



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ



Professur  
Betriebssysteme

## 3. Übung

# Verlässliche Systeme

Jafar Akhundov

### Aufgabe 1

Theoretische Fragen:

- Definieren Sie die Fehlertoleranz und Fehlerintoleranz im Systemdesign. Was ist der Unterschied zwischen den beiden?
- Wie toleriert man Fehler im System?
- Welche Redundanztypen kennen Sie?
- Geben Sie Beispiele zu jedem Redundanztyp.
- Denken Sie an "backward recovery". Versuchen Sie, eine grobe Timing-Analyse für das fehlerhafte Verhalten durchzuführen. Welche Laufzeiten sind möglich? Versuchen Sie, diese im Worst Case zu quantifizieren. Welche Auswirkungen hat das auf das gesamte System?
- Beschreiben Sie das Funktionsprinzip von einem TMR. Denken Sie an die Eigenschaften bzw. Funktionen, die das Voter-Modul besitzen soll.
- Welche Metriken existieren für die Beschreibung von fehler-toleranten Systeme? Wozu braucht man diese überhaupt?

### Aufgabe 2

Ein bewegender Satellit kann Kommunikationsprobleme mit der Erdestation haben. Die Anzahl von solchen Probleme in einem Monat ist eine Poisson-Zufallsvariable mit der Dichtefunktion  $\frac{e^{-5}5^k}{k!}$ . Mit Hilfe eines Backup-Busses kann der Satellit die Kommunikation in 1 Minute wiederherstellen. Finden Sie die mittlere Verfügbarkeit  $A$  des Satellites.

### Aufgabe 3

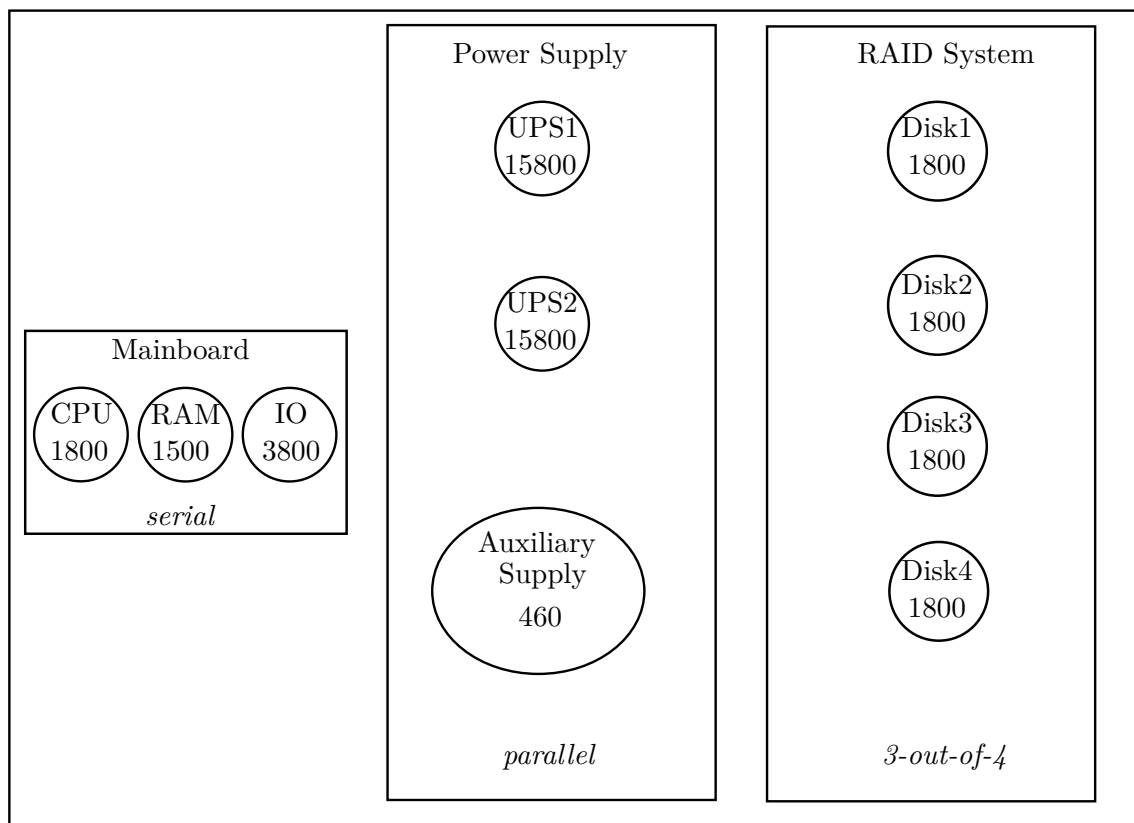
In einem TMR-System sei die Zuverlässigkeit  $R_M = 0,9$  (jeweils) für jedes der Ausführungs-module. Wie groß muss die Zuverlässigkeit des Voters mindestens sein, damit der Einsatz vom TMR überhaupt sinnvoll ist?

#### Aufgabe 4

Eine Forschungsprobe habe eine MTTF von 3000 Stunden. Berechnen Sie die Missionsdauer für das Niveau  $R(t) = 0,97$ . Machen Sie sich die Bedeutung des erhaltenen Ergebnisses klar.

#### Aufgabe 5

Ein Computersystem bestehe aus einer Hauptplatine, einer Stromversorgung und einem Speichersystem. Auf der Hauptplatine befinden sich die CPU, der flüchtige Speicher und das Ein-/Ausgabemodul. Alle Einheiten müssen funktionieren. Die Stromversorgung ist mehrfach ausgelegt. Sie besteht aus zwei UPSs (unterbrechungsfreie Stromversorgung) und einer Hilfeversorgung. Mindestens eine Stromversorgung muss funktionieren. Das RAID-System besteht aus vier Disks, von denen mindestens drei funktionieren müssen. Die jeweiligen MTTFs sind in der Abb. gegeben.

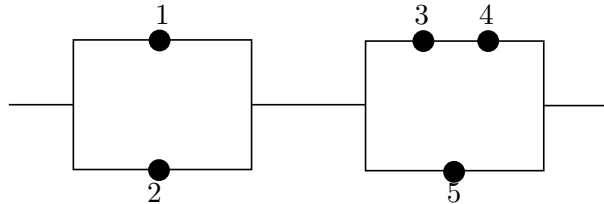


- Wie groß ist die MTTF der Hauptplatine?
- Wie groß ist die MTTF der Stromversorgung?
- Wie groß ist die MTTF des RAID-Systems?
- Wie groß ist die MTTF des gesamten Systems?

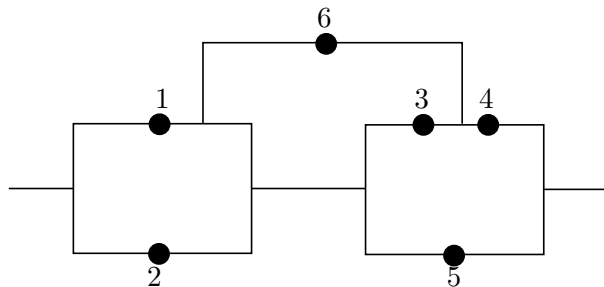
### Aufgabe 6

Berechnen Sie die resultierende Verlässlichkeit des gesamten Systems.  $R_1 = 0.9, R_2 = 0.9, R_3 = 0.99, R_4 = 0.99, R_5 = 0.87, R_6 = 0.99$

a) System 1:



b) System 2:



### Literatur

- [1] Ronald Meester - A Natural Introduction to Probability Theory. 2008 Birkhäuser Verlag.
- [2] Hwei Hsu - Theory and Problems of Probability, Random Variables, and Random Processes. Schaum's Outline Series