

DuE-Tutorien 4 und 6

Tutorien zur Vorlesung "Digitaltechnik und Entwurfsverfahren"

Christian A. Mandery

WOCHE 9 AM 18.12.2012



- Analyse von Schaltnetzen mit dem Totzeitmodell
- Erkennen von Hasards und Hasardfehlern
- Beheben von Hasards
- Übungsaufgaben

- Bezeichnet die Änderung der Eingangsbelegung, wobei alle Eingangsänderungen gleichzeitig stattfinden
- Betrachtung eines einzelnen Schaltnetzausgangs
- Klassifikation in statische und dynamische Übergänge:
 - **Statischer Übergang:** Ausgangsbelegung bleibt gleich
 - Statischer 0-Übergang: Funktionswert ist 0
 - Statischer 1-Übergang: Funktionswert ist 1
 - **Dynamischer Übergang:** Ausgangsbelegung ändert sich
 - Dynamischer 01-Übergang: Funktionswert wechselt von 0 auf 1
 - Dynamischer 10-Übergang: Funktionswert wechselt von 1 auf 0

- Bezeichnet die Änderung der Eingangsbelegung, wobei alle Eingangsänderungen gleichzeitig stattfinden
- Betrachtung eines einzelnen Schaltnetzausgangs
- Klassifikation in statische und dynamische Übergänge:
 - **Statischer Übergang:** Ausgangsbelegung bleibt gleich
 - Statischer 0-Übergang: Funktionswert ist 0
 - Statischer 1-Übergang: Funktionswert ist 1
 - **Dynamischer Übergang:** Ausgangsbelegung ändert sich
 - Dynamischer 01-Übergang: Funktionswert wechselt von 0 auf 1
 - Dynamischer 10-Übergang: Funktionswert wechselt von 1 auf 0

- Bezeichnet die Änderung der Eingangsbelegung, wobei alle Eingangsänderungen gleichzeitig stattfinden
- Betrachtung eines einzelnen Schaltnetzausgangs
- Klassifikation in statische und dynamische Übergänge:
 - **Statischer Übergang:** Ausgangsbelegung bleibt gleich
 - Statischer 0-Übergang: Funktionswert ist 0
 - Statischer 1-Übergang: Funktionswert ist 1
 - **Dynamischer Übergang:** Ausgangsbelegung ändert sich
 - Dynamischer 01-Übergang: Funktionswert wechselt von 0 auf 1
 - Dynamischer 10-Übergang: Funktionswert wechselt von 1 auf 0

- Bezeichnet die Änderung der Eingangsbelegung, wobei alle Eingangsänderungen gleichzeitig stattfinden
- Betrachtung eines einzelnen Schaltnetzausgangs
- Klassifikation in statische und dynamische Übergänge:
 - **Statischer Übergang:** Ausgangsbelegung bleibt gleich
 - Statischer 0-Übergang: Funktionswert ist 0
 - Statischer 1-Übergang: Funktionswert ist 1
 - **Dynamischer Übergang:** Ausgangsbelegung ändert sich
 - Dynamischer 01-Übergang: Funktionswert wechselt von 0 auf 1
 - Dynamischer 10-Übergang: Funktionswert wechselt von 1 auf 0

- Einfaches Modell, um Laufzeiteffekte in Schaltnetzen zu analysieren
- Bauteile erhalten Verzögerungszeit zugewiesen, die zwischen Änderung der Eingangsbelegung und der Ausgangssignale vergeht
- Keine Berücksichtigung von Leitungsverzögerungen außerhalb der Gatter

- Einfaches Modell, um Laufzeiteffekte in Schaltnetzen zu analysieren
- Bauteile erhalten Verzögerungszeit zugewiesen, die zwischen Änderung der Eingangsbelegung und der Ausgangssignale vergeht
- Keine Berücksichtigung von Leitungsverzögerungen außerhalb der Gatter

- Einfaches Modell, um Laufzeiteffekte in Schaltnetzen zu analysieren
- Bauteile erhalten Verzögerungszeit zugewiesen, die zwischen Änderung der Eingangsbelegung und der Ausgangssignale vergeht
- Keine Berücksichtigung von Leitungsverzögerungen außerhalb der Gatter

- Gatter werden aufgeteilt in zwei Komponenten:
 - **Logikteil:** Logische Operation, keine Verzögerung
 - **Totzeitglied:** Reines Verzögerungsglied
- Totzeitglieder werden zum Eingang des Schaltnetzes durchgeschoben
 - Gatter und Eingänge müssen dupliziert werden, wenn von ihnen mehrere Pfade ausgehen (Verzweigungen)
 - Benennung: Eingabevariable a wird zu a_1, a_2 usw. (**Pfadvariablen**)
- Ergebnis: Separates Verzögerungs- und Verknüpfungsschaltnetz
 - Strukturausdruck: Algebraische Darstellung des Verknüpfungsschaltnetzes
 - Analyse des Verknüpfungsschaltnetz bzw. des Strukturausdruck zum Erkennen von Strukturhasards
 - Wichtig: Strukturausdruck zur Analyse **nicht** vereinfachen!

- Gatter werden aufgeteilt in zwei Komponenten:
 - **Logikteil**: Logische Operation, keine Verzögerung
 - **Totzeitglied**: Reines Verzögerungsglied
- Totzeitglieder werden zum Eingang des Schaltnetzes durchgeschoben
 - Gatter und Eingänge müssen dupliziert werden, wenn von ihnen mehrere Pfade ausgehen (Verzweigungen)
 - Benennung: Eingabevariable a wird zu a_1, a_2 usw. (**Pfadvariablen**)
- Ergebnis: Separates Verzögerungs- und Verknüpfungsschaltnetz
 - Strukturausdruck: Algebraische Darstellung des Verknüpfungsschaltnetzes
 - Analyse des Verknüpfungsschaltnetz bzw. des Strukturausdruck zum Erkennen von Strukturhasards
 - Wichtig: Strukturausdruck zur Analyse **nicht** vereinfachen!

- Gatter werden aufgeteilt in zwei Komponenten:
 - **Logikteil**: Logische Operation, keine Verzögerung
 - **Totzeitglied**: Reines Verzögerungsglied
- Totzeitglieder werden zum Eingang des Schaltnetzes durchgeschoben
 - Gatter und Eingänge müssen dupliziert werden, wenn von ihnen mehrere Pfade ausgehen (Verzweigungen)
 - Benennung: Eingabevariable a wird zu a_1, a_2 usw. (**Pfadvariablen**)
- Ergebnis: Separates Verzögerungs- und Verknüpfungsschaltnetz
 - Strukturausdruck: Algebraische Darstellung des Verknüpfungsschaltnetzes
 - Analyse des Verknüpfungsschaltnetz bzw. des Strukturausdruck zum Erkennen von Strukturhasards
 - Wichtig: Strukturausdruck zur Analyse **nicht** vereinfachen!

- **Hasardfehler:** Mehrmalige Änderung der Ausgabevariable während eines Übergangs
- **Hasard:** Logisch-strukturelle Vorbedingung für einen Hasardfehler, ohne Berücksichtigung der konkreten Verzögerungszeiten
- Ein Hasardfehler impliziert immer einen Hasard, aber ein Hasard muss nicht unbedingt zum Hasardfehler führen (je nach konkreten Verzögerungszeiten)

- **Hasardfehler:** Mehrmalige Änderung der Ausgabevariable während eines Übergangs
- **Hasard:** Logisch-strukturelle Vorbedingung für einen Hasardfehler, ohne Berücksichtigung der konkreten Verzögerungszeiten
- Ein Hasardfehler impliziert immer einen Hasard, aber ein Hasard muss nicht unbedingt zum Hasardfehler führen (je nach konkreten Verzögerungszeiten)

- **Hasardfehler:** Mehrmalige Änderung der Ausgabevariable während eines Übergangs
- **Hasard:** Logisch-strukturelle Vorbedingung für einen Hasardfehler, ohne Berücksichtigung der konkreten Verzögerungszeiten
- Ein Hasardfehler impliziert immer einen Hasard, aber ein Hasard muss nicht unbedingt zum Hasardfehler führen (je nach konkreten Verzögerungszeiten)

- Im folgenden immer Analyse eines konkreten Übergangs → Vollständige Analyse eines Schaltnetzes besteht aus Analyse aller möglichen Übergänge
- Betrachte im KV-Diagramm alle möglichen Wege für diesen Übergang, also alle möglichen Permutationen der sich ändernden Eingangsvariablen als Reihenfolge
- **Alle** möglichen Wege müssen eine monotone Folge von Funktionswerten (d.h. maximal eine Änderung des Funktionswerts) ergeben
- Liefert einer der Wege eine nicht-monotone Folge von Funktionswerten, ist der Übergang hasardbehaftet

- Im folgenden immer Analyse eines konkreten Übergangs → Vollständige Analyse eines Schaltnetzes besteht aus Analyse aller möglichen Übergänge
- Betrachte im KV-Diagramm alle möglichen Wege für diesen Übergang, also alle möglichen Permutationen der sich ändernden Eingangsvariablen als Reihenfolge
- **Alle** möglichen Wege müssen eine monotone Folge von Funktionswerten (d.h. maximal eine Änderung des Funktionswerts) ergeben
- Liefert einer der Wege eine nicht-monotone Folge von Funktionswerten, ist der Übergang hasardbehaftet

- Im folgenden immer Analyse eines konkreten Übergangs → Vollständige Analyse eines Schaltnetzes besteht aus Analyse aller möglichen Übergänge
- Betrachte im KV-Diagramm alle möglichen Wege für diesen Übergang, also alle möglichen Permutationen der sich ändernden Eingangsvariablen als Reihenfolge
- **Alle** möglichen Wege müssen eine monotone Folge von Funktionswerten (d.h. maximal eine Änderung des Funktionswerts) ergeben
- Liefert einer der Wege eine nicht-monotone Folge von Funktionswerten, ist der Übergang hasardbehaftet

- Im folgenden immer Analyse eines konkreten Übergangs → Vollständige Analyse eines Schaltnetzes besteht aus Analyse aller möglichen Übergänge
- Betrachte im KV-Diagramm alle möglichen Wege für diesen Übergang, also alle möglichen Permutationen der sich ändernden Eingangsvariablen als Reihenfolge
- **Alle** möglichen Wege müssen eine monotone Folge von Funktionswerten (d.h. maximal eine Änderung des Funktionswerts) ergeben
- Liefert einer der Wege eine nicht-monotone Folge von Funktionswerten, ist der Übergang hasardbehaftet

Diskussion

Warum reicht *ein* Weg mit nicht-monotoner Folge von Funktionswerten für das Vorliegen eines Hasards?

Warum reicht *ein* Weg mit nicht-monotoner Folge von Funktionswerten für das Vorliegen eines Hasards?

- Es ist unklar, welcher Weg für den Übergang in der Realität eingeschlagen wird, da dies von den konkreten Verzögerungszeiten abhängt
- → Bei ungünstigen Verzögerungszeiten wird der Weg gewählt, der zum Hasardfehler führt
- → Übergang ist hasardbehaftet

Warum reicht *ein* Weg mit nicht-monotoner Folge von Funktionswerten für das Vorliegen eines Hasards?

- Es ist unklar, welcher Weg für den Übergang in der Realität eingeschlagen wird, da dies von den konkreten Verzögerungszeiten abhängt
- → Bei ungünstigen Verzögerungszeiten wird der Weg gewählt, der zum Hasardfehler führt
- → Übergang ist hasardbehaftet

Alle Wege liefern monotone Folge von Funktionswerten (Umkehrung):

- Egal, welcher Weg des Übergangs eingeschlagen wird, die Ausgangsvariable ändert sich maximal einmal
- → Auch ungünstige Verzögerungszeiten können nicht zu einem Hasardfehler führen
- → Übergang ist hasardfrei

- Statische/dynamische Hasards/-fehler: Wie beim Übergang
- Funktionshasard(fehler):
 - Ursache liegt in der realisierten Funktion
 - Kann ohne Änderung der Schaltfunktion nicht beseitigt werden
 - Auftreten eines Hasardfehlers kann aber durch Wahl der Verzögerungszeiten (ggf. zusätzliche Totzeitglieder) verhindert werden
 - Erkennung durch **Analyse der Schaltfunktion**
- Strukturhasard(fehler):
 - Ursache liegt in der Realisierung der Schaltfunktion
 - Kann durch Änderung der Schaltnetzstruktur behoben werden
 - Erkennung durch **Analyse des Strukturausdrucks** (ohne Vereinfachung!)

- Statische/dynamische Hasards/-fehler: Wie beim Übergang
- **Funktionshasard(fehler):**
 - Ursache liegt in der realisierten Funktion
 - Kann ohne Änderung der Schaltfunktion nicht beseitigt werden
 - Auftreten eines Hasardfehlers kann aber durch Wahl der Verzögerungszeiten (ggf. zusätzliche Totzeitglieder) verhindert werden
 - Erkennung durch **Analyse der Schaltfunktion**
- **Strukturhasard(fehler):**
 - Ursache liegt in der Realisierung der Schaltfunktion
 - Kann durch Änderung der Schaltnetzstruktur behoben werden
 - Erkennung durch **Analyse des Strukturausdrucks** (ohne Vereinfachung!)

- Statische/dynamische Hasards/-fehler: Wie beim Übergang
- **Funktionshasard(fehler):**
 - Ursache liegt in der realisierten Funktion
 - Kann ohne Änderung der Schaltfunktion nicht beseitigt werden
 - Auftreten eines Hasardfehlers kann aber durch Wahl der Verzögerungszeiten (ggf. zusätzliche Totzeitglieder) verhindert werden
 - Erkennung durch **Analyse der Schaltfunktion**
- **Strukturhasard(fehler):**
 - Ursache liegt in der Realisierung der Schaltfunktion
 - Kann durch Änderung der Schaltnetzstruktur behoben werden
 - Erkennung durch **Analyse des Strukturausdrucks** (ohne Vereinfachung!)

- Hasardbehaftete Übergänge können bei Kenntnis der konkreten Verzögerungszeiten auf Hasardfehler untersucht werden
- Verschiedene Möglichkeiten:
 - Zeitdiagramm zeichnen und Veränderung des Schaltnetzs Ausgangs analysieren
 - Eingeschlagenen Weg des Übergangs bestimmen, falls Verzögerungsschaltznetz schon bestimmt

- Hasardbehaftete Übergänge können bei Kenntnis der konkreten Verzögerungszeiten auf Hasardfehler untersucht werden
- Verschiedene Möglichkeiten:
 - Zeitdiagramm zeichnen und Veränderung des Schaltnetzausgangs analysieren
 - Eingeschlagenen Weg des Übergangs bestimmen, falls Verzögerungsschaltznetz schon bestimmt

- Hasardbehaftete Übergänge können bei Kenntnis der konkreten Verzögerungszeiten auf Hasardfehler untersucht werden
- Verschiedene Möglichkeiten:
 - Zeitdiagramm zeichnen und Veränderung des Schaltnetzausgangs analysieren
 - Eingeschlagenen Weg des Übergangs bestimmen, falls Verzögerungsschaltznetz schon bestimmt

- Schon bekannt: Nur Strukturhasards können behoben werden
- Die Struktur des Schaltnetzes muss verändert werden, ggf. müssen über die minimale Realisierung der Schaltfunktion hinaus weitere Gatter hinzugefügt werden
- Besonders einfache Spezialfälle:
 - Statischer 1-Strukturhasard: Realisiere Primimplikant, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Statischer 0-Strukturhasard: Realisiere Primimplikat, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Dynamische Strukturhasards, bei denen sich nur eine Variable ändert: Satz von Eichelberger anwenden (kommt noch)

- Schon bekannt: Nur Strukturhasards können behoben werden
- Die Struktur des Schaltnetzes muss verändert werden, ggf. müssen über die minimale Realisierung der Schaltfunktion hinaus weitere Gatter hinzugefügt werden
- Besonders einfache Spezialfälle:
 - Statischer 1-Strukturhasard: Realisiere Primimplikant, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Statischer 0-Strukturhasard: Realisiere Primimplikat, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Dynamische Strukturhasards, bei denen sich nur eine Variable ändert: Satz von Eichelberger anwenden (kommt noch)

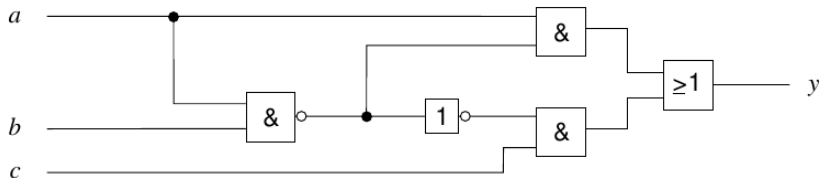
- Schon bekannt: Nur Strukturhasards können behoben werden
- Die Struktur des Schaltnetzes muss verändert werden, ggf. müssen über die minimale Realisierung der Schaltfunktion hinaus weitere Gatter hinzugefügt werden
- Besonders einfache Spezialfälle:
 - Statischer 1-Strukturhasard: Realisiere Primimplikant, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Statischer 0-Strukturhasard: Realisiere Primimplikat, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Dynamische Strukturhasards, bei denen sich nur eine Variable ändert: Satz von Eichelberger anwenden (kommt noch)

- Schon bekannt: Nur Strukturhasards können behoben werden
- Die Struktur des Schaltnetzes muss verändert werden, ggf. müssen über die minimale Realisierung der Schaltfunktion hinaus weitere Gatter hinzugefügt werden
- Besonders einfache Spezialfälle:
 - Statischer 1-Strukturhasard: Realisiere Primimplikant, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Statischer 0-Strukturhasard: Realisiere Primimplikat, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Dynamische Strukturhasards, bei denen sich nur eine Variable ändert: Satz von Eichelberger anwenden (kommt noch)

- Schon bekannt: Nur Strukturhasards können behoben werden
- Die Struktur des Schaltnetzes muss verändert werden, ggf. müssen über die minimale Realisierung der Schaltfunktion hinaus weitere Gatter hinzugefügt werden
- Besonders einfache Spezialfälle:
 - Statischer 1-Strukturhasard: Realisiere Primimplikant, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Statischer 0-Strukturhasard: Realisiere Primimplikat, der Start- und Endbelegung des Übergangs enthält
 - Dynamische Strukturhasards, bei denen sich nur eine Variable ändert: Satz von Eichelberger anwenden (kommt noch)

Übungsaufgabe 1

Eine Schaltfunktion $y = f(c, b, a)$ sei durch das folgende Schaltnetz realisiert:

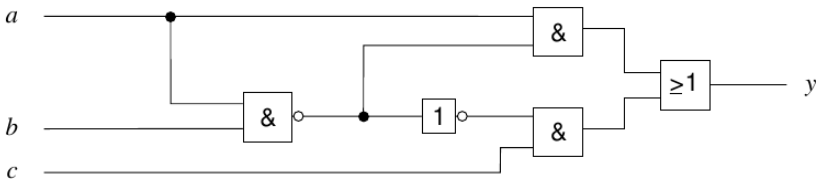


1. Geben Sie das Totzeitmodell des Schaltnetzes an, indem Sie jedem Gatter seinen Verzögerungswert zuweisen und alle Totzeiten zum Eingang des Schaltnetzes verschieben.

Die verwendeten Gatter NOT, OR, AND und NAND besitzen die Totzeiten T_{NOT} , T_{OR} , T_{AND} und T_{NAND} .

Übungsaufgabe 1

Eine Schaltfunktion $y = f(c, b, a)$ sei durch das folgende Schaltnetz realisiert:



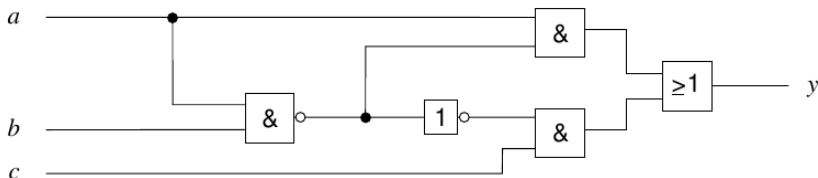
2. Nennen Sie jeweils ein Beispiel für einen Übergang, der

- 1 mit einem dynamischen Funktionshasard
- 2 mit keinem Hasard behaftet ist.

Deuten Sie beide Übergänge im KV-Diagramm durch Pfeile an.

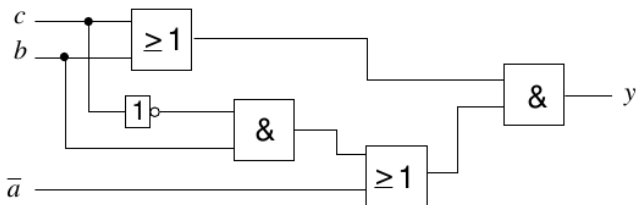
Übungsaufgabe 1

Eine Schaltfunktion $y = f(c, b, a)$ sei durch das folgende Schaltnetz realisiert:



3. Geben Sie den Strukturausdruck an.

Übungsaufgabe 2



Zu dem dargestellten Schaltnetz sind mit Hilfe des Monotoniekriteriums folgende Übergänge im KV-Diagramm auf Funktionshasards zu untersuchen:

- $(0, 0, 1) \rightarrow (1, 1, 0)$
- $(1, 0, 1) \rightarrow (1, 0, 0)$
- $(0, 0, 0) \rightarrow (1, 1, 1)$

WITH THE COLLAPSE OF THE DOLLAR, THE GOVERNMENT HAS ENDORSED AN ALTERNATE CURRENCY. YOUR MONETARY WORTH IS NOW DETERMINED BY THE NUMBER OF FUNNY PICTURES SAVED TO YOUR HARD DRIVE.



I HAVE BEEN PREPARING FOR THIS MOMENT MY WHOLE LIFE.

Quelle: <http://xkcd.com/512/>