

Prof. Dr. Erik Jacobson

Realzeitsysteme

Übungsaufgaben

Kapitel 1

Übungsaufgabe 1

In einem Realzeitsystem soll die Verfügbarkeit eines Subsystems, das aus der (logischen) Serienschaltung zweier Komponenten A und B besteht, dadurch erhöht werden, daß eine der beiden Komponenten in einer Parallelschaltung in Reserve gehalten wird.

Von den Herstellern sind folgende Angaben erhältlich:

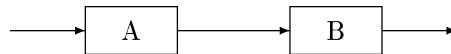
Komponente A: MTTR = 2.5 h, MTTF = 10 000 h;

Komponente B: MTTR = 1.5 h, MTTF = 25 000 h.

- Wie groß ist die Verfügbarkeit und die Ausfallwahrscheinlichkeit der Serienschaltung ohne Reservekomponente ?
- Welche der beiden Komponenten sollte verdoppelt werden ? Mit Skizze und Begründung !
- Wie groß ist die Verfügbarkeit und die Ausfallwahrscheinlichkeit mit der Reservekomponente ?

Übungsaufgabe 2

In einem Realzeitsystem soll für ein Subsystem aus einer Serienschaltung von 2 Komponenten A und B die Verfügbarkeit durch Verdopplung erhöht werden.



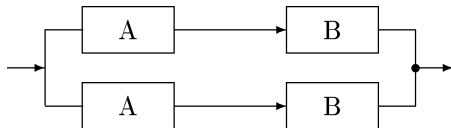
Für die Verfügbarkeit der Komponenten seien folgende Herstellerangaben gegeben:

Komponente	MTTR	MTTF
A	4 h	4000 h
B	1 h	2000 h

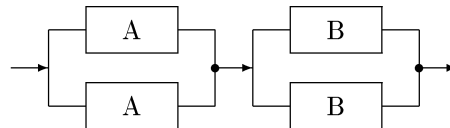
Die Reparaturzeit MTTR für 2 identische Komponenten verlängert sich auf das 1.5 fache, da die Rüstzeiten nur einmal anfallen.

Bestimmen Sie durch Rechnung, welche der beiden folgenden Anordnungen die höhere Verfügbarkeit p ergibt.

a) Parallelschaltung der Subsysteme:



b) Parallelschaltung der Komponenten:



Überlegen Sie sich, welche der beiden Anordnungen (a, b) für welche Arten von Prozeßgliedern (s. 3.2) geeignet bzw. ungeeignet ist.

Kapitel 2**Übungsaufgabe 3**

Erstellen Sie Zustandsdiagramme aus folgenden Übergangstabellen:

Ausgangs- zustand	Folgezustand nach Ereignis					
	a) E1	E2	b) E1	E2	c) E1	E2
A	B	C	C	D	A	D
B	C	A	A	B	C	A
C	D	C	D	A	A	B
D	A	B	B	C	B	C

Was geschieht, wenn immer nur

- das Ereignis E1 bzw.
- das Ereignis E2 eintritt ?

Übungsaufgabe 4

In einem Gebäude sollen die Lampen eingeschaltet werden, wenn die Helligkeit außerhalb des Gebäudes einen bestimmten Grenzwert (1500 Lux) unterschreitet; abends um 19 Uhr sollen sie wieder ausgeschaltet werden.

Am Morgen sollen die Lampen um 6 Uhr eingeschaltet werden, falls der Grenzwert (s.o.) noch unterschritten wird; sobald der Grenzwert überschritten wird, werden die Lampen wieder ausgeschaltet.

a) Modellieren Sie diesen Prozeß statisch mittels eines Blockschaltbilds und dynamisch mittels eines Zustandsdiagramms.

b) Schreiben Sie ein Programm (Struktogramm nach Nassi-Shneiderman, DIN 66262), das diese Steuerung durchführt und folgende Unterprogramme nutzen kann:

real HELL() liefert den Wert der Helligkeit außerhalb des Gebäudes in Lux.

int TIME() liefert die Uhrzeit seit Mitternacht in Sekunden.

void LAMPEN(short wert)

schaltet die Lampen ein für wert = 1, aus für wert = 0

Welche Probleme tauchen bei diesem einfachen Modell auf und wie wären sie zu beseitigen ?

Übungsaufgabe 5

Erstellen Sie ein Programm zur Steuerung eines Fahrstuhls als Struktogramm (nach Jackson oder nach Nassi-Shneiderman). Zur Verfügung stehen Ihnen dazu folgende Prozeßroutinen (FUNCTIONs)

int RUF(I) liefert den Wert ± 1 , wenn im Stockwerk I ein Anforderungsknopf für eine Fahrt nach oben (+1) oder unten (-1) betätigt wurde, sonst ist der Wert = 0; die Meldung wird automatisch gelöscht, wenn der Fahrstuhl das Stockwerk I erreicht.

int WOHIN(I) liefert den Wert 1, wenn im Fahrstuhl ein Anforderungsknopf für eine Fahrt zum Stockwerk I betätigt wurde, sonst ist der Wert = 0; die Meldung wird automatisch gelöscht, wenn der Fahrstuhl das Stockwerk I erreicht.

real WOBINI() liefert den Wert des Stockwerks, in dem der Fahrstuhl sich gerade befindet, während der Bewegung werden auch nichtganzzahlige Werte geliefert.

void MOTOR(R) bestimmt die Geschwindigkeit und Drehrichtung des Antriebsmotors; positive Werte von R führen nach oben, negative nach unten; R = 0 führt zum Stillstand.

Zu welchen Komplikationen führt dieses einfache Modell ?

Übungsaufgabe 6

Eine Induktionsschleife in der Fahrbahn einer Nebenstraße steuert eine Ampel so, daß diese auf grün geschaltet wird, wenn

- 1 Auto dort 2 Minuten gewartet hat oder,
- 2 Autos dort 1 Minute gewartet haben;
- wenn mehr als 3 Autos angekommen sind, schaltet die Ampel sofort.

Die Ampel schaltet wieder auf 'rot'

- nach 20 Sekunden, wenn nur ein Auto ankam, sonst
- um 10 Sekunden später für jedes weitere Auto.

Beachten Sie, daß auch noch während der Grün-Phase ein Auto ankommen kann. Schreiben Sie ein Programm (Struktogramm nach Nassi-Shneiderman), das diese Steuerung durchführt und folgende Prozeßroutinen (FUNCTIONs) nutzen kann:

- **int LOOP()** liefert den Wert 1, wenn seit der letzten Abfrage ein Auto die Induktionsschleife passierte, sonst liefert sie den Wert 0.
- **void AMPEL(wert)** stellt die Ampel auf 'grün' für wert = 1, 'rot' für wert = 2
- **int TIME()** liefert die Uhrzeit seit Mitternacht in Sekunden.

Übungsaufgabe 7

Zwischen Straße und Parkhaus befindet sich eine tunnelartige Zufahrt mit je einer Fahrbahn für Einfahrt und Ausfahrt. Zur Begrenzung der Schadstoffimmission dürfen sich zu jedem Zeitpunkt höchstens 2 Autos in dieser Zufahrt befinden (unabhängig von ihrer Fahrtrichtung). Dazu soll der Verkehr durch je eine Ampel am straßen- und am parkhausseitigen Ende der Zufahrt gesteuert und durch insgesamt 4 Sensoren (an jedem Ende und auf jeder Fahrbahn je einer) erfaßt werden.

- a) Beschreiben Sie das statische Modell des Prozesses durch ein Blockschaltbild.
- b) Beschreiben Sie das dynamische Modell durch ein Petrinetz mit einem Semaphor.
- c) Zeigen Sie in einer tabellarischen Darstellung die Plazierung der Marken bei der Durchfahrt
 - eines Autos,
 - zweier Autos in gleicher Richtung,
 - zweier Autos in entgegengesetzter Richtung.
- d) Überlegen Sie sich, welche Probleme mit diesem Modell noch nicht gelöst sind.

Kapitel 3**Übungsaufgabe 8**

Zur Erfassung von Vorgängen in einem technischen Prozeß sind 2 Sensoren (A und B), z.B. Lichtschranken installiert, die an einen Prozeßrechner angeschlossen sind, in dem 2 eigenständige (Rechen-)Prozesse (Tasks) als Treiber laufen.

Zur Feststellung der zeitlichen Reihenfolge von Ereignissen (AB) ist eine Interprozeßkommunikation (IPC) zu einer 3. Task notwendig.

Beschreiben Sie dazu ein Verfahren einschließlich der notwendigen Unterstützung durch ein Realzeit-Betriebssystem

- statisch (durch ein Blockschaltbild)
- dynamisch (durch ein Petri-Netz)
- Beschreiben Sie in einer beliebigen Programmiersprache (Basic, 'C', Fortran, Pascal oder Pseudocode) für alle 3 Tasks die zentralen Programmabschnitte einschließlich einer Ausgabe der Form "AB" oder "BA" unter Verwendung von asynchronen Systemprozeduren der Art:

```
- send(pid, message)   pid = {A|B|C};
- receive(pid, message) message = " " falls keine neue Meldung vorhanden;
- get(sensor)          = 1 falls ein Ereignis eintrat,
                      = 0 sonst (sensor = {A|B})
```

Welche Information muß die "message" übergeben, damit dieses Verfahren richtig funktioniert ?

Übungsaufgabe 9

Gegeben seien 3 Tasks (Task1, Task2, Task3) die auf einem (1-Prozessor-) Rechner laufen sollen. Die Tasks sollen gleichzeitig gestartet werden, haben aber unterschiedliche Prioritäten:

Task1 Priorität 3 (höchste Priorität)
 Task2 Priorität 1 (niedrigste Priorität)
 Task3 Priorität 2

Jede Task benötigt jeweils 2 Sekunden Rechenzeit und geht danach in einen Wartezustand, aus dem sie nach vorgegebener Zeit wieder gestartet wird, und zwar:

Task1 nach 4 Sekunden
 Task2 nach 8 Sekunden
 Task3 nach 12 Sekunden

Stellen Sie tabellarisch oder graphisch die jeweiligen Zustände der 3 Tasks dar als:

- ruhend (nicht geladen)
- aktiv (rechnerisch)
- bereit (lauffähig)
- wartend (inaktiv)

solange, bis sich eine Periodizität herausstellt.

Kapitel 4

Übungsaufgabe 10

Gliedern Sie einen der technischen Prozesse:

- CD-ROM Laufwerk
- (Nadel-) Drucker
- Fahrstuhlanlage
- Getränkeautomat mit Auswahl für Kaffee/Tee, mit/ohne Milch/Zucker
- Kaffeemaschine
- Kopierautomat
- Kühlschrank
- Lochstreifenleser
- mechanische Schreibmaschine
- Rolltreppe
- Wäschetrockner
- X-Y-Schreiber

mit einer Skizze in funktionale Teilprozesse (Funktionseinheiten), und charakterisieren Sie daraus 3 Elementarprozesse nach:

- Verarbeitungsgut (Materie/ Energie/ Information)
- Verarbeitungsart (Umformung/ Transport/ Speicherung)
- Verarbeitungsstruktur (kontinuierlich/diskret und deterministisch/stochastisch)

Geben Sie dazu auch jeweils die (festen) Anlagedaten und die (variablen) Zustandsgrößen mit ihren physikalischen Maßeinheiten an

Übungsaufgabe 11

Gegeben Sie Beispiele an, bei denen es auf die Reihenfolge von 2 oder mehr Ereignissen ankommt. Wie gut muß dabei jeweils die Zeitaufösung sein ?

Übungsaufgabe 12

- a) Schreiben Sie eine Routine zur zyklischen Erfassung (polling) von 2(4) Meßgeräten in einer beliebigen symbolischen Maschinensprache (Assembler).
- b) Berechnen Sie dafür die maximale totale Erfassungsrage (Meßwerte pro Sekunde) bei einer mittleren Instruktionsdauer von 250 nsec, wenn
 - entweder alle Meßgeräte (mit maximaler Geschwindigkeit) senden
 - oder nur ein Gerät (mit maximaler Geschwindigkeit) Daten liefert.

Übungsaufgabe 13

- Ein Polling-Programm P läuft in einer Schleife mit der SW- Priorität 1 und benötigt für einen Schleifendurchlauf 160 (120) μ sec, wenn kein Ereignis eintritt.
- In regelmäßigen Abständen von 180 (160) μ sec treten Ereignisse E1 ein, welche vom Polling-Programm jeweils in der Schleifenmitte erkannt werden und dann in einem Unterprogramm UP1 bearbeitet werden, das 40 μ sec dauert und mit der Priorität 3 läuft.
- In regelmäßigen Abständen von 400 (320) μ sec treten Ereignisse E2 ein, welche die HW-Priorität 2 haben und von einer Interrupt-Service-Routine A bearbeitet werden, die 60 μ sec dauert und mit der Priorität 2 läuft.

Stellen Sie den Ablauf der Vorgänge über mindestens 1 msec mit A-t- und P-t-Diagrammen maßstäblich dar, beginnend mit 2 gleichzeitigen Ereignissen E1 und E2 am Ende der 1. betrachteten Schleife.

Welche Ereignisse gehen verloren und warum ?

Übungsaufgabe 14

- Ein Verarbeitungsprogramm P läuft über längere Zeit in einer äußeren Schleife, in der eine innere Schleife 3 mal durchlaufen wird. Die innere Schleife benötigt $40 \mu\text{sec}$; ihre SW-Priorität ist gleich ihrem Schleifenzähler.
- In regelmäßigen Abständen von $180 \mu\text{sec}$ treten Ereignisse ein, welche die HW-Priorität 2 haben und von einer Interrupt-Service-Routine A bearbeitet werden, die $80 \mu\text{sec}$ benötigt und mit der Priorität 2 läuft.
- a) Stellen Sie den Ablauf der Vorgängen über mindestens 1 msec mit A-t- und P-t-Diagrammen maßstäblich dar, beginnend mit einem ersten Ereignis am Ende der 1. inneren Schleife ($I = 1$).
- b) Wie groß ist im schlimmsten Fall (worst case) die Reaktionszeit des Prozessorchneers?
- c) Können Ereignisse verloren gehen ? Begründung ?

Übungsaufgabe 15

- Ein Verarbeitungsprogramm P beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer Schleife, die für einen Durchlauf $80 \mu\text{sec}$ benötigt und mit der SW-Priorität 1 läuft.
- Von einem Gerät A trifft zum Zeitpunkt $t_1 = 120 \mu\text{sec}$ ein Ereignis E1 mit der HW-Priorität P1 ein und soll von einer Interrupt-Service-Routine A bearbeitet werden, die $t(A) = 60 \mu\text{sec}$ benötigt und mit der Priorität P(A) läuft.
- Von einem Gerät B trifft zum Zeitpunkt $t_2 = 150 \mu\text{sec}$ ein Ereignis E2 mit der HW-Priorität P2 ein und soll von einer Interrupt-Service-Routine B bearbeitet werden, die $t(B) = 40 \mu\text{sec}$ braucht und mit der Priorität P(B) läuft.
- Welche HW-Prioritäten P1 und P2 müssen die Interrupts mindestens haben, und welche SW-Prioritäten die Interrupt-Service-Routinen A und B, damit
- a) das Gerät A immer vorrangig,
- b) das Gerät B immer vorrangig bedient wird ?
- Stellen Sie den Ablauf der Vorgänge für die beiden Fälle a und b getrennt in A-t- und P-t-Diagrammen graphisch möglichst maßstäblich dar.

Übungsaufgabe 16

- Ein Verarbeitungsprogramm P läuft über längere Zeit in einer Schleife, die jeweils in der 1. Hälfte mit der SW-Priorität 1, in der 2. Hälfte mit der SW-Priorität 4 läuft; ein Schleifendurchlauf dauert $160 \mu\text{sec}$.
- In regelmäßigen Abständen von $180 \mu\text{sec}$ treten Ereignisse ein, welche die HW-Priorität 3 haben und von einer Interrupt-Service-Routine A bearbeitet werden, die $60 \mu\text{sec}$ benötigt und im 1. Drittel mit der Priorität 5, danach mit der Priorität 2 läuft.
- a) Stellen Sie den Ablauf der Vorgänge über mindestens 1 msec mit A-t- und P-t-Diagrammen maßstäblich dar, beginnend mit einem ersten Ereignis am Beginn einer Schleife.
- b) Wie groß ist im schlimmsten Fall (worst case) die Reaktionszeit t_r des Prozessorchneers ?
- c) Können Ereignisse verloren gehen ? Geben Sie eine Begründung an ?

Übungsaufgabe 17

a) Stellen Sie den Ablauf der folgenden Vorgänge mittels A-t- und P-t-Diagrammen möglichst maßstäblich dar:

- Ein Verarbeitungsprogramm P beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$ mit einer Schleife, die für einen Durchlauf $120 \mu\text{sec}$ benötigt und mit der SW-Priorität 1 läuft.
- Von einem Gerät A trifft zum Zeitpunkt $t_1 = 140 \mu\text{sec}$ ein Ereignis E1 mit der HW-Priorität $P1 = 2$ ein und wird von einer Interrupt-Service-Routine A bearbeitet, die insgesamt $160 \mu\text{sec}$ benötigt, in der 1. Hälfte mit der Priorität 4 und in der 2. Hälfte mit der Priorität 0 läuft.
- Von einem Gerät B trifft zum Zeitpunkt $t_2 = 180 \mu\text{sec}$ ein Ereignis E2 mit der HW-Priorität $P2 = 3$ ein und soll von einer Interrupt-Service-Routine B bearbeitet werden, die $100 \mu\text{sec}$ braucht und mit der Priorität 6 läuft.

b) Wie lange muß mit der Bearbeitung des 2. Ereignisses gewartet werden, d.h. wie groß ist hierfür die Reaktionszeit t_r des Prozeßrechners?

- Wie groß kann diese Reaktionszeit maximal werden ?

c) Welche 2 Möglichkeiten gibt es, diese Reaktionszeit t_r minimal zu machen ?

- Welche Priorität muß auf welchen Wert geändert werden, damit die Reaktionszeit t_r minimal wird ?

Übungsaufgabe 18

Die Interrupt Service Routine (ISR A) für ein Gerät A besteht aus 600 Instruktionen, die ISR B für ein anderes Gerät aus 2500 Instruktionen. Für eine Instruktion benötigt der Rechner im Mittel etwa 200 Nanosekunden. Die Hard- und Software-Prioritäten sind so eingestellt, daß jedes Gerät die ISR des anderen unterbrechen könnte.

Vom Gerät A treffen im Schnitt $n_1 = 1200$ Interrupt-Anforderungen pro Sekunde ein.

a) Wieviele Ereignisse pro Sekunde (n_2) vom 2. Geräte können dann gerade noch verarbeitet werden ?

b) Im Normalbetrieb soll vom 2. Gerät nur die Hälfte hiervon eintreffen ($n_3 = n_2/2$).

- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß die ISR B vom Gerät A gestört wird ?

- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß die ISR A vom Gerät B gestört wird ?

Begründen Sie Ihre (Schätz-) Werte und veranschaulichen Sie Ihre Überlegungen durch ein geeignetes Diagramm.

Übungsaufgabe 19

a) Die Interrupt-Service-Routine für ein peripheres Gerät bestehe aus 250 Instruktionen, die im Durchschnitt je 180 nsec benötigen. Die Interrupt-Sequenz dauert doppelt solange wie eine durchschnittliche Instruktion.

- Wie groß ist die maximale Datenübertragungsrate (Datenwerte pro Sekunde) zwischen Gerät und Speicher ?

b) Wie groß ist die maximale Datenübertragungsrate, wenn stattdessen mit DMA im cycle-stealing Verfahren gearbeitet wird und die Speicherzykluszeit 80 nsec beträgt. Vor- und Nachbereitungszeiten für den Controller sollen vernachlässigt werden können.

c) Wie unterscheiden sich beide Übertragungsverfahren im Aufwand für Hard- und Software ?

Kapitel 5

Übungsaufgabe 20

Zum Kochen eines Eies (vgl. Laborversuch) werden ein Prozeßrechner und folgende Komponenten benutzt: ein Wasserbehälter, ein Ei, ein Tauchsieder, ein Relais, ein Bimetallschalter. Folgendes Vorgehen wird vorgegeben:

- Aufheizen des Wassers auf Siedetemperatur (100^0 C)
- Einlegen des Eies
- 5 Minuten Kochen mit geregelter Heizung
- Abschaltung und Entnahme des Eies.

Modellieren Sie diesen Prozeß und seine Regelung.

Betrachten Sie den Kochtopf beim Eierkochen als idealen Heizprozeß und vernachlässigen Sie die Wärmekapazität des Topfes und alle Störeinflüsse, wie Wärme- oder Masseverluste. Berücksichtigen Sie die Wärmekapazität des Wassers (0.7 l) und die des Eies mit einer Masse von 60 g; setzen Sie für das Ei dieselbe spezifische Wärmekapazität (4,2 kJ/kgK) wie für Wasser.

a) Geben Sie an, aus welchen Elementarprozessen dieser Prozeß besteht und wie sie miteinander verknüpft sind (statisches Modell).

b) Beschreiben Sie das Verhalten des Prozesses durch die graphische Darstellung des (binären) Eingabewerts "Heizen $H(t)$ " (Heizleistung $P = 1$ kW) und des (analogen) Ausgabewerts "Temperatur $T(t)$ "

c) Durch welche elementaren Übertragungsglieder läßt sich demnach dieser Prozeß beschreiben ?

d) Was für ein Übertragungsglied ist folglich zur Regelung des Heizprozesses notwendig ? Wie kann er (technisch) realisiert werden, sei es durch ein geeignetes Bauteil oder ein geeignetes Softwaremodul ?

e) Berechnen Sie (soweit möglich) die bei diesem Prozeß auftretenden Prozeßzeiten und tragen Sie sie in Ihr Diagramm (b) ein.

Vergleichen Sie diese Werte mit Ihren Erfahrungswerten aus dem Labor.

Übungsaufgabe 21

Ein Raum erhält Tageslicht, das größeren Schwankungen unterworfen ist. Mit Hilfe eines Prozeßrechners soll die Helligkeit in diesem Raum durch eine Beleuchtungseinrichtung (Lampen) auf einem vorgegebenen Mindestwert gehalten werden.

a) Welche Prozeßperipherie (einschließlich Meßwertaufnehmer und Stellglieder) ist dazu notwendig ?

b) Skizzieren Sie ein Blockschaltbild der Anordnung.

c) Skizzieren Sie ein Programm, das diese Regelung durchführt und die Beleuchtung auch im Tag-und-Nacht-Zyklus ein- und ausschalten kann.

Kapitel 6

Übungsaufgabe 22

a) Stellen Sie die serielle Ausgabe der Zeichenfolgen

- Mut
- Zug

graphisch dar, wenn für die Start-Stop-Prozedur folgende Parameter eingestellt sind:

300 Baud, 7 Daten-, 1 Prüf- und 1 Stopbit, gerade Parität.

b) Wie lange dauert die Ausgabe mindestens ? Wieviel Interrupts werden gegebenenfalls erzeugt ?

c) Wann (wieviel Millisekunden nach Beginn der Übertragung) wird ein Fehler erkannt, wenn der Empfänger auf folgende Werte eingestellt ist:

600 Baud, 7 Daten-, kein Prüf- und 1,5 Stopbits.

Welche Zeichen glaubt er, bis dahin empfangen zu haben ?

Übungsaufgabe 23

An einem Meßgerät fallen pro Sekunde 80 Meßwerte an, die als 4-stellige Dezimalzahlen im BCD-Code dargestellt und über eine längere Leitung seriell asynchron (nach V.24) übertragen werden sollen.

a) welche Normbaudrate muß mindestens verwendet werden, wenn jeweils 2 BCD-Ziffern in 8 Datenbits gepackt werden und auch ein Prüfbit (mit gerader Parität) und 2 Stopbits verwendet werden sollen.

b) Stellen Sie die Übertragung des Meßwerts 2041 graphisch als Impulsdigramm zeitlich maßstabsgerecht dar.

c) Wie lange dauert die Ausgabe mindestens ?

Übungsaufgabe 24

Mit einer 8-bit-Parallelschnittstelle (CENTRONICS) sollen 20 Relais angesteuert (ein- und ausgeschaltet) werden.

Erläutern Sie, welche zusätzlichen Einrichtungen als Prozeßperipherie dazu notwendig sind.

Welche Zusatzschaltungen sind notwendig, um ein Quittungsprotokoll durchführen, bzw. den Zustand der Relais abfragen zu können.

Beschreiben Sie Ihre Lösung mit einem Blockschaltbild und geeigneten Programmfragmenten.

Übungsaufgabe 25

Geben Sie für folgende Meß- und Stellglieder jeweils an, welche Anschlüsse (Analoge/Digitale Eingabe/Ausgabe) am Prozeßrechner sie benötigen und welche Prozeßgrößen (Stell- bzw Meßgrößen) dazu gehören:

- Ampel
- Codescheibe
- Frequenzzähler
- Gebläse
- Heizstab
- Lichtschranke
- Motorventil
- Piezokristall
- Schleifdrahtpotentiometer
- Relais
- Stückzähler
- Weiche
- Widerstandsthermometer

Übungsaufgabe 26

Geben Sie für folgende Stellglieder jeweils an, welche Stellgrößen y sie beeinflussen, welche Steuergrößen x sie benötigen, welches Übertragungsverhalten $y(x)$ (Kennlinie) und welches Zeitverhalten (P I D) sie haben:

- Drosselventil, z.B. Gas- oder Wasserhahn
- Schrittmotor
- Ampel wie im Straßenverkehr
- Heizstab wie in der Waschmaschine
- Heizplatte wie am Elektroherd
- Relais z.B. Schütz
- Feldeffekttransistor
- Weiche wie im Schienenverkehr

Übungsaufgabe 27

Geben Sie für folgende Meßglieder jeweils an, welche Meßgrößen sie erfassen, welche Meßwerte und/oder Signalformen (kontinuierlich/diskret bzw. analog/digital) sie liefern:

- Schleifdrahtpotentiometer
- Codescheibe
- Interferometer
- Frequenzzähler
- Piezokristall

Übungsaufgabe 28

Beschreiben Sie 2 verschiedene Methoden, um mit einem Prozeßrechner jeweils große oder kleine Geschwindigkeiten zu erfassen.

- Welche Prozeßperipherie einschließlich der Stell- und Meßglieder wird dabei jeweils benötigt ?
- Skizzieren Sie jeweils ein Blockschaltbild.
- Beschreiben Sie die wesentlichen Unterschiede zwischen den Methoden.

Übungsaufgabe 29

Beschreiben Sie 2 verschiedene Methoden, um mit einem Prozeßrechner jeweils einen Gegenstand über große oder sehr kleine Entfernungen zu verschieben.

- Welche Prozeßperipherie einschließlich der Stell- und Meßglieder wird dabei jeweils benötigt ?
- Skizzieren Sie jeweils ein Blockschaltbild.
- Beschreiben Sie die wesentlichen Unterschiede zwischen den Methoden.