



Fach : BK4 Elektrotechnik Serie A

Prüfungsdatum : .....

Kandidat / Nr. : .....

**LÖSUNG**

### Allgemeine Bestimmungen:

Die Aufgaben dürfen nur an der Lehrabschlussprüfung verwendet werden!

Verfügbare Zeit : **75 Minuten**

Aufgaben : 12 Berechnungsaufgaben, 2 Verständnisaufgaben  
4 Multiple-Choice-Aufgaben

Zulässige Hilfsmittel : **Netzunabhängiger und geräuschloser Elektrorechner  
Formelsammlung ohne Rechenbeispiele, keine losen  
Blätter**

Bewertung : Die maximale Punktzahl ist bei jeder Aufgabe angegeben  
Es sind nur ganze Punktzahlen zugelassen

Vollständig richtig heisst: Richtiger Rechnungsansatz (Formel; wenn notwendig  
beschriftete Skizze)  
Richtiger Rechnungsgang (Formel; Zahlenwerte mit richtigen  
Einheiten einsetzen; berechnen)  
Resultat mit richtigem Zahlenwert und Einheit  
Bei Multiple-Choice-Aufgaben entspricht die Anzahl Felder  
zum Einschreiben der Anzahl der richtigen Lösungen oder  
Aussagen

### Notenschlüssel:

Punkte	0-3	4-9	10-15	16-23	24-29	30-35	36-41	42-47	48-55	56-61	62-64
Note	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Erreichte Punktzahl:

Note:

Visum:

.....  
Experte (bewertet)

/.....  
Experte (kontrolliert)

1. (4 Punkte)

In einem Lebensmittelgeschäft mit der Grundfläche von 12 m x 18 m ist eine Beleuchtungsstärke von min. 600 lx vorzusehen. Der Beleuchtungswirkungsgrad beträgt 55 %. Wie viele FL - Leuchten (58 W / 5400 lm) sind nötig ?

$$n = \frac{E_{\text{in}} \cdot A}{\Phi_L \cdot \eta_R} = \frac{600 \text{ lx} \cdot 12 \text{ m} \cdot 18 \text{ m}}{5400 \text{ lm} \cdot 0,55} = 43,6$$

$$= \underline{\underline{44 \text{ Leuchten}}} \quad (4P)$$

2. (4 Punkte)

Ein 9 kW – Drehstrommotor für 3 x 400 V nimmt bei Vollast einen Strom von 18 A auf. Sein Wirkungsgrad beträgt 84 %.

a) Wie gross ist die aufgenommene Leistung?

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta} = \frac{9 \text{ kW}}{0,84} = \underline{\underline{10,71 \text{ kW}}} \quad (2P)$$

b) Wie gross ist der Leistungsfaktor  $\cos \varphi$  ?

$$\cos \varphi = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I} = \frac{10714 \text{ W}}{400 \text{ V} \cdot 1,732 \cdot 18 \text{ A}} = \underline{\underline{0,859}} \quad (2P)$$

3. (4 Punkte)

Eine Drosselspule hat einen ohmschen Widerstand von  $35 \Omega$ . Im Betrieb an einer Wechselspannung von  $230 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$  nimmt diese einen Strom von  $1,6 \text{ A}$  auf.

a) Berechnen sie den Scheinwiderstand (Impedanz) der Spule.

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{230 \text{ V}}{1,6 \text{ A}} = \underline{\underline{143,8 \Omega}} \quad (2 \text{ P})$$

b) Wie gross ist die Induktivität der Spule?

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{(143,8 \Omega)^2 - (35 \Omega)^2} = 139,47 \Omega$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{139,47 \Omega}{2 \pi \cdot 50 \text{ s}^{-1}} = \underline{\underline{0,444 \text{ H}}} \quad (2 \text{ P})$$

4. (4 Punkte)

Der Heizkörper eines  $12 \text{ V}$  - LötKolbens hat bei einer Betriebstemperatur von  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  eine Nenn-Leistung von  $15 \text{ W}$ . Die Heizwicklung besteht aus Widerstandsdraht mit einem Temperaturkoeffizient von  $\alpha = 0,0012 \text{ 1/K}$ .

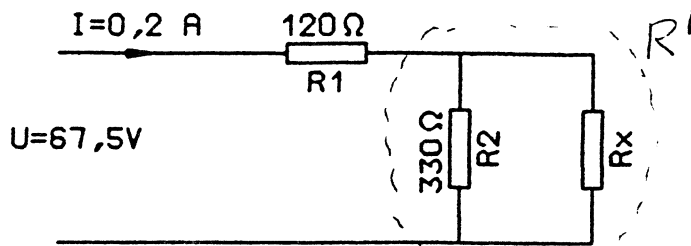
a) Wie gross ist der Widerstand bei Betriebstemperatur (Nennleistung)?

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{(12 \text{ V})^2}{15 \text{ W}} = \underline{\underline{9,6 \Omega}} \quad (2 \text{ P})$$

b) Wie gross ist der Widerstand bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  ?

$$R_{20} = \frac{R_2}{1 + \alpha \cdot \Delta T} = \frac{9,6 \Omega}{1 + 0,0012 \text{ 1/K} \cdot 180 \text{ K}} = \underline{\underline{7,89 \Omega}} \quad (2 \text{ P})$$

5. (4 Punkte)

Wie gross ist der Widerstand  $R_x$ ?

$$R_{\text{tot}} = \frac{U}{I} = \frac{67,5 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 337,5 \Omega$$

$$R' = R_{\text{tot}} - R_1 = 337,5 \Omega - 120 \Omega = 217,5 \Omega$$

$$R_x = \frac{1}{\frac{1}{R'} - \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{217,5 \Omega} - \frac{1}{330 \Omega}} = \underline{\underline{638 \Omega}} \quad (4 \text{ P})$$

6. (4 Punkte)

Ein 230 V - Heizofen ist über eine 40 m lange  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  - Kupfer-Zuleitung (L,N,PE) angeschlossen. Der Heizofen nimmt einen Strom von 16 A auf.

a) Wie gross ist der Spannungsabfall in der Leitung ?

$$U_a = \frac{2 \cdot \ell \cdot \rho \cdot I \cdot \cos \varphi}{A} = \frac{2 \cdot 40 \text{ m} \cdot 0,0175 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}} \cdot 16 \text{ A} \cdot 1}{1,5 \text{ mm}^2} = \underline{\underline{14,93 \text{ V}}} \quad (2 \text{ P})$$

(Gerechnet mit  $\rho = 0,0178 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$   $U_a = \underline{\underline{15,2 \text{ V}}}$ )

b) Wie gross ist die Spannung am Heizofen, wenn am Anfang der Leitung 230 V liegen?

$$U_v = U - U_a = 230 \text{ V} - 14,93 \text{ V} = \underline{\underline{215,1 \text{ V}}} \quad (2 \text{ P})$$

( mit  $\rho = 0,0178 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$   $U_v = \underline{\underline{214,8 \text{ V}}}$  )

7. (4 Punkte)

An einem elektronischen Zähler ist ein Kleinboiler 230 V / 2500 W angeschlossen. Wieviele Impulse macht der Zähler in einer Minute, wenn die Zählerkonstante 1000 Imp / kWh beträgt?

$$n = \frac{P \cdot t \cdot c}{3600} = \frac{2,5 \text{ kW} \cdot 60 \text{ s} \cdot 1000 \frac{\text{Imp}}{\text{kWh}}}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}}} = \underline{\underline{41,7 \text{ Impulse}}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{41 \text{ oder } 42 \text{ Impulse}}}$$

(4P)

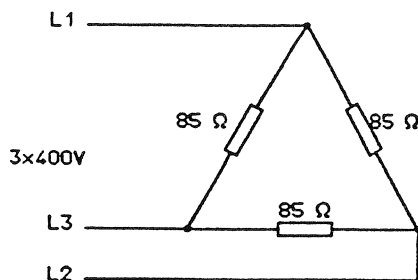
8. (4 Punkte)

a) Wie gross ist die Gesamtleistung der Dreieckschaltung beim Anschluss an 3 x 400 V?

$$P = 3 \cdot \frac{U^2}{R} = \frac{3 \cdot (400 \text{ V})^2}{85 \Omega} =$$

$$= \underline{\underline{5647 \text{ W}}} = \underline{\underline{5,647 \text{ kW}}}$$

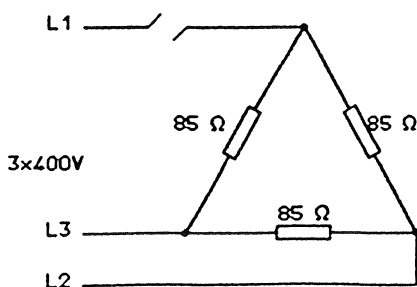
(2P)



b) Berechnen sie die Leistung der Schaltung beim Ausfall eines Polleiters.

$$P_{2L} = \frac{P_{3L}}{2} = \frac{5647 \text{ W}}{2} =$$

$$= \underline{\underline{2824 \text{ W}}} = \underline{\underline{2,824 \text{ kW}}}$$



$$R_{\text{tot}} = 56,67 \Omega$$

$$P_{2L} = \frac{U^2}{R} = \frac{(400 \text{ V})^2}{56,67 \Omega} = \text{(2P)}$$

$$= \underline{\underline{2824 \text{ W}}} = \underline{\underline{2,824 \text{ kW}}}$$

9. (4 Punkte)

Auf einer 2,5 kW - Kochplatte sollen 4 kg Öl von 20 °C auf 180 °C erwärmt werden. Der Wirkungsgrad beträgt 60 %, die spezifische Wärmekapazität  $c = 1,2 \text{ kJ} / \text{kg} \cdot \text{K}$ . Wie lange dauert die Aufheizzeit?

$$t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta T}{3600 \cdot P \cdot \eta} = \frac{4 \text{ kg} \cdot 1,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 160 \text{ K}}{3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}} \cdot 2,5 \text{ kW} \cdot 0,6} = 0,142 \text{ h}$$

oder

$$Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta T = 4 \text{ kg} \cdot 1,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 160 \text{ K} = 768 \text{ kJ}$$

$$Q_1 = W = \frac{Q_2}{\eta} = \frac{768 \text{ kJ}}{0,6} = 1280 \text{ kJ} \Rightarrow \frac{1280 \text{ kJ}}{3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kWh}}} = 0,3556 \text{ kWh}$$

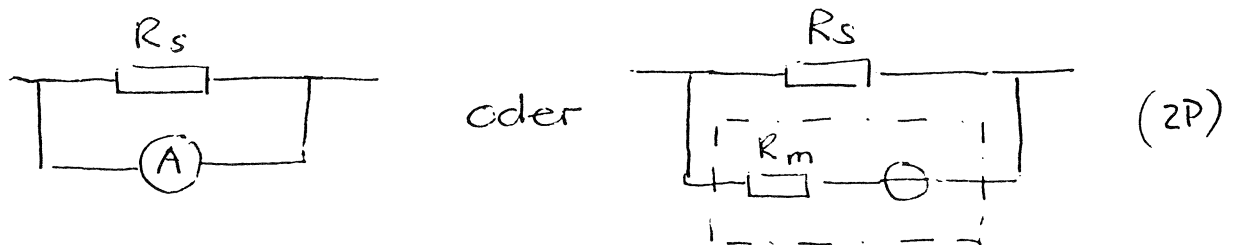
$$t = \frac{W}{P} = \frac{0,3556 \text{ kWh}}{2,5 \text{ kW}} = 0,142 \text{ h}$$

$$t = \underline{\underline{0,142 \text{ h}}} = \underline{\underline{8,53 \text{ Min}}} = \underline{\underline{8 \text{ Min } 31,8 \text{ s}}} \quad (4P)$$

10. (4 Punkte)

Für ein A-Meter mit einem Endausschlag von 5 A und einem Innenwiderstand von 50 mΩ soll der Messbereich mit einem Shunt (Nebenwiderstand) auf 60 A erweitert werden.

a) Zeichnen sie die Mess-Schaltung auf.



b) Wie gross ist der Widerstand des erforderlichen Shunts?

$$I_s = I - I_i = 60 \text{ A} - 5 \text{ A} = 55 \text{ A}$$

$$U_i = R_i \cdot I_i = 0,05 \Omega \cdot 5 \text{ A} = 0,25 \text{ V}$$

$$R_s = \frac{U_i}{I_s} = \frac{0,25 \text{ V}}{55 \text{ A}} = \underline{\underline{0,004545 \Omega}} = \underline{\underline{4,545 \text{ m}\Omega}}$$

(2P)

11. (4 Punkte)

Eine 4,5 V-Taschenlampenbatterie wird mit einem Glühlämpchen 3,5 V/1,5 W belastet. Dabei fällt die Spannung an der Batterie von 4,5 V auf 3,5 V ab. Berechnen sie den Innenwiderstand der Batterie.

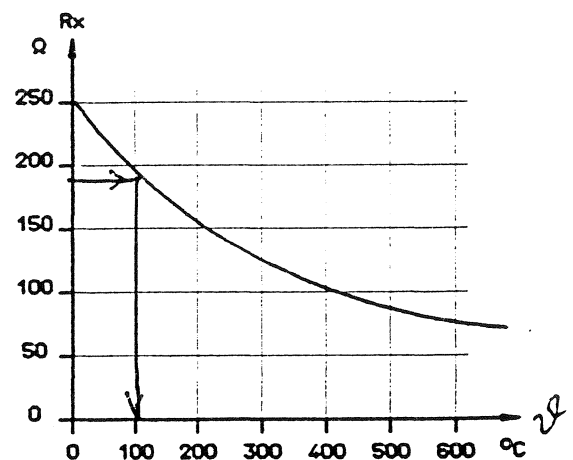
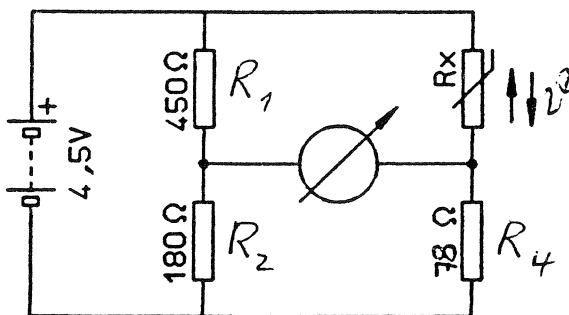
$$\bar{I} = \frac{P}{U_i} = \frac{1,5 \text{ W}}{3,5 \text{ V}} = 0,4286 \text{ A}$$

$$U_{R_i} = U_0 - U_i = 4,5 \text{ V} - 3,5 \text{ V} = 1 \text{ V}$$

$$R_i = \frac{U_{R_i}}{\bar{I}} = \frac{1 \text{ V}}{0,4286 \text{ A}} = \underline{\underline{2,33 \Omega}} \quad (4 \text{ P})$$

12. (4 Punkte)

Gegeben ist eine Brückenschaltung mit drei Festwiderständen und einem Temperatur abhängigen Widerstand  $R_x$ .



a) Bei welchem Widerstandswert von  $R_x$  ist die Brücke abgeglichen?

$$R_x = \frac{R_1 \cdot R_4}{R_2} = \frac{450 \Omega \cdot 78 \Omega}{180 \Omega} = \underline{\underline{195 \Omega}} \quad (2 \text{ P})$$

b) Lesen sie aus dem Diagramm die Temperatur heraus, die dem Widerstandswert bei abgeglichener Brückenschaltung entspricht.

$$\underline{\underline{T = 100 \text{ } ^\circ\text{C}}} \quad (90 \dots 110 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (2 \text{ P})$$

13. (4 Punkte)

Welche Antworten treffen für das gezeichnete galvanische Element zu?  
Tragen sie die Buchstaben der richtigen Antworten in die zwei Kästchen ein.

Die Spannung des Elements beträgt:

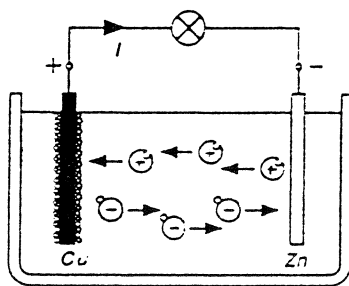
A: 0,34V    B: 0,42V    C: 0,76V    D: 1,1V

D    (2 P)

Welche Elektrode wird zersetzt?

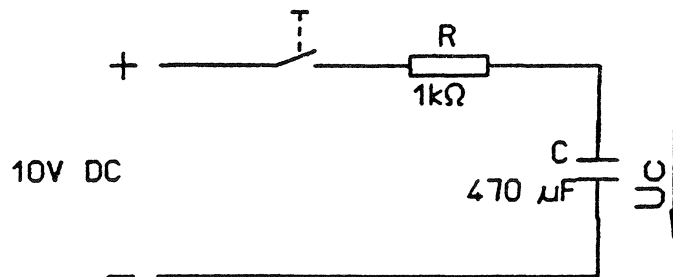
E: Kupferelektrode    F: Zinkelektrode

F    (2 P)



edel ↑	Gold	Au	+ 1,38 V	
	Quecksilber	Hg	+ 0,87 V	
	Silber	Ag	+ 0,80 V	
	Kohlenstoff	C	- 0,74 V	
	Kupfer	Cu	+ 0,34 V	
	Wasserstoff	H	= 0 V	
	↓ unedel	Blei	Pb	- 0,13 V
		Zinn	Sn	- 0,14 V
		Nickel	Ni	- 0,23 V
		Kadmium	Cd	- 0,40 V
Eisen		Fe	- 0,44 V	
Zink		Zn	- 0,76 V	
Aluminium		Al	- 1,67 V	
Magnesium		Mg	- 2,37 V	
Kalium		K	- 2,92 V	
Lithium		Li	- 2,96 V	

14. (4 Punkte)



a) Wie gross ist die Zeitkonstante  $\tau$  der gezeichneten RC-Schaltung?

$$\tau = R \cdot C = 1000 \Omega \cdot 470 \cdot 10^{-6} F = \underline{\underline{0,47 s}} \quad (2 P)$$

b) Welche Spannung liegt nach  $1\tau$  am Kondensator, nachdem der Schalter geschlossen wurde?

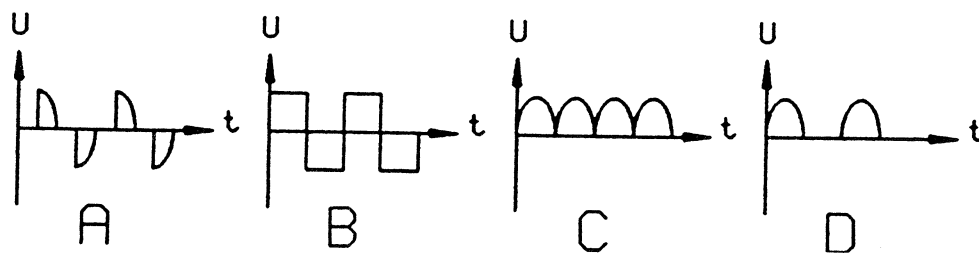
$$1 \tau \hat{=} \underline{\underline{63 \%}} \quad \text{bzw.} \quad \underline{\underline{6,3 V}} \quad (2 P)$$



15. (2Punkte)

Welcher Kurvenverlauf gehört zu einem Lichtdimmer mit TRIAC?

Tragen sie den Buchstaben der richtigen Antwort in das Kästchen ein.

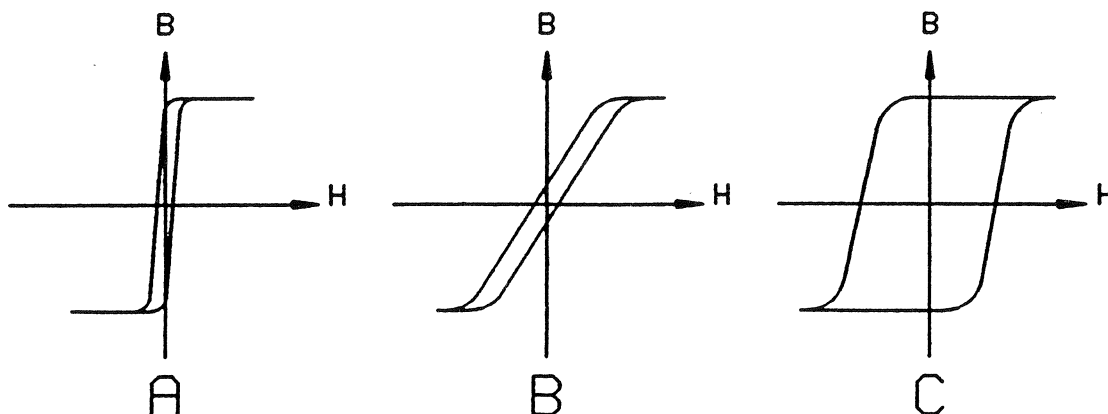


A (2P)

16. (2 Punkte)

Welche Ummagnetisierungskurve (Hysteresisschleife) gehört zu einem Dauermagnet?

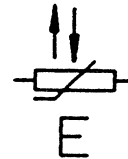
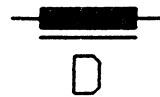
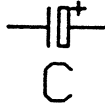
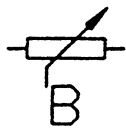
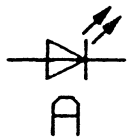
Tragen sie den Buchstaben der richtigen Antwort in das Kästchen ein.



C (2P)

17. (2 Punkte)

Welches Bauteil kann als variabler Spannungsteiler verwendet werden?  
Tragen sie den Buchstaben der richtigen Antwort in das Kästchen ein.



B (2 P)

18. (2 Punkte)

Auf einem Messgerät befinden sich folgende Symbole:



Tragen sie die Buchstaben der richtigen Antworten in die 2 Kästchen ein.

Dieses Messgerät eignet sich

- A: für AC
- B: für DC
- C: für AC und DC

B (1 P)

Dieses Messgerät ist

- D: für waagrechten Gebrauch
- E: für senkrechten Gebrauch
- F: für max. 2,5V

E (1 P)