

# Aufgabe 9: Zahlenschloss

G. Kemnitz\*, TU Clausthal, Institut für Informatik

19. Juli 2007

## Zusammenfassung

Einer verbalen Funktionsbeschreibung eines Zahlenschlosses ist ein Ablaufgraph zu entwickeln. Der entwickelte Ablaufgraph ist durch einen Automaten in VHDL nachzubilden, als Schaltung zu synthetisieren und zu testen.

## 1 Funktion des Zahlenschlosses

Die Schaltung soll auf der rechten 7-Segmentanzeige ein "A" anzeigen, wenn nach Rücksetzen hintereinander 5 richtige Ziffern

$$z_i = s_i$$

( $z_i \in [0, 9]$  - Eingabeziffer;  $s_i \in [0, 9]$  - Sollwert der Eingabeziffer) eingegeben werden. Weicht eine oder weichen mehrere Ziffern vom Sollwert ab, ist nach 5 eingegebenen Ziffern ein "F" auszugeben. Nach Rücksetzen bis zur Eingabe der 5 Ziffern soll die 7-Segmentanzeige dunkel sein. Dafür soll jeweils vor der Eingabe von  $z_i$  die Leuchtdiode led(i) leuchten. Die Eingabe der Ziffern soll über die Taster BTN0 bis BTN9 erfolgen. BTNF dient zum Rücksetzen.

## 2 Lösungsweg

Die Gesamtfunktion ist aufzuspalten in:

- Erzeugung eines entprellten Taktes aus btn\_cod(4) wie in der Aufgabe mit der Rechneinheit.
- Einen Automaten für die Zifferschlossfunktion.

Die Zustandsmenge des Zifferschlossautomaten ist näherungsweise das karthesische Produkt aus

$$Z \subseteq I \times R$$

( $Z$  - Zustandsmenge;  $I \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ - Menge der Möglichkeiten für die Anzahl der eingegebenen Ziffern;  $R \in \{0, 1\}$  - alle bisher eingegebenen Ziffern richtig (1) oder mindestens eine falsch (0)). Anfangszustand nach Initialisierung ist  $\langle 0, 1 \rangle$  (keine Ziffer eingegeben und auch keine falsche Zifferen eingegeben). Nach Eingabe von 5 richtigen Ziffern wird der Endzustand  $\langle 5, 1 \rangle$  erreicht und nach 5 nicht vollständig richtigen Ziffern der Endzustand  $\langle 5, 0 \rangle$ .

- Zeichnen Sie den gesamten Graphen. Benutzen Sie als Übergangsbedingungen an den Kanten Vergleiche zwischen Ist- und Sollwert, z.B.

$$\text{btn\_cod}(3 \text{ downto } 0) = \text{Sollwert\_1}$$

- Ordnen Sie den Zuständen /Kanten die Ausgaben zu.
- Kontrollieren Sie, dass Ihr Graph aus jedem Zustand mit BTNF in den Anfangszustand versetzt werden kann.

---

\*Tel. 05323/727116

### 3 Projekt vorbereiten

Legen Sie ein neues Verzeichnis

H:\TGP\Aufgabe8

an und kopieren Sie aus dem Netz die Dateien

- Zahlenschloss.npl
- Praktikum.ucf
- Zahlenschloss.vhd

sowie die von Ihnen selbst entworfene Datei Taktentprellung.vhd aus Aufgabe 7 in das neu angelegte Verzeichnis und öffnen Sie das Projekt.

### 4 Schaltungsentwurf und Test

Der Automat hat maximal 12 Zustände. Die Zustände des Zahlenschlossautomaten sollen wie beim Ampelautomaten in einer integer-Variablen mit einer Bereichsbegrenzung von 0 bis 12 gespeichert und die Zustände einfach durchnummeriert werden.

Die 5 Sollwerte sind im VHDL-Programm als Konstanten zu vereinbaren.

Ein sauber programmierter Automat unterscheidet mit einer CASE-Anweisung zwischen Zuständen und IF-THEN-ELSE zwischen Kanten. Den OTHERS-Fall nicht vergessen.

### 5 Aufräumen

- Über Menüpunkt "Project, Cleanup Project Files" automatisch generierte Design-Files löschen.
- Netzteil zur Spannungsversorgung aus der Steckdose ziehen.
- Modelsim und Projektnavigator beenden.