

Einführung in die Technische Informatik

WS 2008/2009

Probeklausur

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.
- Falsche Antworten in Ankreuzteilen führen zu Punktabzug (jedoch nie zu negativen Punkten bei einer Aufgabe). Nicht-Beantwortung bzw. *weiß nicht*-Antworten führen nicht zu Punktabzug.
- Sollte Ihnen der Platz nicht ausreichen, so können Sie in die angehängten leeren Blätter verwenden.
- Jeder Punkt entspricht durchschnittlich ungefähr einer Bearbeitungszeit von einer Minute. Die Bearbeitungszeit für die gesamte Klausur beträgt ca. 80 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 (nur in der richtigen Klausur).
- 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	15,0	
2	5,0	
3	15,0	
4	15,0	
5	7,0	
6	10,0	
7	5,0	
8	5,0	
9	10,0	
10	15,0	
11	7,0	
12	10,0	
13	10,0	
14	15,0	
15	10,0	
Gesamt:	154,0	

Note:

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

Unterschrift

Aufgabe 1 : [TI] Zahlendarstellung (15 Punkte)

a) Konvertieren Sie die gegebenen Zahlen in das jeweils angegebene Zahlensystem!

[6 Punkte]

$$(i) (322)_{10} = (\boxed{})_2$$

$$(ii) (133)_7 = (\boxed{})_{10}$$

$$(iii) (AA5E)_{16} = (\boxed{})_4$$

b) Stellen Sie die folgenden Zahlen als BCD-Code inklusive Vorzeichen dar!

[2 Punkte]

$$(i) (513)_{10} = (\boxed{})_{BCD}$$

$$(ii) (-489)_{10} = (\boxed{})_{BCD}$$

c) Stellen Sie die Zahl $(-224,375)_{10}$ als IEEE-754-Gleitkommazahlen mit einer Länge von 32 Bits dar!

[6 Punkte]

--

Tragen Sie das 32-Bit-IEEE-Gleitkomma-Ergebnis hier ein:

--

Aufgabe 2 : [TI] Funktionale Vollständigkeit, Boolesche Algebra (5 Punkte)

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

- a) Zeigen Sie: $\{\uparrow\}$ ist funktional vollständig.

[3 Punkte]

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

[2 Punkte]

Aufgabe 3 : [TI] Quine-McCluskey-Verfahren (15 Punkte)

Gegeben sei die Boolesche Funktion $f : B^4 \rightarrow B$, mit den einschlägigen Indizes 1, 3, 4, 7, 9, 11, 13 und 15.

- a) Füllen Sie die gegebene Wertetabelle aus, und führen Sie die nullte (nur korrektes Eintragen der Implikanten, Indizes und Mintermnummern vor der ersten Iteration) und erste Iteration des Quine-McCluskey-Verfahrens durch!

[10 Punkte]

Index	X_3	X_2	X_1	X_0	f	Index	X_3	X_2	X_1	X_0	f
0	0	0	0	0		8	1	0	0	0	
1	0	0	0	1		9	1	0	0	1	
2	0	0	1	0		10	1	0	1	0	
3	0	0	1	1		11	1	0	1	1	
4	0	1	0	0		12	1	1	0	0	
5	0	1	0	1		13	1	1	0	1	
6	0	1	1	0		14	1	1	1	0	
7	0	1	1	1		15	1	1	1	1	

Name:

Matrikelnummer:

0. Iteration:

Gruppe	Implikant	Index	Minterm
0			
1			
2			
3			

1. Iteration:

Gruppe	Implikant	Index	Minterm
0			
1			
2			
3			

- b) Angenommen bei der Durchführung des Quine-McCluskey-Verfahrens haben sich nach der letzten Iteration folgende Primimplikanten ergeben:

Gruppe	Implikant	Index	Minterm
0	X_1X_0	**11	3, 7, 11, 15
	X_3X_0	1**1	9, 11, 13, 15
1	\overline{X}_2X_0	*0*1	1, 3, 9, 11
3	$\overline{X}_3\overline{X}_2\overline{X}_1\overline{X}_0$	0100	4

Erstellen Sie daraus die Implikationsmatrix und bestimmen Sie damit alle Minimalpolynome von f ! [5 Punkte]

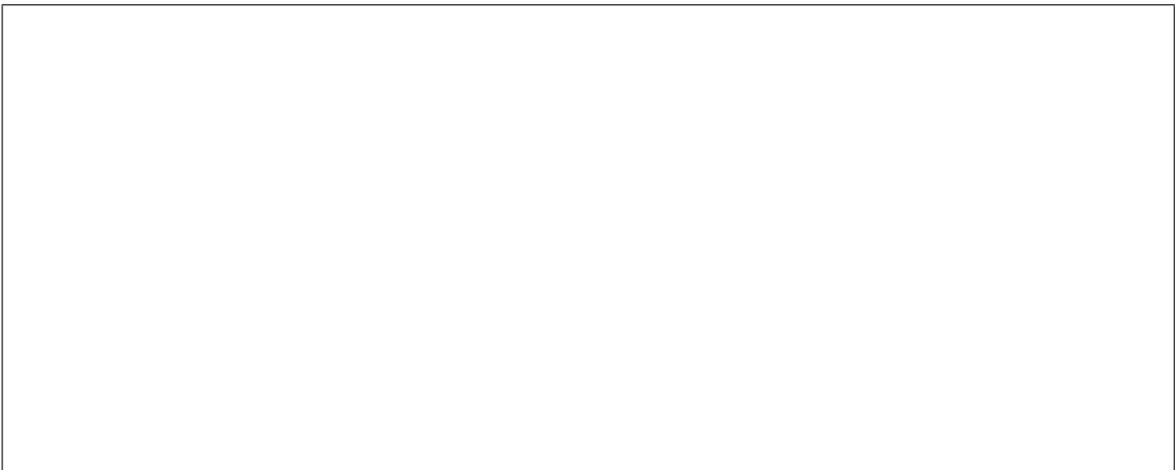


Aufgabe 4 : [TI] PLAs / PALs (15 Punkte)

- a) Erklären Sie in eigenen Worten den Aufbau eines PLAs! Gehen Sie dabei auch auf die vier Grundbauteile eines PLAs und deren Funktion ein! [4 Punkte]



- b) Skizzieren Sie die einzelnen Bauteile eines PLAs bestehend aus Und- bzw. Oder-Gattern und Invertiern! [4 Punkte]



- c) Erklären Sie den Unterschied zwischen einem PLA und einem PAL! [1 Punkt]

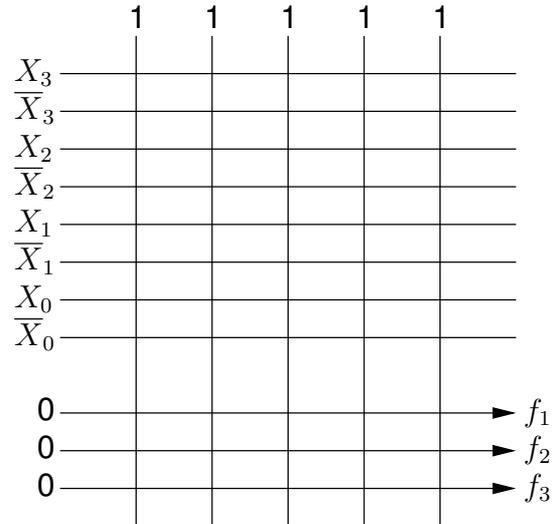
Name:

Matrikelnummer:



- d) Realisieren Sie die durch die folgende Wertetabelle gegebenen Funktionen f_1 , f_2 und f_3 mit Hilfe des vorgegebenen PLAs! [6 Punkte]

X_3	X_2	X_1	X_0	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0	0	1	D
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	D	0	1
0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	0	0
1	0	0	0	D	1	1
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	D	1
1	0	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	D	0
1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	D	0	0



Aufgabe 5 : [Zusatz TI] Multiple Choice (7 Punkte)

Beantworten Sie folgende Fragen durch Ankreuzen der korrekten Antwort. Beachten Sie die Hinweise zur Punktevergabe auf dem Deckblatt der Klausur!

- (i) DNF, KNF, Implikant, Minimalpolynom [4 Punkte]

- Ein Schaltnetz für die DNF einer booleschen Funktion f ist unter Verwendung gleichartiger Bauteile immer günstiger zu realisieren als ein Schaltnetz für die KNF von f (Def. „günstiger“ wie in Vorlesung/Übung).

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Die DNF einer booleschen Funktion f ist die disjunktive Verknüpfung aller Primimplikanten von f .

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Die KNF einer booleschen Funktion f ist die konjunktive Verknüpfung der Maxterme von f .

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Es kann mehr als eine DNF für eine boolesche Funktion f geben.

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Jede disjunktive Verknüpfung von Implikanten von f nennt man Minimalpolynom von f , sofern kein Implikant weggelassen werden kann, ohne dass die Korrektheit von f verloren geht.

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Ein Minimalpolynom einer booleschen Funktion f ist eine disjunktive Form von f , die eine minimale Anzahl von Primimplikanten von f disjunktiv verknüpft.

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- | | | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--|
| 7. Für jede boolesche Funktion f existiert genau ein Minimalpolynom. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 8. Unter einem Implikanten einer booleschen Funktion f versteht man eine konjunktive Verknüpfung von Literalen bzw. deren Negation | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |

(ii) Multiplexer, En-/Decoder, Halb-/Volladdierer

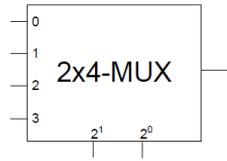
[3 Punkte]

- | | | | |
|---|--------------------------------|----------------------------------|--|
| 1. Jeder d -MUX besitzt d Steuer- und 2^d Dateneingänge sowie einen Ausgang. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 2. Ein 8-MUX lässt sich durch einen 1-MUX und zwei 7-MUXe konstruieren. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 3. Ein d -DeMUX besitzt einen Dateneingang, d Datenausgänge und 2^d Steuereingänge. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 4. Jede d -stellige boolesche Funktion f lässt sich mit einem $d \times 2^d$ -Decoder und einem zusätzlichen Oder-Gatter (Fan-In beliebig) realisieren. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 5. Ein 1-Bit Volladdierer besteht aus einem Und-Gatter (Fan-In = 2) und zwei Halbaddierern. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |
| 6. In einem Carry-Bypass-Addiernetz wird der Gesamtübertrag parallel zur Berechnung des Restes durchgeführt. | ja
<input type="checkbox"/> | nein
<input type="checkbox"/> | weiß nicht
<input type="checkbox"/> |

Aufgabe 6 : [Zusatz TI] Multiplexer (10 Punkte)

Gegeben sei die Funktion f aus der Aufgabenstellung von Aufgabe 3.

- a) Skizzieren Sie, wie sich f mit Hilfe von zwei 2-MUXen der Form

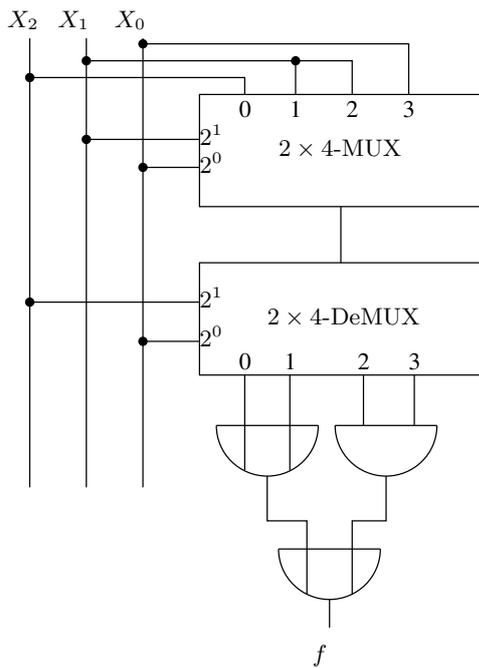


realisieren lässt! (Tipp: Versuchen Sie zunächst, die Funktion mittels drei 2-MUXen zu realisieren.) [5 Punkte]

- b) Ist die Verwendung von zwei 2-MUXen in Teil a) sinnvoll? Begründen Sie Ihre Antwort!

[1 Punkt]

- c) Bestimmen Sie die Funktionstabelle einer Funktion f , die durch folgendes Schaltnetz gegeben ist! [4 Punkte]



X_2	X_1	X_0	f
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Aufgabe 7 : [Zusatz TI] Schaltnetz, Minimierung (5 Punkte)

Gegeben sei eine boolesche Funktion $f : B^4 \rightarrow B$ mit

$$f(X_3, X_2, X_1, X_0) = 1 \Leftrightarrow (X_3 X_2 X_1 X_0) \text{ ist die Big-Endian-Dualdarstellung einer Dezimalziffer.}$$

- a) Minimieren Sie f mit Hilfe des vorgegebenen Karnaugh-Diagramms! [3 Punkte]

		$x_3 x_2$			
		00	01	11	10
$x_1 x_0$	00				
	01				
	11				
	10				

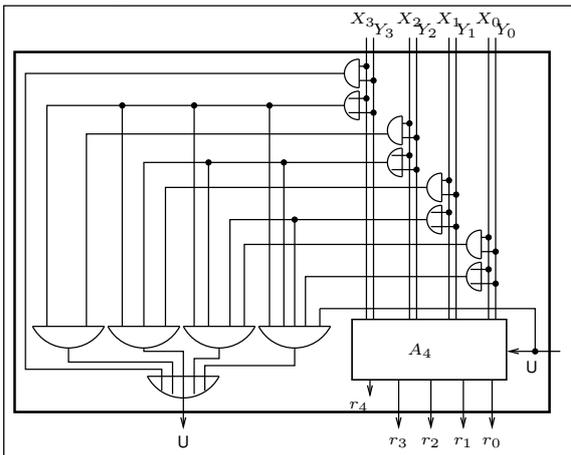
Das Minimalpolynom von f lautet:

- b) Skizzieren Sie die in a) minimierte Schaltung aus Und- und Oder-Gattern (Fan-In beliebig), sowie Invertern! [2 Punkte]

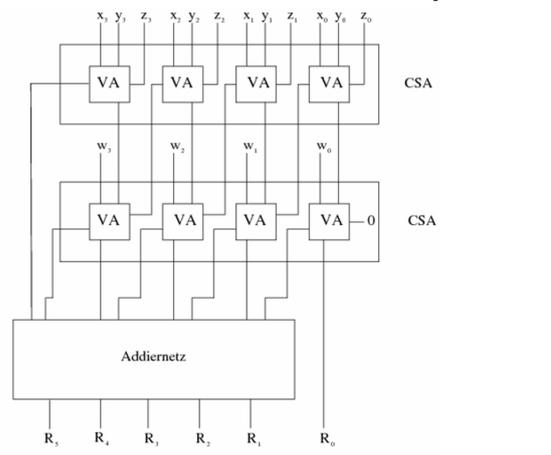


Aufgabe 8 : [Zusatz TI] Addierwerke (5 Punkte)

- a) Gegeben seien folgende Addierwerke. Schreiben Sie unter jedes der Addierwerke seine Bezeichnung! [2 Punkte]



Lösung:



Lösung:

- b) Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau eines 4-Bit-Parallel-Addierwerkes (aus Volladdierern). Es berechnet

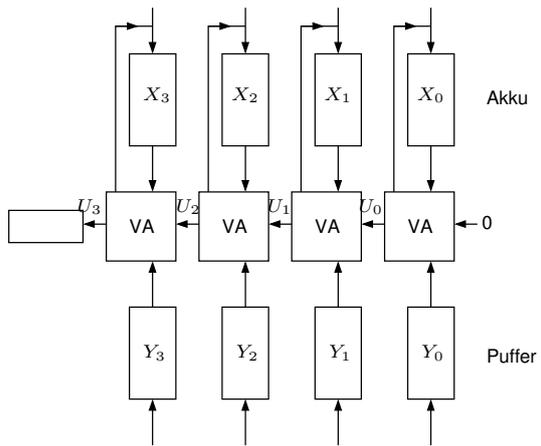
$$(X_3X_2X_1X_0)_2 + (Y_3Y_2Y_1Y_0)_2.$$

Zeichnen Sie ein ganz ähnlich aufgebautes 4-Bit-Parallel-Subtrahierwerk für das Zweierkomplement, das

$$(X_3X_2X_1X_0)_2 + K_2((Y_3Y_2Y_1Y_0)_2), \text{ also } (X_3X_2X_1X_0)_2 - (Y_3Y_2Y_1Y_0)_2$$

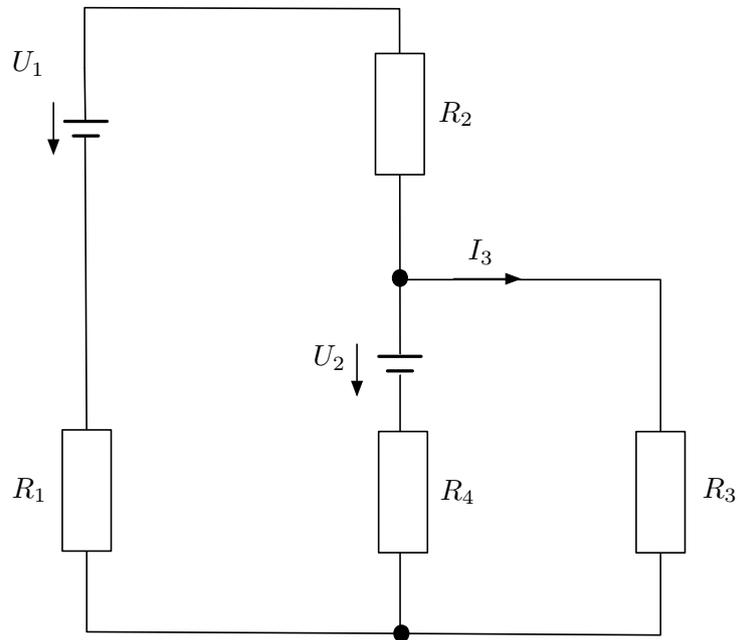
berechnet!

[3 Punkte]



Aufgabe 9 : [EGI] Kirchhoff'sche Regeln (10 Punkte)

Gegeben sein das folgende Netz mit den Kenngrößen $U_1 = 8 \text{ V}$, $U_2 = 12 \text{ V}$, $R_1 = 1 \text{ } \Omega$, $R_2 = 6 \text{ } \Omega$, $R_3 = 4 \text{ } \Omega$, $R_4 = 8 \text{ } \Omega$.



- a) Definieren Sie entsprechende Zweige, Maschen, Knoten, Zweigströme in der Zeichnung und stellen Sie ein Gleichungssystem für die Maschen mit Hilfe der Kirchhoff'schen Regeln auf.

- b) Bestimmen Sie den Strom I_3 .

I_3 :

Aufgabe 10 : [EGI] Multiple Choice (15 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen treffen zu?

1. Elektrische Ladung:

(5 Punkte)

- | | ja | nein | weiß nicht |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (a) Das elektrische Feld ist ein Raumbereich, in dem auf eine..
Probeladung eine Kraft ausgeübt wird. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (b) Die elektrische Feldstärke ist abhängig von der Probeladung..
q . | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (c) Es gilt $1C = 1As$. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (d) Das Gesetz von Coulomb besagt, dass die Kraft zwischen..
zwei Ladungen proportional zum Produkt beider Ladungen
und proportional zum Quadrat ihres Abstandes ist. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (e) Zwei Elektronen ziehen sich aufgrund der Kraft an, die..
durch das Gesetz von Coulomb beschrieben wird. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Elektrische Spannung und Potential:

(5 Punkte)

- | | ja | nein | weiß nicht |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (a) Das Potential eines elektrischen Feldes ist die Fähigkeit, Ar..
beit zu verrichten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (b) Die Einheit der elektrischen Spannung ist Volt (V) und es..
gilt $1V = 1\frac{N}{C}$. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (c) Innerhalb eines beliebigen elektrischen Feldes hängt die ge..
leistete Arbeit W des elektrischen Feldes E an der Ladung
q nur von dem zurückgelegten Wegstück s ab. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (d) Besitzt eine Ladung q_1 eine größere Ladung als eine andere..
Ladung q_2 , dann besitzt die Ladung q_1 eine größere poten-
zielle Energie. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (e) Das elektrische Potential wird auf ein geeignetes Niveau (z..
B. Minuspol oder Erdpotential) normiert. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. Grundbegriffe des Gleichstromkreises:

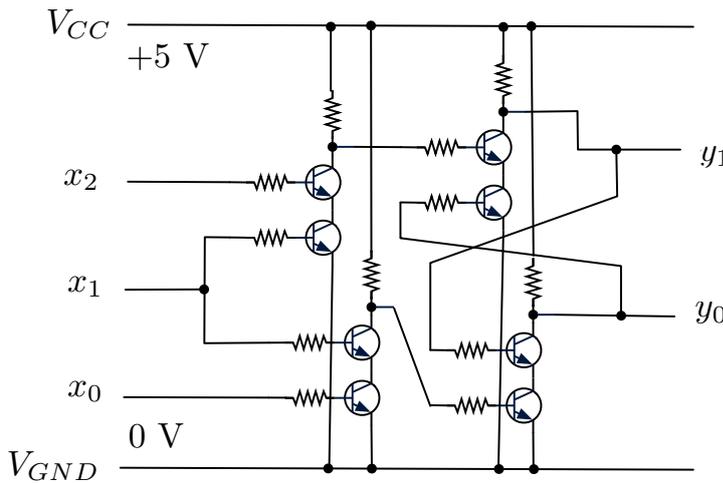
(5 Punkte)

- | | ja | nein | weiß nicht |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (a) Die Stromstärke ist die definiert als die Menge an bewegten..
Ladungen innerhalb eines elektrischen Leiters. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (b) Die Einheit für den Widerstand ist Ohm (Ω) und es gilt..
$1\Omega = 1\frac{A}{V}$. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| (c) Ein elektrischer Strom erzeugt ein magnetisches Feld, das..
mit H bezeichnet wird. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- (d) Die magnetische Feldstärke H um einen stromdurchflossenen Leiter ist proportional zum Strom I . ja nein weiß nicht
- (e) Die Einheit für die Stromstärke ist Ampere (A). .. ja nein weiß nicht

Aufgabe 11 : [EGI] Anwendung von Transistoren (7 Punkte)

Gegeben ist die unten stehende Transistorsschaltung mit den Eingängen x_2, x_1, x_0 und den Ausgängen y_1 und y_0 . $V_{GND} = 0\text{ V}$ entspricht der logischen "0", $V_{CC} = +5\text{ V}$ entspricht der logischen "1".



x_2	x_1	x_0	y_1	y_0
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

- a) Handelt es sich um ein Schaltwerk? ja nein weiß nicht

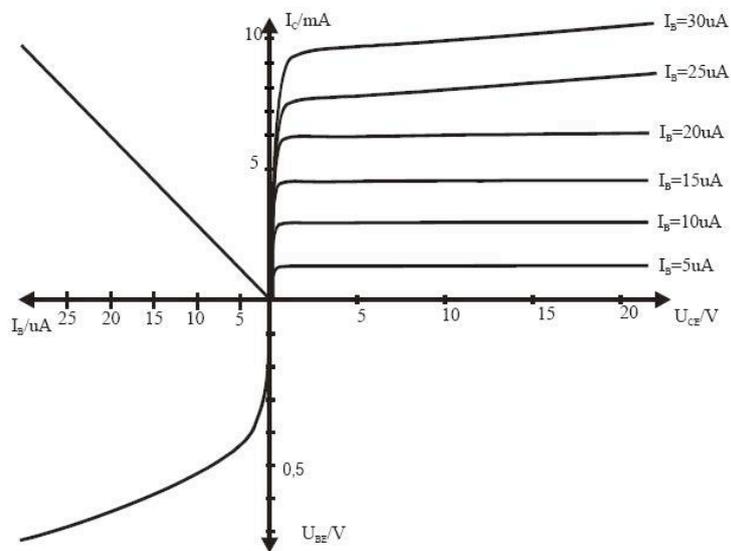
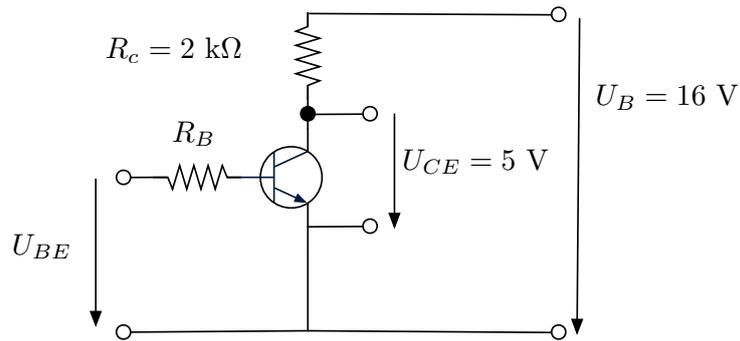
b) Füllen Sie die obige Tabelle aus.

c) Welche Bedeutung hat x_1 ?

d) Um welche Schaltung handelt es sich?

Aufgabe 12 : [EGI] Transistorschaltung (10 Punkte)

Gegeben sei folgende Transistorschaltung mit zugehörigem Kennlinienfeld:

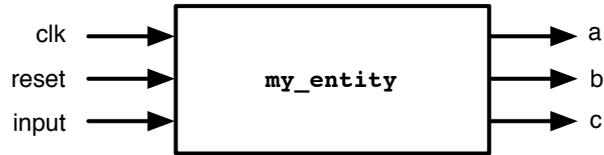


- Zeichnen Sie die Lastwiderstandsgerade in das obere Kennlinienfeld ein.
- Berechnen Sie den Arbeitspunkt des Transistors und tragen Sie ihn in das Kennlinienfeld ein.
- Bestimmen Sie den Basisstrom.

U_{BE} :

Aufgabe 13 : [EGI] VHDL (10 Punkte)

Gegeben sei das folgende Blockdiagramm der logischen Schaltung `my_entity`.



- a) Geben Sie den VHDL-Code für `my_entity` an. Ein- und Ausgabesignale sind jeweils ein Bit breit.

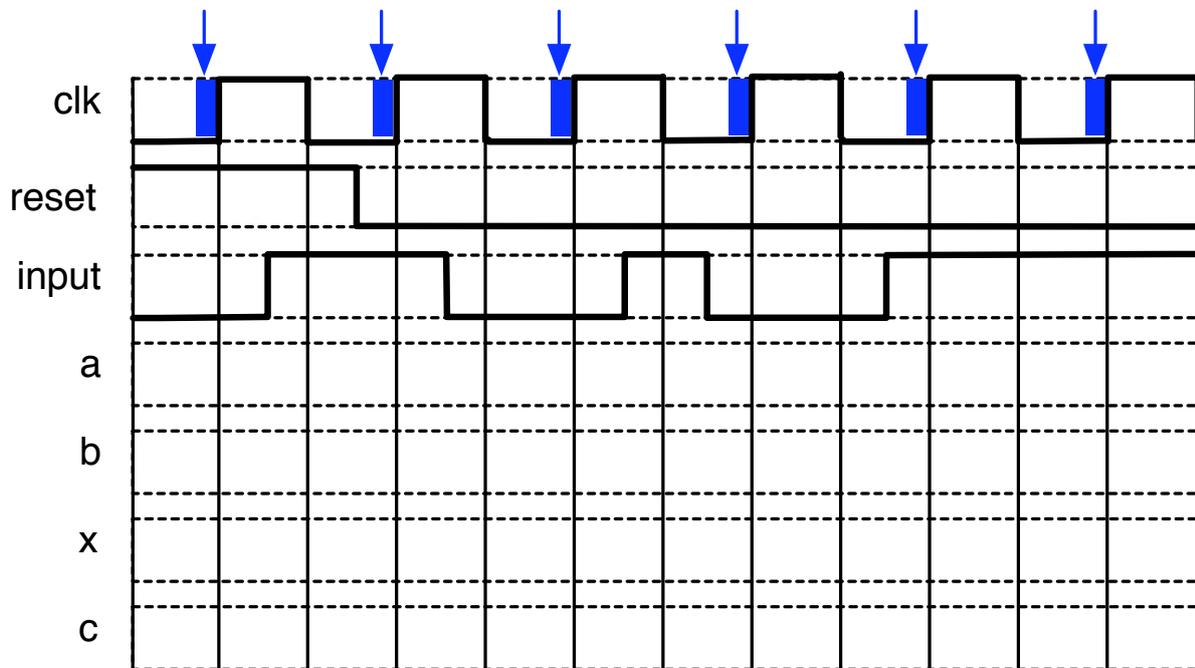
- b) Gegeben sei nun das folgende VHDL-Programm. Tragen Sie in das untenstehende Diagramm die Pegel der Signale ein.

```

architecture behavioral of my_entity is
  signal x : std_logic;
begin
  proc_1 : process(clk, reset, input)
  begin
    if reset = '1' then
      a <= '0';
    elsif clk = '1' then
      a <= not input;
    end if;
  end process;

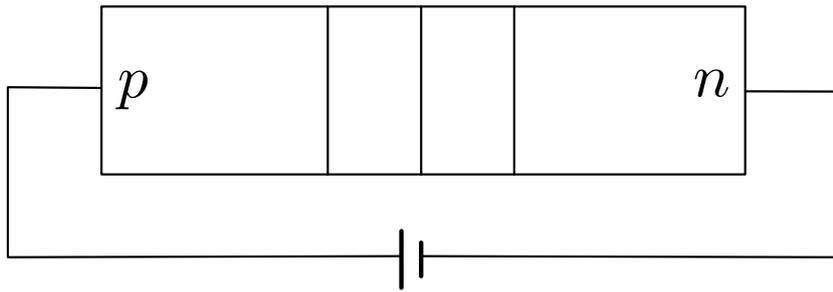
  proc_2 : process(clk, reset)
  begin
    if reset = '1' then
      b <= '0';
    elsif clk'event and clk = '1' then
      b <= not input;
    end if;
  end process;
end architecture;
  
```

```
proc_3 : process(clk, reset)
begin
  if reset = '1' then
    x <= '0';
    c <= '0';
  elsif clk'event and clk = '1' then
    x <= input;
    if x = '1' then
      c <= not input;
    end if;
  end if;
end process;
end behavioral;
```



Aufgabe 14 : [Zusatz EGI] Halbleiterdiode (15 Punkte)

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



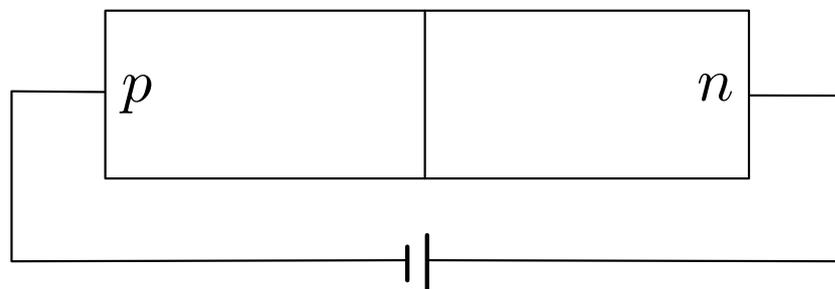
$$U = 0 \text{ V}$$

Abbildung 1

1. Erklären Sie, was unter Rekombination verstanden wird.

(3 Punkte)

2. (a) Skizzieren Sie in der nachfolgenden Abbildung (Abb. 2) die Breite der Sperrzone relativ zum oben abgebildeten Fall (Abb. 1). 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)



$$U = 5 \text{ V}$$

Abbildung 2

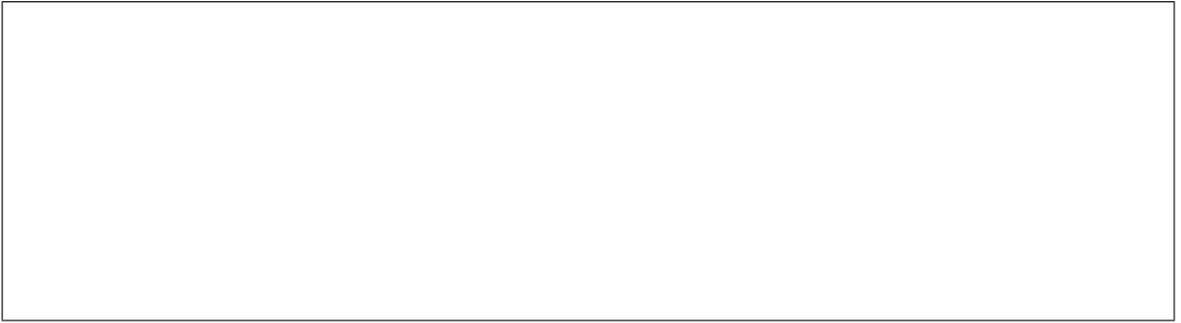
- (b) Erklären Sie, warum Sie die eingezeichnete Verteilung der Raumladungen gewählt haben: (2 Punkte)

- (c) Fließt in diesem Fall ein Strom im Stromkreis? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

3. (a) Angenommen in dem gegebenen pn-Übergang (**siehe Abbildung 1**) läge statt der Spannung von $U = 0V$ eine Spannung von $U = 5V$ an. Erklären Sie, wie in diesem Fall die Sperrzone aussähe und geben Sie eine Begründung hierfür. (2 Punkte)

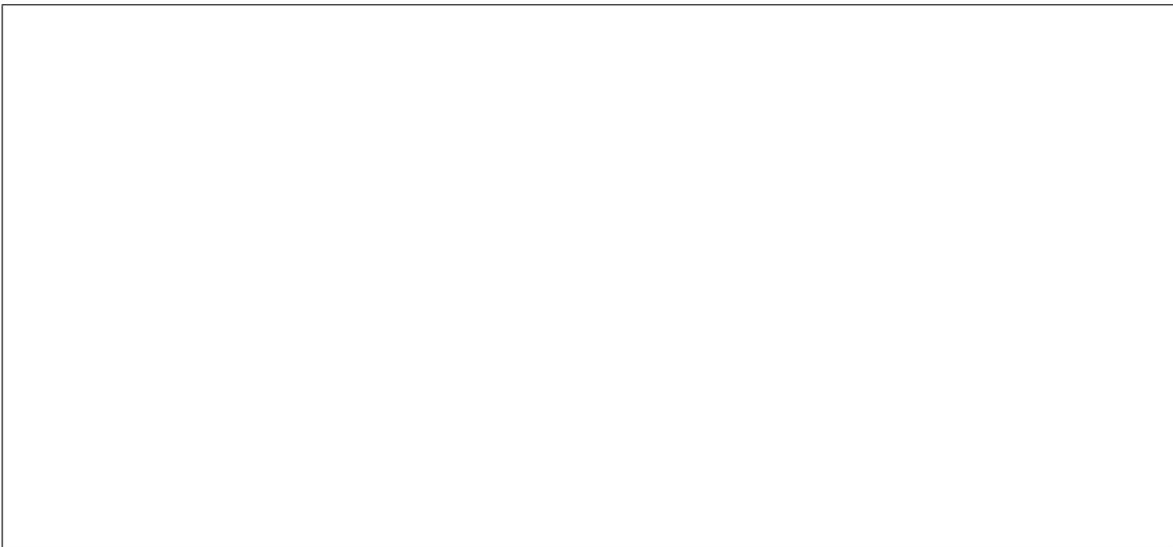
(b) Fließt in diesem Fall ein Strom im Stromkreis? Begründen Sie Ihre Antwort.

(1 Punkt)



4. Angenommen in dem gegebenen pn-Übergang (**siehe Abbildung 1**) läge statt der Spannung von $U = 0V$ eine Spannung von $U = 0,1V$ an. Könnte in diesem Fall ein Strom fließen? Wovon hängt dieses ab? Begründen Sie Ihre Antwort!

(3 Punkte)



Aufgabe 15 : [Zusatz EGI] Kondensator (10 Punkte)

Gegeben sei folgende Kondensatorschaltung. Zum Zeitpunkt $t = 0$ wird der Schalter S_1 geöffnet und damit der Kondensator von der Spannungsquelle getrennt. Zum Zeitpunkt $t = t_1$ wird der Schalter S_2 geöffnet und damit der Entladevorgang abgebrochen. Die Spannung am Kondensator wird gemessen.

- a) Bestimmen Sie die Zeitkonstante τ in Millisekunden.

- b) Ermitteln Sie die Zeit t_1 , wenn nach dem Öffnen von S_2 die Kondensatorspannung $u_C(t = t_1) = 1.2 \text{ V}$ beträgt.
Hinweis: $\ln 5 \approx 1.61$.

