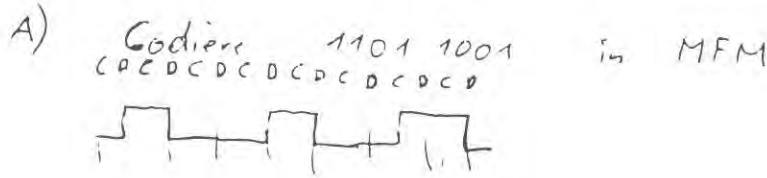


22.4.1997

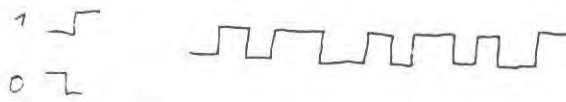
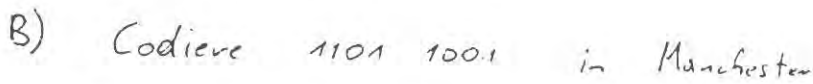
VO Echtzeitsysteme  
(Folienteil)

Kopetz

Beispiele:



Frage: Was Vorteile von MFM?  
 + Synchronisierbarkeit  
 + Feature Size 1



Frage: Was Vorteil/NV gegenüber MFM?  
 + Bessere Synchronisierbarkeit  
 - Mehr Null durchgänge - braucht höhere Frequenz

C) Priority Ceiling

T1 P(S1) V(S1) P(S2) ... V(S2)

T2 P(S2) ... P(S3) ... V(S3) ... V(S2)

(Skriptum S 225)

Frage: Wann darf Task bei PC Resource arbeiten?

o Wenn Task-Priority > PC aller gesperrten Semaphore ist

D) ges. Sinusschwingung 100 Hz

Abtastzeit 0,5 ms

ges. max Fehler des RT-Images

$$f = \sin[2\pi f t]$$

Größte Änderung bei Nulldurchgang

$$\text{Ableitung } f' = 2\pi f \cos(2\pi f t)$$

$$\text{für } t = 0 \text{ Fehler} \approx 2\pi \cdot 10^2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \approx 33\% \text{ Amplitude}$$

## FRAGEN (Vorlesung) :

- 1) Kann man Effektivität von Netzwerk mit großen Kabellängen durch Erhöhen der Übertragungsgeschwindigkeit (z.B. Glasfaser) beliebig verbessern?

- Nein, weil Auslastung sinkt. Paket-Length muß mit erhöht werden.

z.B.  $l = 1 \text{ km}$  Messagelength 1000 Bit

1 GB/s Übertragungsgeschw.

$$\frac{1000 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \cdot 1 \cdot 10^9 \frac{\text{CB}}{\text{s}} = 5000 \text{ Bit}$$

$$\text{Auslastung} = \frac{1000}{1000 \cdot 5000} = \frac{1}{5000} = 0,02\%$$

- 2) Wie hängen Granularität und Precision zusammen?  
- Precision immer mindestens  $q$

- 3) Adversary Argument?

S 217

- 4) Rate Monotonic Algorithm - Formel!  $\left( \sum_i^n \frac{C_i}{T_i} \leq n(2^{\frac{1}{n}} - 1) \right)$

E)

Umwandeln Sporadic Task  $\rightarrow$   
Quasi periodic Task

Echtzeitsysteme (Folien = Vorlesungsteil)

Juni od Herbst 95

schriftl.

Forbidden Region\*  
 Priority Ceiling  
 Arinc 629  
 Limit to Protocol Efficiency (Rechnung)

} Folien mussten ergänzt werden

\* Folie war etwas verändert! (=> Man musste sogar denken .... :)

mündl.

Toyota Token Protocol  
 Arinc 629  
 CAN

Adversary Argument (skizzieren, was sagt es aus?)

Klassifizierung v. Fault Failures } aufzählen aller (auswendig gelernten) Punkte  
 an paar davon erläutern

Sampling/Polling/Interrupt

Error Detection in the Value Domain: Techniques

- ? - Time - ? -

cost of active redundancy	components:	no. of components (= Anzahl)
	fail silent	$k+1$
	fail consistent	$2k+1$
	Byzantine	$3k+1$

Wieso (Wie) kann ein Hardware Fault zu falschen h-States führen  
 Temp

Hier sind die Fragen von der RT-Systems-Pruefung vom 10.6.96 fuer den PO.

\*\*\*\*\*

Muendlich:  
\* Grundlegende Schranken der Zeitmessung (Fundamental limits of time measurement)

- \* Was ist ein Hidden Channel?
- \* Was ist die Konvergenzfunktion?
- \* Wann gibt es fuer Synchronisationsbedingungen?
- \* Wann ist eine Nachricht permanent?
- \* Was gibt es fuer Zeitparameter fuer eine Regelstrecke?
- \* Nenne charakteristische Regelgrossen
- \* Was ist die Sprungantwort?

- \* Bedeutung der "rise time"
- \* Klassifizierung von Ausfaellen (failures)
- \* Klassifizierung von Fehlerursachen (faults)
- \* Was ist "Replika Determinism" (Was stoert ihn?)
- \* Was ist eine SRU? Was ist ein Knoten?
- \* Voraussetzungen fuer den Rate Monotonic Algorithmus?
- \* Schedulability Tests: Was ist das? Complexitaet? NP-hard?
- \* Hinreichender schedulability tests fuer priority ceiling?
- \* Priority ceiling Protokoll: How does it work? When is a task allowed to enter a critical section?

- \* Gegeneuberstellung MF/MRZ: Vorteile bzw. Nachteile
- \* Adversary Argument (Skriptum 217 unten)
- \* Was macht ein byzantinischer Fehler in fehlertoleranten Systemen?
- \* Was muss man fuer ein byzantinisches Agreement voraussetzen?
- \* Genauigkeit des Central Master Algorithmus?
- \* Wie gross ist die Drift Rate bei typischen Uhren (Armbanduhren, PC Uhren)?
- \* Was versteht man unter interner und externer Synchronisation bei Uhren?
- \* Was fuer eine Masszahl gibt es, die die interne Clock Synchronisation festlegt?

- \* Reasonableness Condition (wann ist eine Zeit vernuenftig?)
- \* Was sind im Scheduling "forbidden regions"?

Schriftliche Fragen:

- \* Reading Error: (1x)  
A communication system consists of a token protocol with a token rotation time of 2 msec. On the top of the token protocol there is a PAR protocol with 2 retries. Calculate the reading error under the assumption that the transmission time of a message takes 0.2 msec.

- \* Protocol Efficiency: (3x)  
Given a 10Gbit communication channel with a lenght of 500 m. Calculate the best efficiency any media access protocol can achieve if the message lenght is 100 Bit.

- \* MF/M Encoding: (2x)  
Encode the following sequence in MF/M-Code 10010110 (bzw. 11010001)

- \* FTA Algorithmus: (2x)  
Given a reading error of 20 microseconds and a resonator quality of 0,00001 and a resynchronisation period of 1 second. What precision can be achieved in a system with 10 clocks considering that 1 clock can be malicious.

- \* Feature size: (2x)  
Determine the feature size of the following codes: NRZ, PWM, MF/M, Manchester

- \* Action Delay: (1x)

- \* Priority Ceiling Protocol: (1x)

\*\*\*\*\*

Viel Glueck Michael

PS: Thanks to Werner Platzer, der die Fragen eingetippt hat!

Juni 95:

3 Fragen, 1 davon schriftlich

5 Personen, 1/2 Stunde

RT (Kopete)  
Echtzeit-  
Systeme

! Flow Control [Communication, 103/8 ff]

Unterschiede zw. RT & Online [Environment, 10/18]

! Zeitliche Genauigkeit eines RT Images [Entity, 73/14]

! Rate Monotonic Alg, Voraussetzungen [Scheduling, 160/13 f]

! Priority Ceiling, schedulability test for p.c. [Sched, 166/25 ff]

!! Wie genau kann man mit FTA synchronisieren? [Time, 36/30]

Was ist die Fehlerhypothese, Last-?[Model, 50/5]

!! Action Delay [Ent, 80/27]

Klassifikation des Ausfälle/Failures [Fault Tolerance I, 90/12]

Klassifikation der Fehlerursachen/Faults [Fault Tolerance I, 94/20]

! Fundamentale Zeitschranken [Time, 29/16]

Zusammenhang zw. Granularität & Präzision [Time, 27/11]

Byzantinischer Fehler [Fault, 91/14]

Consistent Failure [Fault, 91/14]

Vektorzeit [Time, 43/44]

Lampportzeit [Time, 42/41]

Zusammenhang Kausalität, temp. Ordnung, Vektor-, Lampportzeit [Time, 45/47]

Potential Causality [Time, 44/46]

Sampling, Polling, Interrupt; robust? [Operating S, 148/38 ff]

CAN, TTP(TDMA), ARINC-629 Vor-, Nachteile

Bitwise Arbitration [Com, 119/40]

CAN [Com, 120/41]

ARINC-629 [Com, 120/42]

Thrashing [Com, 108/18 ff]

Replica Determinism [Ent, 81/29 ff]

Was zerstört Repl. Det. [Ent, 82/32]

hauptsächlich schriftlich:

Alle Codierungsverfahren sehr genau [Com, 126/53 ff]

Bsp. für Adversary Argument [Sched, 159/12]

Berechne Protocol Efficiency [Com, 118/38]

Berechne Action Delay of PAR [Com, 102/6]

Bsp. für LL not opti in Multiprocessor Systems [Sched, 162/18]

Bsp. für EDF not opti in Multiprocessor Systems [Sched, 162/17]

Scheduling of Sporadic Task [Sched, 163/15]

MTTF berechnen

Date: Fri, 16 Jun 1995 15:01:14 +0200  
X-Sender: e9026902@stud1.tuwien.ac.at (Unverified)  
Mime-Version: 1.0  
To: alex@igunnext.tuwien.ac.at  
From: e9026902@student.tuwien.ac.at  
Subject: Echtzeitsysteme

Hallo Alex!

Wie versprochen schicke ich Dir die Fragen zu Echtzeitsysteme.

Jeder bekommt 3 Fragen:  
2 theoretische und eine leere Folie zum Ausfüllen

die Fragen:

- die 4 grundsätzlichen Zeitschranken
- Accuracy - Definition !!!!
- Fault/Failure - Ursachen
- Adversary Argument
- action delay

zum Ausfüllen:

- PWM,MFM
- Reliability
- Feature Size

Zu jeder Folie stellt er noch eine Frage.

Habe eine 2er bekommen.

Er benotet recht großzügig, man muß aber Glück mit den Fragen haben.

Viel Glück

Alexander

Flusskontrolle - Ziel der Flusskontrolle : synchron. Sender-empfangen  
explizit-implizit  
Voraussetzung für explizite Flusskontrolle

ETS - Inline

zeitliche Genauigkeit eines Real-Time-Imaggs - Definition ?  
- recent history

Adversary Argument - welche Task würde durchgesetzt werden

Protocol Efficiency

- limits to time measurement

Reading error - Timeout PAR-Protokoll => TRT

Priority Ceiling

Voraussetzung: Rate Monotonic Algorithmus

Action delays

Fault Tolerant Average

Fehlerhypothese

Anzahl Typ (Art)  
Annahmen über Unabhängigkeit

byz. konsistent  
byz. fall  
fail-stop

Deadlinehypothese

- keine Holdesst  
max. Ausführungszeit der Tasks

Action delay ohne globale Zeit

Klassifikation von Ausfällen (failures)

Manchester-Code ?

Was ist ein byz. Fehler ? - konsistent

MFM-Code ?

Formel fault tolerant average

NRZ-Code ?

Fehlerrate

Fault Klassifikation

FIT ? eines Single Chip 10-50

- Unterschiede Hard Real Time - On line  
 disk auf Folie:
  - Was ist Flußkontrolle?  
 Anpassung Geschw. Sender-Empfänger  
 wer paßt was an  
 2 Arten: explizite - was?  
 Protokoll?  
 implizit(?)  
 Voraussetzung zwisch Sender-Empfänger für explizit  
 implizite - explizite bei Multicast - (Topologie?)
- Temporal accuracy eines real time objects - was ist das  
 (real time image ability)  
 Wann ist Wert in RT-image zeitlich genau?
- Stabilität einer Nachricht?  
 - zeitliche Ablängigkeit  
Bei Systemen mit  
 keiner global synchr. Zeitbasis (action delay - reading error)



② Protocol (Efficiency?)

Reading Error

MFN?, MRZ ... Manchester

Vorteile...

③ Bitlänge eines 1 Mbit Kanals

(Kanallänge 1000m - wie lang braucht Welle ...)

Priority ceiling protocol - Funktion ...  
, Voraussetzungen

---

Wie zeigt an, dass kein optimale on-line Scheduler existieren

~~MFN, MRZ~~

Ubergangsbedingung - Synchr. bedingung? - welche?

Konvergenzfunktion?

Zentraler Masteralgorith. - wie groß  
Konvergenzzeit

---

precision - granularity bei globaler Zeitbasis: Zusammenf.

- abstrakte Interface - world interface : was wenn nie  
message interface

- UTC - Bruchteile
- Welche Eigenschaften des Rechners sind bei fault safe wichtig
- für Golden regions?
- Fehlerhypothese - redundant (Fehler bei Guest-Fehler)
- clairvoyant Scheduler - optimal scheduler - adversary argument
- Funktion control market algorithms
- PRINC 629

Was ist Verkettung, sep. Zeit, Transport-Zeit

Kausalität  $\Rightarrow$  temporale Ordnung  
 von? Alan'sche Beding.

Polling - Sampling - Interrupt      Zuverlässigkeit

CAN - Protokoll : Was leist 6. Wire arbitration

Vorteile, Nachteile gegenüber TDMA

$\uparrow$   
 clairvoyant, decomposable

Bitte neue  
Angaben in die  
Fachschaft  
bringen!

9.6.1993 u. 17.6.1993

Echtzeitsysteme

- ) Welche Zugriffsmethoden auf Bus kennen Sie? Folie 17f (Kapitel RT-Kommunikation)
- ) TDMA: Vorteile: fixe Zuordnung - a priori Wissen, wo wann Zugriff hat, kein Wettstreit  
Stationen sind zeitlich abgekoppelt (jede Station für sich selbst reserviert)  
Nachteile: Uhrensynchronisation notwendig, keine Flexibilität (hat jemand nichts zu sagen → keine Zeitbrüche)  
Folie 126
- ) Definition Accuracy RT-Objekt Folie 91 (Kapitel RT Entities & Objects)
- ) Was ist Stabilität? Folie 92
- ) Action delay - Definition; Action delay: eine gewisse Zeitdauer; dynamisch  
Folie 53
- ) Fundamentale Annahme der Synchronisation mit distributed clocks in real-time system  
Folie 75 (Kapitel Order and Time)
- ) Ordnungen: temporal, kausal, Präzedenzordnung  
•) temporal: nur von Ursache  
Folie 60  
•) kausal: Ursache-Wirkung, unsymmetrisch, Folie 63  
•) Präzedenzordnung: abstrakte (logische) Zeit, Event Counter, Metrik umfaßt  
Folie 65
- ) Zusammenhang kausale u. Präzedenzordnung: Im allgemeinen nicht gleich  
einem abgeschlossenen System (ohne verteilte Kanäle) schon.
- ) Idempotenz Folie 53 (Kapitel RT Systemmodell)  
Wofür? Bei Aktiver Redundanz und auch Hot Standby notwendig.  
(bei Hot Standby, weil man nicht weiß, ob der Ausfall der Komponente vor  
oder nach Nachricht war)
- ) Replica Determinismus Folie 94 (Kapitel RT Entities & Objects)  
Wo notwendig? Beim Einrichten von Aktiver Redundanz.  
Wodurch entsteht?
- ) Rate monotonic Algorithmus: Voraussetzungen Folie 158 (Kapitel 8)  
Wie lautet der Algorithmus? (Task mit kürzester Periode bekommt  
höchste Priorität)  
Dynamisches Scheduling mit statischer Prioritätsvergabe
- ) Bedeutung Adversary Argument Folie 156 (Kapitel Scheduling)
- ) Klassifikationen von Fehlerausfällen Folie 28 (Kap. RT Requirements)
- ) Was versteht man unter einem byzantinischen Ausfall? Jeder etwas  
Anderes (u. noch dazu falsches) sagt.

- ) Synchronisationsbedingung Folie 211 (Kapitel Prozesssynchronisation)
- ) Priority Ceiling Protokoll (Kapitel Scheduling)
- ) Nonpreemptiv versus Preemptiv Scheduling (Kap. Scheduling)
- ) Arten von Kontrolle: logische u. temporale Kontrolle Folie 97 (Kap. Kontrolle)
- ) Arten der temporalen Kontrolle: zeitgesteuert versus ereignisgesteuert (wovon Kontrolle signal ableiten - Kap. Kontrolle)
- ) RT Transaction versus DB Transaction Folie 24/25 (Kap. RTS Requirements time constrained, 3 Zustände, Commitment-Point)
- ) Token-Protokoll überlagert mit PAR-Protokoll (Folie 137) (Kap. RT Kommunikation)

! Folie 114! (Kap. Kontrolle)

Token-Protokoll: Token Rotation Time TRT  
Token Hold Time TH

$$\left. \begin{matrix} d_{min} = 0 \\ d_{max} = TRT \end{matrix} \right\} \text{ ohne Token-Protokoll}$$

Loschfehler  $E$  des überlagerten PAR Protokolls mit 1 Wiederholung?

$$d_{min PAR} = d_{min Token} = 0$$

$$d_{max PAR} = \sum_{i=1}^{k+1} d_{max Token} = 3 * \text{Token Rotation Time (TRT)}$$

WH = 1

$$\underline{\underline{E}} = d_{max PAR} - d_{min PAR} = 3 * TRT - 0 = \underline{\underline{3 * TRT}}$$

•) Stabilität-Aktion Delay mit obigem Protokoll ohne globale Zeitbasis:

$$\text{Action Delay} = \sum_{PAR} d_{max PAR} = 3 * TRT + 3 * TRT = \underline{\underline{6 * TRT}}$$

- 81-
- 1) Synchronisationsmechanismen von Uhren detailliert
  - 2) MAC-Protokolle f. Echtzeit? + -
  - 3) Faktoren f. Netzwerk auslastung
  - 4) MAC-Protokolle f. Echtzeit? + -
  - 5) Rate monotonic priority assignment algorithm
  - 6) Scheduling wenn Prozesse durch Synchronisationsbedingung voneinander abhängig sind [Mok]
  - 7) Token-ring verfahren mit allen anderen.

*Handwritten notes:*  $\frac{1}{1+a}$   $\frac{1}{1+a}$   $\frac{1}{1+a}$   $\frac{1}{1+a}$

Nicks Prfung

- 1) Fault tolerant average algorithm [Kopetz-ClockSync]
- 2) Gibt es in Echtzeitsystemen mit CSMA/CD Probleme? Mit Token Bus/Ring? [Stallings]
- 3) Was sind die Voraussetzungen fuer rate monotonic priority assignment? [Kopetz/Sched] = 5'6
- 4) Was ist Time rigid scheduling? [Kopetz-Sched]
- 5) Mutual exclusion Problem bei deadlines [Mok]
- 6) Uhrensynchronisation [Kopetz-ClockSync, Lamport]

Martins Prfung

- 1) Was ist das End-to-end argument? [Saltzer]
- 2) Warum gibt es trotzdem layered protocols? [Saltzer]
- 3) maximale Prozessorauslastung bei statischer Prioritaetenvergabe. [Liu et al]
- 4) Arten der dynamischen Prioritaetenvergabe [Liu et al]
- 5) Vorteil der least slack Methode [Mok]
- 6) In Formeln: FTA, wieviele "gute" Uhren muess es mindestens geben, was ist eine "boese" Uhr, welche Kennzahlen fuer Uhren gibt es? [Kopetz/ClockSync]

MEINE PRIFUNG Robert

$$U = \frac{1}{1+a} \cdot 10 \cdot 0.5 \quad U = 0.66$$

$$1000 : a = 0.001 \quad U = 0.995$$

- 1) Maximale Auslastung eines LAN mit 10 Mbaud, 1km, 10 bit Breite?
- 2) Wie ändert sich die Auslastung wenn Pakete 1000 bit lang sind?
- 3) Wie funktioniert ein Paarprotokoll (Vorlesung)? Was passiert im Ethernet bei Blitzschlag?
- 4) Maximale Variabilität der Übertragungszeit bei Paarprotokoll
- 5) Obere Schranke der Genauigkeit bei FTA? Ein pathologischer Fall bei FTA, wo N=3, k=1 es trotzdem nicht funktioniert.
- 6) Gedanke des Beweises der Optimalität des earliest deadline bzw. least laxity Algos bei Mok.

*Handwritten note:* frühe Work  
 Bitte neue Aufgaben bringen!

*Handwritten note:* Guten Ruck ins letzte Jahrze auf!  
 Robert

# Echtzeitsysteme 27.2.88

## • Unterschied Echtzeitsysteme / Nicht-Echtzeitsysteme

Flusskontrolle: ~~Übertragung von Daten~~ Sender - Empfänger Synchronisation  
bei Equalen Sender  
implizit: kein Ack, Empfänger mit halt schnell genug  
Empfänger mit alles aufpassen  
explizit: Ackn, damit Sender weiß, ob Empfänger  
alles gehört hat.

? Par? Protokolle gehen in EZ-System nicht

Weil Empfänger keine Kontrolle über Sender hat.  
(z. B. Rahmen - Flussregel, Flussregel soll langsamere Flügel, weil  
Kleiner nicht mitkommen)

• Kanallänge 1 km (2. Kapitel) Stallings

Rate 10 MBit/s

100 bit Nachrichtlänge

Auswertung: propagation delay

$$t = \frac{\text{Länge}}{v} \quad \text{Rate Verzögerung um Bit km}$$
$$t = \frac{\text{Länge}}{v} \quad \text{Länge in bit Geschw}$$

## Auswertung

• Logische Zeit: Algorithmen zur Bestimmung der logischen Zeit

Nachrichten haben Time-Stamp  
Jeder Prozess hat Warteschlange  
Ein Prozess schickt an alle Message mit Zeitstempel, \* 1  
Empfänger: vergleicht Time-Stamp mit von Sender,  
wenn eigene Zeit kleiner, dann auf diese  
setzen

— Rate Monotonic

• Real Monotonic Sprach, Algorithmen: Prioritäten und Frequenz des  
Auffretens der Tasks, ...  
Max. Ausführungszeit eines Tasks und bekannt sein ...

? Auswertung was? Asymptotisch 70%

• Least? Least? Algorithmen - Prior: Deadline - Ausführungszeit  
V. Teilsequenzen optimal bei Multiprozessor-Systemen

## Uhrnsynchronisation

- Delay-Zeit auf physikalische
- Fehler der Uhr ~~besefellen~~ ~~triste~~ ~~1/4?~~  
Anstabilität Frequenzabweichung
- Zeit zur Synchronisationpunkte
- besefellen

## Fehlertoleranten + Synchronismus

alle wissen Zeiten der anderen. (zu Synchronpunkt gehen in Knoten)

Mittelwert aller Zeiten diese Fehler haben (k überste und unterste weg)  
k Knoten, k fehlerhafte Knoten

## End-to-End-Protokolle: (Vollzeil-Asynchron)

Überprüfung der Daten im Anwendungsprogramm  
Für oben zu

Bitte neue  
Anfragen bringen

### Geine Prüfung

- 1, Was ist die HAP mit HHS? [Kopetz et al.]  
S. 3.3.1
- 2, was ist ein optimales Scheduler? [Mohr]  
S. 1.3.2
- 3, Was ist der Unterschied zwischen  
interne und externe Synchronisation  
S. 3.3 u. 3.6 [Kopetz / Clock-Sync]

### Prüfungsaussagen anderer Kollegen

- 1, Welches Fieldbus-Standard ist geitet? [Arnsthan et al.]  
(HAP, Protrag)
- 2, Voraussetzungen für rate-monotonic Scheduling [Lin et al.] S. 1.1.3  
dazu: kann es bei rate-monotonic S eine 100%ige Prozessorauslastung geben  
Antwort: ja; wenn Aufgabenperioden  $T_i$  gleich lang sind (bzw ein Vielfaches voneinander (resp. niedrigsten Perioden)) und falls der Zeitverstoß wegfällt.
- 3, FTA [Kopetz / Clock-Sync] S. 3.4 dazu: Wie lautet die Sync-Bedingung S. 3.5.
- 4, erreichbare Genauigkeit bei FTA [Kopetz / Clock-Sync]
- 5, wovon hängt der Fehlerfaktor  $\epsilon$  ab — 1 — (wie wird  $\epsilon$  bestimmt?)
- 6, wie kann man sporadische Tasks bei Scheduling berücksichtigen [Mohr]  
Antwort: z.B. indem man sie zu periodischen Tasks macht (Algorithmus siehe [Mohr] Lemma 3.1)
- 7, wesentliche Merkmale eines Realzeitsystems S. 4.3.2 Pkt 2 [Kopetz / Scheduling]
- 8, wie lautet Konzept der Konzept der logischen Uhren ein S. 5.2.2 f [Kampert]  
Achtung: sehr wichtig!! Grundlegende Arbeit aller Echtzeitsysteme  
dazu Was ist der (wichtige) Unterschied zwischen logischer Zeit und physikalischer Zeit  
Antwort: logische Zeit kann keine Zeitdauer messen (zwischen zwei Ereignissen) sondern nur Ereignisse.
- 9, strukturelles Beispiel: Es werden z.B. zwei Tasks gegeben:  $T_1 = (c_1, d_1, p_1)$ ,  $T_2 = (c_2, d_2, p_2)$   
(Länge mit konstanten Werten) mit mutual exclusion condition. Man soll dafür einen Scheduler h  
was ist die best laxity algo [Mohr]  
was ist eine virtuelle Maschine [Vollmer]



1.) Was passiert bei Sync. von Ez prüfe  
Uhren im Diagramm Zeit/ Ungenauigkeit

1.) FTA: Um welchen Faktor wird ~~Zeit~~  
globale Zeit ungenauer

1.) Ext. Sync. (was ist das)

1.) ~~Langport~~ - Algorithmus:

Gerechtes Verteilen einer Ressource  
Verteilte Algorithmus (z.B.: 1 Drucker ~~Rate~~  
für mehrere Tasks)

1.) ~~Robust~~ ist ~~Langport~~ robust?

nein

1.) ~~Rate~~ Monotonic - Sch. - Alg.:

~~ist optimal: wenn ein an~~

1.) Voraussetzungen auf 1 Steigbarkeit?

keine Garantie darüber,

Task müssen gut zusammen passen

1.) wie ist diese Approximation?

Perioden immer ganzzahliges Vielfaches

~~1.) Static-Pro~~

1.) Least-Lexicity-Alg.:

1.) End-to-End

(Ebene 7)

Global & Flusskontrolle um in oberste Schicht

1.) Impl. / Expl. Flusskontrolle

1. Aufwand für Projekt: 30%

Wer zahlt den Aufwand? schwer, da  
Gesamtkosten noch nicht bekannt  
Studie getrennt bezahlt & abgewickelt  
Prophrealisierung:

Softwareentwurf - Modellentwurf

↓  
Meilenstein: Vollständigkeit & Konsistenz -  
prüfung (= Prüfung d. Baug)

○ Aufwand: 20%

Softwareentwicklung: 20%

40% für Integration & Akzeptanztest

Schulung: früh beginnen! (auch Handbuch)

6.1.3.,

Akzeptanztest: Funktionen & Leistungsmerkmale-Test  
Funkt:

○ Ref: Hochlast, Zeitverhalten, response-time  
Zuverlässigkeitstest 1-4 Wochen

# Unterschied $\epsilon\epsilon$ - $\tau\epsilon\epsilon$ -System

E2

Hard-Real, Soft-Real,  
Kommunikation, Hochlast,

6-

•) Ethernet verteiltes Hard-Real-System;  
Ereignis (plötzl. Hochlast) tritt auf:  
... Alle wollen Bus  $\Rightarrow$  wer kriegt Bus?

•) Baseband - Broadband - Unterschied

•) Wie hoch ist bestmögliche Auslastung eines Kanals:

Nachrichtentlänge 100 Bit,  
10M Bit/sec., 1km Länge:  
ges: Obere Grenze der Auslastung

Lichtgeschw: 200.000 km/s  $\Rightarrow$  5  $\mu$ s / km =  $\Delta$   
 $\Delta$  ... Ausbreitungszeit

$$10^{-7} \text{ Bit} \cdot 5 \mu\text{s} = 50 \text{ Bit immer am Bus stehen}$$

$$\frac{1}{1+a} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3} \dots \approx 66\% \text{ Auslastung}$$

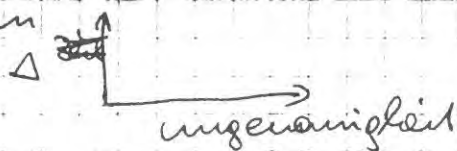
•) Synchronisation d. Uhren mit zentralen Algorithmus: Fehler = ?

Int.-Synchr. mit  $k=0$ ; ges:  $\Delta$

$\Delta$  bestimmt: Drift rate, Reading-Error  
(= Variabilität v. Zugriffszeiten)

•) Sync-Bedingung: ~~Drift rate~~

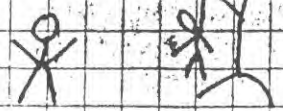
Diagramm



(idealen Uhren,  
Uhren mit Fehler)



•) Kessler - Vous in solo



-) Andere Konstruktive der  
Interprozesskommunikation

~~Frage~~  
was wäre wenn

•) Uhren nach Lambert:

synchronisiert werden?

-) Welche Uhr gibt Zeit an?

~~die~~ schnellste Uhr

-) Was ist FTA?

-) wie eliminiert man schlechte Uhren? -

-) Sync - Genauigkeit von FTA?

-) Unscharfe = Schnellste - Langsamste  
Uhrfragungszeit

-) Abschrauben d. diese Zeit bei Elter net?

Nein.

-) Funktionelle Spezifikation

-) Akzeptanztest