

Musterlösung

Automatisierungstechnik I – WS18/19

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr:
-------	----------	--------------

- Prüfungstag:** 19.02.2019
- Prüfungsdauer:** 120 Minuten
- Maximalpunktzahl:** 120 Punkte
- Prüfungsumfang:** 7 Aufgaben (20 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.

Stand: 04.08.2020

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

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	
Maximal	22,5	20	12	21	12,5	17	15	
Erreicht								

Aufgabe 1: Prozessperipherie (21,5 Punkte)

Ein Zulieferer für die Automobilindustrie möchte ein neues Fahrassistenzsystem entwickeln.

Aufgabe 1.1: Signalerfassung (5 Punkte)

Ein wichtiges Eingangssignal für dieses Fahrassistenzsystem ist der jeweils aktuelle Lenkwinkel. Dieser soll mittels eines smarten Winkelsensors auf Basis eines Schleifwiderstands erfasst werden.

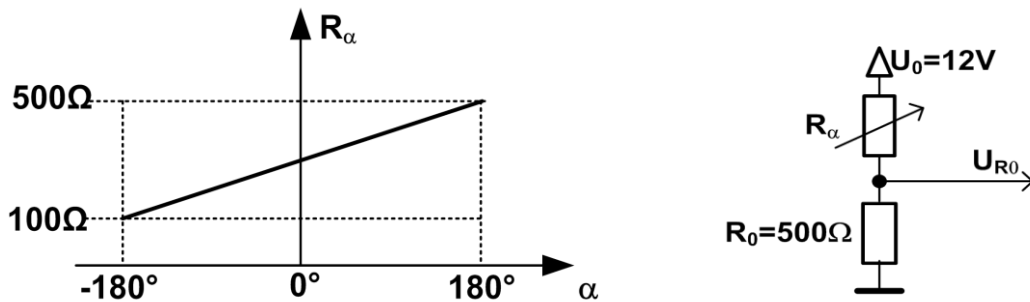


Abbildung 1: Kennlinie (links) und Schaltplan (rechts) des Messaufnehmers

Abbildung 1 zeigt die Kennlinie und den Schaltplan des im Sensor zum Einsatz kommenden Messaufnehmers. Für R_α ergibt sich daraus folgender Zusammenhang:

$$R_\alpha = \frac{10 \, \Omega}{9^\circ} \cdot \alpha + 300 \, \Omega$$

Die Spannung U_{R0} wird vom Messaufnehmer an den 14-Bit-A/D-Wandler ($y_{max} = 16383$) weitergeleitet. Dieser hat eine Referenzspannung U_0 von 12 V, d.h. bei 0V wird der minimale Rohwert ausgegeben (0) und bei 12 V der maximale Rohwert.

a) Stellen Sie eine Formel zur Beschreibung der Spannung U_{R0} auf. Setzen Sie dabei soweit möglich konkrete Werte ein.

Raum für Nebenrechnungen:

Formel:

$$U_{R0} = \frac{500 \, \Omega}{\frac{10 \, \Omega}{9^\circ} \alpha + 800 \, \Omega} \cdot 12 \, V$$

b) Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen Rohwert (Ergebnis der A/D-Wandlung) und physikalischer Messgröße (Lenkwinkel) in einer geeigneten Formel. Setzen Sie dabei soweit möglich konkrete Werte ein.

Raum für Nebenrechnungen:

Formel:

$$y_{\alpha,R}(\alpha) = \frac{500 \, \Omega}{\frac{10 \, \Omega}{9^\circ} \alpha + 800 \, \Omega} \cdot y_{max}$$

Aufgabe 1.2: Linearisierung (7,5 Punkte)

Hinweis: Diese Teilaufgabe kann unabhängig von den vorhergehenden bearbeitet werden.

Hinweis: Die Formel für das Taylor-Polynom ersten Grades lautet

$$y_{\alpha,F}^{lin}(y_{\alpha,R}) = y_{\alpha,F}(y_{\alpha,R,0}) + \frac{dy_{\alpha,F}}{dy_{\alpha,R}}(y_{\alpha,R,0}) * (y_{\alpha,R} - y_{\alpha,R,0})$$

Nach der A/D-Wandlung findet eine digitale Signalaufbereitung statt. Diese soll aus dem abstrakten Rohwert einen verständlichen Fertigwert generieren. Um den Rechenaufwand und damit die Kosten zu begrenzen, soll der tatsächliche Zusammenhang

$$y_{\alpha,F}(y_{\alpha,R}) = \frac{9^\circ}{10 \, \Omega} \cdot \left(16383 \cdot \frac{500 \, \Omega}{y_{\alpha,R}} - 800 \, \Omega \right)$$

mittels eines Polynom-Ansatzes ersten Grades linearisiert werden. Nutzen Sie die Stützstelle $y_{\alpha,R,0} = 12300$.

a) Bestimmen Sie $y_{\alpha,F}(y_{\alpha,R,0})$.

Raum für Nebenrechnungen:

$$y_{\alpha,F}(12300) = \frac{9^\circ}{10 \, \Omega} \cdot \left(16383 \cdot \frac{500 \, \Omega}{12300} - 800 \, \Omega \right)$$

Wert:

$$y_{\alpha,F}(y_{\alpha,R,0}) = -120,622^\circ$$

b) Bestimmen Sie $\frac{dy_{\alpha,F}}{dy_{\alpha,R}}(y_{\alpha,R,0})$.

Raum für Nebenrechnungen:

$$\frac{dy_{\alpha,F}}{dy_{\alpha,R}}(y_{\alpha,R}) = -\frac{9^\circ}{10\ \Omega} \cdot 16383 \cdot \frac{500\ \Omega}{y_{\alpha,R}^2}$$

Formel:	$\frac{dy_{\alpha,F}}{dy_{\alpha,R}}(y_{\alpha,R,0}) = -0,049^\circ$
---------	--

c) Bestimmen Sie $y_{\alpha,F}^{lin}(y_{\alpha,R})$.

Raum für Nebenrechnungen:

Formel:	$y_{\alpha,F}^{lin}(y_{\alpha,R}) = -120,622^\circ - 0,049^\circ \cdot (y_{\alpha,R} - 12300)$
---------	--

1.3: Abweichung aufgrund einer Linearisierung (3,5 Punkte)

Hinweis: Diese Teilaufgabe kann unabhängig von den vorhergehenden bearbeitet werden.

Bestimmen Sie die Abweichung zwischen $y_{\alpha,F}$ und $y_{\alpha,F}^{lin}$ (gemäß Text der Teilaufgabe 1.2) an Stelle $y_{\alpha,R,Prüf} = 14000$. Begründen Sie, warum diese Stelle eigentlich nicht ideal ist. Bitte nutzen Sie – unabhängig von Ihren eigenen Berechnungen in Aufgabe 1.2 – die Formel

$$y_{\alpha,F}^{lin} = -100^\circ - 0,03^\circ \cdot (y_{\alpha,R} - y_{\alpha,R,0}).$$

Raum für Nebenrechnungen:

$$\frac{y_{\alpha,F}(14000)}{y_{\alpha,F}^{lin}(14000)} = \frac{\frac{9^\circ}{10\ \Omega} \cdot (16383 \cdot \frac{500\ \Omega}{14000} - 800\ \Omega)}{-100^\circ - 0,03^\circ \cdot (14000 - 12300)}$$

Abweichung:	$1 - \frac{y_{\alpha,F}(y_{\alpha,R,Prüf})}{y_{\alpha,F}^{lin}(y_{\alpha,R,Prüf})} = 1 - \frac{-193,404^\circ}{-151^\circ} = 0,2808$
-------------	--

Begründung der nicht idealen Auswahl von $y_{\alpha,R,Prüf}$:	Die Prüfstelle liegt zu nah an der Stützstelle, um die herum die Linearisierung durchgeführt wurde.
--	---

Aufgabe 1.4: Auswahl eines A/D-Wandlers (6,5 Punkte)

Hinweis: Diese Teilaufgabe kann unabhängig von den vorhergehenden bearbeitet werden.

Der komplette Sensor soll in der Lage sein, den Lenkwinkel mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1^\circ$ auszugeben. Wie viel Bit müssten die vom A/D-Wandler generierten Rohwerte mindestens lang sein, um diese Genauigkeit ermöglichen zu können? Füllen Sie zur Beantwortung dieser Frage Tabelle 1 vollständig aus. Bitte nutzen Sie – unabhängig von Ihren eigenen Berechnungen in

Aufgabe 1.1 – die Formel $y_{\alpha,R}(\alpha) = \frac{200\ \Omega + 0,9\frac{\Omega}{^\circ}\alpha}{600\ \Omega} \cdot y_{max} \cdot \frac{9\ V}{12\ V}$.

Tabelle 1: Vergleich unterschiedlicher A/D-Wandler-Auflösungen

	8 Bit	12 Bit	16 Bit
$y_{\alpha,R}(-180^\circ) =$	12	194	3.112
$y_{\alpha,R}(180^\circ) =$	115	1.852	29.654
$ y_{\alpha,R}(-180^\circ) - y_{\alpha,R}(180^\circ) =$	103	1.658	26.542

Reichen die in Tabelle 1 angestellten Berechnungen aus, um für mindestens eine der betrachteten Auflösungen eine Genauigkeit von $\pm 0,1^\circ$ über den gesamten Wertebereich zu garantieren? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Ja, sie reicht aus, da der Zusammenhang zwischen $y_{\alpha,R}$ und α linear ist und der Wertebereich $|y_{\alpha,R}(-180^\circ) - y_{\alpha,R}(180^\circ)|$ für A/D-Wandler-Auflösungen von 16 Bit ausreichend groß (d.h. ≥ 3601) ist.

Aufgabe 2: Scheduling (20 Punkte)

Hinweis: Die Teilaufgaben in Aufgabe 2 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

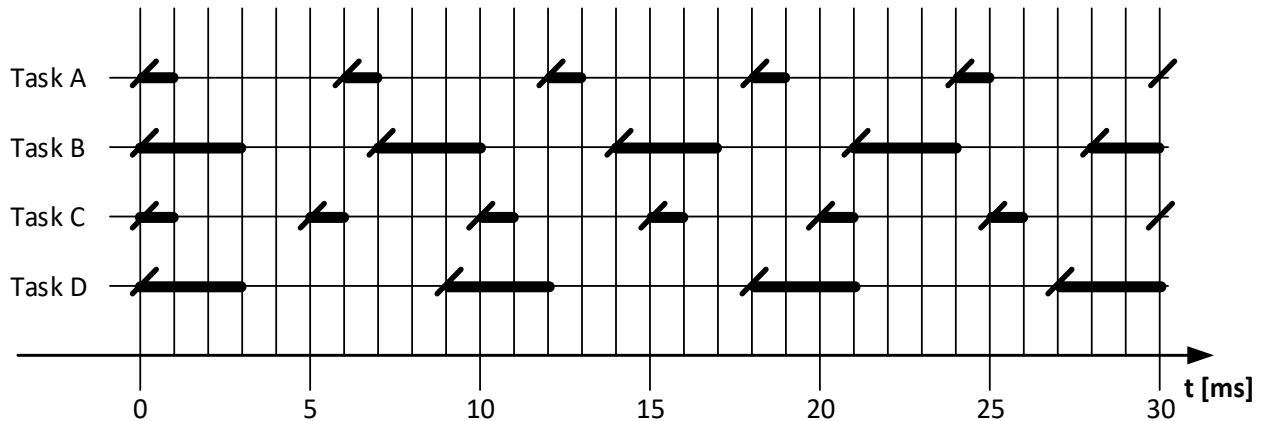


Abbildung 2: Soll-Ablauf der Tasks A, B, C und D

Gegeben sei ein periodisches Taskset mit vier Tasks und einem Soll-Ablaufverhalten entsprechend Abbildung 2. Die Periode ist gleichzeitig als Deadline für die Ausführung zu interpretieren. Die Prioritäten der Tasks können der Tabelle 2 entnommen werden (kleinste Zahl entspricht höchster Priorität). Es steht ein Rechenkern zur Verfügung.

Tabelle 2: Prioritäten

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

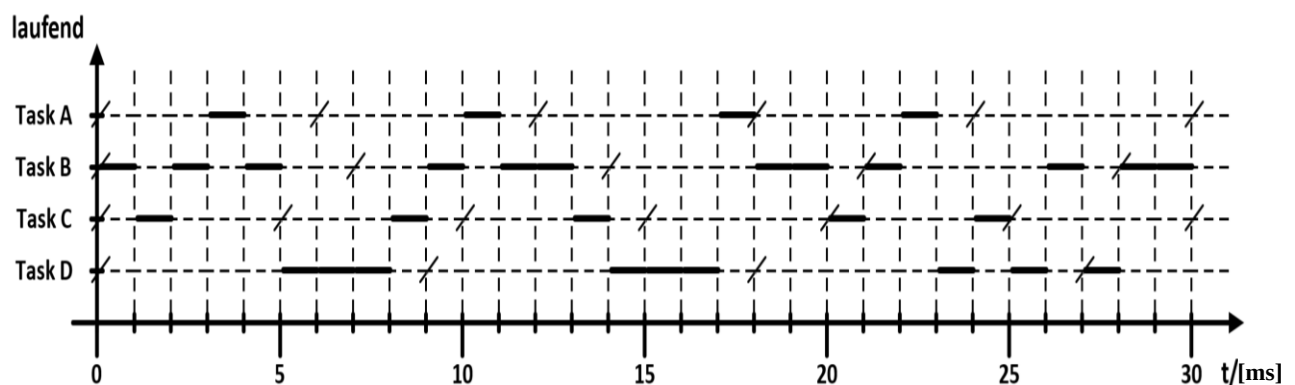


Abbildung 3: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (Verfahren des kleinsten Spielraums)

Aufgabe 2.1: Gleichzeitigkeit und Rechtzeitigkeit (5 Punkte)

a) Erfüllt die Abarbeitung der einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t \leq 30$ ms gemäß Abbildung 3 die Rechtzeitigkeits-Bedingung? Wenn nein, welche Task(s) verletzt bzw. verletztten die Rechtzeitigkeits-Bedingung wann zum ersten Mal?

Task	Rechtzeitige Abarbeitung?	Wenn nein, zu welchem Zeitpunkt wird die ersten Deadline verletzt?
Task A	Ja ☐	Nein ☒ $t = \underline{\quad 30 \quad}$ ms
Task B	Ja ☐	Nein ☒ $t = \underline{\quad 21 \quad}$ ms
Task C	Ja ☐	Nein ☒ $t = \underline{\quad 20 \quad}$ ms
Task D	Ja ☐	Nein ☒ $t = \underline{\quad 27 \quad}$ ms

b) Erfüllt die Abarbeitung der einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 3 die Anforderungen für Gleichzeitigkeit? Wenn nein, nennen Sie den Zeitpunkt der ersten auftretenden Verletzung der Gleichzeitigkeits-Bedingung.

Nein, bei $t = 9$ ms findet die erste Überholung statt.

c) Bestimmen Sie die Auslastung des Rechenkerns bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 2 und Tabelle 2.

Raum für Nebenrechnungen:

$$\frac{1}{6} + \frac{3}{7} + \frac{1}{5} + \frac{3}{9} = 1,129$$

Rechenkernauslastung [%]	112,9 %
--------------------------	---------

Aufgabe 2.2: Abweichungen (7 Punkte)

Wie oft werden die einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 3 jeweils beauftragt? Wie viele Beauftragungen gibt es in diesem Zeitraum insgesamt?

Anzahl Beauftragungen von Task A:	5	Anzahl Beauftragungen von Task B:	5
Anzahl Beauftragungen von Task C:	6	Anzahl Beauftragungen von Task D:	4
Anzahl Beauftragungen insgesamt:	20		

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 3?

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

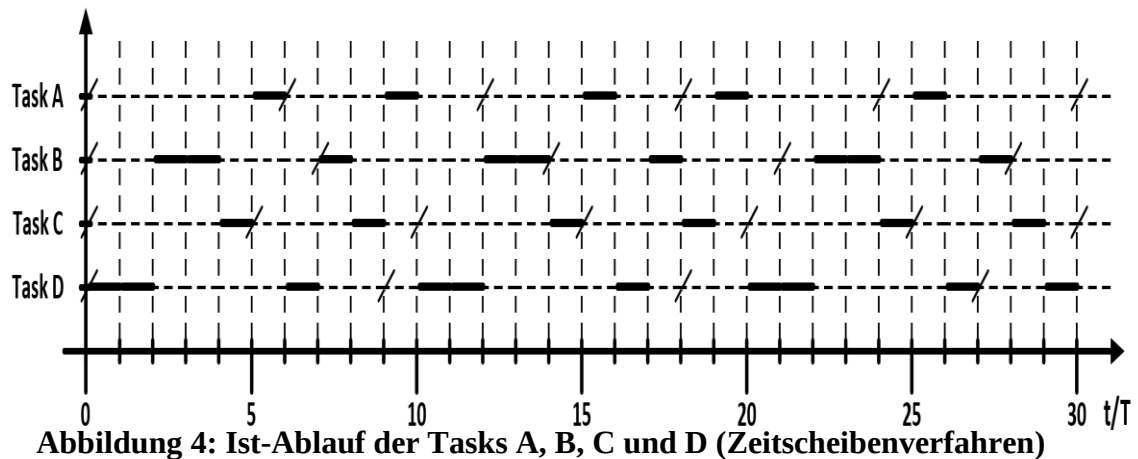
Abweichungen Task A (Ausführungsbeginn):	≥ 22 ms	Abweichungen Task A (Ausführungsende):	≥ 22 ms
Abweichungen Task B (Ausführungsbeginn):	≥ 13 ms	Abweichungen Task B (Ausführungsende):	≥ 18 ms
Abweichungen Task C (Ausführungsbeginn):	≥ 21 ms	Abweichungen Task C (Ausführungsende):	≥ 21 ms
Abweichungen Task D (Ausführungsbeginn):	≥ 18 ms	Abweichungen Task D (Ausführungsende):	≥ 20 ms
Abweichungen Taskset (Ausführungsbeginn):	≥ 74 ms	Abweichungen Taskset (Ausführungsende):	≥ 81 ms

Wie groß sind die mittleren Abweichungen der einzelnen Tasks im Bereich $0 \leq t < 30$ ms gemäß Abbildung 3? Wie groß ist die mittlere Abweichung des Tasksets in diesem Zeitraum?

Mittlere Abweichung Task A (Ausführungsbeginn):	$\geq 4,4$ ms	Mittlere Abweichung Task A (Ausführungsende):	$\geq 4,4$ ms
Mittlere Abweichung Task B (Ausführungsbeginn):	$\geq 2,6$ ms	Mittlere Abweichung Task B (Ausführungsende):	$\geq 3,6$ ms
Mittlere Abweichung Task C (Ausführungsbeginn):	$\geq 3,5$ ms	Mittlere Abweichung Task C (Ausführungsende):	$\geq 3,5$ ms
Mittlere Abweichung Task D (Ausführungsbeginn):	$\geq 4,5$ ms	Mittlere Abweichung Task D (Ausführungsende):	≥ 5 ms
Mittlere Abweichung Taskset (Ausführungsbeginn):	$\geq 3,7$ ms	Mittlere Abweichung Taskset (Ausführungsende):	$\geq 4,05$ ms

Aufgabe 2.3: Zeitscheibenverfahren (4 Punkte)

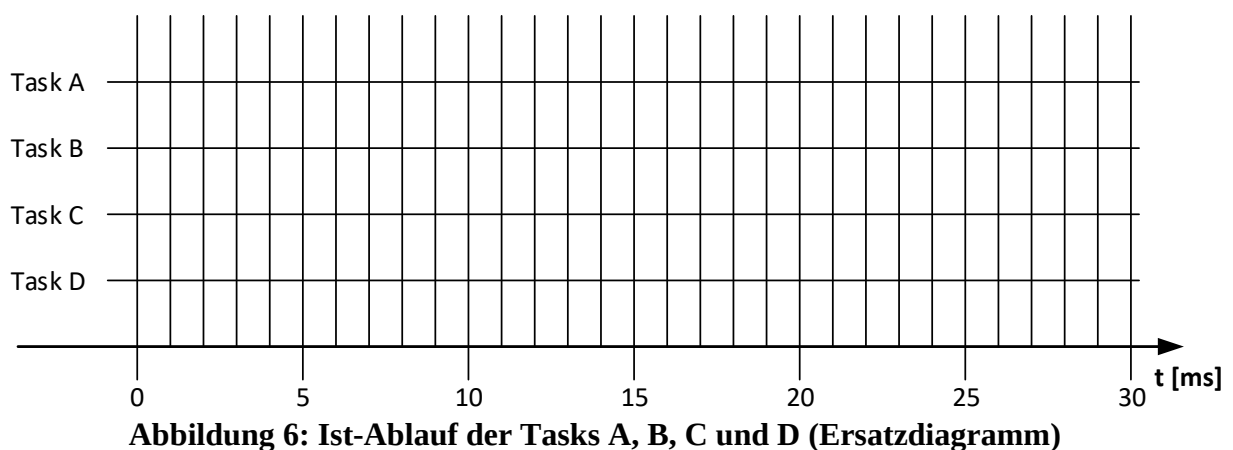
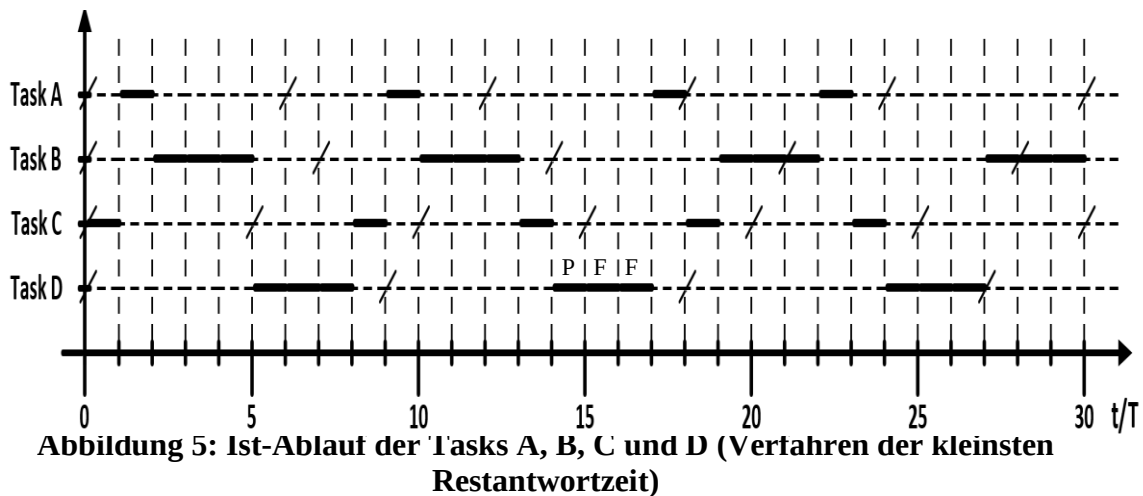
Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 2 und Tabelle 2 beim Scheduling nach dem Zeitscheiben-Verfahren mit einem Systemtakt von 2 ms im Bereich $0 \leq t < 30$ ms. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 4 ein.



Aufgabe 2.4: Kleinste Restantwortzeit (4 Punkte)

Hinweis: Bitte kennzeichnen Sie – soweit zutreffend – alle Entscheidungen, die nicht auf dem primären Entscheidungs-Kriterium des Restantwortzeit-Schedulings beruhen, in Ihrer Lösung von Teilaufgabe 2.4.

Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks bei einer Beauftragung entsprechend Abbildung 2 und Tabelle 2 beim Scheduling nach dem Verfahren der kleinsten Restantwortzeit im Bereich $0 \leq t < 30$ ms. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 5 ein.



Aufgabe 3: Cloudanbindung (12 Punkte)

Aufgabe 3.1: Authentifizierung und Verschlüsselung (6 Punkte)

Alice (Client A) möchte Bob (Client B) eine verschlüsselte Botschaft senden. Alice führt dazu folgende Aktionen aus:

1. Berechnen von $c = E(K_B^+, m)$
2. Berechnen von $sig_{K_A^-, c} = E(K_A^-, h(m))$
3. Versenden von $c || sig_{K_A^-, c} || C_A$

Bob wiederum führt nach Erhalt der Nachricht $c || sig_{K_A^-, c} || C_A$ folgende Aktionen aus:

1. Prüfen von C_A [positives Resultat]
2. Berechnen von $m = D(K_A^-, c)$
3. Berechnen von $h(c) = D(K_A^+, sig_{K_A^-, c})$

a) Wofür stehen die folgenden Kürzel:

c	Verschlüsselte Nachricht
m	Klartext-Nachricht
A	Nutzer-Index, in diesem Fall für den Nutzer „Alice“
$E()$	Verschlüsselungsoperation

b) Kann Bob die Nachricht nach Durchführung der oben beschriebenen Maßnahmen im Klartext lesen? Wenn nein, warum nicht?

Nein, kann er nicht, da er die Klartext-Nachricht mit seinem eigenen privaten Schlüssel K_B^- statt dem von Alice entschlüsseln müsste. Korrekt wäre daher:

2. Berechnen von $m = D(K_B^-, c)$

c) Kann Bob sich nach Durchführung der oben beschriebenen Maßnahmen sicher sein, dass die Nachricht von Alice stammt? Wenn nein, warum nicht?

Nein, kann er nicht, da die Signatur nicht zur verschlüsselten Nachricht passt (Erstellung der Signatur hätte lauten müssen: $sig_{K_A^-, c} = E(K_A^-, h(c))$).

Darüber hinaus passt sie auch nicht zur (falsch entschlüsselten) Klartext-Nachricht.

Aufgabe 3.2: Vektor-Uhren (6 Punkte)

Hinweis: Diese Teilaufgabe kann unabhängig von den vorhergehenden bearbeitet werden.

a) Abbildung 7 zeigt ein Vektoruhrsystem mit 3 Prozessen aber ohne die Pfeile, die normalerweise die zeitlichen Beziehungen zwischen den Prozessen kennzeichnen. Ermitteln Sie die entsprechenden Informationen aus den Zeitvektoren und zeichnen Sie die fehlenden sechs Pfeile in die Abbildung ein.

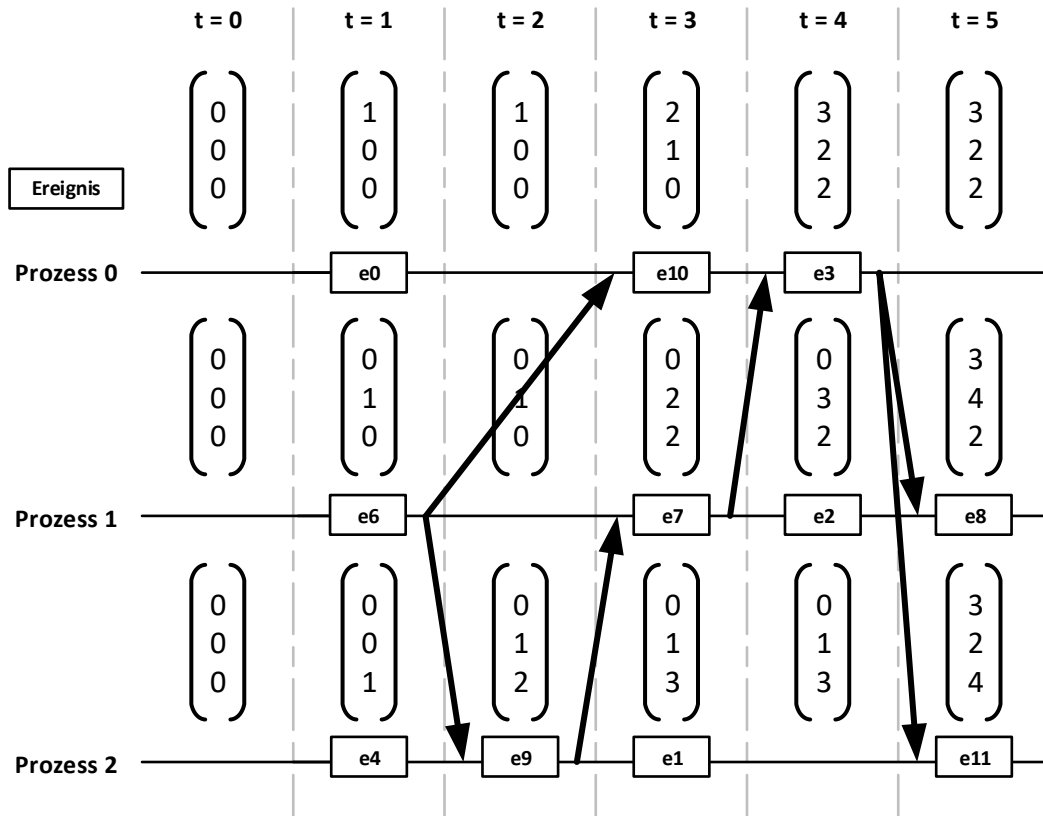


Abbildung 7: Vektoruhrsystem mit 3 Prozessen

b) Stimmt die Behauptung $C_2(e9) < C_1(e7)$ in Bezug auf das Vektoruhrsystem aus Abbildung 7? Bitte begründen Sie Ihre Antwort mathematisch.

Nötig wäre:

1. $\forall x: \vec{C}_i[x] \leq \vec{C}_j[x]$: Erfüllt für $x = 1$ ($0 \leq 0$), $x = 2$ ($1 \leq 2$) und $x = 3$ ($2 \leq 2$)
2. $\exists x: \vec{C}_i[x] < \vec{C}_j[x]$: Erfüllt für $x = 2$ ($1 < 2$)

Daher: Ja, die Behauptung stimmt.

Aufgabe 4: Speicherprogrammierbare Steuerungen (21 Punkte)

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

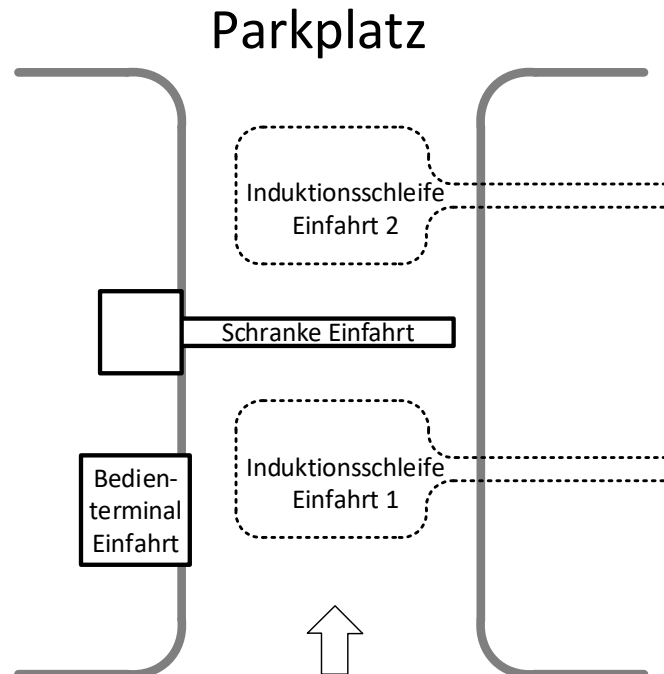


Abbildung 8: Skizze der Schrankenanlage

Die Ein- und Ausfahrt eines zugangsbeschränkten Parkplatzes (siehe Abbildung 8) sollen mittels einer SPS automatisiert werden. Es stehen die in Tabelle 3 bezeichneten Eingänge und die in Tabelle 4 bezeichneten Ausgänge zur Verfügung.

Tabelle 3: Eingänge der Schrankenanlage

Eingang	Typ	Bezeichner
Bedienterminal Einfahrt (Zugangserlaubnis)	Schließer	E0.0
Induktionsschleife Einfahrt 1	Schließer	E0.1
Endschalter Schranke Einfahrt geschlossen	Schließer	E0.2
Endschalter Schranke Einfahrt offen	Schließer	E0.3
Induktionsschleife Einfahrt 2	Öffner	E0.4

Tabelle 4: Ausgänge der Schrankenanlage

Ausgänge	Bezeichner
Schranke Einfahrt öffnen	A0.0
Schranke Einfahrt schließen	A0.1

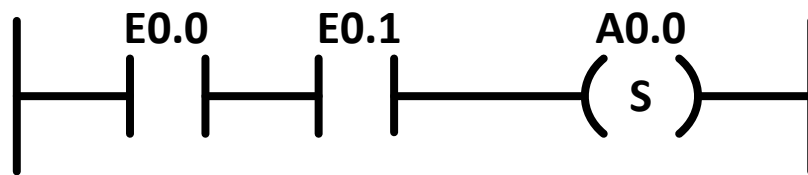
Die Schrankenanlage soll dabei folgendes Verhalten aufweisen:

1. Wenn ein Fahrzeug vor der Einfahrtschranke steht und das Bedienterminal eine Zugangserlaubnis feststellt, soll die Schranke öffnen bis der Endschalter „offen“ betätigt wird.
2. Wenn ein Fahrzeug hinter der Einfahrtschranke steht und kein Fahrzeug vor der Einfahrtschranke steht, soll die Schranke nach 3 Sekunden schließen bis der Endschalter „geschlossen“ betätigt wird.
3. Wenn die Schranke schließt und ein Fahrzeug vor der Einfahrtschranke steht, soll die Schranke wieder öffnen bis der Endschalter „offen“ betätigt wird.

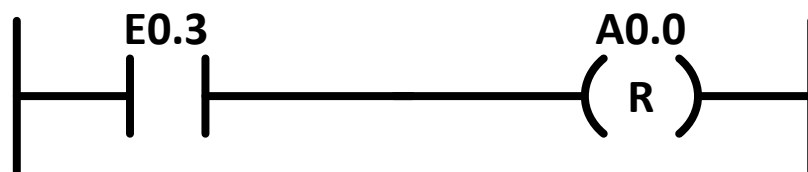
Aufgabe 4.1: Schrankenöffnung im Kontaktplan (KOP) (4,5 Punkte)

Implementieren Sie nur die erste Bedingung (siehe oben) im KOP.

Netzwerk 1

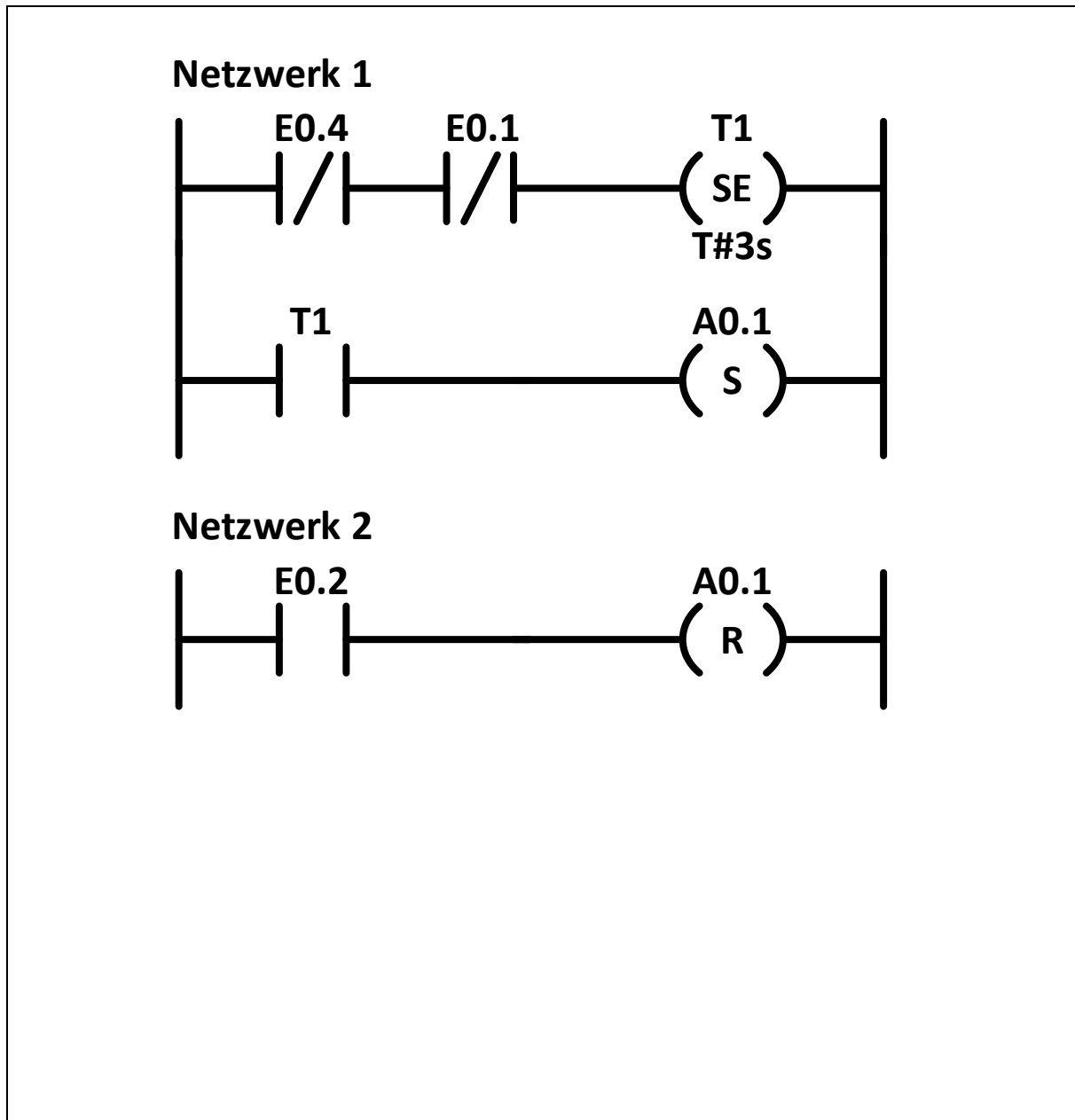


Netzwerk 2



Aufgabe 4.2: Schrankenschließung in KOP (6 Punkte)

Implementieren Sie nur die zweite Bedingung (siehe oben) in KOP.

**Aufgabe 4.3: Schrankensteuerung im Funktionsplan (FUP) (10,5 Punkte)**

Vervollständigen Sie Abbildung 9, sodass alle oben genannten Bedingungen (Nr. 1 bis 3) in FUP implementiert sind.

Hinweis: In jedes Kästchen soll exakt ein Funktionsblock (ggf. inklusive Negationen) oder eine Verbindungslinie eingezeichnet werden. Ausgänge bzw. Merker sind zu benennen.

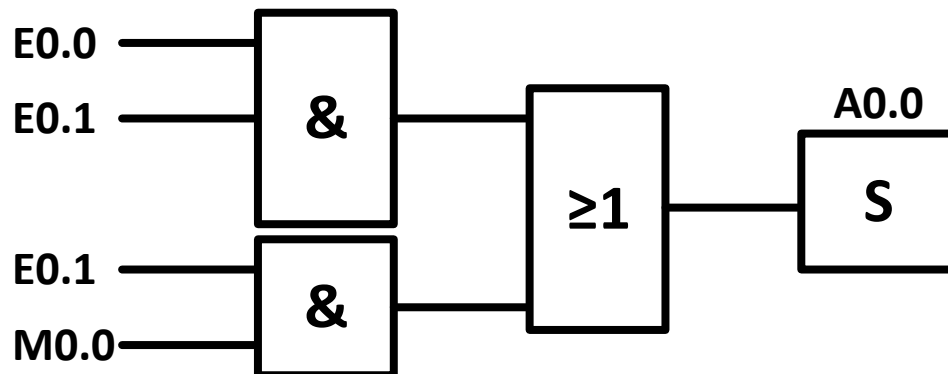
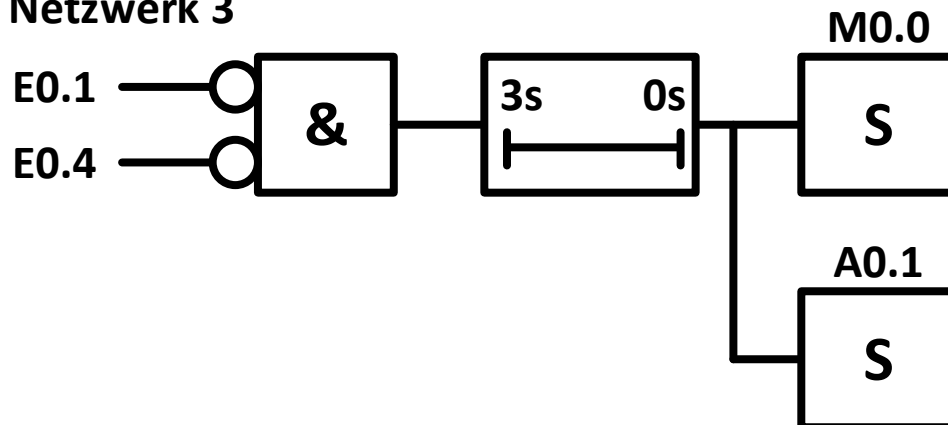
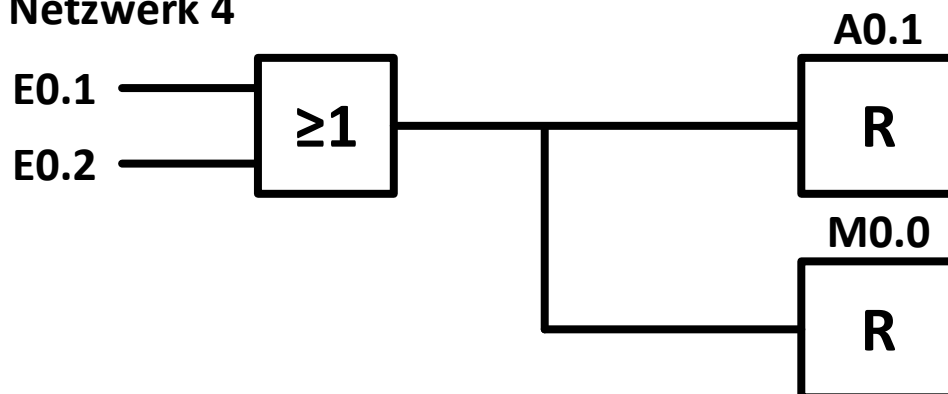
Netzwerk 1**Netzwerk 2****Netzwerk 3****Netzwerk 4**

Abbildung 9: Schrankensteuerung in FUP

Aufgabe 5: Pneumatische Steuerungen (12,5 Punkte)

Sie sollen eine Nonsense-Maschine konstruieren. Diese Nonsense-Maschine soll solange Druckluft vorhanden ist ewig laufen und keine Nutzer-Interaktion erfordern. Konkret sollen zwei einfachwirkende Zylinder abwechselnd aus- und wieder einfahren. Vervollständigen sie dazu Abbildung 10.

Hinweis: Es sind bereits alle benötigten Arbeits- und Steuerelemente vorgedruckt. Es fehlen jedoch teilweise deren innere Struktur, Betätigungselemente, Verbindungen, Bezeichner, Benennungen. Alle vorgedruckten Elemente werden zur Lösung der Aufgabe benötigt.

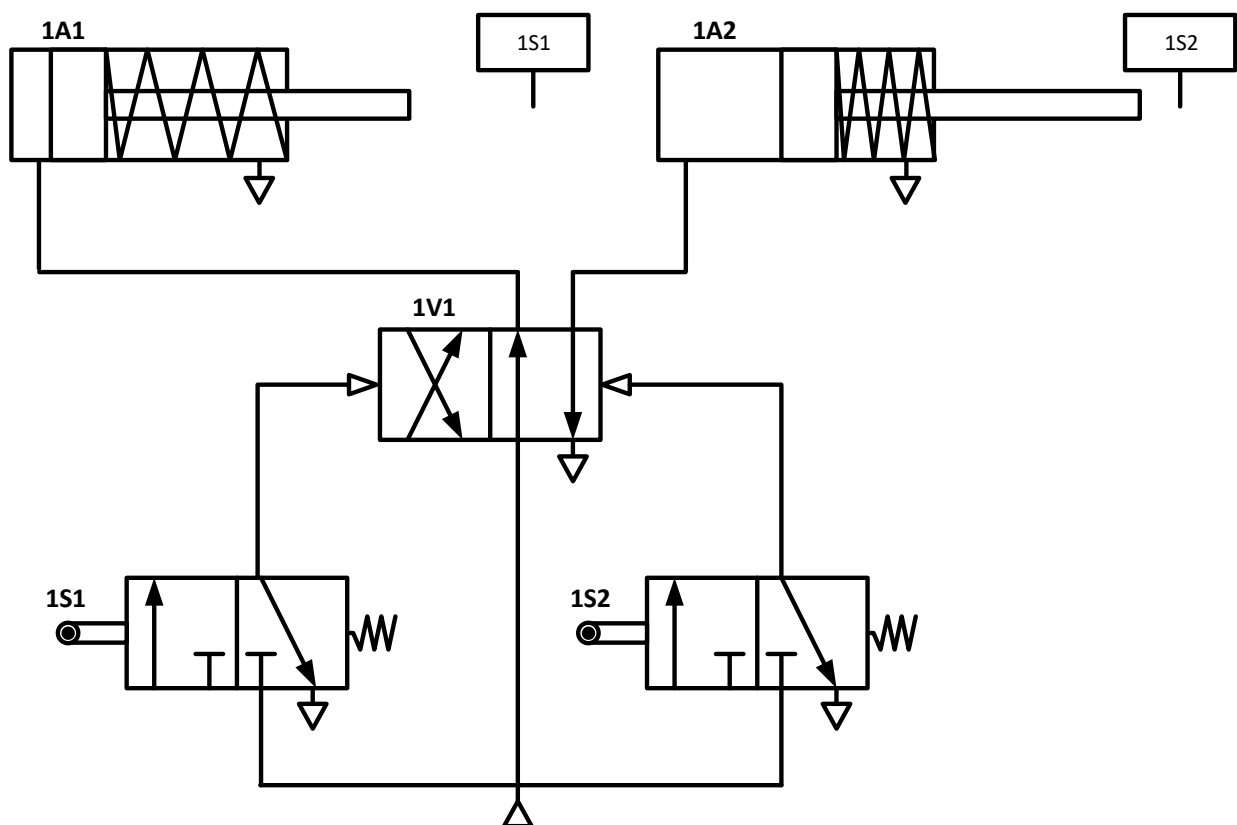


Abbildung 10: Pneumatische Steuerung

Aufgabe 6: Kurzaufgaben (16 Punkte)

Hinweis: Die Teilaufgaben in Aufgabe 6 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Frage 6.1: Amdahl (5 Punkte)

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

a) Wie lange dauert die Ausführung des Programms bei Nutzung eines modernen Zwölf-Kern-Prozessors unter den Annahmen, dass

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

Raum für Nebenrechnungen:

Einkern-Rechenzeit: $t_{1-Kern} = \frac{t_{2-Kern}}{1 - P + \frac{P}{2}} = \frac{200s}{1 - 80\% + \frac{80\%}{2}} = 333,33 \text{ s}$

Sequentieller Anteil: 20 % von 333,33 s = 66,67 s

Parallelisierbarer Anteil: 333,33 s – 66,67 s = 266,66 s = 80 %

Rechnung nach Amdahl:

$$T_{12-Kern} = \left[\frac{66,67}{333,33} + \frac{\frac{266,66}{12}}{333,33} \right] \cdot 333,33 = 88,89 \text{ s}$$

Ausführungsdauer:	$T_{12-Kern} = 88,89 \text{ s}$
-------------------	---------------------------------

b) Was ist die maximale, prozentuale Zeitersparnis, die in dem genannten Szenario unter Verwendung eines hypothetischen Unendlich-Kern-Prozessors erreichbar wäre?

Raum für Nebenrechnungen:

Maximale Zeitersparnis (prozentual):	80 %
--------------------------------------	------

c) Was ist die maximale, prozentuale Zeitersparnis, die in dem genannten Szenario unter Verwendung eines hypothetischen Unendlich-Kern-Prozessors und unter der Annahme, dass der serielle Anteil des Programms 0% beträgt, erreichbar wäre?

Maximale Zeitersparnis (prozentual):	100 %
--------------------------------------	-------

Aufgabe 6.2: MQTT-Längenangabe (6 Punkte)

Eine MQTT-PUBLISH-Nachricht mit einer Payload von 15.834 Byte und einem Topicname mit 17 Byte Länge soll mit QoS-L1 übertragen werden. Ermitteln Sie die MQTT-Längenangabe für diese Nachricht.

Wie lautet der Zahlenwert der zu übermittelnden Längenangabe (dezimal und binär)?

<i>Raum für Nebenrechnungen:</i>	
15.834 (Payload) + 17 (Länge) + 2 (Paketidentifikator)	
Zu übermittelnder Zahlenwert (dezimal):	15.853
<i>Raum für Nebenrechnungen:</i>	
0 x 32.768 0 x 16.384 1 x 8.192 1 x 4.096 1 x 2.048 1 x 1.024 0 x 512 1 x 256 1 x 128 1 x 64 1 x 32 0 x 16 1 x 8 1 x 4 0 x 2 1 x 1	
Zu übermittelnder Zahlenwert (binär):	11 1101 1110 1101

Wie sieht die finale Längenangabe aus (binär und hexadezimal)?

<i>Raum für Nebenrechnungen:</i>	
Codierter Binärwert bei 7 Informationsbits pro Byte: 1111011 1101101 Codierter Binärwert bei 7 Informationsbits pro Byte plus 1 Bit zur Signalisierung folgender Bytes: <u>0</u> 1111011 <u>1</u> 1101101	
Längenangabe (binär):	0111 1011 1110 1101
<i>Raum für Nebenrechnungen:</i>	
0 = 0000 1 = 0001 2 = 0010 3 = 0011 4 = 0100 5 = 0101 6 = 0110 7 = 0111 8 = 1000 9 = 1001 A = 1010 B = 1011 C = 1100 D = 1101 E = 1110 F = 1111	
Codierter Hexadezimalwert: 0x7B 0xED Ausgegebener Hexadezimalwert (Immer umgedreht, da niederwertigstes Byte zuerst codiert wird.): 0xED 0x7B	
Längenangabe (hexadezimal):	0xED 0x7B

Aufgabe 6.3: CAN (6 Punkte)

Infolge eines Kabelbruchs ist eine der beiden Drahtleitungen eines CAN-Bussystems unterbrochen. Glücklicherweise ist das Bezugspotential beider CAN-Transceiver identisch,

sodass die Kommunikation auch über nur eine Drahtleitung aufrechterhalten werden kann. Abbildung 11 zeigt den Signalverlauf des Arbitrierungsfelds.

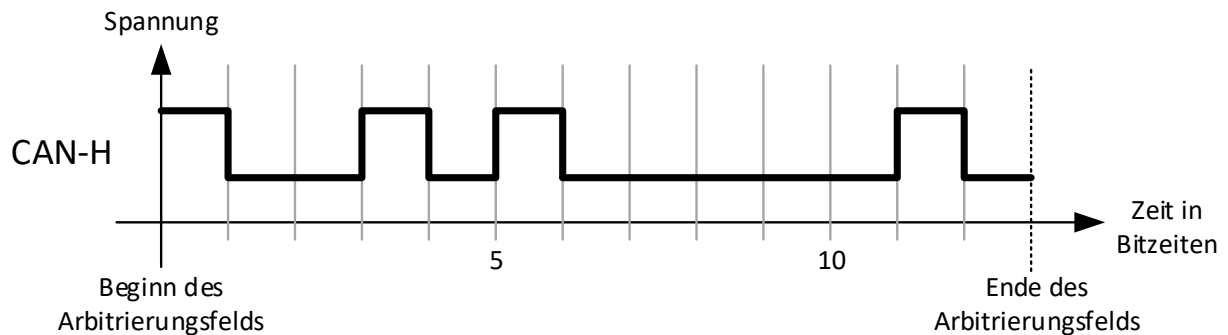


Abbildung 11: Arbitrierungsfeld der CAN-Nachricht (nur eine Drahtleitung)

a) Wie lautet die übertragene Bitfolge (ggf. inkl. Stuffing-Bits)?

Raum für Nebenrechnungen:

Übertragene Bit-Folge:	0110101111101
------------------------	---------------

b) Wie lautet der Identifier der Nachricht (binär)?

Raum für Nebenrechnungen:

Nachrichten-Identifier:	011 0101 1111
-------------------------	---------------

c) Nennen Sie zwei Ursachen für Übertragungsfehler, die durch den Ausfall der zweiten Drahtleitung nicht mehr verhindert werden können?

Übertragungsfehler durch:

- Potentialunterschiede zwischen den einzelnen CAN-Transceivern
- Störeinkoppelungen

--

Aufgabe 7: Single-Choice-Fragen (15 Punkte)

Hinweis: Bitte kennzeichnen Sie Ihre Antworten eindeutig. Pro Frage ist genau eine Antwort korrekt. Pro korrekt beantworteter Frage werden 1,5 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.

...