

## Versuch 5: Synchrone Schaltungen

In diesem Versuch wird mit Logisim ein Digitales System zur Steuerung einer Verkehrsampel aufgebaut.

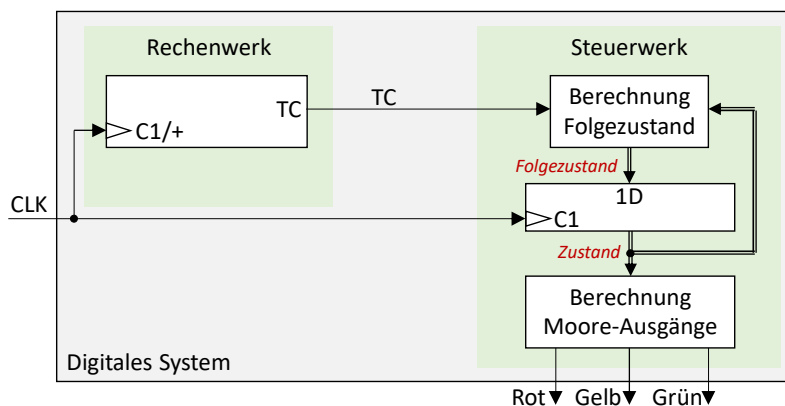
### Vorbereitung (Vor dem Praktikum)

- Arbeiten Sie die Beschreibung des Systems durch, so dass Sie den Aufbau verstehen
- Ergänzen Sie die Vorbereitungsaufgaben auf dem Deckblatt im Anhang

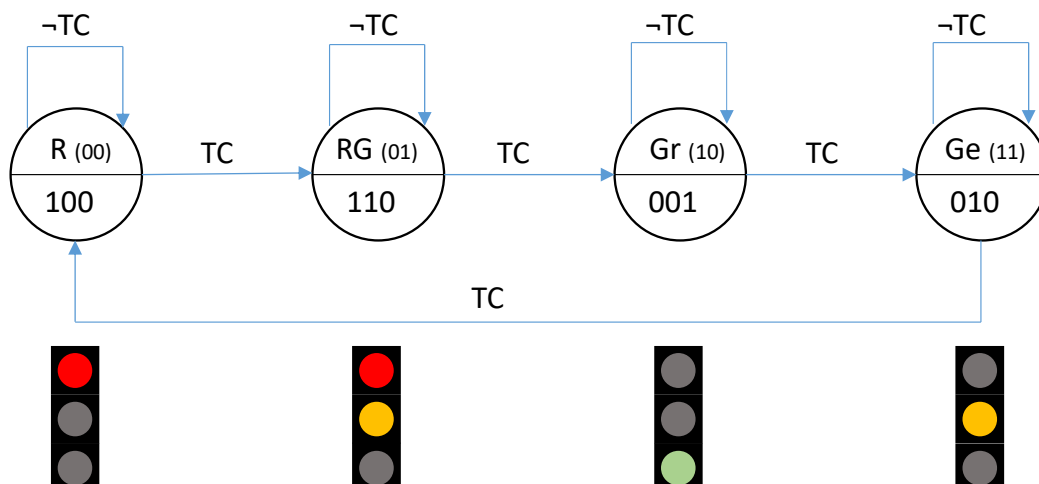
### Beschreibung des Systems

Das Rechenwerk des Digitalen Systems besteht aus einem 4-Bit-Zähler, welcher bei seinem Zählende (alle 16 Takte) ein TC-Signal („Terminal Count“) erzeugt. Im Steuerwerk speichert ein 2-Bit-Register den aktuellen Zustand eines Endlichen Automaten zur Ampelsteuerung.

Aus dem aktuellen Zustand und dem TC-Signal des Zählers wird durch eine Kombinatorik der Folgezustand berechnet. Aus dem aktuellen Zustand werden weiterhin die Werte der drei Moore-Ausgänge Rot, Gelb und Grün berechnet, mit denen ein aus drei LEDs bestehendes Ampel-Modell angesteuert wird.



Das Steuerwerk wird als Endlicher Automat durch das nachfolgende Zustandsdiagramm beschrieben. Die Zustandskodierung ist vorgegeben und (in Klammern) hinter den Zustandsnamen angegeben. Die Moore-Ausgänge beschreiben den Status der Ampelfarben Rot, Gelb und Grün (0=Aus, 1=An).





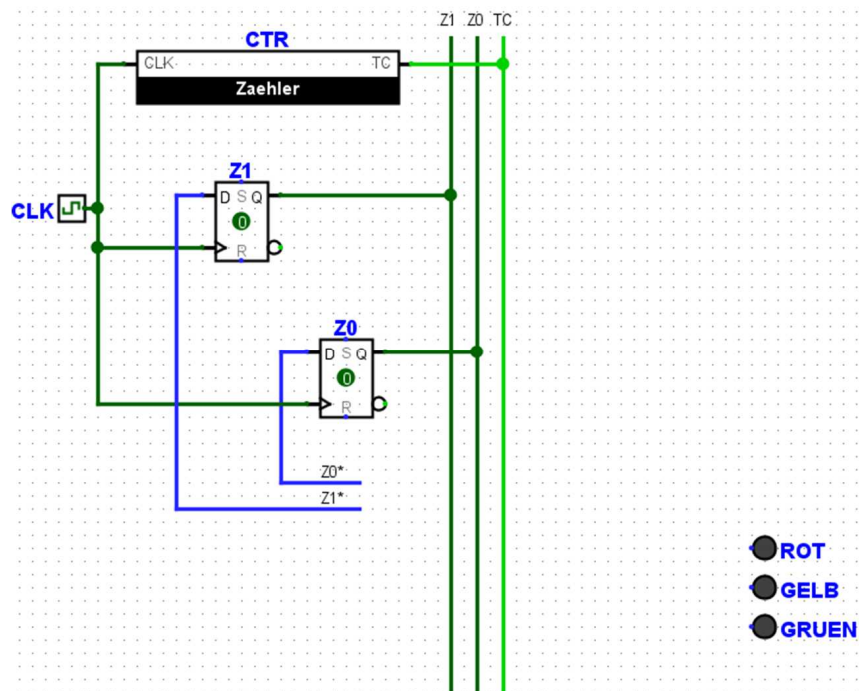
### Aufgabe 1: Beschreibung eines Zählers aus T-Flip-Flops

- Erstellen Sie in Logisim-Evolution eine Schaltung mit dem Namen „Zaehler“ für einen **synchronen** 4-Bit-Zähler bestehend aus Toggle-Flip-Flops (siehe Vorlesung). Die Schaltung hat einen Eingangs-Pin für den Takt (CLK) und einen Ausgangspin für das Zählende (TC). Das Signal TC hat nur dann den Wert 1, wenn alle Zählerbits den Wert 0 haben, sonst den Wert 0. Verwenden Sie hier wirklich einen Eingangs-Pin und **nicht** das Taktsymbol. Prüfen durch manuelles Betätigen des CLK-Eingangs mit dem Hand-Werkzeug, ob der Zähler wie gewünscht arbeitet.
- Speichern Sie Datei unter dem Namen **Versuch5.circ** ab.

**Ausarbeitung:** Fügen Sie Ihre Namen sowie das Datum der Versuchsdurchführung in den Schaltplan ein und exportieren Sie die Schaltung als Bild. Dieses Bild fügen Sie in Ihre Ausarbeitung ein.

### Aufgabe 2: Beschreibung und Simulation eines Endlichen Automaten

- Erstellen Sie in demselben Logisim-Projekt eine weitere Schaltung mit dem Namen „Ampel“. Nun müssen Sie als Eingang das Taktsymbol () verwenden. Als Ausgänge verwenden Sie drei LED-Symbole () , deren Farben Sie auf die drei Ampelfarben einstellen. Benennen Sie die LEDs als „ROT“, „GELB“ und „GRUEN“.
- Instanzieren Sie als Takteiler den bereits in Aufgabe 1 erstellten Zähler und als Zustandsregister zwei D-Flip-Flops. Beschriften Sie diese mit „Z1“ und „Z0“. Verbinden Sie die Takteingänge des Zählers sowie der beiden D-Flip-Flops mit dem Taktsymbol:



- Erstellen Sie die Schaltnetze für die Berechnung der beiden Bits der Folgezustandskodierung ( $Z^*_1$  und  $Z^*_0$ ). Die dazu notwendigen Gleichungen haben Sie bereits in der Vorbereitung aufgestellt.
- Erstellen Sie die Schaltnetze für die Berechnung der Moore-Ausgänge aus dem aktuellen Zustand. Verwenden Sie dafür die in der Vorbereitung aufgestellten Gleichungen. Verbinden Sie diese mit den LEDs.
- Sie können das System nun mit dem Simulator testen. Verwenden Sie dabei einen Takt von z.B. 16 Hz, damit Sie alles in Ruhe beobachten können.

**Ausarbeitung:** Fügen Sie Ihre Namen sowie das Datum der Versuchsdurchführung in den Schaltplan ein und exportieren Sie die Schaltung als Bild. Dieses Bild fügen Sie in Ihre Ausarbeitung ein.

## Anhang: Deckblatt für die Ausarbeitung

Teilnehmer	Gruppe Nr.:
Marcel Syben	A3
Benedikt Otten	
Eduard Wilms	

Für die Zustände wird die (im Zustandsdiagramm hinter dem Zustandsnamen in Klammern angegebene) 2-Bit-Kodierung verwendet. Ergänzen Sie mit den Informationen aus dem Zustandsdiagramm die folgende Wahrheitstabelle zur Berechnung des Folgezustands  $Z^*$  aus dem Zustand  $Z$  und dem TC-Signal.

$Z_1$	$Z_0$	TC	$Z^*_1$	$Z^*_0$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

Bestimmen Sie für die Berechnung der beiden Bits des Folgezustandes ( $Z^*_1$  und  $Z^*_0$ ) jeweils eine Minimalform. Nutzen Sie dazu die vorgegebenen KV-Diagramme.

$Z^*_1$

		TC	
		0	1
$Z_0$	0	0	1
	1	1	0
		$Z_1$	

$$Z^*_1 = \underline{(-TC \wedge Z_1) \vee (Z_1 \wedge -Z_0) \vee (Z_0 \wedge TC \wedge -Z_1)}$$

$Z^*_0$

		TC	
		0	1
$Z_0$	0	1	1
	1	0	0
		$Z_1$	

$$Z^*_0 = \underline{(Z_0 \wedge -TC) \vee (TC \wedge -Z_0)}$$

Überlegen Sie sich nun, mit welchen logischen Verknüpfungen aus dem Zustand die Moore-Ausgänge abgeleitet werden können:

$Z_1$	$Z_0$	Rot	Gelb	Grün
0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

$$\text{Rot} = \underline{-Z_1}$$

$$\text{Gelb} = \underline{Z_0}$$

$$\text{Grün} = \underline{-Z_0 \wedge Z_1}$$