

2020

Berufliches Gymnasium

Original-Prüfungsausschuss

**MEHR
ERFAHREN**

Baden-Württemberg

Mechatronik



STARK

Inhalt

Vorwort
Stichwortverzeichnis
Formelsammlung zur Energietechnik

Hinweise und Tipps zur Abiturprüfung

Schulsituation	1
Ablauf der Prüfung	1
Inhalte und Schwerpunktthemen	2
Bewertung	4
Methodische und praktische Hinweise	4

Musterprüfung Mechatronik

Maschinenbau

Aufgabe 1: Teleskoparbeitsbühne (Statik, Festigkeitslehre, Werkstoffkunde, Energietechnik)	MP-1
--	------

Elektrotechnik

Aufgabe 2: Spannungsanpassung für Gleichspannungsverbraucher (Spannungsanpassung, Induktivität, Lade-Entladevorgang, Drehstrom, Kompensation, Leistungsfaktor)	MP-10
--	-------

Mechatronische Systeme

Aufgabe 3: Aushubvorrichtung (Elektropneumatische Steuerung, Pneumatikplan, Ablaufsteuerung, SPS-Programm, FB, FC, Funktionsablaufplan)	MP-17
Aufgabe 4: Farbmischer (Ablaufsteuerung, FB, SPS-Programm, Stirnradgetriebe, Asynchronmotor, Stern-Dreieck-Anlauf, Frequenzumrichter)	MP-23

Jahrgang 2015

Maschinenbau

Aufgabe 1: Müllsammelfahrzeug (Statik, Festigkeitslehre, Energietechnik)	2015-1
Aufgabe 2: Hybridfahrzeug (Energietechnik, Werkstoffkunde, Festigkeitslehre)	2015-11

Elektrotechnik

Aufgabe 3: Wechselstrom, Drehstrom und Motor (DASM) (symmetrisch belastetes Drehstromnetz, Kompensation bei Wechsel- und Drehstromsystemen, Wirkleistungsverluste, Drehstromasynchronmaschine im Leerlauf, Typenschildangaben (Nennbetrieb), Ströme und Spannungen bei Stern- und Dreieckschaltungen)	2015-17
Aufgabe 4: Filterschaltung und Drehstrom (Tiefpass, Amplitudengang, Grenzfrequenz, Frequenzverhalten, Zeigerdiagramm, Skizzieren von Spannungsverläufen, symmetrisch belastetes Drehstromnetz in Dreieck- und Sternschaltung, Spannungsabfall an Leitungen, Strom- und Leistungsberechnungen in Sternschaltung)	2015-23

Mechatronische Systeme

- Aufgabe 5: Reinigungsstation (Pneumatikplan, Druckberechnung am Zylinder, Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, Ablaufsteuerung, Umwandlung der Ablaufsteuerung in SPS-Programm) 2015-32
- Aufgabe 6: Lastenaufzug (SPS-Programm, Flankenerkennung, Drehstromasynchronmotor, Schlupf, Drehzahl – Drehmoment – Kennlinie) 2015-43

Jahrgang 2016

Maschinenbau

- Aufgabe 1: Pumpspeicherkraftwerk (Energietechnik, Festigkeitslehre, Getriebe, Statik) 2016-1

Elektrotechnik

- Aufgabe 2: Operationsverstärker, LED, Spule, Drehstrom (LR-Schaltung, Tiefsetzsteller, Drehstromsystem, Sternschaltung) 2016-10

Mechatronische Systeme

- Aufgabe 3: Kippstation (Pneumatikplan, Luftverbrauch eines Zylinders und Energiekosten, Zylinder hebt Masse, Ablaufsteuerung, Auswahl Bausteintyp für Ablaufsteuerung, Umwandlung der Ablaufsteuerung im SPS-Programm) 2016-19
- Aufgabe 4: Bohrstation (Ablaufsteuerung, Schrittspeichernetzwerke für Befehlsausgabe (Aktionen), Spindeldrehzahl, Übersetzungsverhältnis, Vorschubkraft der Spindel, Wirkungsgrad des Getriebes, Anlauf und Kippmoment auf Abtriebseite (Spindel)). 2016-28

Jahrgang 2017

Maschinenbau

- Aufgabe 1: PKW-Anhänger (Statik, Festigkeitslehre, Getriebe) 2017-1

Elektrotechnik

- Aufgabe 2: Operationsverstärker, Spule (an Wechselspannung und Gleichspannung), Drehstromasynchronmaschine (Erzeugung rechteckförmiger Wechselspannung, Sternschaltung, Dreieckschaltung, Typenschild, Stern-Dreieck-Anlaufverfahren) 2017-11

Mechatronische Systeme

- Aufgabe 3: Fügestation (Ablaufsteuerung, Schrittkettennetzwerke und Befehlsausgabe, Sensoren, Druckverlaufskurven, energetische Optimierung einer pneumatischen Anlage, Druckberechnung) 2017-20
- Aufgabe 4: Reinigungsanlage (Ablaufsteuerung, Schrittkettennetzwerke und Befehlsausgabe, Drehzahlberechnung DASM, Leistungsberechnung DASM, Schlupf, Gesamtwirkungsgrad, Kompensation, Anlassverfahren DASM) 2017-29

Jahrgang 2018

Maschinenbau

- Aufgabe 1: Motorroller (Statik, Festigkeitslehre, Energietechnik, Werkstoffkunde) 2018-1

Elektrotechnik

- Aufgabe 2: Operationsverstärker, Verstärkungsfaktor, Vorwiderstand, Spannungen am OPV, Übertragungskennlinie, LED mit Arbeitspunkt, Drehstromasynchronmotor, Kompensation (Stern- und Dreieckschaltung), Wirkungsgrad, Typenschild 2018-12

Mechatronische Systeme

- Aufgabe 3: Klebestation (Pneumatikplan, Beschreibung von Auswirkungen von Fehlerszenarien in der Pneumatik, pneumatische Berechnungen, Ablaufsteuerung, Schritt- und Befehlsausgabernetzwerke) 2018-20
- Aufgabe 4: Abfüllanlage (Ablaufsteuerung, Befehlsausgabernetzwerke, Funktionsanalyse, Berechnungen von Kenngrößen eines Drehstrommotors, Drehzahl-Drehmoment-Kennlinien zeichnen) 2018-31

Jahrgang 2019

Maschinenbau

- Aufgabe 1: Schachtaufzug (Statik, Festigkeitslehre, Getriebe, Energietechnik) 2019-1

Elektrotechnik

- Aufgabe 2: Operationsverstärker, Filterschaltung (RC-Filter mit Störsignal, Mischsignal und Testsignal) 2019-9

Mechatronische Systeme

- Aufgabe 3: Förderband mit Stanze (Ablaufsteuerung, Schrittkettenspeicher und Aktionsausgabe-Netzwerke, Vergleich FB und FC, Ausschaltverzögerer, Pneumatikplan, Pneumatikbauelemente, Berechnung Kolbendurchmesser, Auswahl Normzylinder, Luftverbrauch, Druckverlaufskurven) 2019-20
- Aufgabe 4: Autowaschanlage (Netzwerke der Aktoren für SPS-Programm, Berechnungen DASM, Getriebe mit Wirkungsgrad) 2019-29

Jeweils im Herbst erscheinen die neuen Ausgaben der Abiturprüfungen mit Lösungen.



Sitzen die grundlegenden mathematischen Begriffe?

Unter www.stark-verlag.de/mathematik-glossar/ finden Sie ein kostenloses Glossar zum schnellen Nachschlagen aller wichtigen Definitionen mitsamt hilfreichen Abbildungen und Erläuterungen.

Lösungen der Aufgaben:

Elektrotechnik: StRin Stephanie Kraus

Maschinenbau: OStD Klaus Zeimer

Mechatronische Systeme: StR Manuel Maier

Musterprüfung Mechatronik: OStR Gerhard Weidner und OStD Klaus Zeimer

Vorwort

Der vorliegende Band ist die ideale Hilfe bei der Vorbereitung auf das Abitur 2020 im Profulfach **Mechatronik** an den Technischen Gymnasien in Baden-Württemberg, das seit dem Schuljahr 2014/15 endgültig das Profil Technik abgelöst hat.

Dieses Buch enthält die **ersten offiziellen Abiturprüfungen**, die **2015 bis 2019** gestellt wurden, und die **offizielle Musterprüfung**, die für das Abitur 2015 herausgegeben wurde.

Eine **Formelsammlung** zur Energietechnik ist nach dem auf dieses Vorwort folgenden Stichwortverzeichnis enthalten.

Auf jede Aufgabenstellung folgen komplett ausgearbeitete **Lösungsvorschläge** mit Erläuterung des Lösungswegs. Darüber hinaus sind zwischen Angaben und Lösungen separate **Tipps** und Hinweise zu vielen Teilaufgaben eingefügt, die Ihnen helfen, die Aufgaben möglichst selbstständig zu lösen. Alle Hinweise sind durch eine Raute  am linken Textrand gekennzeichnet.

Um einen optimalen Lernerfolg zu haben, gehen Sie am besten folgendermaßen vor:

- Versuchen Sie zunächst, allein mit der Aufgabenstellung zurechtzukommen.
- Wenn Sie bei der Lösung der einzelnen Teilaufgaben ins Stocken geraten, nutzen Sie immer zuerst die Tipps – Sie erhalten dann einen Denkanstoß, der Ihnen weiterhilft. Gehen Sie dabei schrittweise vor, d. h., lesen Sie den zweiten Tipp, wenn Sie mit dem ersten allein nicht weiterkommen usw.
- Die Lösungsvorschläge dienen zum einen zur Kontrolle, ob Sie die Aufgabe richtig und vollständig gelöst haben, zum anderen geben Sie Ihnen eine ausführliche Hilfestellung, wenn Sie trotz der Tipps Schwierigkeiten bei der Bearbeitung haben. Sie enthalten neben den Ergebnissen eine transparente, nachvollziehbare Darstellung des Lösungswegs, evtl. alternative Lösungswege, Kommentierungen etc.
- Vergleichen Sie Ihre Lösung mit den Lösungsvorschlägen im Buch, überprüfen Sie Ihre Lösung auf Vollständigkeit und rechnen Sie gegebenenfalls einzelne Werte nach.

Sie sollten Ihr Lern- und Übungspensum so planen, dass Sie am Ende Ihrer Prüfungsvorbereitung in der Lage sind, die Aufgaben weitgehend ohne Hilfestellung zu lösen.

Die Aufgaben in diesem Buch sind auch in anderen Schularten – **wie Techniker- und Meisterschulen sowie Berufskollegs** – anwendbar. Die genauen Inhalte der einzelnen Teilgebiete können Sie im Abschnitt **Inhalte und Schwerpunktthemen** ab Seite 2 nachlesen. Zusammen mit dem Inhaltsverzeichnis ermöglicht dies auch den Schülern anderer Schularten eine genaue Auswahl der Themenbereiche.

Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abiturprüfung 2020 vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg bekannt gegeben werden, finden Sie aktuelle Informationen dazu im Internet unter:
www.stark-verlag.de/pruefung-aktuell

Die Autoren

Dauer der Prüfung

Die Prüfungszeit beträgt 270 Minuten einschließlich der Zeit zur Auswahl der Aufgabe aus Teil 3.

Die mündliche Prüfung

Aufgaben zur mündlichen Prüfung werden im Rahmen der Bildungs- und Lehrpläne für die Oberstufe vom Leiter oder der Leiterin des Fachausschusses aufgrund von Vorschlägen der Fachkraft ausgesucht. Die Aufgaben werden dem Prüfling schriftlich vorgelegt. Es handelt sich um eine Einzelprüfung und sie dauert im Normalfall 20 Minuten je Prüfungsfach und Prüfling. Die mündliche Prüfung im Profilfach ist in der Regel freiwillig, kann aber bei Bedarf vom Prüfungsvorsitzenden verordnet werden.

Zugelassene Hilfsmittel

Zugelassen sind Formelsammlungen bzw. Tabellenbücher aus Elektrotechnik und Maschinenbau. Außerdem ein elektronischer Taschenrechner.

Achtung!

Bedenken Sie beim Arbeiten mit diesem Buch, dass die Festigkeitswerte einzelner Werkstoffe von Tabellenbuch zu Tabellenbuch leicht variieren können bzw. auch durch eine Abschätzung mithilfe von Faustformeln (z. B. unter Verwendung der Streckgrenze oder der Zugfestigkeit) ermittelt worden sein können. So können Abweichungen der von Ihnen errechneten Ergebnisse einzelner Aufgaben von den in diesem Buch abgedruckten Ergebnissen in der Verwendung unterschiedlicher Festigkeitswerte begründet sein.

Inhalte und Schwerpunktthemen

Nachfolgende Inhalte geben stichwortartig die aktuellen Themen des Profilfachs Mechatronik am TG Baden-Württemberg wieder:

Elektrotechnik

1. Elektrotechnische Grundlagen
 - Elektrische Grundgrößen
 - Elektrische Grundschaltungen
 - Sensortechnik
 - Spannungs- und Stromquellen
2. Elektronische Bauelemente
 - Diode und LED
 - NPN-Transistor
 - Operationsverstärker
3. Anwendungen von Operationsverstärkern
 - Operationsverstärker
 - Berechnungen von Verstärkungen, Spannungen und Widerständen
4. Analog- und Digitalwandlung
 - A/D-Umsetzer
 - D/A-Umsetzer
5. Elektrische Energietechnik
 - Energiespeicher
 - Grundbegriffe der Wechselspannung
 - Einfache Schaltungen (RL und RC) an Wechselspannung
 - Wechselspannung und Leistungen
 - Einfache RC- und RL-Filterschaltungen
 - Drehstromsysteme (Stern- und Dreieckschaltungen)

6. Drehstromantrieb
 - Drehstromasynchronmotor
 - Typenschild
 - Anlaufverfahren
 - Kompensation (Stern- und Dreieckschaltung)

Maschinenbau

1. Technische Kommunikation
 - Grundlagen der technischen Kommunikation
2. Grundlagen der Pneumatik
 - Grundbegriffe der Pneumatik
 - Pneumatische Schaltungen
3. Fertigungstechnik
 - Fertigungsverfahren (exemplarisch nach Fertigungshauptgruppen DIN 8580)
4. Werkstoffkunde
 - Werkstoffe (Stahl, Gusswerkstoffe, Nichteisenmetalle)
 - Zugversuch
 - Härteprüfung (Brinell, Vickers, Rockwell)
 - Innovative Werkstoffe (Kunststoffe, Verbundwerkstoffe)
 - Zweistofflegierungen (Mischkristall- und Kristallgemischbildung)
 - Eisen-Kohlenstoff-Diagramm (nur Stahlecke)
 - Wärmebehandlungsverfahren
5. Energietechnik
 - Energie (Energieträger)
 - Energieformen
 - Energiebilanz
 - Allgemeine Gasgesetze (p-V-Diagramm, Zustandsänderungen idealer Gase)
 - Links- und rechtsgängige Kreis-Prozesse (Carnot-, Otto-, Diesel- und Stirling-prozess, Wärmepumpe)
 - Großtechnische Energiewandler (Kraftwerke und deren Baugruppen sowie Prozessabläufe)*
 - Druckverluste im Rohrleitungssystem
6. Statik
 - Freimachen von Bauteilen
 - Zentrales und allgemeines Kräftesystem
 - Rechnerische und zeichnerisches (3-Kräfte-)Verfahren**
 - Reibung
7. Festigkeitslehre
 - Beanspruchungsarten (nur Belastungsfall I)
 - Festigkeitsberechnungen und Dimensionierung von Bauteilen
 - Getriebe

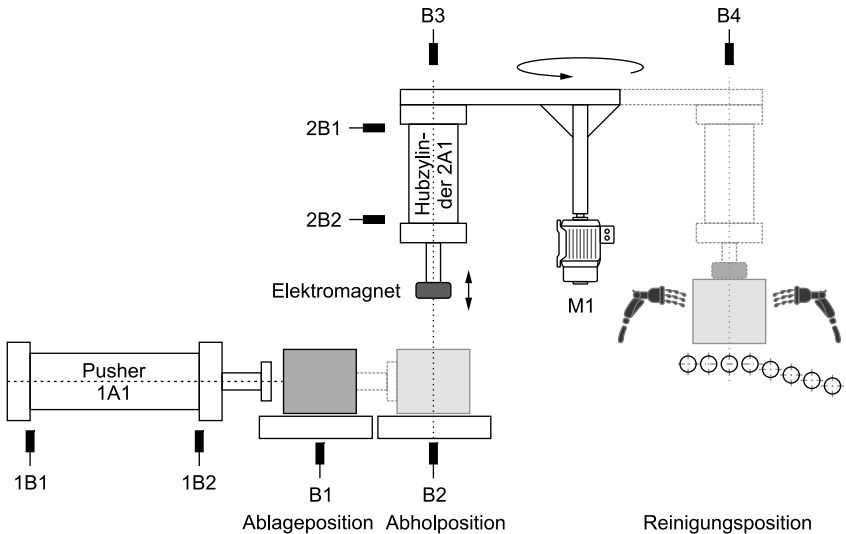
* Das T-s-Diagramm ist nicht mehr Inhalt des Lehrplans.

** Das Schlusslinienverfahren und 4-Kräfte-Verfahren sind nicht mehr Inhalt des Lehrplans.

Mechatronische Systeme

1. Steuerungstechnik I
 - Grundlagen der Elektropneumatik
 - Verbindungsprogrammierte Steuerung zur Ansteuerung in der Elektropneumatik
 - Sicherheitstechnische Maßnahmen
 - Grundlagen der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS)
 - Aufbau und Wirkungsweisen einer SPS
 - Programmerstellung mit einer SPS

Reinigungsanlage



Grundstellung der Anlage:

- Pusher 1A1 ist eingefahren
- Hubzylinder 2A1 ist eingefahren
- Schwenkarm in Abholposition
- Kein Werkstück in Abholposition

Befindet sich ein Werkstück in der Ablageposition, wird durch Betätigen des START-Tasters der Reinigungsvorgang mit dem Ausfahren des Pushers 1A1 gestartet. Wird das Werkstück an der Abholposition erkannt, fährt der Hubzylinder 2A1 aus. Sind der Hubzylinder 2A1 und der Pusher 1A1 vollständig ausgefahren, fährt der Pusher sofort wieder ein und der Elektromagnet wird eingeschaltet.

3 Sekunden nach Einschalten des Elektromagneten fährt der Hubzylinder ein und hebt das Werkstück an. Ist das Werkstück vollständig angehoben, dreht der Schwenkarm (Schwenkantrieb M1) in die Reinigungsposition.

Ist die Reinigungsposition erreicht, werden die Brausen für 10 Sekunden eingeschaltet. Anschließend wird der Elektromagnet ausgeschaltet, und der Schwenkarm dreht wieder in die Abholposition. Der Reinigungsvorgang ist damit beendet.

Zuordnungsliste:

Eingänge	Logische Zuordnung	
START	Taster: Reinigungsvorgang wird gestartet	START = 1
B1	Werkstück in Ablageposition vorhanden	B1 = 1
B2	Werkstück in Abholposition vorhanden	B2 = 1
B3	Schwenkarm in Abholposition	B3 = 0
B4	Schwenkarm in Reinigungsposition	B4 = 0
1B1	Pusher 1A1 ist eingefahren	1B1 = 1
1B2	Pusher 1A1 ist ausgefahren	1B2 = 1
2B1	Hubzylinder 2A1 ist eingefahren	2B1 = 1
2B2	Hubzylinder 2A1 ist ausgefahren	2B2 = 1
Ausgänge		
1M1	Pusher 1A1 ausfahren (federrückgestellt)	1M1 = 1
2M1	Hubzylinder 2A1 ausfahren	2M1 = 1
2M2	Hubzylinder 2A1 einfahren	2M2 = 1
Q1	Elektromagnet einschalten	Q1 = 1
Q2	Schwenkarm dreht sich (Motor M1)	Q2 = 1
V1	Reinigungsbrausen eingeschaltet	V1 = 1

1 Die Reinigungsanlage wird mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) gesteuert.

1.1 Ergänzen Sie den Funktionsablaufplan ab Schritt 2 für den kompletten Prozess der Reinigungsanlage auf dem Arbeitsblatt.

Hinweis: Es sind auch Lösungen mit einer kleineren Anzahl als den vorgegebenen Schritten möglich.

(8)

1.2 Entwickeln Sie mithilfe Ihres Funktionsablaufplans die Netzwerke für die Schrittkette (RS/SR-Speicher) vollständig vom Ausfahren bis zum Einfahren des Hubzylinders 2A1 sowie die Befehlsausgabe für 2M1 und 2M2.

(6)

2 Drehstromantrieb

Der Schwenkarm wird von einem Drehstromasynchronmotor (DASM) über ein Zahnradgetriebe mit einem Wirkungsgrad von $\eta_{\text{Getr}} = 92\%$ angetrieben.

2.1 Der Hubzylinder befindet sich $r = 50 \text{ cm}$ von der Drehachse entfernt und soll sich mit einer Geschwindigkeit von $v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ bewegen. Berechnen Sie die Drehzahl der Drehachse in $\frac{1}{\text{min}}$.

(2)

Der Hubzylinder, der Elektromagnet und das zugeführte Werkstück werden während der Drehbewegung mit $v = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ mit einer Kraft von 150 N bewegt.

- 2.2 Ermitteln Sie aus dem unten abgebildeten Ausschnitt einer Normtabelle einen geeigneten Motor (Bemessungsleistung P_n). Stellen Sie Ihren Lösungsweg übersichtlich dar.

Ausschnitt Normtabelle DASM:

P_n in kW	Baugröße	n_n in min^{-1}	$\cos \varphi_n$	I_n in A	M_n in Nm
0,25	71	1 325	0,75	0,83	1,8
0,37	71	1 375	0,76	1,06	2,6
0,55	80	1 400	0,78	1,43	3,7
0,75	80	1 400	0,8	1,83	5,1
1,1	90 S	1 410	0,81	2,65	7,5
2,2	100 L	1 415	0,82	4,9	15
3	100 L	1 415	0,81	6,4	20
5,5	132 S	1 450	0,83	11,3	36

(3)

Für die folgenden Teilaufgaben verwenden Sie den Motor mit einer Bemessungsleistung von $P_n=0,75$ kW. Dieser wird an einem Drehstromnetz mit 400 V/50 Hz betrieben.

- 2.3 Berechnen Sie den relativen Schlupf in % bei Bemessungsbetrieb des Motors.

(3)

- 2.4 Berechnen Sie den Gesamtwirkungsgrad aus Motor und Getriebe bei Bemessungsbetrieb des Motors.

(3)

- 2.5 Der Leistungsfaktor des DASM soll auf $\cos \varphi_2=0,92$ verbessert werden. Berechnen Sie die erforderliche Gesamtkapazität der Kompensationskondensatoren.

(3)

- 2.6 Als Anlassverfahren stehen der Stern-Dreieck-Anlauf, Softstarter und Anlassen mit Frequenzumrichter zur Verfügung.

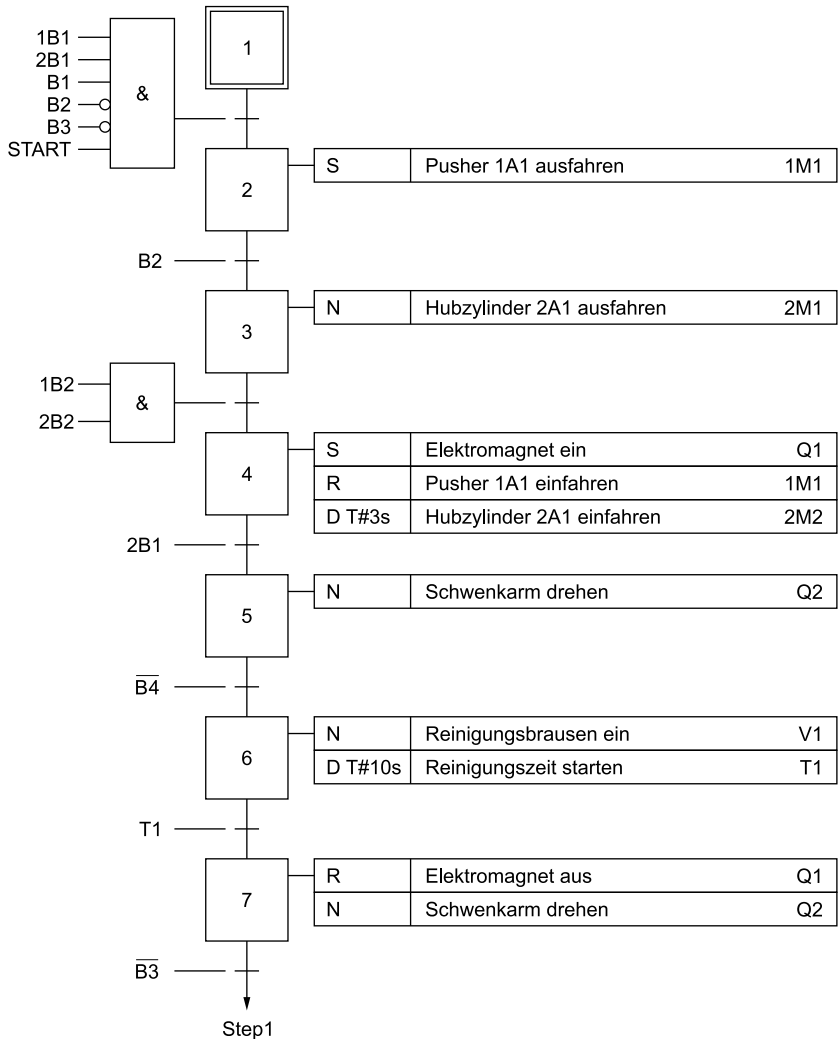
Erläutern Sie, weshalb sich für diese Antriebsaufgabe ein Softstarter eignet.

(2)
(30)

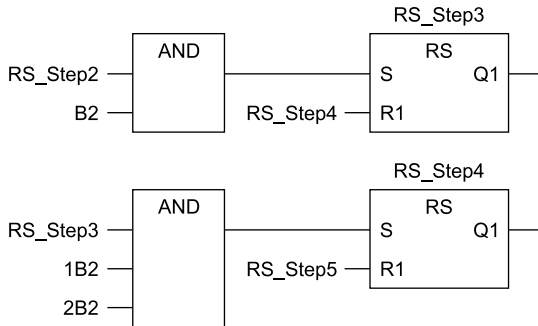
Lösungen

1 Reinigungsanlage

1.1 Ablaufkette

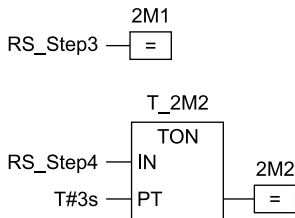


1.2 Schrittnetzwerke:



Hinweis: Netzwerke für Schritte und Aktionen wurden getrennt. Bei dieser Aufgabe wird auf die # für lokale Variablen verzichtet.

Befehlsausgabe (Aktionen):



Hinweis: Es sind bevorzugt IEC-Timer zu verwenden.

2 Drehstromantrieb

2.1 Drehzahl der Drehachse

$$\text{Ansatz: } v = 2\pi \cdot r \cdot n \Rightarrow n = \frac{v}{2\pi \cdot r}$$

$$n = \frac{4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2\pi \cdot 0,5 \text{ m}} = 1,273 \frac{1}{\text{s}} = 1,273 \frac{1}{\frac{1}{60} \text{ min}} = 76,38 \frac{1}{\text{min}}$$

2.2 Motorauswahl

Berechnung der erforderlichen Leistung:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_{\text{Getr}}} = \frac{F \cdot v}{\eta_{\text{Getr}}} = \frac{150 \text{ N} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0,92} = 652 \text{ W}$$

Die Bemessungsleistung des Motors P_n muss größer als 652 W sein.

$\Rightarrow$ gewählt: Baugröße 80 mit $P_n = 0,75 \text{ kW}$

2.3 Berechnung des relativen Schlupfes

Schlupfdrehzahl:

$$n_S = n_f - n_n = 1\,500 \frac{1}{\text{min}} - 1\,400 \frac{1}{\text{min}} = 100 \frac{1}{\text{min}}$$

Hinweis: Die Drehfelddrehzahl n_f ermittelt man mithilfe des Typenschildes bzw. der Formel $n_f = \frac{60 \cdot f}{p}$ (f auf Minuten bezogen $\Rightarrow [f] = \frac{1}{\text{min}}$).

Die Polpaarzahl ist in dieser Aufgabe $p=2$ (also 4 Pole), da die Bemessungsdrehzahl n_n des Typenschildes $1\,400 \text{ min}^{-1}$ ist. Da $p \in \mathbb{N}$ ist, können die Drehfelddrehzahlen beim 50-Hz-Netz nur $3\,000 \text{ min}^{-1}$, $1\,500 \text{ min}^{-1}$, $1\,000 \text{ min}^{-1}$, ... sein. Somit schaut man sich den Wert der Bemessungsdrehzahl n_n an und kennt die Drehfelddrehzahl n_f . Diese liegt vom Zahlenwert her am nächsten.

In diesem Fall: $n_n = 1\,400 \text{ min}^{-1} \Rightarrow n_f = 1\,500 \text{ min}^{-1}$

relativer Schlupf:

$$s_{\%} = \frac{n_S}{n_f} \cdot 100 \% = \frac{100 \frac{1}{\text{min}}}{1\,500 \frac{1}{\text{min}}} \cdot 100 \% = \underline{\underline{6,67 \%}}$$

2.4 Gesamtwirkungsgrad

Wirkungsgrad Motor:

$$\eta_M = \frac{P_n}{P_{el}} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I_n \cdot \cos \varphi_n}$$

$$\eta_M = \frac{0,75 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 1,83 \text{ A} \cdot 0,8} = \frac{0,75 \text{ kW}}{1,014 \text{ kW}} = 0,74 = 74 \%$$

Hinweis: Die Werte für I_n und $\cos \varphi_n$ erhält man aus der Normtabelle.

Gesamtwirkungsgrad aus Motor und Getriebe:

$$\eta_{\text{ges}} = \eta_M \cdot \eta_{\text{Getr}} = 0,74 \cdot 0,92 = 0,681 = \underline{\underline{68,1 \%}}$$

2.5 Kompensation:

$$\cos \varphi_n = 0,8 \Rightarrow \varphi_n = 36,87^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = 0,92 \Rightarrow \varphi_2 = 23,07^\circ$$

Berechnung der erforderlichen Kompensationsleistung:

$$Q_C = P_{el} \cdot (\tan \varphi_n - \tan \varphi_2) = 1,014 \text{ kW} \cdot (\tan 36,87^\circ - \tan 23,07^\circ) = 329 \text{ var}$$

Berechnung der erforderlichen Gesamtkapazität:

$$C_{\text{ges}} = \frac{Q_C}{\omega \cdot U^2} = \frac{329 \text{ var}}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot (400 \text{ V})^2} = \underline{\underline{6,55 \mu\text{F}}}$$

2.6 Der Softstarter bietet sich hier aufgrund der gewünschten Bewegung des Schwenkarms an, da mit ihm ein ruckfreies Beschleunigen und Abbremsen möglich ist. Ein Frequenzumrichter wäre für diese Aufgabe zu aufwendig, da keine genaue Drehzahl- bzw. Geschwindigkeitssteuerung erforderlich ist.



© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK