

Professor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski

Aachen, 11. Dezember 2009

Hilal Diab, M.Sc.

SWS: V4/Ü2, ECTS: 7

Kamal Barakat, M.Sc.

Dipl.-Inform. Dominik Franke

Einführung in die Technische Informatik

WS 2009/2010

Scheinklausur

Hinweise

Bitte sorgfältig durchlesen.

- Tragen Sie auf allen Blättern Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.
- Benutzen Sie den Platz auf den Aufgabenblättern und berücksichtigen Sie, dass auch auf den Rückseiten Aufgaben stehen.
- Sollte Ihnen der Platz nicht ausreichen, so können Sie die angehängten leeren Blätter verwenden.
- Jeder Punkt entspricht durchschnittlich einer Bearbeitungszeit von ungefähr einer Minute. Die Bearbeitungszeit für die gesamte Klausur beträgt 90 Minuten.
- Schreiben Sie nur mit dokumentenechten Stiften, wie z. B. Kugel- oder Tintenschreiber in blauer oder schwarzer Farbe. **Lösungen mit Bleistift werden nicht bewertet.**
- Legen Sie Ihren Studierendenausweis und einen amtlichen Lichtbildausweis bereit.
- Es sind **keine Hilfsmittel** erlaubt (außer Schreibzeug). Mit Ihrer Unterschrift versichern Sie Eides statt, dass die Prüfungsleistung von Ihnen ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht worden ist.

Auswertung

Aufgabe	Punkte	Ergebnis
1	6,0	
2	8,0	
3	9,0	
4	5,0	
5	18,0	
6	5,0	
7	4,0	
8	10,0	
9	7,0	
10	7,0	
11	11,0	
Gesamt:	90,0	

Note:

Vorname, Name:	Matr.-Nr.:
----------------	------------

 Unterschrift

Aufgabe 1 : Zahlendarstellung (6 Punkte)

Konvertieren Sie die gegebenen Zahlen in das jeweils angegebene Zahlensystem.

$$\text{a) } (202)_{10} = (\boxed{11001010})_2$$

$$\text{b) } (212)_6 = (\boxed{80})_{10}$$

$$\text{c) } (CA02)_{16} = (\boxed{145002})_8$$

Aufgabe 2 : Funktionale Vollständigkeit, Boolesche Algebra (8 Punkte)

Für diese Aufgabe sei ausschließlich bekannt, dass die Menge $\{\neg, +, \cdot\}$ funktional vollständig ist.

- a) Zeigen Sie: $\{1, \leftrightarrow\}$ ist funktional vollständig. Zur Erinnerung: $A \leftrightarrow B = A \cdot \bar{B}$.

[6 Punkte]

Lösung:

Negation: $\bar{A} = 1 \cdot \bar{A} = 1 \leftrightarrow A$

Konjunktion: $A \cdot B = A \cdot \bar{\bar{B}} = A \leftrightarrow \bar{B} = A \leftrightarrow (1 \leftrightarrow B)$

Disjunktion: $A + B = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} = 1 \leftrightarrow (\bar{A} \cdot \bar{B}) = 1 \leftrightarrow (\bar{A} \leftrightarrow B) = 1 \leftrightarrow ((1 \leftrightarrow A) \leftrightarrow B)$


- b) Was versteht man unter einer Booleschen Algebra? Formulieren Sie Ihre Antwort in vollständigen Sätzen!

[2 Punkte]

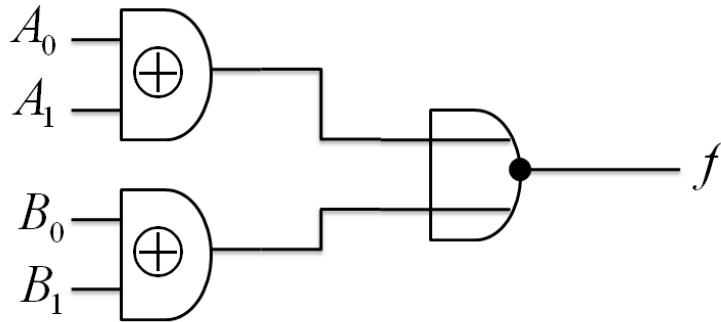
Lösung: Unter einer Booleschen Algebra versteht man einen komplementären, distributiven Verband, in dem es ein kleinstes (0) und ein größtes (1) Element gibt.

Aufgabe 3 : Boolesche Algebra (9 Punkte)

Sei folgendes Schaltbild gegeben:

(Hinweis:  stellt das Schaltsymbol für XOR dar.)

A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



- a) Lesen Sie die Funktion f aus dem Schaltbild ab. Verwenden Sie zur Darstellung der Funktion nur die Operatorenmenge $\{\neg, \cdot, +\}$. [2 Punkte]

Lösung: $f = \overline{(A_0 \bar{A}_1 + \bar{A}_0 A_1) + (B_0 \bar{B}_1 + \bar{B}_0 B_1)}$

- b) Wandeln Sie die Funktion mithilfe der Regeln der Booleschen Algebra in die zugehörige DNF um. Notieren Sie mindestens 3 Zwischenschritte Ihrer Umformung und Ihr Endergebnis. [7 Punkte]

Lösung:

$$\begin{aligned}
 f &= \overline{(A_0 \bar{A}_1 + \bar{A}_0 A_1) + (B_0 \bar{B}_1 + \bar{B}_0 B_1)} \text{ (de Morgan)} \\
 &= \overline{(A_0 \bar{A}_1 + \bar{A}_0 A_1)} \cdot \overline{(B_0 \bar{B}_1 + \bar{B}_0 B_1)} \text{ (de Morgan)} \\
 &= (\bar{A}_0 \bar{A}_1 \cdot \bar{\bar{A}_0 A_1}) \cdot (\bar{B}_0 \bar{B}_1 \cdot \bar{\bar{B}_0 B_1}) \text{ (de Morgan)} \\
 &= ((\bar{A}_0 + A_1) \cdot (A_0 + \bar{A}_1)) \cdot ((\bar{B}_0 + B_1) \cdot (B_0 + \bar{B}_1)) \text{ (Distributivgesetz)} \\
 &= (\bar{A}_0 A_0 + \bar{A}_0 \bar{A}_1 + A_1 A_0 + A_1 \bar{A}_1) \cdot (\bar{B}_0 B_0 + \bar{B}_0 \bar{B}_1 + B_1 B_0 + B_1 \bar{B}_1) \text{ (Komplementgesetze)} \\
 &= (\bar{A}_0 \bar{A}_1 + A_0 A_1) \cdot (\bar{B}_0 \bar{B}_1 + B_0 B_1) \text{ (Distributivgesetz)} \\
 &= \bar{A}_0 \bar{A}_1 \bar{B}_0 \bar{B}_1 + \bar{A}_0 \bar{A}_1 B_0 B_1 + A_0 A_1 \bar{B}_0 \bar{B}_1 + A_0 A_1 B_0 B_1
 \end{aligned}$$

Aufgabe 4 : Karnaugh (5 Punkte)

Gegeben sei die Boolesche Funktion:

$$f = x_3\bar{x}_2\bar{x}_1\bar{x}_0 + \bar{x}_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 + \bar{x}_3x_2\bar{x}_1x_0 + x_3x_2\bar{x}_1x_0 + x_3\bar{x}_2\bar{x}_1x_0 + \bar{x}_3x_2x_1x_0 + x_3x_2x_1x_0 + x_3\bar{x}_2x_1\bar{x}_0$$

- a) Füllen Sie das folgende Karnaugh-Diagramm für die obige Funktion f aus und kennzeichnen Sie Primplikanten durch Blöcke!

[3 Punkte]

$x_1x_0 \backslash x_3x_2$	00	01	11	10
00		1		
01		1	1	
11		1	1	
10	1	1		1

- b) Minimieren Sie die Funktion f mithilfe des Karnaugh Diagramms und geben Sie das Minimalpolynom für f an.

[2 Punkte]

Lösung: $f = \bar{x}_1x_0 + x_2x_0 + x_3\bar{x}_2\bar{x}_0$

Aufgabe 5 : Multiplexer (18 Punkte)

Gegeben sei die Boolesche Funktion $f(A, B, C)$, die *genau dann* wahr ist, wenn *exakt zwei* der drei Variablen denselben Wert haben. Zum Beispiel ist $f(0, 0, 0) = 0$, weil drei Variablen denselben Wert haben und nicht genau zwei.

- a) Erstellen Sie eine Wertetabelle der Funktion f .

[1 Punkt]

Lösung:

A	B	C	f
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

- b) Geben Sie die KNF der Funktion f an.

[1 Punkt]

Lösung: $f = (A + B + C) \cdot (\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$

- c) Füllen Sie das folgende Karnaugh Diagramm entsprechend der Funktion f aus und kennzeichnen Sie alle Primplikatanten durch Blöcke.

[3 Punkte]

		BC			
		00	01	11	10
A	0		1	1	1
	1	1	1		1

		BC			
		00	01	11	10
A	0		1	1	1
	1	1	1		1

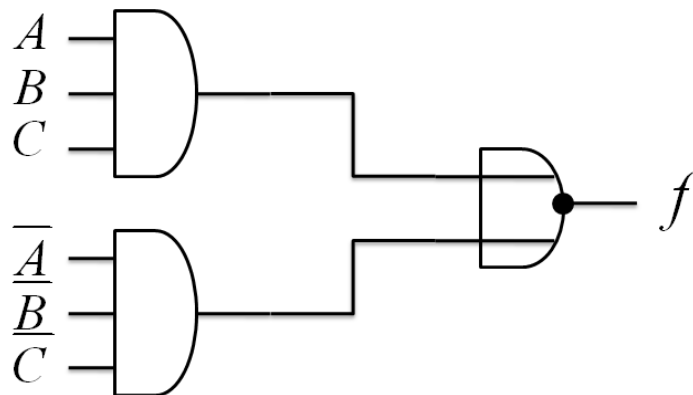
- d) Geben Sie alle Minimalpolynome von f an.

[3 Punkte]

Lösung: $f = B\bar{C} + A\bar{B} + \bar{A}C$ und
 $f = A\bar{C} + \bar{B}C + \bar{A}B$

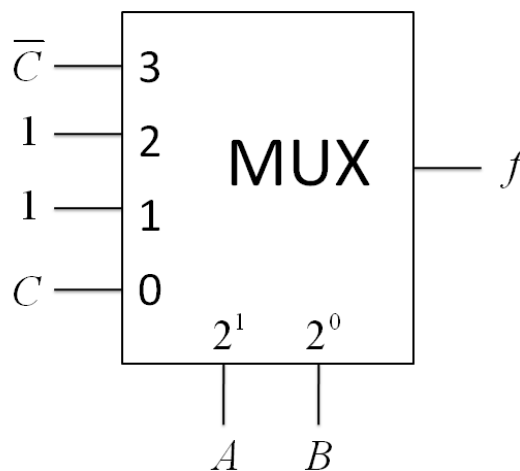
- e) Wie müssen Sie die Eingänge der gegebenen Schaltung mit $A, B, C, \bar{A}, \bar{B}$ oder \bar{C} verbinden, damit die Funktion f realisiert wird? Beschriften Sie die Eingänge entsprechend.

[3 Punkte]



- f) Wie müssen Sie die Eingänge des MUX mit $A, B, C, \bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, 0$ oder 1 verbinden, damit die Funktion f realisiert wird? Schreiben Sie Ihre Lösung an die Eingänge.

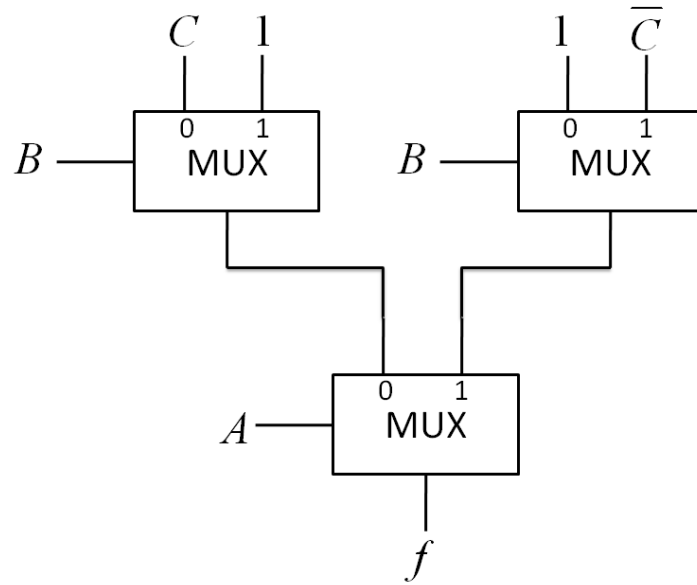
[3 Punkte]



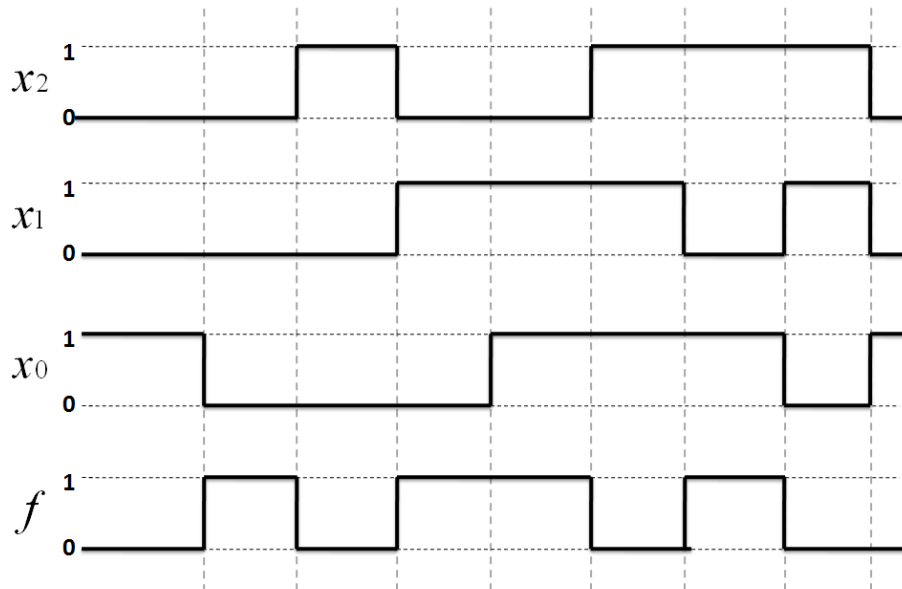
- g) Realisieren Sie die Funktion f mit drei 1-MUX Bauteilen. Als Eingänge dürfen Sie wie oben $A, B, C, \bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, 0$ oder 1 verwenden.

[4 Punkte]

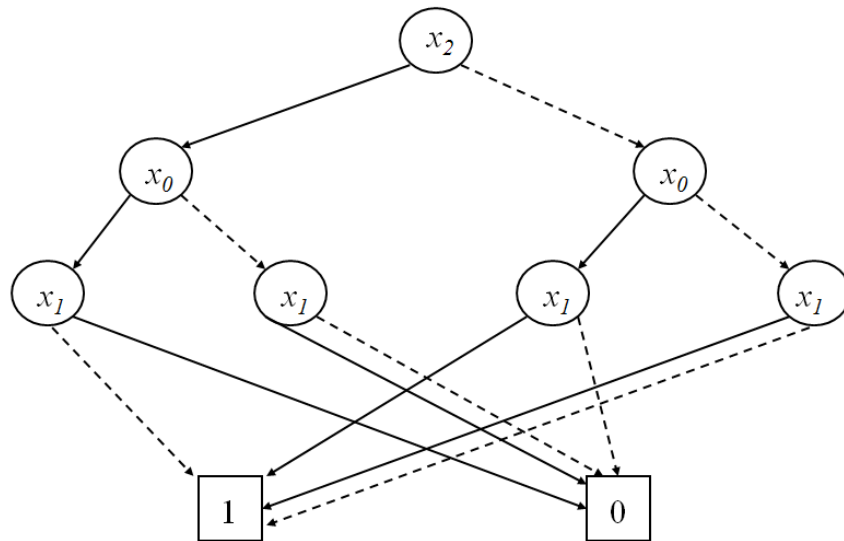
Lösung:

**Aufgabe 6 : OBDD (5 Punkte)**

Gegeben sei der folgende Signalverlauf für x_2, x_1, x_0 und $f(x_2, x_1, x_0)$.

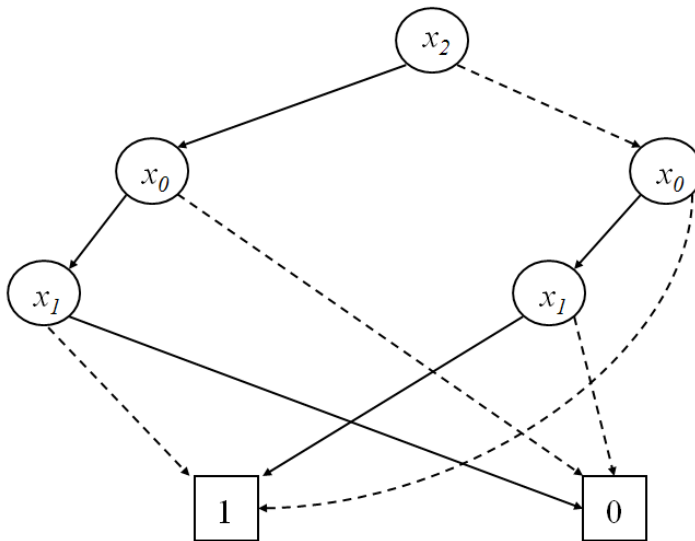


- a) Erstellen Sie zu der gegebenen Booleschen Funktion $f(x_2, x_1, x_0)$ ein OBDD für die Variablenordnung $x_2 < x_0 < x_1$. [3 Punkte]

Lösung:

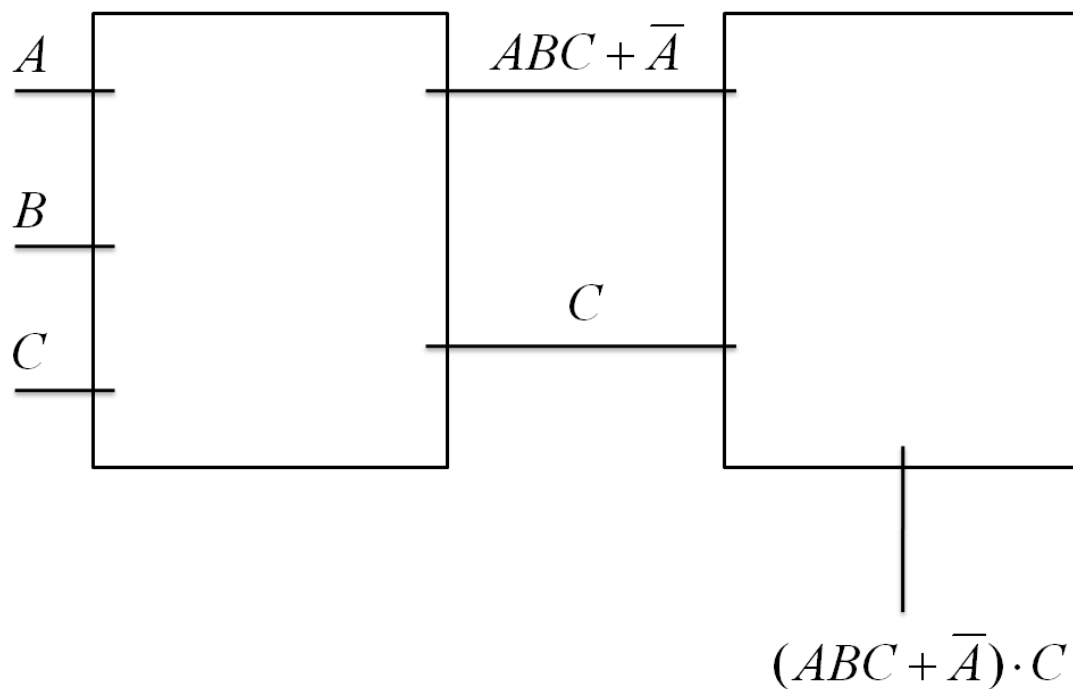
b) Minimieren Sie das OBDD mithilfe der Ihnen bekannten Regeln.

[2 Punkte]

Lösung:

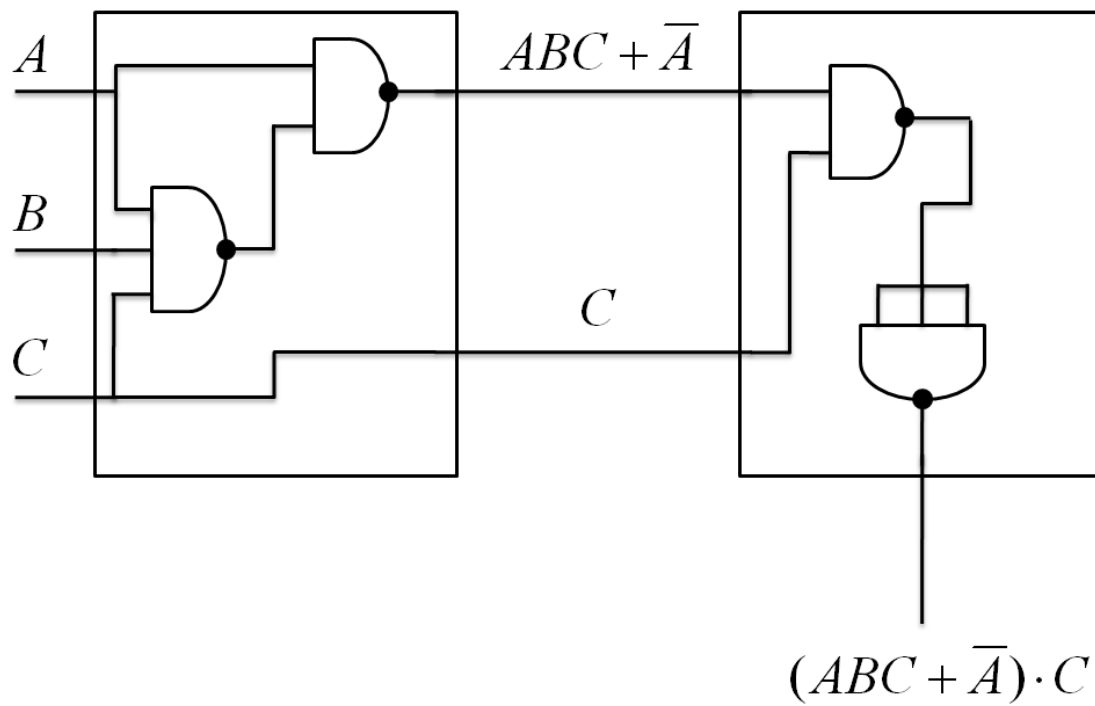
Aufgabe 7 : Schaltnetz (4 Punkte)

Gegeben sei folgendes Blockschaltbild:



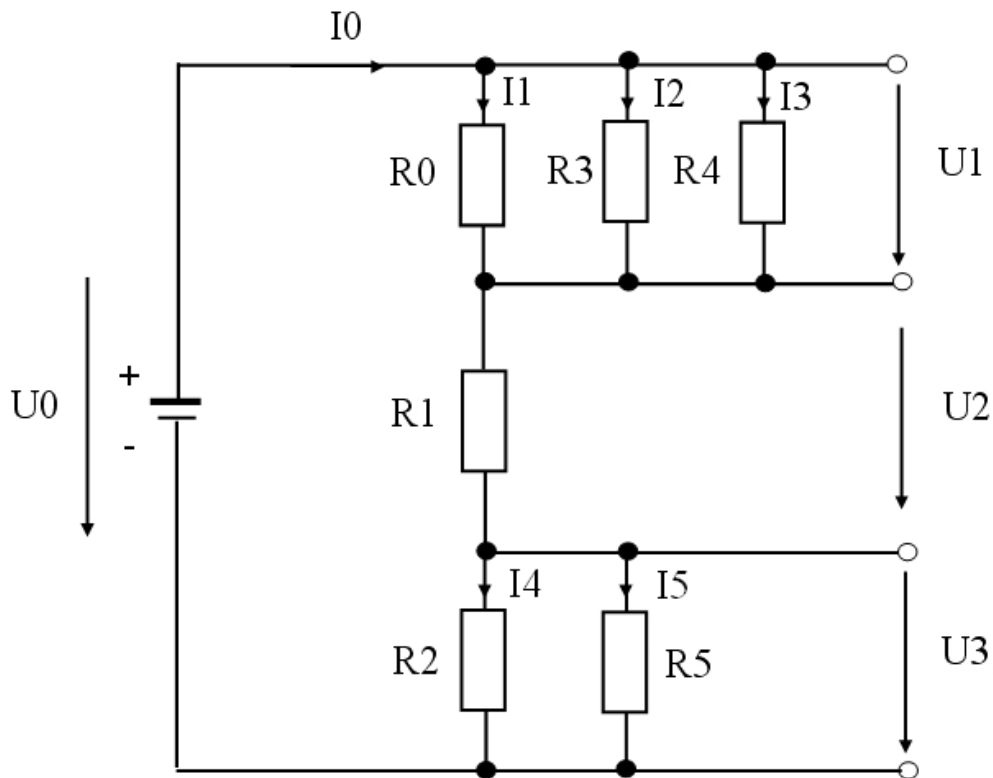
Angenommen Sie haben für die Modellierung jedes der beiden Blöcke jeweils nur ein NAND-Gatter mit 2 Eingängen und ein NAND-Gatter mit 3 Eingängen zur Verfügung. Tragen Sie in jeden Block ein Schaltbild aus den gegebenen Bauteilen ein, das die Eingänge so mit den Ausgängen verbindet, dass jeweils die angegebenen Funktionen realisiert werden.

Lösung:



Aufgabe 8 : Kirchhoffschen Regeln (10 Punkte)

Betrachten Sie die folgende Schaltung:



Bekannt sind die folgenden Werte: $U_0 = 9V$, $U_1 = 4V$, $U_2 = 3V$ und $R_5 = 12\Omega$. Des Weiteren ist bekannt: $I_1 = 2 \cdot I_2$, $I_2 = I_3$ und $I_4 = I_5$. Bitte berechnen Sie die folgenden Werte:

a) Der Wert der Spannung U_3 beträgt:

$$2V$$

b) Der Wert der Stroms I_1 beträgt:

$$\frac{1}{6}A$$

c) Der Wert der Ströme I_2, I_3 beträgt:

$$\frac{1}{12}A$$

d) Der Wert der Ströme I_4, I_5 beträgt:

$$\frac{1}{6}A$$

e) Der Gesamtstrom I_0 beträgt:

$$\frac{1}{3}A$$

f) Der Wert des Widerstands R_0 beträgt:

$$24\Omega$$

g) Der Wert des Widerstands R_1 beträgt:

$$9\Omega$$

$$48\Omega$$

h) Der Wert des Widerstands R_4 beträgt:

i) Wie lautet die Knotenregel?

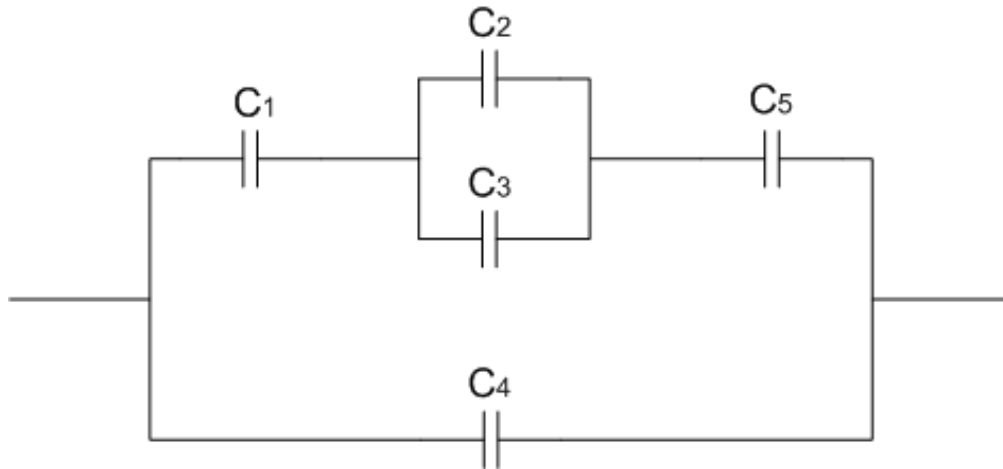
Lösung: Knotenregel: Die Summe aller eingehenden Ströme ist gleich der Summe aller ausgehenden Ströme in einem Knoten.

j) Wie lautet die Maschenregel?

Lösung: Maschenregel: Die Summe aller in einer Masche abfallenden Spannungen ist immer gleich null.

Aufgabe 9 : Kondensator/Spule (7 Punkte)

Betrachten Sie folgende Schaltung:



Bekannt sind die Werte: $C_1 = 3\mu F$, $C_2 = 2\mu F$, $C_4 = 3\mu F$, $C_5 = 3\mu F$
 Über C_3 sind die folgenden Werte bekannt: $d = 16 \cdot 10^{-12} m$, $A = 1 \cdot 10^{-6} m^2$, $\epsilon = 16 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$

a) Die Kapazität des Kondensators C_3 beträgt:

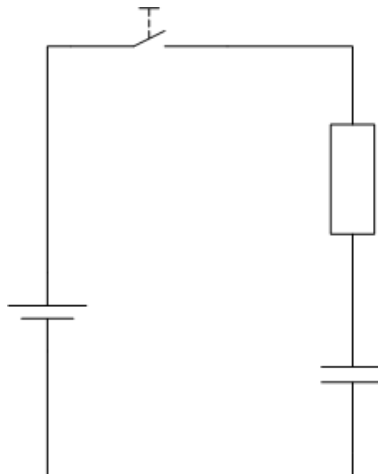
1

 μF

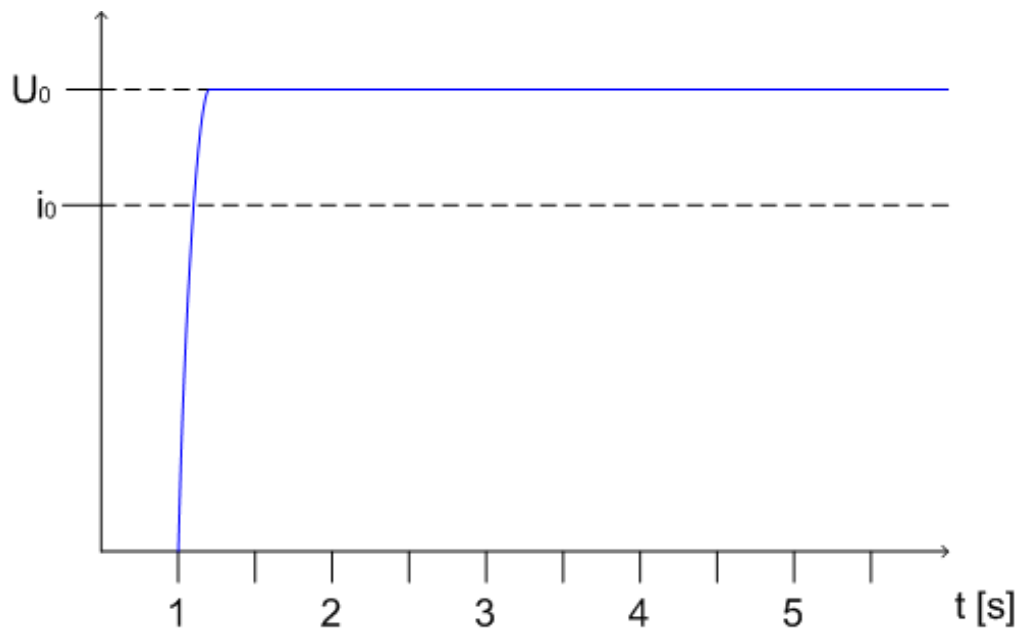
Die Gesamtkapazität der Schaltung beträgt:

 $4\mu F$

b) Betrachten Sie jetzt die folgende Schaltung:



Die Kapazität des Kondensators sei $C = 10\mu F$ und der Wert des Widerstandes beträgt 100Ω . Der Schalter wird nun bei $t = 1s$ geschlossen. Skizzieren Sie den Verlauf der Kondensatorspannung unter Berücksichtigung aller charakteristischen Werte der Schaltung. Zum Zeitpunkt $t = 0$ sei der Kondensator vollständig entladen.



- c) Angenommen der Kondensator aus Aufgabenteil b) nimmt bei einer Stromstärke von 1mA eine Energie von 50J auf.
Der Wert des Widerstands beträgt weiterhin 100Ω .

Welche Kapazität hat der Kondensator in diesem Fall?

$$\frac{100}{(U_0 - 0.1)^2} F$$

- d) Wie lässt sich die zeitliche Abhängigkeit des Stromverlaufs von der Spannung bei einer Spule beschreiben?

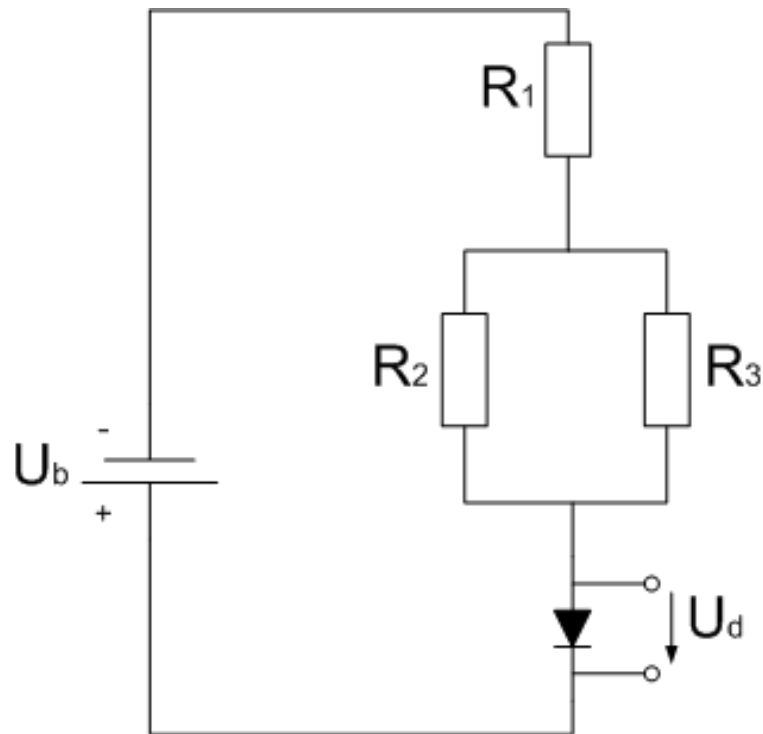
$$I_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{R}{L} \cdot t}\right)$$

- e) Der Kondensator aus Aufgabenteil b) werde nun durch eine Spule ersetzt. Wie lautet die Zeitkonstante dieser RL-Schaltung?

$$\tau = \frac{R}{L}$$

Aufgabe 10 : Halbleiterdiode (7 Punkte)

1. Gegeben sei folgende Schaltung mit einer idealen Diode.



Folgende Werte sind bekannt: $R_1 = 97\Omega$, $R_2 = 4$, $R_3 = 12$, $U_b = 9V$

(1 Punkt)

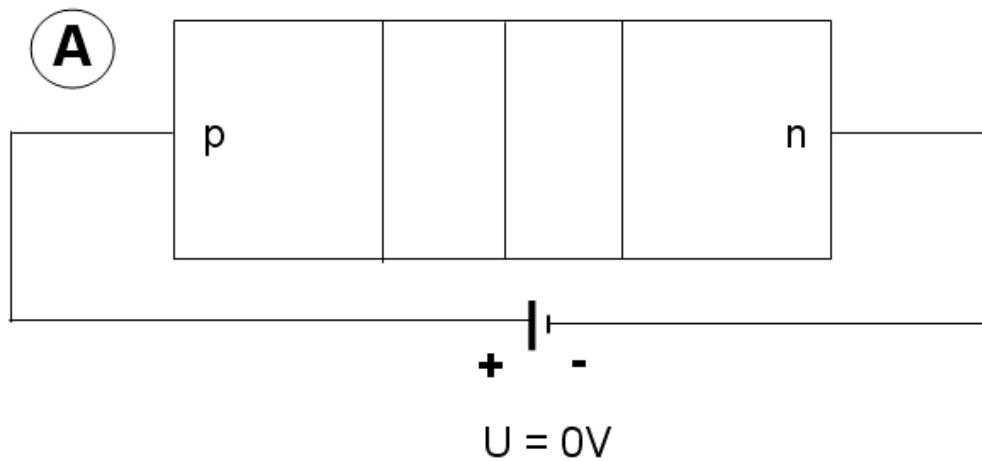
Wie groß ist der Gesamtstrom I_0 ?

$0A$

Welchen Wert hat die Spannung U_d ?

$-9V$

2. Folgender pn-Übergang ist gegeben. Dabei wird die **physikalische Stromrichtung** angenommen.

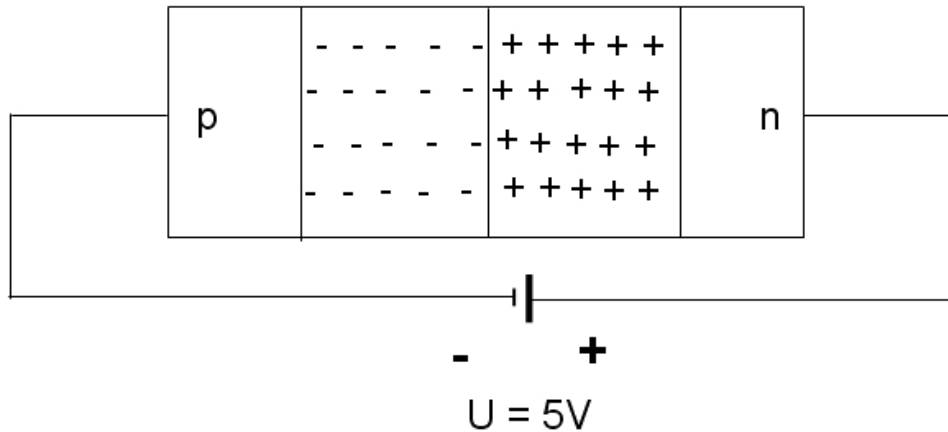


Erklären Sie, was unter Rekombination verstanden wird.

(2 Punkte)

Lösung: Unter Rekombination versteht man die Wiedereingliederung eines freibeweglichen Elektrons zurück in das Kristallgitter.

3. (a) Skizzieren Sie in der nachfolgenden Abbildung die Breite der Sperrzone relativ zum oben abgebildeten Fall (siehe Abbildung (A)). Das heißt, aus Ihrer Skizze muss deutlich werden, wie sich die Sperrzone bei Anlegen der Spannung verändert. Skizzieren Sie des Weiteren in der Sperrzone die Raumladung; also füllen Sie die Sperrzonen mit „+“ (=Löcher) und „-“ (=Elektronen) aus, um die Verteilung der Elektronen und Löcher zu symbolisieren. (2 Punkte)



- (b) Erklären Sie, warum Sie die eingezeichnete Verteilung der Raumladungen gewählt haben: (1 Punkt)

Lösung: Durch das Anlegen vom Minuspol an den p-Bereich werden die Elektronen nach außen gezogen. Dasselbe gilt für die Löcher bei Anlegen vom Pluspol an den n-Bereich. Somit vergrößert sich die Sperrschicht.

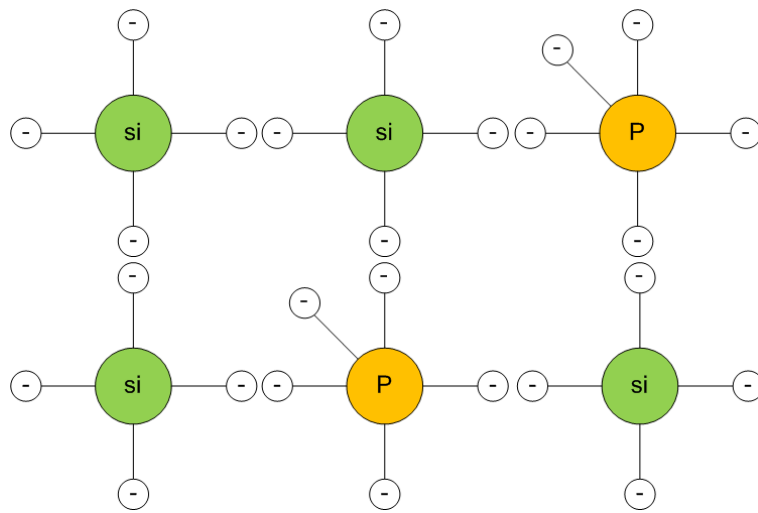
- (c) Fließt in diesem Fall ein Strom im Stromkreis? Begründen Sie Ihre Antwort. (1 Punkt)

Lösung: Nein, denn wie aus der Zeichnung deutlich wird ist die Diode in Sperrrichtung geschaltet. Somit fließt kein so großer Strom (der Diffusionsstrom ist deutlich kleiner).

Aufgabe 11 : Wissensfragen/Lückentext (11 Punkte)

In den Lücken fehlt jeweils immer nur **ein** Wort!

- a) Körper mit gleicher Ladung stoßen sich ab.
- b) Das Phänomen der elektrischen Spannung beruht auf dem Ausgleichsbestreben der Ladungsträger.
- c) Die gerichtete Bewegung von Ladungsträgern wird elektrischer Strom genannt.
- d) Die Einheit der elektrischen Ladung ist C. Sie ist benannt nach Charles Augustin de Coulomb.
- e) Der Betrag der Ladung eines Elektrons wird Elementarladung genannt.
- f) Die physikalische Größe, die besagt, wie viele bewegte Ladungsträger bei einer konstanten Spannung durch einen Leiter fließen, wird Widerstand genannt.
- g) Die Maschenregel und die Knotenregel sind zwei einfache Erhaltungssätze für Strom und Spannung in Schaltkreisen.
- h) Die Gesamtkapazität verringert sich bei seriell geschalteten Kondensatoren.
- i) Die Anzahl der sich auf den Kondensatorplatten befindenden Ladungsträgern hängt ab von der am Kondensator abfallenden Spannung und der Kapazität des Kondensators.
- j) Ein Dynamo funktioniert nach dem Prinzip der Induktion.
- k) Das Einfügen von Fremdatomen wird Dotieren genannt.
- l) Die Grenzschicht einer Diode ist arm an freien Ladungsträgern.
- m) Wenn eine Diode in Sperrrichtung gepolt ist, dann tritt der Zener-Effekt bei extrem hoher Spannung auf.
- n) Die Rekombination ist die Erklärung für die Eigenleitfähigkeit von Halbleitern.
- o) Der Strom, der durch zwei in Serie geschaltete Widerstände fließt, ist niedriger als der Gesamtstrom, der durch zwei parallele Widerstände fließt.
- p) Beim Aufladevorgang nimmt der Stromfluss eines Kondensator mit der Zeit ab.
- q) Beim Einschaltvorgang einer Spule nimmt die Spulenspannung ab.
- r) Die Werte der Spannungen, die über zwei parallel geschaltete Widerstände abfallen, sind gleich.



s)

Das vorliegende Halbleitermaterial ist n-dotiert.

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:

Name:

Matrikelnummer:
