

Digitaltechnik

Datum: 22.03.2013

Name:

Matrikel-Nr.:

Hörsaal:

Sitzplatznummer.:

ID:

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel

Als Hilfsmittel zur Prüfung sind vier Seiten vorgegebene und ein DIN A4 Blatt selbst geschriebene Formelsammlung zugelassen. Nicht erlaubt hingegen sind die Verwendung eines Taschenrechners, zusätzliche Unterlagen und jegliche Kommunikation mit anderen Personen.

Prüfungsdauer

Die Prüfungsdauer beträgt für die Klausur 120 Minuten.

Prüfungsunterlagen

Die Prüfungsunterlagen bestehen aus insgesamt 31 Seiten Aufgabenblättern (einschließlich diesem Titelblatt). Weiterhin sind 3 zusätzliche Seiten Formelsammlung enthalten.

Bitte überprüfen Sie vor der Bearbeitung der Aufgaben auf jeder Seite oben Ihren vorgedruckten Namen und ihre Matrikelnummer!

Auf jedes zusätzliche Lösungsblatt ist neben dem Namen auch die Aufgabennummer mit einzutragen. Vermeiden Sie das Beschreiben der Rückseiten.

Am Ende der Prüfung sind die 31 Seiten Aufgaben- und Lösungsblätter (inklusive diesem Titelblatt!) und alle verwendeten zusätzlichen Lösungsblätter abzugeben.

Verwenden Sie zum Bearbeiten der Aufgaben lediglich dokumentenechte Schreibgeräte – keinen Bleistift sowie Rotstifte!

| | | | | |
|-----------|--------------------------------|----|----------|-------|
| Aufgabe 1 | Fehlererkennung und -korrektur | 2 | | ~12 % |
| Aufgabe 2 | Mengen, Relationen und Graphen | 5 | | ~11 % |
| Aufgabe 3 | Boolsche Algebra | 9 | | ~12 % |
| Aufgabe 4 | Zahlensysteme | 13 | | ~11 % |
| Aufgabe 5 | Minimierung | 16 | | ~13 % |
| Aufgabe 6 | Optimale Codes | 20 | | ~11 % |
| Aufgabe 7 | Schaltwerke und Automaten | 24 | | ~18 % |
| Aufgabe 8 | CMOS | 27 | | ~12 % |
| | | | Σ | |



Aufgabe 1 Fehlererkennung und -korrektur

Aufgabe 1.1 Codierungen

Bei einer mobilen Messeinrichtung kommt eine Drehscheibe mit acht möglichen Zuständen zum Einsatz. Um die Daten auszuwerten, müssen sie an einen Computer übertragen werden. Dabei soll eine Funkverbindung zum Einsatz kommen.

- A) Nennen Sie einen Code mit dem sich der Wandlungsfehler der Drehscheibe minimieren lässt und geben Sie eine entsprechende Codierung mit minimaler Bitanzahl an.

| Zustand | Codierung | Zustand | Codierung |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 1 | | 5 | |
| 2 | | 6 | |
| 3 | | 7 | |
| 4 | | 8 | |

Über die Funkübertragung wird ein Zustand nun immer als Paket übertragen. Die verwendete Verbindung ist allerdings störanfällig. Deshalb soll eine Fehlererkennung oder eine Fehlerkorrektur zum Einsatz kommen. Es ist davon auszugehen, dass pro Paket immer nur ein Fehler auftritt. Nun stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Fehlererkennung mit Zustandskodierung wie oben und Paritätsbit.
2. Codierung der Zustände mit einer 3 aus 6 Codierung zur Fehlerkorrektur

- B) Wie muss bei Methode 1 vorgegangen werden wenn ein fehlerhaftes Paket empfangen wird?

- C) Geben Sie die Benötigte Hamming-Distanz an um einen Fehler korrigieren zu können. Geben Sie auch die allgemeine Formel zur Bestimmung der korrigierbaren Fehler an.



D) Berechnen Sie nun die Paketfehlerwahrscheinlichkeit ab der die Fehlerkorrektur nach Methode 2 der Fehlererkennung nach Methode 1 vorzuziehen ist. Gehen sie davon aus, dass wiederholt versende Pakete fehlerfrei übertragen werden und bei Methode 2 ausreichend Codewörter mit benötigter Hamming-Distanz zur Verfügung stehen.

Aufgabe 1.2 Blocksicherung

Die folgende ASCII-Zeichenkette soll über einen stör anfälligen Kanal übertragen werden:
„DTisFun“

Abbildung 1-1: ASCII-Zeichenkette

Dabei soll eine Blocksicherung mit gerader Parität vorgesehen werden.

A) Tragen Sie die entsprechenden ASCII Codes in die folgende Tabelle 1-1 ein und ergänzen Sie die Paritätsbits und das Prüfwort.

Hinweis: nehmen Sie die ASCII-Tabelle aus der Formelsammlung zur Hilfe.



| Zeichen | Codeworte | | | | | | | Parität |
|----------|-----------|--|--|--|--|--|-----|---------|
| | MSB | | | | | | LSB | |
| D | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | |
| i | | | | | | | | |
| s | | | | | | | | |
| F | | | | | | | | |
| u | | | | | | | | |
| n | | | | | | | | |
| Prüfwort | | | | | | | | |

Tabelle 1-1: Codewort-Tabelle



Aufgabe 2 Mengen, Relationen und Graphen

Aufgabe 2.1 Allgemeines

Kreuzen Sie an, ob die Vervollständigung der Aussage wahr oder falsch ist. Für falsch gesetzte Kreuze gibt es Punktabzug. Die Aufgabe wird jedoch nicht mit weniger als null Punkten bewertet.

- A) Man kann beweisen, dass zu jedem Graphen ein isomorpher ... geometrischer Graph existiert.

| | wahr | falsch |
|-------------------|------|--------|
| zweidimensionaler | | |
| dreidimensionaler | | |

- B) Die Planarität eines Graphen bedeutet, dass man einen ... Graphen zum Ursprungsgraph konstruieren kann.

| | wahr | falsch |
|------------|------|--------|
| isomorphen | | |
| dualen | | |

Aufgabe 2.2 Graphen

In Abbildung 2-1 ist ein gerichteter Graph gegeben.

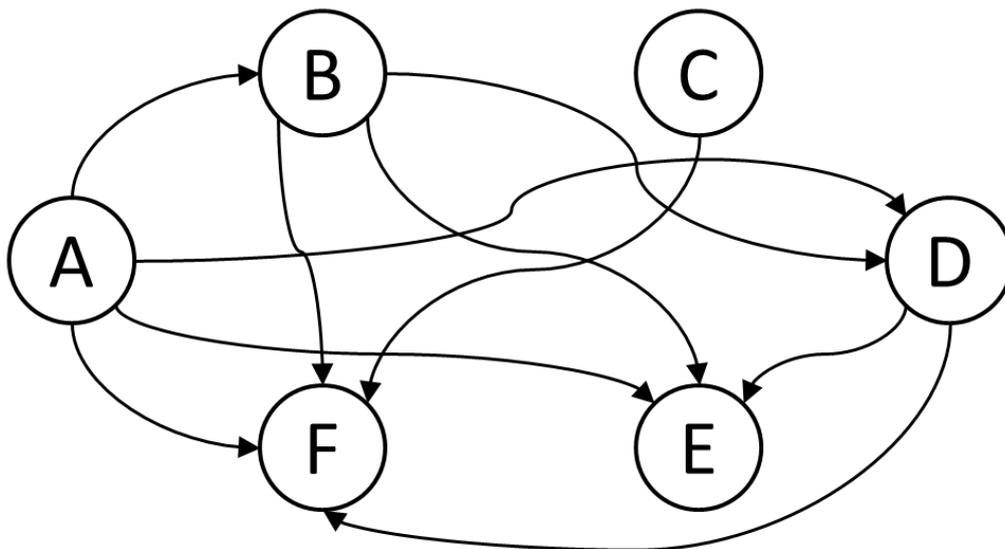


Abbildung 2-1: Gerichteter Graph I

- A) Der Graph aus Abbildung 2-1 stellt eine Relation dar. Kreuzen Sie an, welche Eigenschaften die dargestellte Relation besitzt. Für falsch gesetzte Kreuze gibt es Punktabzug. Die Aufgabe wird jedoch nicht mit weniger als null Punkten bewertet.

| | wahr | falsch |
|---------------|------|--------|
| Reflexivität | | |
| Symmetrie | | |
| Antisymmetrie | | |
| Transitivität | | |

- B) Geben Sie eine Definition eines planaren Graphen an.

- C) Ist der in Abbildung 2-1 gegebene Graph planar? Falls ja, weisen Sie dies mittels einer graphischen Lösung nach.

Aufgabe 2.3 Graphen und Relationen

In Abbildung 2-2 ist ein gerichteter Graph mit vier Knoten gegeben. Dieser soll in den folgenden Aufgabenteilen analysiert und modifiziert werden.

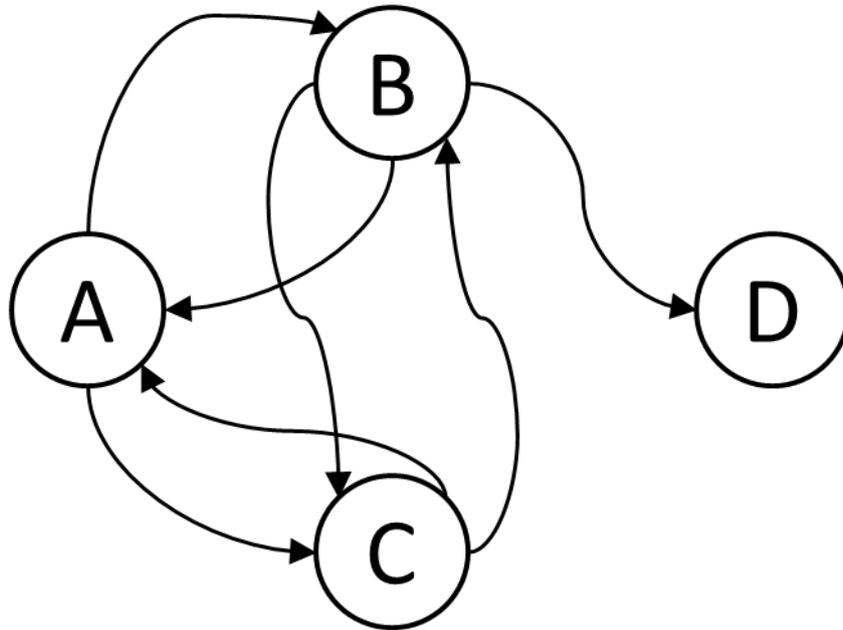


Abbildung 2-2: Gerichteter Graph II

- A) Betrachten Sie alle Kanten des Graphen als ungerichtet. Existiert innerhalb des nun ungerichteten Graphen eine Clique? Wenn ja, geben Sie die Knoten der maximalen Clique und deren Kardinalität an.



- B) Modifizieren Sie den gegebenen Graphen so, dass er eine Verträglichkeitsrelation darstellt. Geben Sie zuerst die Eigenschaften einer Verträglichkeitsrelation an und erklären Sie kurz, wie der Graph geändert werden muss, damit die entsprechenden Eigenschaften erfüllt sind. Zeichnen sie die Modifikationen in den Graphen aus Abbildung 2-3 ein.



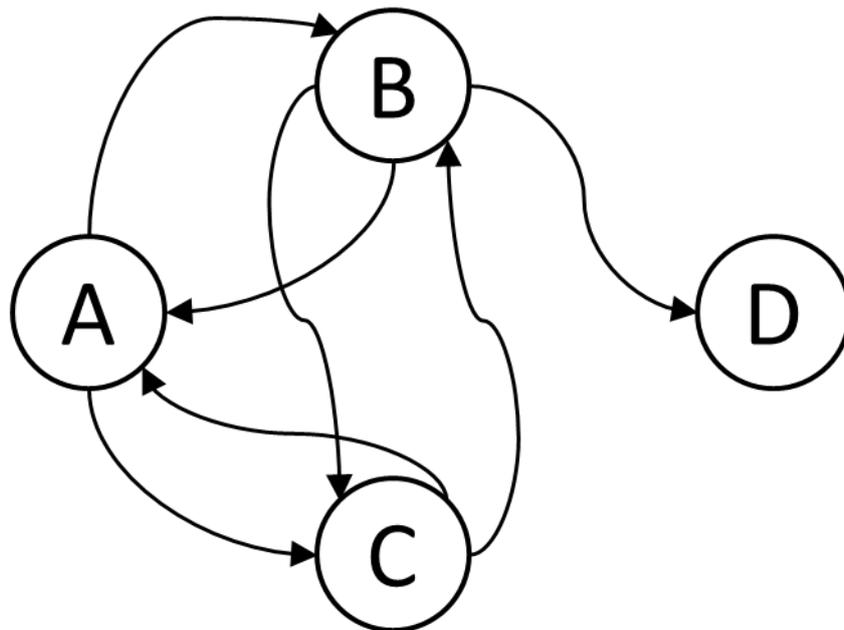


Abbildung 2-3: Gerichteter Graph II



Aufgabe 3 Boolesche Algebra

Aufgabe 3.1 Entwicklungssatz

Gegeben sei folgende boolesche Funktion:

$$x(d, c, b, a) = (a \equiv b)cd \vee (\bar{c} \vee d) \vee \bar{a}b(c \oplus d) \vee \overline{(a \vee \bar{b} \vee c)}$$

- A) Formen Sie die Funktion $x(d,c,b,a)$ so um, dass er sich mit dem Entwicklungssatz nach Shannon entwickeln lässt. Also so, dass nur noch UND, ODER und NICHT Gatter verwendet werden.



Gegeben sei folgende boolesche Funktion:

$$y(d, c, b, a) = \bar{a}\bar{b}(\bar{c}d \vee cd) \vee (\bar{a}\bar{b}) \vee (ab \vee \bar{a}\bar{b})\bar{c}d \vee (\bar{b}cd)$$

- B) Entwickeln Sie den Ausdruck y mit Hilfe des Booleschen Entwicklungssatzes in der Reihenfolge d, c, b, a . Geben Sie alle Zwischenergebnisse an. Hinweis: Bringen Sie den Funktionsausdruck zuerst in eine geeignete Form.



Matr.-Nr.:

Name:

ID:

Aufgabe 3.2 Multiplexerschaltungen

Gegeben sei die Funktion $z(d, c, b, a)$ in den beiden Formen:

1. Restfunktionen:

$$\begin{array}{lll}
 z(0,0,b,a) = (\bar{a} \wedge b) \vee (a \wedge \bar{b}) & z(0,0,0,a) = a & z(0,0,0,0) = 0 \\
 z(0,1,b,a) = 1 & z(0,0,1,a) = \bar{a} & z(0,0,0,1) = 1 \\
 z(1,0,b,a) = 0 & z(1,1,0,a) = 0 & z(0,0,1,0) = 1 \\
 z(1,1,b,a) = (a \wedge b) & z(1,1,1,a) = a & z(0,0,1,1) = 0 \\
 & & z(1,1,1,0) = 0 \\
 & & z(1,1,1,1) = 1
 \end{array}$$

2. Algebraische Entwicklung:

$$\begin{aligned}
 z(d, c, b, a) = & \bar{d} \left(\bar{c} \left(\bar{b} (\bar{a}(0) \vee a(1)) \vee b (\bar{a}(1) \vee a(0)) \right) \vee c(1) \right) \\
 & \vee d \left(\bar{c}(0) \vee c \left(\bar{b}(0) \vee b (\bar{a}(0) \vee a(1)) \right) \right)
 \end{aligned}$$

- A) Die bereits entwickelte Funktion z soll für eine Field Programmable Gate Array (FPGA) Realisierung mit 4:1 Multiplexern umgesetzt werden. Die Eingangsliterale a, b, c, d sollen dabei ausschließlich als Steuersignale genutzt werden. Zeichnen Sie die minimale Multiplexerschaltung. Hierzu sind in Abbildung 3-1 bereits drei 4:1 Multiplexern vorgegeben.

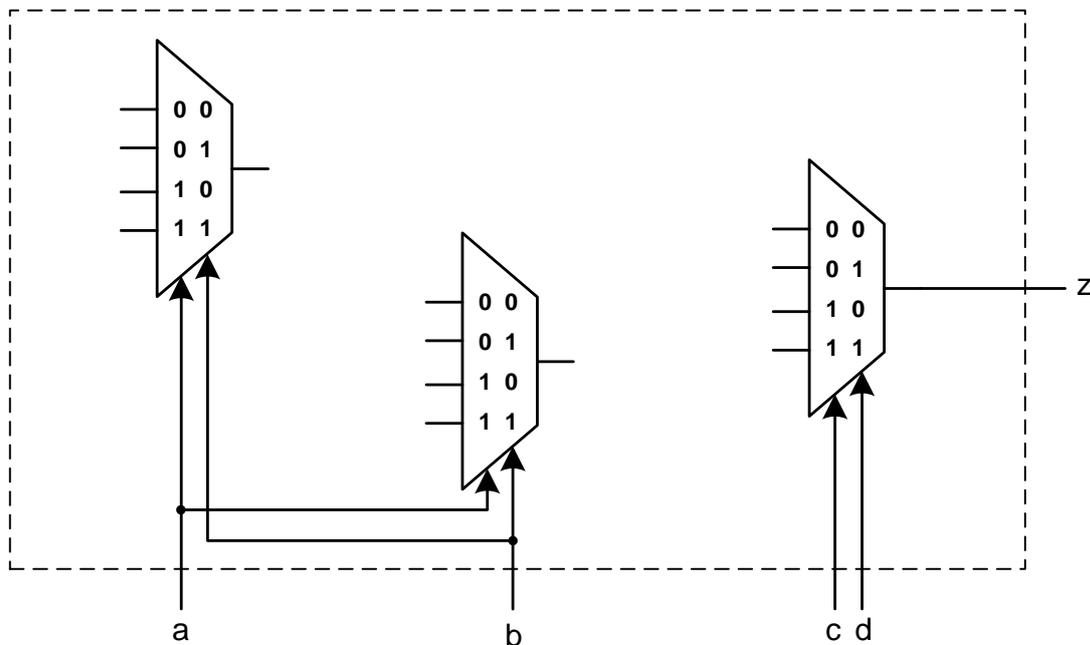


Abbildung 3-1: 4:1 Multiplexer-Schaltung

Aufgabe 3.3 Boolesche Funktionen

Gegeben sei die Funktion $u(a,b,c)$ durch ihre Wahrheitstabelle wie sie in Tabelle 3-1 dargestellt ist.

| a | b | c | u |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabelle 3-1: Wahrheitstabelle

- A) Ermitteln Sie zunächst die DNF des Ausgangs u aus Tabelle 3-1:

- B) Für die Realisierung der Funktion $u(a,b,c)$ stehen nur NOR-Gatter und NOT-Gatter zur Verfügung. Formen Sie daher die ermittelte DNF in eine NOR-Form um bei der nur NOR Gatter und NOT-Gatter verwendet werden.

- C) Geben Sie an, welche Grundschaltung durch die Funktion $u(a,b,c)$ in Tabelle 3-1 realisiert wird.



Aufgabe 5 Minimierung

Aufgabe 5.1 Petrickausdruck

In Tabelle 5-1 ist eine Überdeckungstabelle gegeben.

| | 1 | 12 | 13 | 16 | Präsenzvariable |
|-------------------|---|----|----|----|-----------------|
| $a\bar{b}\bar{d}$ | X | | | | |
| $a\bar{c}$ | X | | X | | |
| $b\bar{c}d$ | | X | X | | |
| $\bar{a}bd$ | | X | | X | |

Tabelle 5-1: Überdeckungstabelle 1

- A) Ordnen Sie den Primimplikanten eine Präsenzvariable (p_n) zu und tragen Sie diese in die dafür vorgesehene Spalte in Tabelle 5-1 ein. Geben Sie anschließend den Petrickausdruck an.

- B) Bestimmen Sie aus dem Petrickausdruck alle disjunktiven Minimalformen.

Aufgabe 5.2 Verfahren nach Petrick

In den folgenden Teilaufgaben sollen verschiedene Schritte des Petrickverfahrens durchgeführt werden.

- A) In untenstehender Überdeckungstabelle (Tabelle 5-2) sind die überdeckenden Größen durch die Präsenzvariablen a, b, c, d, e, f und g gegeben. Die zu überdeckenden Größen E_i sind von E_1 bis E_8 indiziert. Bestimmen Sie alle Kerne aus Tabelle 5-2 und markieren Sie die entsprechende(n) Zelle(n). Geben Sie die streichbaren Spalte(n) an.

| π_i/E_i | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | E_5 | E_6 | E_7 | E_8 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| a | | X | | | | X | | X |
| b | X | | X | | | | | |
| c | | | | | | | X | |
| d | X | | X | X | | | X | |
| e | | X | | | X | | | X |
| f | | | | | | X | | X |
| g | X | X | | | X | | X | |

Tabelle 5-2: Überdeckungstabelle 2

Kernspalte(n):

Streichbare Spalte(n):

B) Wenden Sie die Spaltendominanzregel auf Tabelle 5-3 an. Welche Spalte(n) können gestrichen werden? Streichen Sie die entsprechende(n) Spalte(n) und geben Sie die dominierte(n) und zugehörigen dominierende(n) Spalte(n), sowie die streichbare(n) Spalte(n) an.



| p_i/E_i | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 | E6 | E7 | E8 | E9 |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| a | | X | X | | X | | X | | |
| b | X | | | | X | | | | |
| c | | | X | X | | X | X | | |
| d | X | | X | | X | | | X | |
| e | | X | | | | | | | |
| f | | X | | X | | X | | | X |
| g | | | | | X | X | | X | X |

Tabelle 5-3: Überdeckungstabelle 3

| | | | | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Dominierende Spalte(n): | | | | | | |
| <u>Dominierte</u> Spalte(n): | | | | | | |
| Streichbare Spalte(n): | | | | | | |

- C) Wenden Sie nun die Zeilendominanzregel auf die bereits reduzierte Tabelle 5-4 an. Welche Zeile(n) können gestrichen werden? Streichen Sie die entsprechende(n) Zeile(n) und die Spalte(n) die durch dominierende Zeilen überdeckt werden. Geben Sie die dominierte(n) und zugehörigen dominierende(n) Zeile(n), sowie die streichbaren Zeile(n) in der Tabelle 5-4 an. Beachten Sie dabei, dass minimale Kosten (gegeben in gate equivalent (GE)) entstehen sollen. Neu entstandene Kerne dürfen mitverwendet werden. Führen Sie das Petrickverfahren zu Ende.

| Pi/Ei | E3 | E4 | E6 | E9 | E13 | Kosten |
|-------|----|----|----|----|-----|--------|
| b | | | | X | X | 1 GE |
| d | | | | X | | 2 GE |
| e | | X | X | | | 3 GE |
| f | X | | | X | | 4 GE |
| h | | | | | X | 5 GE |
| i | X | | | | | 6 GE |
| k | | | X | | | 7 GE |
| l | | X | | | | 8 GE |

Tabelle 5-4: reduzierte Überdeckungstabelle

| | | | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Dominierende Zeile(n): | | | | | | |
| <u>Dominierte</u> Zeile(n): | | | | | | |
| Streichbare Zeile(n): | | | | | | |

- D) Geben Sie die Kosten der in Teilaufgabe C) gefundenen Überdeckung an.

Kosten:



Aufgabe 6 Optimale Codes

Aufgabe 6.1 Huffman-Codierung

Zur komprimierten Speicherung von Dateien soll der folgende Algorithmus angewandt werden:

- Die Datei wird in Zeichengruppen von jeweils 16 Bit unterteilt.
- Die Auftrittshäufigkeiten der einzelnen 16-Bit-Zeichengruppen wird gezählt.
- Für die Zeichengruppen wird eine optimale Codierung nach Huffman erstellt.

Inhalt der Datei:

```
10FE 1011 A300 A300 C845 A300 10FF A300 1011
391D 10FE A300 1011 10FF 1011 A300 10FE 391D
```

- A) Identifizieren Sie alle unterschiedlichen Zeichenfolgen. Geben Sie deren Auftrittshäufigkeit und ihre Auftrittswahrscheinlichkeit in Tabelle 6-1 an.



| Zeichengruppe | Auftrittshäufigkeit | Auftrittswahrscheinlichkeit |
|---------------|---------------------|-----------------------------|
| 10FE | | |
| 1011 | | |
| A300 | | |
| C845 | | |
| 391D | | |
| 10FF | | |
| | | |
| | | |

Tabelle 6-1: Auftrittshäufigkeit & Wahrscheinlichkeit

- B) Welche mittlere Codewortlänge würde sich ergeben, wenn man alle Zeichen mit gleicher Länge codieren würde?



Die folgenden Teilaufgaben sind unabhängig von den vorherigen Teilaufgaben!

- C) Ermitteln Sie eine **Huffman**-Codierung für die unten angegebenen Zeichengruppen. Die Auftretthäufigkeiten der Zeichengruppen sind in den Klammern in Tabelle 6-2 (1. Schritt) angegeben. Geben Sie nun die einzelnen Schritte zur Ermittlung der **Huffman**-Codierung in der unten stehenden Tabelle 6-2 an. Kennzeichnen Sie dabei eindeutig, welche Knoten in welchem Schritt zusammengefasst werden. *Die explizite Angabe von Codewörtern ist nicht nötig.*

1. Schritt

| | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A300 (5) | 1011 (4) | 391D (3) | 10FE (3) | 10FF (2) | C845 (1) |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

2. Schritt

3. Schritt

4. Schritt

5. Schritt

6. Schritt

7. Schritt

Tabelle 6-2: Schrittweise Huffman-Codierung

- D) Zeichnen Sie nun den **Huffman**-Codierbaum entsprechend Ihres Ergebnisses aus Aufgabe 0. Tragen Sie dabei in alle Blätter des Baumes die entsprechende Zeichengruppe. Ordnen Sie außerdem allen Ästen eine sinnvolle Kodierung zu.



- E) Ermitteln Sie eine **Shannon-Fano-Codierung** für die unten angegebenen Zeichengruppen. Die Auftretthäufigkeiten der Zeichengruppen sind in den Klammern in Tabelle 6-3 (1. Schritt) angegeben. Geben Sie nun die einzelnen Schritte zur Ermittlung der **Shannon-Fano-Codierung** in der unten stehenden Tabelle 6-3 an. Kennzeichnen Sie dabei eindeutig, wie die Knotenmengen in jedem Schritt unterteilt werden. *Die explizite Angabe von Codewörtern ist nicht nötig.*

1. Schritt

| | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A300 (5) | 1011 (4) | 391D (3) | 10FE (3) | 10FF (2) | C845 (1) |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|

2. Schritt

3. Schritt

4. Schritt

5. Schritt

6. Schritt

7. Schritt

Tabelle 6-3: Schrittweise Shannon-Fano-Codierung



Aufgabe 7 Schaltwerke und Automaten

Aufgabe 7.1 Automatenentwurf

Abbildung 7-1 zeigt ein unvollständiges Ablaufdiagramm eines Automaten. Die zugehörige Ablauftabelle ist unvollständig in Tabelle 7-1 angegeben.

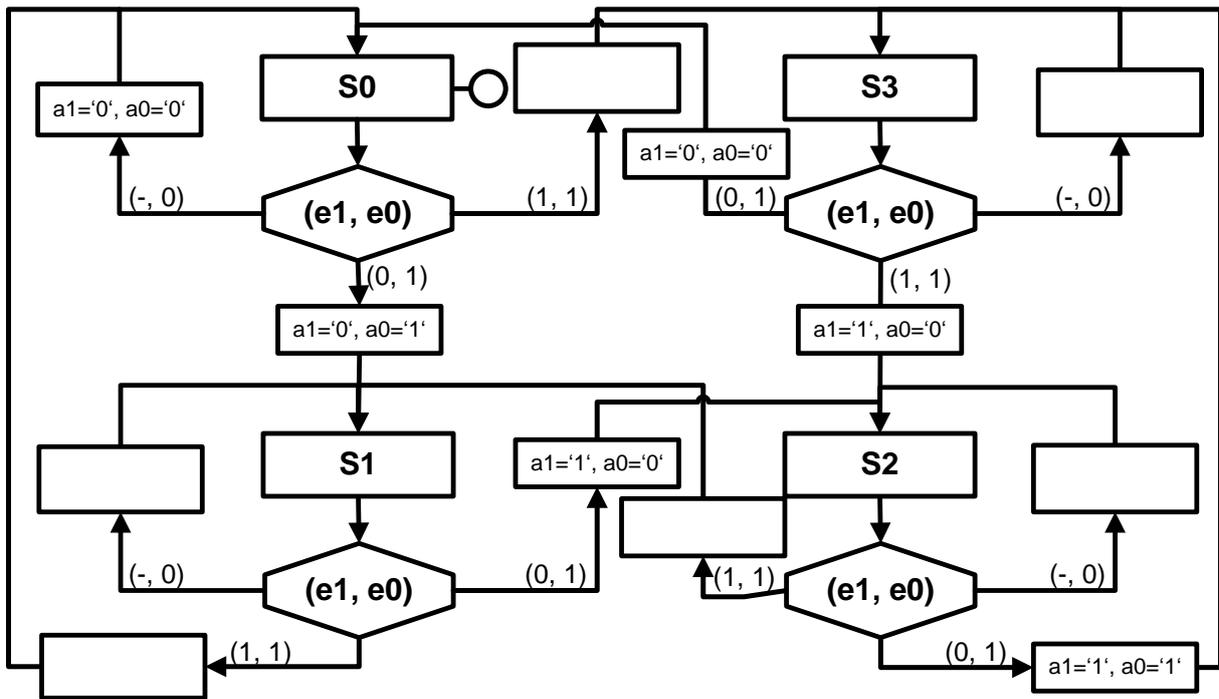


Abbildung 7-1: Ablaufdiagramm

- A) Vervollständigen Sie das in Abbildung 7-1 gegebene Ablaufdiagramm mithilfe der in Tabelle 7-1 gegebene Ablauftabelle. Geben Sie die sechs fehlenden Ausgaben an.
- B) Um was für einen Automatentyp handelt es sich? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.



C) Vervollständigen Sie nun in Tabelle 7-1 die Spalten der Ablaftabelle für die Folgezustände (Q^{v+1}) und die Ausgabe (A). Verwenden Sie dazu das zugehörige Ablaufdiagramm aus Abbildung 7-1.



| | Q^v | | Eingabe E | | Q^{v+1} | | Ausgabe A | | RS FF (Q_1) | | JK FF (Q_0) | |
|----|---------|---------|-----------|-------|-------------|-------------|-----------|---------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | q_1^v | q_0^v | e_1 | e_0 | q_1^{v+1} | q_0^{v+1} | a_1^v | a_0^v | R_1 | S_1 | J_0 | K_0 |
| S0 | 0 | 0 | - | 0 | | | | | | | 0 | |
| | | | 0 | 1 | | | | | | | 1 | |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | |
| S1 | 0 | 1 | - | 0 | | | 0 | 1 | | | - | |
| | | | 0 | 1 | | | | | | | - | |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | - | |
| S2 | 1 | 0 | - | 0 | | | 1 | 0 | | | 0 | |
| | | | 0 | 1 | | | | | | | 1 | |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | 1 | |
| S3 | 1 | 1 | - | 0 | | | 1 | 1 | | | - | |
| | | | 0 | 1 | | | | | | | - | |
| | | | 1 | 1 | | | | | | | - | |

Tabelle 7-1: Ablaftabelle des Automaten

D) Vervollständigen Sie nun die Ansteuerung der FlopFlops für die Zustandsvariablen Q_0 und Q_1 . Berücksichtigen Sie, dass Q_0 in einem JK-FF und Q_1 in einem RS-FF gespeichert wird. Verwenden Sie möglichst viele Freistellen um später eine minimale Realisierung der Ansteuerfunktion zu ermöglichen.



E) Geben Sie die ersten sechs Ausgaben (a_1, a_0) des Automaten nach dem Reset an. An den Eingängen des Automaten liegt dabei zunächst für einen Taktzyklus der Wert $(e_1, e_0) = (0, 0)$ an und anschließend $(e_1, e_0) = (0, 1)$.



- F) Um was für ein Schaltwerk handelt es sich? *Hinweis: Es handelt sich um ein Schaltwerk, dass Sie in der DT-Vorlesung kennengelernt haben.*

- G) Für den Automaten, der durch Tabelle 7-1 und Abbildung 7-1 definiert ist, wäre ein anderer Automatentyp für die Realisierung sinnvoller. Welcher Typ ist dies? Begründen Sie Ihre Antwort.

In Abbildung 7-2 ist ein Symmetriediagramm gegeben. Dieses soll nun verwendet werden um eine minimale Ansteuerfunktion für den Eingang J_0 des JK-FF (aus Tabelle 7-1) zu realisieren.

- H) Vervollständigen Sie das in Abbildung 7-2 gegebene Symmetriediagramm für den Eingang J_0 . Verwenden Sie „don't-cares“ wenn immer möglich.

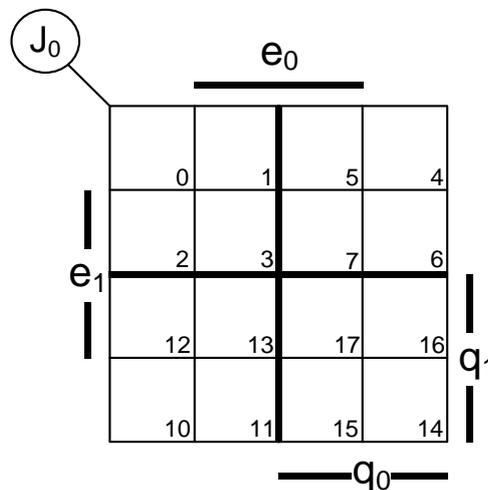


Abbildung 7-2: Symmetriediagramme

- I) Geben Sie die Ansteuerfunktionen von J_0 in disjunktiver Minimalform an. Verwenden Sie „don't-cares“, falls möglich.

$J_0 =$

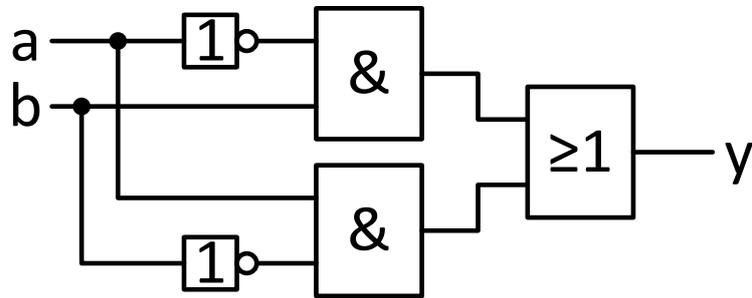
**Aufgabe 8 CMOS****Aufgabe 8.1 Erzeugen von CMOS-Schaltungen**

Abbildung 8-1: Gatterschaltung

- A) Bestimmen Sie die boolesche Funktion für die in Abbildung 8-1 dargestellte Gatterschaltung und überführen Sie diese in die disjunktive Minimalform.



- B) Welche Grundschialtung wird durch Abbildung 8-1 realisiert?



- C) Zeichnen Sie eine wohldefinierte, kurzschlussfreie CMOS-Realisierung der in Aufgabenteil A) bestimmten booleschen Funktion mit einer minimalen Anzahl an Transistoren.

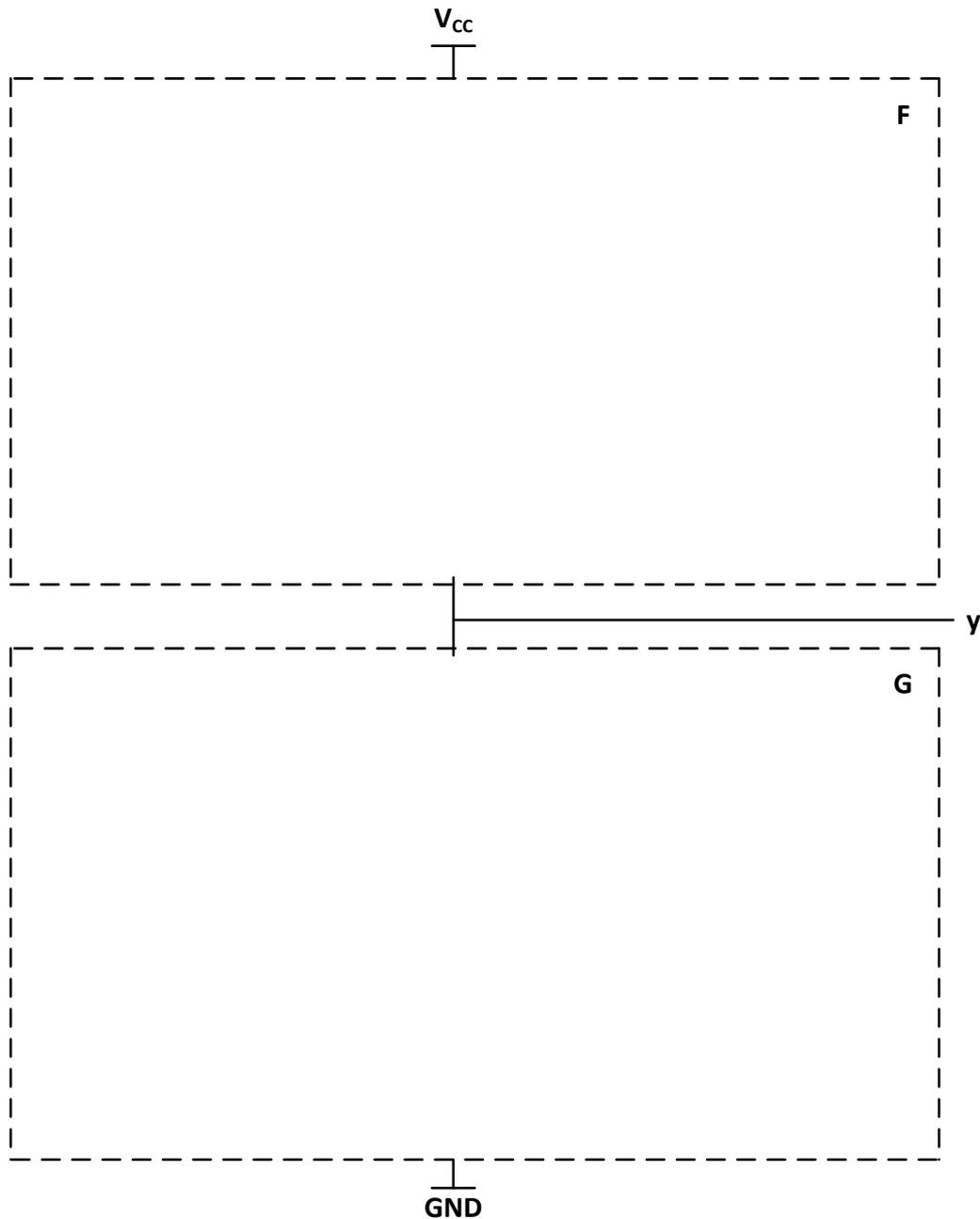


Abbildung 8-2: CMOS-Schaltung

- D) Wie viele Transistoren können durch die Optimierung in Aufgabenteil A) im Vergleich zur Originalschaltung eingespart werden?



Aufgabe 8.2 Analyse von CMOS-Schaltungen

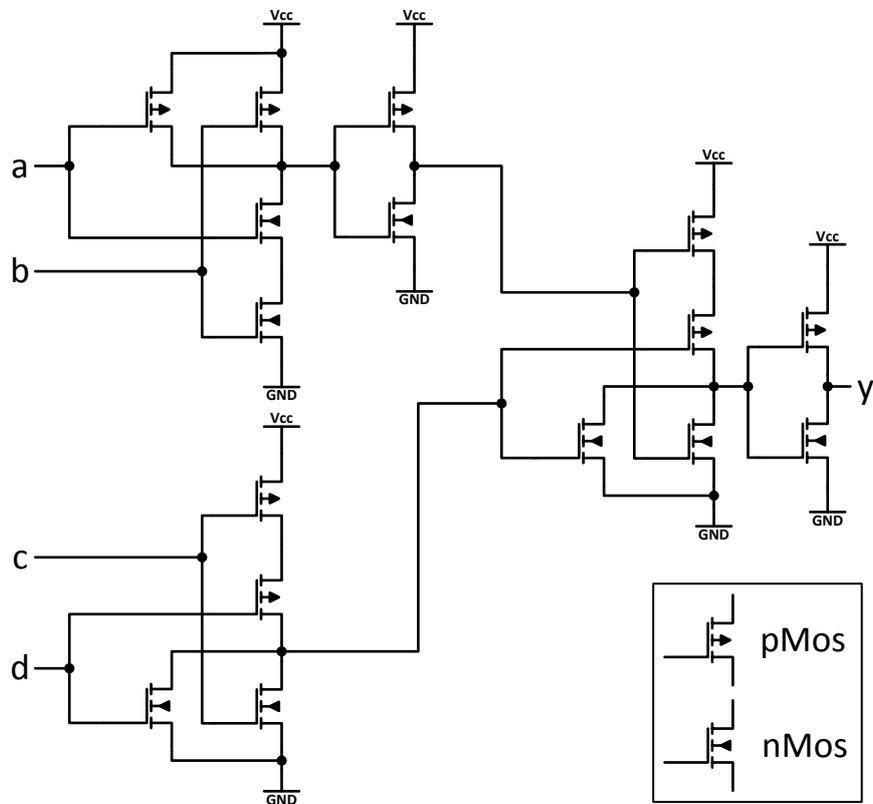


Abbildung 8-3: CMOS-Schaltung

- A) Überführen Sie die in Abbildung 8-3 dargestellte CMOS-Schaltung in eine äquivalente Gatterschaltung. Verwenden Sie lediglich AND- und OR-Gatter mit zwei Eingängen sowie NOT-Gatter.



Aufgabe 8.3 Analyse von CMOS-Schaltungen

In Abbildung 8-4 ist eine fehlerhafte CMOS-Schaltung gegeben. Diese soll in den folgenden Teilaufgaben analysiert und korrigiert werden.

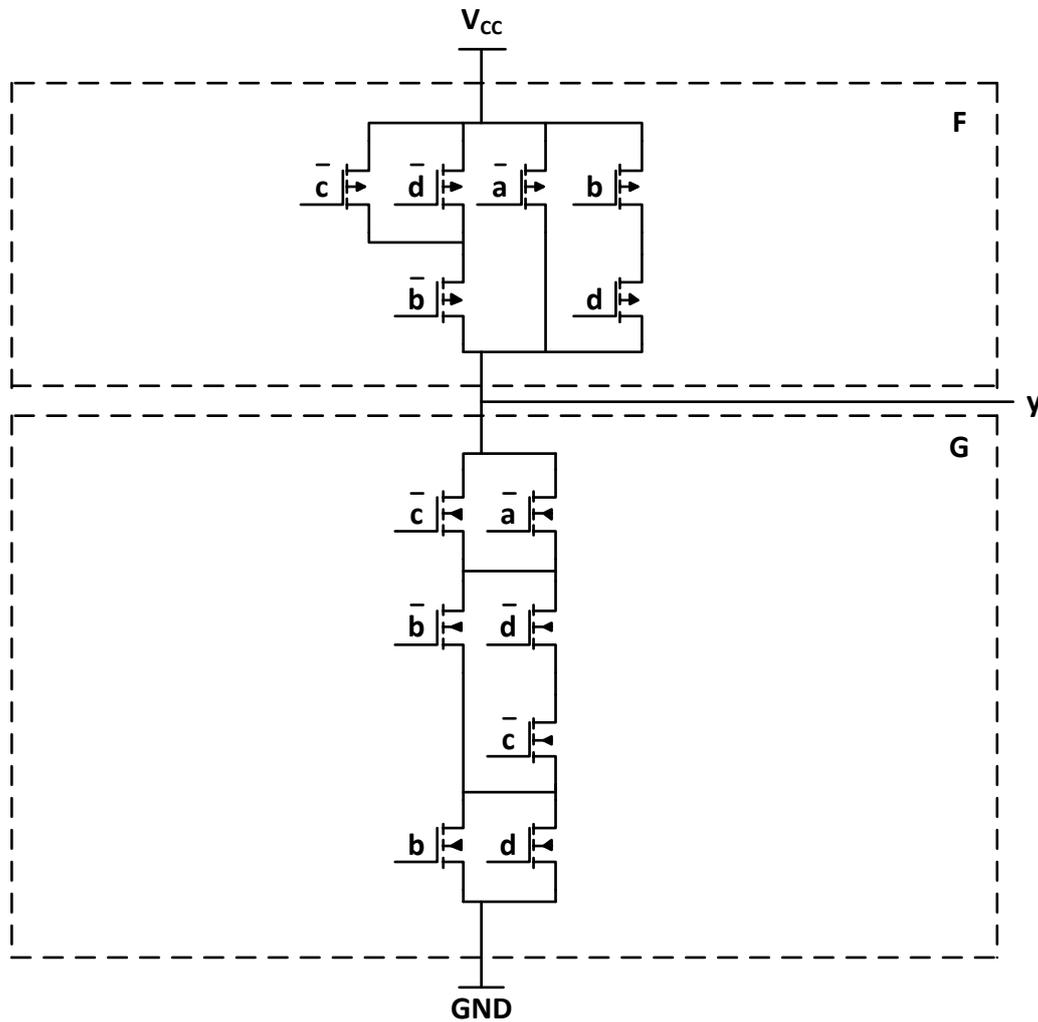


Abbildung 8-4: CMOS-Schaltung

- A) Zeigen Sie, dass die Schaltung in Abbildung 8-4 nicht kurzschlussfrei ist und bestimmen Sie, bei welcher Eingangskombination sowohl F als auch G durchschalten.

- B) Streichen Sie genau einen Transistor in der Pull-Down-Schaltung aus Abbildung 8-4, so dass eine wohldefinierte, kurzschlussfreie CMOS-Schaltung entsteht. Begründen Sie zusätzlich ihr Vorgehen.