

3. Stellen Sie das markierte Petri-Netz $N = (P, T, I, O, \mu_0)$ graphisch dar und geben Sie den vollständigen Markierungsgraphen an! (9 Punkte)

$$P = \{P_1, P_2, P_3, P_4\}$$

$$T = \{T_1, T_2, T_3\}$$

$$I(T_1) = \{P_1\}, I(T_2) = \{P_2, P_4\}, I(T_3) = \{P_3, P_4\}$$

$$O(T_1) = \{P_2\}, O(T_2) = \{P_1, P_3\}, O(T_3) = \{P_1, P_4\}$$

$$\mu_0 = (1, 0, 0, 1)$$

4. Wann liegt *Software-Diversität* vor und wann hilft der Einsatz von diversitärer Software und wogegen hilft er nicht? (5 Punkte)

5. Was beschreibt das Computer Integrated Manufacturing Modell nach A. W. Scheer. Wie soll es umgesetzt werden und welche Punkte sind an diesem Modell kritisch anzumerken? (5 Punkte)

6. Beschreiben Sie die Scheduling-Strategie *First-Come-First-Serve mit Prioritätssteuerung*. Wann kann es bei Einsatz dieser Scheduling-Strategie zu Problemen kommen? (4 Punkte)

1. Wie lautet die Definition des Begriffs *technischer Prozeß*. Nach welchen Kriterien können technische Prozesse zur industriellen Herstellung von Produkten gegliedert werden. Geben Sie jeweils ein Beispiel an. (6 Punkte)

2. In einem markierten Petri-Netz $N_m = (P, T, I, O, \mu)$ ändert sich die Markierung, wobei für alle $p_i \in P$ folgendes geschieht:

$$\mu'(p_i) = \mu(p_i) + (p_i, I(t_j)) - (p_i, O(t_j))$$

- Wie nennt man diesen Vorgang?
- Sind Sie mit der Beschreibung dieses Vorgangs zufrieden? Korrigieren Sie ihn
- Welche Bedingung muß erfüllt sein, damit dieser Vorgang stattfinden kann?
- Geben Sie für die Bedingung auch die entsprechende Formel an.

(6 Punkte)

Prüfung aus „Prozessautomatisierung“		27.06.2001 Dauer: 90 Minuten
Matr.Nr.	Name	Vorname

1	[6]	[]
2	[6]	[]
3	[9]	[]
4	[5]	[]
5	[5]	[]
6	[4]	[]
7	[4]	[]
8	[5]	[]
9	[6]	[]
10	[6]	[]
11	[6]	[]
12	[6]	[]
13	[8]	[]
14	[4]	[]
15	[6]	[]
16	[8]	[]
17	[6]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

7. Nennen Sie vier Testmöglichkeiten, die im Rahmen eines dynamischen Integrations-
tests bewertet werden können. (4 Punkte)

8. Wozu benötigt man bei Semaphoren eine Zählstand-Variable (engl.: counter)? Was
passiert bei den entsprechenden Systemcalls SM_V und SM_P, wenn der aktuelle
Wert des Counters

- ≥ 1 bzw.
- ≤ 0

ist? (5 Punkte)

9. Durch welche Meßwertgeber können die physikalischen Größen

- Temperatur,
- Druck,
- Geschwindigkeit und
- Position

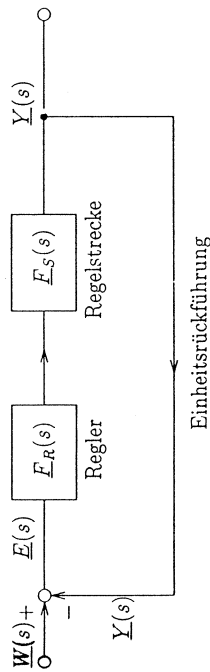
erfaßt werden? (6 Punkte)

10. Was ist ein Bode-Diagramm? Skizzieren Sie das Bode-Diagramm eines P-Gliedes
mit der Verstärkung $K_P=100$. (6 Punkte)

11. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf beginnend mit dem Einschaltvorgang der Re-
gelgröße $y(t)$ eines Regelkreises mit einem 2-Punkt-Regler und einer PT_1 -Strecke,
wenn obere und untere Schaltschwelle als $w + \Delta y$ und $w - \Delta y$ vorgegeben sind.
Nehmen Sie an, daß der Regelkreis mit der Sprungfunktion $\sigma(t)$ angeregt wird.
Vergessen Sie nicht T_0 einzuzichnen. (6 Punkte)

12. Leiten Sie die Übertragungsfunktion $F_{\text{ges}}(s)$ für ein System mit Rückführung her!
Fertigen Sie dazu eine Skizze an und beschriften Sie diese mit den Größen, die Sie
für die Ableitung benötigen. (6 Punkte)

13. Gegeben sei folgender Regelkreis:



Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des Regelkreises ($F_R(s) = \frac{1}{s}$, $F_S(s) = \frac{1}{s}$).
 Regen Sie danach den Regelkreis mit dem Einheitsimpuls $\delta(t)$ an. Wie lautet das
 sich dadurch ergebende Verhalten im Zeitbereich? (8 Punkte)

$$F_{ges}(s) =$$

$$W(s) =$$

$$Y(s) =$$

$$y(t) =$$

14. Wenn man über die Betriebsdauer eines technischen Systems die Ausfallrate betrachtet, erhält man die sog. *Badewannenkurve*. Wie heißen die darin vorkommenden Phasen. In welcher Phase ist es vernünftig, ein technisches System auszutauschen? (4 Punkte)

15. Zwei Regeln einer Fuzzy-Heizungsregelung lauten:

IF Temperatur = mittel OR Druck = sehr_hoch
 THEN Brennstoffzufuhr := normal
 IF Temperatur = hoch AND Druck = normal
 THEN Brennstoffzufuhr := mittel

Zeichnen Sie die Ausgangsmenge, die sich ergibt, wenn folgende Zugehörigkeiten für die Eingangsgrößen vorliegen:

$$\mu(\text{Temperatur}) = \begin{cases} 0.6 & \text{mittel} \\ 0.4 & \text{hoch} \end{cases}$$

$$\mu(\text{Druck}) = \begin{cases} 0.25 & \text{normal} \\ 0.75 & \text{sehr_hoch} \end{cases}$$

und der Fuzzy Controller mittels

(a) MAX-MIN

(b) MAX-PROD

Inferenz-Strategie arbeitet, in folgenden Abbildungen ein. (6 Punkte)

$\mu(\text{Brennstoffzufuhr})$

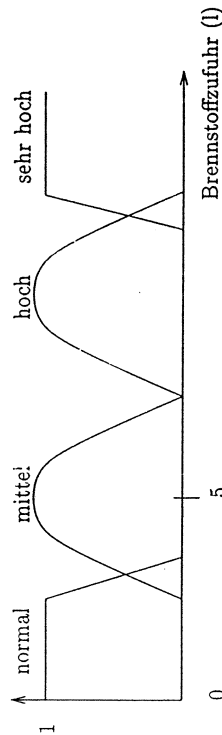


Abbildung 1: Ausgangsmenge bei MAX-MIN Inferenz

$\mu(\text{Brennstoffzufuhr})$

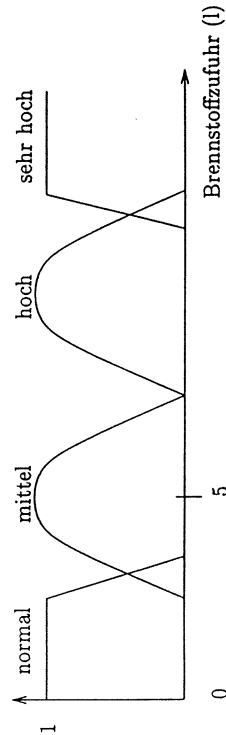


Abbildung 2: Ausgangsmenge bei MAX-PROD Inferenz

16. Was versteht man unter **MTBF**, **MTTR** und dem Begriff Verfügbarkeit? Geben Sie die entsprechenden Formeln an. Benennen Sie alle in den Formeln vorkommenden Variablen. Ermitteln Sie sodann die Verfügbarkeit und die Ausfallrate λ einer Prozesssteuerung, deren MTBF 120 Stunden und MTTR 60 Stunden beträgt. Bewerten Sie das Ergebnis! (8 Punkte)

	$f(t)$	$F(s)$
1	Einheitsimpuls $\delta(t)$	1
2	Einheitssprung $\sigma(t) = 1$	$\frac{1}{s}$
3	Einheitsrampe $\rho(t) = t$	$\frac{1}{s^2}$
4	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
5	$t e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
6	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
7	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
8	$t^n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
9	$t^n e^{-at} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
10	$\frac{1}{b-a} (e^{-at} - e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
11	$\frac{1}{b-a} (be^{-bt} - ae^{-at})$	$\frac{s}{(s+a)(s+b)}$
12	$\frac{1}{ab} \left[1 + \frac{1}{b-a} (be^{-bt} - ae^{-at}) \right]$	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$
13	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
14	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$
15	$\frac{1}{a^2} (at - 1 + e^{-at})$	$\frac{1}{s^2 (s+a)}$
16	$\frac{\omega}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta \omega t) \sin(\omega \sqrt{1-\zeta^2} t)$	$\frac{\omega^2}{s^2 + 2\zeta \omega s + \omega^2}$
17	$\frac{-1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta \omega t) \sin(\omega \sqrt{1-\zeta^2} t - \theta)$ $\theta = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}$	$\frac{s}{s^2 + 2\zeta \omega s + \omega^2}$
18	$1 - \frac{-1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta \omega t) \sin(\omega \sqrt{1-\zeta^2} t + \theta)$ $\theta = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}$	$\frac{\omega^2}{s(s^2 + 2\zeta \omega s + \omega^2)}$

17. Die Uhrzeitführung wird beim Normalfrequenzsender DCF77 mittels modulierter Signale bewerkstelligt. Erklären Sie die verwendeten Verfahren kurz und geben Sie an, welche Information/Daten damit übertragen werden. (6 Punkte)

PRÜFUNGSORDNER - ein Service Deiner Fachschaft Informatik!

LVA: PROZESS AUTOMATISIERUNG - YO

Preis: 39,-

1. Erklären Sie die Begriffe *Steuerung* und *Regelung*! Welche Arten von Regelungen kann man unterscheiden? (4 Punkte)

2. Wie kann man bei der *Entwicklung* diversitärer Programme vorgehen und welche Möglichkeiten gibt es diversitär entwickelte Programme auszuführen? (6 Punkte)

Prüfung aus "Prozessautomatisierung"		06.06.2000 Dauer: 90 Minuten
Matrikelnr.	Name	Vorname

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	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

3. Wie lautet die *Antivalenzfunktion*. Warum ist eine antivalente Signaldarstellung vorteilhaft? (3 Punkte)

4. Was bedeutet der Begriff *Mean-Time-to-Second-Failure*? Was kann bei aufeinanderfolgenden Fehler/Ausfällen passieren? (2 Punkte)

5. Wenn man über die Betriebsdauer eines technischen Systems die Ausfallrate betrachtet, erhält man die sog. *Badevannenkurve*. Skizzieren Sie eine solche und benennen Sie die darin vorkommenden Phasen. (4 Punkte)

6. Erklären Sie die beiden unterschiedlichen Arten, die bei der *Digitalerregabe* Verwendung finden. (4 Punkte)

7. Was bedeutet die Abkürzung *CSMA/CD*. Wie funktioniert *CSMA/CD* und was sind die Vorteile verglichen mit herkömmlichem *CSMA*? (4 Punkte)

8. Welche beiden Arten von *Buszugriffsverfahren* können bei vernetzten Automatisierungssystemen unterschieden werden. Erklären Sie diese kurz und geben Sie jeweils eine konkrete Realisierung an. (4 Punkte)

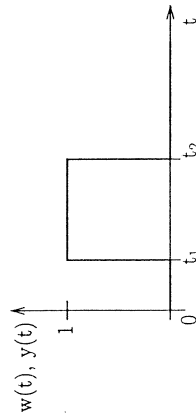
9. Wie heißen die drei Schichten des ISO/OSI Referenzmodells, die beim PROFIBUS implementiert sind? (3 Punkte)

10. Welche Aufgaben werden durch den Eingabeteil einer SPS erledigt? (4 Punkte)

11. Was ist ein Bode-Diagramm? Skizzieren Sie das Bode-Diagramm eines P-Gliedes mit der Verstärkung $K_P=100$. (6 Punkte)

14. Wie lauten die Grundlagen der *technischen Zulassung*? Veranschaulichen Sie die Vorgangsweise bei einer technischen Zulassungsprüfung anhand einer Abbildung und benennen Sie alle darin vorkommenden Instanzen und ausgetauschten Dokumente. Wofür sind die einzelnen Instanzen zuständig? (8 Punkte)

12. Gegeben sei ein PT_1 -Glieder mit $K_P=0.5$. Dieses Glied wird mit folgendem Impuls angeregt.



Wie könnte die Antwortfunktion für

- ein kleines T_0
- ein großes T_0

aussehen? Versuchen Sie beide Fälle charakteristisch in obiger Abbildung einzuzeichnen. (6 Punkte)

13. Wozu benötigt man bei Semaphoren eine Zählstand-Variable (engl.: *counter*)? Was passiert bei den entsprechenden Systemcalls $SM.V$ und $SM.P$, wenn der aktuelle Wert des Counters

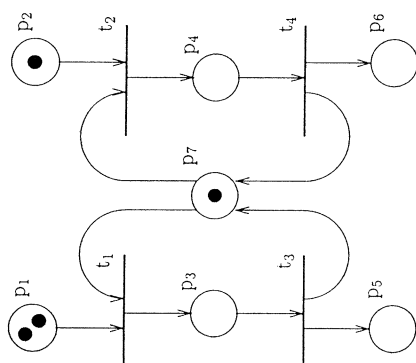
- ≥ 1 bzw.
- ≤ 0

ist? (5 Punkte)

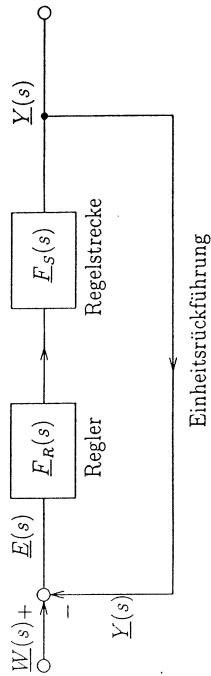
15. Welche Daten werden in einem *Task Control Block* gesichert? (4 Punkte)

16. Welche Zeitparameter sind für Tasks in einem Echtzeitplanungssystem von Bedeutung. Beschreiben Sie diese kurz. (7 Punkte)

17. Geben Sie für folgendes Petri-Netz mit Anfangsmarkierung $\mu_0 = (2, 1, 0, 0, 0, 0, 1)$ die formale Notation an und zeichnen Sie den Reachability-Tree! (10 Punkte)



18. Benennen Sie alle Größen im folgenden Regelkreis !



Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des Regelkreises ($F_R(s) = K_D \cdot s, F_S(s) = K_P$). Regen Sie danach den Regelkreis mit der Einheitssprungfunktion an. Wie lautet das sich dadurch ergebende Verhalten im Zeitbereich und wie groß ist die bleibende Regelabweichung? (10 Punkte)

$$F_{ges}(s) =$$

$$W(s) =$$

$$Y(s) =$$

$$y(t) =$$

$$e(t) =$$

19. Eine Regel einer Fuzzy-Heizungsregelung lautet:

IF ((Temperatur = mittel OR Druck = sehr_hoch) OR
(Temperatur = hoch AND Druck = normal))
THEN Brennstoffzufuhr := mittel

Zeichnen Sie die Ausgangsmenge, die sich ergibt, wenn folgende Zugehörigkeiten für die Eingangsgrößen vorliegen:

$$\mu(\text{Temperatur}) = \begin{cases} 0.6 & \text{mittel} \\ 0.4 & \text{hoch} \end{cases}$$

$$\mu(\text{Druck}) = \begin{cases} 0.25 & \text{normal} \\ 0.75 & \text{sehr_hoch} \end{cases}$$

und der Fuzzy Controller mittels

(a) MAX-MIN

(b) MAX-PROD

Inferenz-Strategie arbeitet, in folgender Abbildung ein. (6 Punkte)

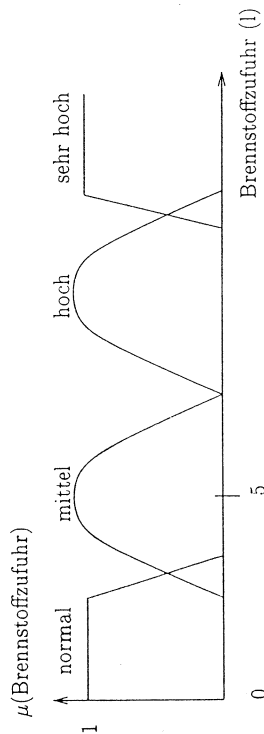


Abbildung 1: Ausgangsmenge bei MAX-MIN Inferenz

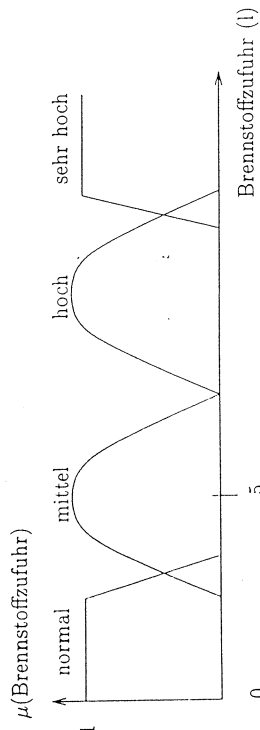


Abbildung 2: Ausgangsmenge bei MAX-PROD Inferenz

Korrespondenztabelle der Laplace-Transformation

	$f(t)$	$F(s)$
1	Einheitsimpuls $\delta(t)$	1
2	Einheitssprung $\sigma(t) = 1$	$\frac{1}{s}$
3	Einheitsrampe $\rho(t) = t$	$\frac{1}{s^2}$
4	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
5	$t e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2}$
6	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
7	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
8	$t^n \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
9	$t^n e^{-at} \quad (n=1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
10	$\frac{1}{b-a} (e^{-at} - e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
11	$\frac{1}{b-a} (be^{-bt} - ae^{-at})$	$\frac{s}{(s+a)(s+b)}$
12	$\frac{1}{ab} \left[1 + \frac{1}{b-a} (be^{-bt} - ae^{-at}) \right]$	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$
13	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
14	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$
15	$\frac{1}{a^2} (at - 1 + e^{-at})$	$\frac{1}{s^2(s+a)}$
16	$\frac{\omega}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta\omega t) \sin(\omega\sqrt{1-\zeta^2} t)$	$\frac{\omega^2}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2}$
17	$\frac{-1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta\omega t) \sin(\omega\sqrt{1-\zeta^2} t - \theta)$ $\theta = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}$	$\frac{s}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2}$
18	$1 - \frac{-1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \exp(-\zeta\omega t) \sin(\omega\sqrt{1-\zeta^2} t + \theta)$ $\theta = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}$	$\frac{\omega^2}{s(s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2)}$

11. Juni 97

Prüfung aus „Prozessautomatisierung“		11.06.1997 Dauer: 90 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
		Vorname

1. Wie lautet die Definition des Begriffs *technischer Prozeß*. Nach welchen Kriterien können technische Prozesse zur industriellen Herstellung von Produkten gegliedert werden. Geben Sie jeweils ein Beispiel an. (6 Punkte)

2. Nach welchen Kriterien werden Prozeßdaten klassifiziert? Welche Signale treten an den hardwaremäßigen Schnittstellen eines Prozeßrechnersystems auf? (3 Punkte)

3. In einem markierten Petri-Netz $N_m = (P, T, I, O, \mu)$ ändert sich die Markierung, wobei für alle $p_i \in P$ folgendes geschieht:

$$\mu'(p_i) = \mu(p_i) + (p_i, I(t_j)) - (p_i, O(t_j))$$

- (a) Wie nennt man diesen Vorgang?
- (b) Sind Sie mit der Beschreibung dieses Vorgangs zufrieden? Korrigieren Sie ihn gegebenenfalls.
- (c) Welche Bedingung muß erfüllt sein, damit dieser Vorgang stattfinden kann?
- (d) Geben Sie für die Bedingung auch die entsprechende Formel an.

(8 Punkte)

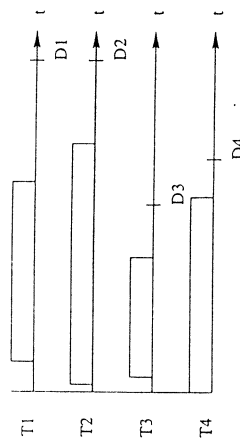
4. Modellieren Sie unter Zuhilfenahme eines *Petri-Netzes* den Spielablauf eines Mühle-Spiels. Zur Erklärung: Beim Mühle Spiel handelt es sich um ein Brettspiel zwischen 2 Spielern, von denen jeder *abwechselnd* die 9 schwarzen bzw. weißen Steine auf ein mit Punkten versehenes Liniensystem setzt und dabei versuchen muß, eine Figur aus 3 nebeneinanderliegenden Steinen zu bilden. Bei Gelingen wird dem Gegner jedesmal ein Spielstein weggenommen. Nehmen Sie zur Vereinfachung des Modells an, daß zu Beginn des Spieles die 18 Steine bereits auf dem Brett platziert wurden. (8 Punkte)

5. Stellen sie eine Ereignisfolge bis zum Unfall für einen technischen Prozeß mit Hilfe eines Markov-Diagramms dar. Unterscheiden Sie dabei zwischen Ereignissen im Steuerungssystem (E_S) und im Prozeß (E_P). Beschriften Sie alle Zustände! (8 Punkte)

6. Wie lauten die sicherheitstechnischen Anforderungen an einen Vergleich? Wie muß ein Fail-safe Vergleich bei einem oder mehreren offenen Eingängen reagieren? (4 Punkte)

7. Leiten Sie die Übertragungsfunktion $F_{ges}(s)$ des einschleifigen geschlossenen Regelkreises ab! Fertigen Sie dazu eine Skizze an und beschriften Sie diese mit den Größen, die Sie für die Ableitung benötigen. (10 Punkte)

8. Gegeben seien 4 Tasks, ihre Startzeiten, Ausführungsdauer und Deadlines:

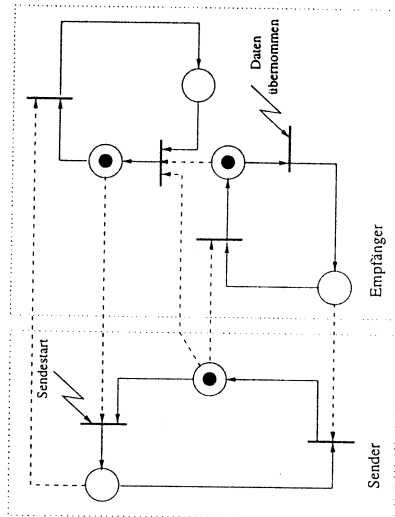


Geben Sie die Taskreihenfolge und die eingehaltenen Deadlines für folgende Schedulingstrategien an:

- First Come First Served Algorithm
- Shortest Job First Algorithm
- Earliest Deadline First Algorithm
- Least Laxity Algorithm

(6 Punkte)

9. Der IEC-Bus wickelt mit den Signalen DAV, RFD und DAC auf dem Übergabe-steuerbus ein Verfahren ab. Wie lautet der Name dieses Verfahrens? Erklären Sie die Bedeutung der verwendeten Signale. Das folgende Petri-Netz gibt das Protokoll des Verfahrens wieder. Benennen Sie die Stellen des Petri-Netzes mit den möglichen Signalzuständen! Zur Erklärung: Die strichlierten Kanten stellen positive Kommunikationslinien dar. (8 Punkte)



10. Skizzieren Sie die notwendigen Schritte bei der Entwicklung von Software für sicherheitsrelevante Systeme. Wie nennt man das zugrundeliegende Modell? Geben Sie den gravierenden Unterschied dieses Modells gegenüber der Entwicklung von Software für "herkömmliche" Systeme an! (7 Punkte)

11. Was versteht man unter $MTBF$, $MTTR$ und dem Begriff Verfügbarkeit? Geben Sie die entsprechenden Formeln an. Benennen Sie alle in den Formeln vorkommenden Variablen. Ermitteln Sie sodann die Verfügbarkeit einer Prozesssteuerung, deren $MTBF$ 240 Stunden und $MTTR$ 12 Stunden beträgt. Vergessen Sie bei Ihrem Ergebnis nicht die Einheit der Verfügbarkeit! (7 Punkte)

12. Das in der VO behandelte Programm CPU_LOAD produziert jeweils nach einer Minute den Ausdruck der aktuellen Zeit. Ermitteln Sie die momentane CPU -Belastung, wenn zwei aufeinanderfolgende Uhrzeitausdrucke lauten:

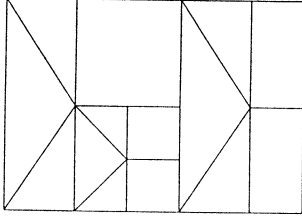
14 Stunden 23 Minuten und 12 Sekunden
14 Stunden 26 Minuten und 08 Sekunden

(4 Punkte)

13. Angenommen in einem VME-Bussystem erhält ein Master von einem angesprochenen Slave-Baustein keine Rückmeldung. Wie wird verhindert, daß das Gesamtsystem hängenbleibt? (3 Punkte)

14. Welche Zeiten sind für eine SPS charakteristisch? (4 Punkte)

15. Was versteht man unter dem Begriff $C1$ -Überdeckung? Wieviele Testdatensätze müssen Sie höchstens erstellen, um für folgendes Struktogramm eine $C1$ -Überdeckung zu gewährleisten? (3 Punkte)



16. Wie lautet die komplexe Frequenzgangfunktion $\underline{F}_0(j\omega)$ des aufgeschnittenen Regelkreises und die daraus ableitbaren Formeln der Betrags- und Phasenfunktion? (6 Punkte)

17. Eine Regel einer Fuzzy-Heizungsregelung lautet:

IF ((Temperatur = mittel AND Druck = sehr_hoch) OR
(Temperatur = hoch AND Druck = normal))
THEN Brennstoffzufuhr := gering

Geben Sie das Maß der Ausgangsgröße an, wenn folgende Zugehörigkeiten für die Eingangsgrößen vorliegen:

$$\mu(\text{Temperatur}) = \begin{cases} 0.7 & \text{mittel} \\ 0.2 & \text{hoch} \end{cases}$$

$$\mu(\text{Druck}) = \begin{cases} 0.75 & \text{normal} \\ 0.25 & \text{sehr_hoch} \end{cases}$$

und der Fuzzy Controller mittels

- (a) MAX-MIN
(b) MAX-PROD

Inferenz-Strategie arbeitet. (5 Punkte)

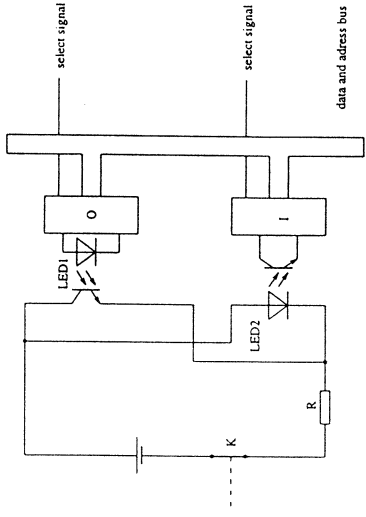
Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		05.11.1996
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
Studienplan:		<input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu

1. Das Echtzeitbetriebssystems WEZ96 kann auf einer CPU 128 Tasks verwalten. Stellen Sie das Zustandsmodell des Betriebssystems als *Petri-Netz* graphisch dar. Verwenden Sie keine Kommunikationslinien und Stellenkapazitäten! Benennen Sie alle Stellen und Transitionen treffend und zeichnen Sie die Anfangsmarkierung μ_0 nach der Initialisierung des Betriebssystems ein! (8 Punkte)

2. Zählen Sie die 3 möglichen Konfigurationen bei Prozeßrechner Hardware auf! (3 Punkte)

3. Wozu sind Überdeckungsmaße definiert worden. Geben Sie 4 Überdeckungsmaße an und erklären Sie diese! (5 Punkte)

4. Beschreiben Sie das in folgender Abbildung skizzierte Testverfahren zur on-line Funktionsprüfung eines Input-Ports. (6 Punkte)



5. Skizzieren Sie die Schaltung eines Antivalenzbausteins (4VB), der ohne Zufuhr von Sekundärenergie auskommt, und beschriften Sie alle Komponenten der Schaltung! (6 Punkte)

6. Welche Schnittstellen-Vereinbarungen müssen zur Gewährleistung der Einheitlichkeit bei Bussystemen getroffen werden? (3 Punkte)

7. Beschreiben und skizzieren Sie die Konfiguration des Ein-Chip Mikrorechners, wenn er zur Automatisierung eines Gerätes eingesetzt wird. (6 Punkte)

11. Geben Sie die für den vollständigen Produkt Lebenszyklus notwendigen CAx und Pxx Komponenten in der richtigen Reihenfolge an (Kürzel und Name)! (6 Punkte)

8. Wie heißen die 2 Arten von Zeitbedingungen, die aus der Zeitigkeit in der Prozesssteuerung folgen?.. Erklären Sie diese und geben Sie je ein kurzes Beispiel an. (6 Punkte)

12. Nennen Sie drei besonders häufig auftretende Typen von Regelstrecken (Definition)! Wie lauten die Funktionen dieser Regelstrecken im Zeitbereich und ihre Übertragungsfunktionen? ACHTUNG: gefragt sind Regelstrecken und nicht Reglertypen! (9 Punkte)

9. Was versteht man unter dem Begriff party-line System. (2 Punkte)

10. Beschreiben Sie kurz die Arbeitsweise des Deterministic Ethernet Protokolls und geben Sie 4 Eigenschaften dieses Protokolls an! (5 Punkte)

13. Skizzieren Sie den Aufbau eines Fuzzy Controllers in einem geschlossenen Regelkreis. Vergessen Sie nicht alle im Regelkreis vorkommenden physikalischen Größen einzuzuzeichnen und zu benennen! (8 Punkte)

14. Was versteht man unter dem Begriff Inferenz und Defuzzifizierung? (2 Punkte)

15. Nehmen Sie an, daß die Interrupts I_1, I_2 und I_3 zeitlich geschachtelt (d.h. die Bearbeitung des vorangegangenen Interrupts ist bei Eintritt des neuen noch nicht abgeschlossen) auftreten und den Task T_1 unterbrechen. Zeichnen Sie die Belegung des Stack-Bereichs abhängig von der Zeit, wenn die Priorität der Interrupts

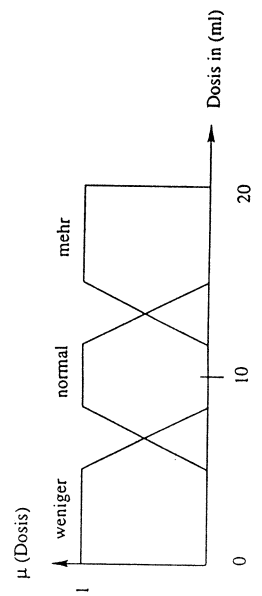
- $I_1 < I_2 < I_3$
- $I_3 < I_2 < I_1$

ist. (4 Punkte)

16. Kann eine Semaphore auf einen Wert > 1 initialisiert werden. Wenn ja, erklären Sie warum! (3 Punkte)

17. Wo liegen die Grenzen statischer Tests? (3 Punkte)

18. Für die interne Station des neuen AKH-Wien soll ein Fieberüberwachungsgerät unter Zuhilfenahme eines Fuzzy-Controllers entworfen werden. Die ermittelten Eingangsgroßen sind die Temperatur und der Anstieg der Temperatur der Patienten, die Ausgangsgröße ist die Dosis der automatisch verabreichten, fieberhemmenden Injektion. Nehmen Sie eine Fuzzifizierung der Eingangsgroßen mit jeweils mindestens drei linguistischen Werten vor. Die Fuzzifizierung der Ausgangsgröße ist durch folgende Abbildung gegeben.



Stellen Sie eine vollständige Regelbasis auf und zeigen Sie, wie sich Ihr Fuzzy-Controller bei MAX-MIN und MAX-PROD Inferenz verhält, wenn bei beiden Eingangsgroßen jeweils zwei linguistische Werte betroffen sind. Welche scharfen Injektionswerte liefert Ihr Fuzzy-Controller bei den Methoden

- Maximum-Height und Mean-of-Maximum (rechnerisch zu lösen),
- Center-of-Area (graphisch und approximativ zu lösen).

(15 Punkte)

Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		21.6.1996 Dauer: 120 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
		Vorname
Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu		

1	[2]	[]
2	[4]	[]
3	[5]	[]
4	[4]	[]
5	[8]	[]
6	[3]	[]
7	[3]	[]
8	[2]	[]
9	[4]	[]
10	[2]	[]
11	[4]	[]
12	[3]	[]
13	[6]	[]
14	[4]	[]
15	[3]	[]
16	[5]	[]
17	[4]	[]
18	[4]	[]
19	[4]	[]
20	[4]	[]
21	[9]	[]
22	[5]	[]
23	[20]	[]
Summe	[112]	[]
Note		

1. Nach welchen Kriterien werden Prozeßdaten klassifiziert? (2 Punkte)
2. Wie lautet die Definition der *Next-State-Funktion* für ein markiertes Petrinetz $N_m = (P, T, I, O, \mu)$? (4 Punkte)
3. Die Parkgarage in TU-nähe hat Platz für 400 PKWs. Sind alle Plätze besetzt, kann kein weiteres Auto in die Garage einfahren. Modellieren Sie diese Gegebenheit mit Hilfe eines Petrinetzes. Verwenden Sie dazu die Stellen *Einfahrt*, *Garage* und *Ausfahrt* und die Transitionen *Schranken-Einfahrt* und *Schranken-Ausfahrt*. (5 Punkte)
4. Welche Formen von Hardware Redundanz können unterschieden werden. Beschreiben Sie diese kurz! (4 Punkte)

5. Fertigen Sie ein Blockschaltbild des sicheren Mikrocomputersystems SIMIS an und beschreiben Sie seine Funktionsweise. (8 Punkte)

9. Geben Sie eine Übersicht bzgl. Topologie, Datensicherheit, Datenübertragungsrate, räumliche Ausdehnung und Kosten der Übertragungsmedien

- Lichtwellenleiter
- Koaxialkabel

an. (4 Punkte)

6. Welche Vorgehensweisen bei der Exekution diversitärer Programme sind vorstellbar? (3 Punkte)

10. Wie funktioniert die Breitbandübertragung? (2 Punkte)

7. Welche Einrichtungen sind zur Erfassung einer wertkontinuierlichen Prozeßgröße erforderlich? (3 Punkte)

11. Welche Möglichkeiten zur Wiederfreigabe nach vollbrachter Kommunikation gibt es für einen Master eines VME-Bussystems? Beschreiben Sie diese! (4 Punkte)

8. Was versteht man unter dem Begriff *Daisy Chain*? (2 Punkte)

12. Was versteht man unter dem Begriff *Handshake-Betrieb*? (3 Punkte)

13. Skizzieren Sie den Produkt Lebenszyklus und geben Sie die entsprechenden CAX-Komponenten an! (6 Punkte)

17. Was versteht man unter dem Begriff *Aufgabenüberholung* und wann kann es zu einer solchen kommen? Geben Sie ein (detailliertes) Beispiel an. (4 Punkte)

14. Welche Funktionen umfasst CAQ? (4 Punkte)

18. Erläutern Sie anhand eines Bildes (Memory-Map) das Konzept der Vektor-Interrupts. (4 Punkte)

15. Welche Zeitparameter sind für einen Task, der von einem Echtzeitbetriebssystem gescheduled werden soll, charakteristisch? (3 Punkte)

19. Was ist der *Task Control Block* und welche Angaben enthält er? (4 Punkte)

16. Skizzieren Sie das Zustandsmodell eines Echtzeitbetriebssystems und benennen Sie alle Zustände und deren Übergänge. (5 Punkte)

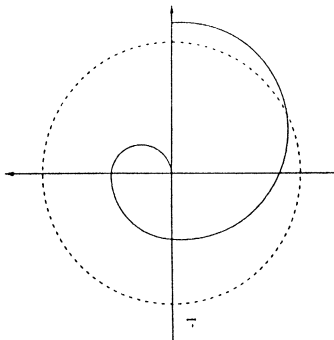
20. Welcher mathematische Funktion (im Bildbereich der Laplace Transformation) entspricht die

- Serienschaltung von 2 Übertragungsgliedern:
- Parallelschaltung von 3 Übertragungsgliedern:

(4 Punkte)

21. Nennen Sie drei besonders häufig auftretende Typen von *Regelstrecken* (Definition)! Wie lauten die Funktionen dieser Regelstrecken im Zeitbereich und ihre Übertragungsfunktionen? (9 Punkte)

22. Gegeben sei folgende Ortskurve eines offenen Regelkreises:



- Beschriften Sie die Achsen und die Ortskurve. Bezeichnen Sie weiters den Amplitudenrand A_R und den Phasenrand φ_R . Ist das entsprechende System stabil (Begründung)? (5 Punkte)

23. Thema Strafmandate: Unser gestreifter Univ.-Ass. muß, um alle Termine rechtzeitig einhalten zu können, öfters mit seinem PKW von einem Ort zum anderen hetzen. Dabei kann es schon mal vorkommen, daß die erlaubte Höchstgeschwindigkeit überschritten wird. Da sich in letzter Zeit die Anzeigen häuften, beschließt er einen Fuzzy-Controller in sein Vehikel zu integrieren. Der Controller soll die notwendige Geschwindigkeitsdrosselung vornehmen. Dazu wird der scharfe Stellwert

ξ_{aus} der Benzinzufuhr ξ des PKWs in Abhängigkeit der gemessenen scharfen Werten S_{ein} , V_{ein} und E_{ein} der drei Eingangsgrößen "Entfernung", "Geschwindigkeit" und "Verkehrszeichen" nach der MAX-MIN Inferenz-Methode eingestellt. Wenn sich der PKW einem der Verkehrszeichen, die über Geschwindigkeitsbegrenzungen Auskunft geben, nähert (30, 50, 70 oder 100), soll die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (im Bereich $[0, 120]$ km/h) in Abhängigkeit von der momentanen Position zum Verkehrszeichen und der momentanen Geschwindigkeit automatisch auf die durch das Verkehrszeichen vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit geregelt werden. Der Wertebereich der Entfernung ist durch den Entfernungssensor auf 500m limitiert.

Nehmen Sie eine Fuzzifizierung der Eingangsgrößen (S , V und E) und der Ausgangsgröße ξ vor und stellen Sie die Regelbasis auf.

Wie reagiert Ihr Fuzzy-Controller, wenn er in der Entfernung von 150m das Verkehrszeichen 50 erkennt und unser Univ.-Ass. momentan mit 80km/h unterwegs ist? Übertragen Sie Ihr Ergebnis in eine Abbildung der Ausgangsgröße und geben Sie die scharfen Stellwerte ξ_{aus} für Fuzzy-Regler, die nach den Methoden Maximum-Height, Mean-of-Maximum und Center-of-Area schließen, an! (20 Punkte)

Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		17.01.1996 Dauer: 90 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
		Vorname
		Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu

1	[7]	[]
2	[5]	[]
3	[10]	[]
4	[6]	[]
5	[4]	[]
6	[8]	[]
7	[11]	[]
8	[6]	[]
9	[6]	[]
10	[5]	[]
11	[6]	[]
12	[4]	[]
13	[6]	[]
14	[8]	[]
15	[8]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

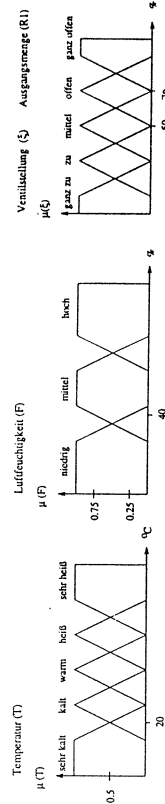
1. Wann arbeitet ein Prozeß *Fail-Safe* (Definition)? Zeichnen Sie eine zugehörige Markov-Kette und geben Sie ein realistisches Beispiel an! (7 Punkte)
2. Definieren Sie für eine Transition t und eine Eingangsstelle p den Begriff *positive Kommunikationslinie* und modellieren Sie eine solche in der herkömmlichen Petrinetz-Notation! (5 Punkte)
3. Zeichnen Sie ein Petrinetz, das einen Vorgang simuliert, bei dem es zu einem *Dead-lock* kommen kann. Erklären Sie dann anhand des Markierungsgraphen, wann und warum es zu dem Deadlock kommt. (10 Punkte)

4. Geben Sie die Formel der Übertragungsfunktion an und beschreiben Sie die einzelnen Größen. Welche Eigenschaften hat die Übertragungsfunktion? (6 Punkte)

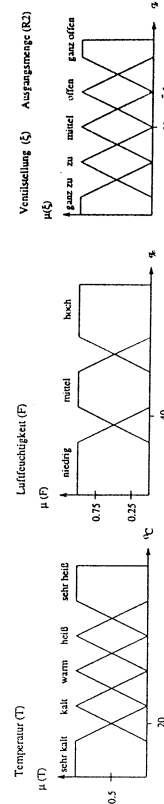
7. Der scharfe Stellwert ξ_{aus} der Öffnung ξ eines Kühlventils soll in Abhängigkeit von gemessenen scharfen Werten T_{ein} und F_{ein} der beiden Eingangsgrößen "Temperatur" und "relative Luftfeuchtigkeit" nach der MAX-MIN Inferenz-Methode eingestellt werden. Dazu liegen folgende 2 Regeln in linguistischer Form vor, wobei die verwendeten Terme der linguistischen Variablen Temperatur (T), relative Luftfeuchtigkeit (F) und Ventiloöffnung (ξ) durch unscharfe Mengen repräsentiert werden:

R_1 : IF T = kalt OR F = niedrig THEN ξ = mittel
 R_2 : IF T = sehr kalt OR F = mittel THEN ξ = offen

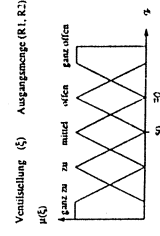
Es werden eine Temperatur $T_{ein} = 20^\circ\text{C}$ und eine Luftfeuchtigkeit $F_{ein} = 40\%$ gemessen. Zeichnen Sie die aus den Regeln R_1 und R_2 resultierenden unscharfen Ausgangsmengen getrennt in den ersten beiden Abbildungen ein. Danach übertragen Sie Ihr Ergebnis in die dritte Abbildung und berechnen die scharfen Stellwerte ξ_{aus} für Fuzzy-Regler, die nach den Methoden Maximum-Height, Mean-of-Maximum und Center-of-Area schließen! (11 Punkte)



R_1 : IF T = kalt OR F = niedrig THEN ξ = mittel



R_2 : IF T = sehr kalt OR F = mittel THEN ξ = offen



5. Skizzieren Sie den zeitlichen Verlauf beginnend mit dem Einschaltvorgang der Regelgröße $y(t)$ eines Regelkreises mit einem 2-Punkt Regler und einer PT_1 -Strecke, wenn obere und untere Schaltschwelle als $w + \Delta y$ und $w - \Delta y$ vorgegeben sind. Nehmen Sie an, daß der Regelkreis mit der Sprungfunktion $\sigma(t)$ angeregt wird. Vergessen Sie nicht T_0 einzuzeichnen. (4 Punkte)

6. Skizzieren Sie den Aufbau eines Fuzzy Controllers (Blockdiagramm) in einem geschlossenen Regelkreis. Vergessen Sie nicht alle im Regelkreis vorkommenden physikalischen Größen einzuzeichnen und zu benennen! (8 Punkte)

8. Nennen Sie 6 *CAR*-Komponenten (Abkürzung und Definition)! (6 Punkte)

12. Nennen Sie vier Testmöglichkeiten, die im Rahmen eines *dynamischen Integrations-*
tests bewerkstelligt werden können. (4 Punkte)

9. Definieren Sie den Begriff *Betriebsmittel*! Welche Arten von Betriebsmittel kennen
sie, geben Sie jeweils ein Beispiel an! (6 Punkte)

13. Erläutern Sie die Begriffe *Validierung* und *Verifikation* und vervollständigen Sie
folgende Abbildung. (6 Punkte)

Implementierung

Spezifikation

Benutzeranforderungen

10. Wozu dient das im Task-Control Block befindliche *Preemption Bit*? Erklären Sie
die dahinter stehende Scheduling-Strategie. Für welche Programmprozesse werden
Sie das *Preemption Bit* setzen? (5 Punkte)

14. Skizzieren Sie das Kommunikationsmodell *PROFIBUS*! (8 Punkte)

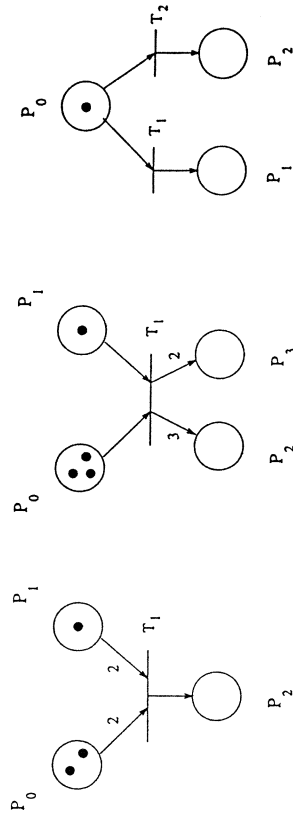
11. Welche zwei Aufgaben umfasst die Prozesssynchronisation? Beschreiben Sie diese!
(6 Punkte)

15. Die Uhrzeitführung wird beim Normalfrequenzsender DCF77 mittels modularer
Signale bewerkstelligt. Erklären Sie die verwendeten Verfahren kurz und geben Sie
an, welche Information damit übertragen wird. (8 Punkte)

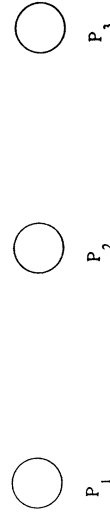
Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		25.10.1995 Dauer: 90 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
Gruppe A		Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu

1	[6]	[]
2	[15]	[]
3	[4]	[]
4	[18]	[]
5	[6]	[]
6	[4]	[]
7	[2]	[]
8	[4]	[]
9	[6]	[]
10	[5]	[]
11	[3]	[]
12	[6]	[]
13	[10]	[]
14	[6]	[]
15	[5]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

1. Geben Sie die Markierungsgraphen für folgende Petrinetze an: (6 Punkte)



2. Vervollständigen Sie folgendes Petrinetz, sodaß die durch ein auslösendes Ereignis in Stelle P_0 gebrachten Marken so auf die Stellen P_1 , P_2 und P_3 aufgeteilt werden, daß diese der binären Darstellung der zuvor in Stelle P_0 befindlichen Marken entspricht ($P_1 \equiv \text{LSB}$). Wurden beispielsweise zu Beginn 5 Marken in die Stelle P_0 plaziert, so sollte nach vollständiger Abarbeitung des Petrinetzes in Stelle P_1 und P_3 eine Marke, in Stelle P_2 keine Marke vorhanden sein. (15 Punkte)



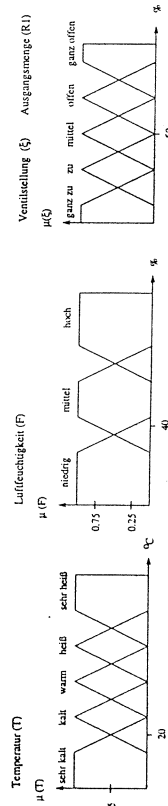
3. Erklären Sie den Begriff *Autorouter*! Welche Vorgänge sind beim Autorouting notwendig? (4 Punkte)

25. Okt. 1995

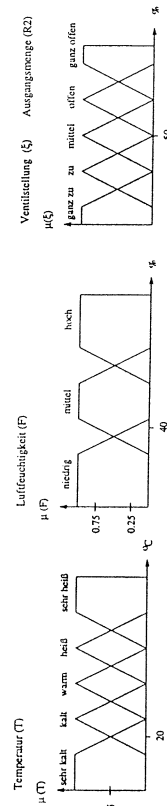
4. Der scharfe Stellwert ξ_{aus} der Öffnung ξ eines Kühlventils soll in Abhängigkeit von gemessenen scharfen Werten T_{ein} und F_{ein} der beiden Eingangsgrößen "Temperatur" und "relative Luftfeuchtigkeit" nach der MAX-MIN Inferenz-Methode eingestellt werden. Dazu liegen folgende 2 Regeln in linguistischer Form vor, wobei die verwendeten Terme der linguistischen Variablen Temperatur (T), relative Luftfeuchtigkeit (F) und Ventilöffnung (ξ) durch unscharfe Mengen repräsentiert werden:

R_1 : IF T = kalt AND F = niedrig THEN ξ = mittel
 R_2 : IF T = kalt OR F = mittel THEN ξ = offen

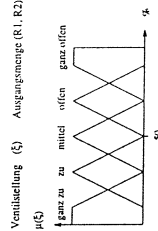
Es werden eine Temperatur $T_{ein} = 20^\circ\text{C}$ und eine Luftfeuchtigkeit $F_{ein} = 40\%$ gemessen. Zeichnen Sie die aus den Regeln R_1 und R_2 resultierenden unscharfen Ausgangsmengen getrennt in den ersten beiden Abbildungen ein. Danach übertragen Sie Ihr Ergebnis in die dritte Abbildung und berechnen die scharfen Stellwerte ξ_{aus} für Fuzzy-Regler, die nach den Methoden Maximum-Height, Mean-of-Maximum und Center-of-Area schließen! (18 Punkte)



R_1 : IF T = kalt AND F = niedrig THEN ξ = mittel

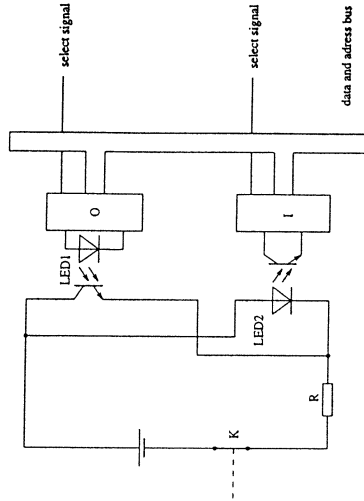


R_2 : IF T = kalt OR F = mittel THEN ξ = offen



25. Okt. 1995

5. Beschreiben Sie das in folgender Abbildung skizzierte Testverfahren zur on-line-Funktionsprüfung eines Input-Ports. (6 Punkte)



6. Beschreiben Sie die Scheduling Strategie Round Robin. Welche Extreme gibt es bei der Dimensionierung der Zeitscheibengröße zu beachten? (4 Punkte)

7. Wozu dient der Task Control Block (TCB)? Geben Sie 4 Komponenten eines TCB an! (2 Punkte)

25. Okt. 1995

Institut für Automation
Technische Universität Wien
Treitlstraße 3, A-1040 Wien
Tel. (0222) 588 01

8. Welche Daten muß die Bauteilbibliothek einem CAE Simulator zur Verfügung stellen? (4 Punkte)

25. Okt. 1995

Institut für Automation
Technische Universität Wien
Treitlstraße 3, A-1040 Wien
Tel. (0222) 588 01

12. Schreiben Sie ein Struktogramm für einen einfachen Zweipunktreger! (6 Punkte)

13. Skizzieren Sie einen endlichen Automaten, der das Zustandsmodell eines Echtzeitbetriebssystems darstellt. Benennen Sie alle Zustände und Kanten. Geben Sie dann anhand zweier Zustände mindestens 2 Beispiele für einen Zustandsübergang an! (10 Punkte)

9. Wie lautet die komplexe Frequenzgangfunktion $F_0(j\omega)$ des aufgeschnittenen Regelkreises und die daraus abgeleiteten Formeln der Betrags- und Phasenfunktion? (6 Punkte)

10. Wie lautet die Zeitfunktion $u(t)$, die Übertragungsfunktion $F_R(s)$ und die Einheitsprungantwortfunktion $\sigma_a(t)$ beim PI-Regler? Zeichnen Sie die Einheitsprungantwortfunktion. (5 Punkte)

14. Skizzieren Sie den Aufbau eines VME-Bussystems! (6 Punkte)

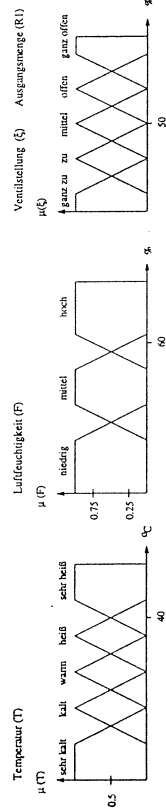
11. Definieren Sie die Begriffe Steuerung, Regelung und Regelstrecke! (3 Punkte)

15. Definieren Sie den Begriff Verfügbarkeit (Formeln)! (5 Punkte)

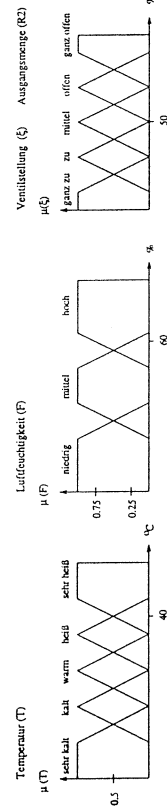
4. Der scharfe Stellwert ξ_{aus} der Öffnung ξ eines Kühlventils soll in Abhängigkeit von gemessenen scharfen Werten T_{ein} und F_{ein} der beiden Eingangsgrößen "Temperatur" und "relative Luftfeuchtigkeit" nach der MAX-MIN Inferenz-Methode eingestellt werden. Dazu liegen folgende 2 Regeln in linguistischer Form vor, wobei die verwendeten Terme der linguistischen Variablen Temperatur (T), relative Luftfeuchtigkeit (F) und Ventilöffnung (ξ) durch unscharfe Mengen repräsentiert werden:

- R_1 : IF T = heiß OR F = hoch THEN ξ = ganz zu
 R_2 : IF T = heiß AND F = mittel THEN ξ = zu

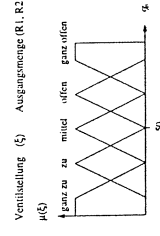
Es werden eine Temperatur $T_{ein} = 40^\circ\text{C}$ und eine Luftfeuchtigkeit $F_{ein} = 60\%$ gemessen. Zeichnen Sie die aus den Regeln R_1 und R_2 resultierenden unscharfen Ausgangsmengen getrennt in den ersten beiden Abbildungen ein. Danach übertragen Sie Ihr Ergebnis in die dritte Abbildung und berechnen die scharfen Stellwerte ξ_{aus} für Fuzzy-Regler, die nach den Methoden Maximum-Height, Mean-of-Maximum und Center-of-Area schließen! (18 Punkte)



R_1 : IF T = heiß OR F = hoch THEN ξ = ganz zu



R_2 : IF T = heiß AND F = mittel THEN ξ = zu



5. Skizzieren Sie den Aufbau eines VME-Bussystems! (6 Punkte)

6. Welche Daten muß die Bauteilbibliothek einem CAE Simulator zur Verfügung stellen? (4 Punkte)

7. Erklären Sie den Begriff Autorouter! Welche Vorgänge sind beim Autorouting notwendig? (4 Punkte)

8. Beschreiben Sie die Scheduling Strategie Round Robin. Welche Extreme gibt es bei der Dimensionierung der Zeitscheibengröße zu beachten? (4 Punkte)

25. Okt. 1995

9. Wozu dient der *Task Control Block* (TCB)? Geben Sie 4 Komponenten eines TCB an! (2 Punkte)

25. Okt. 1995

13. Wie lautet die komplexe Frequenzgangfunktion $F_0(j\omega)$ des aufgeschnittenen Regelkreises und die daraus abgeleiteten Formeln der Betrags- und Phasenfunktion? (6 Punkte)

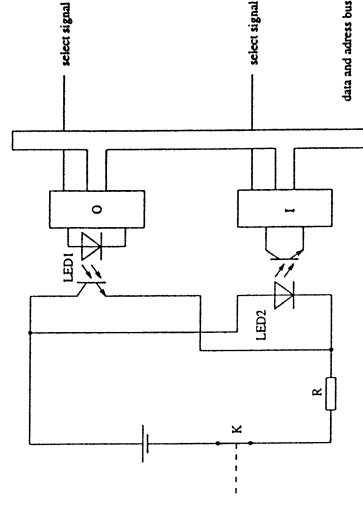
14. Skizzieren Sie einen endlichen Automaten, der das Zustandsmodell eines Echtzeitbetriebssystems darstellt. Benennen Sie alle Zustände und Kanten. Geben Sie dann anhand zweier Zustände mindestens 2 Beispiele für einen Zustandsübergang an! (10 Punkte)

10. Definieren Sie die Begriffe *Steuerung*, *Regelung* und *Regelstrecke*! (3 Punkte)

11. Schreiben Sie ein Struktogramm für einen einfachen *Zweipunktregler*! (6 Punkte)

12. Wie lautet die Zeitfunktion $u(t)$, die Übertragungsfunktion $F_R(s)$ und die Einheitssprungantwortfunktion $\sigma_a(t)$ beim PT1-Regler? Zeichnen Sie die Einheitssprungantwortfunktion. (5 Punkte)

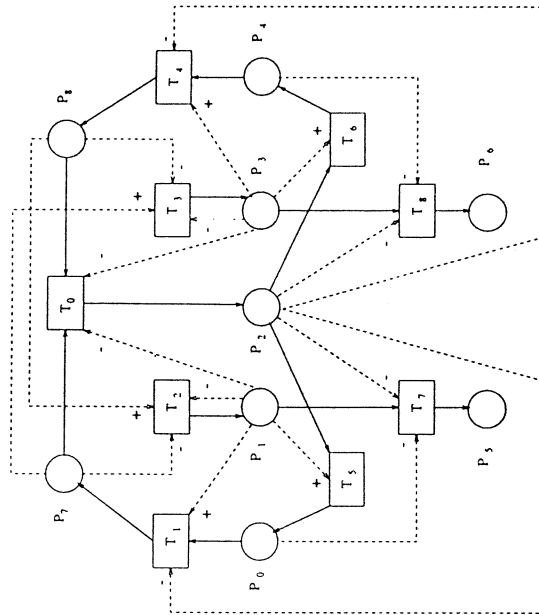
15. Beschreiben Sie das in folgender Abbildung skizzierte Testverfahren zur *on-line-Funktionsprüfung eines Input-Ports*. (6 Punkte)



Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		01.06.1995 Dauer: 90 Minuten	
Kennnr.	Matrikelnr.	Name	Vorname
Studienplan:		<input type="radio"/> alt	<input type="radio"/> neu

1	[15]	[]
2	[4]	[]
3	[3]	[]
4	[4]	[]
5	[2]	[]
6	[3]	[]
7	[4]	[]
8	[4]	[]
9	[2]	[]
10	[4]	[]
11	[4]	[]
12	[6]	[]
13	[6]	[]
14	[2]	[]
15	[5]	[]
16	[2]	[]
17	[20]	[]
18	[6]	[]
19	[2]	[]
20	[2]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

1. Gegeben sei das Petrinetz N :



- (a) Geben Sie den Markierungsgraphen des Petrinetzes für die Anfangsmarkierung $\mu^0 = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 10, 6)$ an.
- (b) Wieviele Marken befinden sich nach vollständiger Abarbeitung in der Stelle P_2 , wenn die Anfangsmarkierung $\mu = (0, 0, 0, 0, 0, 0, a, b)$ lautet und zusätzlich gilt: $a, b > 0$?

(15 Punkte)

2. Nennen Sie 4 Arten der Software Diversität und geben Sie jeweils ein Beispiel an!
(4 Punkte)

3. Wie können diversitäre Programme ausgeführt werden? (3 Punkte)

4. Welche Einrichtungen sind zur Übertragung von analogen Prozesssignalen zwischen Prozessor und dem technischen Prozeß in der Eingaberichtung notwendig? Welche Arten von Schnittstellen zwischen Prozeßrechner und technischem Prozeß können unterschieden werden? (4 Punkte)

5. Kreuzen Sie die richtige(n) Aussage(n) an! (2 Punkte)

Der Normalfrequenzsender DCF77 sendet folgende Information aus:

- Signalisierung des Beginns einer neuen Sekunde durch die ansteigende Flanke des Hüllkurvensignals des amplitudenmodulierten Trägersignals.
- Signalisierung des Beginns einer neuen Sekunde durch die abfallende Flanke des Hüllkurvensignals des frequenzmodulierten Trägersignals.
- Signalisierung des Beginns einer neuen Stunde durch das Auslassen der 59. Trägerabsenkung.
- Nach Beginn einer neuen Minute: Übertragung der Differenz der ausgestrahlten Zeitinformation gegenüber der Weltzeit.
- Übertragung der binär codierte Information mittels Amplitudenmodulation.

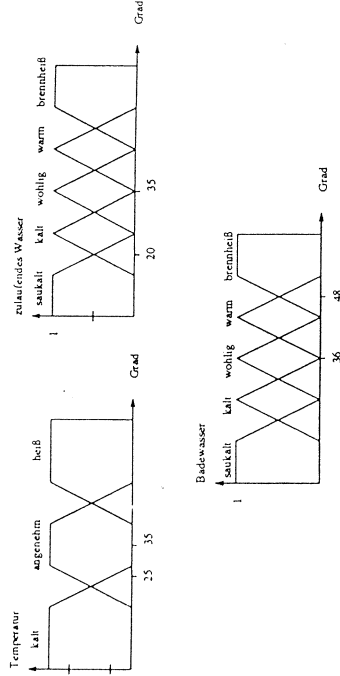
6. Welche Schnittstellen-Vereinbarungen müssen bei Bussystemen getroffen werden?
(3 Punkte)

7. Beschreiben Sie das Slot-Ring Verfahren. Zählen Sie Vor- und Nachteile dieses Verfahrens auf! (4 Punkte)

8. Beschreiben Sie die Geräte, die an einen IEC-Bus angeschlossen werden können! Welche Funktionen haben diese? (4 Punkte)

9. Definieren Sie den Begriff CAD! (2 Punkte)
10. Welche Arten von Volumenmodellen kennen Sie? Beschreiben Sie diese! (4 Punkte)
11. Beschreiben Sie kurz die verschiedenen Arbeitsgänge, die für eine CAE-Simulation erforderlich sind! (4 Punkte)
12. Charakterisieren Sie Simulationsarten, die im CAE zum Einsatz kommen. Geben Sie die zugehörigen Simulatoren an! (6 Punkte)
13. Welche physikalischen Größen treten in einem einschleifigen Regelkreis auf? Benennen Sie diese und zeichnen Sie sie im Regelkreis ein! (6 Punkte)
14. Wie lauten die Strategien des regelungstechnischen Verfahrens? (2 Punkte)
15. Wie lautet die Zeitfunktion $u(t)$, die Übertragungsfunktion $F_R(s)$ und die Einheits sprungantwortfunktion $\sigma_a(t)$ beim PID Regler? Zeichnen Sie die Einheits sprungantwortfunktion. (5 Punkte)
16. Zeigen Sie, daß die Einheitsimpulsantwortfunktion $\delta_a(t)$ mit der Übertragungsfunktion $\underline{F}(s)$ korrespondiert! (2 Punkte)

17. Ein gestreifter Univ.-Ass. beschließt nach einem anstrengenden Arbeitstag zu seiner Regeneration ein Bad zu nehmen. Zu diesem Zweck läßt er vorweg Wasser in die Wanne ein und prüft sodann kontinuierlich, ob das Badewasser bereits angenehme Badetemperatur hat. Danach reguliert er das zuströmende Wasser.



Wie muß sich der gestreifte Univ.-Ass. bei den Eingangswerten

- Temperatur=25 Grad und
- zulaufendes Wasser=20 Grad

verhalten, wenn er untenstehender Regelbasis folgt und mittels folgender Methoden schließt:

- (a) Maximum-Height nach MAX-MIN Inferenz
- (b) Mean-of-Maximum nach MAX-MIN Inferenz
- (c) Center-of-Gravity nach MAX-MIN Inferenz.

(30 Punkte)

	kalt	angenehm	heiß
saukalt	brennheiß	brennheiß	warm
kalt	brennheiß	warm	wohlig
wohlig	warm	wohlig	kalt
warm	wohlig	kalt	saukalt
brennheiß	kalt	saukalt	saukalt

18. Nehmen Sie an, daß ein Scheduler um 16:00 Uhr die in der Ready-Queue befindlichen Tasks T_1, T_2, T_3 und T_4 zu schedulen hat. Von diesen Tasks sind folgende Zeitparameter bekannt:

- T_1 : $E(T)=30$ Minuten, $D(T)=18:00$ Uhr
- T_2 : $E(T)=20$ Minuten, $D(T)=18:10$ Uhr
- T_3 : $E(T)=40$ Minuten, $D(T)=17:40$ Uhr
- T_4 : $E(T)=10$ Minuten, $D(T)=17:50$ Uhr

Sobald ein Task die CPU zugeweiht bekommen hat, gibt er sie erst nach seiner Beendigung wieder zurück. Wie lautet $S(T)$, $C(T)$ und die Reihenfolge der abzuarbeitenden Tasks, wenn der Scheduler nach

- (a) Shortest Job First Algorithm
- (b) Earliest Deadline First Algorithm
- (c) Least Laxity Algorithm

vorgeht? (6 Punkte)

19. Zählen Sie 4 Ursachen auf, die einen Task vom Zustand *Running* in den Zustand *Blocked* befördern. (2 Punkte)

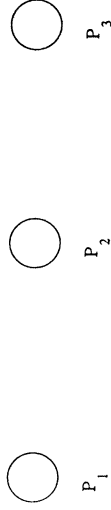
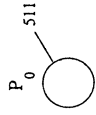
20. Welche Formen der Redundanz können bei Prozeßrechnersystemen unterschieden werden? (2 Punkte)

Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		25.10.1995 Dauer: 90 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
Vorname		
Gruppe B		Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu

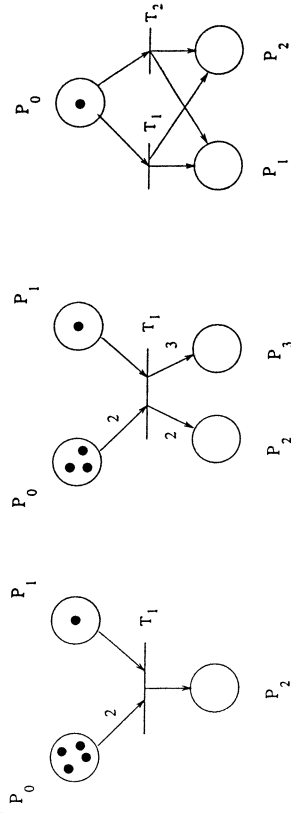
1	[5]	[]
2	[15]	[]
3	[6]	[]
4	[18]	[]
5	[6]	[]
6	[4]	[]
7	[4]	[]
8	[4]	[]
9	[2]	[]
10	[3]	[]
11	[6]	[]
12	[5]	[]
13	[6]	[]
14	[10]	[]
15	[6]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

1. Definieren Sie den Begriff *Verfügbarkeit* (Formeln)! (5 Punkte)

2. Vervollständigen Sie folgendes Petrinetz, sodaß die durch ein auslösendes Ereignis in Stelle P_0 gebrachten Marken so auf die Stellen P_1 , P_2 und P_3 aufgeteilt werden, daß diese der oktalen Darstellung der zuvor in Stelle P_0 befindlichen Marken entspricht ($P_1 \equiv \text{LSB}$). Wurden beispielsweise zu Beginn 256 Marken in die Stelle P_0 platziert, so sollte nach vollständiger Abarbeitung des Petrinetzes in Stelle P_1 und P_2 keine Marke, in Stelle P_3 vier Marken vorhanden sein. (15 Punkte)



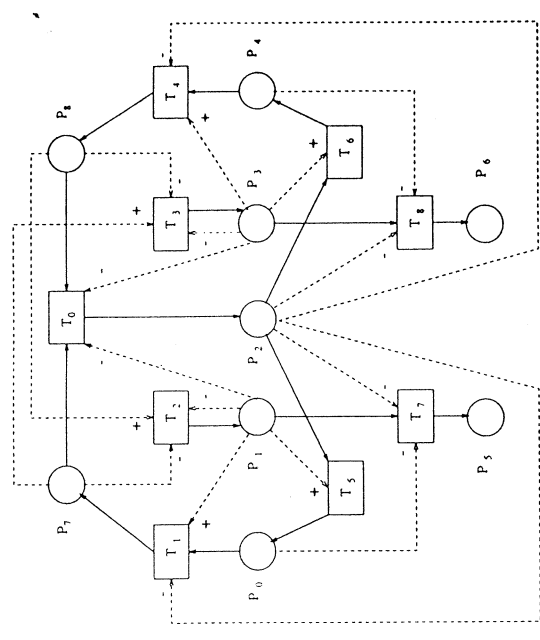
3. Geben Sie die Markierungsgraphen für folgende Petrinetze an: (6 Punkte)



Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		01.06.1995 Dauer: 90 Minuten	
Kennnr.	Matrikelnr.	Name	Vorname
Gruppe B		Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu	

1	[15]	[]
2	[4]	[]
3	[2]	[]
4	[3]	[]
5	[4]	[]
6	[4]	[]
7	[3]	[]
8	[4]	[]
9	[2]	[]
10	[6]	[]
11	[4]	[]
12	[2]	[]
13	[2]	[]
14	[6]	[]
15	[2]	[]
16	[5]	[]
17	[20]	[]
18	[4]	[]
19	[6]	[]
20	[2]	[]
Summe	[100]	[]
Note		[]

1. Gegeben sei das Petrinetz N :



- (a) Geben Sie den Markierungsgraphen des Petrinetzes für die Anfangsmarkierung $\mu^0 = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 6, 9)$ an.
- (b) Wieviele Marken befinden sich nach vollständiger Abarbeitung in der Stelle P_2 , wenn die Anfangsmarkierung $\mu = (0, 0, 0, 0, 0, 0, a, b)$ lautet und zusätzlich gilt: $a, b > 0$?

(15 Punkte)

2. Welche Einrichtungen sind zur Übertragung von analogen Prozeßsignalen zwischen Prozessor und dem technischen Prozeß in der Ausgaberichtung notwendig? Welche Arten von Schnittstellen zwischen Prozeßrechner und technischem Prozeß können unterschieden werden? (4 Punkte)

5. Beschreiben Sie die Geräte, die an einen IEC-Bus angeschlossen werden können! Welche Funktionen haben diese? (4 Punkte)

6. Beschreiben Sie das Slot-Ring Verfahren. Zählen Sie Vor- und Nachteile dieses Verfahrens auf! (4 Punkte)

3. Kreuzen Sie die richtige(n) Aussage(n) an! (2 Punkte)

Der Normalfrequenzsender DCF77 sendet folgende Information aus:

- Signalisierung des Beginns einer neuen Sekunde durch die ansteigende Flanke des Hüllkurvensignals des amplitudenmodulierten Trägersignals.
- Signalisierung des Beginns einer neuen Sekunde durch die abfallende Flanke des Hüllkurvensignals des frequenzmodulierten Trägersignals.
- Signalisierung des Beginns einer neuen Minute durch das Auslassen der 59. Trägerabsenkung.
- Nach Beginn einer neuen Stunde: Übertragung der Differenz der ausgestrahlten Zeitinformation gegenüber der Weltzeit.
- Übertragung der binär codierten Information mittels Amplitudenmodulation.

4. Welche Schnittstellen-Vereinbarungen müssen bei Bussystemen getroffen werden? (3 Punkte)

7. Wie können diversitäre Programme ausgeführt werden? (3 Punkte)

8. Nennen Sie 4 Arten der Software Diversität und geben Sie jeweils ein Beispiel an! (4 Punkte)

9. Welche Formen der Redundanz können bei Prozeßrechnersystemen unterschieden werden? (2 Punkte)

10. Charakterisieren Sie Simulationsarten, die im CAE zum Einsatz kommen. Geben Sie die zugehörigen Simulatoren an! (6 Punkte)

11. Beschreiben Sie kurz die verschiedenen Arbeitsgänge, die für eine CAE-Simulation erforderlich sind! (4 Punkte)

12. Definieren Sie den Begriff CAD! (2 Punkte)

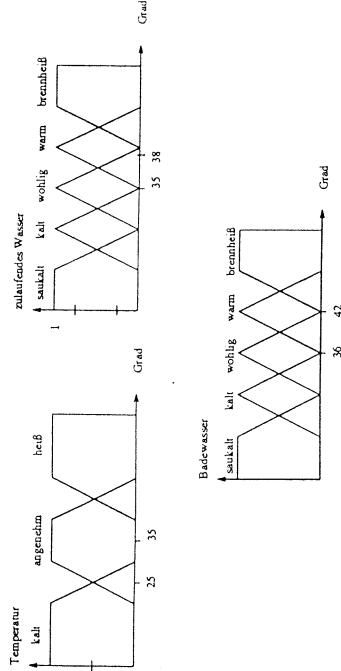
13. Wie lauten die Strategien des regelungstechnischen Verfahrens? (2 Punkte)

14. Welche physikalischen Größen treten in einem einschleifigen Regelkreis auf? Benennen Sie diese und zeichnen Sie sie im Regelkreis ein! (6 Punkte)

15. Zeigen Sie, daß die Einheitsimpulsantwortfunktion $\delta_a(t)$ mit der Übertragungsfunktion $\underline{F}(s)$ korrespondiert! (2 Punkte)

16. Wie lautet die Zeitfunktion $u(t)$, die Übertragungsfunktion $F_R(s)$ und die Einheits-sprungantwortfunktion $\sigma_a(t)$ beim PID Regler? Zeichnen Sie die Einheits-sprungantwortfunktion. (5 Punkte)

17. Ein gestreifter Univ.-Ass. beschließt nach einem anstrengenden Arbeitstag zu seiner Regeneration ein Bad zu nehmen. Zu diesem Zweck läßt er vorweg Wasser in die Wanne ein und prüft sodann kontinuierlich, ob das Badewasser bereits angenehme Badetemperatur hat. Danach reguliert er das zuströmende Wasser.



Wie muß sich der gestreifte Univ.-Ass. bei den Eingangswerten

- Temperatur=25 Grad und
- zulaufendes Wasser=38 Grad

verhalten, wenn er untenstehender Regelbasis folgt und mittels folgender Methoden schließt:

- Maximum-Height nach MAX-PROD Inferenz
- Mean-of-Maximum nach MAX-PROD Inferenz
- Center-of-Gravity nach MAX-PROD Inferenz.

(20 Punkte)

	kalt	angenehm	heiß
saukalt	brennheiß	brennheiß	warm
kalt	brennheiß	warm	wohlig
wohlig	warm	wohlig	kalt
warm	wohlig	kalt	saukalt
brennheiß	kalt	saukalt	saukalt

18. Welche Arten von Volumenmodellen kennen Sie? Beschreiben Sie diese! (4 Punkte)

19. Nehmen Sie an, daß ein Scheduler um 16:00 Uhr die in der Ready-Queue befindlichen Tasks T_1, T_2, T_3 und T_4 zu scheulen hat. Von diesen Tasks sind folgende Zeitparameter bekannt:

- T_1 : $E(T)=10$ Minuten, $D(T)=17:50$ Uhr
- T_2 : $E(T)=40$ Minuten, $D(T)=17:40$ Uhr
- T_3 : $E(T)=20$ Minuten, $D(T)=18:10$ Uhr
- T_4 : $E(T)=30$ Minuten, $D(T)=18:00$ Uhr

Sobald ein Task die CPU zugeteilt bekommen hat, gibt er sie erst nach seiner Beendigung wieder zurück. Wie lautet $S(T)$, $C(T)$ und die Reihenfolge der abzuarbeitenden Tasks, wenn der Scheduler nach

- Shortest Job First Algorithm
- Earliest Deadline First Algorithm
- Least Laxity Algorithm

vorgeht? (6 Punkte)

20. Zählen Sie 4 Ursachen auf, die einen Task vom Zustand *Blocked* in den Zustand *Ready* befördern. (2 Punkte)

PRÜFUNGSORDNER - ein Service Deiner Fachschaft Informatik!

LVA: PROZESSAUTOMATISIERUNG - VO

Preis:

1. Erklären Sie den *Least-Laxity Algorithmus*. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein? (5 Punkte)

2. Erläutern Sie die Begriffe *Short Term Scheduler* und *Long Term Scheduler*. (5 Punkte)

3. Erklären Sie den Begriff *offene Kopplung* und geben Sie ein Beispiel an. (5 Punkte)

4. Beschreiben Sie ein *dezentrales Prozessrechnungssystem* (Skizze)! (5 Punkte)

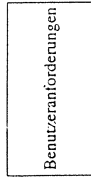
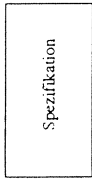
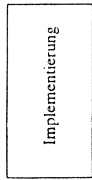
Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		17.01.1995 Dauer: 90 Minuten
Kennnr.	Matrikelnr.	Name
		Vorname
		Studienplan: <input type="radio"/> alt <input type="radio"/> neu

1	[5]	[]
2	[5]	[]
3	[5]	[]
4	[5]	[]
5	[5]	[]
6	[5]	[]
7	[5]	[]
8	[25]	[]
9	[20]	[]
10	[20]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

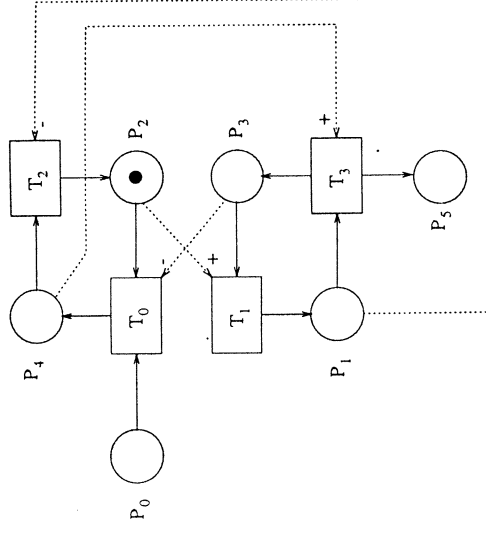
Beachten Sie bitte:

Es sind keine Unterlagen, kein Taschenrechner und kein eigenes Papier erlaubt. Verwenden Sie bitte notfalls die Rückseiten der Angaben!

5. Erläutern Sie die Begriffe *Validierung* und *Verifikation* und vervollständigen Sie folgende Abbildung. (5 Punkte)



8. Gegeben sei das markierte Petrinetz N_m :

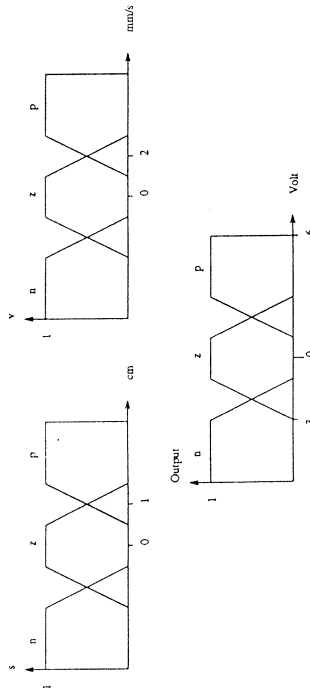


6. Beschreiben Sie das *Global Positioning System*! (5 Punkte)

- (a) Geben Sie das markierte Petrinetz N_m formal an!
 (b) Geben Sie den Markierungsgraphen des Petrinetzes für die Anfangsmarkierung $\mu^0 = (2, 3, 1, 0, 0)$ an.
 (c) Wieviele Marken befinden sich nach vollständiger Abarbeitung in den Stellen P_1 und P_3 , wenn die Anfangsmarkierung $\mu = (x, y, 1, 0, 0)$ lautet?
 (25 Punkte)

7. Erläutern Sie den Aufbau eines Echtzeitbetriebssystems (Skizze)! (5 Punkte)

9. Entwickeln Sie zur Positionierung eines mechanischen Schlittens einen Fuzzy Controller. Die Eingangswerte bekommt Ihr Controller über einen Distanzsensor und einen inkrementalen Drehwinkelgeber. Die Ausgangswerte Ihres Fuzzycontrollers sollen absolut wirken! Die Zugehörigkeitsfunktionen für Position und die Geschwindigkeit können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Abkürzungen bedeuten dabei: [n]egative, [p]ositive, [z]ero.



(a) Stellen Sie die Regelbasis fuer Ihren Fuzzy-Controller auf!

	s	v
n		
z		
p		

(b) Welchen Ausgangswert liefert der Fuzzy Controller für die Eingangswerte

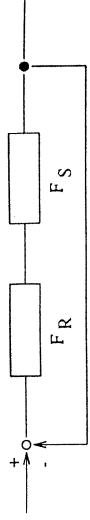
- Position=1 cm und
- Geschwindigkeit=2 mm/s,

wenn er nach folgenden Methoden arbeitet:

- Maximum-Height
- Mean-of-Maximum
- Center-of-Gravity.

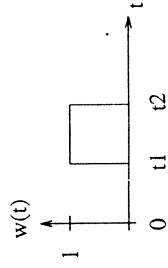
(20 Punkte)

10. Gegeben sei folgender Regelkreis:



- $F_R(s) = s + 1$
- $F_S(s) = \frac{1}{s}$

Regen Sie den Regelkreis mit folgender Führungsgröße $w(t)$ an:



Ermitteln Sie die Laplace-Transformation von $w(t)$. Berechnen Sie das Regelverhalten im Zeitbereich und zeichnen Sie es in obiger Abbildung ein! (20 Punkte)

$$w(t) =$$

$$W(s) =$$

$$F_{ges}(s) =$$

$$Y(s) =$$

$$y(t) =$$

Beachten Sie bitte:

Es sind keine Unterlagen, kein Taschenrechner und kein eigenes Papier erlaubt. Verwenden Sie bitte notfalls die Rückseiten der Angaben!

Fragen ab hier:

- Definieren Sie formal den Begriff "Feuern einer Transition t_j " in einem markierten Petrietz $N_m = \langle P, T, I, O, \mu \rangle$. (5 Punkte)

- Erklären Sie den Begriff "dynamische Hardware-Redundanz". Welche Maßnahmen können in einem Doppelrechnersystem zum Umschalten führen? (5 Punkte)

- Nennen Sie drei Ziele der Diversität. (3 Punkte)

Prüfung aus „Prozeßautomatisierung“		20.10.1994 Dauer: 90 Minuten	
Kennnr.	Matrikelnr.	Name	Vorname
Studienplan:		<input type="radio"/> alt	<input type="radio"/> neu
Gruppe A			

1	[5]	[]
2	[5]	[]
3	[3]	[]
4	[15]	[]
5	[5]	[]
6	[5]	[]
7	[7]	[]
8	[5]	[]
9	[15]	[]
10	[15]	[]
11	[20]	[]
Summe	[100]	[]
Note		

4. Gegeben sei folgendes Petrinetz $N = \langle P, T, I, O \rangle$:

$$\begin{aligned} P &= \{p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\} \\ T &= \{t_0, t_1, t_2, t_3\} \\ I(t_0) &= \{p_0, p_5\} & O(t_0) &= \{p_1\} \\ I(t_1) &= \{p_1, p_4\} & O(t_1) &= \{p_2, p_5\} \\ I(t_2) &= \{p_1, p_2\} & O(t_2) &= \{p_3, p_5\} \\ I(t_3) &= \{p_1, p_3\} & O(t_3) &= \{p_4, p_5, p_6\} \end{aligned}$$

- (a) Zeichnen Sie das Petrinetz!

- (b) Geben Sie den Markierungsgraphen des Petrinetzes für die Anfangsmarkierung $\mu^0 = (4, 0, 0, 0, 1, 1, 0)$ an.

- (c) Wieviele Marken befinden sich nach vollständiger Abarbeitung in der Stelle p_6 , wenn die Anfangsmarkierung $\mu = (n, 0, 0, 0, 1, 1, 0)$ lautet?

(15 Punkte)

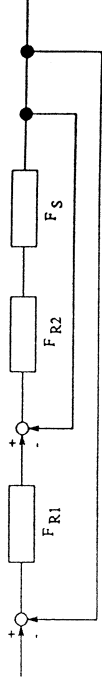
5. Zeichnen Sie das Markov-Diagramm für ein sicherheitsrelevantes (2 von 2)-System.
(5 Punkte)

6. Erklären Sie das Prinzip der digitalen Ausgabe (Skizze)! (5 Punkte)

7. Erklären Sie Prinzip und Aufbau des Kommunikationsmodells PROFIBUS. Was kann bezüglich Einsatzgebiet und Zugriffsverfahren gesagt werden? (7 Punkte)

8. Erklären Sie die Nachteile des CIM Y-Modells nach A. W. Scheer. (5 Punkte)

10. Berechnen Sie die Übertragungsfunktion des folgenden Regelkreises:



- $F_{R1}(s) = 2s + 3$
- $F_{R2}(s) = \frac{1}{s+2}$
- $F_S(s) = \frac{1}{s}$

9. Ermitteln Sie (rechnerisch) die Laplace-Transformierte der Funktion $\sin \omega t$. (15 Punkte)

Regen Sie obigen Regelkreis mit der Funktion e^{-at} , $a = 1s^{-1}$ an. Berechnen Sie das sich dadurch ergebende Verhalten im Zeitbereich. Wie groß ist die bleibende Regelabweichung? (15 Punkte)

$$W(s) =$$

$$F_{ges}(s) =$$

$$Y(s) =$$

$$y(t) =$$

$$e(t) =$$

	$f(t)$	$F(s)$
1	Einheitsimpuls $\delta(t)$	1
2	Einheitssprung $u(t) = 1$	$\frac{1}{s}$
3	Einheitsrampe $p(t) = t$	$\frac{1}{s^2}$
4	e^{-at}	$\frac{1}{s+a}$
5	te^{-at}	$\frac{1}{(s+a)^2}$
6	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
7	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
8	$t^n \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{s^{n+1}}$
9	$t^n e^{-at} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$	$\frac{n!}{(s+a)^{n+1}}$
10	$\frac{b-a}{1} (e^{-at} - e^{-bt})$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
11	$\frac{b-a}{1} (be^{-at} - ae^{-bt})$	$\frac{(s+a)(s+b)}{s}$
12	$\frac{1}{1} \left[1 + \frac{a-b}{1} (be^{-at} - ae^{-bt}) \right]$	$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$
13	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2}$
14	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2}$
15	$\frac{1}{1} (a - 1 + e^{-at})$	$\frac{1}{s(s+1)}$
16	$\frac{\omega}{\omega} e^{-at} \sin \omega t \sqrt{1 - \zeta^2}$	$\frac{\omega}{s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2}$
17	$\frac{-1}{1} e^{-at} \sin(\omega \sqrt{1 - \zeta^2} t - \phi)$	$\frac{s_1 + 2\zeta\omega s + \omega^2}{s}$
18	$\frac{1}{1} e^{-at} \sin(\omega \sqrt{1 - \zeta^2} t - \phi)$	$\frac{\omega^2}{s_1^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2}$