

Vorlage Expertinnen und Experten

90 Minuten	19 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 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
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 2024 zu Übungszwecken verwendet werden.

Erarbeitet durch:

Arbeitsgruppe QV des EIT.swiss für den Beruf Elektroplanerin EFZ / Elektroplaner EFZ

Herausgeber:

SDBB, Abteilung Qualifikationsverfahren, Bern

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

2

Eine Spannungsquelle mit einer Leerlaufspannung von 1,58 V wird mit 10 Ω belastet. Dabei fließt ein Strom von 150 mA. Berechnen Sie:

a) Die Klemmenspannung.

1

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

b) Den Innenwiderstand.

1

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

$$R_i = \frac{U_i}{I} = \frac{0,08 V}{0,15 A} = \underline{\underline{0,533 \Omega}}$$

2. Energieverteilung *Leistungsziel-Nr. 5.1.1b*

3

Folgendes Leistungsschild von einem Drehstromtransformator ist gegeben!

TRANSFORMATOR					
Typ 8TBN0 1000 88					
1	+250 V	16250			
2	Bemessungs- spannung	16000	420		V
3	-250 V	15750			
Bemessungs- ströme		36,1	1375		A
Bemessungs- leistung		1000	kVA	Frequenz	50 Hz
Schaltgruppe		Dyn5	u _K	4,2	%
Kühlungsart		ONAN	Baujahr	2021	

a) Was bedeutet die Bezeichnung der folgenden Schaltgruppe (Leistungsschild)?

2

D = Eingangsseite in Dreieck geschaltet

y = Ausgangseite in Stern geschaltet

n = Neutralleiter herausgeführt

5 = Eingangsseite zur Ausgangsseite um 5 x 30° verschoben

b) Wie gross kann der Dauerkurzschlussstrom auf der Ausgangsseite sein?

1

Typenschild $u_K = 4,2\%$, $I_N = 1375\text{ A}$

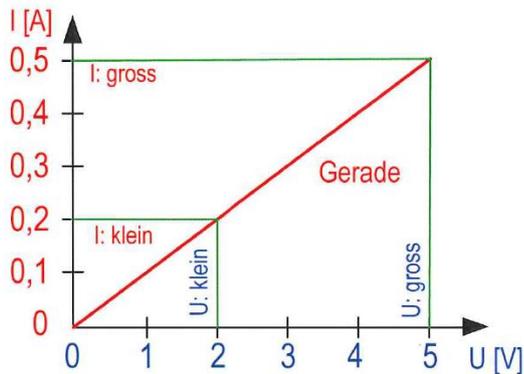
$$I_K = \frac{I_N \cdot 100\%}{u_K} = \frac{1375\text{ A} \cdot 100\%}{4,2\%} = \underline{\underline{32,7\text{ kA}}}$$

Punkte
pro
Seite:

3. Ohm'sches Gesetz Leistungsziel-Nr. 3.2.3

2

Widerstands-Kennlinie:



- a) Erklären Sie die Grafik. Von den vier folgenden Begriffen sind deren zwei zwingend zu verwenden: **grösser / kleiner / proportional / umgekehrt proportional**

1

**Je grösser die Spannung, umso grösser die Stromstärke.
Die Stromstärke verändert sich proportional zur Spannung.**

**Expertenhinweis:
Weitere Aussagen möglich.**

- b) Berechnen Sie den Widerstand aus obenstehender Grafik.

1

z. Bsp. $R = \frac{U}{I} = \frac{2\text{ V}}{0,2\text{ A}} = \underline{\underline{10\ \Omega}}$

4. Schalteinrichtungen Leistungsziel-Nr. 5.4.2b

2

Aussagen über die Kapazität eines Kondensators.
Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen	Richtig	Falsch
Je grösser die Dielektrizitätszahl, desto kleiner ist die Kapazität.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Je kleiner die Fläche der Kondensatorbeläge, desto grösser ist die Kapazität.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Je dicker die Kondensatorbeläge, desto grösser ist die Kapazität.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Je grösser der Abstand der Kondensatorbeläge, desto kleiner ist die Kapazität.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

0,5

Punkte
pro
Seite:

5. Drehstrommotor Leistungsziel-Nr. 5.3.4

3

Eine Trinkwasserpumpe fördert in der Sekunde 50 Liter Wasser in das 60 m höher gelegene Reservoir. Dabei wird eine Arbeitsleistung von 2,98 kW benötigt. Die Verluste in der Rohrleitung betragen 10 %, der Pumpenwirkungsgrad beträgt 80 %. Der mit der Pumpe gekoppelte Elektromotor für 3 x 400 V hat einen Wirkungsgrad von 90 % und nimmt eine Leistung 4,14 kW bei einem $\cos \varphi$ von 0,88 auf.

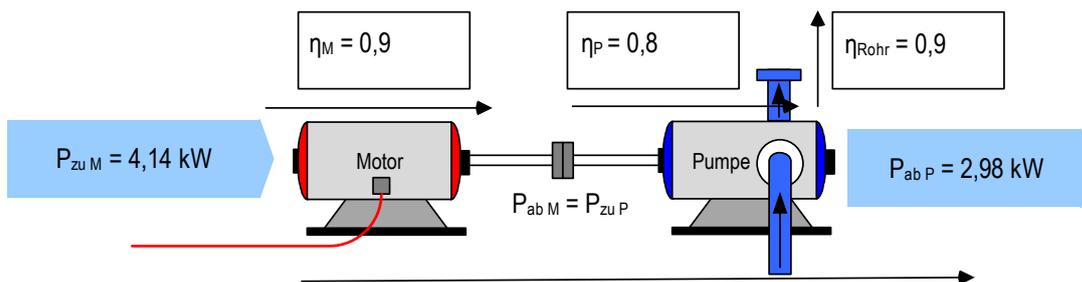
- a) Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad der Anlage.

0,5

$$\eta_{tot} = \eta_M \cdot \eta_P \cdot \eta_{Rohr} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = \underline{\underline{0,648}}$$

- b) Tragen Sie alle fehlenden Werte in die entsprechenden Felder ein.

2,5

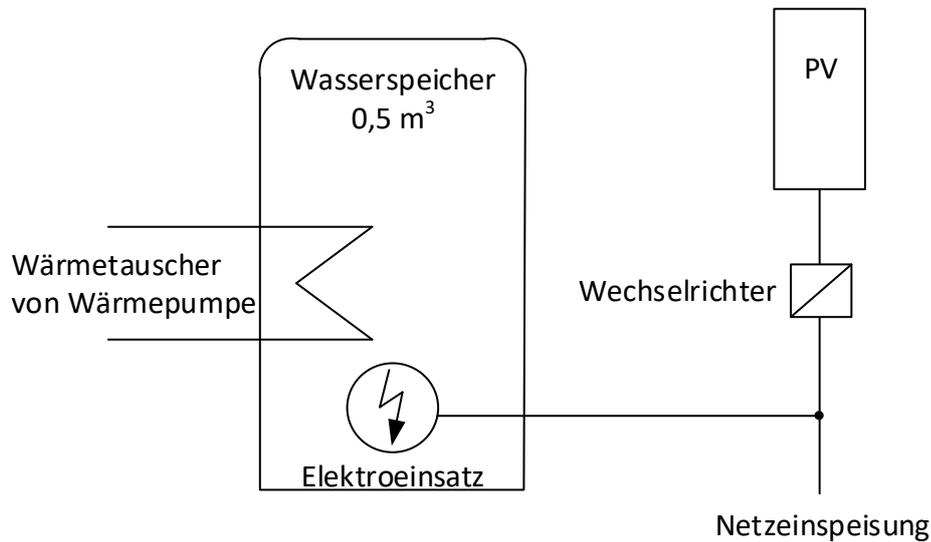


6. Chemische Vorgänge und Grössen EFT Leistungsziel-Nr. 3.5.3

3

Ein Wasserspeicher einer Wärmepumpenanlage soll mit einem Elektroeinsatz in 8 h von 10°C auf 60°C über die Photovoltaikanlage aufgeheizt werden.
Der Wärmenutzungsgrad beträgt 95 %.

$$c_{\text{H}_2\text{O}} = 4,187 \frac{\text{kWs}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$



Berechnen Sie die elektrische Abgangsleistung des Wechselrichters.

$$\Delta\vartheta = \vartheta_w - \vartheta_k = 60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C} = \underline{50\text{ K}}$$

0,5

$$V = 0,5\text{ m}^3 \rightarrow \underline{m = 500\text{ kg}}$$

0,5

$$P_{el.} = \frac{c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta\vartheta}{t \cdot \eta} = \frac{4,187\text{ kWs} \cdot 500\text{ kg} \cdot 50\text{ K}}{\text{kg}\cdot\text{K} \cdot 8 \cdot 3600\text{ s} \cdot 0,95} = \underline{\underline{3,826\text{ kW}}}$$

2

7. Wechselstromwiderstände Leistungsziel-Nr. 3.2.7b

3

Welches Bauteil entspricht den Liniendiagrammen?

Notieren Sie unterhalb der Grafiken die entsprechende Zahl der folgenden Auswahl:

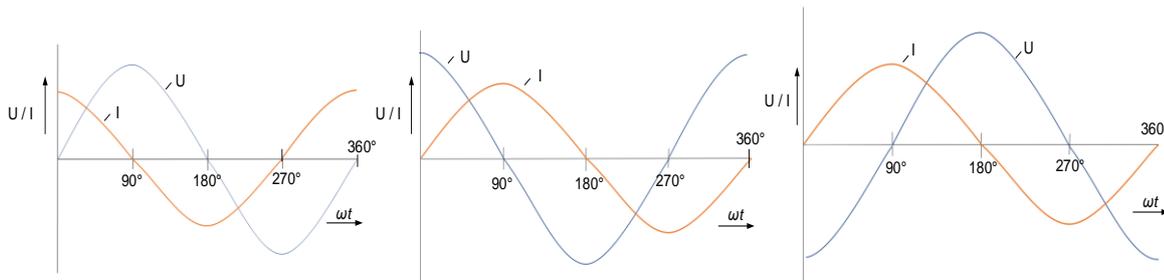
1: idealer Kondensator

4: Wirkwiderstand

2: reale Spule

5: R-C-Glied

3: ideale Spule



1	3	5
---	---	---

Je
1

8. Stromkreis Funktion Systemteile Leistungsziel-Nr. 3.2.3

2

Kreuzen Sie die Aussagen als richtig oder falsch an:

Aussagen	Richtig	Falsch
Der Widerstand wird kleiner, wenn die Leitungslänge verkleinert wird.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Widerstand wird kleiner, wenn ein Leiterwerkstoff mit einer kleineren elektrischen Leitfähigkeit eingesetzt wird.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Der Widerstand wird kleiner, wenn ein Leitungsdraht mit grösserem Querschnitt eingesetzt wird.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Widerstand wird kleiner, wenn ein Leiterwerkstoff mit einem grösseren spezifischen Widerstand eingesetzt wird.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

0,5

0,5

0,5

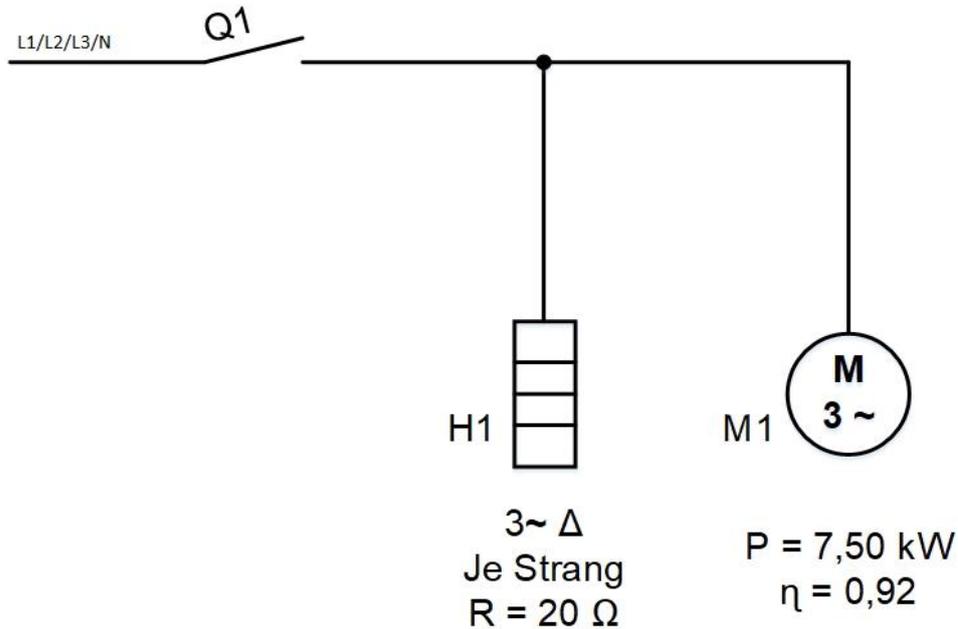
0,5

Punkte
pro
Seite:

9. Energie im Drehstrom *Leistungsziel-Nr. 5.3.2*

4

Eine Heizung und ein Motor werden über ein Schütz Q1 für 8 h Stunden täglich eingeschaltet. Wie gross ist die verbrauchte Wirkenergie?



$$P_{H1} = 3 \cdot P_{H1 \text{ Strang}} = 3 \cdot \frac{U^2}{R} = 3 \cdot \frac{(400 \text{ V})^2}{20 \Omega} = 3 \cdot 8 \text{ kW} = \underline{24 \text{ kW}}$$

1

$$P_{M1} = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{7,50 \text{ kW}}{0,92} = \underline{8,15 \text{ kW}}$$

1

$$P_G = P_{H1} + P_{M1} = 24 \text{ kW} + 8,15 \text{ kW} = \underline{32,15 \text{ kW}}$$

1

$$W_G = P_G \cdot t = 33 \text{ kW} \cdot 8 \text{ h} = \underline{\underline{257,2 \text{ kWh}}}$$

1

Punkte
pro
Seite:

10. Drehstromleistungen Leistungsziel-Nr. 5.3.2

3

In einer Schaltanlage werden an einem symmetrisch belasteten 400 V Drehstromnetz folgende Werte gemessen: $U = 390 \text{ V}$, $I = 120 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,8$.

Berechnen Sie:

- a) Die Scheinleistung.

1

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} = \underline{\underline{81,06 \text{ kVA}}}$$

- b) Die Wirkleistung.

1

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{\underline{64,85 \text{ kW}}}$$

- c) Die Blindleistung.

1

$$\cos \varphi = 0,8 \Rightarrow \varphi = 36,87^\circ \Rightarrow \underline{\underline{\sin \varphi = 0,6}}$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 390 \text{ V} \cdot 120 \text{ A} \cdot 0,6 = \underline{\underline{48,64 \text{ kvar}}}$$

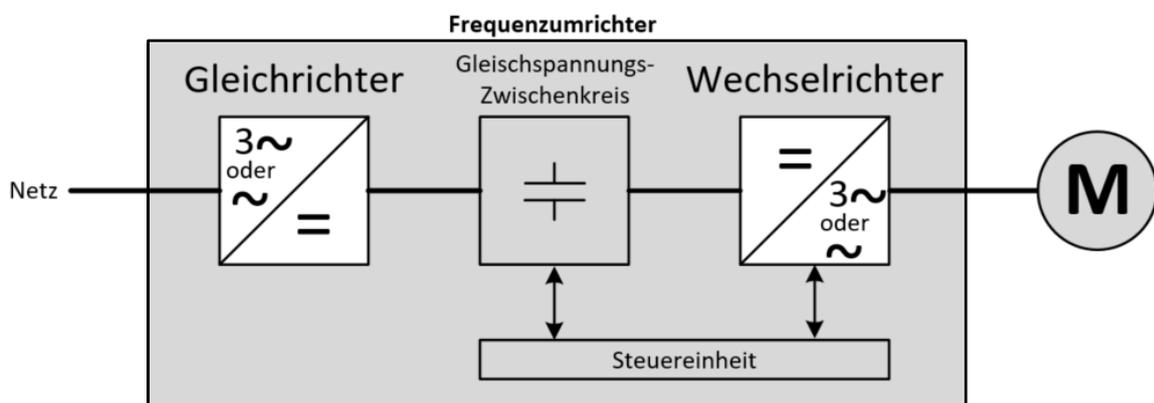
oder

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{(81,06 \text{ kVA})^2 - (64,85 \text{ kW})^2} = \underline{\underline{48,64 \text{ kvar}}}$$

11. Frequenzumrichter Leistungsziel-Nr. 5.4.3

1

Vervollständigen Sie im Blockschaubild eines Frequenzumrichters die Symbole für den Gleichrichter und den Wechselrichter.



0,5

0,5

Punkte
pro
Seite:

12. Wechselstromwiderstände Leistungsziel-Nr. 3.2.7

2

Sie messen mit einem Installationstester den Schleifenwiderstand R_s .
Der Installationstester zeigt folgende Werte an:



Berechnen Sie X_L der Schleife (Z_s).

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 0,0022 \text{ H} = \underline{\underline{0,691 \Omega = 691 \text{ m}\Omega}}$$

oder

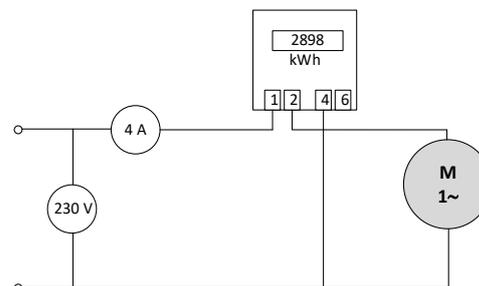
$$X_L = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{(1,522 \Omega)^2 - (1,356 \Omega)^2} = \underline{\underline{0,691 \Omega = 691 \text{ m}\Omega}}$$

13. Wirk-, Blind-, Scheinleistung und Leistungsfaktor Leistungsziel-Nr. 5.3.2

3

Der Motor ist 30 Sekunden eingeschaltet.
In dieser Zeit zählen Sie am vorgeschaltenelektronischen Zähler 5 Impulse.

$$(c = 1000 \frac{\text{Impulse}}{\text{kWh}})$$



a) Berechnen Sie die Scheinleistung des Motors.

1

$$S = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = \underline{\underline{920 \text{ VA}}}$$

b) Berechnen Sie die aufgenommene Wirkleistung des Motors.

1

$$P_{\text{auf}} = \frac{3600 \cdot n}{c \cdot t} = \frac{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 5 \text{ Impulse}}{1000 \frac{\text{Impulse}}{\text{kWh}} \cdot 30 \text{ s}} = \underline{\underline{0,6 \text{ kW} = 600 \text{ W}}}$$

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

1

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{auf}}}{S} = \frac{600 \text{ W}}{920 \text{ VA}} = \underline{\underline{0,652}}$$

Punkte
pro
Seite:

14. Leitungswiderstand und Leistung Leistungsziel-Nr. 3.2.4

3

Ein Elektrogrill wird über eine Kabelrolle angeschlossen. An der Wandsteckdose liegt eine Spannung von 228 V an.

(Das Anschlusskabel des Elektrogrills können Sie vernachlässigen!)

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



Berechnen Sie die tatsächliche Stromstärke?

$$R_{Ltg} = \frac{\rho_{Cu} \cdot l_{Ltg} \cdot 2}{A} = \frac{0,0175 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot 50 m \cdot 2}{1,5 mm^2} = \underline{1,167 \Omega}$$

1

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

1

$$R_{Ges} = R_{Ltg} + R_{Grill} = 1,167 \Omega + 23 \Omega = \underline{24,167 \Omega}$$

0,5

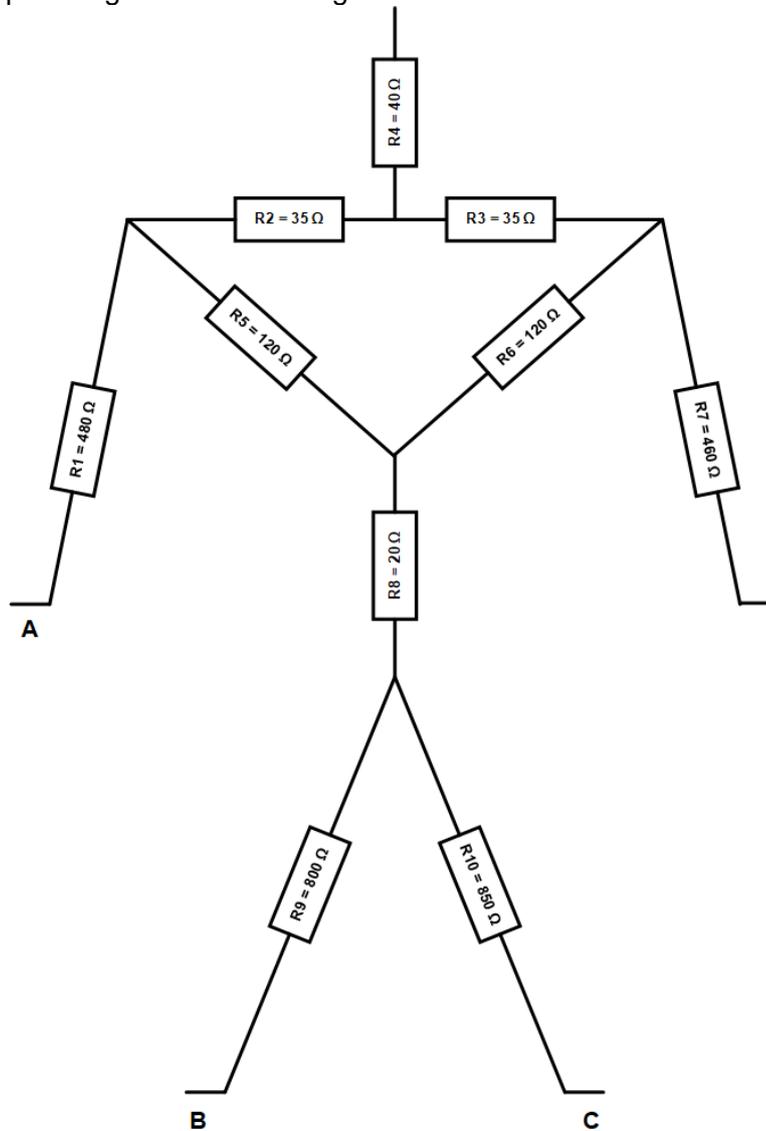
$$I = \frac{U_{Steckdose}}{R_{Ges}} = \frac{228 V}{24,167 \Omega} = \underline{\underline{9,434 A}}$$

0,5

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

Den menschlichen Körper kann man vereinfacht als «gemischte Schaltung von Widerständen» betrachten. Berechnen Sie den Berührungstrom, der durch den menschlichen Körper fließt, wenn zwischen A (Arm) und B (Bein) eine Berührungsspannung von 230 V anliegt.

4



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

1

$$480 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{35 \Omega + 35 \Omega + 120 \Omega} + \frac{1}{120 \Omega}} + 20 \Omega + 800 \Omega = \underline{1373,5 \Omega}$$

2

$$I_G = \frac{U_G}{R_G} = \frac{230 \text{ V}}{1373,5 \Omega} = \underline{\underline{0,167 \text{ A}}}$$

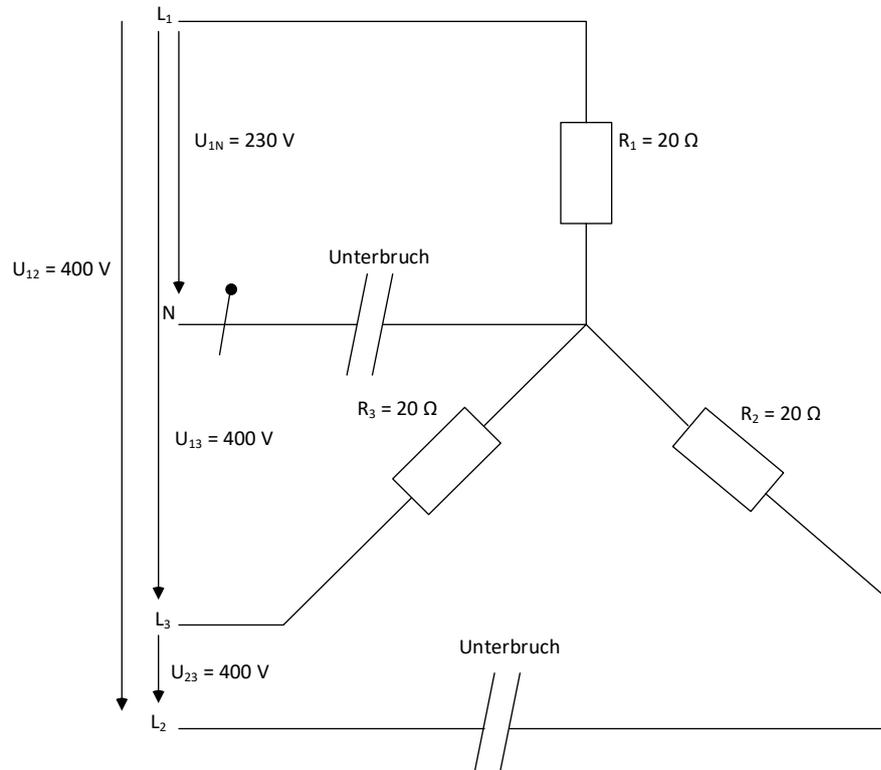
1

Punkte
pro
Seite:

16. Leitungsunterbrüche im Drehstromnetz *Leistungsziel-Nr. 5.3.4*

3

Der Neutraleiter und ein Aussenleiter sind unterbrochen.



Berechnen Sie:

- a) Die Spannungen an R_1 , R_2 und R_3 .

1

$$U_{R1} = U_{R3} = \frac{U_{13}}{2} = \frac{400 \text{ V}}{2} = \underline{\underline{200 \text{ V}}}$$

$$U_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ V}}}$$

- b) Den Strom durch R_1 , R_2 und R_3 .

1

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 20 \Omega + 20 \Omega = \underline{\underline{40 \Omega}}$$

$$I_{R1} = I_{R3} = \frac{U_{13}}{R_{13}} = \frac{400 \text{ V}}{40 \Omega} = \underline{\underline{10 \text{ A}}} \quad I_{R2} = \underline{\underline{0 \text{ A}}}$$

- c) Die Gesamtleistung mit den beiden Unterbrüchen der Schaltung.

1

$$P_{\text{tot}} = \frac{(U_{13})^2}{R_{1+3}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{40 \Omega} = \underline{\underline{4000 \text{ W}}}$$

Punkte
pro
Seite:

17. Drehstromsystem **Leistungsziel-Nr. 5.3.4**

Ein Drehstromnetz (3 x 400 V / 230 V 50 Hz) ist unsymmetrisch belastet.

a) Berechnen Sie die Ströme in L₁, L₂ und L₃.

Lösung:

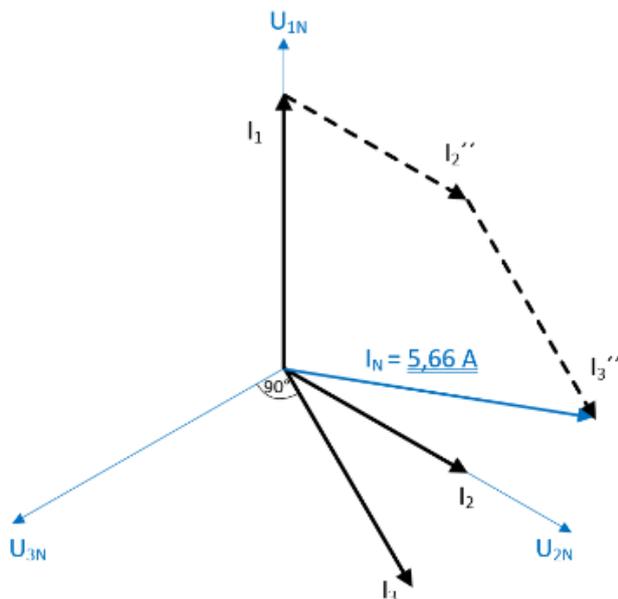
$$I_{L1} = \frac{U_{1N}}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{46 \ \Omega} = \underline{\underline{5 \text{ A}}}$$

$$I_{L2} = \frac{P_2}{U_{2N}} = \frac{874 \text{ W}}{230 \text{ V}} = \underline{\underline{3,8 \text{ A}}}$$

$$X_{C3} = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 63,7 \ \mu\text{F}} = \underline{\underline{50 \ \Omega}}$$

$$I_{L3} = \frac{U_{3N}}{X_C} = \frac{230 \text{ V}}{50 \ \Omega} = \underline{\underline{4,6 \text{ A}}}$$

b) Ermitteln Sie graphisch den Neutralleiterstrom!
(Massstab 1 A $\hat{=}$ 1 cm)



Korrekturhinweise:

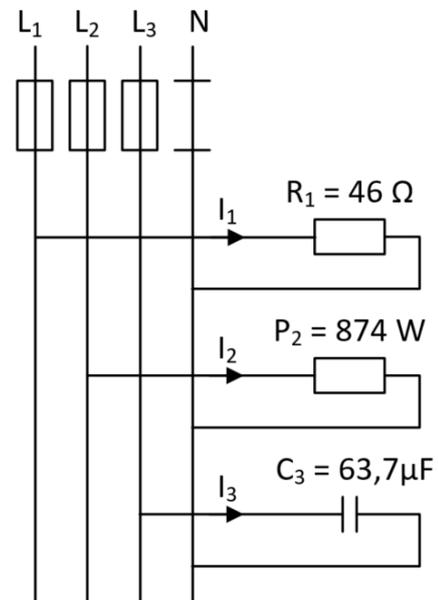
I_{L1} 0,5 Pt.

I_{L2''} 0,5 Pt.

I_{L3''} 0,5Pt.

I_N 0,5Pt. (Toleranz: 5,1 A – 6,2 A)

Expertenhinweis: Lösung nicht massstäblich.



4

0,5

0,5

0,5

0,5

2

Punkte
pro
Seite:

18. Kompensation Leistungsziel-Nr. 5.3.4

5

Bei einem Wechselstrommotor mit den Daten 230 V; 50 Hz; 4,6 A; $\cos \varphi = 0,8$ soll durch Parallelkompensation der Leistungsfaktor auf $\cos \varphi = 0,9$ verbessert werden.

- a) Wie gross ist die zu kompensierende Blindleistung?

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{846 \text{ W}}$$

1

$$Q_c = P \cdot (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 846 \text{ W} \cdot (0,75 - 0,484) = \underline{225 \text{ var}}$$

2

oder

oder

$$Q_1 = U \cdot I \cdot \sin \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,6 = \underline{634,8 \text{ var}}$$

0,5

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 = 230 \text{ V} \cdot 4,6 \text{ A} \cdot 0,8 = \underline{846 \text{ W}}$$

0,5

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{0,9} = \underline{940 \text{ VA}}$$

0,5

$$Q_2 = \sqrt{(S_2)^2 - P^2} = \sqrt{(940 \text{ VA})^2 - (846 \text{ W})^2} = \underline{409,7 \text{ var}}$$

0,5

$$Q_c = Q_1 - Q_2 = 634,8 \text{ var} - 409,7 \text{ VA} = \underline{225 \text{ var}}$$

1

- b) Berechnen Sie die Kapazität des erforderlichen Kondensators.

1

$$C = \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2} = \frac{225 \text{ var} \cdot 1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot (230 \text{ V})^2} = \underline{13,54 \mu\text{F}}$$

oder

$$X_C = \frac{U^2}{Q_c} = \frac{(230 \text{ V})^2}{225 \text{ var}} = \underline{235,11 \Omega}$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot X_C} = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 235,11 \Omega} = \underline{13,54 \mu\text{F}}$$

- c) Wie gross ist die Stromstärke nach der Kompensation?

1

$$I_2 = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{846 \text{ W}}{230 \text{ V} \cdot 0,9} = \underline{4 \text{ A}}$$

oder

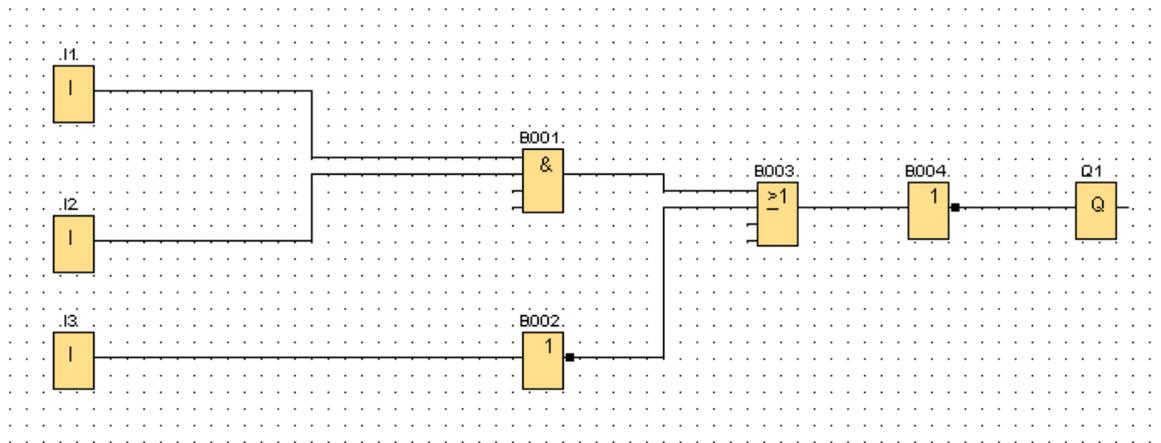
$$I_2 = \frac{S_2}{U} = \frac{940 \text{ VA}}{230 \text{ V}} = \underline{4 \text{ A}}$$

Punkte
pro
Seite:

19. Steuerungstechnik *Leistungsziel-Nr. 5.4.4*

2

Bei eingeschalteter Kleinststeuerung haben alle Eingänge eine logische 1.



a) Welchen Schaltzustand hat Ausgang Q1?

1

Q1 ist inaktiv oder Q1 ist ausgeschaltet.

b) Beschreiben Sie, mit welcher Massnahme der Zustand von Q1 geändert werden kann. (keine Verdrahtungsänderung erlaubt)

1

I1 oder I2 auf 0 setzen.