

Hochschule Esslingen

Wintersemester	2008/2009	Blatt-Nr.	1 von 12
Fakultät:	Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach:	Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel:	schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Name, Vorname: _____

Aufgabe 1: Diverse Fragen (20 Minuten)

Hinweis: Die folgenden Teilaufgaben können unabhängig voneinander bearbeitet werden.

- 1.1 Betrachten Sie ein UML-Zustandsdiagramm. Wozu benötigt man eine Aktivität bei einer Transition, wenn es doch auch eine entry-Aktivität im Zustand gibt?

Antwort:

- 1.2 Zeichnen Sie für ein UML-Zustandsdiagramm die Symbole für den Startzustand, Endzustand, Ausstiegspunkt und geben Sie ein Beispiel für eine UND-Verfeinerung.

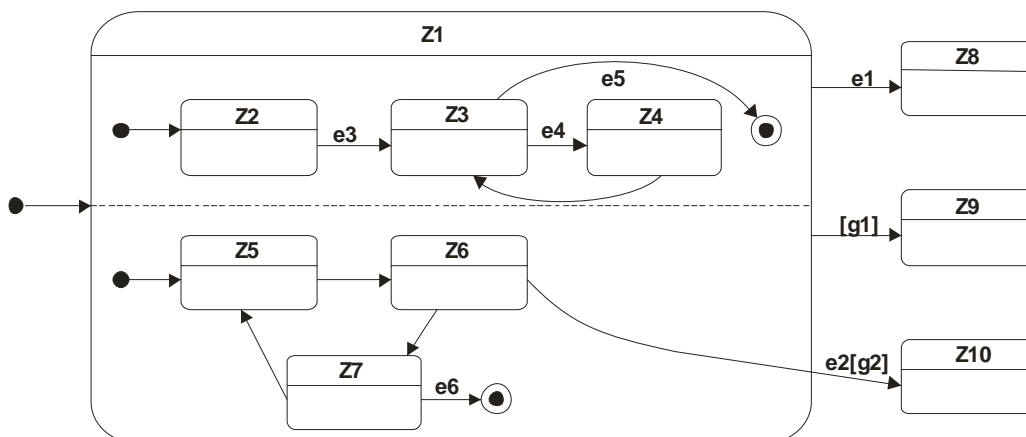
Antwort:

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 2 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

1.3 Erläutern Sie für ein UML-Zustandsdiagramm den Unterschied zwischen einem Subzustand und einem Unterautomaten.

Antwort:

1.4 Betrachten Sie folgendes UML-Zustandsdiagramm:



Beantworten Sie dazu die folgenden Fragen:

Wintersemester	2008/2009	Blatt-Nr.	3 von 12
Fakultät:	Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach:	Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel:	schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

1.4 a): Wenn der Automat im Subzustand Z1 steht, wie kann er in den Folgezustand Z8 kommen (komplette Bedingungen, alle Möglichkeiten)? Antwort:

1.4 b): Wenn der Automat im Subzustand Z1 steht, wie kann er in den Folgezustand Z9 kommen (komplette Bedingungen, alle Möglichkeiten)? Antwort:

1.4 c): Wenn der Automat im Subzustand Z1 steht, wie kann er in den Folgezustand Z10 kommen (komplette Bedingungen, alle Möglichkeiten)? Antwort:

1.4 d): Wenn nach dem Eintritt in den Subautomat Z1 keine Ereignisse auftreten, in welchen Zuständen befindet sich der Automat dann als erstes?

Antwort:

1.4 e): Danach (also nach 1.4 b) treten die Ereignisse e3 und dann periodisch e4 auf. Welche Zustände durchläuft dabei der untere Teilautomat aus Z5, Z6 und Z7?

Wintersemester	2008/2009	Blatt-Nr.	4 von 12
Fakultät:	Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach:	Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel:	schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Antwort:

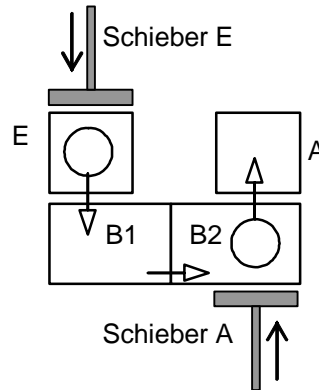
- 1.5 Der A/D-Wandler auf dem Laborboard benötigt für eine Wandlung $7\ \mu\text{s}$ und besitzt eine Auflösung von $4,88\ \text{mV}$ bei einem Spannungsbereich von $5\ \text{Volt}$. Wenn der Wandler keine Sample&Hold-Stufe vorgeschaltet hätte, welche Frequenz f_{max} dürfte ein Sinussignal maximal haben, damit der Fehler durch die Änderung des Eingangssignals unter der Auflösung des Wandlers läge?

Antwort mit Rechenweg:

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 5 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Aufgabe 2: Synchronisation (25 Minuten)

Betrachten Sie das folgende Diagramm einer Förderanlage.



Mit Schieber E werden Teile auf ein Band geschoben und von Position B1 nach B2 transportiert. Teile in Position B2 werden mit einem Schieber A auf den Abstellplatz A geschoben.

Wir können das System mit vier Funktionen modellieren:

1. draufschieben (von E nach B1)
2. BandEinschalten
3. BandAusstellen
4. herunterschieben (von B2 nach A)

Während des Draufschiebens bzw. Herunterschiebens muss das Band stillstehen.

2.1 Modellieren Sie das System in einem Aktivitätsdiagramm mit drei endless loop Tasks SE (zuständig für den Schieber E), B (zuständig für das Band) und SA (zuständig für den Schieber A).

Die Tasks SE und SA sollen von einer externen Task (nicht weiter betrachtet hier) über jeweils eine **Mailbox** (mboxE und mboxA) mitgeteilt bekommen, wenn ein Stück auf das Band geschoben bzw. vom Band herunterschieben werden soll.

Zur Modellierung verwenden Sie die oben genannten Funktionen und benutzen Sie **Event-Flags**.

Wie müssen die Eventflags initial gesetzt sein?

(Platz für Lösung siehe nächste Seite).

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 6 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Lösung zu Aufgabe 2.1 (UML-Aktivitätsdiagramm):

Task SE

Task B

Task SA

2.2 Das System lässt sich auch mit zwei Tasks SE und SA modellieren, d.h. die Bandsteuerung wird in die beiden Tasks verlegt. Auch in diesem Fall sollen die endless loop Tasks SE und SA von einer externen Task (nicht weiter betrachtet hier) über jeweils eine Mailbox mboxE bzw. mboxA mitgeteilt bekommen, wenn ein Stück auf das Band geschoben bzw. vom Band heruntergeschoben werden soll.

Zur Modellierung verwenden Sie die oben genannten Funktionen und benutzen Sie **zwei Semaphore** SemA und SemE.

Wie müssen die Semaphore initial gesetzt sein?

(Platz für Lösung siehe nächste Seite).

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 7 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Lösung zu Aufgabe 2.2 (UML-Aktivitätsdiagramm):

Task SE

Task SA

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 8 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Aufgabe 3: Scheduling (25 Minuten)

Gegeben sind drei Tasks::

$T1(r_0 = 0, e = 1, T = 3)$ (Deadline und Periode fallen immer zusammen)

$T2(r_0 = 0, e = 1, T = 4)$ (Deadline und Periode fallen immer zusammen)

$T3(r_0 = 0, e = 2, D = 5, T = 6)$

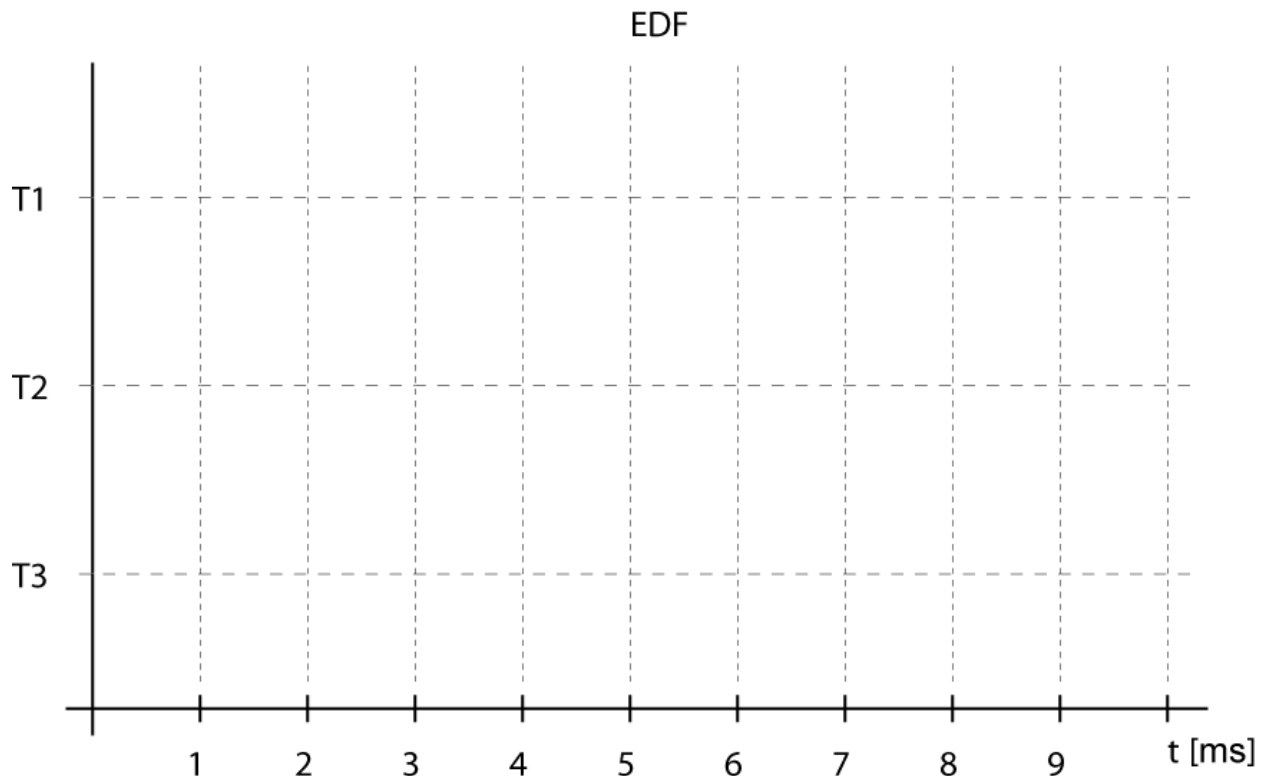
Das Task-Set soll mit dem EDF-Algorithmus geplant werden.

3.1 Berechnen Sie die Auslastung U und den Lastfaktor CH .

Antwort:

$U = \underline{\hspace{2cm}}$	$CH = \underline{\hspace{2cm}}$
--------------------------------	---------------------------------

3.2 Zeichnen Sie das Zeitdiagramm für das EDF-Scheduling-Verfahren in das vorbereitete Diagramm (s.u.). **Eigene Skizzen werden nicht akzeptiert!** Kennzeichnen Sie eventuelle Verletzungen der Echtzeitbedingungen.



Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 9 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

3.3 Kann man durch Verändern der Periode T von Task T3 sicherstellen, dass das Taskset für ein Planungsverfahren mit statischen Prioritäten alle Echtzeitbedingungen einhält? Bitte begründen.

Antwort:

3.4 Wie groß ist der Wert für die Periode T von Task T1, für den gerade noch sichergestellt ist, dass dieses Taskset für ein Planungsverfahren mit statischen Prioritäten alle Echtzeitbedingungen einhält? Welches Planungsverfahren würden Sie einsetzen? Geben Sie die entsprechend gewählten Prioritäten (falls erforderlich unter Berücksichtigung der gerade ermittelten Periode T von Task T1) an.

Antwort:

Wert für T von T1: _____

Planungsverfahren: _____

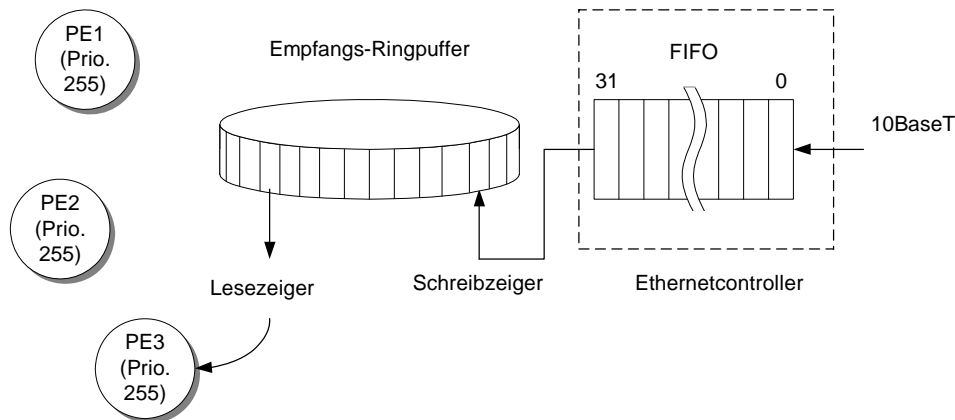
Prio(T1) = _____ Prio(T2) = _____ Prio(T3) = _____

(Höherer Wert entspricht höherer Priorität)

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 10 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Aufgabe 4: Ethernet-Treiber (25 Minuten)

Betrachten Sie die folgende Anordnung eines Ethernetcontroller, der über eine Interruptleitung mit einem Mikroprozessor verbunden ist (nicht gezeigt).



Sobald im FIFO des Ethernetbausteins 24 Byte empfangen worden sind, wird ein Interrupt ausgelöst. Das Lesen der Daten aus dem FIFO geschieht wesentlich schneller, als das Schreiben eines Byte von der 10BaseT-Leitung her benötigt. Es gibt einen Zeiger auf das zuletzt geschriebene Byte im FIFO. Durch Lesen von Byte 31 wird der Schreibzeiger des FIFO auf Byte 0 zurückgestellt.

4.1 Im beschriebenen System gibt es eine Task „PacketAssembler“ (PE3), der Daten aus dem Empfangs-Ringpuffer liest und diese zu logischen Paketen zusammenfasst. Diese Task läuft auf der höchsten Prioritätsebene des Systems, teilt sich Rechenzeit aber mit zwei anderen Tasks PE1 und PE2 auf der gleichen Prioritätsebene. PE1, PE2 und PE3 können jeweils bis zu 5 ms Rechenzeit benötigen. Das Scheduling für Tasks der gleichen Priorität erfolgt nach einem nicht präemptiven „Round Robin“-Verfahren. Die Bearbeitungszeiten für die anderen Rechenprozesse (Interruptroutinen, Treiber, Betriebssystem, etc.) seien vernachlässigbar.

- a) Wie groß (Anzahl Byte) muss der Ringpuffer gewählt werden, damit bei 10 Mbit/s Datenrate an der Eingangsschnittstelle des Ethernetbausteins im System keine Datenverluste auftreten?

Rechenweg zu 4.1a:

Ringpuffergröße (in Byte) = _____

- b) Wie lange dürfen Interrupts maximal blockiert werden, damit bei 10 Mbit/s Datenrate kein Überlauf des internen FIFO-Puffers der Ethernetschnittstelle vorkommen kann?

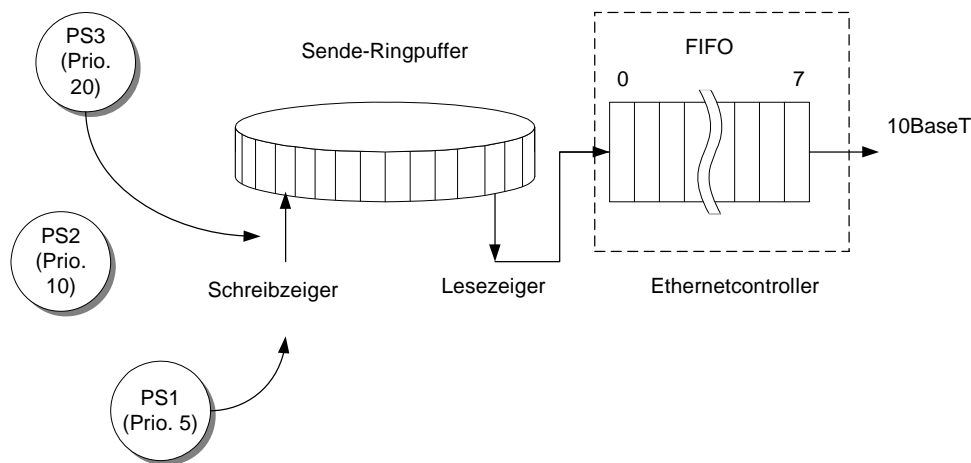
Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 11 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten

Rechenweg zu 4.1b:

Maximale Blockierzeit = _____

4.2: Auch in Senderichtung existiert ein Ringpuffer, in den die zu versendenden Daten von Tasks hineingeschrieben werden können. Eine Semaphore `sendSemaphore` wird vom Sendepuffer verwendet, um sicherzustellen, dass immer nur eine Task gleichzeitig Daten in den Puffer schreiben kann. In dem System existieren drei Tasks PS1, PS2 und PS3.

- PS1 (Priorität 5) = (0,10 ms,10s)
- PS2 (Priorität 10) = (0,100 ms,1s)
- PS3 (Priorität 20) = (0, 10 ms, 50 ms)
- PS1 und PS3 versenden als Teil ihrer Aufgabe Daten über die Ethernet-Schnittstelle.

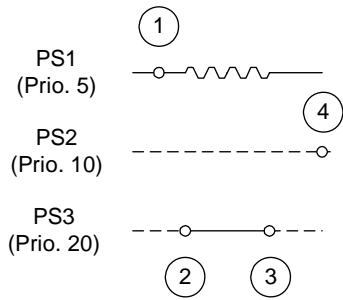


Folgendes war nun passiert:

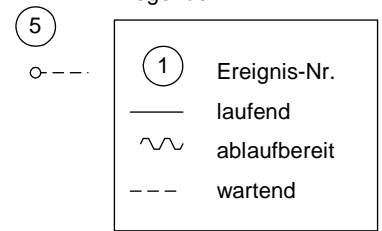
1. PS1 hat `sendSemaphore` belegt (Ereignis 1) und schreibt in den Sende-Ringpuffer, während PS1 und PS2 auf die sie aktivierenden Ereignisse warten.
2. PS3 wurde aktiviert (die 50 ms waren vorbei) und hat PS1 aufgrund der höheren Priorität (Ereignis 2) verdrängt.
3. PS3 will nun in den Sende-Ringpuffer schreiben, muss aber auf die Freigabe der belegten `sendSemaphore` warten (Ereignis 3).
4. PS2 wird ablaufbereit (Ereignis 4, die Sekunde ist vorbei), bevor PS1 seine Schreiboperation beendet hat.

Vervollständigen Sie nicht maßstabgerecht das folgende Diagramm bis zum Ereignis 5, wenn PS1 seine Arbeit beendet hat und auf den Beginn des nächsten 10-Sekunden-Intervalls wartet. Erklären Sie stichwortartig, was passiert. Ergänzen Sie das Diagramm mit weiteren wichtigen Ereignissen und erläutern Sie diese. Kann die harte Echtzeitbedingung für PS3 in jedem Fall eingehalten werden?

Wintersemester 2008/2009	Blatt-Nr. 12 von 12
Fakultät: Informationstechnik	Semester: IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer: 4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit: 90 Minuten



Legende



(Bitte hier ergänzen, eigene Diagramme werden nicht akzeptiert!)

Lösung zu 4.2:

Ereignis 6:

Ereignis 7:

Ereignis 8:

...

Kann Echtzeitbedingung für PS3 eingehalten werden (ja oder nein): _____

Begründung: