Universität Stuttgart
Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. M. Weyrich

Musterlösung

Automatisierungstechnik I – WS19/20

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Prüfungstag: 18.02.2020
Prüfungsdauer: 120 Minuten
Maximalpunktzahl: 120 Punkte
Prüfungsumfang: 6 Aufgaben (19 Seiten)
Hilfsmittel: Alle, außer Kommunikationsgeräte

Hinweise:

1.) Verlangt sind alle Aufgaben.

2.) Verwenden Sie **keinen Rotstift / Grünstift / Bleistift**.

3.) Tragen Sie auf diesem **Deckblatt** Ihren **vollen Namen** und Ihre **Matrikelnummer** ein.

4.) Tragen Sie auf **allen Blättern** Ihre **Initialen** (1. Buchstabe von Vor- und Nachnamen) ein.

5.) Verwenden Sie für **Ihre Lösungen unbedingt** die jeweiligen Lösungsfelder.

6.) Geben Sie dieses **Deckblatt zusammen** mit Ihren in der **richtigen Reihenfolge sortierten Aufgabenblättern** ab.

Alle Angaben ohne Gewähr auf Richtigkeit oder Vollständigkeit.

Stand: 18.02.2020

---------- Nicht von Studierenden auszufüllen ----------

Aufgabe	1	2	3	4	5	6		
Maximal	19,5	24,5	16,5	15,5	18	26		
Erreicht								

Aufgabe 1: CAN-Bus (19,5 Punkte)

Hinweis: Die Teilaufgaben in Aufgabe 1 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Aufgabe 1.1: Bus-Pegel-Analyse (7,5 Punkte)

Ein Bekannter bittet Sie um Hilfe: Er hat den Anfang einer CAN-Nachricht auf dem Bus abgegriffen und analysiert, ist sich aber bei dem Ergebnis nicht sicher. Sie sehen sofort: Er hat 6 Fehler gemacht.

Analysieren Sie den in Tabelle 1 dargestellten Verlauf des Bus-Pegels. Markieren Sie fehlerhafte Bezeichnungen von Telegramm(-sub-)segmenten in Tabelle 1 und korrigieren Sie sie in Tabelle 2. Stuffing-Bits werden mit einem „*“ gekennzeichnet.

Hinweis: Ein Fehler wurde als Beispiel bereits markiert. Es verbleiben fünf Fehler für Sie. Fehler betreffen immer nur ein einzelnes Bit und erzeugen also keine Folgefehler.

Tabelle 1: Empfangener Bus-Pegel

		1													2
Bezeichnung	SOF	*	ID	ID	ID	ID	*	ID	ID	ID	ID	*	ID	ID	RTR
Bit-Wert	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Bit-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

				3											
Bezeichnung	IDE	Ex-ID	Ex-ID	*	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	*	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID
Bit-Wert	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1
Bit-Nummer	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

						4		5					6	
Bezeichnung	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	Ex-ID	*	FDF	DLC	DLC	DLC	*	DLC	DLC	Data
Bit-Wert	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Bit-Nummer	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

Tabelle 2: Begründung bzw. Beschreibung der gefundenen Fehler

Nr.	**Korrektur („Was wäre richtig gewesen?“)**
1	Basis-Identifier (ID)
2	Substitute Remote Request Bit - SRR
3	Extended Indentifier Bit - Ex-ID
4	Remote Transmission Request Bit - RTR
5	Reserved Bit - r
6	Cyclic Redundancy Check Bit - CRC

Aufgabe 1.2: Telegrammformat (3,5 Punkte)

Eine Bekannte bittet Sie um Hilfe bei der Erstellung eines CAN-Telegramms. Die Bit-Folge des Telegramms bis zum (also ohne) CRC-Segment lautet:

0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28

a) Hat das Telegramm einen Extended Identifier? Bitte nennen Sie die Nummer des Bits, das Ihrer Antwort zugrunde liegt.

- ☒ Standard-Identifier-Format
- ☐ Extended-Identifier-Format

Bit-Nummer: ____14_____

b) Ist das Telegramm ein Daten- oder ein Datenanforderungs-Telegramm? Bitte nennen Sie die Nummer des Bits, das Ihrer Antwort zugrunde liegt.

- ☒ Datentelegramm
- ☐ Datenanforderungstelegramm

Bit-Nummer: 13 oder 17-20

c) Nennen Sie – sofern überhaupt zutreffend – alle Bit-Nummern, an denen ein Stuffing-Bit auftritt.

Hinweis: Die Anzahl der Kästchen lässt keinen Rückschluss auf die Antwort zu.

Bit-Nummer:	16				

Aufgabe 1.3: Cyclic-Redundancy Check (8,5 Punkte)

Bestimmen Sie die CRC-Sequenz, die sich aus dem CAN-Telegramm-Rumpf aus Aufgabe 1.2 ergeben würde.

<u>Hinweis</u>: Das CRC-Generatorpolynom lautet 1100 0101 1001 1001. Die Anzahl der Zeilen und Spalten der Vordrucke lässt keinen Rückschluss auf die Antwort zu.

Raum für Nebenrechnungen:

0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	-	0	1										
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**	**0**	-	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**0**	**1**

Das resultierende CRC-Segment für den CAN-Telegramm-Rumpf aus Aufgabe 1.2 lautet demnach:

												1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1

Aufgabe 2: Scheduling (24,5 Punkte)

<u>Hinweis</u>: Die Teilaufgaben in Aufgabe 2 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

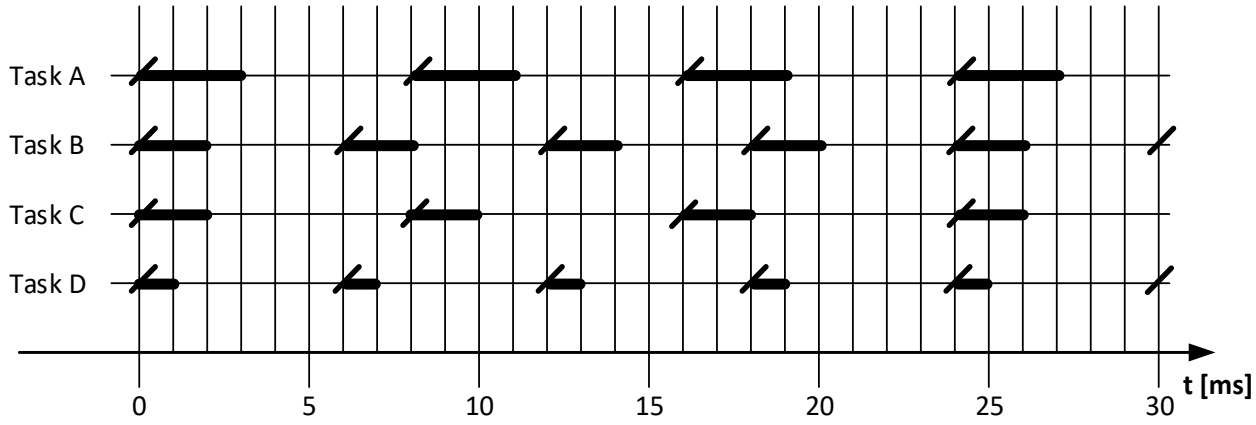


Abbildung 1: Soll-Ablauf der Tasks A, B, C und D

Gegeben sei ein periodisches Taskset mit vier Tasks und einem Soll-Ablaufverhalten entsprechend Abbildung 1. Die Periode ist gleichzeitig als Deadline für die Ausführung zu interpretieren. Die Prioritäten der Tasks können der Tabelle 3 entnommen werden (kleinste Zahl entspricht höchster Priorität). Es steht ein Rechenkern zur Verfügung.

Tabelle 3: Prioritäten

Task	Priorität
Task A	4
Task B	3
Task C	2
Task D	1

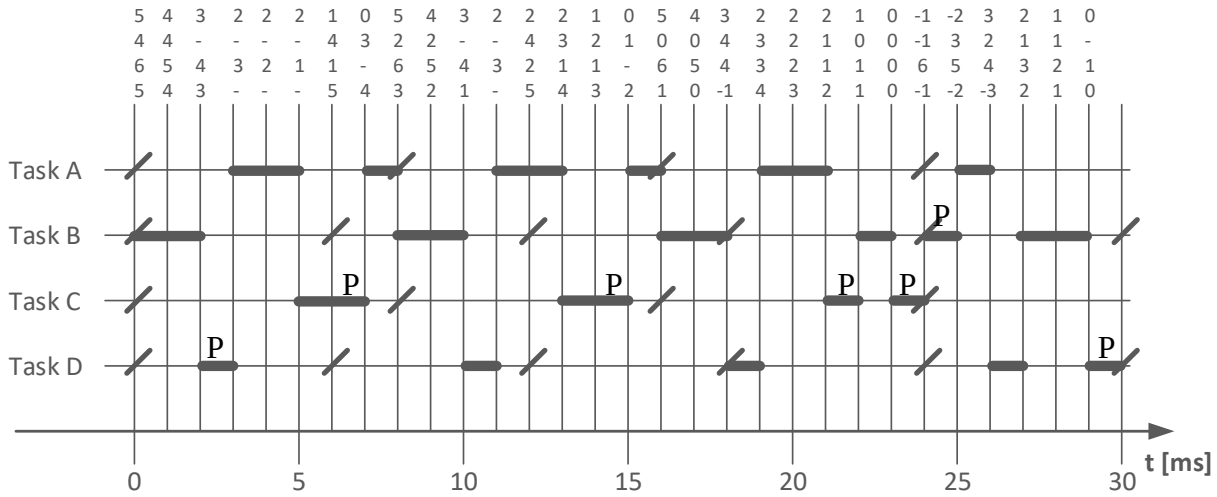


Abbildung 2: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (Verfahren des kleinsten Spielraums)

Aufgabe 2.1: Kleinster Spielraum (3,5 Punkte)

Bitte kennzeichnen Sie – soweit zutreffend – alle Entscheidungen, die nicht auf dem primären Entscheidungs-Kriterium des Spielraum-Schedulings, sondern auf der Priorität der jeweiligen Task beruhen in Abbildung 2 mit einem „P“.

Aufgabe 2.2: Rechtzeitigkeit und Auslastung (4 Punkte)

a) Erfüllt die Abarbeitung der einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t \leq 30$ ms gemäß Abbildung 2 die Rechtzeitigkeits-Bedingung? Wenn nein, welche Task(s) verletzt bzw. verletzten die Rechtzeitigkeits-Bedingung wann zum ersten Mal?

Task	**Rechtzeitige Abarbeitung?**		**Wenn nein, zu welchem Zeitpunkt wird die ersten Deadline verletzt?**
Task A	Ja ☐	Nein ☒	t = _ _24__ ___ ms
Task B	Ja ☐	Nein ☒	t = ___24_____ ms
Task C	Ja ☒	Nein ☐	t = ___ _____ ms
Task D	Ja ☐	Nein ☒	t = ___18_____ ms

b) Bestimmen Sie die Auslastung des Rechenkerns bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 1 und Tabelle 3.

Raum für Nebenrechnungen:

$$\frac{3}{8}+\frac{2}{6}+\frac{2}{8}+\frac{1}{6}=1{,}125$$

Rechenkernauslastung [%]	112,5

Aufgabe 2.3: Abweichungen (7 Punkte)

Wie oft werden die einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 2 jeweils beauftragt? Wie viele Beauftragungen gibt es in diesem Zeitraum insgesamt?

Anzahl Beauftragungen von Task A:	4	Anzahl Beauftragungen von Task B:	5
Anzahl Beauftragungen von Task C:	4	Anzahl Beauftragungen von Task D:	5
Anzahl Beauftragungen insgesamt:	18		

Wie groß sind die jeweiligen Summen der Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Ablauf der einzelnen Tasks sowie des Tasksets im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 2?

<u>Hinweis</u>: Bei unvollendeten Beauftragungen sind auch und nur die bis zum Ende des Betrachtungszeitraums entstandenen Abweichungen zu betrachten.

Abweichungen Task A (Ausführungsbeginn):	≥15 ms	Abweichungen Task A (Ausführungsende):	≥23 ms
Abweichungen Task B (Ausführungsbeginn):	13 ms	Abweichungen Task B (Ausführungsende):	14 ms
Abweichungen Task C (Ausführungsbeginn):	≥21 ms	Abweichungen Task C (Ausführungsende):	≥22 ms
Abweichungen Task D (Ausführungsbeginn):	25 ms	Abweichungen Task D (Ausführungsende):	25 ms
Abweichungen Taskset (Ausführungsbeginn):	≥74 ms	Abweichungen Taskset (Ausführungsende):	≥84 ms

Wie groß sind die mittleren Abweichungen der einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 2? Wie groß ist die mittlere Abweichung des Tasksets in diesem Zeitraum?

Mittlere Abweichung Task A (Ausführungsbeginn):	≥3,75 ms	Mittlere Abweichung Task A (Ausführungsende):	≥5,75 ms
Mittlere Abweichung Task B (Ausführungsbeginn):	2,6 ms	Mittlere Abweichung Task B (Ausführungsende):	2,8 ms
Mittlere Abweichung Task C (Ausführungsbeginn):	≥5,25 ms	Mittlere Abweichung Task C (Ausführungsende):	≥5,5 ms
Mittlere Abweichung Task D (Ausführungsbeginn):	5 ms	Mittlere Abweichung Task D (Ausführungsende):	5 ms
Mittlere Abweichung Taskset (Ausführungsbeginn):	≥4,11 ms	Mittlere Abweichung Taskset (Ausführungsende):	≥4,67 ms

Aufgabe 2.4: Zeitscheibenverfahren (4 Punkte)

Hinweis: Sollten Sie sich verzeichnen, so können Sie den Diagrammvordruck aus Abbildung 5 verwenden. Er dient als Ersatz. Kennzeichnen Sie eindeutig, welche Zeichnung gewertet werden soll.

Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 1 und Tabelle 3 beim Scheduling nach dem Zeitscheiben-Verfahren mit einem Systemtakt von 1 ms im Bereich $0 \leq t < 30$ ms. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 3 ein.

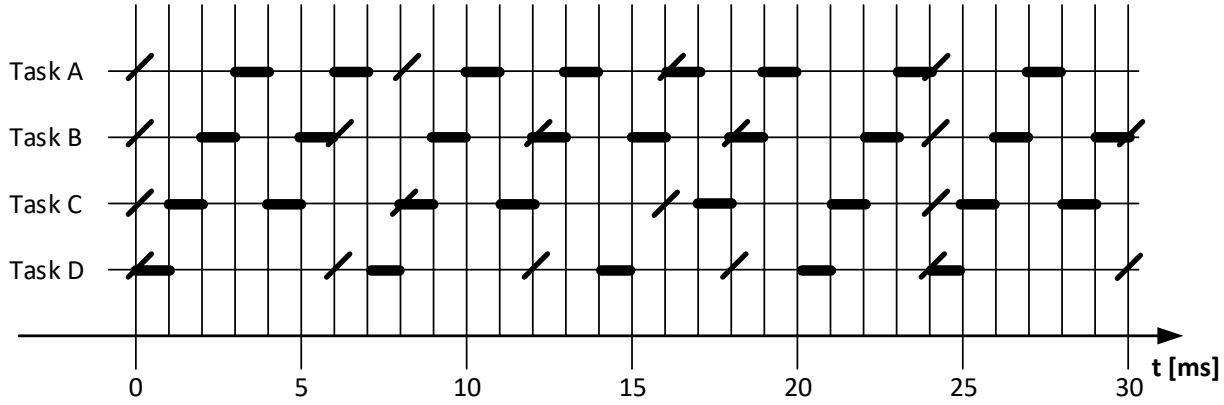


Abbildung 3: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (Zeitscheibenverfahren)

Aufgabe 2.5: Kleinste Restantwortzeit (6 Punkte)

Hinweis: Sollten Sie sich verzeichnen, so können Sie den Diagrammvordruck aus Abbildung 5 verwenden. Er dient als Ersatz. Kennzeichnen Sie eindeutig, welche Zeichnung gewertet werden soll.

Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 1 und Tabelle 3 beim Scheduling nach dem Verfahren der kleinsten Restantwortzeit im Bereich $0 \leq t < 30$ ms. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 4 ein. Bitte kennzeichnen Sie dabei alle Entscheidungen, die nicht auf dem primären Entscheidungs-Kriterium des Restantwortzeit-Schedulings beruhen mit „F“ bzw. „P“.

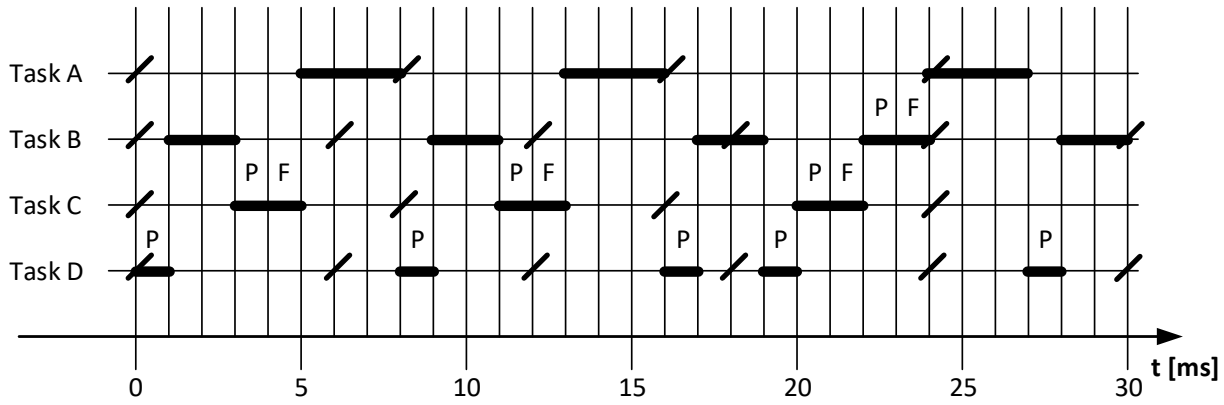


Abbildung 4: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (Verfahren der kleinsten Restantwortzeit)

Aufgabe 2._____:

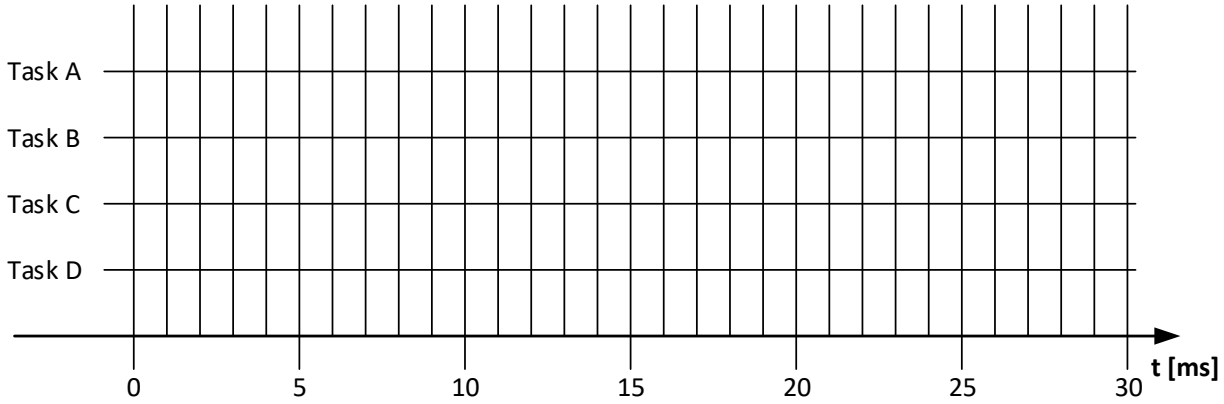


Abbildung 5: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (Ersatzdiagramm)

Aufgabe 3: Automatisierungsprojekt (16,5 Punkte)

<u>Hinweis</u>: Die Teilaufgaben in Aufgabe 3 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Sie arbeiten in der Entwicklungsabteilung eines großen Anlagenbauers. Ihr neustes Projekt ist das zentrale Steuergerät eines autonomen Muldenkippers.



Abbildung 6: Menschengesteuerter Muldenkipper

Aufgabe 3.1: Konventioneller Muldenkipper (4 Punkte)

Zur Einarbeitung schauen Sie sich zuerst einen konventionellen, menschengesteuerten Muldenkipper (siehe Abbildung 6) an. Gehen Sie dabei davon aus, dass diese Maschinen aufgrund sehr unterschiedlicher Anforderungen in geringer Stückzahl gefertigt werden.

a) Welche Steuergeräteart erwarten Sie in einem solchen konventionellen Muldenkipper, bspw. zur Steuerung der Kippvorrichtung?

Speicherprogrammierbare Steuerungen oder Mikrocontroller

b) Nennen Sie drei unterschiedliche Faktoren, die für die von Ihnen gewählte Steuergeräteart zum Einsatz in konventionellen Muldenkippern sprechen.

Bspw.: - Robust (-> für raue Betriebsbedingungen geeignet) - Standardisierte Programmierverfahren (-> geringe Engineering-Kosten) - Geringe Programmkomplexität (-> SPS reicht aus) - Einfache Anbindung von Sensoren und Aktoren (->geringe Engineering-Kosten)

Aufgabe 3.2: Autonomiefunktionen (4 Punkte)

Nachdem Sie nun einen Eindruck von den grundsätzlichen Anforderungen an Muldenkipper gewonnen haben, widmen Sie sich nun den Autonomiefunktionen, die mit Ihrem Steuergerät möglich werden sollen.

Nennen Sie jeweils zwei für die Autonomiefunktion „Autonomes Fahren“ notwendige Sensoren und Aktoren.

Sensoren	Aktoren
Bspw.: - Positionierung im Raum (bspw. mittels GPS) - Hinderniserkennung (bspw. mittels Radar, LIDAR, Kameras)	Bspw.: - Kommunikation mit anderen Verkehrsteilnehmern (bspw. mittels Signallichtern, Lautsprechern) - Servo-Motoren (bspw. für die Lenkung, Bremsen etc.)

Aufgabe 3.3: Steuergeräte für autonome Muldenkipper (4 Punkte)

a) Was für eine Steuergeräteart würden Sie für einen autonomen Muldenkipper, bspw. zur Steuerung des autonomen Fahrens, verwenden?

Workstation auf Industrie-PC-Basis (ggf. mit GPU- oder FPGA-Modul)

oder Mikroprozessoren / GPU

b) Nennen Sie drei aus den Autonomiefunktionen resultierende Faktoren, die für die von Ihnen gewählte Steuergeräteart zum Einsatz in autonomen Muldenkippern spricht.

Bspw.:
- Hoher Bedarf an Rechenleistung
- Hoher Bedarf an Kommunikationsbandbreite
- Hoher Bedarf an Speicherplatz

Aufgabe 3.4: Kommunikationsstandards für autonome Muldenkipper (3 Punkte)

a) Was für einen Kommunikationsstandard würden Sie für die Kommunikation eines autonomen Muldenkippers mit anderen mobilen Geräten auf dem Minengelände verwenden?

Drahtlos, bspw. LTE (4G oder 5G) oder Industrial WLAN (in engmaschigem Netz)

b) Nennen Sie zwei Faktoren, die für den von Ihnen gewählten Kommunikationsstandard zum Einsatz in autonomen Muldenkippern sprechen.

Bspw.:
- Mobilität der Teilnehmer (-> keine Kabel)
- Hohe Datenraten
- Echtzeitanforderungen
- Mittlere bis hohe Reichweite

Aufgabe 3.5: Unterschiede zu autonomen PKW (1,5 Punkte)

Nennen Sie drei für die Sicherheit der Automatisierungsfunktionen relevante Faktoren, in denen sich autonome PKW für den öffentlichen Straßenverkehr von Ihrem autonomen Muldenkipper unterscheiden.

Bspw.:

- Höhere Teilnehmerzahl im öffentlichen Straßenverkehr
- Größere Heterogenität im öffentlichen Straßenverkehr (bzgl. genutzter Systeme, Wartungsstand, Autonomielevel etc.)
- Nur unterwiesene Verkehrsteilnehmer in der Mine
- Arbeitsumfeld in der Mine (dadurch anderer gesetzlicher Rahmen)

Aufgabe 4: Programmierung von Industriesteuerungen (15,5 Punkte)

Hinweis: Die Teilaufgaben in Aufgabe 4 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Aufgabe 4.1: Konvertierung eines SPS-Programms (4,5 Punkte)

a) Sie bekommen die Aufgabe, das im Funktionsplan (FUP) verfasste Anwenderprogramm aus Abbildung 7 in einen Strukturierten Text (ST) zu überführen. Verwenden Sie eine möglichst kurze Notation.

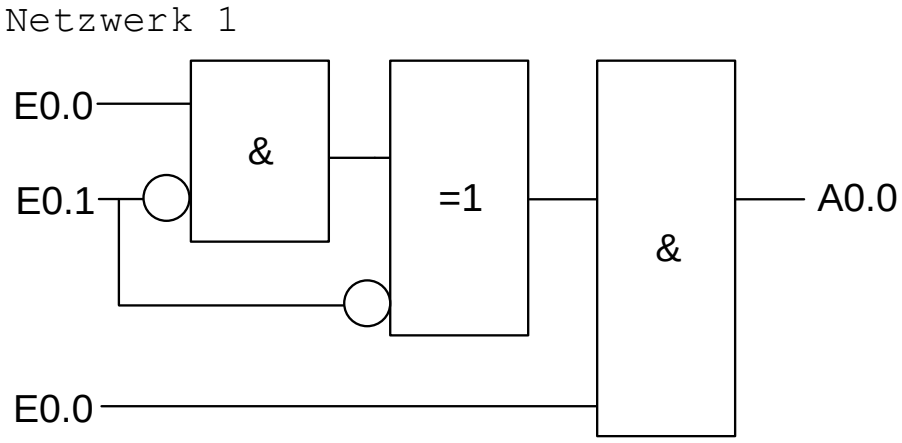


Abbildung 7: SPS-Programm in FUP

A0.0 := AND (E0.0, XOR (NOT E0.1, AND (NOT E0.1, E0.0));

oder

A0.0 := (NOT E0.1 XOR (NOT E0.1 AND E0.0)) AND E0.0;

b) Warum ist die dargestellte Schaltung nicht sinnvoll?

A0.0 nimmt immer den Wert 0 an.

Der Ausgang des XOR-Elements zeigt folgendes Verhalten:

	E0.0 = 0	E0.0 = 1
E0.1 = 0	1	0
E0.1 = 1	0	0

Aufgabe 4.2: Konvertierung eines SPS-Programms (5,5 Punkte)

Sie bekommen die Aufgabe, das im Kontaktplan (KOP) verfasste Anwenderprogramm aus Abbildung 8 in einen Funktionsplan (FUP) zu überführen.

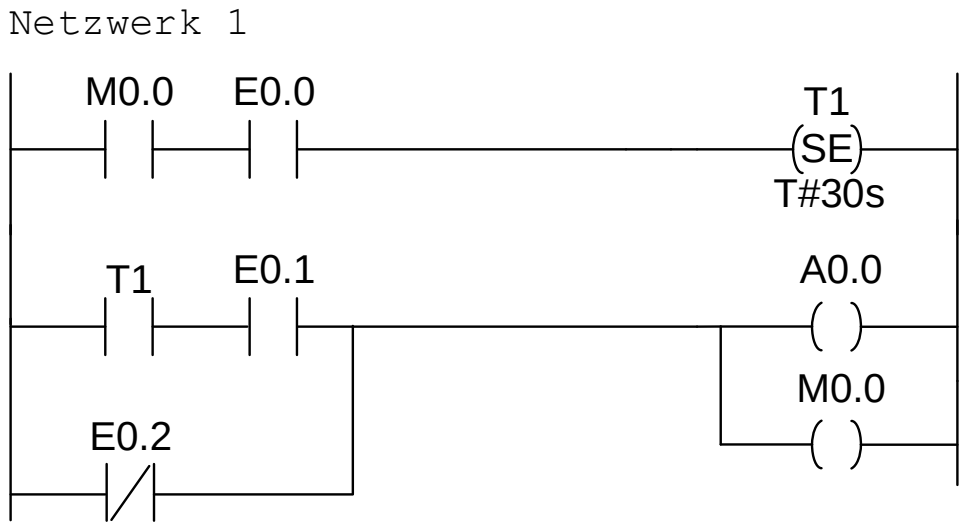
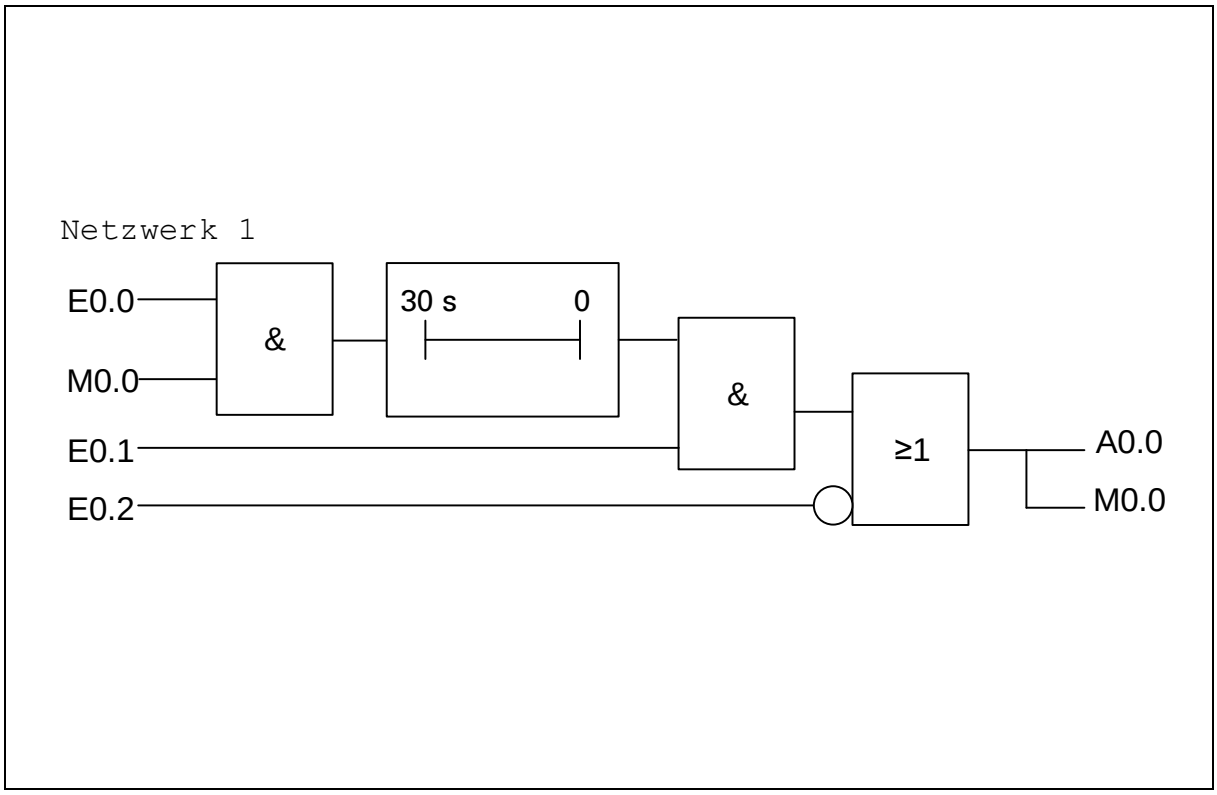


Abbildung 8: SPS-Programm in KOP



Aufgabe 4.3: Ablauf einer pneumatischen Steuerung (5,5 Punkte)

Beschreiben Sie den Ablauf der pneumatischen Steuerung aus Abbildung 9, indem Sie die Ereignisse in Tabelle 4 mittels einer Nummerierung in eine Reihenfolge bringen, bei der der Zylinderkolben einmal komplett aus- und anschließend wieder komplett einfährt. Nutzen Sie für notwendigerweise exakt gleichzeitig auftretende Ereignisse die gleiche Nummer.

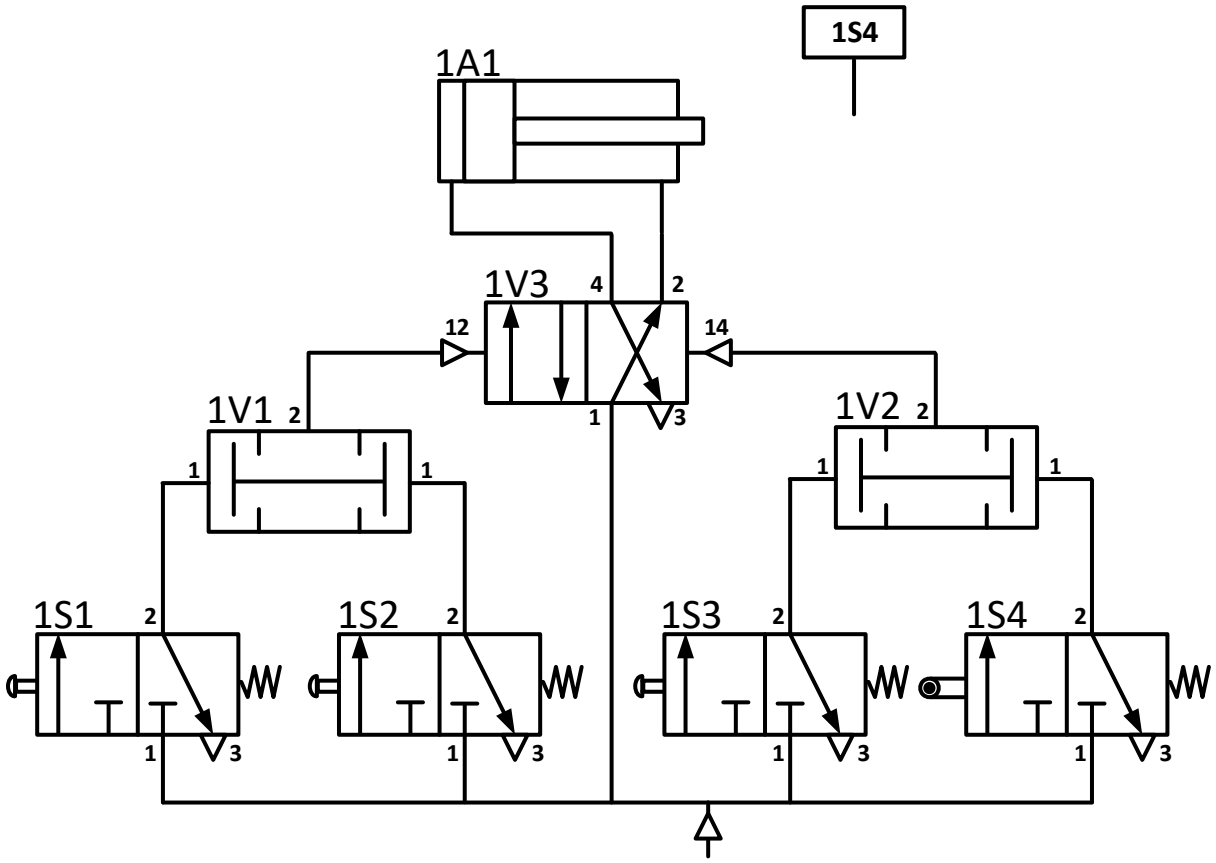


Abbildung 9: Pneumatische Steuerung

Tabelle 4: Ablauf der pneumatischen Steuerung

Schritt	Ereignis
9 / 8	1A1 wird eingefahren.
3	1V3 wird geschaltet und verbleibt in alternativer Ventilstellung.
4	1A1 wird ausgefahren.
1	1S2 wird kurzzeitig von Hand betätigt.
10 / 9	1S4 wird zurückgestellt.
5	1S4 wird betätigt und verbleibt in alternativer Ventilstellung.
8 / 7	1V3 wird geschaltet und verbleibt in anfänglicher Ventilstellung.
6 / 5	1S3 wird kurzzeitig von Hand betätigt.
7 / 6	1V2 wird beidseitig mit Druck beaufschlagt.
1	1S1 wird kurzzeitig von Hand betätigt.
2	1V1 wird beidseitig mit Druck beaufschlagt.

Aufgabe 5: Kurzaufgaben (18 Punkte)

<u>Hinweis</u>: Die Teilaufgaben in Aufgabe 5 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Frage 5.1: Lamport-Uhren (5 Punkte)

Ergänzen Sie in folgendem Diagramm die von der logischen Uhr erstellten Zeitstempel.

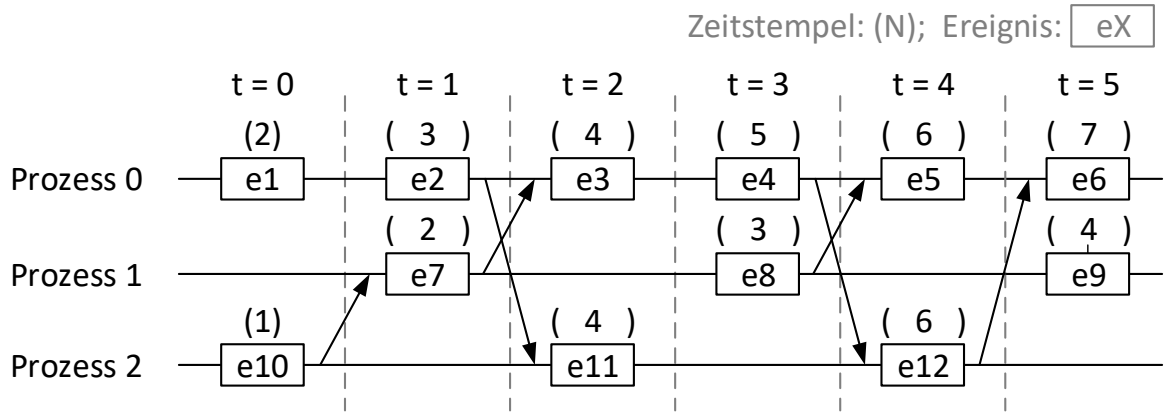


Abbildung 10: Lamport-Uhr mit drei Prozessen

Frage 5.2: Verschlüsselung (8 Punkte)

Alice (Client A) erhält folgende Revokationsliste (angeblich) von der Zertifizierungsstelle CA:

$$m||sig_{K_{CA}^{-},m}||C_{CA}, \text{ wobei } m = \{\dots; C_B; \dots\}$$

a) Was soll diese Nachricht bedeuten?

Die Zertifizierungsstelle CA widerruft (unter anderem) das Zertifikat C_B.

b) Kann Alice dieser Nachricht trauen? Wenn nein, begründen Sie Ihre Antwort.

Ja.

c) Alice (Client A) erhält anschließend folgende verschlüsselte Nachricht (angeblich) von Bob (Client B):

$$c||sig_{K_B^-,c}||C_B$$

Beurteilen Sie diese Nachricht hinsichtlich der Aspekte „Vertraulichkeit“, „Integrität“ und „Authentizität“.
Inwiefern wäre Ihre Beurteilung ohne die Nachricht der Zertifizierungsstelle eine andere gewesen?

Vertraulichkeit	Zur Beurteilung der Vertraulichkeit der Nachricht stehen nicht ausreichend Informationen zur Verfügung. Dies ist unabhängig vom Widerruf des Zertifikats.
Integrität	Die Nachricht ist korrekt signiert und erscheint damit integer. Aber: Der Widerruf des Zertifikats bedeutet, dass das Schlüsselpaar K_B kompromittiert ist. Ein Angreifer hätte die Nachricht also möglicherweise abfangen, verändern und selbst korrekt (!) neu signieren können. Die Integrität der Nachricht ist somit nicht gesichert.
Authentizität	Die Nachricht wurde in Kenntnis von Bobs privatem Schlüssel erstellt und erscheint damit authentisch. Aber: Der Widerruf des Zertifikats bedeutet, dass das Schlüsselpaar K_B kompromittiert ist. Ein Angreifer könnte als im Besitz von Bobs privatem Schlüssel sein. Die Authentizität der Nachricht ist somit nicht gesichert.

Frage 5.3: Amdahl (5 Punkte)

Gegeben ist ein Programm mit einem parallelisierbaren Anteil von 80 %. Bisher wurde es auf einem alten Ein-Kern-Prozessor ausgeführt und benötigte dafür 200 Sekunden.

Aufgrund veränderter Rahmenbedingungen hat das Programm zukünftig nur noch maximal 65 Sekunden Zeit. Sie entscheiden sich, die Ausführung des Programms zu parallelisieren und dazu einen neuen Mehrkernprozessor zu beschaffen. Wie viele Kerne müsste dieser Mehrkernprozessor unter den Annahmen, dass

(I) die Prozessoren sich nicht weiter unterscheiden,
(II) beide Rechner während der Ausführung des Programms keinerlei andere Aufgaben bearbeiten müssen

rein rechnerisch mindestens haben?

Raum für Nebenrechnungen:

Sequentieller Anteil: 20 % von 200 s = 40 s
Parallelisierbarer Anteil: 200 s – 40 s = 160 s = 80 %

Rechnung nach Amdahl:

$$T_{x-Kern} = \left[\frac{40}{200} + \frac{\frac{160}{200}}{x}\right] \cdot 200\ s \leq 65\ s \ \Leftrightarrow\ x \geq \left[\frac{65\ s}{200\ s} - \frac{40}{200}\right]^{-1} \cdot \frac{160}{200} = 6{,}4$$

Mindestanzahl Kerne:	7

Aufgabe 6: Single-Choice-Fragen (26 Punkte)

Hinweis: Bitte kennzeichnen Sie Ihre Antworten eindeutig. Pro Frage ist genau eine Antwort korrekt. Pro korrekt beantworteter Frage werden 2 Punkte vergeben.

a) Welche der folgenden Aussagen ist **wahr**?

☒	Mikrocontroller enthalten üblicherweise Datenspeicher.
☐	Mikrocontroller und Mikroprozessoren sind üblicherweise ähnlich leistungsfähig.
☐	Mikroprozessoren haben üblicherweise keinen Speicher integriert.
☐	Mikroprozessoren werden vielfach auf Feldgerät-Ebene eingesetzt.

…