

Hochschule Esslingen

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	1 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Name, Vorname: _____

Aufgabe 1: Diverse Fragen (30 Minuten)

Hinweis: Die folgenden Teilaufgaben können unabhängig voneinander bearbeitet werden.

- 1.1 Warum ist Nebenläufigkeit in Echtzeitsystemen von Bedeutung? Bitte erläutern Sie und geben Sie ein Beispiel.

Antwort:

- 1.2 Woraus besteht in einem Echtzeit-Betriebssystem der „Kontext“ und was ist ein „Kontextwechsel“?

Antwort:

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	2 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

- 1.3 Real-Time Entities lassen sich mit ihren Real-Time Images auf zwei Arten synchronisieren: ereignisgesteuert (event-triggered) und zeitgesteuert (time-triggered). Erläutern Sie die jeweiligen Vor- und Nachteile der beiden Verfahren.

Antwort:

- 1.4 Erläutern Sie den Unterschied zwischen „polling“ und „sampling“ für die Anbindung eines Computersystems an ein Peripheriegerät.

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	3 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

- 1.5 Im Betriebssystem RMOS3 gibt es für die Behandlung von Interrupts den I-Teil und den S-Teil. Wozu ist das gut? Wie ist der Ablauf der jeweiligen Teile beim Auftreten von verschachtelten Interrupts? Geben Sie ein Beispiel.

Antwort:

- 1.6 Welche Vorteile hat die im ersten Laborversuch praktizierte Vorgehensweise bei der Entwicklung von Echtzeitsoftware, d.h. die Simulation der Software auf einem PC? Was kann mit dieser Vorgehensweise nicht erreicht werden?

Antwort:

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	4 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

1.7 Was sind die charakteristischen Merkmale einer Beobachtung (observation) von Real-Time Entities? Welche Arten von Beobachtungen gibt es und was zeichnet sie aus?

Antwort zu 1.7:

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	5 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

- 1.8 Der Wert einer Real-Time Entity ändert sich gemäß einem sägezahnförmigen Verlauf, d.h. er steigt periodisch über ein Zeitintervall T_1 linear von y_0 auf y_1 an, und fällt am Ende des Intervalls innerhalb eines Zeitraums T_2 auf y_0 zurück. Danach beginnt ein neues Intervall der Periode $T_1 + T_2$.

Berechnen Sie den Wert der erforderlichen zeitlichen Genauigkeit (temporal accuracy) für den Fall, dass die maximale Abweichung zwischen Real-Time Entity und Real-Time Image 5% betragen darf.

Antwort mit Rechenweg:

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	6 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Aufgabe 2: Synchronisation und Kommunikation (30 Minuten)

Ein Echtzeit-Computersystem soll über einen A/D-Wandler mit vorgeschaltetem Multiplexer (wie vom 68HCS12-Rechner im Labor) die Werte von drei Sensoren abfragen. Der A/D-Wandler soll von einer eigenen Task T_{AD} gesteuert werden. Die Verarbeitung der Daten eines jeden Sensors soll ebenfalls von jeweils einer eigenen Task T_{M1} , T_{M2} und T_{M3} vorgenommen werden. Die Tasks kommunizieren ausschließlich über Mailboxen.

- 2.1 Task T_{AD} (endless loop) kann per Mailbox einen Befehl „starte Messung Sensor X“ ($X = \{1,2,3\}$) erhalten. Wenn der A/D-Wandler frei ist, wird die Messung gestartet. Während der A/D-Wandler arbeitet, befindet sich die Task T_{AD} im Wartezustand. Ein Alarm (oder Interrupt) weckt die Task am Ende der Messung wieder auf. Daraufhin wird eine Nachricht an die Mailbox der Task geschickt, von der auch der Befehl zur Wandlung kam, also T_{M1} , T_{M2} oder T_{M3} .

Zeichnen Sie das Aktivitätsdiagramm der Task T_{AD} . Verwenden Sie für das Warten auf den A/D-Wandler eine Semaphore:

Lösung zu Aufgabe 2.1:

Task T_{AD}



Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	7 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

2.2 Die Messwert-Verarbeitungstasks T_{M1} und T_{M2} sind identisch. Sie besitzen eine Run-To-Completion-Struktur und werden durch eine Triggertask alle 10 msec gestartet. Sie schicken einen Befehl zum Starten einer Messung an die Task T_{AD} und warten auf die Rückgabe des Messwerts in einer ihnen zugeordneten Mailbox. Task T_{AD} schreibt den Messwert in die jeweilige Mailbox. Nachdem die Task T_{M1} bzw. T_{M2} den Wert halten hat, verarbeitet sie den Messwert $M1$ bzw. $M2$ in einer Aktion $A1$ und schickt den bearbeiteten Wert $M3$ weiter an die Mailbox der Task T_{M3} . Danach beendet sie sich.

Zeichnen Sie das Aktivitätsdiagramm der Task T_{M1} bzw. T_{M2} . Die Triggertask soll nicht dargestellt werden. Benennen Sie jede Aktion mit einem eindeutigen Kennzeichner Ax .

Lösung zu Aufgabe 2.2:

Task T_{M1}



Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	8 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

- 2.3 Die Messwert-Verarbeitungstask T_{M3} besitzt ebenfalls eine Run-To-Completion-Struktur und wird von einer Trigger-Task alle 15 msec gestartet. Sie arbeitet zunächst genauso wie die Tasks T_{M1} und T_{M2} . Nachdem sie ihren eigenen Messwert in Aktion A1 verarbeitet hat, empfängt sie Messwerte von T_{M1} und T_{M2} und verarbeitet diese in Aktion A2, danach beendet sie sich.

Zeichnen Sie das Aktivitätsdiagramm der Task T_{M3} . Die Triggertask soll nicht dargestellt werden.

Lösung zu Aufgabe 2.3:

Task T_{M3}

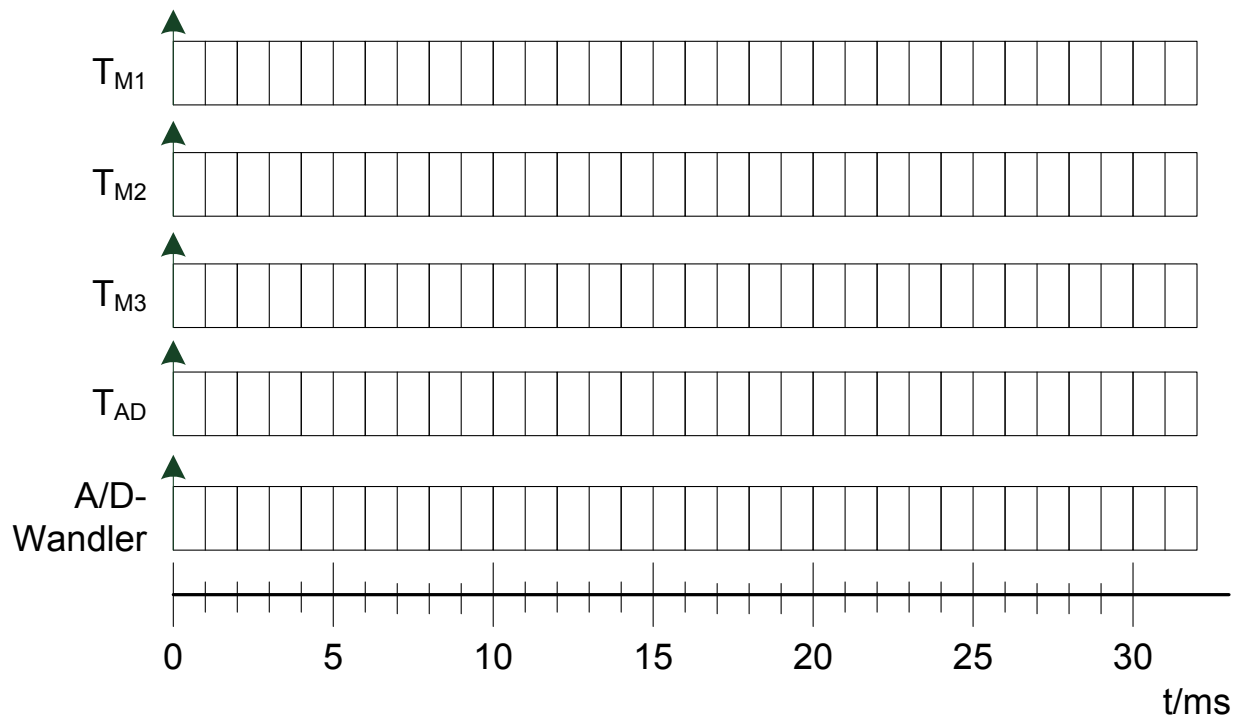


- 2.4 Nehmen Sie nun an, dass jeder Befehl (z.B. in Mailbox schreiben, aus Mailbox lesen, Aktion A1, auf Semaphore warten) 1 msec Ausführungszeit benötigt. Auch der A/D-Wandler benötigt 1 msec für das Erstellen eines Messwerts. Beim Lesen der Mailbox oder Warten auf die Semaphore beinhaltet diese Zeit nicht die Wartezeit, nur die Ausführungszeit des Befehls bis zur Wartestelle. Die Ausführungszeit eines solchen Befehls nach Aufheben einer Wartestelle sei null.

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	9 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Zeichnen Sie für jede Task in das unten vorbereitete Zeitdiagramm mit einem Kreuz in das entsprechende Kästchen ein, wenn die jeweilige Task läuft. Gehen Sie dabei davon aus, dass die Priorität von $T_{AD} > \text{Priorität } T_{M1} > \text{Priorität } T_{M2} > \text{Priorität } T_{M3}$ und die Triggertask durch einen Interrupt gesteuert wird und ein prioritätsgesteuerter, präemptiver Scheduler vorliegt.

Lösung zu Aufgabe 2.4:



2.5 Nach welcher Zeit läuft die Mailbox von $TM3$ voll, wenn die maximale Mailboxlänge 100 Einträge umfasst?

Lösung zu Aufgabe 2.5

2.6 Es soll nun sichergestellt werden, dass T_{M1} und T_{M2} erst dann wieder Messungen anstoßen können, wenn T_{M3} alle Messwerte verarbeitet hat. Gehen Sie dabei davon aus, dass Mehrfachaktivierungen einer Task durch die Triggertask wirkungslos sind, d.h. das erneute Starten einer schon laufenden Task hat keine Auswirkung.

Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	10 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Zeichnen Sie die Aktivitätsdiagramme der beiden Tasks T_{M1} und T_{M3} . Verwenden Sie für die notwendige Synchronisation Semaphoren.

Lösung zu Aufgabe 2.6:

Task T_{M1}



Task T_{M3}



Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	11 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

Aufgabe 3: Scheduling (30 Minuten)

Gegeben sind drei Tasks (Deadline und Periode fallen zusammen):

$T1(r_0 = 0, C = 1, T = 4)$

$T2(r_0 = 0, C = 1, T = 5)$

$T3(r_0 = 0, C = 4, T = 10)$

Alle Tasks sind präemptiv.

3.1 Berechnen Sie die Auslastung U und die Hyperperiode H . Ist das Task-Set so garantiert mit dem RM-Verfahren planbar (bitte begründen)?

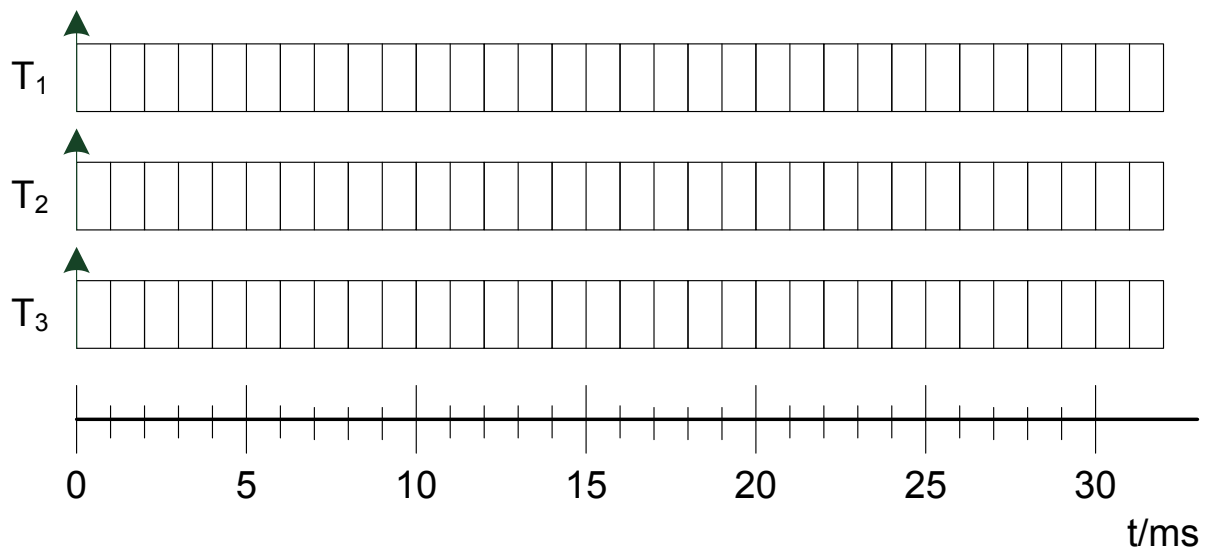
Antwort:

$U =$ _____

$H =$ _____

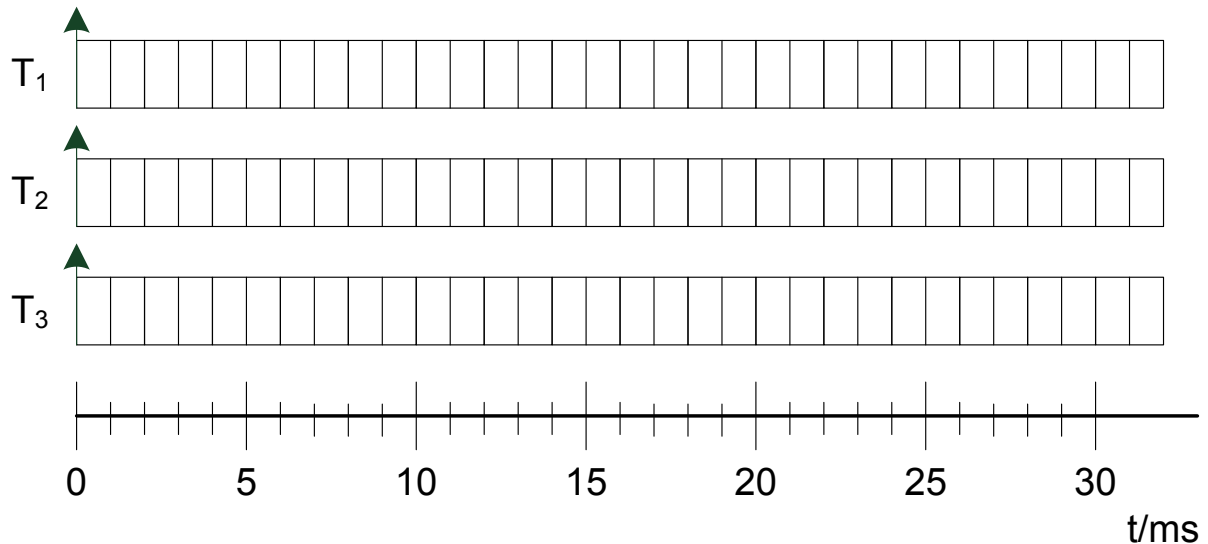
Task-Set garantiert planbar mit RM-Verfahren? _____

3.2 Markieren Sie mit einem senkrechten Pfeil im untenstehenden Diagramm, wann jede Task ablaufbereit wird, und malen Sie die Kästchen aus, in der die jeweilige Task nach dem RM-Scheduling-Verfahren läuft:



Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	12 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

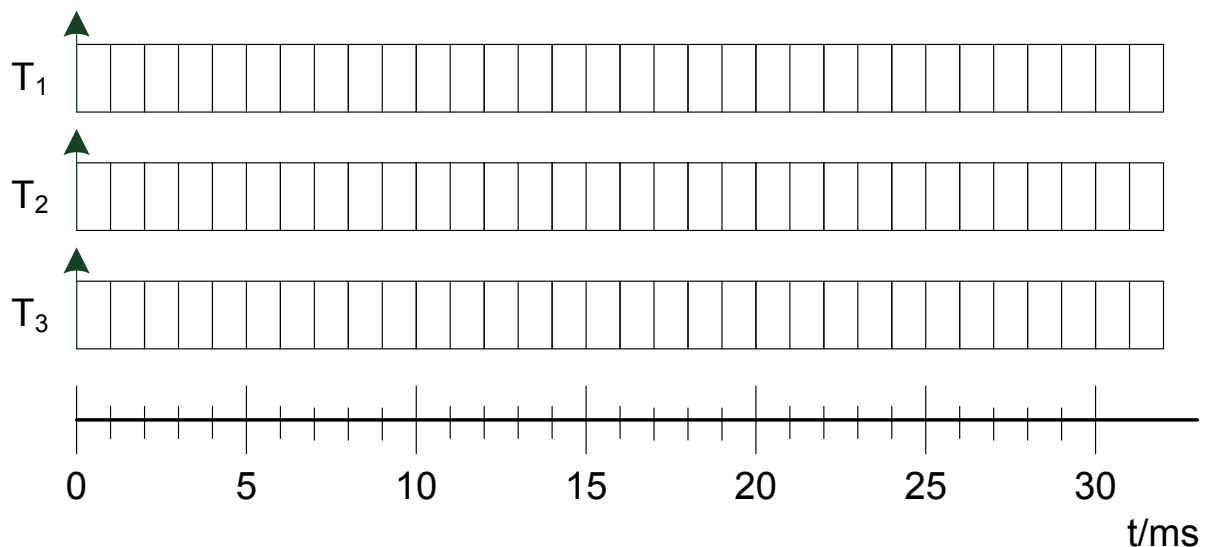
3.3 Zeichnen Sie nun den Plan für das gleiche Task-Set unter der Annahme eines EDF-Schedulingverfahrens (Kreuz in Kästchen, wenn Task läuft).



3.4 Nehmen Sie nun an, dass Task T3 bei Beginn einer Aktivierung eine Semaphore S1 belegt, und diese am Ende einer Aktivierung wieder freigibt.

Nehmen Sie weiterhin an, dass die Tasks T1 und T2 diese Semaphore ebenfalls mit Beginn einer Aktivierung belegen wollen und am Ende einer Aktivierung wieder freigeben.

Zeichnen Sie den Plan für das RM-Scheduling-Verfahren unter Berücksichtigung des Prioritäts-Vererbungsprotokolls für die Semaphore ((Kreuz in Kästchen, wenn Task läuft).



Sommersemester 2010	Blatt-Nr.	13 von 13
Fakultät: Informationstechnik	Semester:	IT4
Prüfungsfach: Echtzeitsysteme	Fachnummer:	4061
Hilfsmittel: schriftliche Unterlagen, Taschenrechner	Zeit:	90 Minuten

3.5 Wie viel Zeit bleibt bei dem RM-Plan pro Hyperperiode für eine Server-Task übrig? Wie groß ist die maximale Reaktionszeit j_0 der Servertask, d.h. der Anforderung eines sporadischen Jobs und dem Beginn seiner Ausführung?

Antwort:

Zeit für Servertask = _____

j_0 = _____