

Zu DT-Übung 10.3

(Lösungsvorschlag)

Bei derartigen Schaltungen ist es oftmals einfacher, zunächst die ausführliche Schaltfolgetabelle aufzuschreiben und daraus das Impulssdiagramm zu skizzieren.

Da es sich bei den 3 JK-MS-FFs um taktzustandsgesteuerte Ausführungen handelt, gilt die Regel:

Der während des positiven Taktes zuletzt an J und K anliegende Zustand bestimmt an der abfallenden Flanke den Ausgangszustand Q. Das gilt unabhängig davon, ob der Takteingang durch den zentralen Takt T gesteuert wird, wie bei FF1 und FF3, oder durch den Ausgang eines anderen FFs, wie bei FF2.

Für das Aufstellen der Schaltfolgetabelle kann man das in den „Stichworten zur Digitaltechnik“ beschriebene, systematische Verfahren verwenden:

T=C ₁ =C ₃	J ₁	K ₁ = $\overline{Q_3}$	Q ₁	C ₂ =Q ₁	J ₂	K ₂	Q ₂ =A	J ₃ =Q ₂	K ₃	Q ₃	$\overline{Q_3}$
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
3	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
5	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
6	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
7	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
11	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1
12	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1

Q₂ wechselt nur, wenn C₂ = Q₁ einen 1/0-Übergang zeigt. Dies trifft für den zentralen Takt C = C₁ = C₃ auch zu, aber hier findet der Übergang bereits innerhalb der Taktperioden 0, 1, 2, 3, ... statt.

Hier wiederholen sich die Zustandswerte. d. h., die Zeilen sind gleich

Dabei berücksichtigt man, dass

- bei Taktimpuls 0 (erste Zeile) die 3 Ausgangszustände Q₁, Q₂, Q₃ durch direkt wirkendes Reset (z. B. durch Power On -Reset beim Einschalten) unabhängig von der Vorbereitung durch die Eingangsvariablen auf „0“ gesetzt wurden,

- K_1 sich erst bestimmen lässt, nachdem der Zustand von $\overline{Q_3}$ bekannt ist, also erst nach der negativen Taktimpulsflanke an FF3, daher hat K_1 keinen Einfluss mehr auf den Ausgang Q_1 im Takt 0 usw.,
- der Ausgangszustand $Q_1(T=1)$ bei Taktimpuls 1 (zweite Zeile) eine Funktion

$$Q_1(T=1) = f[J_1, K_1, Q_1(T=0)]$$

darstellt, da bei Einsetzen des Taktimpulses $T=1$ die Werte der beiden Eingangsvariablen J_1 und K_1 sowie des Ausgangszustands $Q_1(T=0)$ vom Ende des Taktimpulses $T=0$ anstehen, usw., siehe rote Pfeile,

- der Ausgang Q_2 sich nur ändern kann, wenn der durch Q_1 gegebene Takt eine negative 1/0-Flanke durchläuft.

Um die **Periodendauer** der Ausgangssignale zu ermitteln, sieht man nach, bei welchem Taktimpuls sich die Werte in der Zustandsfolgetabelle wiederholen. Die Zustände des Taktimpulses 0 wiederholen sich nicht. Hier liegt ein einmaliger Übergangsvorgang von Taktimpuls 0 zu Taktimpuls 1 vor. Danach wiederholt sich der Zustand von Taktimpuls 1 bei Taktimpuls 6, Taktimpuls 11 usw.

Nun ist noch heraus zu finden, welches der 3 Ausgangssignale während der Sequenz $5 \cdot T$ genau einen Flankenwechsel 1/0 und einen Flankenwechsel 0/1 zeigt. Dies entspricht dann genau einem Impuls und trifft für Q_2 zu. Q_2 eignet sich daher als Ausgangssignal $A = Q_2$ für eine Frequenzteilung 5:1.

Bei Q_1 und Q_3 trifft dies nicht zu (bitte nachprüfen).

Zusatzaufgabe 1: Reduzieren Sie die Schaltfolgetabelle auf den für die Vollständigkeit unbedingt erforderlichen Umfang. (Hinweis: Die Spalten J_1, J_2, K_3 sowie die Zeilen $T=7$ bis $T=12$ können entfallen, warum?)

Zusatzaufgabe 2: Wie kann man erreichen, dass die Anordnung nach dem Einschalten ohne einmalige Übergangsvorgänge startet (also gleich mit den Zuständen der ersten gelb markierten Zeile)?