

Alles Wichtige findest Du hier:

Website: Slides, Zusatzmaterial, Links



n.ethz.ch/~ncantieni/digitech

Polybox: Slides, Zusatzmaterial



u.ethz.ch/NXMB8

ncantieni@ethz.ch

Digitaltechnik 4: Schaltungssysteme

Nic Cantieni
ncantieni@ethz.ch



Persönliches

- Hallo! Ich bin Nic Cantieni, der rotierende TA.
- Elena ist nicht verloren gegangen, sie ist heute in der Online-Übung.
- Ihr habt sie nächste Woche wieder zurück :)

Organisatorisches

- Normale Übungsstunde (Theorie, Tipps, Fragen)
- Folien auf n.ethz.ch/~ncantieni/digitech
- Serienabgabe: auf Moodle oder auf Papier, ich korrigiere sie dann
- Serienrückgabe: auf Moodle, oder nächste Woche durch Elena
- Study Center: heute Abend im ETF E 1, mit NuS1 zusammen

Outline

1. Zwischentest 1

2. Repetition Minterm/Maxterm, DNF/KNF

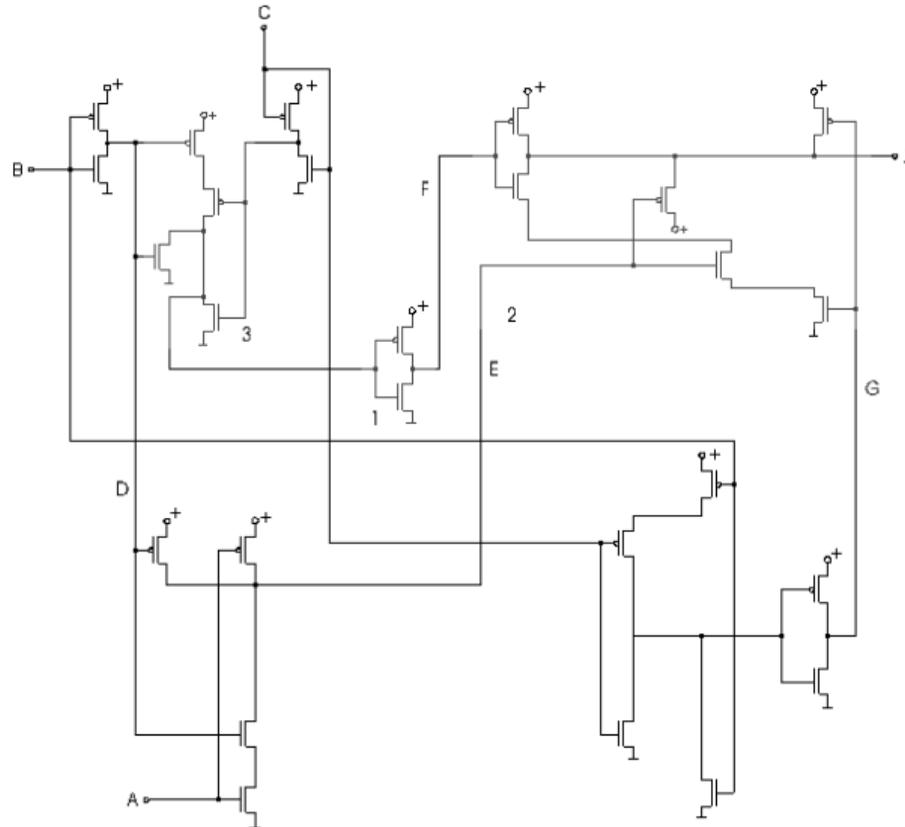
3. Vereinfachen Schaltgleichungen: KV-Diagramm

4. Zahlensysteme / Codes

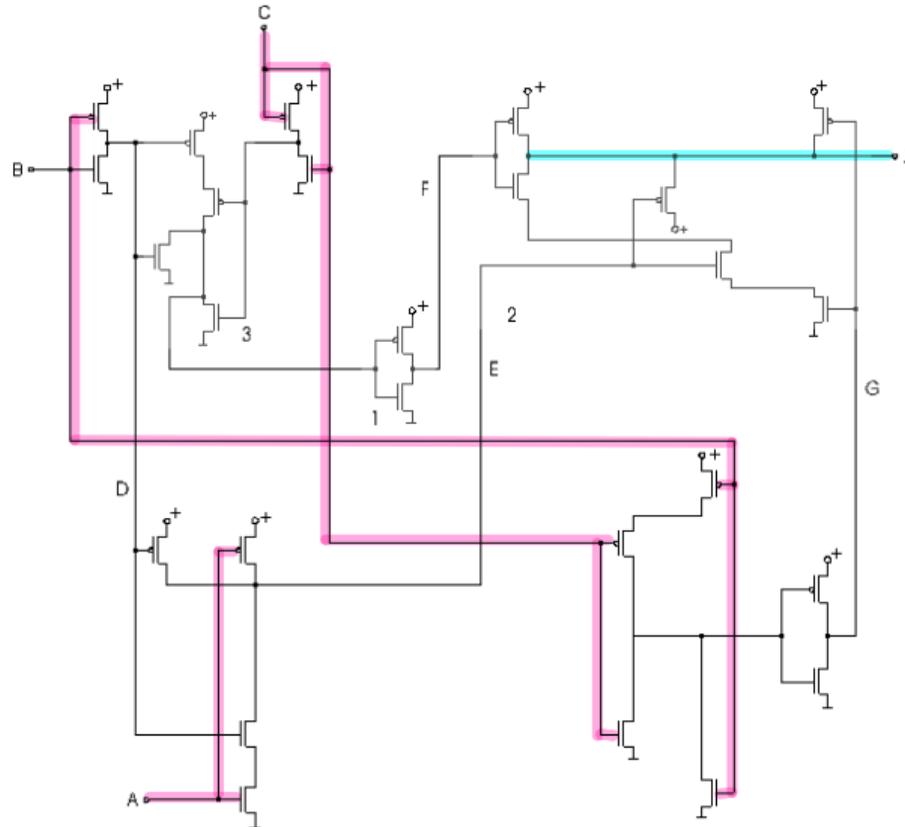
Zwischentest 1

- Super Rücklauf: G3: 20/23; ganze Vorlesung: 167/275
- Im gesamten super gelöst!
- Nachbesprechung:
 - Aufgabe 1.3: Bei Fragen in der Pause/ am Ende
 - Aufgabe 2: ↓
 - Aufgabe 3: noch einmal anschauen, schade um die Punkt
 - Aufgabe 4.1: "Beschreiben" \Leftrightarrow Worte!
 - Aufgabe 4.2b: Auf Rasterbeschriftung achten

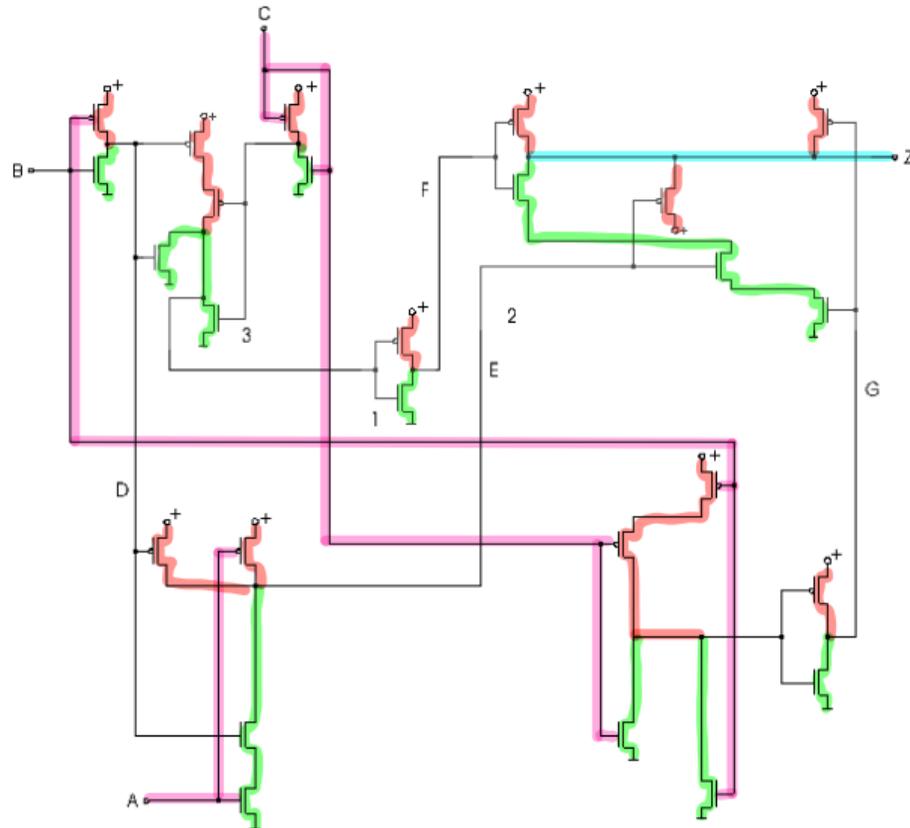
Test 1: Aufgabe 2 // 1. Schritt: Inputs / Outputs identifizieren



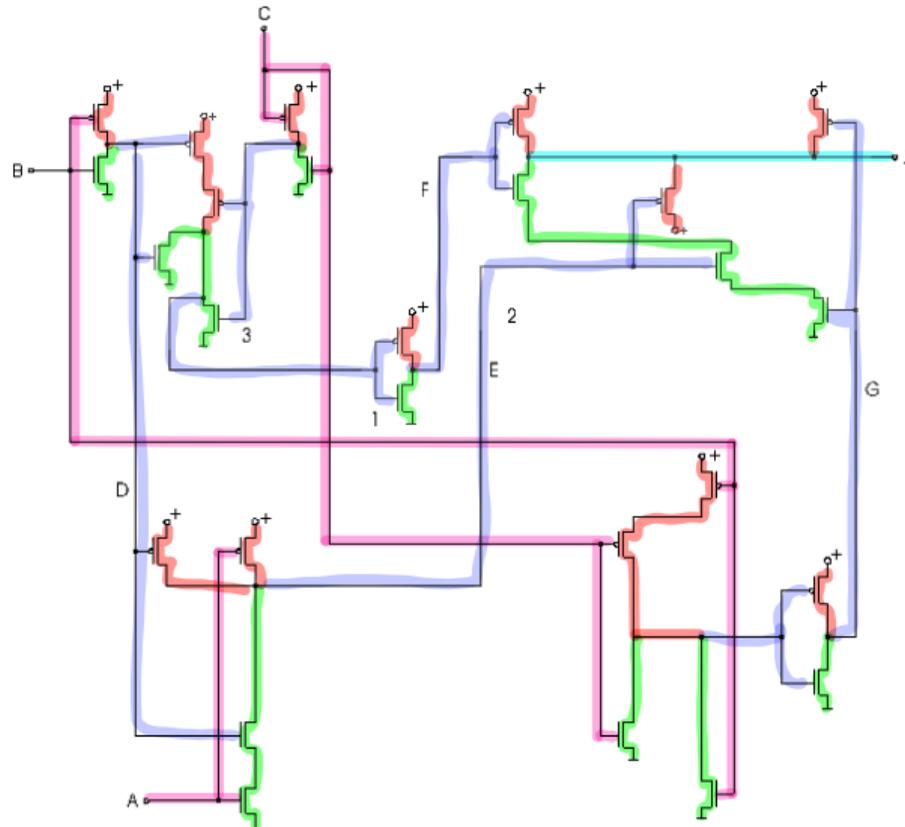
Test 1: Aufgabe 2 // 1. Schritt: Inputs / Outputs identifizieren



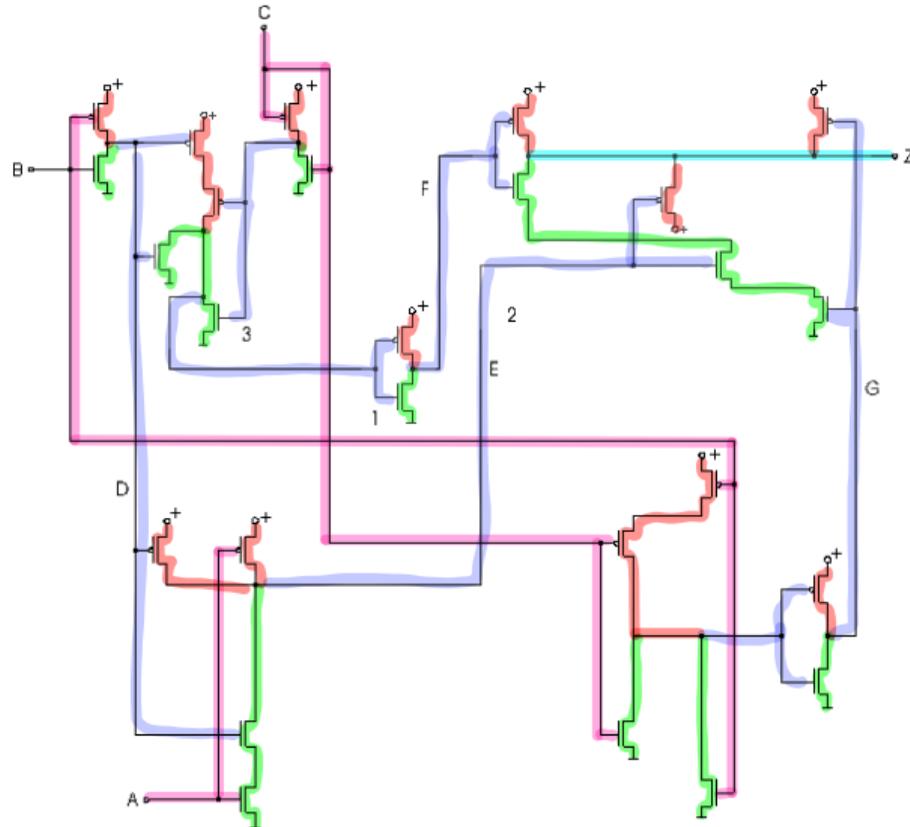
Test 1: Aufgabe 2 // 3. Schritt: Innere Verbindungen finden



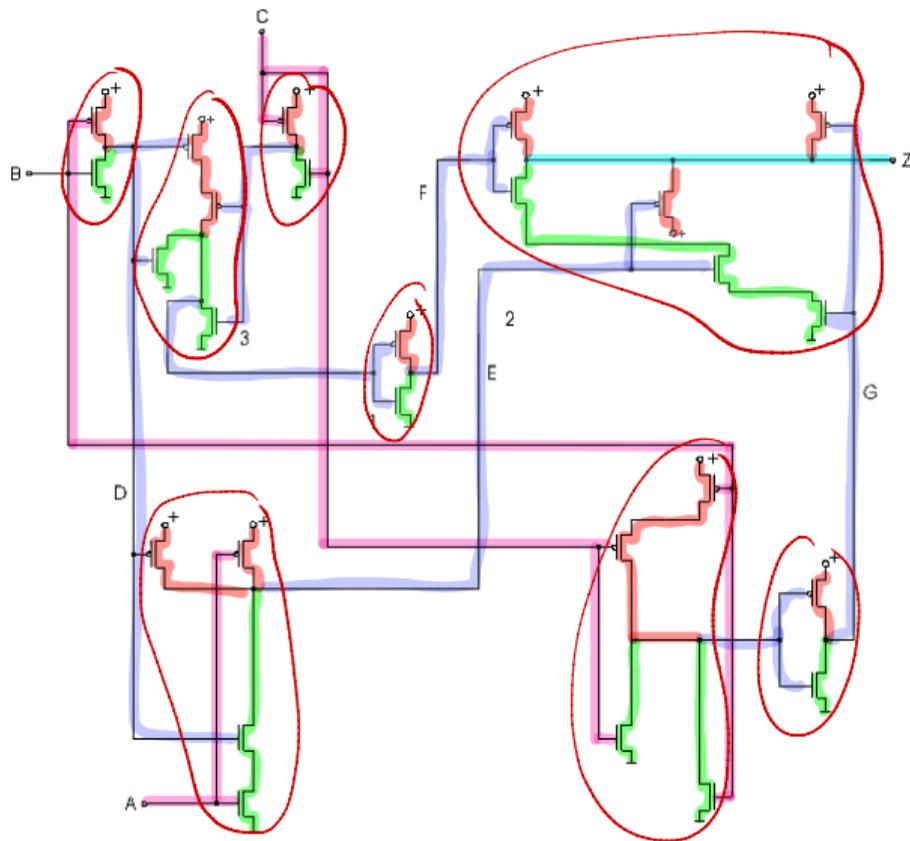
Test 1: Aufgabe 2 // 3. Schritt: Innere Verbindungen finden



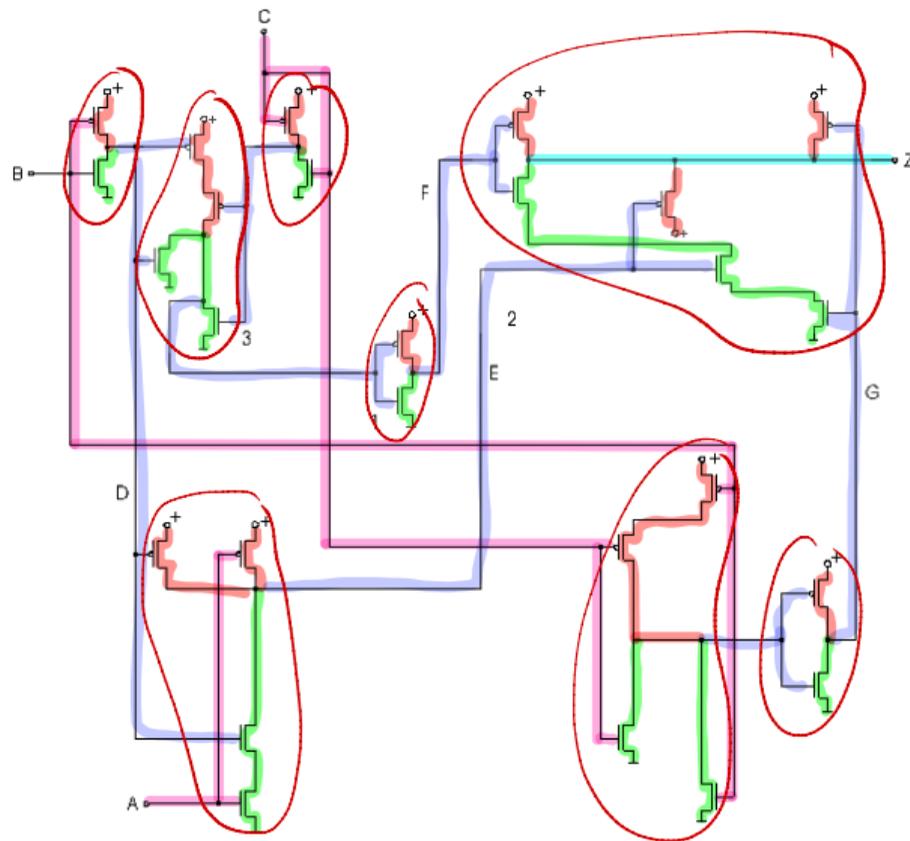
Test 1: Aufgabe 2 // 4. Schritt: Verbundene Transistoren gruppieren



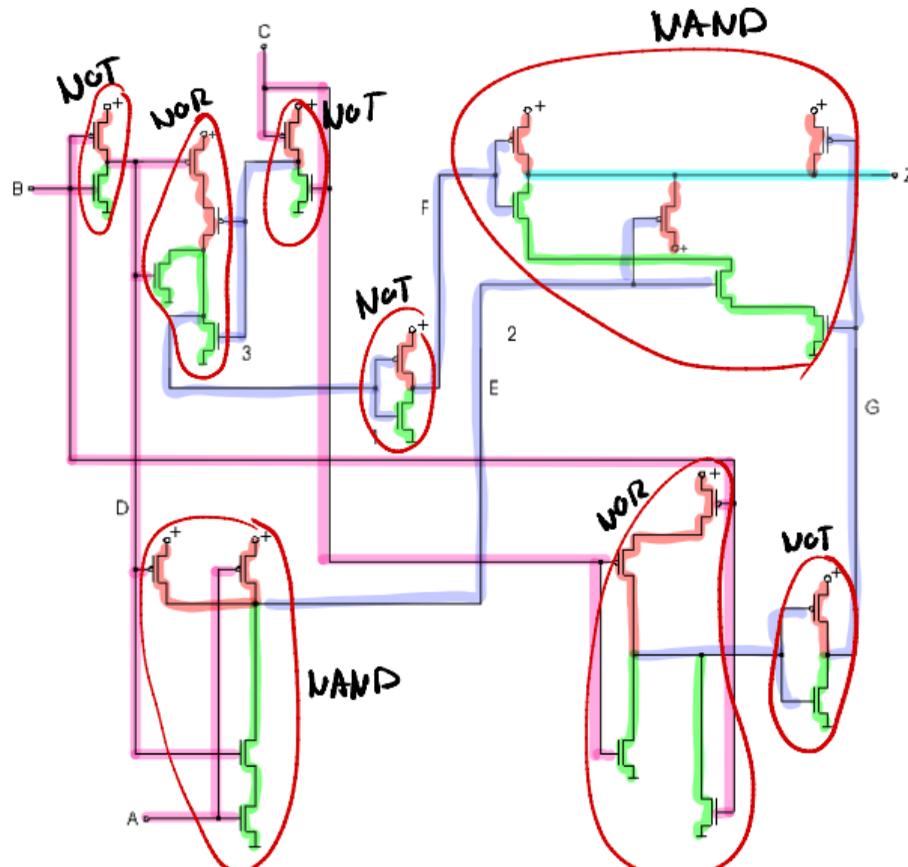
Test 1: Aufgabe 2 // 4. Schritt: Verbundene Transistoren gruppieren



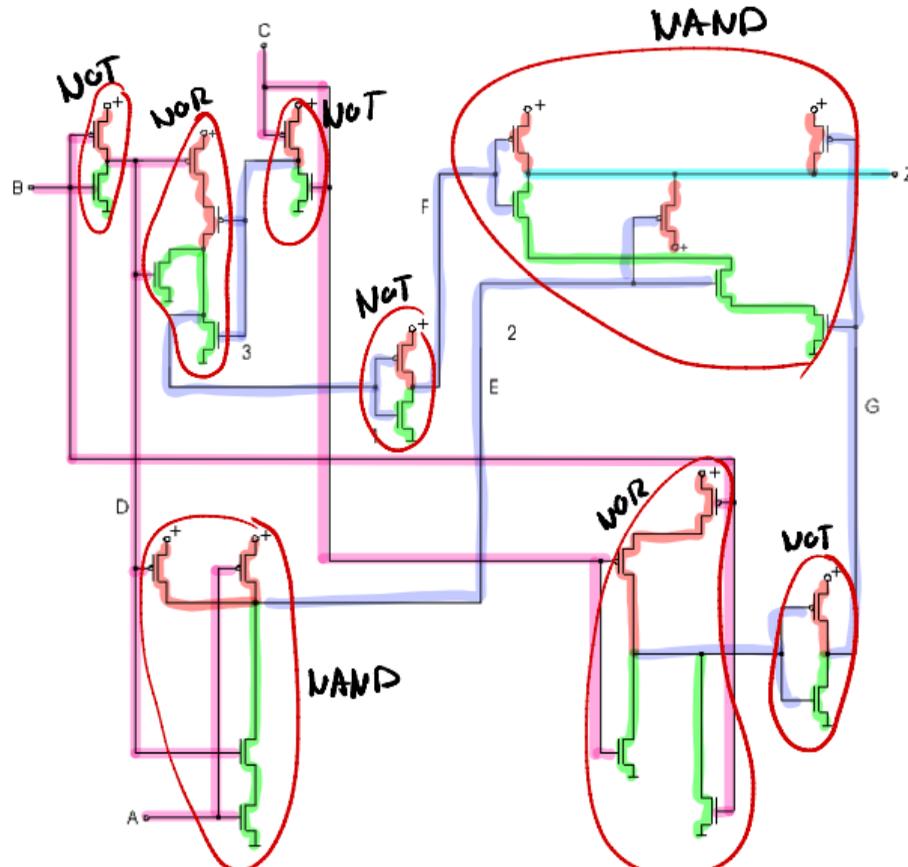
Test 1: Aufgabe 2 // 5. Schritt: Gatter identifizieren



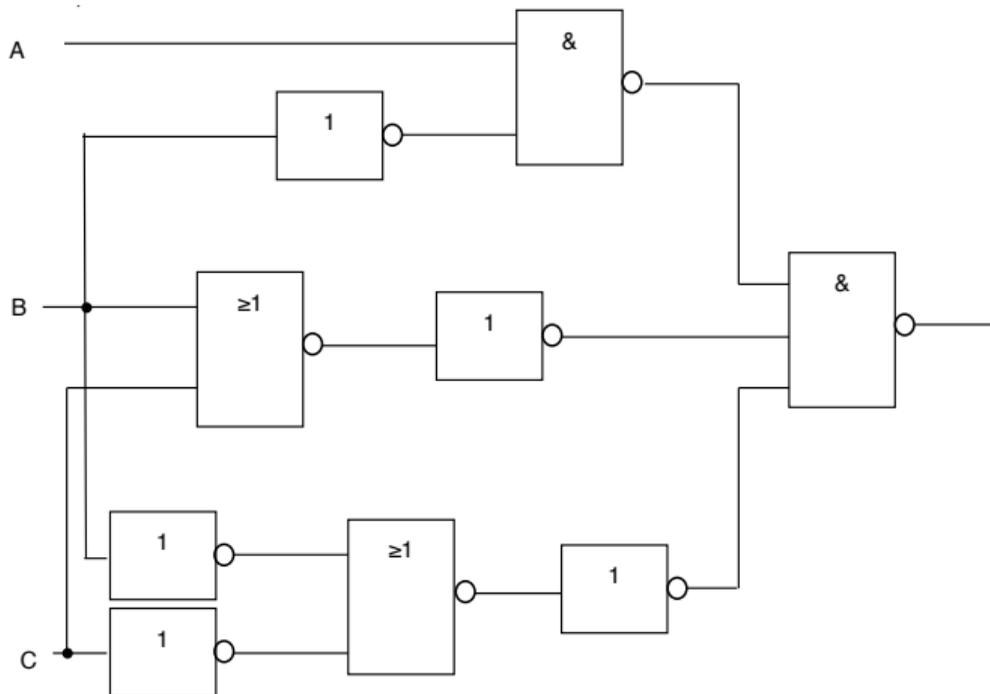
Test 1: Aufgabe 2 // 5. Schritt: Gatter identifizieren



Test 1: Aufgabe 2 // 6. Schritt: Schaltung abzeichnen, NICHT vereinfachen!



Test 1: Aufgabe 2 // 6. Schritt: Schaltung abzeichnen, NICHT vereinfachen!



Fragen?

Outline

1. Zwischentest 1

2. Repetition Minterm/Maxterm, DNF/KNF

3. Vereinfachen Schaltgleichungen: KV-Diagramm

4. Zahlensysteme / Codes

Minterm/Maxterm; DNF/KNF

A	B	C	Y = f(A,B,C)	Minterm	Maxterm
0	0	0	1	$\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}$	-
0	0	1	1	$\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C$	-
0	1	0	0	-	$A \vee \bar{B} \vee C$
0	1	1	1	$\bar{A} \wedge B \wedge C$	-
1	0	0	1	$A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}$	-
1	0	1	1	$A \wedge \bar{B} \wedge C$	-
1	1	0	0	-	$\bar{A} \vee \bar{B} \vee C$
1	1	1	0	-	$\bar{A} \vee \bar{B} \vee \bar{C}$

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

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

Minterm/Maxterm; DNF/KNF

- Minterm:
 - AND-Verknüpfung der Variablen
 - bilden bei $Y=1$
- DNF:
 - OR-Verknüpfung aller Minterme
 - Was passiert bei einer 1-Klammer?
- Maxterm:
 - OR-Verknüpfung der Variablen
 - bilden bei $Y=0$
- KNF:
 - AND-Verknüpfung aller Maxterme
 - Was passiert bei einer 0-Klammer?

Wichtig: die DNF / KNF sind höchst selten effizient

- Beweis: Schaltung von Folie vorher kann mit dieser Gleichung beschrieben werden:

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

- Aber: man kann sie effizienter machen (**später in der Vorlesung**)
- Aber: sie sind standardisiert

Fragen?

Outline

1. Zwischentest 1

2. Repetition Minterm/Maxterm, DNF/KNF

3. Vereinfachen Schaltgleichungen: KV-Diagramm

4. Zahlensysteme / Codes

Ziel der Übung

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

Und das ganze ohne Schaltalgebra, sondern mit klaren Algorithmen....

Wahrheitstabelle → Karnaugh-Diagramm → Schaltgleichung

Wahrheitstabelle → KV-Diagramm

A	B	Y = f(A,B)	Minterm	Maxterm
0	0	1	$\bar{A} \wedge \bar{B}$	-
0	1	1	$\bar{A} \wedge B$	-
1	0	0	-	$A \vee \bar{B}$
1	1	1	$A \wedge B$	-

	\bar{A}	A
\bar{B}	$A = 0$ $B = 0$ $f(0,0) = 1$	$A = 1$ $B = 0$ $f(1,0) = 0$
B	$A = 0$ $B = 1$ $f(0,1) = 1$	$A = 1$ $B = 1$ $f(1,1) = 1$

	\bar{A}	A
\bar{B}	1	0
B	1	1

KV-Diagramm → Schaltgleichung

	\bar{A}	A
\bar{B}	1	0
B	1	1

Päckchen bilden mit 1, "konstante" Variablen zu Minterm zusammenfassen

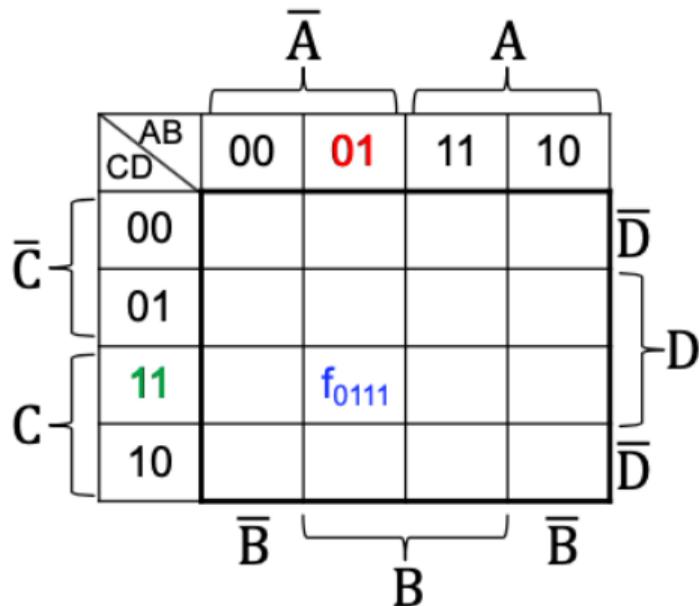
$$\bar{A} \quad B$$

DNF bilden

$$Y = \bar{A} \vee B$$

Alternative Darstellung KV-Diagramm

Meistens sinnvoller, einfacheres ablesen aus Wahrheitstabelle.
Einschrittiger Code!



Wahrheitstabelle (teilweise)

A	B	C	D	f(A,B,C,D)
		⋮		⋮
0	1	1	1	f_{0111}
		⋮		⋮

Fragen?

KV-Diagramm

A	B	C	D	Z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	X
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	X
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	X
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

CD\AB	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

KV-Diagramm

A	B	C	D	Z
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	X
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	X
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	X
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

CD\AB	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	0	1	X
11	X	0	1	1
10	0	X	0	0

Erlaubte Päckchen:

- 2^n orthogonal verbundene Zellen
- Roll-over erlaubt
- X verwenden erlaubt

KV-Diagramm: Hazards

CD\AB	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	0	1	X
11	X	0	1	1
10	0	X	0	0

Erlaubte Päckchen:

- 2^n orthogonal verbundene Zellen
- Roll-over erlaubt
- X verwenden erlaubt

Hazards

- Kritische Übergänge: orthogonale Päckchen, auch über Roll-over
- Lösung: Zusatzpäckchen

Fragen?

Outline

1. Zwischentest 1

2. Repetition Minterm/Maxterm, DNF/KNF

3. Vereinfachen Schaltgleichungen: KV-Diagramm

4. Zahlensysteme / Codes

Zahlensysteme

- Wir betrachten nur **Stellwertsysteme**
- positive Zahl D mit Basis R und Ziffern b_i :

$$D = \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i \cdot R^i$$

- Ein System hat R verschiedene Ziffernsymbole
- Zahl wird geschrieben als:

$$\dots b_3 b_2 b_1 b_0 . b_{-1} b_{-2} b_{-3} \dots$$

Codes

- Abbildungen zwischen Ziffernsymbolen und Binärzahlen
- Beispiel

(Vielleicht nicht sinnvoll, aber möglich)

0 → 0001	5 → 0110
1 → 0010	6 → 1100
2 → 0100	7 → 0111
3 → 1000	8 → 1110
4 → 0011	9 → 1111

- Sinnvolle Beispiele: Vorlesungsfolien

Umrechnung zwischen Zahlensystemen

- Dezimal \rightarrow Binär
 - wiederholte Ganzzahldivision durch 2; Rest sind die Bits, sortiert von LSB zu MSB
- Dezimal \rightarrow R
 - wiederholte Ganzzahldivision durch R; Rest sind die Digits, sortiert von LSD zu MSD

Berechnungen im Binärsystem

- Addition: Schriftlich Rechnen (Stellenweise Addition mit Übertrag)
- Subtraktion: Schriftlich rechnen mit Zweier-Komplement (Stellenweise **Addition** mit Übertrag)

Zweierkomplement

Simple Konzept

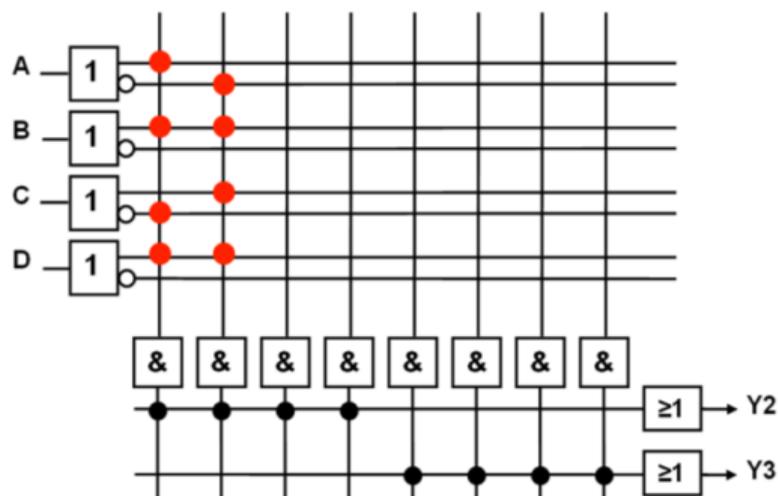
- MSB: negativ Zählen; alle anderen Bits: positiv dazuaddieren

$$1101001 \rightarrow -64 + 32 + 8 + 1 = -23$$

- Bemerke:
 - **1**101001 = 101001 \Rightarrow führende 1en sind nicht wichtig
 - **0**0101001 = 0101001 \Rightarrow führende 0en sind nicht wichtig
 - **0**101001 \neq 101001 \Rightarrow MSB 0 ist wichtig
 - falls MSB = 0: normale Binärzahl
 - Algorithmus \leftrightarrow : Bitweise invertieren, 1 Addieren, Vorzeichenbit ansetzen

Hints Serie 4

1. Simpel
2. Übungsbeispiel
3. r und l sind voneinander unabhängig, also: 3 Eingänge, 2 Ausgänge → 2 Schaltgleichungen
4. Beispiel



$$Y_2 = (A \wedge B \wedge \bar{C} \wedge D) \vee (\bar{A} \wedge B \wedge C \wedge D)$$

Alles Wichtige findest Du hier:

Website: Slides, Zusatzmaterial, Links



n.ethz.ch/~ncantieni/digitech

Polybox: Slides, Zusatzmaterial



u.ethz.ch/NXMB8

ncantieni@ethz.ch