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

Musterlösung

Automatisierungstechnik I – SS19

Name:	Vorname:	Matrikel-Nr.:

Prüfungstag: 23.08.2019
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: 13.11.2019

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

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	
Maximal	22	19	16,5	12	14,5	16	20	
Erreicht								

Aufgabe 1: CAN-Bus (22 Punkte)

Ein Steuergerät in Ihrem Fahrzeug scheint nicht korrekt zu funktionieren. Zu Diagnose-Zwecken greifen Sie den Pegel des Fahrzeug-internen CAN-Busses ab.

Aufgabe 1.1: Bus-Pegel-Analyse (11 Punkte)

Analysieren Sie den in Tabelle 1 dargestellten Verlauf des Bus-Pegels. Bezeichnen Sie die einzelnen Telegramm(-sub-)segmente und kennzeichnen Sie Stuffing-Bits mit einem „*“.

Tabelle 1: Empfangener Bus-Pegel

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

Bezeichnung	FDF	Data Length Code (DLC)		*	DLC		Data				*	Data			
Bit-Wert	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Bit-Nummer	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Bezeichnung	CRC	*	Cyclic Redundancy Check (CRC)												
Bit-Wert	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1
Bit-Nummer	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45

Bezeichnung	CRC	DEL	ACK	DEL	End of Frame (EOF)							Inter Frame Space (IFS)			
Bit-Wert	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Bit-Nummer	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

Aufgabe 1.2: Sicherheitsmechanismen (9 Punkte)

a) Nennen Sie drei konkrete Beispiele (inkl. Bit-Nummer aus Tabelle 1), anhand derer sich ein Form Check für das empfangene Telegramm durchführen lässt.

Form Check Beispiel 1		Bit-Nummer:	47 o. 49
Beschreibung:	DEL, immer „1“ (rezessiv) CRC-Delimiter ist einer der beiden DEL		
Form Check Beispiel 2		Bit-Nummer:	50-56
Beschreibung:	EOF, immer „1“ (rezessiv)		
Form Check Beispiel 3		Bit-Nummer:	57-59
Beschreibung:	IFS, immer „1“ (rezessiv)		

Besteht das Telegramm den Form Check? Wenn nein, warum nicht?

Ja, es besteht den Form Check.

Anmerkung: SOF ist kein Marker für den Form Check.

b) Nennen Sie alle Stuffing Bits (anhand der Bit-Nummer aus Tabelle 1), die im empfangenen Telegramm enthalten sind.

Bit-Nummer:	12	19	26	32	-

Besteht das Telegramm den Stuff Check? Wenn nein, warum nicht?

Ja, es besteht den Stuff Check.

Anmerkung: Stuffing Bits nur bis einschließlich CRC-Segment.

c) Besteht das Telegramm den Acknowledgement Check? Wenn nein, warum nicht?

Nein, es besteht den Acknowledgement Check nicht. Der Bus-Pegel müsste für das ACK-Bit „0“ (dominant) sein [da auf dem Bus die Antwort eines Empfängers die Nachricht des Senders überlagern würde].

Aufgabe 1.3: Diagnose (2 Punkte)

Welchen Schluss ziehen Sie aus den Ergebnissen der in Aufgabe 1.2 durchgeführten Tests? Gehen Sie dabei davon aus, dass auch der Cyclic Redundancy Check keine Fehler ergab.

Das Telegramm wurde von keinem Empfänger als korrekt quittiert. [Eventuell ist das Bus-Medium unterbrochen (und damit kein Empfänger auf dem Bus des Senders).]

Aufgabe 2: Profibus (19 Punkte)

In einem kleinen Solarpark sollen die einzelnen Photovoltaikanlagen mittels Profibus mit einem zentralen Steuergeräten verbunden werden (siehe Abbildung 1). Die drehbaren Photovoltaikanlagen stehen in einem Abstand von 50 m (bezogen auf ihren Anschlusspunkt) zueinander, um sich nicht gegenseitig zu beschatten

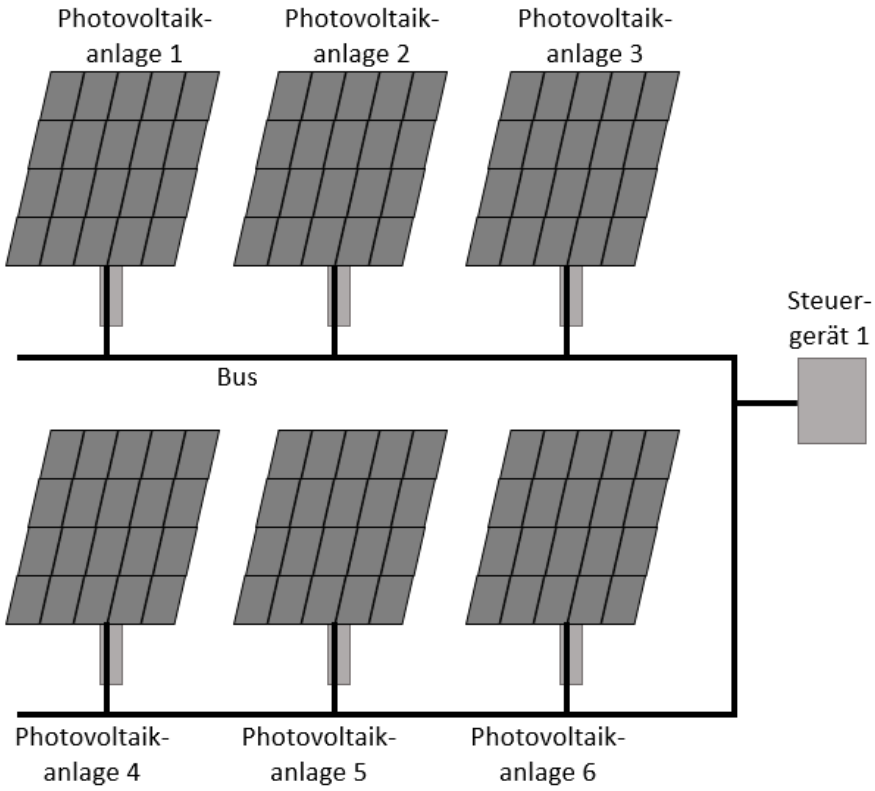


Abbildung 1: Anordnung der Komponenten

Aufgabe 2.1: Busausdehnung (1 Punkte)

a) Schätzen Sie die Busausdehnung des Profibus-Systems. Welche Übertragungsrate lässt sich damit maximal erreichen?

Buslänge	$L_{Bus} =$	250	m
Maximal erreichbare Übertragungsrate	$BR =$	500	$\frac{kBit}{s}$

Aufgabe 2.2: Telegrammformate (4,5 Punkte)

<u>Hinweis</u>: Diese Teilaufgabe kann unabhängig von den vorhergehenden bearbeitet werden.

Jede der Photovoltaikanlage aus Abbildung 1 verfügt über drei Sensoren (Länge eines Sensorwerts: 2 Bytes) und einen Aktor (Länge eines Aktorwerts: 2 Bytes). Das Steuergerät muss mittels des SRD-Dienstes zyklisch die Sensorwerte aller Anlagen abfragen und darauf basierende Aktorwerte mittels des SDN-Dienstes zurückgeben.

Wie lang sind die nötigen Telegramme, wenn Sie die Busauslastung minimal halten wollen? Geben sie für jedes Telegramm die Größe in Bits und Bytes an.

T_{SRD1}: Steuergerät fragt Sensorwerte an	
Optimale Telegrammart	Telegramm ohne Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 6 Byte Header + 0 Byte Datenfeld = 6 Byte = 66 Bit	
Telegrammlänge [Bytes]	$L_T = 6\ Byte$
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 66\ Bit$

T_{SRD2}: Photovoltaikanlagen senden Sensorwerte	
Optimale Telegrammart	Telegramm mit festem Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 6 Byte Header + 8 Byte Datenfeld = 14 Byte = 154 Bit	
Telegrammlänge [Bytes]	$L_T = 14\ Byte$
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 154\ Bit$

T_{SDN}: Steuergerät sendet Aktorwerte	
Optimale Telegrammart	Telegramm mit variablem Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 9 Byte Header + 2 Byte Datenfeld = 11 Byte = 121 Bit	
Telegrammlänge [Bytes]	$L_T = 11\ Byte$
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 121\ Bit$

Aufgabe 2.3: Mono-Master-Betrieb (4,5 Punkte)
Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass keine Telegramme verloren gehen.

a) Abbildung 2 zeigt die Kommunikation zwischen dem Steuergerät und einer Photovoltaikanlage in Form eines Sequenzdiagramms. Berechnen Sie für jeden Abschnitt des Sequenzdiagramms die benötigte Zeit. Gehen Sie davon aus, dass der Verarbeitungsoverhead in der Photovoltaikanlage $L_{O,PV}$ = 100 Bitzeiten und im Steuergerät $L_{O,SG}$ = 200 Bitzeiten beträgt. Gehen Sie außerdem von einer Übertragungsrate von 500 $\frac{kBit}{s}$ aus.

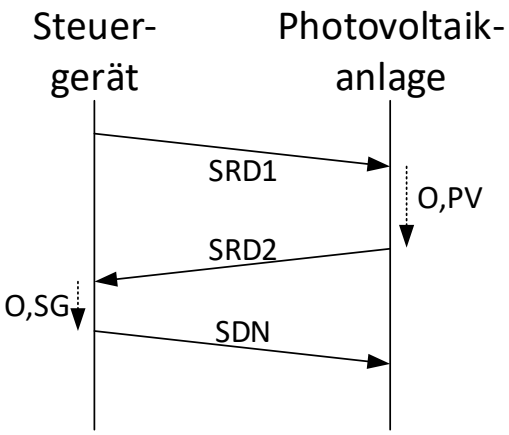


Abbildung 2: Sequenzdiagramm

Raum für Nebenrechnungen:

$$T = \frac{Telegrammlänge}{Übertragungsrate}$$

Schritt	Abschnittsbezeichnung	Benötigte Zeit [ms]
1	SRD1	0,132
2	O,PV	0,2
3	SRD2	0,308
4	O,SG	0,4
5	SDN	0,242

b) Berechnen Sie die Dauer eines Kommunikationszyklus zwischen dem Steuergerät und einer Photovoltaikanlage.

Raum für Nebenrechnungen:

0,132 ms + 0,2 ms + 0,308 ms + 0,4 ms + 0,242 ms = 1,282 ms

Kommunikationszyklusdauer [ms]	$T_{SG\leftrightarrow PV} = 1{,}282\ ms$

c) Berechnen Sie die Dauer eines Kommunikationszyklus zwischen dem Steuergerät und allen Photovoltaikanlage.

Raum für Nebenrechnungen:

$$6 \cdot T_{SG\leftrightarrow PV} = 6 \cdot 1{,}282\ ms = 7{,}692\ ms$$

Kommunikationszyklusdauer [ms]	$T_{Mono-Master} = 7{,}692\ ms$

Aufgabe 2.4: Multicast (9 Punkte)

Gehen Sie nun davon aus, dass ein Telegramm auch an mehrere Empfänger gehen kann (Multicast). Dies wird über eine andere Adressierung innerhalb des bestehenden Zieladressbytes realisiert. Das restliche Szenario bleibt unverändert.

a) Wie lang sind die nötigen Telegramme, wenn Sie die Busauslastung minimal halten wollen? Geben sie für jedes Telegramm die Größe in Bits an. Bitte beachten Sie, dass der Buszugriff weiterhin im Master-Slave-Verfahren geregelt werden muss. Begründen Sie Ihre Antwort.

T_{SRD1}: Anfrage Sensorwerte	
Optimale Telegrammart	Telegramm ohne Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 6 Byte Header + 0 Byte Datenfeld = 6 Byte = 66 Bit	
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 66\ Bit$
Begründung	[Keine Änderung,] weil die Anfrage der Sensorwerte weiterhin keine Übertragung von Nutzdaten erfordert.

T_{SRD2}: Übermittlung Sensorwerte	
Optimale Telegrammart	Telegramm mit festem Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 6 Byte Header + 8 Byte Datenfeld = 14 Byte = 154 Bit	
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 154\ Bit$
Begründung	[Keine Änderung,] weil weiterhin jeder Slave einzeln angefragt werden und in einer eigenen Nachricht antworten muss, um den Master-/Slave-Buszugriff zu gewährleisten.

T_{SDN}: Übermittlung Aktorwerte	
Optimale Telegrammart	Telegramm mit variablem Datenfeld
Raum für Nebenrechnungen: 9 Byte Header + 12 Byte Datenfeld = 21 Byte = 231 Bit	
Telegrammlänge [Bits]	$L_T = 231\ Bit$
Begründung	Der Master kann die Aktorwerte an alle Slaves in einer einzelnen Nachricht übermitteln. [Welche Aktorwerte für welchen Slave bestimmt sind, ergibt sich aus der Reihenfolge der Bytes innerhalb des Datenfelds und muss vorher festgelegt werden.]

b) Welcher Zeitvorteil stellt sich auf diesem Weg hinsichtlich der Dauer eines Kommunikationszyklus zwischen dem Steuergerät und allen Photovoltaikanlage gegenüber dem Unicast-Betrieb aus Aufgabe 2.3 ein? Gehen Sie unabhängig von Ihrem Ergebnis in Aufgabe 2.3c) von einer Kommunikationszyklusdauer $T_{Mono-Master} = 7\ ms$ aus. Gehen Sie außerdem von einer Übertragungsrate von 500 $\frac{kBit}{s}$ aus.

Raum für Nebenrechnungen:

$$\begin{aligned} &6 \cdot \left(T_{SRD1} + T_{O,PV} + T_{SRD2} + T_{O,SG}\right) + T_{SDN,Broadcast} \\ &= 6 \cdot (0{,}132\ ms + 0{,}2\ ms + 0{,}308\ ms + 0{,}4\ ms) + \frac{231\ Bit}{500\frac{kBit}{s}} \\ &= 6{,}24\ ms + 0{,}462\ ms = 6{,}702\ ms \end{aligned}$$

$$T_{Zeitdifferenz} = 7\ ms - 6{,}702\ ms = 0{,}298\ ms$$

oder

$$\begin{aligned} &6 \cdot \left(T_{SRD1} + T_{O,PV} + T_{SRD2}\right) + T_{O,SG} + T_{SDN,Broadcast} \\ &= 6 \cdot (0{,}132\ ms + 0{,}2\ ms + 0{,}308\ ms) + 0{,}4\ ms + \frac{231\ Bit}{500\frac{kBit}{s}} \\ &= 3{,}84\ ms + 0{,}4\ ms + 0{,}462\ ms = 4{,}702\ ms \end{aligned}$$

$$T_{Zeitdifferenz} = 7\ ms - 4{,}702\ ms = 2{,}298\ ms$$

Zeitvorteil [ms]	$T_{Zeitdifferenz} = 0{,}298\ ms\ \ oder\ 2{,}298\ ms$

Aufgabe 3: Semaphore (16,5 Punkte)

Hinweis: Die Teilaufgaben in Aufgabe 3 können alle unabhängig voneinander bearbeitet werden.

Hinweis: Sollten Sie sich verzeichnen, so können Sie den Diagrammvordruck aus Abbildung 8 verwenden. Er dient als Ersatz.

Gegeben sei der Ablauf dreier Tasks A, B und C gemäß Abbildung 3. Das ausführende System verfügt über einen Rechenkern. Zu Beginn haben alle Semaphore S0, S1 und S2 den Wert 1. Ferner hat Task C die niedrigste Priorität und Task A die höchste.

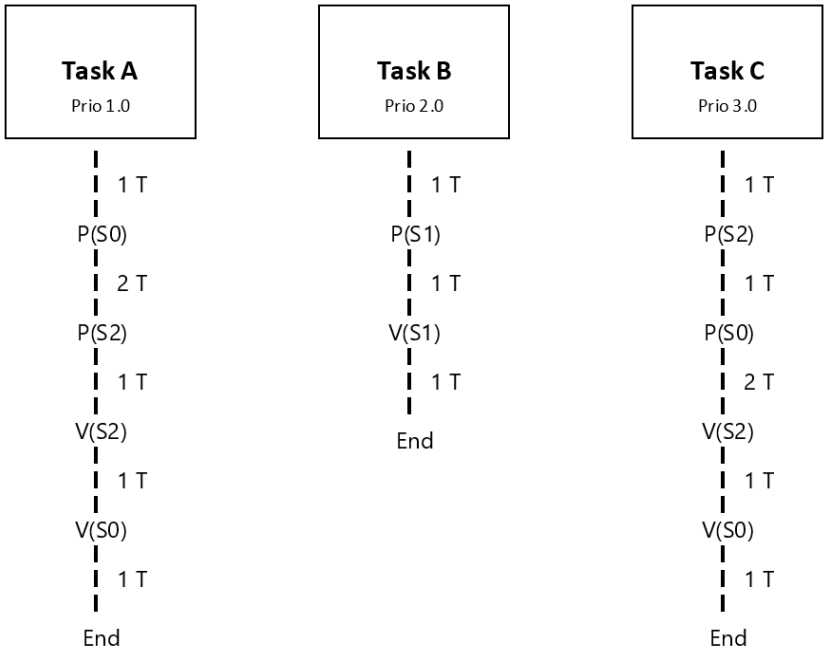


Abbildung 3: Struktur des Tasksets

Tabelle 2 nennt den Zeitpunkt der einmaligen Aktivierung der drei Tasks.

Tabelle 2: Aktivierungszeiten

Task	Aktivierungszeit
A	t = 6 T
B	t = 4 T
C	t = 0 T

Nutzen Sie im Folgenden das präemptive Scheduling nach festen Prioritäten.

Aufgabe 3.1: Soll-Ablauf (1,5 Punkte)

Ermitteln Sie das zeitliche Soll-Verhalten der Tasks im Bereich $0 \leq t < 15$ T. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 4 ein.

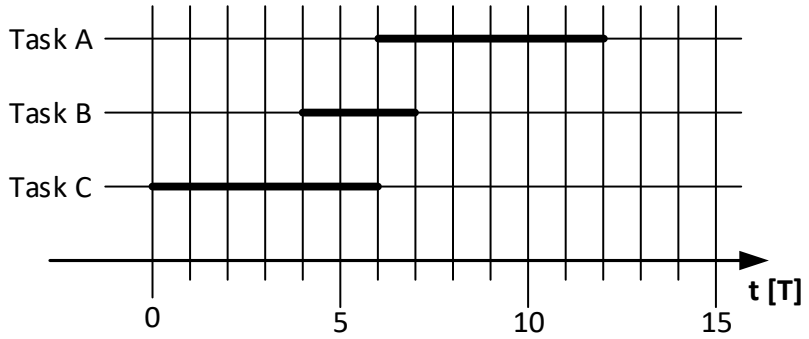


Abbildung 4: Soll-Ablauf der Tasks A, B und C

Aufgabe 3.2: Ist-Ablauf (4,5 Punkte)

Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks im Bereich $0 \leq t < 15$ T bei einer Beauftragung gemäß Abbildung 3 und Tabelle 2. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 5 ein. Nennen Sie auch den Wert der einzelnen Semaphore für das Ende jeden Zeitschritts und nutzen Sie dafür die über dem Diagramm abgedruckten Kästchen.

S0:	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
S1:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
S2:	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

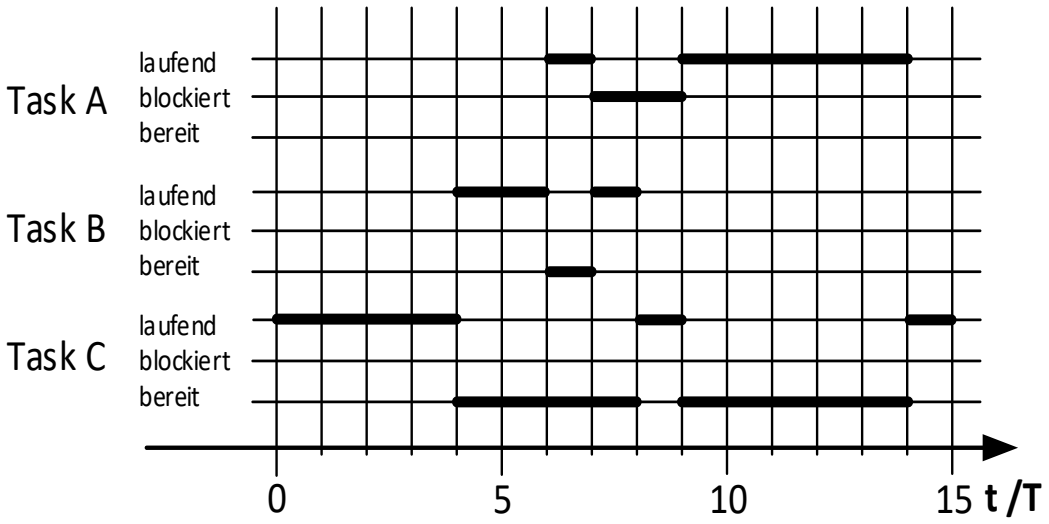


Abbildung 5: Ist-Ablauf der Tasks A, B und C

Aufgabe 3.3: Priority Inheritance Protocol (4,5 Punkte)

Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks im Bereich $0 \leq t < 15$ T bei einer Beauftragung gemäß Abbildung 3 und Tabelle 2 unter Anwendung des Priority Inheritance Protocols. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 6 ein. Nennen Sie auch den Wert der einzelnen Semaphore für das Ende jeden Zeitschritts und nutzen Sie dafür die über dem Diagramm abgedruckten Kästchen.

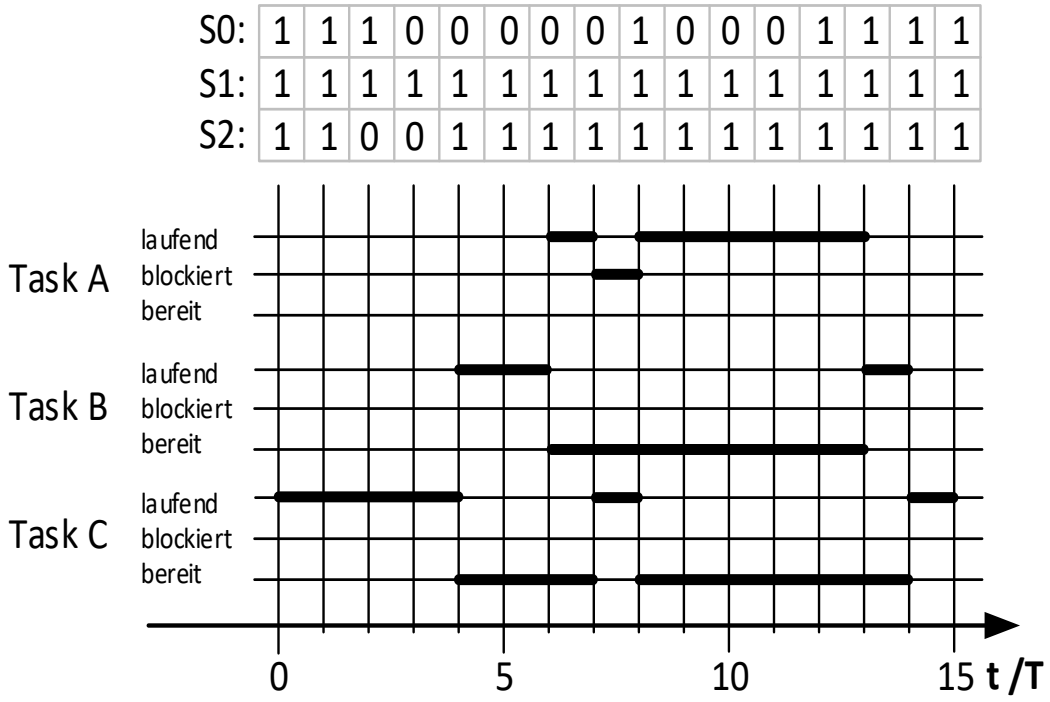


Abbildung 6: Ist-Ablauf der Tasks A, B und C (Priority Inheritance)

Aufgabe 3.4: Priority Ceiling Protocol (6 Punkte)

a) Geben Sie in Tabelle 3 die Prioritätsoberschranken der Semaphore S0, S1 und S2 bei einer Beauftragung gemäß Abbildung 3 und Tabelle 2 an.

Tabelle 3: Prioritätsoberschranken

Priority Ceiling S0	1
Priority Ceiling S1	2
Priority Ceiling S2	1

b) Ermitteln Sie das zeitliche Ist-Verhalten der Tasks im Bereich $0 \leq t < 15$ T bei einer Beauftragung gemäß Abbildung 3 und Tabelle 2 unter Anwendung des Priority Ceiling Protocols. Zeichnen Sie Ihre Lösung in Abbildung 7 ein. Nennen Sie auch den Wert der einzelnen Semaphore für das Ende jeden Zeitschritts und nutzen Sie dafür die über dem Diagramm abgedruckten Kästchen.

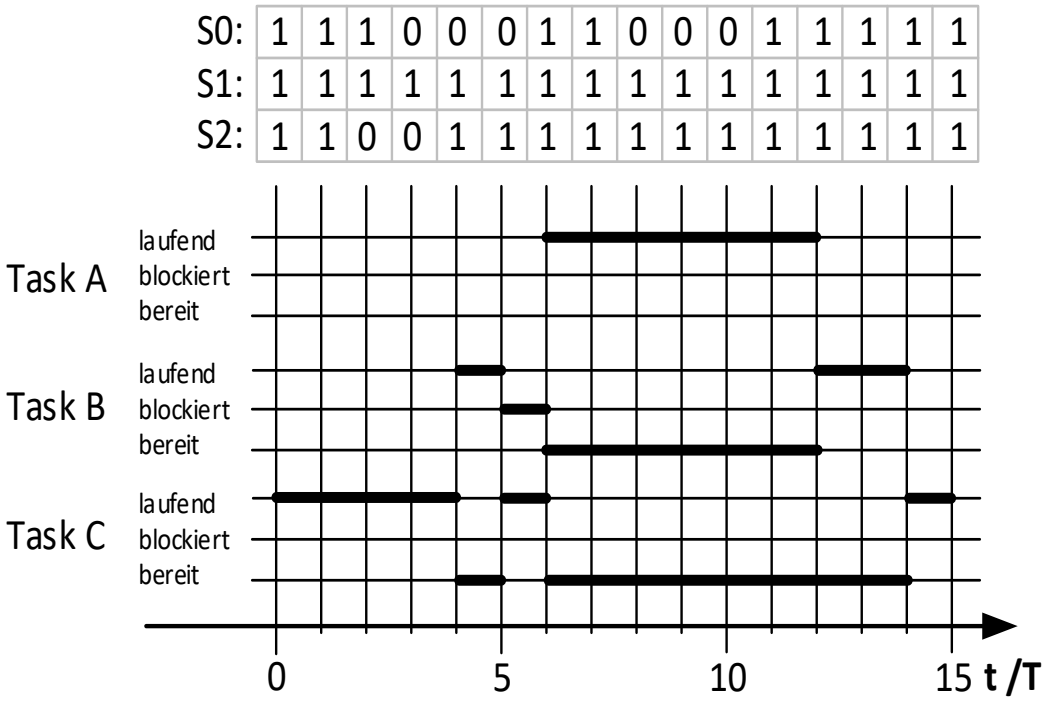


Abbildung 7: Ist-Ablauf der Tasks A, B und C (Priority Ceiling)

Abbildung 8: entfällt

Aufgabe 4: Speicherprogrammierbare Steuerungen (12 Punkte)

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

Aufgabe 4.1: Korrektur ST-Anwenderprogramm (7,5 Punkte)

Ein Kollege zeigt Ihnen folgendes SPS-Anwenderprogramm in der Sprache Structured Text und beklagt sich darüber, dass ihm zwar bekannt sei, dass es sechs Fehler unterschiedlicher Art enthalte, er diese aber nicht finden könne. Markieren Sie die Fehler in Abbildung 9 und begründen Sie Ihre Wahl in Tabelle 4.

Hinweis: Ein Fehler wurde als Beispiel bereits markiert. Es verbleiben fünf Fehler unterschiedlicher Art für Sie. Tritt ein Fehler mehrfach auf, so zählt er trotzdem nur einmal.

```
1   NETWORK Aufzugsteuerung
2
3   VAR
4         Taster_Abwaerts AT E0.0: Bool; *Taster*
5         Taster_Aufwaerts AT E0.1: Bool; *Taster*
6         Position_Stockwerk_1 AT E1.0: Bool;
7         Position_Stockwerk_2 AT E1.1: Bool;
8         Fahrt: INT :=0;
9         Motor_Aufwaerts AT A1.0: Bool;
10        Motor_Abwaerts AT A1.1: Bool;
11  END_DECT
12
13  IF Taster_Aufwaerts THEN
14        Fahrt := 1;
15  END_IF;
16  IF Taster_Abwaerts THEN
17        Fahrt := -1;
18  END_IF;
19  IF Position_Stockwerk_1 AND Fahrt = -1 THEN
20        Fahrt := 0;
21  ELSEIF Position_Stockwerk_2 AND Fahrt = 1 THEN
22        Fahrt := 0;
23  END_IF;
24  IF NOT Schalter_Nothalt THEN
25        Alarm := FALSE;
26        WHILE Fahrt := 1 DO
27              Motor_Aufwaerts := TRUE;
28              Motor_Abwaerts := FALSE;
29        END_WHILE;
30        WHILE Fahrt = -1 DO
31              Motor_Aufwaerts := FALSE;
32              Motor_Abwaerts := TRUE;
33        END_WHILE;
34  ELSE
35        Alarm =: TRUE;
36        Motor_Aufwaerts := FALSE;
37        Motor_Abwaerts := FALSE;
38  END_IF;
```

Abbildung 9: SPS-Programm in ST

Tabelle 4: Begründung bzw. Beschreibung der gefundenen Fehler

Nr.	**Begründung / Beschreibung („Warum ist das ein Fehler?“)**
1	Falsches (Schlüssel-)Wort (Korrekt: „PROGRAM“)
2	Falscher Operator für Kommentar (Korrekt: „(*Taster*)“ oder „//Taster“)
3	Falsches (Schlüssel-)Wort (Korrekt: „END_VAR“)
4	Variable nicht deklariert
5	Falscher Operator (Korrekt: „=“)
6	Falscher Operator für Zuweisung (Korrekt: „:=“)

Aufgabe 4.2: Konvertierung Funktionsplan in Kontaktplan (4,5 Punkte)

Sie bekommen die Aufgabe, das im Funktionsplan (FUP) verfasste Anwenderprogramm aus Abbildung 10 in einen Kontaktplan (KOP) zu überführen.

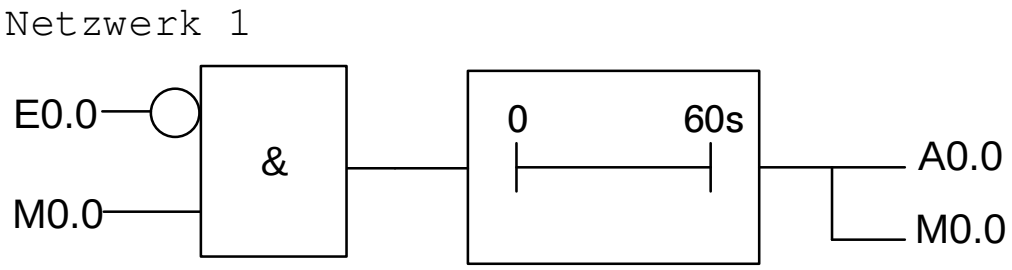
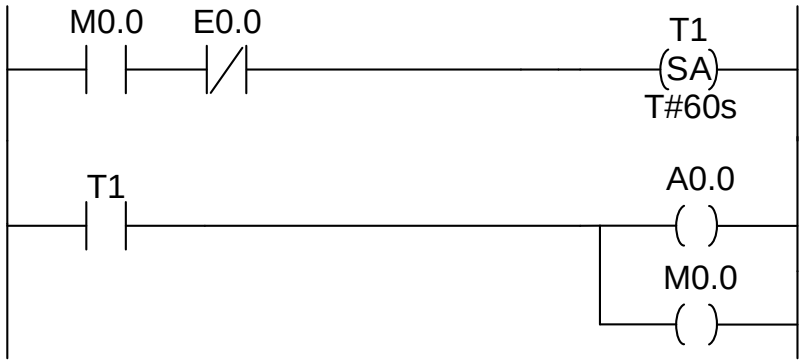


Abbildung 10: SPS-Programm in FUP

Netzwerk 1



∑= 12

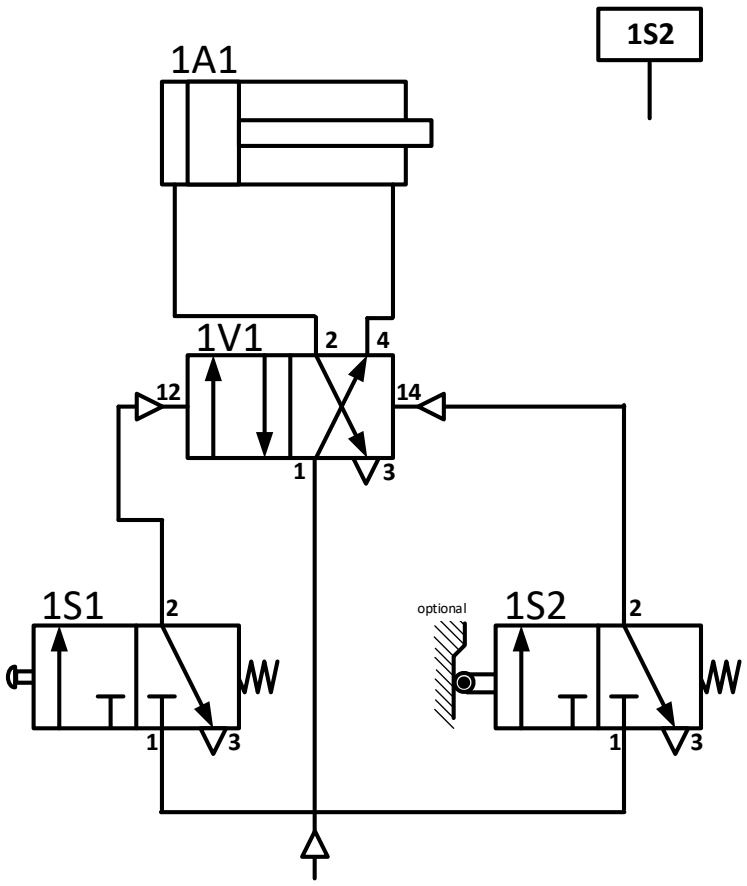
Aufgabe 5: Pneumatische Steuerungen (14,5 Punkte)

Die Kolbenstange eines doppeltwirkenden Zylinders soll bei kurzer Betätigung eines Druckknopfes vollständig ausfahren und anschließend selbstständig wieder vollständig einfahren (d.h. zurück in die Ausgangsposition). Sie haben die in Tabelle 5 aufgeführten Elemente zur Verfügung. Zeichnen Sie daraus einen pneumatischen Schaltplan, der das gewünschte Verhalten ermöglicht.

Hinweis: Bitte benennen Sie alle Elemente (inkl. Anschlüssen).

Tabelle 5: Benutzbare Elemente

Arbeitselemente	Ventile	Betätigungselemente	Versorgungselemente
• Doppeltwirkender Zylinder	• 4/2-Wegeventil • 3/2-Wegeventil (2x)	• Druckknopf • Rückstellfeder (2x) • Rollenstößel • Pneumatische Betätigung (2x)	• Druckluftquelle



Anmerkung: Verschiedene Varianten möglich.

Aufgabe 6: Kurzaufgaben (16 Punkte)

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

Frage 6.1: Asymmetrische Verschlüsselung (6 Punkte)
Bob (Client B) sendet Alice (Client A) die folgende Nachricht:

$$c' || sig_{K_B^-,c} || C_B, \text{ wobei gilt } c = E(K_A^+, m)$$

Es weiterhin gelten folgende Annahmen:

$h(\text{"712D F8BB"}) = 5;$	$D\left(K_A^+, sig_{K_A^-,c'}\right) = 11;$
$D(\text{"A4F9 80FD"}, c) = \text{"712D F8BB"};$	$K_B^- = \text{"A4F9 80FD"};$
$K_B^+ = \text{"A09C 4545"};$	$h(1234\ 9876) = 15;$
$E(K_B^-, \text{"15"}) = \text{"8989 5DDF"};$	$D(\text{"A09C 4545"}, sig_{K_B^-,c}) = 2;$

Das Zertifikat C_B von Bob ist gültig. Welchen Wert muss $h(\mathrm{c}')$ annehmen, damit die Nachricht gültig ist? Begründen Sie Ihre Antwort.

Es muss gelten $h(\mathrm{c}') = 2$,

da aufgrund von $D(\text{"A09C 4545"}, sig_{K_B^-,c}) = 2;$ und $K_B^+ = \text{"A09C 4545"};$ auch $h(c) = 2$ ist.

Frage 6.2: Auswahl eines A/D-Wandlers (4 Punkte)
Um ein analoges Temperatursignal zur Weiterverarbeitung zu digitalisieren, müssen Sie einen geeigneten A/D-Wandler auswählen. Die folgende Gleichung beschreibt dabei den Zusammenhang zwischen physischer Messgröße ϑ und dem Rohwert y:

$$y_{\vartheta,R}(\vartheta) = \frac{100\ \Omega + 5 \cdot \frac{\Omega}{°\mathrm{C}} \cdot \vartheta}{400\Omega} \cdot y_{max}$$

Welche Auflösung muss der A/D-Wandler mindestens aufweisen, um im Temperaturbereich von $0°C \leq \vartheta < 100°C$ eine Genauigkeit von ±0,1°C zu garantieren? Begründen Sie Ihre Antwort.

Die Auswahl eines den Anforderungen entsprechenden A/D-Wandlers ist unabhängig von seiner Auflösung **nicht** möglich: Der Rohwert für $\vartheta > 60°C$ liegt immer außerhalb des Wertebereichs des A/D-Wandlers bzw. ist größer als y_{max}.

Frage 6.3: Scheduling (6 Punkte)

Gegeben ist der in Abbildung 11 dargestellte Ist-Ablauf von vier Tasks nach dem Scheduling-Verfahren mit festen Prioritäten (präemptiv). Gehen Sie davon aus, dass alle Tasks bei t = 0 ms zum ersten Mal beauftragt wurden und dass die Periode eines Task konstant und gleichzeitig als die Deadline für deren Ausführung zu betrachten ist. Der Systemtakt beträgt 1 ms.

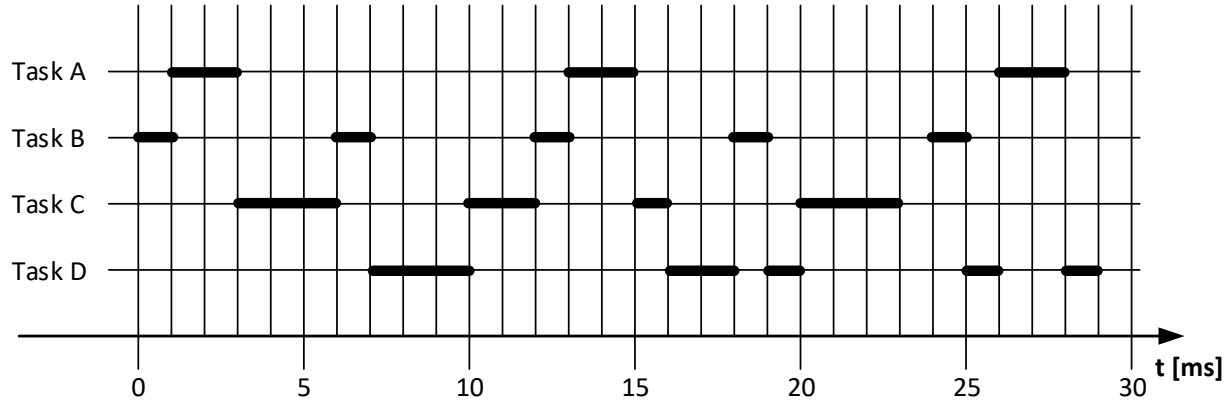


Abbildung 11: Ist-Ablauf der Tasks A, B, C und D (feste Prioritäten)

Ermitteln Sie Priorität, Ausführungsdauer und Periode der einzelnen Tasks und tragen Sie Ihre Ergebnisse in Tabelle 6 ein.

Tabelle 6: Parameter des Tasksets

Task	Ausführungsdauer	Periode	Priorität
Task A	2	13	2
Task B	1	6	1
Task C	3	10	3
Task D	2	8	4

Aufgabe 7: Single-Choice-Fragen (20 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.

…