

# Theoretisches Aufgabenblatt 4

**Hinweis:** Dieses Aufgabenblatt wird am 19.12.2017 von 10.15 Uhr bis 11.45 Uhr in Raum OH14/E23 besprochen. Sie sind nicht verpflichtet, Ihre Lösungen abzugeben.

## 1 FPGA

Viele FPGAs nutzen Look-Up-Tables für boolesche Funktionen. Frühere FPGAs nutzten Look-Up-Tabellen für 4 Variablen (Speicher mit 4 Adress-Inputs). Mithilfe entsprechender Konfigurationen konnte jede boolesche Funktion mit 4 Variablen implementiert werden. Wie viele boolesche Funktionen mit 4 Variablen gibt es? Wir ignorieren an dieser Stelle Symmetrien und berücksichtigen auch einfache Funktionen wie beispielsweise konstante Funktionen.

**Lösung:**  $2^4 = 2^{16} = 65536$

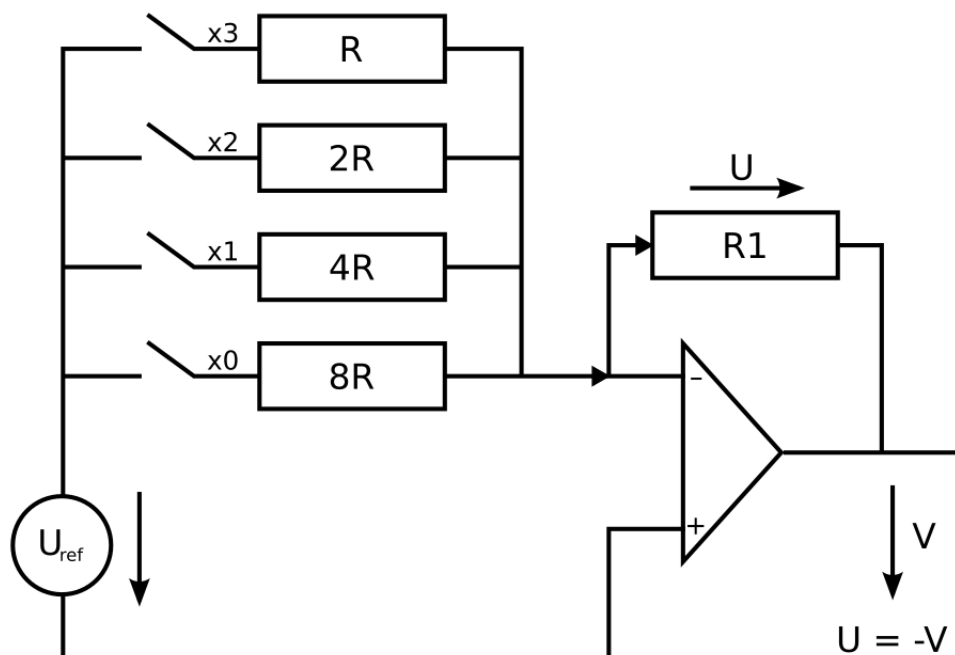
## 2 Speicherhierarchie

Was ist das *Memory-Wall-Problem*? Wie funktionieren Scratchpad Memory (SPM) und Cache Memory? Was sind die Vorteile und Nachteile von Scratchpad Memory und Cache Memory?

**Lösung:** Vgl. es-chen-3.3.pdf, Folien 25-37.

## 3 D/A-Wandler

Betrachten Sie den folgenden D/A-Wandler:



Gegeben sei im Folgenden:  $U_{ref} = 5V$ ,  $R = 1k\Omega$ .

- Wie groß ist der Rückkopplungswiderstand  $R_1$  zu wählen, wenn die Digitalwerte in einen Spannungsbereich von  $0V - 10V$  abgebildet werden sollen?
- Die Genauigkeit der D/A-Wandlung mittels Summenstromwandler ist stark abhängig von der Genauigkeit (Toleranz) der verwendeten Widerstände. Bei zu großen Abweichungen vom Sollwert kann es vorkommen, dass der für einen bestimmten Binärwert  $b$  gelieferte Strom geringer ist als der für den nächstgeringeren Binärwert  $b - 1$  (Monotoniefehler).
  - Bei welchem Binärwert ist die größte Auswirkung eines solchen Monotoniefehlers zu erwarten?
  - Berechnen Sie für diese beiden Werte jeweils den Stromfluss.
  - Um wie viel  $\Omega$  darf der Wert von Widerstand  $R$  maximal nach oben abweichen, damit kein Monotoniefehler auftritt?

Welcher der Widerstände am Eingang beeinflusst die Genauigkeit des Wandlers am meisten? Wie hoch darf die Toleranz dieses Widerstandes in Bezug auf die Wandlerrauflösung maximal sein?

**Lösung:**

- $1.067k\Omega$
- $0111 \rightarrow 1000$
- $I_{0111} = \frac{7 \cdot U_{ref}}{8 \cdot R} = 4.375mA$ ,  $I_{1000} = \frac{U_{ref}}{R} = 5mA$
- $\frac{5 \cdot U}{R} > 4.375mA$
- $R$  an  $x3$
- $142.8\Omega$

## 4 RTOS

- Was sind die Anforderungen eines RTOS?
- Erklären Sie, wie ein RTOS Real-Time-Tasks unter Fixed-Priority-Scheduling schedulet.
- Erklären Sie, wie Sie Standardbetriebssysteme mit Echtzeiterweiterungen versehen können. Erklären Sie, ob in einem solchen Fall Real-Time-Tasks alle Systemaufrufe des Standardsystems nutzen können oder nicht.

**Lösung:** Scheduling anhand einer Prioritätstabelle, traversiert mittels einer Schleife. Für die Übrigen Fragen vgl. es-chen-4.1.pdf, Folien 12-27.

## 5 Interrupt Handling

RTOS erfordern eine beschränkte Verzögerung bei der Interruptbehandlung. Wenn ein Interrupt entdeckt wird, führt der Prozessor einen Kontextwechsel durch (er pausiert vorübergehend die Ausführung des aktuellen Tasks und führt eine spezifische Interrupt Service Routine (ISR) aus). Dies kann zu einer Verlängerung der Response Time führen. Erklären Sie, wie Interrupts in einem Echtzeitbetriebssystem behandelt werden sollten, um ihren Einfluss auf die Real-Time-Tasks des Systems zu reduzieren.

**Hint:** Sie können sich auf Abschnitt 2 des folgenden Artikels beziehen: Björn B. Brandenburg, Hennadiy Leontyev, James H. Anderson: An overview of interrupt accounting techniques for multiprocessor real-time systems. Journal of Systems Architecture - 57(6): 638-654 (2011)

**Lösung:** Vgl. Abschnitt 2 des angegebenen Artikels.

## 6 Aperiodisches Scheduling

Betrachten Sie ein System mit drei Tasks, die alle zum Zeitpunkt  $t = 0$  eintreffen.:

- Task T1 hat eine Ausführungszeit von 9 Zeiteinheiten und eine (absolute) Deadline zum Zeitpunkt 25.
- Task T2 hat eine Ausführungszeit von 3 Zeiteinheiten und eine (absolute) Deadline zum Zeitpunkt 10.
- Task T3 hat eine Ausführungszeit von 10 Zeiteinheiten und eine (absolute) Deadline zum Zeitpunkt 15.

Welchen Algorithmus würden Sie für das Scheduling dieser drei Tasks einsetzen? Warum?

**Lösung:** EDD. Vgl. es-chen-4.2.pdf, Folien 17-21.

## 7 Schedulabilitytests

Geben Sie für das vorherige Beispiel

- einen notwendigen,
- einen exakten
- und einen hinreichenden

Schedulabilitytest an!

**Lösung:**

- $\sum_{i=1}^3 C_i \leq D_{max} = 25$
- $\sum_{i=1}^3 C_i \leq D_{min}$
- $\forall k, \sum_{i:D_i \leq D_k} C_i \leq D_k$

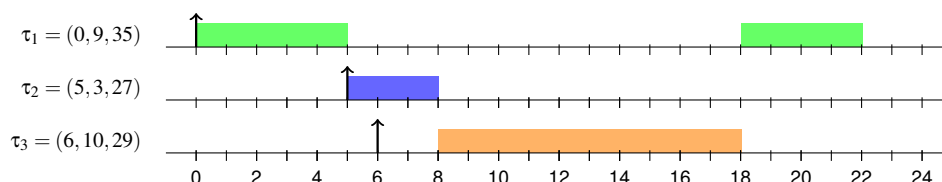
## 8 EDF-Scheduling

Betrachten Sie ein System mit drei Tasks:

- Task T1 trifft zu Zeitpunkt 0 ein, hat eine Ausführungszeit von 9 Zeiteinheiten und eine Deadline zum Zeitpunkt 35.
- Task T2 trifft zu Zeitpunkt 5 ein, hat eine Ausführungszeit von 3 Zeiteinheiten und eine Deadline zum Zeitpunkt 27.
- Task T3 trifft zu Zeitpunkt 6 ein, hat eine Ausführungszeit von 10 Zeiteinheiten und eine Deadline zum Zeitpunkt 29.

Geben Sie einen Schedule für dieses Tasksystem an, indem Sie das Earliest-Deadline-First-Verfahren (EDF) nutzen!

**Lösung:**



## 9 Least-Laxity-Scheduling

Geben Sie einen Schedule für das Tasksystem aus der vorherigen Aufgabe an, indem Sie das Least-Laxity-Verfahren nutzen!

**Lösung:**

