

DuE-Tutorien 17 und 18

Tutorien zur Vorlesung "Digitaltechnik und Entwurfsverfahren"

Christian A. Mandery

TUTORIENWOCHE 8 AM 23.12.2011



- Multiplexer und Decoder
- PLA-Bausteine
- Übungsaufgaben

- Standardbaustein der Digitaltechnik
- Schaltet einen von 2^n Dateneingängen auf den Ausgang durch
- Auswahl des durchgeschalteten Eingangs durch n Steuereingänge

- Standardbaustein der Digitaltechnik
- Schaltet einen von 2^n Dateneingängen auf den Ausgang durch
- Auswahl des durchgeschalteten Eingangs durch n Steuereingänge

- Standardbaustein der Digitaltechnik
- Schaltet einen von 2^n Dateneingängen auf den Ausgang durch
- Auswahl des durchgeschalteten Eingangs durch n Steuereingänge

Jede boolesche Funktion kann allein mit Multiplexern realisiert werden.

Warum ist das so?

Jede boolesche Funktion kann allein mit Multiplexern realisiert werden.

Warum ist das so?

Antwort: Folgt direkt aus dem **Shannonschen Entwicklungssatz**

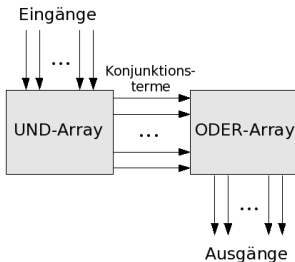
- Man entwickelt nacheinander nach jeder vorkommenden Variable
- Jeder Entwicklungsschritt erzeugt eine neue Schicht 2:1-Multiplexer
- An den Dateneingängen der ersten Schicht liegen nur die Konstanten 0 und 1 an
- Alternative: Ein $2^n:1$ -Multiplexer, bei dem jeder Eingang als Stelle der Funktion mit einer Konstanten belegt ist

- Gegenstück zum Multiplexer, deshalb auch Demultiplexer
- Schaltet einen Dateneingang auf einen von 2^n Ausgängen (alle anderen Ausgänge sind 0)
- Eingang deshalb auch Enable-Eingang genannt:
 - *Enable* = 1: Ein Ausgang ist 1, Auswahl durch n Steuereingänge
 - *Enable* = 0: Alle Ausgänge sind 0

- Gegenstück zum Multiplexer, deshalb auch Demultiplexer
- Schaltet einen Dateneingang auf einen von 2^n Ausgängen (alle anderen Ausgänge sind 0)
- Eingang deshalb auch Enable-Eingang genannt:
 - *Enable* = 1: Ein Ausgang ist 1, Auswahl durch n Steuereingänge
 - *Enable* = 0: Alle Ausgänge sind 0

- Gegenstück zum Multiplexer, deshalb auch Demultiplexer
- Schaltet einen Dateneingang auf einen von 2^n Ausgängen (alle anderen Ausgänge sind 0)
- Eingang deshalb auch Enable-Eingang genannt:
 - *Enable* = 1: Ein Ausgang ist 1, Auswahl durch n Steuereingänge
 - *Enable* = 0: Alle Ausgänge sind 0

- **Programmable Logic Array:** Programmierbarer Logikbaustein zur Realisierung (mehrerer) boolescher Funktionen in disjunktiver Form
- Besteht aus zwei Matrizen:
 - 1 UND-Matrix: Aufbau von Implikanten aus den Eingangsvariablen
 - 2 ODER-Matrix: Aufbau der Funktionen aus den Implikanten (→ Koppelterme möglich)

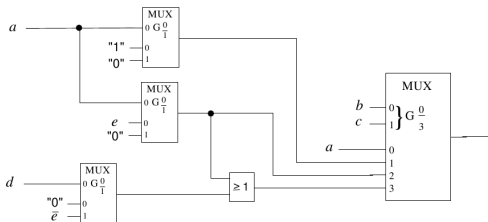


Quelle: Wikipedia

- Programmierung des PLA-Chips durch den Benutzer durch Wegbrennen bzw. Setzen von Verbindungen in den Matrizen
- **Achtung:** Wenn man zum Erreichen einer minimalen Form Koppelterme verwenden möchte, kann es erforderlich sein, bei der Realisierung Nicht-Primterme zu verwenden

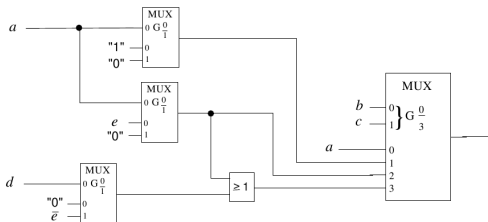
- Programmierung des PLA-Chips durch den Benutzer durch Wegbrennen bzw. Setzen von Verbindungen in den Matrizen
- **Achtung:** Wenn man zum Erreichen einer minimalen Form Koppelterme verwenden möchte, kann es erforderlich sein, bei der Realisierung Nicht-Primterme zu verwenden

Übungsaufgabe 1



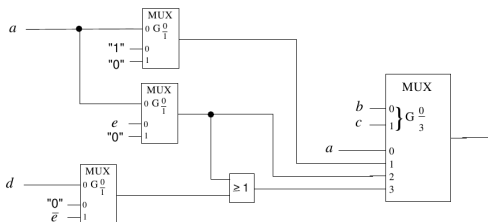
- 1 Ermitteln Sie aus dem Multiplexer-Schaltnetz den booleschen Ausdruck für die Schaltfunktion $y = f(e, d, c, b, a)$ und formen Sie diesen nach den Regeln der booleschen Algebra in eine zweistufige disjunktive Form um. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit wie möglich.
- 2 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der Funktion y .
- 3 Geben Sie eine DMF d der Funktion y an.
- 4 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der zuvor bestimmten DMF d .

Übungsaufgabe 1



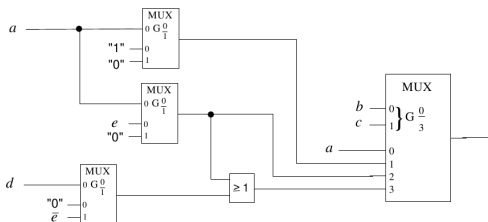
- 1 Ermitteln Sie aus dem Multiplexer-Schaltnetz den booleschen Ausdruck für die Schaltfunktion $y = f(e, d, c, b, a)$ und formen Sie diesen nach den Regeln der booleschen Algebra in eine zweistufige disjunktive Form um. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit wie möglich.
- 2 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der Funktion y .
- 3 Geben Sie eine DMF d der Funktion y an.
- 4 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der zuvor bestimmten DMF d .

Übungsaufgabe 1



- 1 Ermitteln Sie aus dem Multiplexer-Schaltnetz den booleschen Ausdruck für die Schaltfunktion $y = f(e, d, c, b, a)$ und formen Sie diesen nach den Regeln der booleschen Algebra in eine zweistufige disjunktive Form um. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit wie möglich.
- 2 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der Funktion y .
- 3 Geben Sie eine DMF d der Funktion y an.
- 4 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der zuvor bestimmten DMF d .

Übungsaufgabe 1



- 1 Ermitteln Sie aus dem Multiplexer-Schaltnetz den booleschen Ausdruck für die Schaltfunktion $y = f(e, d, c, b, a)$ und formen Sie diesen nach den Regeln der booleschen Algebra in eine zweistufige disjunktive Form um. Vereinfachen Sie das Ergebnis soweit wie möglich.
- 2 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der Funktion y .
- 3 Geben Sie eine DMF d der Funktion y an.
- 4 Zeichnen Sie das Gatterschaltnetz der zuvor bestimmten DMF d .

Übungsaufgabe 2

Die folgenden in disjunktiver Form gegebenen Funktionen sollen mit einem PLA-Baustein realisiert werden:

$$\blacksquare x = \overline{d}\overline{c}b \vee \overline{d}ca \vee dcb \vee d\overline{c}a$$

$$\blacksquare y = \overline{c}\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}c\overline{b}a \vee dcb\overline{a}$$

$$\blacksquare z = c\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}\overline{c}b\overline{a} \vee d\overline{c}b\overline{a}$$

- 1 Was muss man tun, um den Realisierungsaufwand zu optimieren?
- 2 Minimieren Sie die drei Funktionen unabhängig voneinander. Wie viele Produktterme enthält jede Funktion? Gibt es Produktterme, die von mehreren Funktionen gleichzeitig verwendet werden könnten? Wie viele Produktterme müssen im PLA realisiert werden?
- 3 Minimieren Sie das Funktionsbündel mit Hilfe von KV-Diagrammen so, dass für den PLA-Baustein eine optimale Lösung gefunden wird. Wie viele Terme müssen jetzt im PLA realisiert werden?
- 4 Zeichnen Sie das PLA entsprechend der Lösung von Teilaufgabe 3.

Übungsaufgabe 2

Die folgenden in disjunktiver Form gegebenen Funktionen sollen mit einem PLA-Baustein realisiert werden:

$$\blacksquare x = \overline{d}\overline{c}b \vee \overline{d}ca \vee dcb \vee d\overline{c}a$$

$$\blacksquare y = \overline{c}\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}c\overline{b}a \vee dcb\overline{a}$$

$$\blacksquare z = c\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}c\overline{b}\overline{a} \vee d\overline{c}\overline{b}a$$

- 1 Was muss man tun, um den Realisierungsaufwand zu optimieren?
- 2 Minimieren Sie die drei Funktionen unabhängig voneinander. Wie viele Produktterme enthält jede Funktion? Gibt es Produktterme, die von mehreren Funktionen gleichzeitig verwendet werden könnten? Wie viele Produktterme müssen im PLA realisiert werden?
- 3 Minimieren Sie das Funktionsbündel mit Hilfe von KV-Diagrammen so, dass für den PLA-Baustein eine optimale Lösung gefunden wird. Wie viele Terme müssen jetzt im PLA realisiert werden?
- 4 Zeichnen Sie das PLA entsprechend der Lösung von Teilaufgabe 3.

Übungsaufgabe 2

Die folgenden in disjunktiver Form gegebenen Funktionen sollen mit einem PLA-Baustein realisiert werden:

$$\blacksquare x = \overline{d}\overline{c}b \vee \overline{d}ca \vee dcb \vee d\overline{c}a$$

$$\blacksquare y = \overline{c}\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}c\overline{b}a \vee dcb\overline{a}$$

$$\blacksquare z = c\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}\overline{c}\overline{b}\overline{a} \vee d\overline{c}\overline{b}a$$

- 1 Was muss man tun, um den Realisierungsaufwand zu optimieren?
- 2 Minimieren Sie die drei Funktionen unabhängig voneinander. Wie viele Produktterme enthält jede Funktion? Gibt es Produktterme, die von mehreren Funktionen gleichzeitig verwendet werden könnten? Wie viele Produktterme müssen im PLA realisiert werden?
- 3 Minimieren Sie das Funktionsbündel mit Hilfe von KV-Diagrammen so, dass für den PLA-Baustein eine optimale Lösung gefunden wird. Wie viele Terme müssen jetzt im PLA realisiert werden?
- 4 Zeichnen Sie das PLA entsprechend der Lösung von Teilaufgabe 3.

Übungsaufgabe 2

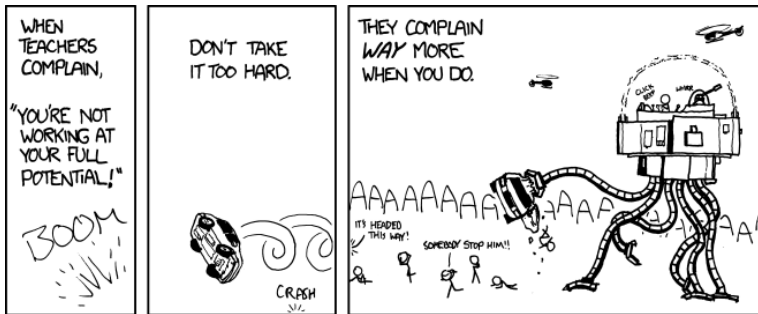
Die folgenden in disjunktiver Form gegebenen Funktionen sollen mit einem PLA-Baustein realisiert werden:

$$x = \overline{d}\overline{c}b \vee \overline{d}c\overline{a} \vee dcb \vee d\overline{c}a$$

$$y = \overline{c}\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}c\overline{b}a \vee dcb\overline{a}$$

$$z = c\overline{b}\overline{a} \vee \overline{d}\overline{c}b\overline{a} \vee d\overline{c}b\overline{a}$$

- 1 Was muss man tun, um den Realisierungsaufwand zu optimieren?
- 2 Minimieren Sie die drei Funktionen unabhängig voneinander. Wie viele Produktterme enthält jede Funktion? Gibt es Produktterme, die von mehreren Funktionen gleichzeitig verwendet werden könnten? Wie viele Produktterme müssen im PLA realisiert werden?
- 3 Minimieren Sie das Funktionsbündel mit Hilfe von KV-Diagrammen so, dass für den PLA-Baustein eine optimale Lösung gefunden wird. Wie viele Terme müssen jetzt im PLA realisiert werden?
- 4 Zeichnen Sie das PLA entsprechend der Lösung von Teilaufgabe 3.



Quelle: <http://xkcd.com/987/>