

Versuch: D2 Zähler und Ampelschaltung

Ziel dieses Versuches:

asynchrone und synchrone Zähler entwerfen, aufbauen und untersuchen, damit eine Ampelschaltung betreiben

Inhalte:

asynchroner 4 Bit-Zähler, asynchroner Dezimalzähler, synchroner 3 Bit Zähler, synchroner mod 3 Zähler, Ampelschaltung

Vorkenntnisse:

JK-FF, T-FF, Entwurf asynchroner und synchroner Schaltungen

Vorarbeiten (zu Hause vor dem Versuch):

Entwurf eines asynchronen 4 Bit-Zählers und eines synchronen mod-3 Zählers mit D-FF (0,1,2,0...),

Entwurf der Ampelschaltung


benötigte Hilfsmittel

Protokollbuch (DIN A 5-, besser DIN A4-Kladde, kariert)

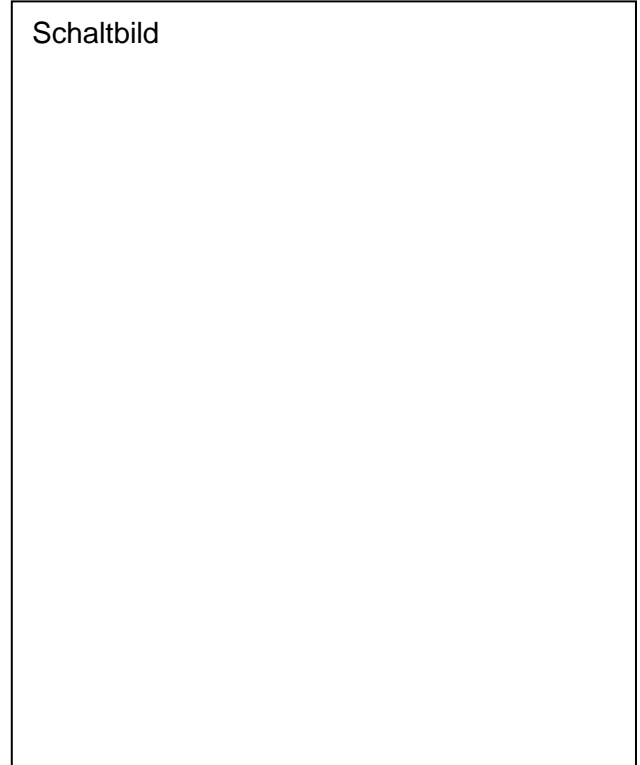
1 Vorarbeiten:

Erläutern und zeichnen Sie den asynchronen 4 Bit-Zähler

Erläuterung




Schaltbild

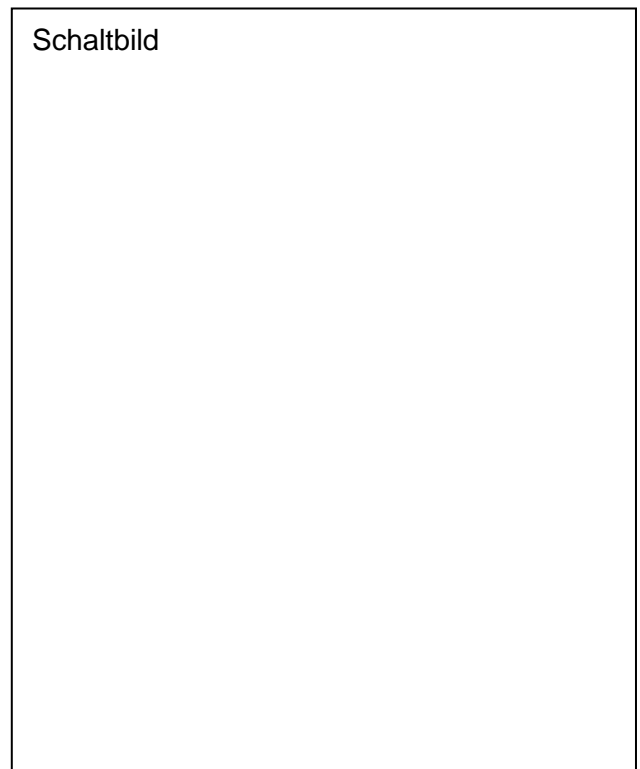


Erläutern (mit Zustandsdiagramm) und zeichnen Sie den synchronen mod-3 Zähler mit flankengetriggerten D-FF

Erläuterung



Schaltbild



Entwerfen Sie die Ampelschaltungen aus Kapitel 3

2 Einleitung

Zähler sind typische, in vielen Anwendungen eingesetzte Bausteine der Digitaltechnik. Darüberhinaus kann man an ihnen auch die typischen Entwurfsmethoden für sequentielle Schaltungen studieren.

Sie sind aus flankengesteuerten Flipflops aufgebaut, wobei meist T-FF oder D-FF verwendet werden.

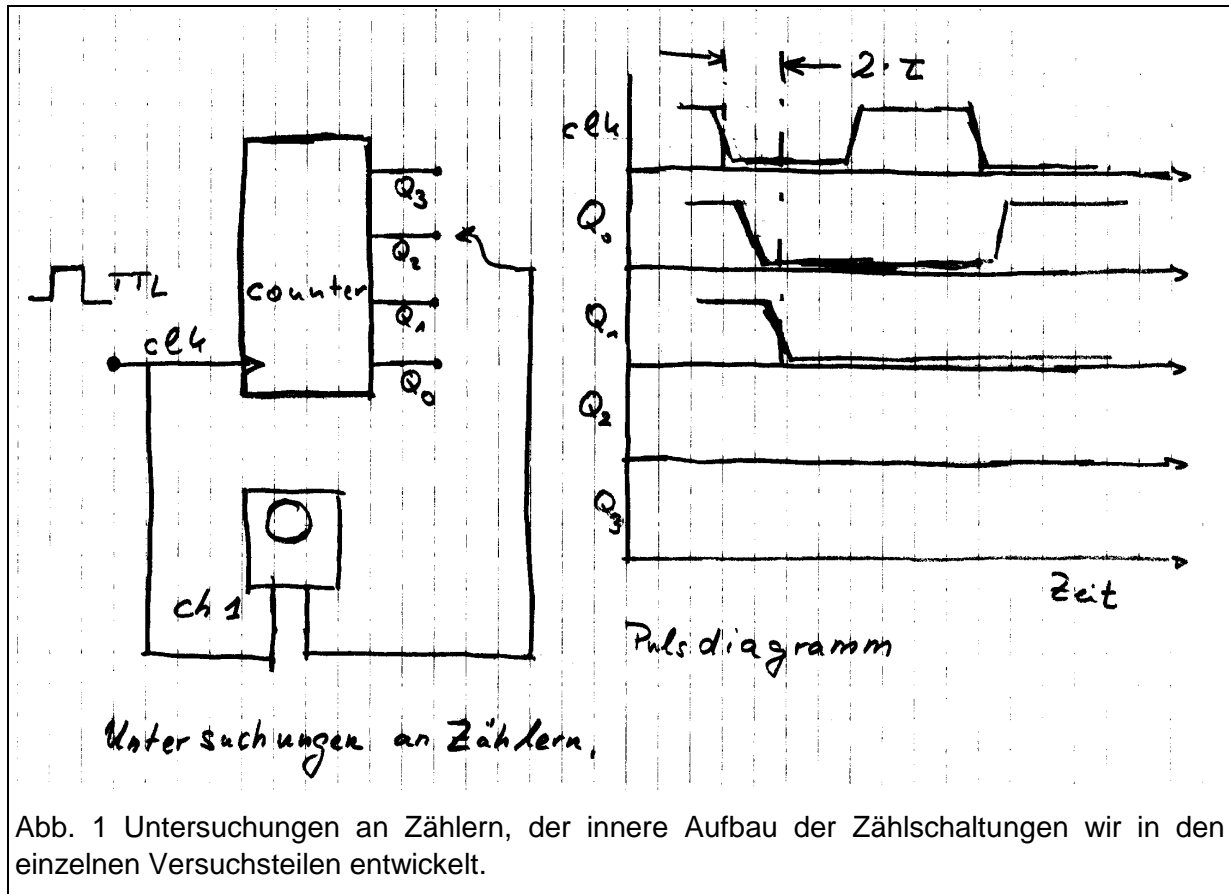


Abb. 1 Untersuchungen an Zählern, der innere Aufbau der Zählschaltungen wird in den einzelnen Versuchsteilen entwickelt.

Bei asynchronen Zählern können Takt- und Datenleitungen miteinander verbunden werden, sie sind daher meist recht einfach aufgebaut. Allerdings addieren sich in diesen Schaltungen die Laufzeiten der hintereinandergeschalteten Flipflops. Zusätzlich werden die Flipflops zu unterschiedlichen Zeiten getaktet. Dadurch werden die Zeitbereiche, in denen alle Flipflops das richtige Zählergebnis anzeigen, immer kleiner. Eine verlässliche Datenausgabe wird schon bei mittleren Zählraten unmöglich.

Bei synchronen Zählern werden Takt und Datenleitungen rigoros getrennt gehalten. Alle Flipflops werden vom gleichen Taktsignal gesteuert. Derartige Schaltungen können auch bei hohen Frequenzen sicher betrieben werden, wobei die maximal zulässige Taktfrequenz aus dem Schaltbild und den typischen Bauelementenzeiten berechnet werden kann.

3 Eine Ampelschaltung

In diesem Versuch können Sie eine typische Zeitsteuerung kennenlernen. Das Ausgangsmuster eines Zählers dient als Eingabe für eine logische Schaltung. Entsprechend der Taktrate des Zählers werden dann die gewünschten Zustände durchgeschaltet. Beispiele sind Ablaufsteuerungen für Wasch- und Spülmaschinen oder, wie in diesem Versuch, Verkehrsampeln.

Heutzutage wird in der Praxis allerdings meist die unflexible Ablaufsteuerung durch eine flexible, sensorisch ausgerüstete Regelung mit Mikroprozessoren ersetzt. So wird in Haushaltsgeräten der Verschmutzungsgrad des Waschwassers, die aktuelle Temperatur, der Härtegrad des Wassers oder der Beladungszustand gemessen und der Reinigungsvorgang entsprechend geregelt. Damit sind komfortable, ressourcenschonende und kostensparende Prozesse möglich. Auch wird es einfacher, die zeitliche Abfolge zu ändern. Nichtsdestoweniger gibt es immer noch viele Anwendungen für solche Schaltungen.

Als erstes muss man die unterschiedlichen Zustände und ihren zeitlichen Ablauf festlegen. Wir wollen eine Ampel im Sekundentakt ansteuern und einen kompletten Zyklus in 16 Sekunden durchlaufen lassen. Der Einfachheit halber betrachten wir für die Haupt- und Nebenstraße nur jeweils eine Ampel, also keine zusätzliche Fußgänger- oder Abbieger Ampel. Eine besonders einfache Logik erhält man bei dem Ablauf in folgender Tabelle, der dummerweise aber nicht verkehrssicher ist.

Stellen Sie die WWT für diese einfache Ampelschaltung auf. Für 16 Takte werden 4 Bit benötigt. Sie benötigen also einen 4 Bit-Zähler, z.B. einen asynchronen Zähler. Dessen Ausgänge sind mit A,B,C,D bezeichnet. Die Ausgänge der Logikschaltung werden mit Rot, Gelb und Grün jeweils für Haupt und Nebenstraße bezeichnet. Dabei heißt ‚1‘- Lampe leuchtet, ‚0‘ – Lampe leuchtet nicht.

Takt	D	C	B	A	Hauptstraße	Nebenstraße	Rot H	Ge H	Gr H	Rot N	Ge N	Gr N
0	0	0	0	0	Grün	Rot						
1	0	0	0	1	Grün	Rot						
2	0				Grün	Rot						
3	0				Grün	Rot						
4	0				Grün	Rot						
5	0				Grün	Rot						
6	0				Grün	Rot						
7	0				Gelb	Rot-Gelb						
8	1				Rot	Grün						
9	1				Rot	Grün						
10	1				Rot	Grün						
11	1				Rot	Grün						
12	1				Rot	Grün						
13	1				Rot	Grün						
14	1				Rot	Grün						
15	1				Gelb-Rot	Gelb						

Jetzt können Sie für die 6 Ausgänge die logische Verknüpfung aufstellen, z.B. über Bildung einer Normalform. Eine große Vereinfachung ergibt sich, wenn man Grün NICHT aus dem Zählerzustand bildet, sondern aus den jeweiligen Rot- und Gelb-Ausgängen. Bei deutschen

Ampeln gibt es nämlich einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Rot und Gelb einerseits und Grün. Welchen?

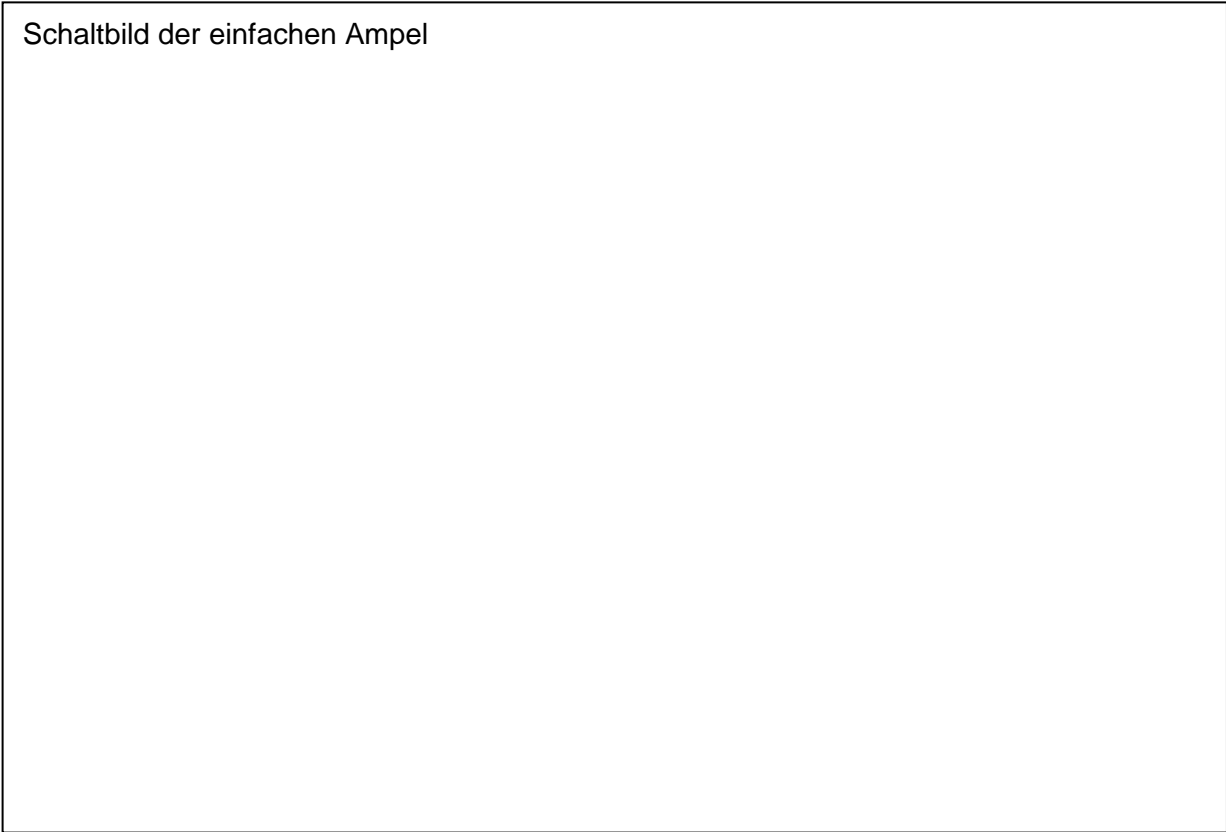
Stellen Sie dazu einfach eine WWT auf:

Rot	Gelb	Grün	WWT für die Ausgänge
1	1		Rot H
1	0		Ge H
0	1		Gr H
0	0		Rot N
			Ge N
			Gr N


Jetzt entwerfen Sie eine verkehrssichere Ampel:

Takt	D	C	B	A	Hauptstraße	Nebenstraße	Rot H	Ge H	Gr H	Rot N	Ge N	Gr N
0	0	0	0	0								
1	0	0	0	1								
2	0											
3	0											
4	0											
5	0											
6	0											
7	0											
8	1											
9	1											
10	1											
11	1											
12	1											
13	1											
14	1											
15	1											

Schaltbild der einfachen Ampel



Schaltbild der besseren Ampel



4 Aufbau eines asynchronen 4 Bit Zählers

A Bauen Sie aus 4 in Reihe geschalteten JK-FF einen 4 Bit Zähler. Überprüfen Sie mit der Adapter/Clock, ob er richtig funktioniert.

5 Aufbau der Ampellogik

A Bauen Sie die verkehrssichere Schaltung auf und überprüfen Sie ihre Funktionsweise.

Protokollieren Sie die Funktionsweise der Schaltung.

Arbeiten Sie wie gewünscht?

6 asynchrone Zähler

A Bauen Sie einen asynchronen 4 Bit Zähler aus T-Flipflops (Bilden Sie T-FF aus JK-FF). Verbinden Sie die Ausgänge der Flipflops mit einer 7-Segment-Anzeige. (Im Praktikum gibt es 7 Segmentanzeigen mit internem Multiplexer, die ein anliegendes binäres Signal gleich als Dezimal-Ziffer anzeigen können.) Dabei müssen sie die auf die richtige Reihenfolge achten. Betreiben Sie die Schaltung mit der Adapter/Clock.

A Funktioniert sie richtig?

A Ergänzen Sie die Schaltung so, dass ein mod-10 Zähler (Dezimalzähler) entsteht.

A Funktioniert sie richtig?

7 synchroner Zähler mit D-Flipflop

In der Vorarbeit zu diesem Versuch haben Sie einen synchronen mod-3 Zähler mit D-FF entworfen.

A Bauen Sie die Schaltung auf. Verbinden Sie die Flipflop-Ausgänge mit der 7 Segment Anzeige.

A Funktioniert die Schaltung richtig.

Ein Zähler kann auch benutzt werden, um eine Taktfrequenz zu reduzieren. Mit einem mod3- Zähler sollte es möglich sein, die Taktfrequenz durch 3 zu teilen.

A An welchem Zählerausgang kann man das durch 3 dividierte Taktsignal messen?
