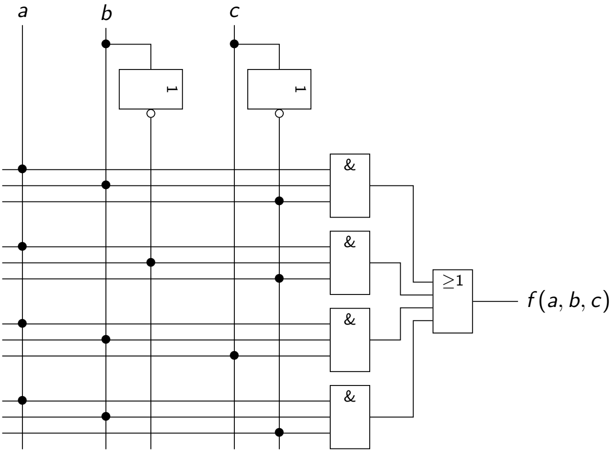
Digitaltechnik

Vorsemesterkurs
Sommersemester 2021
Ronja Düffel

30. März 2021

Minimierung von Schaltfunktionen

$$f(a,b,c) = (a \wedge b \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge \overline{c})$$



Minimierung von Schaltfunktionen

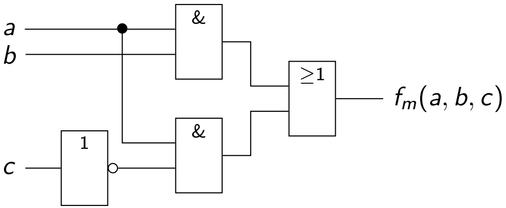
$$f(a,b,c) = (a \wedge b \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge \overline{c})$$

Minimierung von Schaltfunktionen

$$\begin{aligned} f(a,b,c) &= (a \wedge b \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge \overline{c}) \\ &= (a \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b) = f_m(a,b,c) \end{aligned}$$

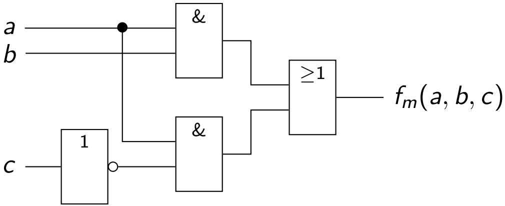
Minimierung von Schaltfunktionen

$$
\begin{aligned}
f(a,b,c) &= (a \land b \land \overline{c}) \lor (a \land \overline{b} \land \overline{c}) \lor (a \land b \land c) \lor (a \land b \land \overline{c}) \\
&= (a \land \overline{c}) \lor (a \land b) = f_m(a,b,c)
\end{aligned}
$$



Minimierung von Schaltfunktionen

$$
\begin{aligned}
f(a,b,c) &= (a \wedge b \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge \overline{b} \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b \wedge c) \vee (a \wedge b \wedge \overline{c}) \\
&= (a \wedge \overline{c}) \vee (a \wedge b) = f_m(a,b,c)
\end{aligned}
$$



7 Gatter für $f(a,b,c)$ vs 4 Gatter für minimierte $f_m(a,b,c)$

Minimierung, Grundlagen

- Resolutionsregeln:
  - $(a \wedge b) \vee (a \wedge \overline{b}) = a$
  - $(a \vee b) \wedge (a \vee \overline{b}) = a$

  Beweis:

$$\begin{aligned} (a \wedge b) \vee (a \wedge \overline{b}) &= a \wedge (b \vee \overline{b}) && \text{Distributivgesetz} \\ &= a \wedge 1 \\ &= a && \text{Reduktionsgesetz} \end{aligned}$$

Merksatz: Unterscheiden sich UND- und ODER-Terme nur in der Negation einer einzigen Variablen, können sie zu einem Term verschmolzen werden, bei dem diese Variable weggelassen wird.

Beispiel

$$f(a, b, c, d) = (a\overline{b}cd) \vee (abcd) \vee (ab\overline{c}d) \vee (\overline{a}bcd) \vee (\overline{a}b\overline{c}d)$$

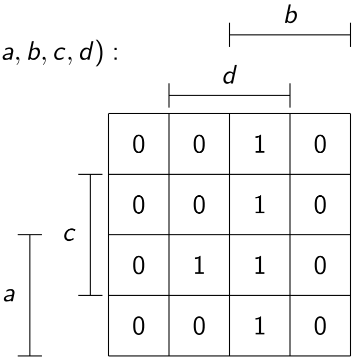
Minimierung mit KV-Diagrammen

$$f(a,b,c,d) = (a\bar{b}cd) \lor (abcd) \lor (ab\bar{c}d) \lor (\bar{a}bcd) \lor (\bar{a}b\bar{c}d)$$

Minimierung mit KV-Diagrammen

$$f(a,b,c,d) = (a\overline{b}cd) \vee (abcd) \vee (ab\overline{c}d) \vee (\overline{a}bcd) \vee (\overline{a}b\overline{c}d)$$

$f(a,b,c,d)$:



0	0	1	0
0	0	1	0
0	1	1	0
0	0	1	0

Implikant und Primimplikant

Definition (Implikant)

Ein Konjunktionsterm ($\wedge$) m *einer Bool'schen Funktion* f *heißt Implikant, wenn er Teil der Funktion* f *ist. D.h. wenn* $m(a, b, \dots) = 1$*, dann* $f(a, b, \dots) = 1$.

Implikant und Primimplikant

Definition (Implikant)

Ein Konjunktionsterm ($\wedge$) m einer Bool'schen Funktion f heißt Implikant, wenn er Teil der Funktion f ist. D.h. wenn $m(a, b, \ldots) = 1$, dann $f(a, b, \ldots) = 1$.
Kleinster Implikant einer Funktion f ist ein Minterm, der in der KDNF vorkommt (1-Feld im KV-Diagramm).

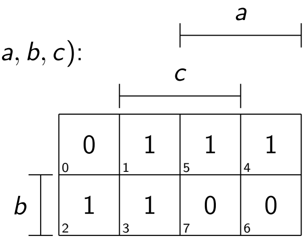
Implikant und Primimplikant

Definition (Implikant)

Ein Konjunktionsterm ($\wedge$) m *einer Bool'schen Funktion* f *heißt Implikant, wenn er Teil der Funktion* f *ist. D.h. wenn* $m(a, b, \dots) = 1$, *dann* $f(a, b, \dots) = 1$.
Kleinster Implikant einer Funktion f *ist ein Minterm, der in der KDNF vorkommt (1-Feld im KV-Diagramm).*

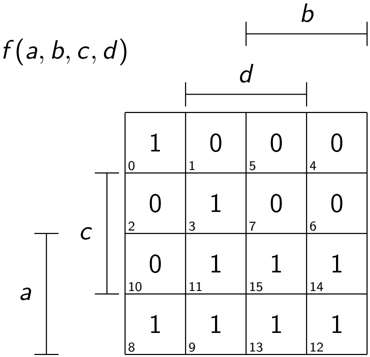
Ein Implikant m *von* f *heißt Primimplikant, wenn er nicht weiter verkürzt werden kann (maximaler Block von 1-en im KV-Diagramm).*

$g(a, b, c)$:



0 0	1 1	1 5	1 4
1 2	1 3	0 7	0 6

Noch ein Beispiel



1 0	0 1	0 5	0 4
0 2	1 3	0 7	0 6
0 10	1 11	1 15	1 14
1 8	1 9	1 13	1 12

Primimplikanten

Kernprimimplikant: Primimplikant, der eine 1 enthält, die von keinem anderen Primimplikanten überdeckt wird.

Primimplikanten

Kernprimimplikant: Primimplikant, der eine 1 enthält, die von keinem anderen Primimplikanten überdeckt wird.

absolut eleminierbarer Primimplikant: Primimplikant, der komplett durch Kernprimimplikanten abgedeckt wird.

Primimplikanten

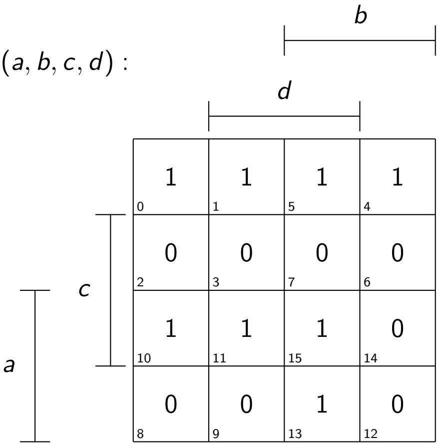
Kernprimimplikant: Primimplikant, der eine 1 enthält, die von keinem anderen Primimplikanten überdeckt wird.

absolut eleminierbarer Primimplikant: Primimplikant, der komplett durch Kernprimimplikanten abgedeckt wird.

relativ eleminierbarer Primimplikant: Primimplikanten, die weder Kern- noch absolut eleminierbare Primimplinkanten sind.

Minimale DNF aus KV-Diagramm

$h(a, b, c, d)$:

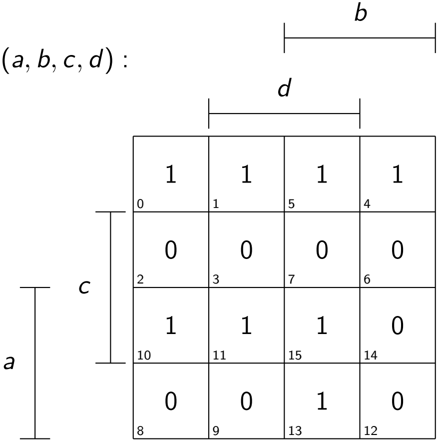


1 0	1 1	1 5	1 4
0 2	0 3	0 7	0 6
1 10	1 11	1 15	0 14
0 8	0 9	1 13	0 12

Minimale DNF aus KV-Diagramm

1. Primimplikanten bestimmen

$h(a, b, c, d)$:

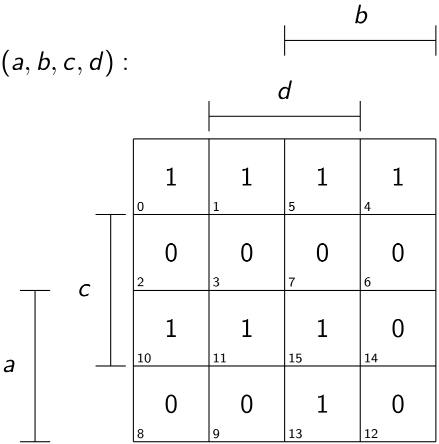


1 0	1 1	1 5	1 4
0 2	0 3	0 7	0 6
1 10	1 11	1 15	0 14
0 8	0 9	1 13	0 12

Minimale DNF aus KV-Diagramm

1. Primimplikanten bestimmen
2. Minimale Überdeckung der 1-en suchen

$h(a, b, c, d)$:



1 0	1 1	1 5	1 4
0 2	0 3	0 7	0 6
1 10	1 11	1 15	0 14
0 8	0 9	1 13	0 12

Unvollständig definierte Funktionen

Unvollständig definierte Funktionen

- don't care, gekennzeichnet durch *d* oder $-$

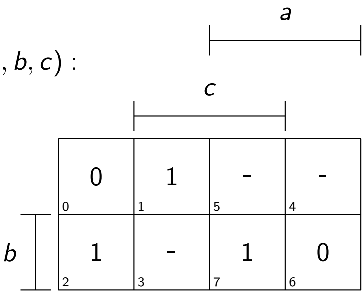
Unvollständig definierte Funktionen

- don't care, gekennzeichnet durch d oder $-$
- kann, aber muss nicht abgedeckt werden

Unvollständig definierte Funktionen

- don't care, gekennzeichnet durch d oder $-$
- kann, aber muss nicht abgedeckt werden

$f(a, b, c)$:



0 0	1 1	- 5	- 4
1 2	- 3	1 7	0 6

Schaltungsentwurf

Schaltungsentwurf

1. Problemanalyse und Aufstellung einer Wahrheitstabelle

Schaltungsentwurf

1. Problemanalyse und Aufstellung einer Wahrheitstabelle
2. Minimierung der Funktion

Schaltungsentwurf

1. Problemanalyse und Aufstellung einer Wahrheitstabelle
2. Minimierung der Funktion
3. Implementierung der Schaltung

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

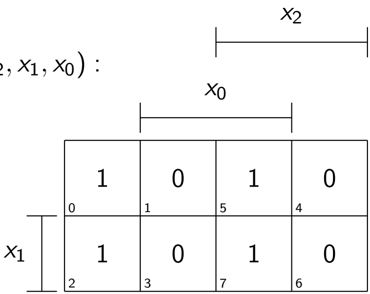
x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Beispiel

Ziel: Schaltung $P(x_2, x_1, x_0) = 1$ genau dann, wenn die Eingangsbelegung ein Palindrom ist.

x_2	x_1	x_0	$P(x_2, x_1, x_0)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$P(x_2, x_1, x_0)$:



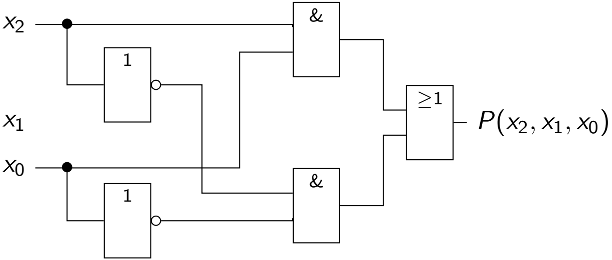
1	0	1	0
1	0	1	0

Schaltung: Palindrom

$$P(x_2, x_1, x_0) = \overline{x_2}\,\overline{x_0} \vee x_2 x_0$$

Schaltung: Palindrom

$$P(x_2, x_1, x_0) = \overline{x_2}\,\overline{x_0} \vee x_2 x_0$$



Fragen?

?