

Name:  Vorname:  Matr.-Nr.:

**Technische Universität München**  
**Fakultät für Informatik**  
**Prof. Dr. A. Knoll**

-  
**04. Februar 2013**

## Übungsklausur zu Echtzeitsysteme

### Aufgabe 1 Wissensfragen

**(16 Punkte)**

- a) Nennen Sie zwei Gründe, wieso nebenläufige Programmierung in Echtzeitsystemen angewandt wird.
- b) Was sind Race Conditions?
- c) Erläutern Sie den Unterschied zwischen dem Scheduling in Echtzeitsystemen und Standardsystemen (z.B. anhand der grundlegenden Kriterien).
- d) Nennen Sie (ohne Erklärung) die vier Kriterien für Verklemmungen (Deadlocks).

**Aufgabe 2 Scheduling**

**(25 Punkte)**

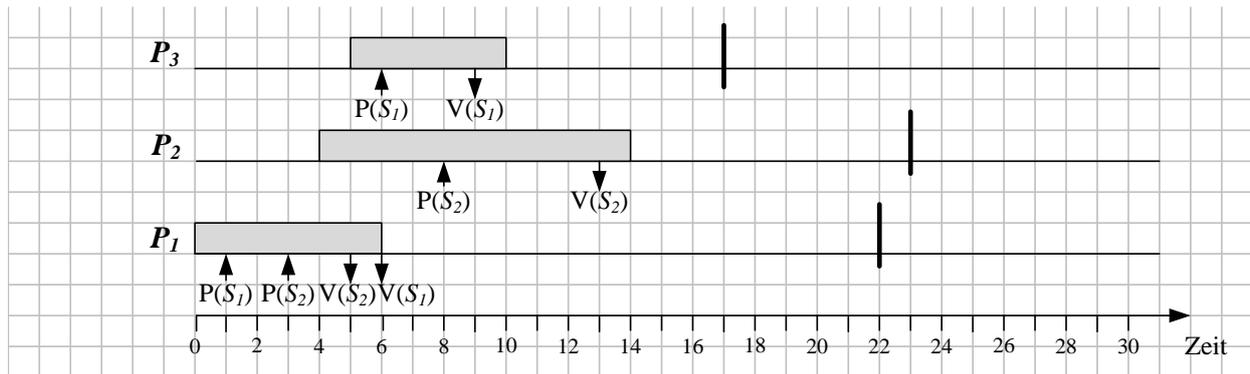


Abbildung 1: Szenario: Die senkrechten Balken kennzeichnen jeweils die Fristen der Prozesse, die Pfeile kennzeichnen das Anfordern bzw. die Freigabe von Semaphoren.

Gegeben sei das im Folgenden beschriebene Szenario aus Abbildung 1, bei dem die Prozesse  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  nebenläufig auf einem Prozessor ausgeführt werden. **Die Abbildung zeigt die Ausführung jedes Prozesses so, als ob dieser als einziger ausgeführt werden würde.**

Bereitzeiten, Ausführungszeiten und Fristen können der folgenden Tabelle entnommen werden. Zusätzlich fordern die Prozesse die binären Semaphore  $S_1$  und  $S_2$  an. Zu Beginn sind alle Semaphore freigegeben. Der Zeitpunkt für die Anforderung (P) und Freigabe (V) ist in der nachfolgenden Tabelle relativ zur Ausführungszeit des jeweiligen Prozesses angegeben.

	Bereitzeit $r(P_i)$	Ausführungszeit $e(P_i)$	Frist $d(P_i)$	Semaphor $S_1$		Semaphor $S_2$	
				P( $S_1$ )	V( $S_1$ )	P( $S_2$ )	V( $S_2$ )
$P_3$	5	5	17	1	4	-	-
$P_2$	4	10	23	-	-	4	9
$P_1$	0	6	22	1	6	3	5

Verwenden Sie zur Lösung das beigefügte Lösungsblatt.

Wählen Sie bei allen Teilaufgaben bei gleicher *slack time* denjenigen der zur Auswahl stehenden Prozesse, bei dessen Ausführung die Anzahl der Kontextwechsel minimiert wird.

- Ignorieren Sie zunächst die Semaphore. Zeichnen Sie einen Ausführungsplan für das präemptive Schedulingverfahren *least slack time*.
- Berücksichtigen Sie jetzt die Semaphore und wenden Sie erneut das präemptive Schedulingverfahren *least slack time* an. Zeichnen Sie den vollständigen Ausführungsplan inklusive Hervorhebung der Anforderungs- und Freigabezeitpunkte der Semaphore. Welches Problem tritt auf und was ist die Ursache (Fachbegriff)?
- Stellen Sie dar, wie Sie das Problem aus der letzten Teilaufgabe lösen können (Fachbegriffe) und zeichnen Sie den entsprechenden Ausführungsplan inklusive Hervorhebung der Anforderungs- und Freigabezeitpunkte der Semaphore.

### Aufgabe 3 Kommunikation

(20 Punkte)

Gegeben sei der folgende Kommunikationsablauf:

- Drei Teilnehmer wollen über einen gemeinsamen Bus Nachrichten versenden.
- Der in Abbildung 2 dargestellte Kommunikationsablauf geht davon aus, dass jeder Teilnehmer den Bus für sich **exklusiv** nutzt.

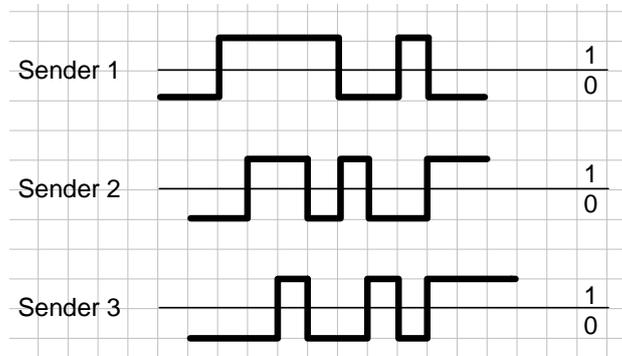


Abbildung 2: Kommunikation

Zeichnen Sie die Lösung der folgenden Aufgaben auf das **separat ausgeteilte Lösungsblatt**. Beachten Sie dabei folgende Hinweise:

- Gehen Sie davon aus, dass für die Lösung der Aufgabe alle Daten bitsynchron übertragen werden.
  - Das JAM-Signal soll aus einer Folge von 6 0-Bits bestehen.
  - Das 0-Bit ist dominant.
- a) Zeichnen Sie den angegebenen Kommunikationsablauf auf das beigelegte Lösungsblatt für den Fall, dass **CSMA/CA** (wie zum Beispiel im CAN-Protokoll) zum Buszugriff verwendet wird. Zwischen zwei Nachrichten soll es dabei eine Pause (*interframe gap*) von mindestens 3 Bits geben.
- b) Zeichnen Sie den angegebenen Kommunikationsablauf auf das beigelegte Lösungsblatt für den Fall, dass **TTP** zum Buszugriff bzw. zur Kommunikation verwendet wird. Zeichnen Sie dabei ebenfalls die Zeitschlitze ein und ordnen Sie diese den Sendern zu. Gehen Sie dabei von folgenden Vereinfachungen aus:
- Ignorieren Sie die zusätzlichen Daten des Protokoll-Overheads.
  - Nachrichten können fragmentiert werden.
  - Ein Kästchen entspricht  $10 \mu\text{s}$ .
  - Jeder Zeitschlitz ist  $30 \mu\text{s}$  lang, die Reihenfolge der Zeitschlitze ist  $S1, S2, S3, S1, \dots$
  - Es gibt kein Interframegap zwischen den einzelnen Zeitschlitzen.

Schreiben Sie Ihre Lösung **nicht** auf diese Angabe.

- c) Nennen Sie den signifikanten Unterschied beim Buszugriff zwischen TTP, Token Ring und CAN.