Berufskenntnisse schriftlich Serie 2019
Position 7
Elektrische Systemtechnik, inkl. Technologische Grundlagen

QV nach BiVo 2015
Elektroinstallateurin EFZ
Elektroinstallateur EFZ

Vorlage Expertinnen und Experten

90 Minuten	**21 Aufgaben**	**13 Seiten**	**44 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
44,0-42,0	41,5-37,5	37,0-33,0	32,5-29,0	28,5-24,5	24,0-20,0	19,5-15,5	15,0-11,0	10,5-7,0	6,5-2,5	2,0-0,0

Aus didaktischen Gründen werden die Lösungen nicht abgegeben

(Beschluss der Aufgabenkommission vom 09.09.2008)

Sperrfrist:
Diese Prüfungsaufgaben dürfen nicht vor dem 1. September 2020 zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch:
Arbeitsgruppe QV des VSEI für den Beruf Elektroinstallateurin EFZ / Elektroinstallateur EFZ

Herausgeber:
SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

1. Baukran / Hubarbeit ***Leistungsziel-Nr. 3.5.3b*** **2**

Ein Baukran hebt eine Last von 1,4 t in 16 Sekunden auf eine Höhe von 7 m.

$(g = 9{,}81\ \frac{N}{kg})$

Bestimmen Sie die Nutzleistung (mechanische Leistung) des Baukrans.

$$\mathbf{P_{ab} = \frac{m \cdot g \cdot h}{t} = \frac{1400\ kg \cdot 9{,}81\ \frac{N}{kg} \cdot 7\ m}{16\ s} = \underline{\underline{6{,}009\ kW}}}$$

2. Transformatoren ***Leistungsziel-Nr. 5.1.6b*** **2**

Ein Einphasentransformator (400 V / 230 V) hat auf der Primärseite 1000 Windungen bei einem Primärstrom von 2,2 A.

Berechnen Sie unter der Vernachlässigung der Transformatorenverluste:

a) den Strom in der Ausgangswicklung. 1

$$\mathbf{I_2 = \frac{U_1 \cdot I_1}{U_2} = \frac{400\ V \cdot 2{,}2\ A}{230\ V} = \underline{\underline{3{,}83\ A}}}$$

b) die Windungszahl der Sekundärseite. 1

$$\mathbf{N_2 = \frac{U_2 \cdot N_1}{U_1} = \frac{230\ V \cdot 1000}{400\ V} = \underline{\underline{575}}}$$

Punkte pro Seite:

3. Beleuchtung eines Lagerraums ***Leistungsziel-Nr. 3.5.8b*** **2**

Ein Lagerraum soll mit 36 W FL-Leuchten mit je 3000 lm beleuchtet werden.

Beleuchtungsstärke:	310 Lux
Raumgrösse:	Länge 12,5 m / Breite 10 m
Gesamtwirkungsgrad:	0,4

a) Bestimmen Sie die Leuchtenanzahl. 1,5

$$\mathbf{A = l \cdot b = 12,5\ m \cdot 10\ m = \underline{125\ m^2}}$$ (0,5)

$$\mathbf{N = \frac{Em \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_{Ges.}} = \frac{310\ lx \cdot 125\ m^2}{3000\ lm \cdot 0,4} = \underline{\underline{32,3\ Leuchten}} = \underline{\underline{33\ Leuchten}}}$$ (1)

(Expertenhinweis: 32 Leuchten auch richtig)

b) Welche Leuchtentechnologie würden Sie als Alternative vorschlagen? 0,5

Begründen Sie Ihren Vorschlag.

LED Leuchten mit grösserem Lichtstrom (grössere Helligkeit) und längerer Lebensdauer, kleinere Baugrössen, bessere Einbaumöglichkeiten

oder

Energieeffizienz verbessern

(Expertenhinweis: eine Begründung reicht)

4. Elektrochemische Zelle ***Leistungsziel-Nr. 3.5.5b*** **3**

Ein Primärelement mit einer Leerlaufspannung von 1,58 V wird mit 10 Ω belastet.
Es fliesst ein Strom von 150 mA.

a) Berechnen Sie die Klemmenspannung. 1

$$\mathbf{U = R_{Last} \cdot I = 10\ \Omega \cdot 0,15\ A = \underline{\underline{1,5\ V}}}$$

b) Berechnen Sie den Innenwiderstand. 2

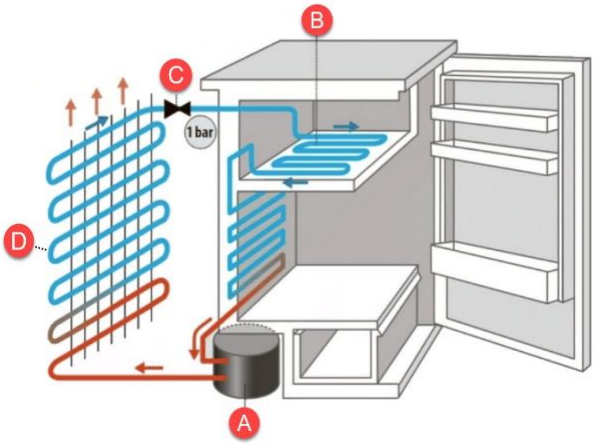
$$\mathbf{U_i = U_0 - U = 1,58\ V - 1,5\ V = \underline{0,08\ V}}$$ (1)

$$\mathbf{R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0,08\ V}{0,15\ A} = \underline{\underline{533\ m\Omega}}}$$ (1)

Punkte pro Seite:

5. Kühlschrank ***Leistungsziel-Nr. 5.2.4b*** **3**

a) Ordnen Sie die Bauteile des Kühlschrankes zu.



A	Kompressor oder Verdichter	0,5
C	Kapillarrohr oder Drosselstrecke oder Expansionsventil	0,5
D	Kondensator oder Verflüssiger	0,5
B	Verdampfer	0,5

b) Kreuzen Sie die Aussagen / Behauptungen als richtig oder falsch an.

Aussagen / Behauptungen	richtig	falsch	
Wärmeabgabe an die Umwelt bei D.	☒	☐	0,5
Die Leistung P eines Haushaltskühlschrankes beträgt ca. 2000 W.	☐	☒	0,5

6. Stromdichte ***Leistungsziel-Nr. 3.2.3b*** **2**

Die Wicklung eines Relais besteht aus Kupferlackdraht (d = 0,12 mm).
Die Stromdichte beträgt 3 A/mm².

Bestimmen Sie die Stromstärke.

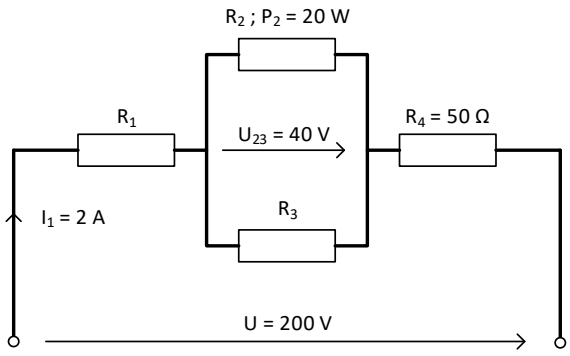
$$\mathbf{A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = (0,12\ mm)^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \underline{0,0113\ mm^2}}$$ (1)

$$\mathbf{I = J \cdot A = 3\ \frac{A}{mm^2} \cdot 0,0113\ mm^2 = \underline{\underline{0,0339\ A}} = \underline{\underline{33,9\ mA}}}$$ (1)

Punkte pro Seite:

7. Gemischte Schaltung ***Leistungsziel-Nr. 5.3.1b*** **3**

Berechnen Sie in dieser Schaltung:



a) den Strom durch R_2. 1

$$\mathbf{I_2 = \frac{P_2}{U_{23}} = \frac{20\ W}{40\ V} = \underline{\underline{0,5\ A}}}$$

b) die Spannung über R_4. 1

$$\mathbf{I_4 = I_1 = 2A}$$

$$\mathbf{U_4 = R_4 \cdot I_4 = 50\ \Omega \cdot 2\ A = \underline{\underline{100\ V}}}$$

c) den Widerstand R_3. 1

$$\mathbf{I_3 = I_1 - I_2 = 2\ A - 0,5\ A = \underline{1,5\ A}}$$

$$\mathbf{R_3 = \frac{U_{23}}{I_3} = \frac{40\ V}{1,5\ A} = \underline{\underline{26,7\ \Omega}}}$$

Punkte pro Seite:

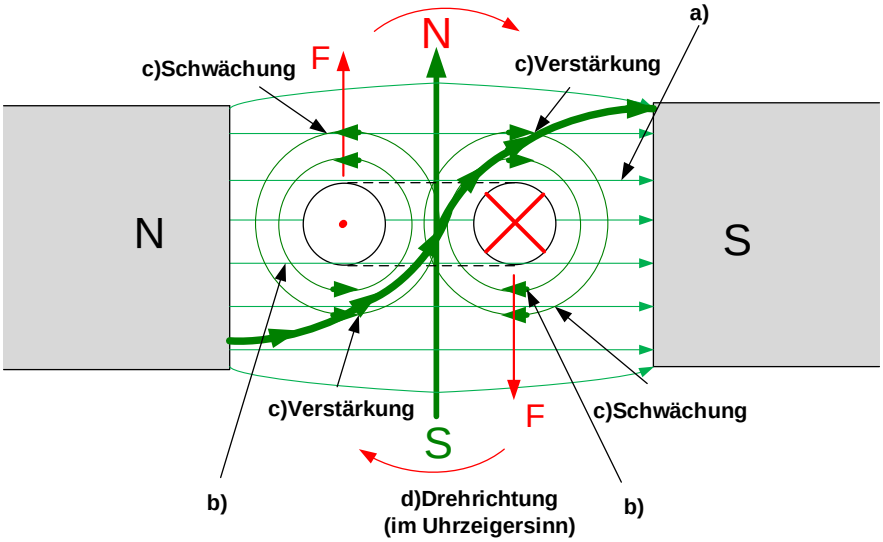
8. Stromdurchflossene Leiterschlaufe im Magnetfeld ***Leistungsziel-Nr. 3.2.5b*** **2**

a) Zeichnen Sie das Polfeld ein. 0,5

b) Zeichnen Sie die Feldlinien um die beiden stromdurchflossenen Leiter ein. 0,5

c) Geben Sie an, wo eine Verstärkung bzw. eine Schwächung des Polfeldes stattfindet. 0,5

d) Geben Sie an, in welche Richtung die Leiterschlaufe dreht. 0,5



9. Spannungsquellen ***Leistungsziel-Nr. 3.5.5b*** **1**

Kreuzen Sie die Aussagen / Behauptungen als richtig oder falsch an.

Aussagen / Behauptungen	richtig	falsch	
Als Elektrolyt bei einem Bleiakku wird Kalilauge verwendet.	☐	☒	0,5
Bei einem Bleiakku steigt beim Laden die Säuredichte.	☒	☐	0,5

10. Photovoltaik ***Leistungsziel-Nr. 5.2.8b*** **1**

Notieren Sie zwei Faktoren von denen die Spitzenleistung einer Solarzelle abhängig ist.

- **Sonneneinstrahlung**
- **Zellentemperatur**
- **Zellenverschmutzung**
- **Alterung**

je 0,5

Punkte pro Seite:

11. Frequenzabhängigkeit von Widerständen ***Leistungsziel-Nr. 3.2.6b*** **1**

Kreuzen Sie die Aussagen / Behauptungen als richtig oder falsch an.

Aussagen / Behauptungen	richtig	falsch	
Ein ohmscher Widerstand ist frequenzabhängig.	☐	☒	0,5
Eine Drosselspule mit Eisenkern sperrt Gleichstrom.	☐	☒	0,5

12. Wechselstromtechnik ***Leistungsziel-Nr. 5.3.2b*** **1**

Eine Hellraumprojektorlampe 24 V / 8 A soll an die Spannung 230 V / 50 Hz angeschlossen werden.

Dazu wird ein Kondensator in Serie zur Halogen - Glühlampe geschaltet.

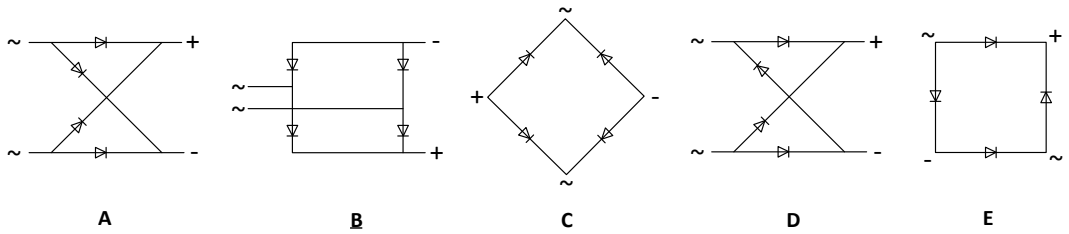
Berechnen Sie die Kondensatorspannnung.

$$\mathbf{U_{bc} = \sqrt{U^2 - Uw^2} = \sqrt{(230\ V)^2 - (24\ V)^2} = \underline{\underline{228{,}7\ V}}}$$

13. Diodenschaltung ***Leistungsziel-Nr. 5.4.3b*** **2**

a) Welches Schema zeigt eine funktionstüchtige Graetz-Schaltung (Brückenschaltung)? 1

Markieren Sie die richtige Lösung.



b) Welche Aufgabe hat eine Graetz-Schaltung? 1

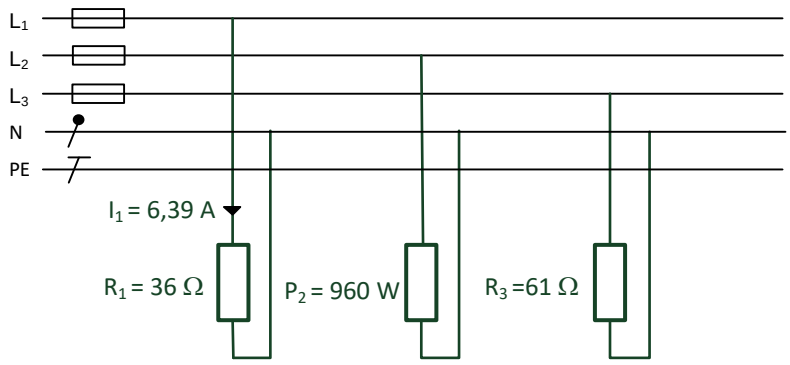
Gleichrichten des Wechselstromes

Punkte pro Seite:

14. Dreiphasensystem ***Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*** **2**

a) Wie gross sind die Aussenleiterströme (I_{L2}, I_{L3}), wenn drei Wirkverbraucher gemäss Skizze angeschlossen sind? 1

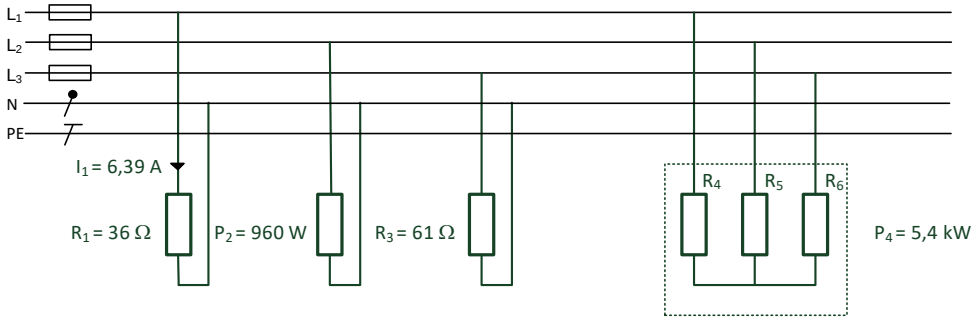
Alle Verbraucher haben nur ohmsche Last.



$$\mathbf{I_{L2} = \frac{P_2}{U} = \frac{960\ W}{230\ V} = \underline{\underline{4,17\ A}}}$$ (0,5)

$$\mathbf{I_{L3} = \frac{U}{R_3} = \frac{230\ V}{61\ \Omega} = \underline{\underline{3,77\ A}}}$$ (0,5)

b) Was passiert mit dem Neutralleiterstrom, wenn ein symmetrischer Drehstromverbraucher von 5,4 kW dazu geschaltet wird? 1



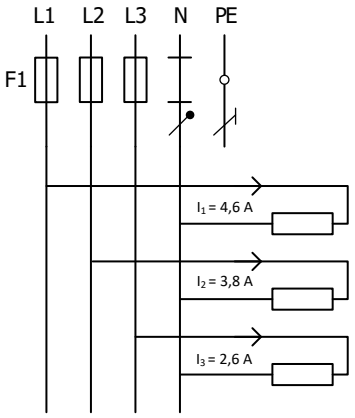
Kreuzen Sie die richtige Aussage / Behauptung an.

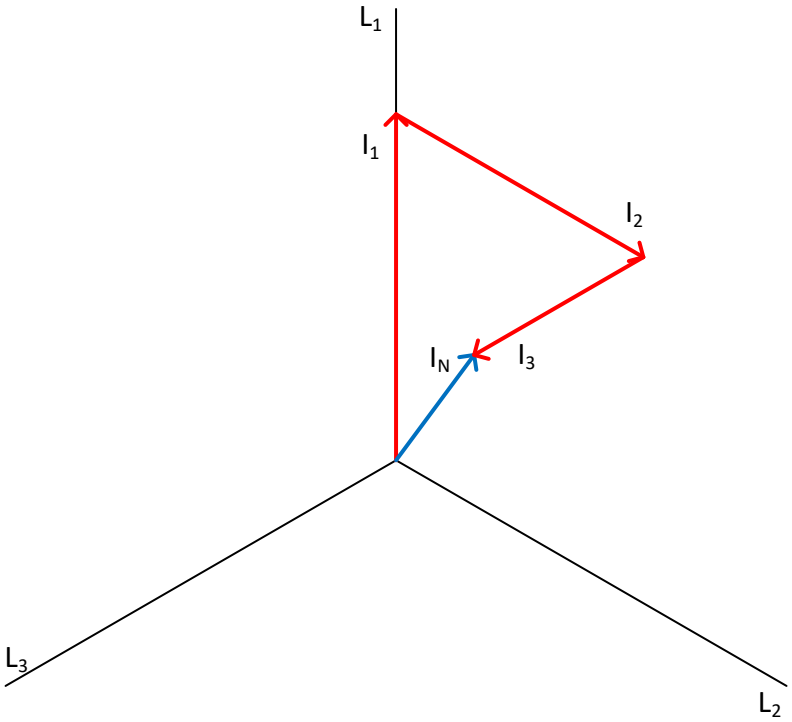
Aussage / Behauptung	bleibt gleich	wird grösser	wird kleiner
Neutralleiterstrom	☒	☐	☐

Punkte pro Seite:

15. Unsymmetrische Belastung ***Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*** **2**

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





I_N = **1,74 A**

(Expertenhinweis: 1,6 A bis 1,88 A richtig)

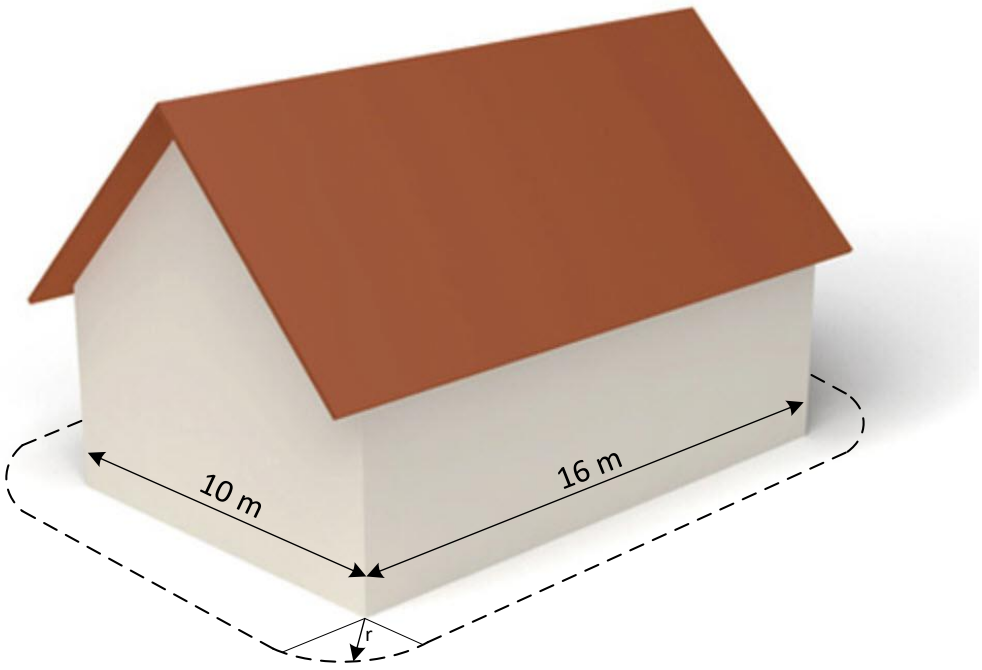
Punkte pro Seite:

16. Erder ***Leistungsziel-Nr. 5.1.5b*** **2**

Ein Banderder Cu 20 mm x 2,5 mm wird ringförmig, im Abstand von 1 m zum Gebäude verlegt.

An den Gebäudeecken wird der Erder gemäss Abbildung verlegt.

$(\rho = 8{,}9\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3})$



a) Wie lang wird der ringförmige Banderder? 1

$$\mathbf{u = 2\ \cdot\ (l + b) + (2\ r \cdot \pi) = 2 \cdot (10\ m + 16\ m) + (2\ \cdot 1\ m \cdot \pi) = \underline{\underline{58{,}3\ m}}}$$

b) Wie viel wiegt dieser Banderder? 1

$$\mathbf{m = \rho \cdot V = 8{,}9\ \frac{kg}{dm^3} \cdot 583\ dm \cdot 0{,}2\ dm \cdot 0{,}025\ dm = \underline{\underline{25{,}9\ kg}}}$$

Punkte pro Seite:

17. Drehstrommotor ***Leistungsziel-Nr. 5.3.4b*** **2**

Leistungsschild eines Drehstrommotors

Hersteller	
3 ~Motor	Nr. …..
Δ / Y 400 / 690 V	52,8 A / 30,4 A
30 kW	cos φ = 0,88
1450 min^{-1}	50 Hz
Is. Kl. B IP54	DIN VDE 0530

Berechnen Sie aus den Daten des Leistungsschildes:

a) die elektrische Wirkleistung. 1

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

b) Welcher Stromwert ist beim Motorschutzrelais einzustellen, wenn der Motor am 3 x 400 V Netz betrieben wird? 1

52,8 A

18. Leistung bei Spannungsschwankungen ***Leistungsziel-Nr. 3.2.4b*** **2**

Welche Leistung hat ein Heizofen (400 V / 4 kW), wenn im Netz 7 % Unterspannung auftritt?

$$\mathbf{R = \frac{U_1{}^2}{P_1} = \frac{(400\ V)^2}{4000\ W} = \underline{40\ \Omega}}$$ (0,5)

$$\mathbf{U_2 = U_1 \cdot 0{,}93 = 400V \cdot 0{,}93 = \underline{372\ V}}$$ (0,5)

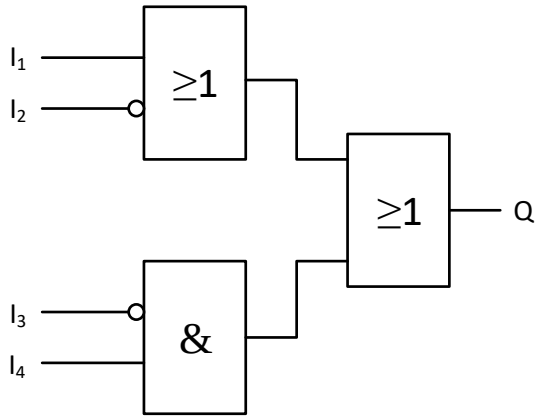
$$\mathbf{P_2 = \frac{U_2{}^2}{R} = \frac{(372\ V)^2}{40\ \Omega} = \underline{\underline{3{,}46\ kW}}}$$ (1)

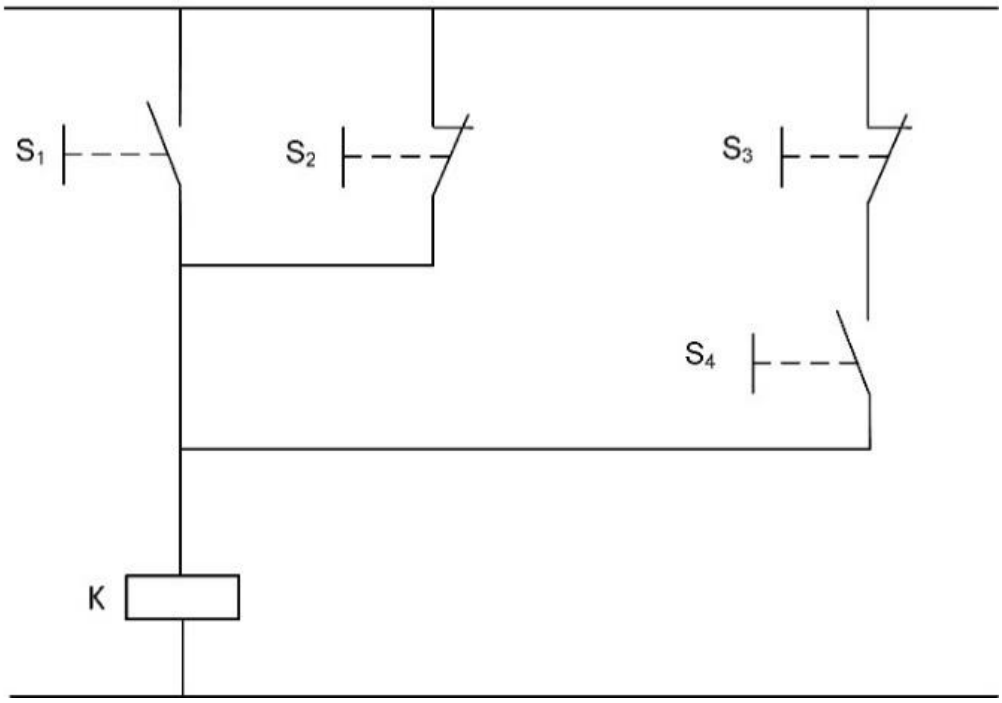
Punkte pro Seite:

19. Speicherprogrammierbare Kleinsteuerungen ***Leistungsziel-Nr. 5.4.4b*** **3**

Der Funktionsplan soll mit einer Relaissteuerung ersetzt werden.
Sie müssen vier Taster und ein Relais verwenden.

Zeichnen Sie das Stromlaufschema.



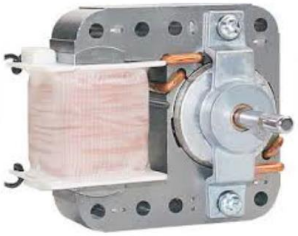


(Expertenhinweis: - für je 2 richtige Symbole 0,5 Pt.
- für je 2 richtige Symbolbeschriftungen 0,5 Pt.
- Schaltung richtig 1 Pt.)

Punkte pro Seite:

20. Motoreneigenschaften ***Leistungsziel-Nr. 5.2.5b*** **2**

Beantworten Sie die Aussagen / Behauptungen zum Spaltpolmotor mit richtig oder falsch.



Aussagen / Behauptungen	richtig	falsch	
Der Wirkungsgrad beträgt ca. 30 %.	☒	☐	0,5
Die Drehrichtung des Motors kann durch vertauschen von L und N erreicht werden.	☐	☒	0,5
Der Motor eignet sich auch für Gleichstrom.	☐	☒	0,5
Der Motor wird aufgrund seiner Grösse für Storenantriebe eingesetzt.	☐	☒	0,5

21. Induktionsofen ***Leistungsziel-Nr. 5.3.2b*** **4**

In einer Messschaltung messen Sie die wichtigsten elektrischen Grössen eines Induktionsofens.

P = 3000 W, U = 400 V, I = 12 A

Berechnen Sie:

a) den cos φ dieser Schaltung. 2

$$\mathbf{S = U \cdot I = 400\ V \cdot 12\ A = \underline{4800\ VA}}$$ (1)

$$\mathbf{\cos\varphi = \frac{P}{S} = \frac{3000\ W}{4800\ VA} = \underline{\underline{0,625}}}$$ (1)

b) die Kapazität eines Parallel geschalteten Kondensators, wenn der Leistungsfaktor auf 0,95 verbessert werden soll. 2

$$\mathbf{Q_c = P\,(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) = 3000\ W \cdot (1,249 - 0,329) = \underline{2760\ var}}$$ (0,5)

$$\mathbf{X_c = \frac{(U)^2}{Q_c} = \frac{(400\ V)^2}{2760\ var} = \underline{57,97\ \Omega}}$$ (0,5)

$$\mathbf{C = \frac{1}{2\,\pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2\,\pi \cdot 50\ Hz \cdot 57,97\ \Omega} = \underline{\underline{54,9\ \mu F}}}$$ (1)

Punkte pro Seite: