

Höhere Technische Bundes-, Lehr- und Versuchsanstalt (BULME) Graz – Gösting Elektrotechnisches Laboratorium	Jahrgang: 2004/05 Übungstag:
Name: Schriebl, Forjan, Schuster	Gruppe:
..... Aufgabe: Kombinatorische Logik I	

1. Aufgabenstellung:

1.1. Wie lauten die De Morgan'schen Gesetze

1.2. Aufbau eines Inverters mit NOR / NAND

1.3. Aufbau einer ODER-Verknüpfung mit NOR / NAND

1.4. Aufbau einer UND-Verknüpfung mit NOR / NAND

1.5. Aufbau einer EXOR-Verknüpfung mit NOR / NAND

1.6. Analyse von logischen Schaltungen (Parallel-Gruppe)

Erstellung der Schaltfunktion

Ergänzung zur disjunktiven Normalform

Aufstellung der Wertetabelle

Minimierung der Schaltfunktion mittels Schaltalgebra und KV-Diagramm

1.7. Synthese von logischen Schaltungen

Beschreibung der Funktion der gesuchten Schaltung

Festlegung der Eingangs- und Ausgangsgrößen und der Bedeutung der Variablen 0 und 1

Erstellung der Wertetabelle

Bestimmung der Schaltfunktion

Minimierung der Schaltfunktion mittels Schaltalgebra und KV-Diagramm

Standardisierung der Schaltung (NOR und NAND Gatter)

Zeichnen des Schaltbildes

Überprüfen der Schaltung durch Aufbau mit Testkoffer

1.8. Aufbau eines Codekonverters

„Ausgangscod“ und „Zielcode“ werden bekannt gegeben.

2. Schaltungen

Die erstellten Wahrheitstabellen, Logikgleichungen, KV-Diagramme und Schaltungen sind diesem Deckblatt beizulegen.

3. Anmerkungen

4. Anhang

Unterschrift

1.1. Wie lauten die De Morgan'schen Gesetze

Es gibt zwei De Morgan'sche Gesetze.

Die erste Regel lautet:

$$\overline{a \wedge b} = \bar{a} \vee \bar{b}$$

$$a \wedge \bar{b} = \bar{a} \vee \bar{\bar{b}}$$

Wahrheitstabelle:

b	a	$\overline{a \wedge b}$	\bar{b}	\bar{a}	$\bar{a} \vee \bar{b}$
0	0	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	0

Mit der ersten Regel von de Morgan kann man eine invertierte UND-Verknüpfung auflösen.

Die zweite Regel lautet:

$$\overline{a \vee b} = \bar{a} \wedge \bar{b}$$

$$a \vee \bar{b} = \bar{a} \wedge \bar{\bar{b}}$$

Wahrheitstabelle:

b	a	$\overline{a \vee b}$	\bar{b}	\bar{a}	$\bar{a} \wedge \bar{b}$
0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	0

Mit der zweiten Regel von de Morgan kann man eine invertierte ODER-Verknüpfung auflösen.

Durch Anwenden der de Morgan'schen Gesetze kann man UND- in funktionsgleiche ODER-Verknüpfungen bzw. ODER- in UND-Verknüpfungen umformen. Dabei wird jede Variable der Verknüpfungen negiert und das Funktionszeichen der Verknüpfung geändert.

1.2. Aufbau eines Inverters mit NOR / NAND

Inverter (Negation):

Wahrheitstabelle:

A	Q
1	0
0	1

Am Ausgang des Inverters liegt immer das invertierte Eingangssignal:

$$Q = \bar{A}$$

NOR-Glied:

Wahrheitstabelle:

B	A	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$$Q = \bar{A} \wedge \bar{B} = \overline{A \vee B}$$

NAND-Glied:

Wahrheitstabelle:

B	A	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$Q = \overline{A \vee B} = \overline{A \wedge B}$$

Lösungen:

Negation aus NOR:

Negation aus NAND

Um aus einem NOR- oder NAND-Glied einen Inverter zu erzeugen, muss man die beiden Eingänge des Logik-Gliedes zusammenfassen.

1.3. Aufbau einer ODER-Verknüpfung mit NOR / NAND

Am Ausgang einer ODER-Verknüpfung liegt dann ein Signal 1 an, wenn einer der Eingänge den Zustand 1 hat.

ODER-Verknüpfung:

Wahrheitstabelle:

B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$Q = A \vee B$$

$$A \vee B = \overline{\overline{A \wedge B}}$$

$$A \vee B = \overline{\overline{A} \vee \overline{B}}$$

Lösungen:

ODER aus NOR

ODER aus NAND

1.4) Aufbau einer UND-Verknüpfung mit NOR / NAND

Am Ausgang einer UND-Verknüpfung liegt nur dann das Signal 1 an, wenn alle Eingänge den Signalzustand 1 aufweisen.

UND-Verknüpfung:

Wahrheitstabelle:

B	A	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$Q = A \wedge B$$

$$A \wedge B = \overline{\overline{A} \vee \overline{B}}$$

$$A \wedge B = \overline{\overline{A \wedge B}}$$

Lösungen:

UND mit NOR

UND mit NAND

1.5) Aufbau einer EXOR-Verknüpfung mit NOR / NAND

Die EXOR-Verknüpfung (Antivalenz-Verknüpfung) vergleicht die Eingänge auf ungleiche Signalzustände.

EXOR-Verknüpfung:

Wahrheitstabelle:

B	A	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$Q = (A \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)$$

$$Q = \overline{(A \vee B)} \vee \overline{(\bar{A} \vee \bar{B})}$$

Lösungen:

EXOR mit NOR

1.7. Synthese einer Schaltung mit digitalen Bausteinen, deren Funktion als Wahrheitstabelle gegeben ist

Bsp.1.)

Wahrheitstabelle:

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

1.) Disjunktive Normalform:

$$Q = (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C \wedge D) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge B \wedge C \wedge \bar{D}) \vee$$

$$(A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge C \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge \bar{D}) \vee (A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge D)$$

2.) Minimierte Schaltfunktion:**KV-Diagramm:**

	$\bar{C} \wedge D$	$\bar{C} \wedge \bar{D}$	$C \wedge \bar{D}$	$C \wedge D$
$\bar{A} \wedge B$	1	0	0	0
$\bar{A} \wedge \bar{B}$	1	0	0	1
$A \wedge \bar{B}$	1	1	1	0
$A \wedge B$	1	1	1	0

Die minimierte Schaltfunktion lautet:

$$Y = (\bar{C} \wedge D) \vee (A \wedge \bar{D}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge D)$$

Realisierung mit NAND-Gliedern:

$$Y = \overline{\overline{(\bar{C} \wedge D)} \vee \overline{(A \wedge \bar{D})} \vee \overline{(\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge D)}}$$

Schaltbild:

Bsp.2.)

Umwandlung einer Gatterschaltung, deren Funktion gegeben ist

$$Z = f(A, B, C) = \overline{A}(\overline{BC} + B\overline{C}) + A(\overline{BC} + BC)$$

Umwandlung in eine Schaltung mit NAND-Gatter:

$$Z = (\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C) \vee (\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C}) \vee (A \wedge B \wedge C)$$

$$Z = \overline{(\overline{A} \wedge \overline{B} \wedge C)} \vee \overline{(\overline{A} \wedge B \wedge \overline{C})} \vee \overline{(A \wedge \overline{B} \wedge \overline{C})} \vee \overline{(A \wedge B \wedge C)}$$

Schaltung: