

14.2 Realisierung Boolescher Funktionen durch PLAs, PROMs und PALs

Bernd Becker – Technische Informatik II

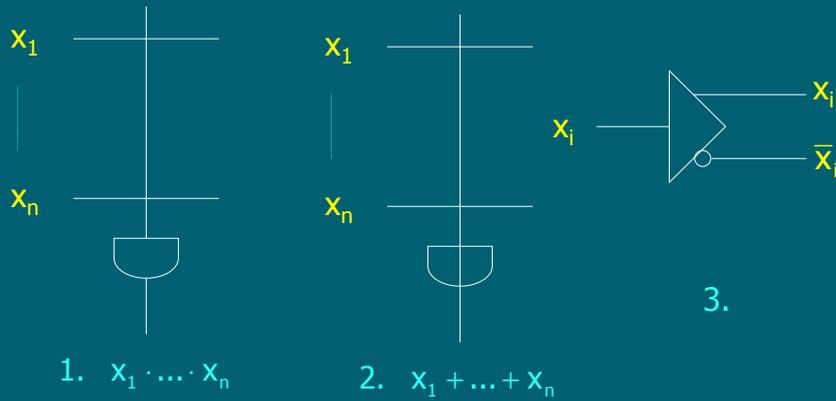
PLAs

PLA = Programmable Logic Array

PLAs realisieren Boolesche Polynome (vgl. TI I):

1. $x_1 \cdot \dots \cdot x_n$
2. $x_1 + \dots + x_n$
3. 2 Treiber (nicht invertierend, invertierend)
mit gemeinsamem Eingang

Symbole



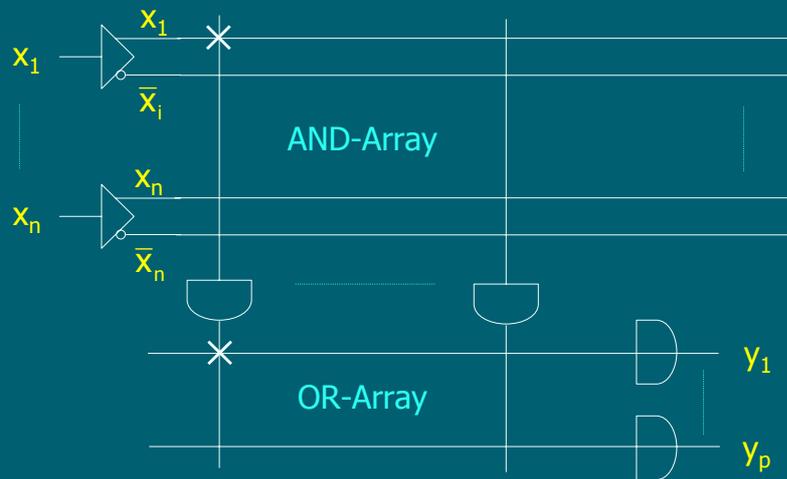
Aufbau eines PLAs

Ein PLA besteht aus **AND-Array** und **OR-Array**.

Das AND-Array berechnet **Monome**,
das OR-Array dann daraus **Polynome**.

(siehe nächste Abbildung)

AND- und OR-Array (Schaltbild)



Erklärung der Symbole

Unterbrechungen der Verbindung eines Signals x_i zu einem n -fachen AND-Gatter

(d.h. Ersetzen von x_i durch 1)

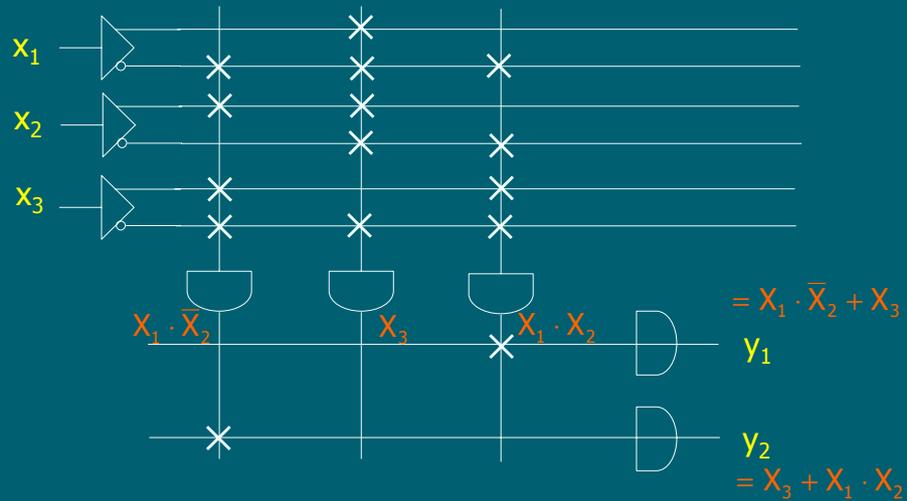
werden durch **Kreuze** kenntlich gemacht.

Analog für n -faches OR-Gatter

(Ersetzen von x_i durch 0).

→ Realisierung beliebiger Monome und Polynome

Beispiel:



Satz:

Ist $f : \mathbf{B}^n \rightarrow \mathbf{B}^p$ (für jede Komponente f_i)
durch ein Boolesches Polynom

$$\sum_{j=1}^{k_i} m_j^i$$

darstellbar und gilt

$$|\{m_j^i \mid 1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq k_i\}| \leq q$$

so läßt sich f durch ein PLA mit

q Spalten und $2n+p$ Zeilen realisieren.

PROMs

PROM = Programmable Read Only Memory

Ähnlich wie bei PLA, aber AND-Array ist fest:

Bei n Eingängen x_1, \dots, x_n werden alle $q = 2^n$ vollständigen Monome $x_1^{\varepsilon_1} \cdot \dots \cdot x_n^{\varepsilon_n}$ realisiert.

BB - TI II 14.2/9

Folgen daraus:

- Bei p Zielen im OR-Array sind alle Booleschen Funktionen $f : \mathbf{B}^n \rightarrow \mathbf{B}^p$ realisierbar
- Nach Spezialisierung des OR-Arrays für festes f : Verhalten wie ein $2^n \cdot p$ – RAM
Schreiben erfolgt nur einmal bei der Spezialisierung

BB - TI II 14.2/10

EPROMs

Variante, bei der man die Spezialisierung des OR-Arrays rückgängig machen kann:

erasable PROM = EPROM

EPROMs können durch EPROM-Brenner neu programmiert werden.

Beispiel:

2¹⁵x8 EPROM von Hitachi (HN27C256AG-12)

Lesezugriffszeit $t_{acc} = (5.0, 120.0)$

BB - TI II 14.2/11

PALs

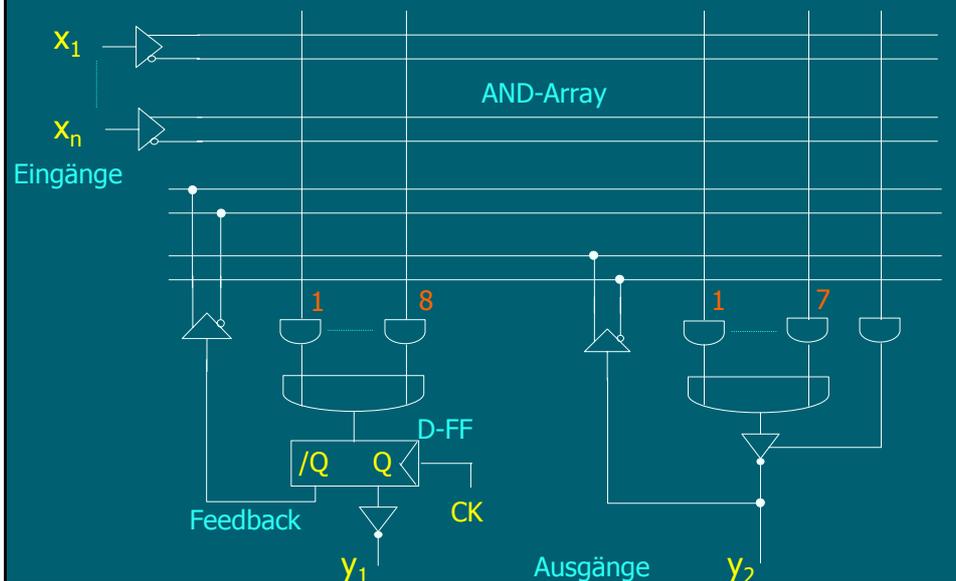
PAL = Programmable Array Logic

Wie PLA, nur diesmal ist das OR-Array von vornherein spezialisiert, das AND-Array programmierbar.

Eingänge der OR-Gatter sind mit festen AND-Gattern verbunden.

BB - TI II 14.2/12

Schaltbild eines PAL



Zusätzliche Besonderheiten:

- Evtl. *Registerausgänge*, d.h. Ausgänge der OR-Gatter sind mit D-FFs verbunden (*Register – PALs* = PALs mit mind. 1 Registerausgang, sonst: *kombinatorische PALs*)
- Treiber oder invertierende Treiber vor Ausgängen; bei kombinatorischen Ausgängen häufig invertierende Tristate-Treiber, Output-enable-Signal durch AND-Gatter berechnet

Zusätzliche Besonderheiten (ff)

- Rückkopplungen = Rückführung von Ausgängen/ Registerausgängen ins AND-Array
 - bei kombinatorischen Ausgängen:
 - Realisierung von Funktionen in mehrstufiger Form (nicht nur Polynome!)
 - Wenn Ausgangstreiber disabled: Ausgangs-Pins zusätzlicher Eingang in AND-Array nutzbar
 - bei Registerausgängen → Realisierung endlicher Automaten

BB - TI II 14.2/15

Hier benutzt:

PALs von AMD mit 12 Eingängen, 8 Ausgängen und Rückkopplungen.

- Ausgänge mit invertierenden Treibern
- bei kombinatorischen Ausgängen mit Enable-Signal.

BB - TI II 14.2/16

kombinatorisches vs. Register – PAL

- kombinatorisches PAL:

20 L 8
#Ein- und Ausgänge #Ausgänge

- Register – PAL:

20 R 4
20 R 6
20 R 8
#Ein- und Ausgänge Reg.PAL #Register-Ausgänge

BB - TI II 14.2/17

Umgang mit PALs

PALs werden programmiert bzw. spezialisiert durch PAL-Brenner, z.B. gesteuert durch PCs.

Spezifikation der Booleschen Polynome durch einfache Programmiersprachen, z.B. PALASM.

BB - TI II 14.2/18

Wesentliche Eigenschaften von PALASM:

- Signalnamen bezeichnen am PAL außen anliegende Signale,
z.B. /x für active low – Signal,
x für active high – Signal
- PAL-Gleichungen werden geschrieben für Ausgänge der OR-Gatter
(Invertierung muss berücksichtigt werden)

BB - TI II 14.2/19

Wesentliche Eigenschaften von PALASM (ff)

- Beispiel:
 - Für active low – Signal mit Name /x:
 $x = P$, wobei P Polynom
 - Für active high – Signal mit Name x:
 $/x = P$, wobei P Polynom

BB - TI II 14.2/20

Wesentliche Eigenschaften von PALASM (ff)

- Wenn \bar{x} bzw. x kombinatorischer Ausgang mit Output enable – Signal gesteuert durch Monom m :
IF (m) $x = P$ bzw.
IF (m) $\bar{x} = P$
Wenn Output immer enabled:
IF (VCC) statt IF (1)