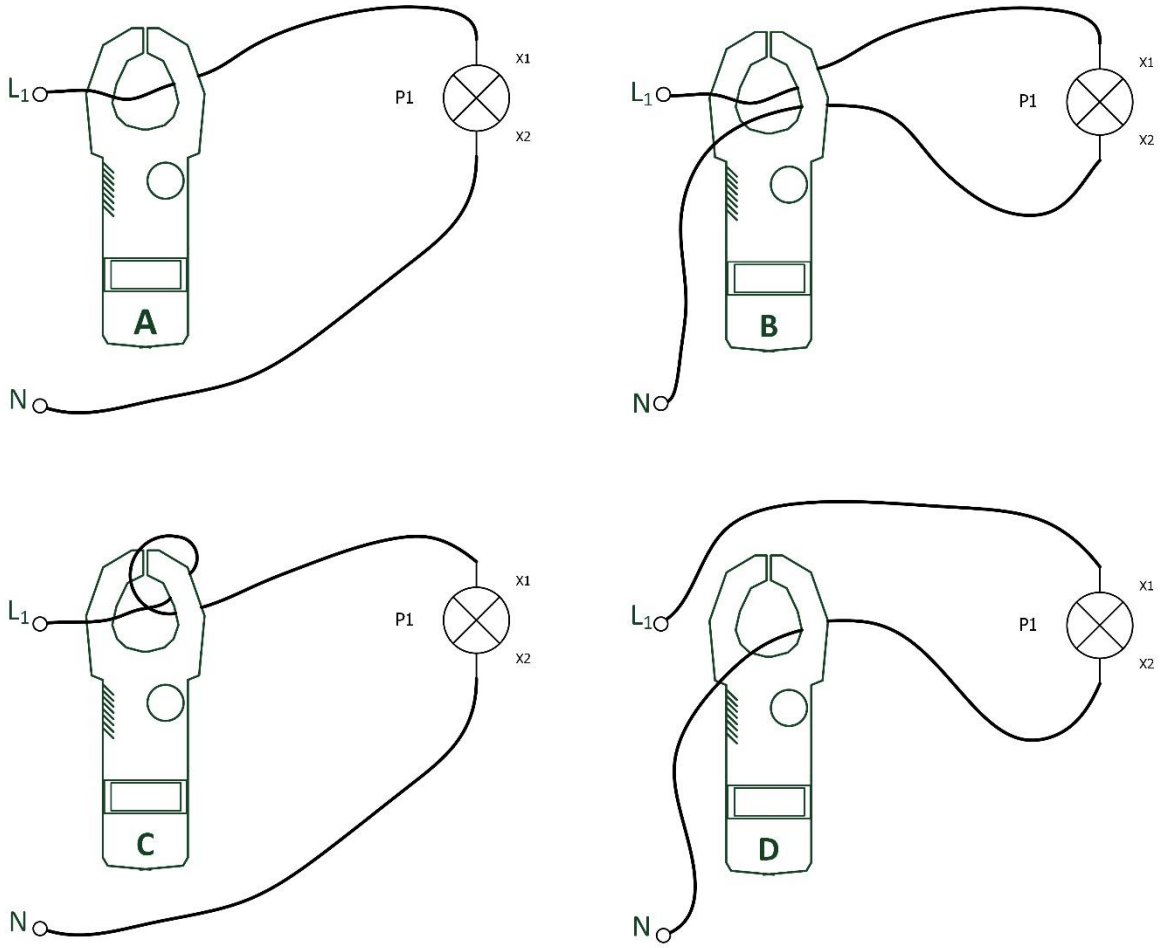
Selbstlöschend

Punkte pro Seite:

21. Messgeräte ***Leistungsziel-Nr. 5.4.6b*** **2**

Mit einem Zangenamperemeter wird der Strom von einer LED Leuchte gemessen.

Ergänzen Sie die Tabelle mit den verschiedenen Messschaltungen.

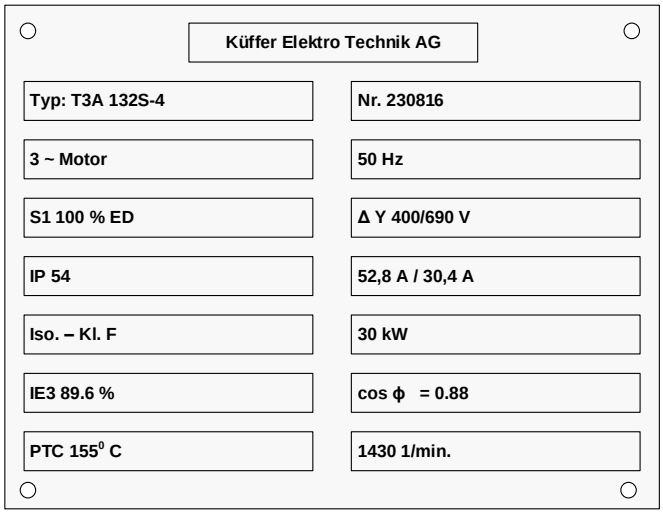


Messwerte	**Mess-gerät A**	**Mess-gerät B**	**Mess-gerät C**	**Mess-gerät D**	**kein Mess-gerät**	
Welches Messgerät zeigt annähernd den gleichen Wert wie Messgerät A an?	☒	☐	☐	☒	☐	0,5
Welches Messgerät zeigt 0 A an?	☐	☒	☐	☐	☐	0,5
Welches Messgerät zeigt 50 % des errechneten Wertes an?	☐	☐	☐	☐	☒	0,5
Welches Messgerät zeigt 200 % des errechneten Wertes an?	☐	☐	☒	☐	☐	0,5

Punkte pro Seite:

22. Energiewandlungen *Leistungsziel-Nr. 3.5.2b* 5

Einem Drehstrommotors werden zur Kompensation, Kondensatoren mit einer kapazitiven Blindleistung von 5 kvar zugeschaltet.



Berechnen Sie aus den Daten des Leistungsschildes:

a) die elektrische Wirkleistung. 1

$$\mathbf{P_{zu} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 52,8\ A \cdot 0,88 = \underline{\underline{32'191\ W}} = \underline{\underline{32,19\ kW}}}$$

b) die Blindleistung Q_L. 1

$$\mathbf{Q_L = P_{zu} \cdot \tan\varphi = 32'191\ W \cdot 0,539 = \underline{\underline{17'375\ var}} = \underline{\underline{17,38\ kvar}}}$$

oder

$$\mathbf{S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 400\ V \cdot 52,8\ A = \underline{36'581\ VA}}$$

$$\mathbf{Q_L = \sqrt{(S)^2 - (P_{zu})^2} = \sqrt{(36'581\ VA)^2 - (32'191\ W)^2} = \underline{\underline{17'375\ var}}}$$

c) den neuen Leistungsfaktor nach der Zuschaltung der Kondensatoren. 2

$$\mathbf{Q_L` = Q_L - Q_c = 17'375\ var - 5'000\ var = \underline{12'375\ var}}$$ (0,5)

$$\mathbf{S` = \sqrt{(P_{zu})^2 + (Q_L`)^2} = \sqrt{(32'191\ W)^2 + (12'375\ var)^2} = \underline{34'488\ VA}}$$ (0,5)

$$\mathbf{\cos\varphi = \frac{P_{zu}}{S`} = \frac{32'191\ W}{34'488\ VA} = \underline{\underline{0,933}}}$$ (1)

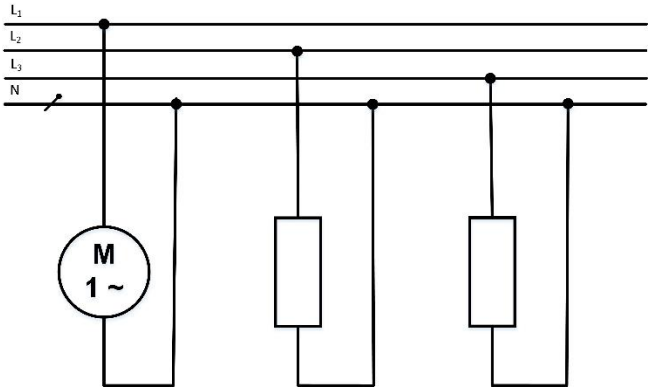
d) den neuen Strom nach der Zuschaltung der Kondensatoren in der Zuleitung. 1

$$\mathbf{I` = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{34'488\ VA}{\sqrt{3} \cdot 400\ V} = \underline{\underline{49,8\ A}}}$$

Punkte pro Seite:

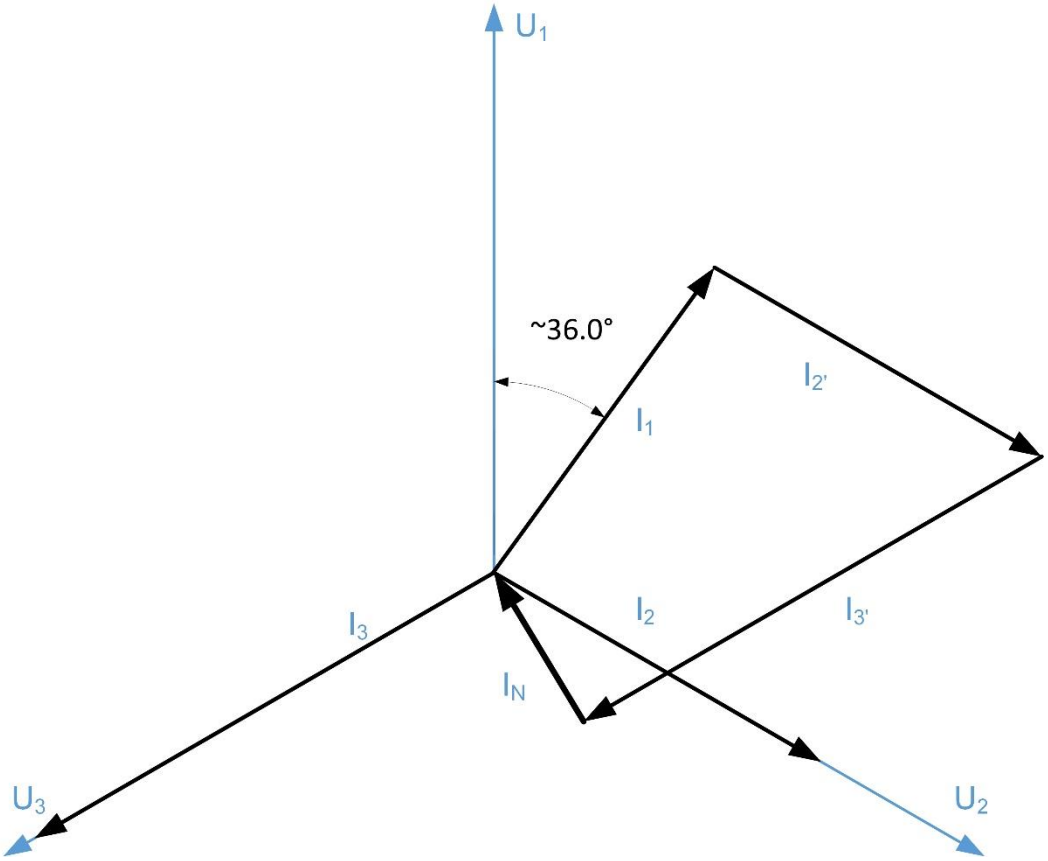
23. Dreiphasensystem ***Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*** **3**

Ein Vierleiter – Drehstromnetz (3 x 400 V / 230 V) wird unterschiedlich belastet.
Bestimmen Sie die Stromstärke im Neutralleiter I_N.



I_1 = 25 A I_2 = 25 A I_3 = 35 A
cos φ = 0,81

Massstab: 1A ≙ 2 mm



I_N = 23 mm ≙ $\underline{\underline{11,5\ A}}$

(richtig 11 A bis 12 A)

(Expertenhinweis: 1,5 Punkte für das richtige Vorgehen und 1,5 Punkte für die richtige Lösung)

Punkte pro Seite:

24. Elektrische Maschinen ***Leistungsziel-Nr. 5.3.6b*** **5**

Auf dem Leistungsschild eines Drehstrommotors stehen die Werte:
12 kW, 3 x 690 / 400 V, 750 min^{-1}, 50 Hz, cos φ = 0,8, η = 85 %.

Berechnen Sie:

a) die elektrische Wirkleistung. 1

$$\mathbf{P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{12'000\ W}{0,85} = \underline{\underline{14'118\ W}} = \underline{\underline{14,12\ kW}}}$$

b) die Scheinleistung. 1

$$\mathbf{S = \frac{P_{zu}}{\cos\varphi} = \frac{14'118\ W}{0,8} = \underline{\underline{17'648\ VA}} = \underline{\underline{17,65\ kVA}}}$$

c) den Strom in der Zuleitung am 3 x 400 V Netz. 1

$$\mathbf{I = \frac{S}{\sqrt{3}\ \cdot U} = \frac{17'648\ VA}{\sqrt{3}\ \cdot 400\ V} = \underline{\underline{25,5\ A}}}$$

d) die Polpaare des Motors. 1

$$\mathbf{P = \frac{f\ \cdot 60\ s}{n} = \frac{50\ Hz\ \cdot 60\ s}{750\ min^{-1}} = \underline{\underline{4\ Polpaare}}}$$

e) Kann der Motor im Anlauf mit Y-Δ- am 3 x 400 V Netz betrieben werden? 1

Ja

Punkte pro Seite: