

Informatik C

Grundlagen der Technischen Informatik
Prof. Dr. Mario Porrmann, M.Sc. Marc Rothmann

Übung 4 - Programmierbare Bausteine und Hazards

Abgabe am Mo, 2.12.2019, bis 12:00 Uhr in den Briefkästen im Gebäude 69

Vermerken Sie auf Ihren Abgaben immer gut erkennbar **Ihre Namen** und **den Namen Ihres Tutors!** Übungsblätter bitte **zusammenheften!**

Aufgabe 4.1: ALU in Digital (4 + 4 + 4 + 12 + 4 + 12 = 40 P)

In dieser Aufgabe soll Schritt für Schritt eine vollständige 16-Bit ALU in Digital gebaut werden. Sie soll 4 verschiedene Operationen ausführen können: Addition, Und, Negation und RShift.

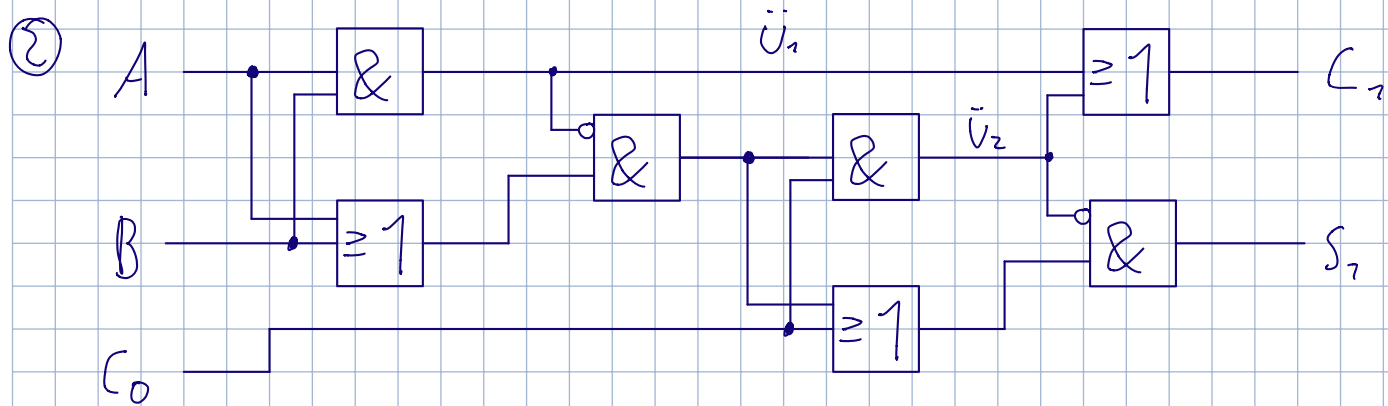
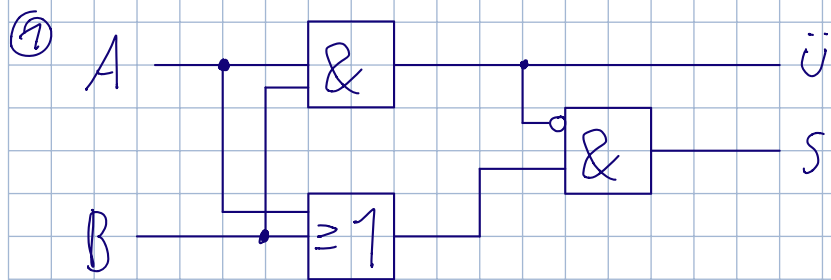
- a) Skizzieren Sie auf einem Blatt Papier:
 - 1) Einen Halbaddierer
 - 2) Einen Volladdierer aus Halbaddierern.
- b) Bauen Sie einen Halbaddierer in Digital.
- c) Verwenden Sie Ihren Halbaddierer, um einen Volladdierer in Digital zu bauen.
- d) Verwenden Sie Ihren Volladdierer, um einen 16-Bit Addierer in Digital zu bauen.
- e) Bauen Sie einen 16-Bit Ringshifter in Digital, um damit später die RShift Operation implementieren zu können. Der Ringshifter hat nur einen Eingang und einen Ausgang. Er soll die Bits des Eingangs um eine Position nach links verschieben und das Bit, das nach links herausgeschoben wurde, soll rechts (an der 0. Position) wieder eingefügt werden.
Tipp: Verwenden Sie die „Splitter“ Komponente.
- f) Bauen Sie eine ALU in Digital. Sie soll folgende Eingänge besitzen: zwei 16-Bit Dateneingänge (A und B), einen 2-Bit Selektor-Eingang (Sel), sowie einen 16-Bit Ausgang (Out). Je nach Wert des Selektors soll die ALU folgende Operation durchführen:

Selektor	Operation
00	A + B
01	A and B
10	not A
11	rshift A

Verwenden Sie dafür die Komponenten aus den vorherigen Aufgabenteilen, sowie ein Und-Gatter und ein Nicht-Gatter aus Digital. Falls Sie die vorherigen Aufgaben nicht gelöst haben, können Sie auch für die Addition die entsprechende Komponente aus Digital verwenden.

- g) Zusatzaufgabe (optional): Erweitern Sie Ihren 16-Bit Addierer und ihre ALU um ein Overflow-Flag. Dieses soll 1 sein, wenn bei einer 2er-Komplement Addition ein Overflow entsteht. Also beispielsweise bei den Rechnungen: $30000 + 30000$ oder $-30000 - 30000$.

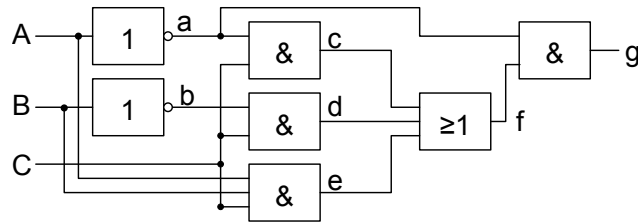
4.1 a)



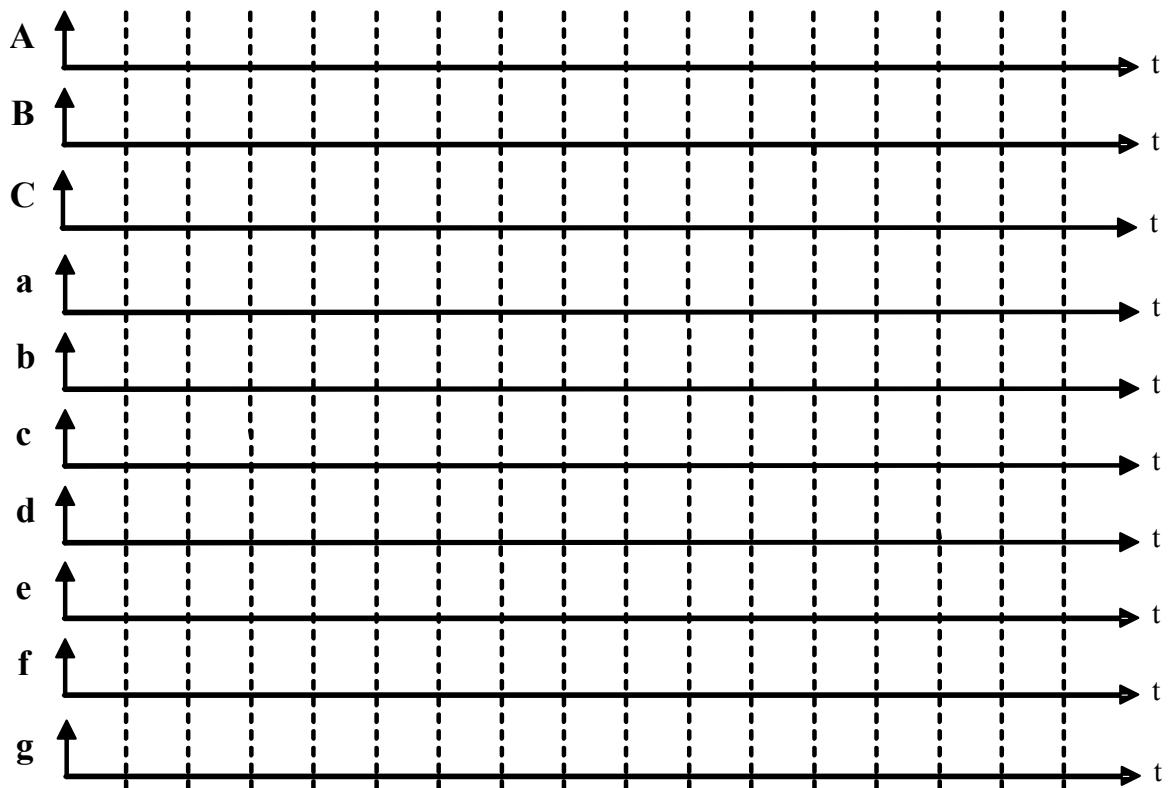
Aufgabe 4.2:

Hazard-Analyse

(10 + 5 + 10 + 10 + 5 = 40 P)



- Nennen Sie die unterschiedlichen Typen von Hazards. Was sind ihre jeweiligen Ursachen? Warum sollte man versuchen, Hazards zu vermeiden?
- Geben Sie für obige Schaltung die DNF der Teilfunktion f an und verdeutlichen Sie sie in einem KV-Diagramm.
- Finden Sie in der obigen Schaltung alle Stellen, an denen Hazards vorliegen, und benennen Sie die Art des Hazards. Wie lassen sich die Hazards von f im KV-Diagramm erkennen?
- Überlegen Sie sich eine geeignete Eingangssequenz für die Eingänge A , B und C , bei der ein dynamischen Hazard vorliegt, und tragen Sie diese in das Impulsdiagramm ein. Die Durchlaufverzögerung sei für alle Gatter gleich und durch einen Strichabstand gegeben. Vervollständigen Sie dann das Impulsdiagramm für die Schaltnetz-Punkte a , b , c , d , e , f und g .



- Beseitigen Sie die Hazards durch eine entsprechende Schaltungsmodifikation. Geben Sie die DNF der hazardfreien Schaltung an und zeichnen Sie deren Implementierung.

a) Statische Hazards

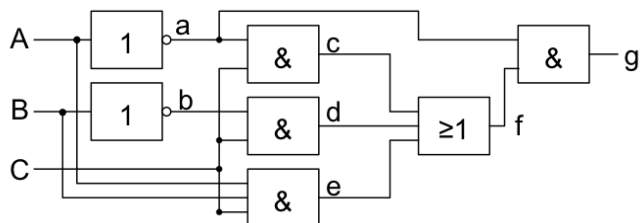
- Ein Wechsel am Eingang führt zu einer temporären Änderung am Ausgang
- Ursache: Verzögerung in vorliegenden Gattern

Dynamische Hazards

- Ein Wechsel am Eingang führt zu mehreren Änderungen am Ausgang, die sich eingpendeln, wenn alle Gatter den neuen Stand erreicht haben.
- Ursache: Summierung von mehreren statischen Hazards

Problem: Wenn Hazards als valide Signale gewertet werden kann es zu Fehlern in der anschließenden Schaltung führen

b)



$$a = \overline{A}$$

$$b = \overline{B}$$

$$c = a \cdot C$$

$$d = b \cdot C$$

$$e = A \cdot B \cdot C$$

$$f = c + d + e$$

$$f = (\overline{A} \cdot C) + (C \cdot \overline{B}) + (A \cdot B \cdot C)$$

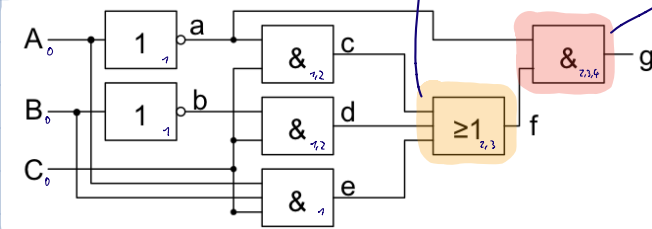
$$f = C$$

		b	
		0	1
c	0	0	0
	1	1	1
a	0	0	0
	1	0	0

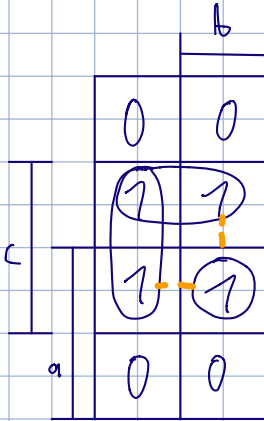
Hazards:

statistischer 0 Hazard

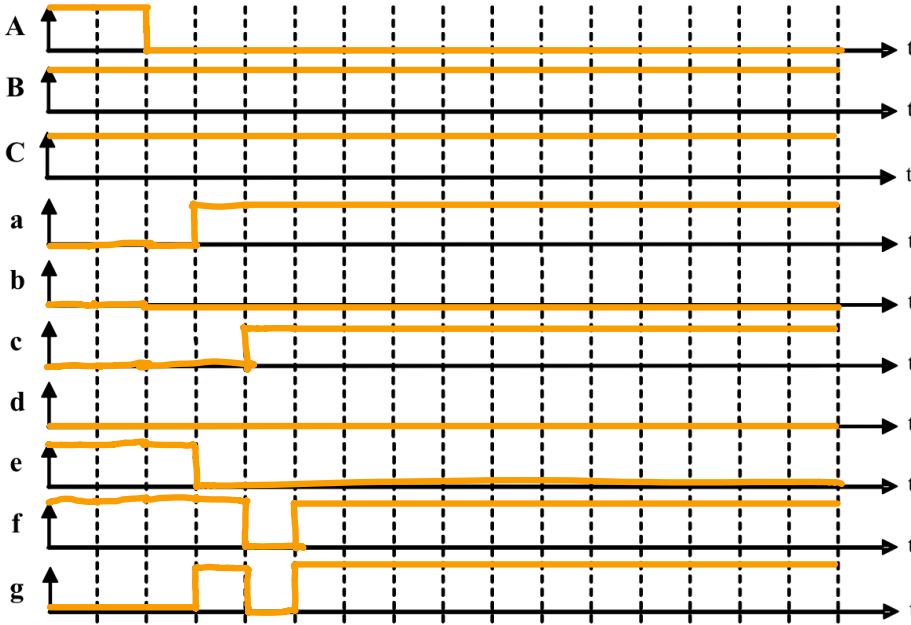
Dynamischer Hazard



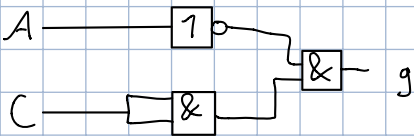
c)



d)



e)

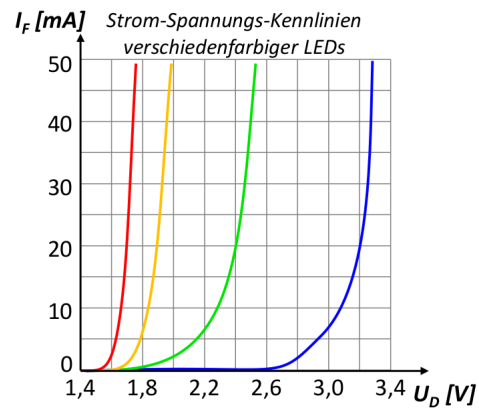
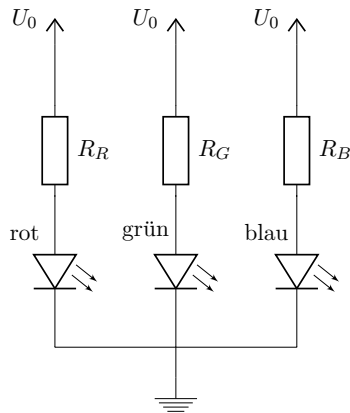


$$g(x) = \bar{A} \cdot (C \cdot C)$$

Aufgabe 4.3:

Vorwiderstände für LEDs

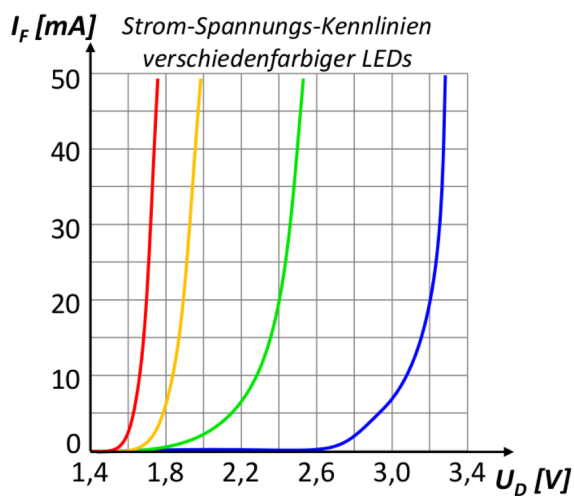
(20 P)



Eine RGB-LED besteht aus einer roten, einer grünen und einer blauen LED in einem Gehäuse. Dabei teilen sich alle drei LEDs eine gemeinsame Kathode, haben aber jeweils eine eigene Anode. Im obigen Schaltkreis sind die Anoden der drei LEDs über Widerstände an die Versorgungsspannung $U_0 = 5V$ angeschlossen.

Bestimmen Sie die Vorwiderstände R_R , R_G und R_B , so dass durch alle LEDs ein Strom von 20mA fließt. Verwenden Sie dafür die Kennlinien der LEDs, die in der obigen Abbildung dargestellt sind.

6.3



$$U_{RL} \approx 1,7 \text{ V}$$

$$U_{GL} \approx 2,4 \text{ V}$$

$$U_{BL} \approx 3,2 \text{ V}$$

$$I_{RL} = I_{GL} = I_{BL} = 20 \text{ mA}$$

$$U_R = U_0 - U_{RL} = 5 \text{ V} - 1,7 \text{ V} = 3,3 \text{ V}$$

$$U_G = U_0 - U_{GL} = 5 \text{ V} - 2,4 \text{ V} = 2,6 \text{ V}$$

$$U_B = U_0 - U_{BL} = 5 \text{ V} - 3,2 \text{ V} = 1,8 \text{ V}$$

$$R_R = U_R / I_{RL} = \frac{3,3 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 165 \Omega$$

$$R_G = U_G / I_{GL} = \frac{2,6 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 130 \Omega$$

$$R_B = U_B / I_{BL} = \frac{1,8 \text{ V}}{0,02 \text{ A}} = 90 \Omega$$