

Name, Vorname	Studienrichtung	Matrikelnummer

Bitte in Blockbuchstaben ausfüllen!

Aufgabe 1:

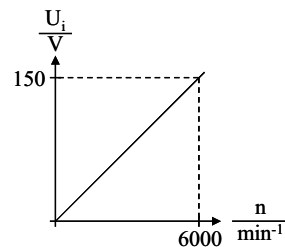
- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar

Eine Gleichstrommaschine wird als Tachogenerator zur Drehzahlmessung und -überwachung in einem Antriebssystem eingesetzt. Sie hat folgende Nenndaten:

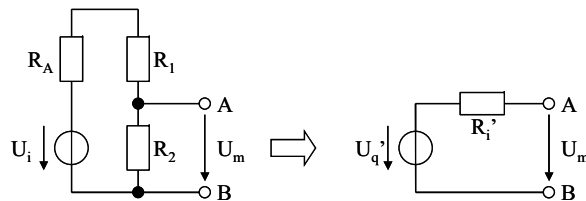
Induzierte Spannung: $U_i = 150 \text{ V}$ bei 6000 min^{-1}

Ankerwiderstand: $R_A = 100 \Omega$

Die Verluste der Maschine dürfen mit Ausnahme der Kupferverluste im Ankerwiderstand vernachlässigt werden.

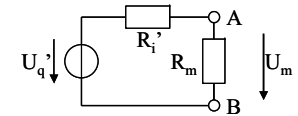


Das Tachosignal soll für Messzwecke elektronisch weiterverarbeitet werden. Daher muss die Spannung des Generators reduziert werden. Dazu wird ein Spannungsteiler mit den Widerständen R_1 und R_2 benutzt.



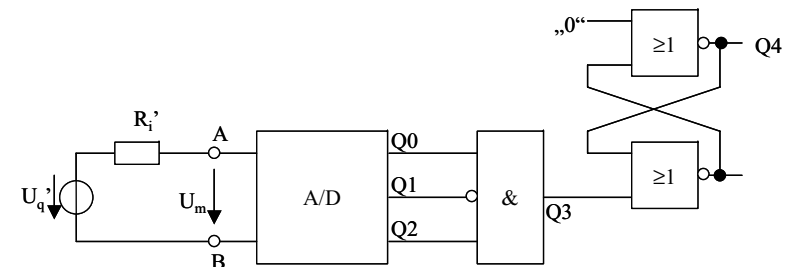
- Dimensionieren Sie die Widerstände R_1 und R_2 so, dass bezüglich der Klemmen A - B eine Ersatzspannungsquelle entsteht, die bei 6000 min^{-1} genau $U_q' = 10 \text{ V}$ mit einem Innenwiderstand von $R_i' = 10 \Omega$ liefert!
- Welche mechanische Leistung wird für die Messung bei 6000 min^{-1} benötigt, wenn die Klemmen A - B offen bleiben? (Hinweis: die gesamte mechanische Leistung wird hier in den Widerständen in Wärme umgesetzt!)

An die Klemmen A - B wird nun ein verlustbehafteter Spannungsmesser geschaltet.

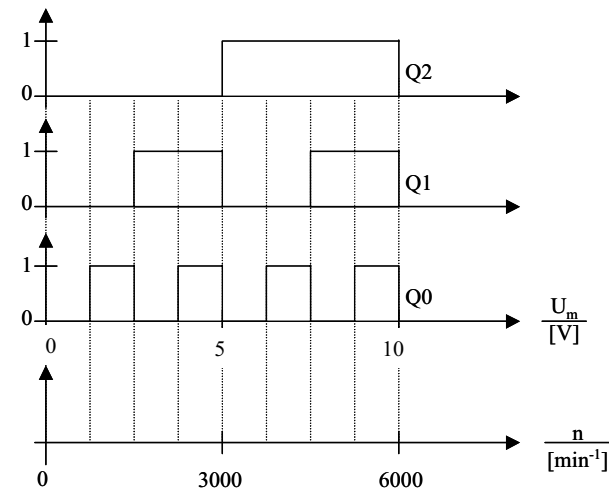


- Wie groß wird die angezeigte Spannung U_m bei 6000 min^{-1} , wenn an den Klemmen A - B ein Spannungsmesser mit dem Innenwiderstand von $R_m = 1000 \Omega$ angeschlossen wird?

Der Spannungsmesser wird nun entfernt und durch einen 3-Bit-Analog-Digitalwandler mit den Ausgängen Q2, Q1 und Q0 und einer logischen Auswerteschaltung mit den zusätzlichen Ausgängen Q3 und Q4 ersetzt. Der Eingangswiderstand des Wändlers ist so groß, dass näherungsweise $U_q' \approx U_m$ angenommen werden kann.

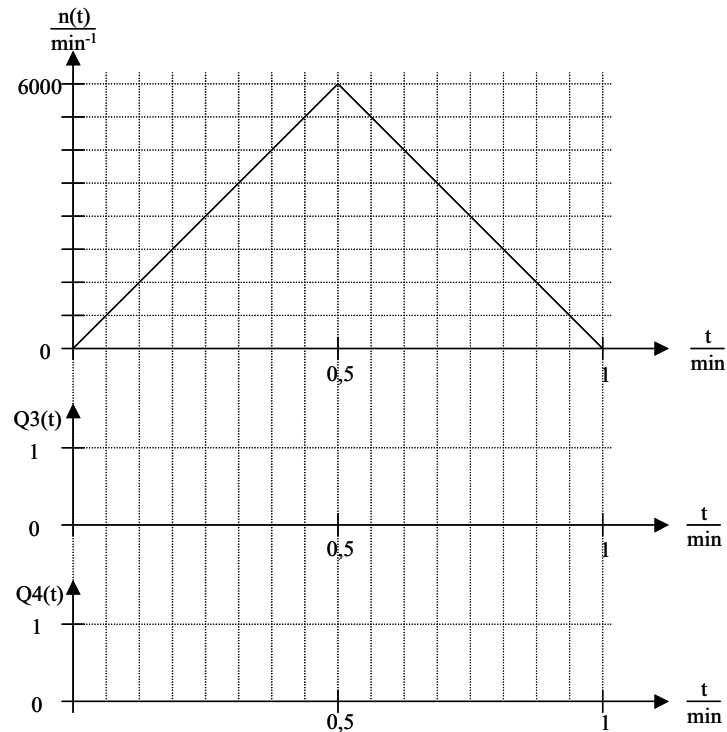


Die digitalen Ausgänge Q0 bis Q2 des Analog-Digital-Wandlers sind in der nachfolgenden Skizze beschrieben.



Die Drehzahl wird nun in einer Minute einmal bis 6000 min^{-1} linear hochgefahren und dann wieder linear auf Null abgebremst (s. Diagramm S. 3).

4. Tragen Sie im untenstehenden Diagramm den zeitlichen Verlauf von $Q_3(t)$ ein!
5. Tragen Sie im untenstehenden Diagramm den zeitlichen Verlauf von $Q_4(t)$ ein!



Aufgabe 2:

- pro richtig beantworteter Frage sind 4 Punkte erreichbar

Ein Drehstrom-Asynchronmotor hat folgende Nenndaten lt. Typenschild:

Nenn-Leistung an der Welle: $P_N = 30 \text{ kW}$

Nenn-Spannung: $U_N = 690 \text{ V}$

Nenn-Strom: $I_N = 32 \text{ A}$

Nenn-Leistungsfaktor: $\cos\varphi_N = 0,85$

Nenn-Drehzahl: $n_N = 1450 \text{ min}^{-1}$

Nennfrequenz: $f_{1N} = 50 \text{ Hz}$

Schaltung: Y

1. Berechnen Sie die Impedanz Z_N eines Motorstrangs im Nennpunkt! Wie groß ist die Strang-Spannung U_{UN} im Nennbetrieb?
2. Welche Polpaarzahl p hat der Motor (Begründung erforderlich)? Wie groß ist der Wirkungsgrad η_N im Nennbetrieb?
3. Beim Betrieb am 690 V-Netz soll zur Eliminierung der Blindleistungsaufnahme eine Kompensationsschaltung installiert werden. Wie groß sind die Kondensatoren zu wählen, wenn eine Sternschaltung gewählt wird?
4. Der Motor soll nun an einem 400 V / 50 Hz - Drehstromnetz betrieben werden (Hinweis: $690\text{V}/400\text{V} \approx \sqrt{3}$). Welche schaltungstechnische Änderung ist erforderlich, damit der Motor weiterhin dauernd Nennleistung liefern kann? Wie groß wird der Leiter-Strom I_{L1} bei Nennleistung?
5. Die Spannung des 400 V-Netzes sinkt kurzzeitig auf 90% des Nennwerts. Die Drehzahl des Motors soll weiterhin der Nenndrehzahl entsprechen. Wie groß wird die Motorleistung P_{90} , wenn näherungsweise angenommen wird, dass der Wirkungsgrad gleich bleibt?

Lösung zu Aufgabe 1:

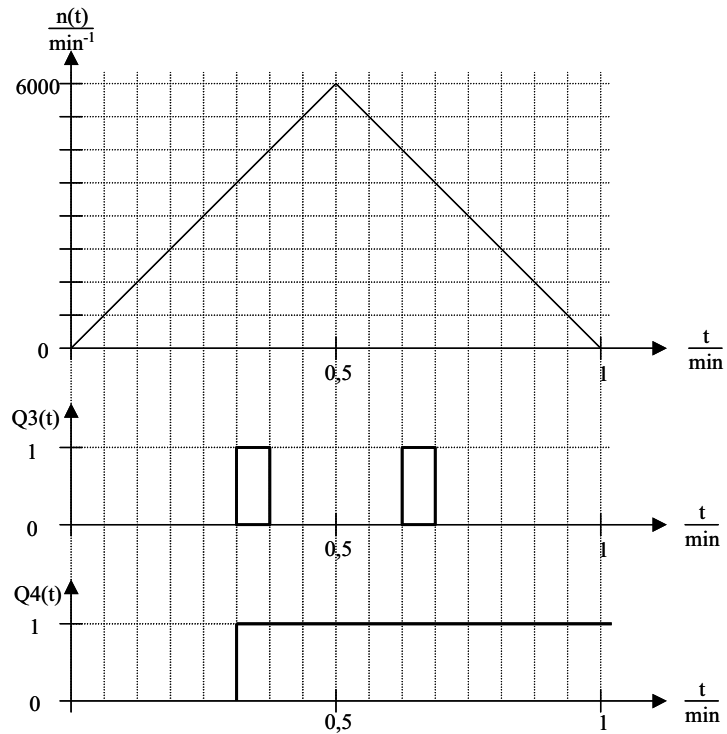
$$1. \quad U_q' = \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_A} \cdot U_i \quad \Rightarrow \quad R_2 = \frac{R_1 + R_A}{\frac{U_i}{U_q'} - 1} = 10,7 \Omega$$

$$R_i' = \frac{R_2 \cdot (R_1 + R_A)}{R_1 + R_2 + R_A} \quad \Rightarrow \quad R_i = \frac{U_i}{U_q'} R_i' - R_A = 50 \Omega$$

$$2. \quad P = \frac{U_i^2}{R_A + R_1 + R_2} = 140 \text{ W}$$

$$3. \quad U_m = U_q' \cdot \frac{R_m}{R_i' + R_m} = 9,9 \text{ V}$$

4., 5.:



Lösung zu Aufgabe 2:

$$1. \quad \underline{Z}_N = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot I_N} \cdot e^{j\varphi_N} = 12,45 \Omega \cdot e^{j31,8^\circ}$$

$$U_{UN} = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 400 \text{ V}$$

2. für $p = 2$ ergibt sich $s_N = 3,33\%$

$$\eta_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} U_N \cdot I_N \cdot \cos \varphi_N} = 92,3\%$$

$$3. \quad I_{bN} = I_N \cdot \sqrt{1 - (\cos \varphi_N)^2} = 16,86 \text{ A}$$

$$3 \text{ Kondensatoren à } C = \frac{1}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz}} \cdot \frac{I_{bN} \cdot \sqrt{3}}{U_N} = 135 \mu\text{F}$$

4. Der Motor muss im Dreieck geschaltet werden

$$I_{L1} = \sqrt{3} \cdot I_U = 55,4 \text{ A}$$

$$5. \quad P \sim U^2 \Rightarrow P_e = P_N \cdot 0,9^2 = 24,3 \text{ kW}$$