

Einführung in die Technische Informatik

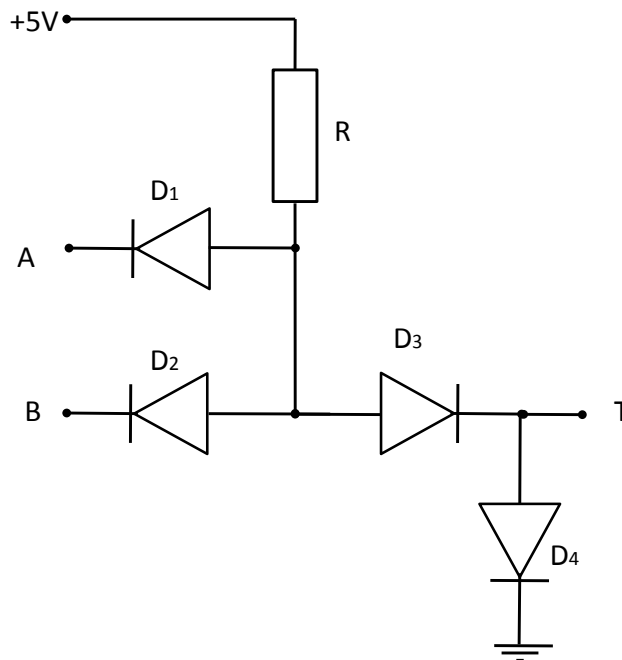
WS 2010/2011

Blatt 7: Musterlösung

ACHTUNG: Die Musterlösung ist ein zusätzliches Serviceangebot. Sie erhebt weder Anspruch auf Vollständigkeit, noch auf Korrektheit.

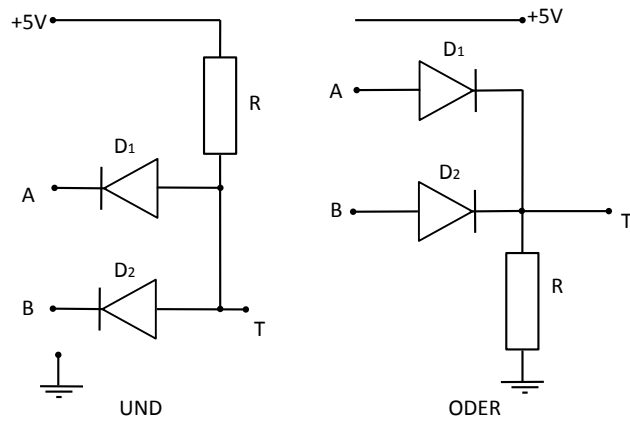
Aufgabe 1: (★) Dioden/Logik

- a) Skizzieren Sie ein UND-Gatter mit Dioden für 2 Eingänge A und B .
- b) Skizzieren Sie ein ODER-Gatter mit Dioden für 2 Eingänge A and B .
- c) Skizzieren Sie die Dioden-Schaltung der folgenden Funktion: $x_1x_2 + x_3$
- d) Welche Schaltfunktion T wird durch die folgende Schaltung realisiert?

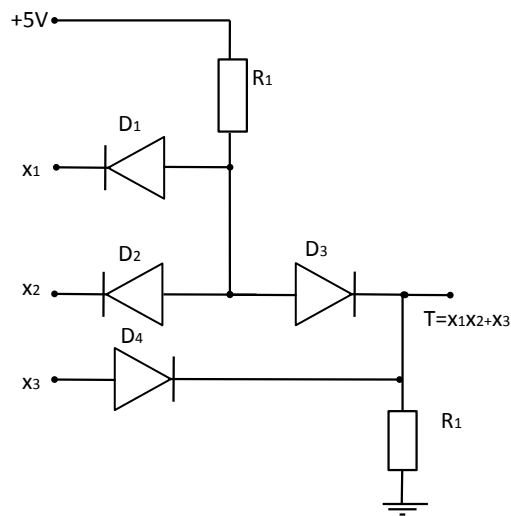


Lösungsvorschlag

a)+b) UND- und ODER-Dioden-Schaltungen:



c) Dioden-Schaltung zur Funktion $x_1 x_2 + x_3$:



d) Diese Schaltung realisiert die Funktion $A \cdot B$ (UND).

Aufgabe 2: RS-Latches

In der Vorlesung haben Sie das SR-Latch, aufgebaut aus NOR-Bauteilen, kennengelernt. Ein weiterer Speicherbaustein ist das RS-Latch, das sich mit NAND-Bauteilen konstruieren lässt. Hierzu ersetzt man die NOR- durch NAND-Bauteile.

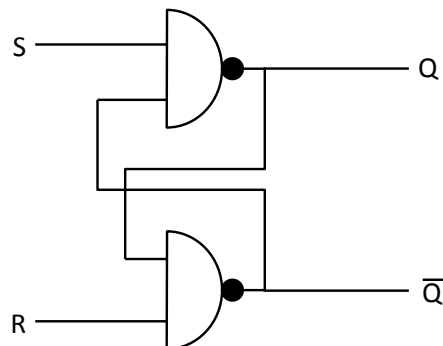
- Konstruieren Sie, ausgehend von einem SR-Latch, ein RS-Latch.
- Füllen Sie die nachstehende Schalttafel für Ihr RS-Latch aus.

Eingänge		Aktueller & nächster Zustand		
S	R	Q_n	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

- c) Worin unterscheidet sich Ihr RS-Latch von dem vorgestellten SR-Latch?
- d) Sie können Ihr RS-Latch durch Verwendung weiterer NANDs erweitern, sodass es getaktet ist. Wie?

Lösungsvorschlag

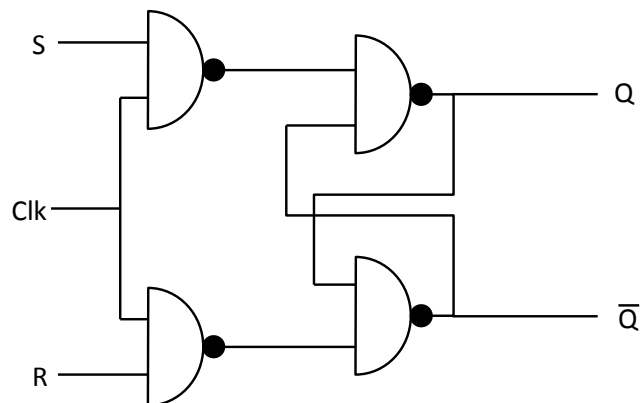
- a) RS-Latch:



- b)

Eingänge		Aktueller & nächster Zustand		
S	R	Q_n	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	0

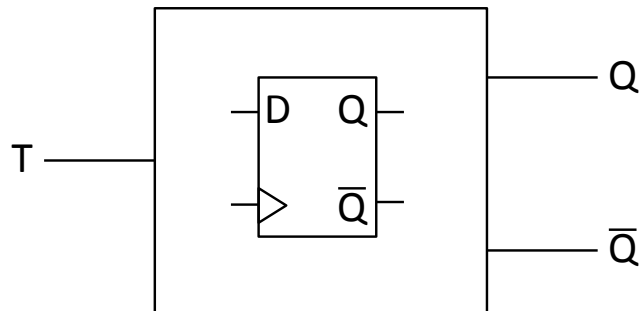
- c) Das RS-Latch ist negativ gesteuert, d. h. zum Setzen und Zurücksetzen muss eine logische 0 statt einer logischen 1 an den entsprechenden Eingang angelegt werden. Somit ist bei einem RS-Latch der Zustand $S = R = 0$ inkonsistent, da dann $Q = \bar{Q}$.
- d) Das RS-Latch wird getaktet, indem man NANDs vorschaltet. Dadurch wird das Latch wieder positiv gesteuert.



Aufgabe 3: (★) Toggle-Flipflops

Das in der Vorlesung vorgestellte D-Flipflop lässt sich als Grundlage für einen neuen Baustein, das Toggle-Flipflop (T-Flipflop), verwenden. Hierbei müssen lediglich die Ein- und Ausgänge des D-Flipflops richtig verkabelt werden. Dabei soll folgende Funktionalität erfüllt werden: Bei einer steigenden Flanke der Clock (hier T) wird der Wert von Q invertiert.

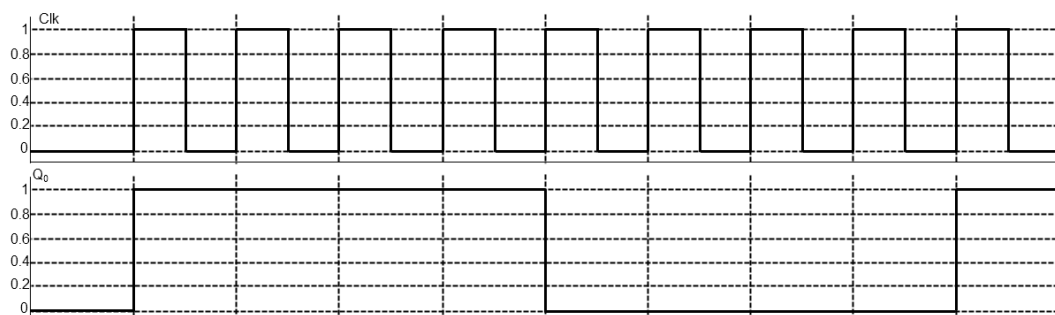
- a) Zeichnen Sie die Verkabelung in die nachfolgende Zeichnung ein.



b) Füllen Sie die nachstehende Schalttafel aus.

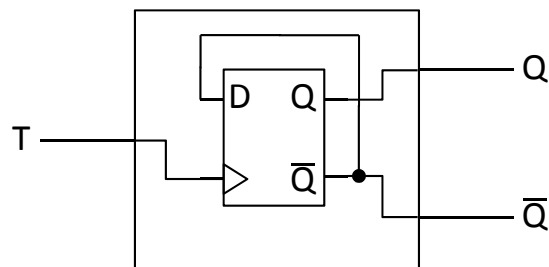
	Aktueller & nächster Zustand		
T	Q_n	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

- c) Lässt sich das T-Flipflop auch mit einem D-Latch konstruieren? Falls ja, so geben Sie die entsprechende Konstruktion ab. Falls nein, so begründen Sie Ihre Antwort.
- d) Das T-Flipflop lässt sich beispielsweise verwenden, um einen *Frequenzteiler* zu konstruieren. Erstellen Sie eine Schaltung, die den nachfolgenden Schaltverlauf erzeugt. Verwenden Sie dafür ausschließlich T-Flipflops.



Lösungsvorschlag

a)

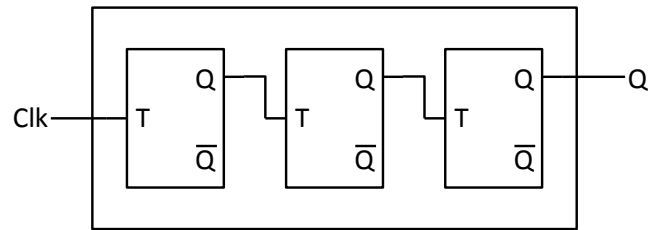


b)

	Aktueller & nächster Zustand		
T	Q_n	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

c) Das T-Flipflop lässt sich nicht aus einem D-Latch konstruieren, da ein D-Latch taktzustandsgesteuert ist und nicht flankengesteuert, wie ein Flipflop. Somit würde der Zustand des T-Flipflops permanent hin- und her wechseln, solange eine logische 1 am Eingang T anliegt.

d)



Aufgabe 4: 4x3-Speicher

Gegeben Sei der 4x3 Speicher aus der Vorlesung (Kapitel 7.2, Folie „4×3 Speicher“)

- Welche Vor- und Nachteile hat es, die 12 Flipflops in Wörtern zu gruppieren, anstatt alle Flipflops einzeln anzusteuern?
- Wieviele *word select* Eingänge¹ würden Sie brauchen, um 16 Worte zu speichern? Wieviele Flipflops würden Sie benötigen?
- Nehmen Sie an, Sie möchten die folgenden Operationen nacheinander mit dem 4x3-Speicher durchführen. Wie müssen Sie welche Eingänge ansprechen? **Hinweis:** Ein Wort wird im Format $(I_0 I_1 I_2)_2$ gespeichert.
 - Den Chip aktivieren
 - $(100)_2$ in Wort 0 speichern
 - $(101)_2$ in Wort 1 speichern
 - Das in Wort 3 gespeicherte Wort auslesen
 - Das in Wort 1 gespeicherte Wort auslesen
 - Den Chip deaktivieren

Lösungsvorschlag

- Die Vorteile sind eine verringerte Anzahl an benötigten Inputs und die Möglichkeit, ganze Worte gleichzeitig auszulesen. Die Nachteile sind, dass man einzelne Flipflops nicht mehr ansprechen kann und dass die Wortgröße somit durch die Chiparchitektur festgelegt ist.

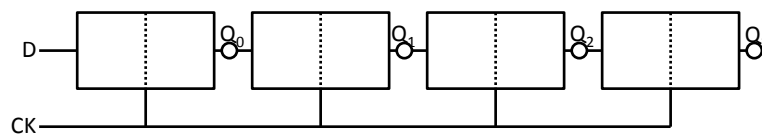
¹Auf der Folie sind die *word select* Eingänge mit A_0 und A_1 bezeichnet.

b) Mit i *word select* Eingängen können 2^i Worte adressiert werden. Um also 16 Worte ansprechen zu können, sind $\log_2(16) = 4$ *word select* Eingänge nötig. Die Anzahl an Flipflops beträgt $16 \cdot 3 = 48$.

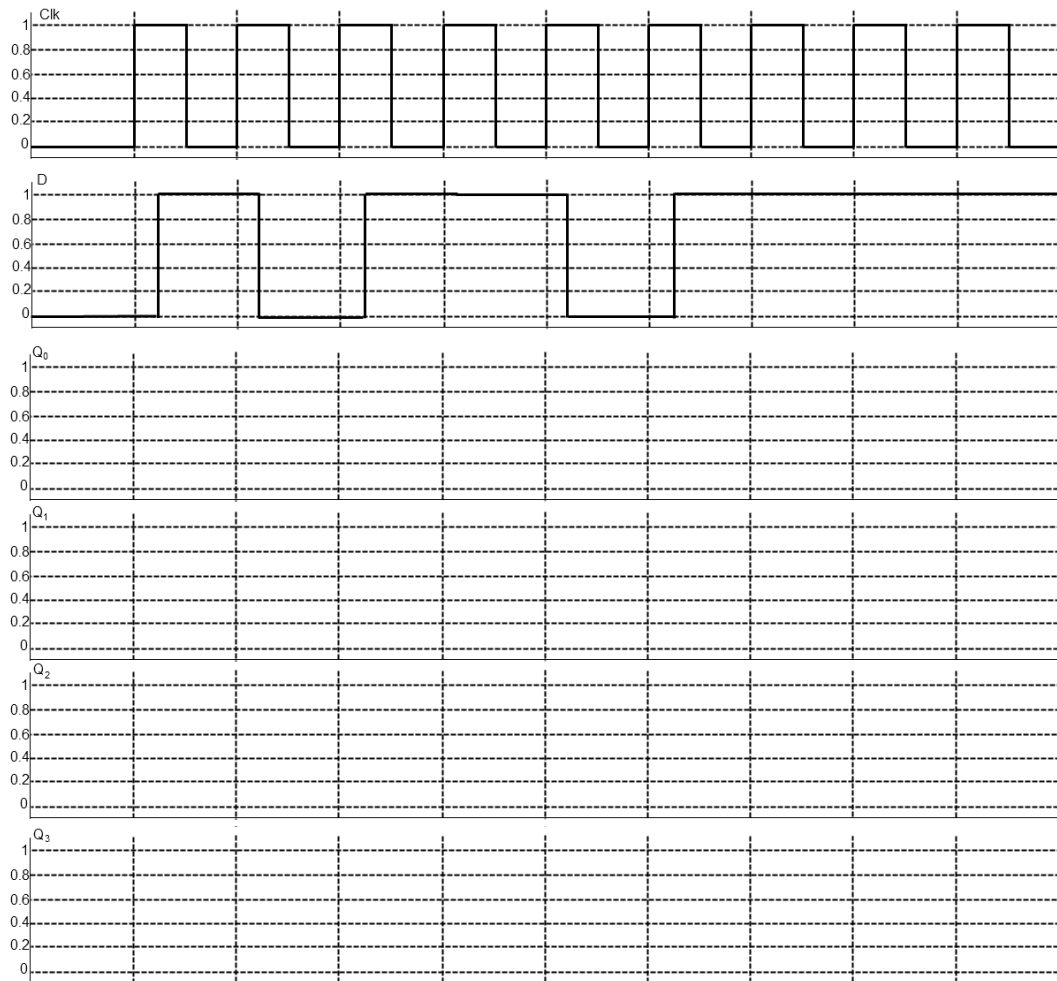
- c)
- $CS = 1, RD = 0, OE = 0$
 - $A_1 = 0, A_0 = 0, I_2 = 0, I_1 = 0, I_0 = 1$
 - $A_0 = 1, I_2 = 1$
 - $A_1 = 1, RD = 1, OE = 1$
 - $A_1 = 0$
 - $CS = 0, RD = 0, OE = 0$

Aufgabe 5: (★) Registerschaltung

Betrachten Sie die nachfolgende Schaltung, aufgebaut aus 1-Bit Registern:

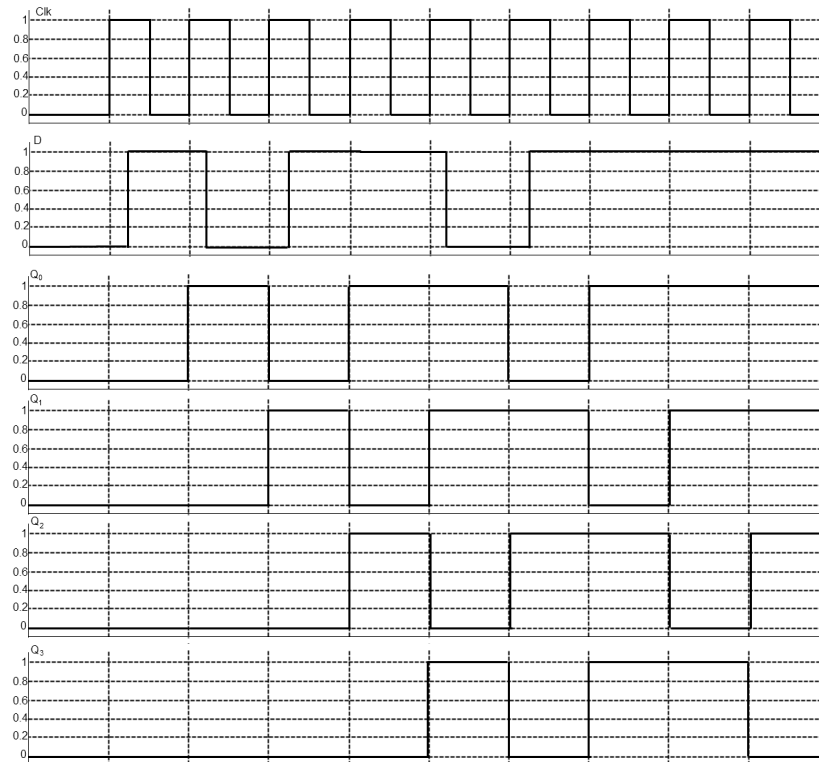


- a) Tragen Sie die Signalverläufe an den markierten Punkten in das folgende Diagramm ein.
- b) Beschreiben Sie die Funktion der dargestellten Schaltung.



Lösungsvorschlag

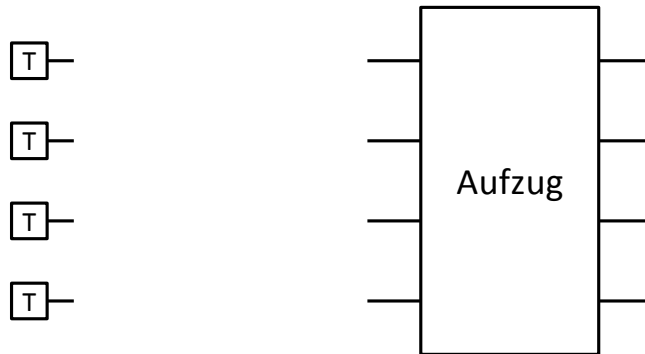
a)



- b) Die gegebene Schaltung ist ein primitives Schieberegister. Eingebene Bits wandern durch die Register und werden somit nach 4 Taktzyklen aus dem Ausgang ausgegeben. Ein komplexeres Schieberegister wird in Übung 8 behandelt werden.

Aufgabe 6: Aufzugssteuerung

Mit SR-Latches lässt sich eine simple Aufzugssteuerung realisieren. Dafür sei die folgende Schaltung gegeben:



Alle für den Aufzug relevanten Dinge — wie das Ansprechen der Motoren, etc. — übernimmt das als 'Aufzug' gekennzeichnete Bauteil. Ihre Aufgabe ist es nur, die gedrückten Rufknöpfe auf den verschiedenen Stockwerken, links dargestellt, zu speichern und an die Aufzugsschaltung alle noch anzufahrenden Stockwerke zu übergeben. Sobald der Aufzug ein Stockwerk angefahren hat, gibt er das über die rechts dargestellten Ausgänge der Schaltung aus. Vervollständigen Sie die gegebene Schaltung.

Lösungsvorschlag

