

Aufgabe 1

- 1.1 Aufgenommene elektrische Leistung: $P_{\text{auf},N} = U_N \cdot I_N = 12 \text{ V} \cdot 8 \text{ A} = 96 \text{ W}$
- abgegebene mechanische Leistung: $P_{\text{ab},N} = P_{\text{auf},N} \cdot \eta_N = 96 \text{ W} \cdot 0,625 = 60 \text{ W}$

- 1.2 Verlustleistung $P_{\text{V},N} = P_{\text{el}} - P_N = 96 \text{ W} - 60 \text{ W} = 36 \text{ W}$
- oder $P_{\text{V},N} = P_{\text{el}} \cdot (1 - \eta_N) = 96 \text{ W} \cdot (1 - 0,625) = 36 \text{ W}$

Ankerwiderstand $R_A = \frac{P_{\text{V},N}}{I_N^2} = \frac{36 \text{ W}}{(8 \text{ A})^2} = 0,563 \Omega$

Induzierte Spannung oder $U_{i,N} = \frac{P_N}{I_N} = \frac{60 \text{ W}}{8 \text{ A}} = 7,5 \text{ V}$

oder $U_{i,N} = U_N - R_A \cdot I_N = 12 \text{ V} - 0,563 \Omega \cdot 8 \text{ A} = 7,5 \text{ V}$

Nennrehmoment $M_N = \frac{P_{\text{ab},N}}{2 \cdot \pi \cdot n_N} = \frac{60 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 3600 \text{ min}^{-1}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 0,159 \text{ Nm}$

oder $c \cdot \Phi = \frac{U_{i,N}}{2 \cdot \pi \cdot n_N} = \frac{7,5 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 3600 \text{ min}^{-1}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 0,01989 \text{ Vs}$

$M_N = c \cdot \Phi \cdot I_N = 0,01989 \text{ Vs} \cdot 8 \text{ A} = 0,159 \text{ Nm}$

1.3 Anlaufstrom $I_{A2} = \frac{R_A}{U_N} = \frac{0,563 \Omega}{12 \text{ V}} = 21,33 \text{ A}$

Anlaufrehmoment $M_{A2} = c \cdot \Phi \cdot I_{A2} = 0,01989 \text{ Vs} \cdot 21,33 \text{ A} = 0,424 \text{ Nm}$

Leerlaufdrehzahl $n_{02} = \frac{U_N}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,01989 \text{ Vs}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 5761 \text{ min}^{-1}$

Mit Ersatzwerten:

$$I_{A2} = \frac{U_N}{12 \text{ V}} = \frac{R_A}{0,5 \Omega} = 24,0 \text{ A}$$

$$M_{A2} = c \cdot \Phi \cdot I_{A2} = 0,02 \text{ Vs} \cdot 24,0 \text{ A} = 0,48 \text{ Nm}$$

$$n_{02} = \frac{U_N}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,02 \text{ Vs}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 5730 \text{ min}^{-1}$$

B) Betrieb mit Vorwiderstand

1.4 $M = M_N \Leftrightarrow I_A = I_N$

$$U_i = U_N - (R_A + R_V) \cdot I_N = 12 \text{ V} - (0,563 \Omega + 0,47 \Omega) \cdot 8 \text{ A} = 3,74 \text{ V}$$

Drehzahl $n_1 = \frac{U_i}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{3,74 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,01989 \text{ Vs}} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 1796 \text{ min}^{-1}$

Wirkungsgrad

$$\eta_1 = \frac{M_N \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_1}{U_N \cdot I_N} = \frac{0,159 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 1796 \text{ min}^{-1} \cdot 1 \cdot \text{min}^{-1}}{12 \text{ V} \cdot 8 \text{ A}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 0,312 = 31,2 \%$$

Mit Ersatzwerten:

$$U_1 = U_N - (R_A + R_V) \cdot I_N = 12 \text{ V} - (0,5 \Omega + 0,47 \Omega) \cdot 8 \text{ A} = 4,24 \text{ V}$$

$$n_1 = \frac{U_1}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{4,24 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,02 \text{ Vs}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \cdot \text{min}^{-1}} = 2025 \text{ min}^{-1}$$

$$\eta_1 = \frac{U_N \cdot I_N}{M_N \cdot 2 \cdot \pi \cdot n_1} = \frac{12 \text{ V} \cdot 8 \text{ A}}{0,16 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 2025 \text{ min}^{-1} \cdot 1 \cdot \text{min}^{-1}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 0,353 = 35,3 \%$$

1.5 Anlaufstrom

$$I_{A1} = \frac{U_N}{R_A + R_V} = \frac{12 \text{ V}}{0,563 \Omega + 0,47 \Omega} = 11,62 \text{ A}$$

Anlaufmoment

$$M_{A1} = c \cdot \Phi \cdot I_{A1} = 0,01989 \text{ Vs} \cdot 11,62 \text{ A} = 0,231 \text{ Nm}$$

Leerlaufdrehzahl

$$n_{01} = \frac{U_N}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,01989 \text{ Vs}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \cdot \text{min}^{-1}} = 5761 \text{ min}^{-1}$$

Mit Ersatzwerten:

$$I_{A1} = \frac{U_N}{R_A + R_V} = \frac{12 \text{ V}}{0,5 \Omega + 0,47 \Omega} = 12,37 \text{ A}$$

$$M_{A1} = c \cdot \Phi \cdot I_{A1} = 0,02 \text{ Vs} \cdot 12,37 \text{ A} = 0,247 \text{ Nm}$$

$$n_{01} = \frac{U_N}{2 \cdot \pi \cdot c \cdot \Phi} = \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot \pi \cdot 0,02 \text{ Vs}} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \cdot \text{min}^{-1}} = 5730 \text{ min}^{-1}$$

Aufgabe 2

- 2.1 Geradengleichung allg.: $R_{LDR}(E) = R_{LDR}(E=0) + m \cdot E$
Steigung m: $m = \frac{100 \text{ M}\Omega - 50 \text{ M}\Omega}{0 \text{ lx} - 50 \text{ lx}} = -1 \frac{\text{M}\Omega}{\text{lx}}$
Geradengleichung: $R_{LDR}(E) = 100 \text{ M}\Omega - 1 \frac{\text{M}\Omega}{\text{lx}} \cdot E$
 $R_{LDR}(10 \text{ lx}) = 100 \text{ M}\Omega - 1 \frac{\text{M}\Omega}{\text{lx}} \cdot 10 \text{ lx} = 90 \text{ M}\Omega$
Teilspannung $U_{e1}(10 \text{ lx})$ aus Spannungsteilerregel
 $U_{e1}(10 \text{ lx}) = U_{Bat} \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{LDR}(10 \text{ lx}) + R_1} = 12 \text{ V} \cdot \frac{10 \text{ M}\Omega}{90 \text{ M}\Omega + 10 \text{ M}\Omega} = 1,2 \text{ V}$
- 2.2 Es handelt sich bei der angegebenen Schaltung um einen nichtinvertierenden Verstärker
Aus Seminar bekannt: $U_{a1} = U_{e1} \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$
Spannungsverstärkung $V_U = \frac{U_{a1}}{U_{e1}} = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) = 1 + \frac{80 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega} = 1 + 4 = 5$
Ausgangsspannung bei $E = 10 \text{ lx}$ $U_{a1}(10 \text{ lx}) = V_U \cdot U_{e1}(10 \text{ lx}) = 5 \cdot 1,2 \text{ V} = 6,0 \text{ V}$
- 2.3 Es handelt sich bei der angegebenen Schaltung um einen Komparator.
Aus Maschenregel: $U_d(E) = U_{R_5} - U_{a1}(E)$
Verhalten der Komparators: $U_{a2} = \begin{cases} +U_{Bat} & \text{für } U_d > 0 \\ 0 & \text{für } U_d = 0 \\ -U_{Bat} & \text{für } U_d < 0 \end{cases}$
Schaltschwelle liegt bei $U_d = 0$, d.h. es muss gelten $U_{R_5} = U_{a1}(10 \text{ lx}) = 6,0 \text{ V}$
Aus Spannungsteilerregel folgt: $R_5 = \frac{U_{R_5}}{U_{R_5}} \cdot (R_4 + R_5) = \frac{6 \text{ V}}{12 \text{ V}} \cdot 250 \text{ k}\Omega = 125 \text{ k}\Omega$
Für R_4 folgt somit: $R_4 = (R_4 + R_5) - R_5 = 250 \text{ k}\Omega - 125 \text{ k}\Omega = 125 \text{ k}\Omega$
- 2.4 Kollektorstrom:
 $I_C = 2 \cdot I_D = 2 \cdot 65 \text{ mA} = 130 \text{ mA}$
Aus gegebener Diodenkennlinie:
 $U_D = 3,0 \text{ V}$
Aus Maschenregel:
 $U_{R_7} = U_{Bat} - 2 \cdot U_D = 12 \text{ V} - 2 \cdot 3,0 \text{ V} = 6,0 \text{ V}$

Zum Bestehen erforderliche Punktzahl: 21 Punkte

richtige Antwort	1	- 1	0	keine Antwort
3.1. b				
3.2. b				
3.3. c				
3.4. b				
3.5. b				
3.6. c				
3.7. b				
3.8. c				
3.9. a				
3.10. c				
3.11. b				
3.12. b				
3.13. b				
3.14. c				
3.15. a				
3.16. a				
3.17. b				
3.18. b				
3.19. a				
3.20. a				

Aufgabe 3

Widerstand R_7 :

$$R_7 = \frac{U_{R_7}}{I_c} = \frac{6,0 \text{ V}}{130 \text{ mA}} = 46,15 \Omega$$

Basisstrom:

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = \frac{130 \text{ mA}}{130} = 1 \text{ mA}$$

Basisvorwiderstand:

$$R_6 = \frac{U_{Bat} - U_{BE0} - 2 \cdot U_D}{I_B} = \frac{12 \text{ V} - 0,6 \text{ V} - 2 \cdot 3,0 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 5,4 \text{ k}\Omega$$