

Verwendung zusätzlicher Rückführsignale

1.3.1 Kennwerte des Motors aus Datenblatt

(Lücken bei der Versuchsdurchführung bitte ausfüllen)

Zugewiesene Aufgaben-Datei: 06

Teilnehmer-Nr: 3

Motordaten aus Oemer_DC_Motors_Qcc.pdf

Modell-Nr: 71L

Nennleistung: 0.76kW

$$\text{Ankernennspannung } U_{AN} = \underline{170} \text{ V} \quad (1.10)$$

$$\text{Ankernennstrom } I_{AN} = \underline{5,6} \text{ A} \quad (1.11)$$

$$\text{max. Ankerstrom } I_{ANmax} = \underline{9} \text{ A} \quad (1.12)$$

$$\text{Nenn Drehzahl } n_N = \underline{2500} \text{ min}^{-1} \quad (1.13)$$

$$\text{max. Drehzahl } n_{max} = \underline{3000} \text{ min}^{-1} \quad (1.14)$$

$$\text{Ankerwiderstand } R_A = \underline{3,4} \Omega \quad (1.15)$$

$$\text{Ankerinduktivität } L_A = \underline{22} \text{ mH} \quad (1.16)$$

$$\text{Nennantriebsmoment } M_N = \underline{2,9} \text{ Nm} \quad (1.17)$$

$$\text{Trägheitsmoment } J = \underline{0,002} \text{ kgm}^2 \quad (1.18)$$

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---------------------|-------|-----|------|---|-------|-----|------|--|---------------|-----------|--------|--------|------------|-----------|-------------|
| 71L QCCA | Peso Weight 13,6 Kg | | | | Inerzia Inertia J 0,0020 kgm ² | | | | Eccitazione Field 110-200-330 Vdc P 72 W K 80 ms | | | | | | | |
| | 170 V | | | | 150 V | | | | M (S1) | I Max. 15"-5' | Arm. max. | N max. | Ind. L | Res. 115°C | Cod. Arm. | Spaz. Brush |
| | P kW | N rpm | I A | η % | P kW | N rpm | I A | η % | Nm | A | V | rpm | mH | Ω | - - | nr. |
| | 0,97 | 3000 | 7,0 | 81,5 | 0,84 | 2600 | 7,0 | 80,2 | 3,1 | 11 | 200 | 3500 | 15 | 2,5 | E0 | 2 |
| | 0,76 | 2500 | 5,6 | 80,3 | 0,66 | 2200 | 5,6 | 79,1 | 2,9 | 9 | 200 | 3000 | 22 | 3,4 | F0 | 2 |
| | 0,57 | 2000 | 4,3 | 78,9 | 0,49 | 1700 | 4,1 | 79,5 | 2,7 | 7 | 210 | 2500 | 38 | 5,3 | G6 | 2 |
| | 0,43 | 1500 | 3,2 | 78,3 | 0,37 | 1300 | 3,2 | 77,6 | 2,7 | 5 | 220 | 2000 | 64 | 9,4 | 1Z0 | 2 |

1.3.2 Berechnung weiterer Kennwerte des Motors:

$$\text{Nennwinkelgeschwindigkeit } \omega_N = \frac{n_N}{60} \cdot 2\pi = \underline{261.79} \text{ s}^{-1} \quad (1.19)$$

$$\text{Gegenspannung } e_M = u_A - R_A i_A = \underline{150.96} \text{ V} \quad (1.20)$$

$$\text{Motorkonstante } K_F = \frac{e_M}{\omega_N} = \underline{0.5769} \text{ Vs} \quad (1.21)$$

$$\text{Antriebsmoment } M_A = K_F \cdot i_{AN} = \underline{3.23} \text{ Nm} \quad (1.22)$$

$$\text{Reibmoment } M_R = M_A - M_N = \underline{0.33} \text{ Nm} \quad (1.23)$$

1.3.3 Kennwerte und Übertragungsfunktion des Ankerkreises:

Strecke:

Stellglied Stromrichter (siehe Gleichung 1.7):

$$G_{SR} = \frac{K_{SR}}{1 + T_{SR} \cdot s} = \frac{\frac{2 \cdot 170}{20}}{1 + 0.00005s} \quad (1.24)$$

Motor:

$$\begin{aligned} \text{Proportionalbeiwert des Ankers } K_A &= \frac{1}{R_A} = \frac{1}{3.4} \Omega = 0.294 \Omega^{-1} \\ \text{Zeitkonstante des Ankers } T_A &= \frac{L_A}{R_A} = \frac{22 \text{ mH}}{3.4} \Omega = 6.47 \text{ ms} \end{aligned}$$

$$G_A = \frac{K_A}{1 + T_A s} = \frac{0.294}{1 + 0.00647s} \quad (1.25)$$

Messeinrichtung (siehe Gleichung 1.8):

$$G_{M,ui} = \frac{K_{M,ui}}{1 + T_{M,ui} s} = \frac{1.7857}{1 + 0.0005s} \quad (1.26)$$

1.3.4 Berechnung des Ankerstromreglers:

Die Werte sollen nach Betragsoptimum berechnet werden:

$$\frac{K_S}{\prod_{v=1}^n (1 + T_v s)}$$

1 große Zeitkonstante $K_P \frac{1 + T_N s}{T_N s} \quad K_P = \frac{T_1}{2K_S T_\Sigma}, \quad T_N = T_1$

$$T_1 \gg T_\Sigma = \sum_{v=2}^n T_v$$

Ergebnisse:

Streckenverstärkung innerer RK $K_{S,i} = \underline{KM \cdot KA = 1.78 \cdot 0.294 = 0.5233}$

Summezeitkonstante $T_{\Sigma,i} = \underline{0.55ms = 0.00055s}$

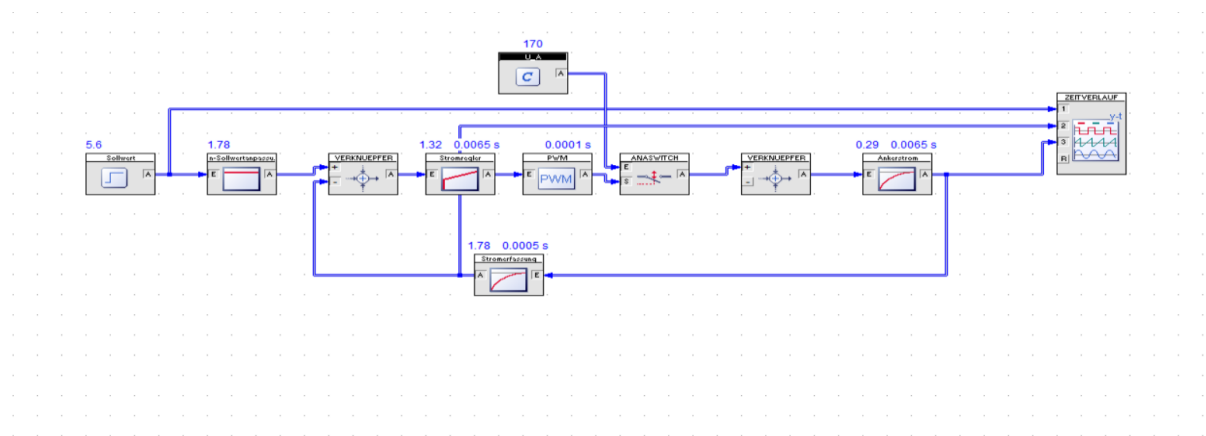
$$K_{P,i} = \frac{0.00647}{0.0098175} = \underline{0.659027}$$

$$T_{N,i} = \underline{TA} = \underline{0.00647s}$$

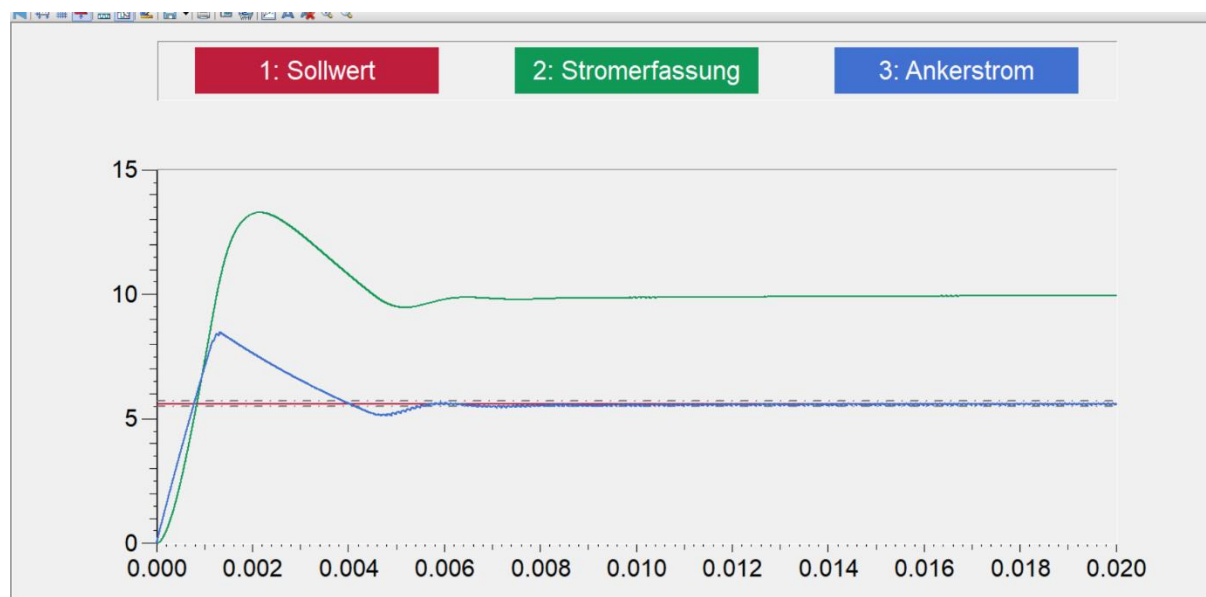
$$G_{PI,i} = K_{P,i} \frac{1 + T_{N,i} s}{T_{N,i} s} = \underline{1.32} \quad \frac{1 + 0.00647 s}{0.00647 s} \quad (1.27)$$

$$k_p = \frac{0.00647}{2 \cdot 10 / 5.6 \cdot 0.294 \cdot (170 \cdot 2 / 20) \cdot 0.00055} = \underline{0.659027}$$

1.3.5 Parametrierung des Ankerstromkreises:



1.3.6 Simulation des inneren Regelkreises:

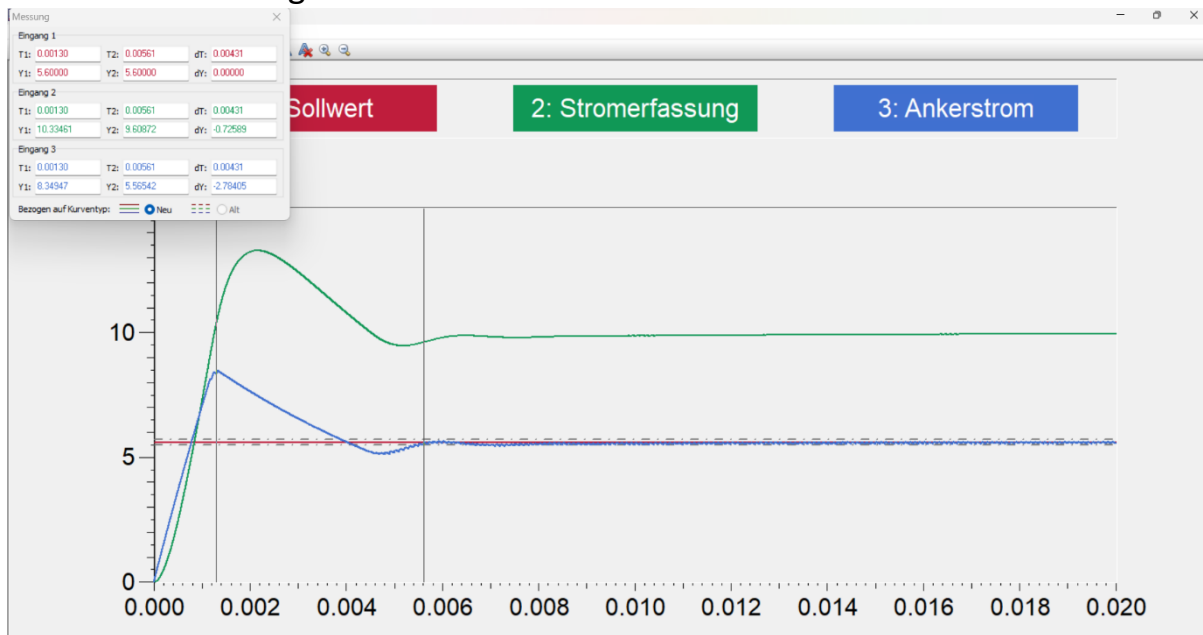


Notation von i-Sollwertanpassung:

Notieren Sie den Wert Ihrer "i-Sollwertanpassung" $K_{SA,i}$!

$$K_{SA,i} = \underline{10/5.6 = 1.78} \quad (1.28)$$

AbleSEN von Ausregelzeit:



Berechnung:

$$\text{Teilnehmer 1: \u00dcberschwingweite} = \underline{8.6-5.5=3.1\%} \quad (1.29)$$

$$\text{Teilnehmer 2: Anregelzeit} = \underline{0.00078s} \quad (1.30)$$

$$\text{Teilnehmer 2: } \frac{\text{Anregelzeit}}{T_\Sigma} = \frac{0.00078s}{0.00055s} = \underline{1.40} \quad (1.31)$$

$$\text{Teilnehmer 3: Ausregelzeit} = \underline{0.00561} \quad (1.32)$$

$$\text{Teilnehmer 3: } \frac{\text{Ausregelzeit}}{T_\Sigma} = \frac{0.00561s}{0.00055s} = \underline{10.2} \quad (1.33)$$

1.3.7 Erg\u00e4nzen des Ankerkreises um induzierte Gegenspannung:

Berechnungen:

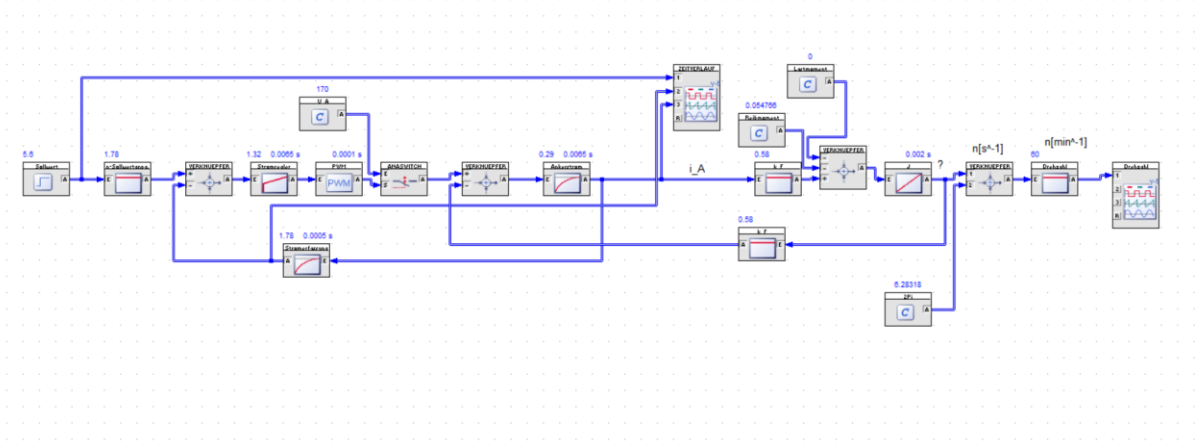
Der theoretisch erreichte Endwert des Ankerstroms l\u00e4sst sich berechnen (siehe 2.2) $i_A(\infty) = \frac{1}{K_{M,ui} + \frac{K_F^2 \cdot T_{N,i}}{K_{P,i} \cdot K_{SR} \cdot J}}$

$$i_A(\infty) = \frac{1}{\underline{1.7857} + \frac{0.0065 \cdot (0.5769)^2}{1.318 \cdot (2 \cdot 170/20) \cdot 0.002}} = \underline{0.5327} \quad (1.34)$$

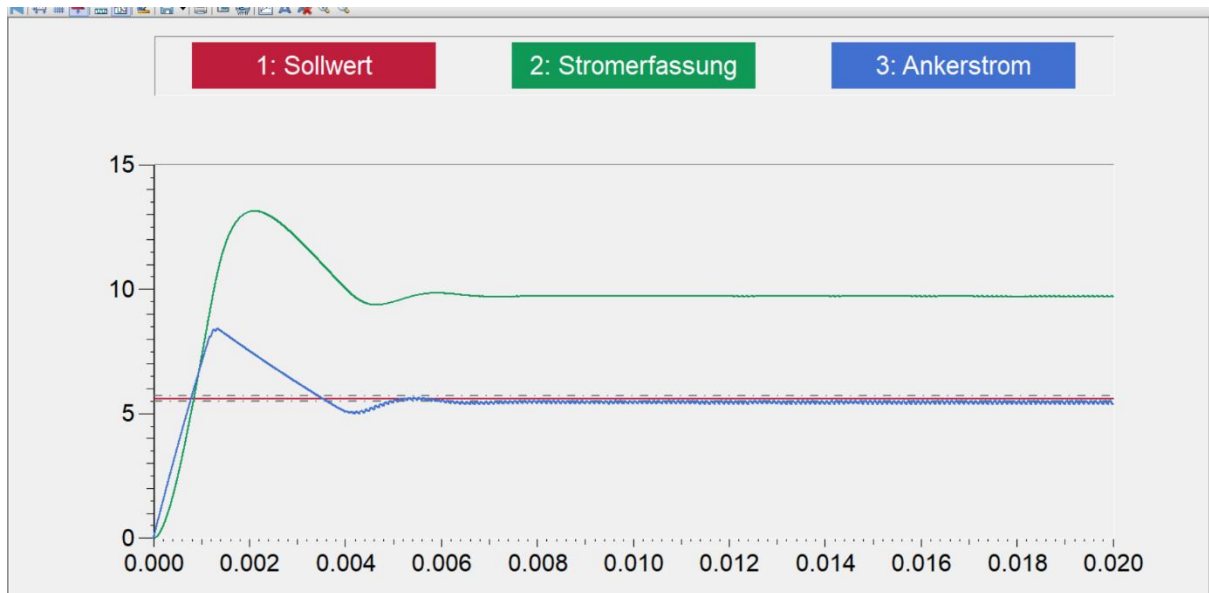
Der Endwert um den den der Ankerstrom i_A bei Verwendung von $K_{SA,i}$ schwankt (Bild 1.8), ergibt sich aus:

$$K_{SA,i} \cdot i_A(\infty) = \underline{1.7857 \cdot 0.5327} = 0.948 \quad (1.35)$$

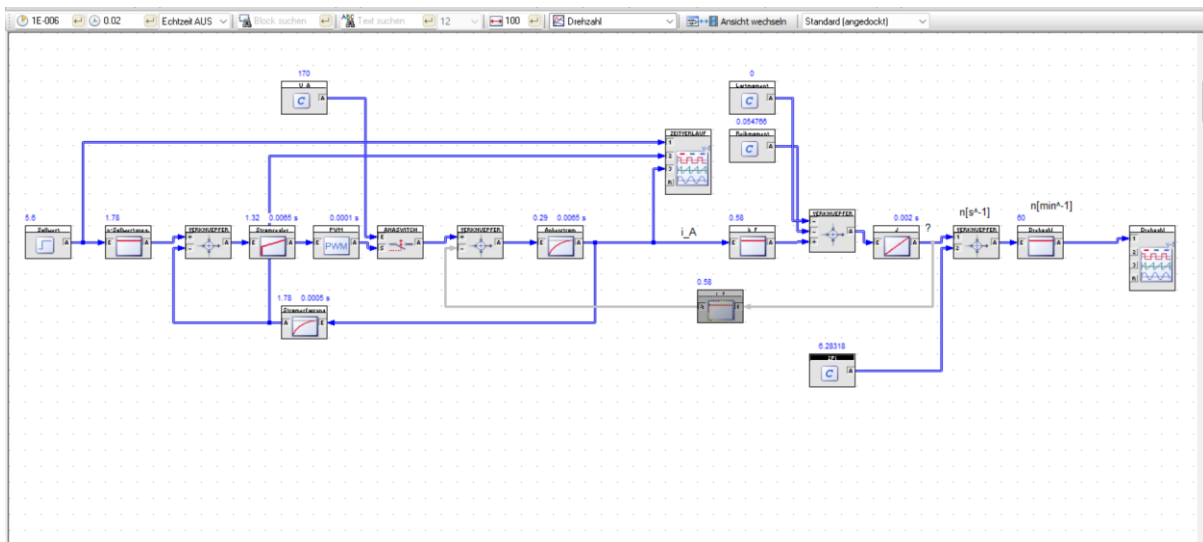
Schaltbild:



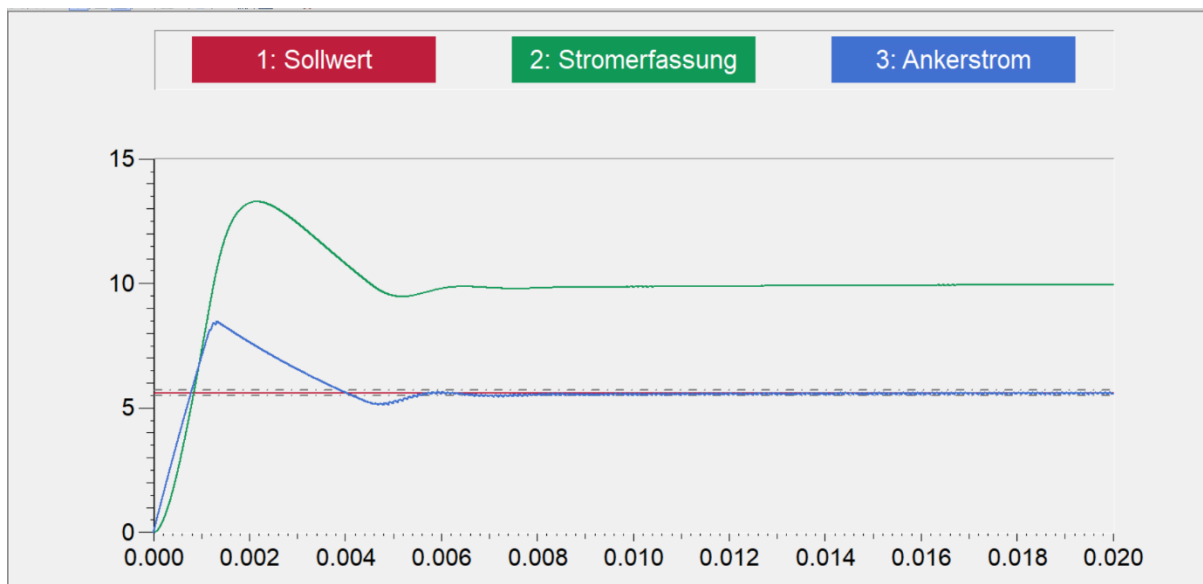
Ankerstrom nach der Simulation:



Ergänzen des Ankerkreises um nicht-induzierte Gegenspannung:



Ankerstrom nach der Simulation:



Rechnungen:

Der Verstärkungsfaktor des inneren Kreises ist $K_{Si} = i_A(\infty)$.

Insgesamt lässt sich die Übertragungsfunktion G_{Wi} des nach dem Betragsoptimum eingestellten geschlossenen inneren Kreises als PT_1 -Glied beschreiben.

Die Zeitkonstante ist

$$2 \cdot (T_{St} + T_M) = 2 \cdot (0,05 \text{ ms} + 0,5 \text{ ms}) = 1,1 \text{ ms}.$$

(siehe auch: Schulz/Graf S. 362f).

Damit lässt sich der geschlossene innere Regelkreis, wie folgt beschreiben:

$$G_{Wi} = \frac{K_{Si}}{1 + 1,1 \text{ ms } s} = \frac{0.5237}{1 + 1,1 \text{ ms } s} \quad (1.37)$$

1.3.8 Der äußere Regelkreis (Drehzahlregelstrecke):

Der Verstärkungsfaktor der äußeren Strecke K_{Sa} ist:

$$K_{Sa} = K_{SA,i} \cdot K_{Si} \cdot K_F \cdot \frac{1}{J} \cdot \frac{60}{2\pi} K_n$$

$$K_{Sa} = \frac{K_{sa} = 0.5327 \cdot 0.948 \cdot 0.5769 \cdot 1 / 0.002 \cdot (60 / 2\pi) \cdot 0.0025}{=} = 3,498 \quad (1.39)$$

1.3.9 Berechnung des Drehzahlreglers und Simulation von Führungsverhalten:

Bestimmen Sie aus den Parametern der Drehzahlregelstrecke, die Parameter eines *PI*-Reglers ausgelegt nach dem symmetrischen Optimum und ergänzen Sie im Simulationsmodell die Parameter für diesen Regler.

$$K_p = 0.002 / (2 * 0.948 * (60 / 2\pi) * 0.0011 * 0.5769 * 0.0025) = 69.22$$

$$G_{PI,n} = K_{P,n} \cdot \frac{1 + T_{N,n}}{T_{N,n}} = \frac{1+0.0044}{0.0044} = * 69,22 \quad (1.40)$$

$$TN = 0.0011 \cdot 4 = 0.0044$$

Simulieren Sie das Führungsverhaltens auf einen Sollwertsprung und beobachten Sie neben der Drehzahl auch den Ankerstrom.

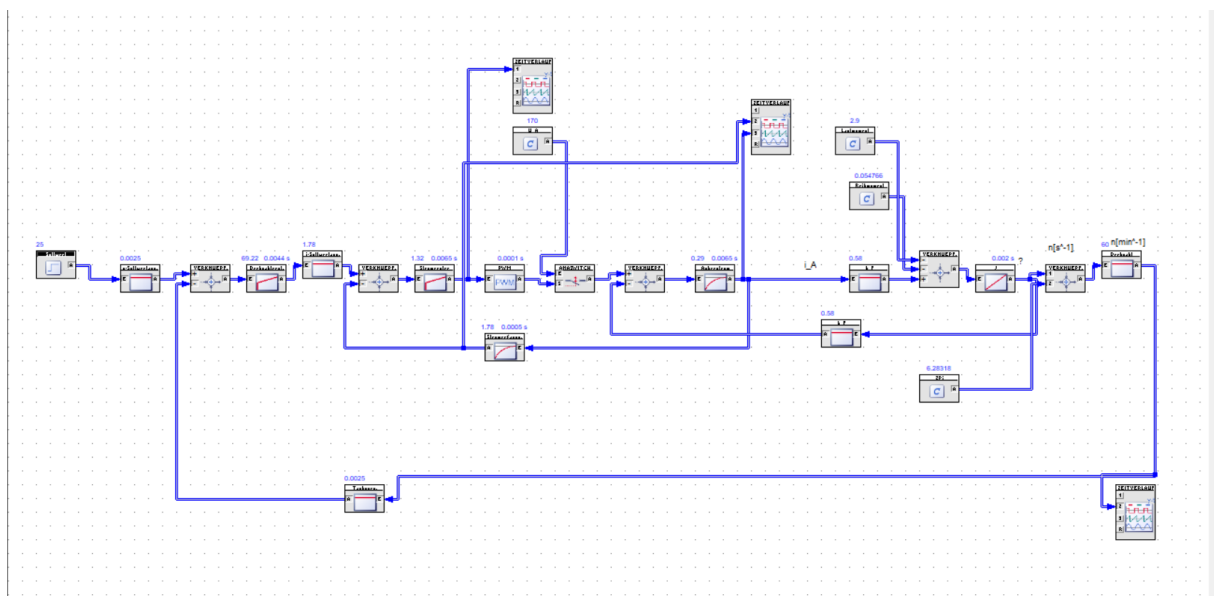
Hinweis: Testen Sie das Führungsverhalten nur mit sehr kleinen Sollwerten ($n = \frac{\text{Nenndrehzahl}}{100} = \frac{N_N}{100}$). In diesem Aufgabenteil wird das Lastmoment M_L zu Null angenommen.

Hinweis: Auch hier können Sie sich die Vorgabe des Sollwerts vereinfachen, wenn Sie den Block "n-Sollwertanpassung" nutzen.

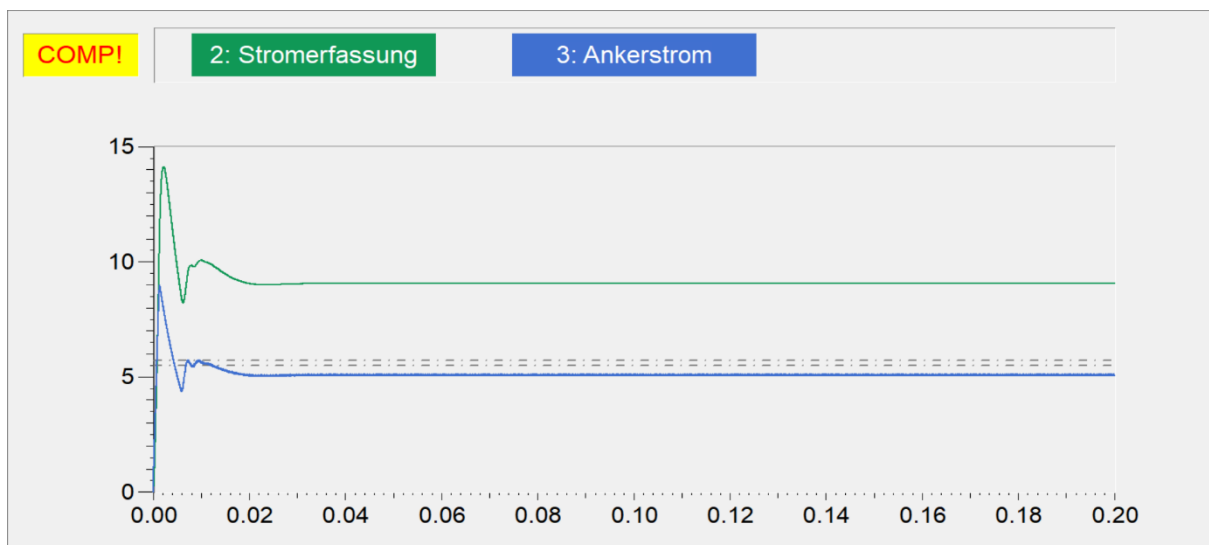
Welchen Wert stellen Sie ein?

$$K_{SA,n} = 0.0025 \quad (1.41)$$

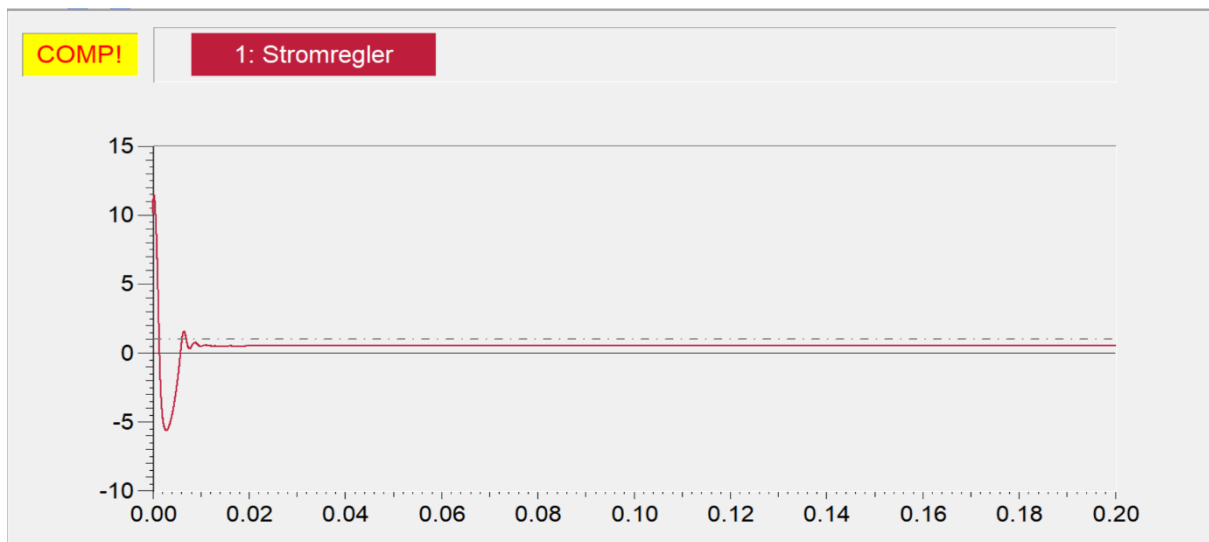
Schaltbild:



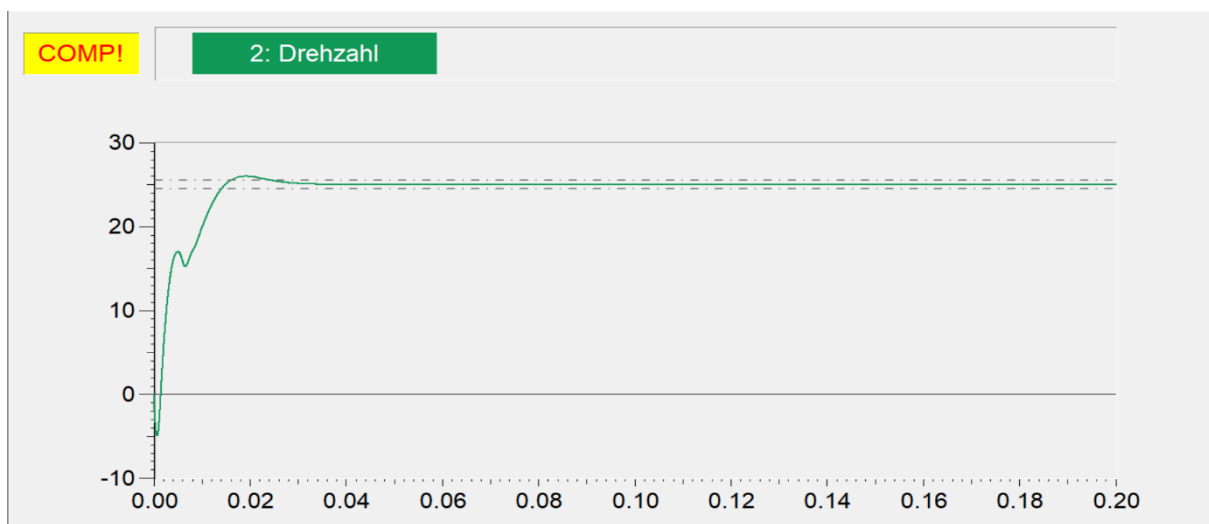
Ankerstrom:



Stromregler:



Drehzahl:



Rechnungen:

Teilnehmer 2: Überschwingweite = 0.9% (1.42)

Teilnehmer 3: Anregelzeit = 0.014 (1.43)

$$\text{Teilnehmer 3: } \frac{\text{Anregelzeit}}{T_{\Sigma}} = \frac{0.014}{0.00055} = 25.45 \quad (1.44)$$

Teilnehmer 1: Ausregelzeit = 0.02310 (1.45)


$$\text{Teilnehmer 1: } \frac{\text{Ausregelzeit}}{T_{\Sigma}} = \frac{0.02310}{0.00055} = 41.81 \quad (1.46)$$

Wie groß wird der Ankerstrom maximal/minimal?

$$I_{A,max} = 9A \text{ \& } I_{A,min} = 0 \quad (1.47)$$

1.3.10 Testen des Drehzahlreglers – Störverhalten:

Sollwert:



Blockname:

Sollwert

Typ

☐ Sinus
☒ Puls
☐ Rauschen

☐ Funktion

1.0

Globale Fktparameter...

Allgemeine Parameter

Amplitude:

1250

Offset:

0

Verzugszeit TD:

0

Sinusgenerator

Kreisfrequenz:

1

Phase (Grad):

0

Pulsgenerator

Pulsweite TW:

100000

Anstiegszeit TR:

0.1

Periodendauer TP:

100000

Abstiegszeit TF:

0

Blockkommentar

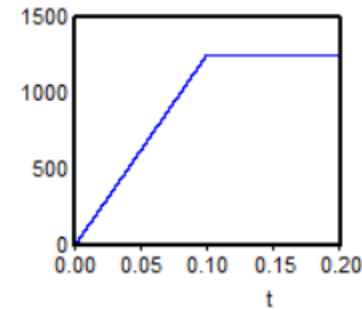
☒ Aus Parametern erzeugen (☐ incl. Legende)

☐ Benutzerdefinierter Text:

Position:

☒ Oben
☐ Unten

Vorschau



Test

bis t = 0.2

☐ Sprung bei t = 0

OK

Abbrechen

Hilfe

Lastmoment:

Generator

Blockname: Lastmoment

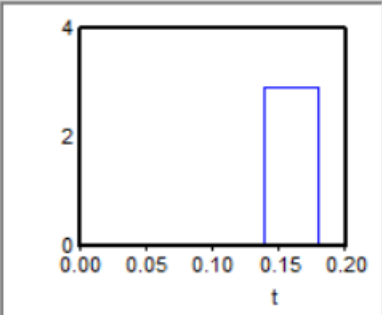
Typ

☐ Sinus ☒ Puls ☐ Rauschen

☐ Funktion 1.0

Globale Fktparameter...

Vorschau



Amplitude: 2.9

Offset: 0

Verzugszeit TD: 0.14

Sinusgenerator

Kreisfrequenz: 1 Phase (Grad): 0

Pulsgenerator

Pulsweite TW: 0.04 Anstiegszeit TR: 0

Periodendauer TP: 100000 Abstiegszeit TF: 0

Blockkommentar

☒ Aus Parametern erzeugen (☐ incl. Legende)

☐ Benutzerdefinierter Text:

Position: ☒ Oben ☐ Unten

Test bis t = 0.2

☐ Sprung bei t = 0

OK

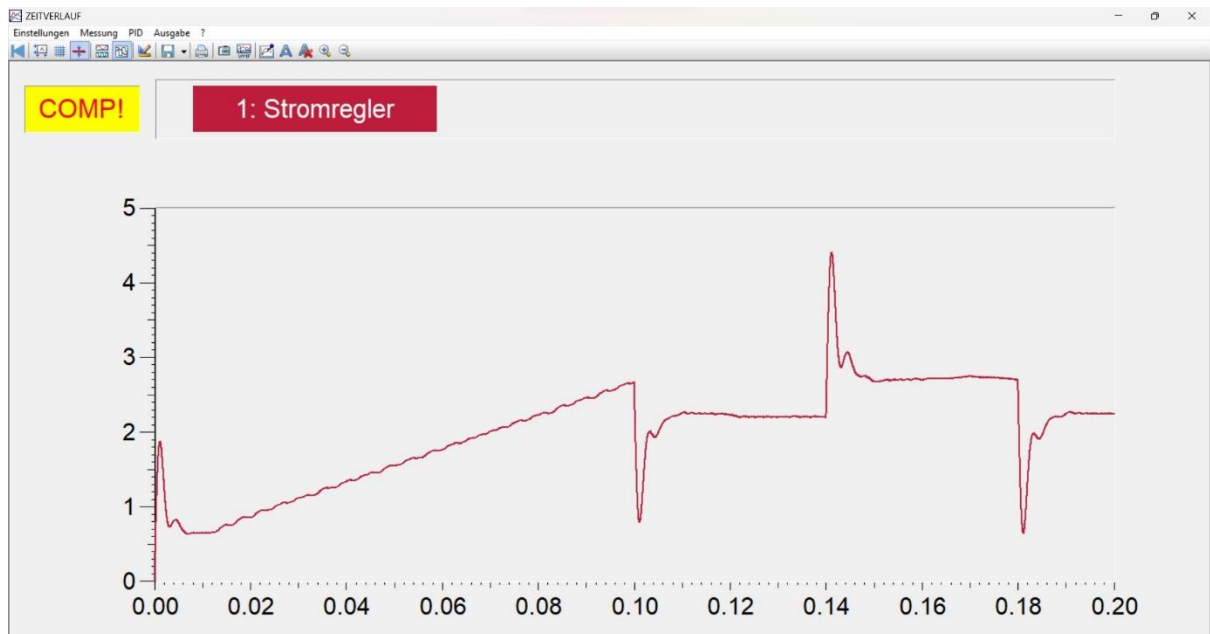
Abbrechen

Hilfe

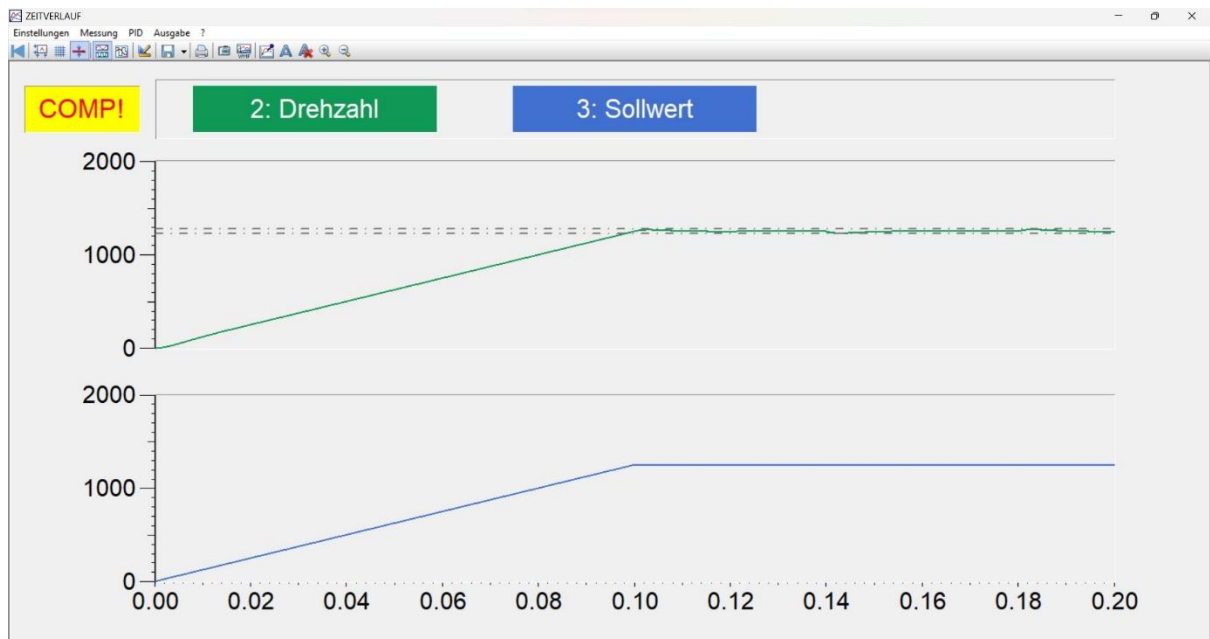
Ankerstrom:



Stromregler:



Drehzahl:



Rechnungen:

$$\text{Teilnehmer 3: Überschwingweite} = \frac{1262-1250}{1250} = 0.0096 = 0.96\% \quad (1.49)$$

$$\text{Teilnehmer 1: Anregelzeit} = 0.098s \quad (1.50)$$

$$\text{Teilnehmer 1: } \frac{\text{Anregelzeit}}{T_{\Sigma}} = \frac{0.098s}{0.00055s} = 178.18 \quad (1.51)$$

$$\text{Teilnehmer 2: Ausregelzeit} = \text{nicht vorhanden} \quad (1.52)$$

$$\text{Teilnehmer 2: } \frac{\text{Ausregelzeit}}{T_{\Sigma}} = \frac{}{} = \quad (1.53)$$

Wie groß wird der Ankerstrom maximal/minimal?

$$I_{A,max} = 5.99 \quad (1.54)$$

$$I_{A,min} = -0.86 \quad (1.55)$$