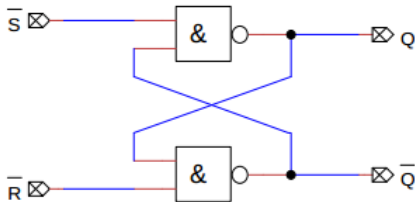


Schaltung



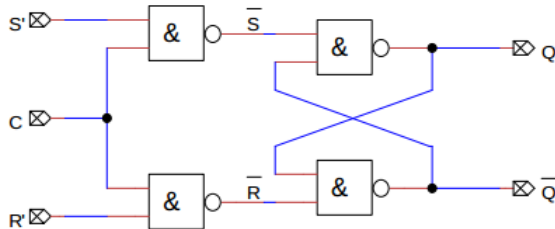
Aufbau und Funktion

- Zusammengesetzt aus zwei gekoppelten NAND-Gattern
- Ausgänge sind (vom Zustand $\bar{S} = 0$ und $\bar{R} = 0$ abgesehen) invertiert
- Durch Setzen von $\bar{S} = 1$ bzw. $\bar{R} = 1$ können die Ausgänge gesetzt werden
- Wahrheitstafel des NAND-Gatters bewirkt, dass durch das Setzen der beiden Eingänge auf 1 der letzte Zustand des Flip-Flops ausgegeben wird - Flip-Flop kann Zustände speichern

Wahrheitstafel:

\overline{S}	\overline{R}	Q	\overline{Q}
0	0	(1)	(1)
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Q_{n-1}	$\overline{Q_{n-1}}$

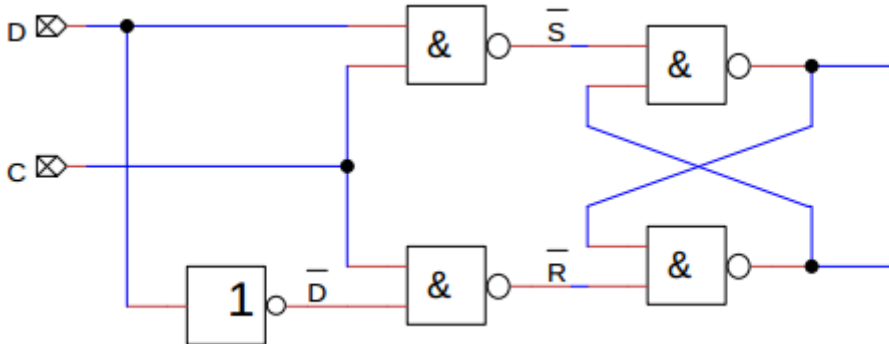
Schaltung



Funktionsweise

- Dem RS-Flip:Flop werden nun noch zwei NAND-Gatter vorrangestellt, die über das Clock-Signal verbunden sind
- Solange $C = 0 \Rightarrow$ fester Anfangszustand, der nicht durch S und R beeinflusst wird, da NAND-Gatter 1 ausgibt, sobald eines der Signale 0 ist
- Schaltung ist "flankengesteuert", also gesetzte S und R werden erst übernommen, wenn C eingeschaltet wird

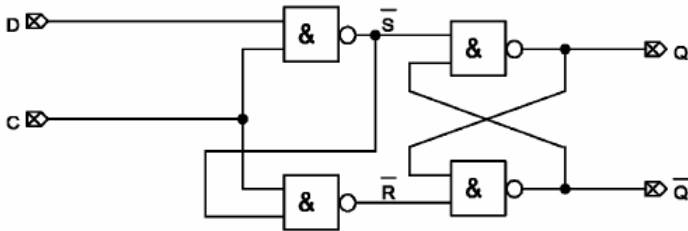
Schaltung



\overline{D}	C	\overline{S}
1	0	1
1	1	1
0	0	1
0	1	0

Bis auf den irrelevanten Fall $C = 0$ (es findet keine Veränderung des Zustandes statt) sind \overline{D} und \overline{S} identisch

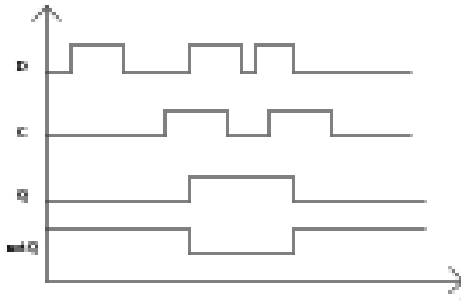
Schaltung kann somit vereinfacht werden



Funktionsweise

- R zu S negiert, daher existiert kein unbestimmter Zustand
- Schaltung nicht flanken- sondern zustandsgesteuert: sobald $C = 1$, lassen sich Zustände setzen bzw. überschreiben

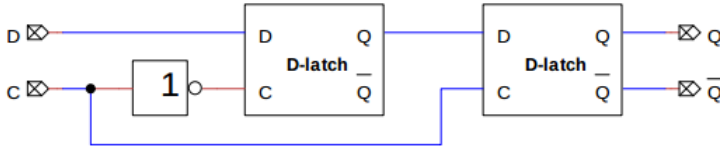
Verlauf der Schaltvorgänge



Wahrheitstafel

D	C	Q
x	0	Q_{n-1}
0	1	0
1	1	1

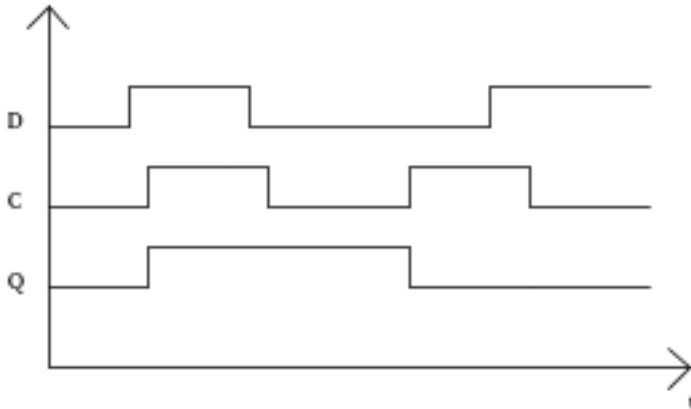
Schaltung



Funktionsweise

- Bei C konstant wird der zuletzt gesetzte Wert von Q rückgegeben
- Sobald steigende Flanke auf C , wird $Q = D$ gesetzt

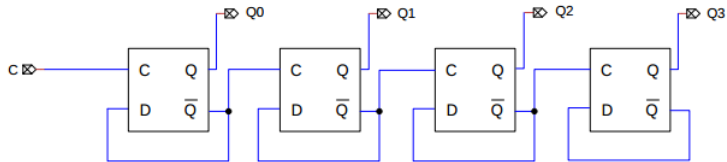
Verlauf der Schaltvorgänge



Wahrheitstafel

D	C	Q
x	0	Q_{n-1}
n	Steigende Flanke	n
x	1	Q_{n-1}

Schaltung



Es kann so Addition der Flankensignale in Binärform realisiert werden

Durchführung mit 2 * 2 flankengetriggerten D-Flip-Flops in IC-Form

Funktionsweise

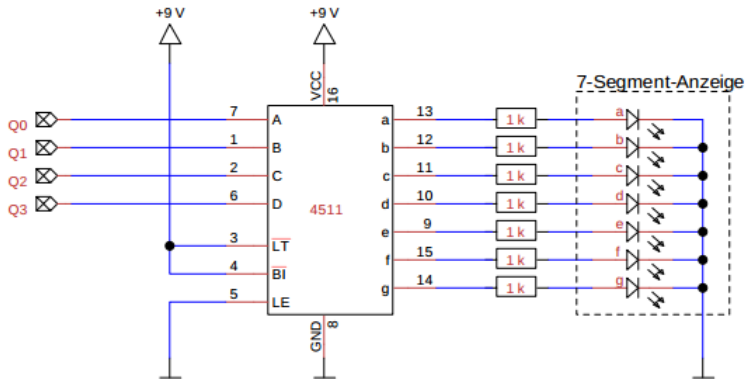
- D immer mit Q verbunden, also wechselt Q bei jeder Flanke den Wert
- Da Flip-Flop flankengetriggert, nur Reaktion auf einfaches Betätigen des Schalters
- Bei Setzen von Q auf 0 wird \overline{Q} auf 1 gesetzt und die anderen Bits erhalten ein Schaltsignal

Eigenschaften

- Speicher = 4 Bit, somit ist maximale darstellbare Zahl 15
- Wenn Wert des Zählers gleich 15, sind alle $Q = 1$, bei einer weiteren Flanke werden alle Q wieder auf 0 gesetzt \Rightarrow kein Übertrag möglich

Ziel: Darstellung der Binärzahl des Zählers als gewohnte Dezimalzahl, Realisierung über speziellen IC sowie kompatibler Anzeige

Schaltung



Wahrheitstafel des CMOS 4511

Inputs							Outputs							
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	B
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
1	1	1	X	X	X	X				*				*

Funktionsweise

- CMOS 4511 wandelt Binärzahl in BCD-Code, um mit 7-Segment-Anzeige kommunizieren zu können, die die Zahl in Dezimal-Darstellung anzeigen kann
- CMOS nur für Verwendung mit einstelliger Anzeige konstruiert/geeignet, denn sobald $(1001)_2 = 9_{10}$, also die größte einstellige Dezimalzahl überschritten wird, gibt Chip nur noch Signale $a \dots f = 0$ zurück \Rightarrow keine Anzeige

Mit Frequenzgenerator, der Rechtecksspannung ausgibt, kann nun das Zählen automatisiert werden, also es werden alle einkommenden Flanken gezählt, wobei sich der Zähler nach 15 Signalen wieder zurücksetzt

Dies lässt sich auch nutzen, um bei hohen Signalfrequenzen mit der Schaltung Zufallszahlen zu erzeugen.

Dem Zähler aus Aufgabe 4, der über die Q_i mit der Schaltung aus Aufgabe 5 verbunden ist, wird noch ein Schalter vorrangestellt. Sobald dieser gedrückt, erreichen Pulse die Schaltung, und da die Anzahl dieser bei hohen Frequenzen nicht mehr abgeschätzt werden können, ist die Anzeige zufällig.

Problem: Noch zählt der Zähler nicht dezimal, sondern bis 15 wobei bei 11 bis 15 die Anzeige inaktiv ist

Behebung

- Zähler muss beim Erreichen der Zahl $(10)_{10} = (1001)_2$ wieder auf den Wert 0 gesetzt werden
- Wird realisiert, indem die Pegel A und D mit AND-Gatter auf die Reset-Pins der mit A und D verbundenen Flip-Flops verbunden werden

Nun funktioniert Schaltung wie erwartet