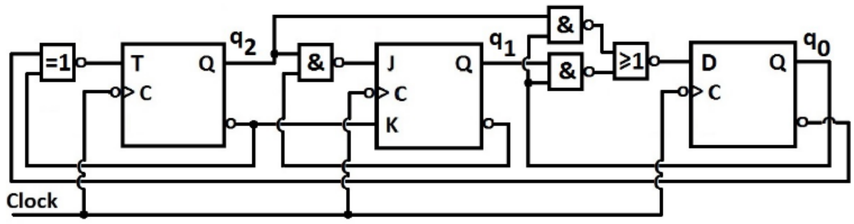
Uppgift 6 - Återkopplade vippor



Rita tillståndsdiagram (ringar och pilar) för nedstående sekvenskrets. Utsignalerna för kretsen är tillståndsvariablerna q_2, q_1 och q_0.
Ledning:

1. Grinden kallas XNOR, dvs en EXOR-grind med påkopplad inverterarfunktion på utgången.
2. Kom ihåg att kretsen har åtta tillstånd definierade av q2, q1 och q0
3. Starta med att definiera de booleska uttrycken för T, J, K och D
4. Förenkla dessa så långt det är möjligt. Använd gärna en sanningstabell för att kontrollera att förenklingarna stämmer.
5. Rita upp en tabell med
   (a) Kolumner för nuvarande tillstånd (q2, q1 och q0)
   (b) Kolumner för T, J, K, D
   (c) Kolumner för nästa tillstånd (q2+, q1+ och q0+)
6. Gör analys av en kolumn i taget – inte en rad i taget!!!
7. Notera att samtliga tillstånd skall vara med i tillståndsdiagrammet. Detta innebär att det kan bli flera ”snurror”. Pricka av så att alla är med!

Analys av vippor

T-vippa

En T-vippa ger resultet $Q_{ny} = T \ xor \ Q$. Eller i ord, Q blir sann så länge T skiljer sig från nuvarande Q.

T	Q	T xor Q	(T'Q) + ('TQ)
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

Det är samma som en JK-vippa, fast man har knutit T till båda J och K.

JK-vippan

JK-vippa är en SR-vippa fast definierad för alla tillstånd. Det vill säga att $Q = K$ förutom när $J = 1$ då blir $Q = 0$. Ifall $(J * K) = 1$ så "togglas" Q. Senare i uppgiften så kommer jag anta att standardvärdet på Q är 0, det vill säga av.

Med hjälp av informationen att en T-vippa går enkelt att göra med hjälp av en JK-vippa genom att knyta insignalen till både J och K så underlättar vi arbetet med att göra ett uttryck för JK-vippor.

D-vippa

En D-vippa är bara en "datavippa" som skickar ut signalen D.

Algebraiskt uttryck för vipporna

T-vippa

En T-vippa går att representera $Q_{ny} = T \ xor \ Q$. Expanderar man det, eller sätter det i ord "Q är sann när T och Q skiljer sig åt" så får man ut:

$$Q_{ny} = (T * \overline{Q}) + (\overline{T} * Q)$$

JK-vippa

Då vi vet att en T-vippa kan representera med en JK-vippa genom att knyta båda ingångarna till både J och K kan vi byta ut T och $\overline{T}$ i uttrycket ovan.

$$Q_{ny} = (J * \overline{Q}) + (\overline{K} * Q)$$

D-vippa

En D-vippa håller bara signalen D.

$$Q_{ny} = D$$

Analys av kretsen

För att kunna slutföra uppgiften måste vi först analysera de individuella delarna i kretsen, det vill säga ingångar och utgångar. Först börjar jag med att analysera ingångarna T, J, K och D för att kunna representera dessa algebraiskt. Därefter utgångarna Q_0, Q_1 och Q_2 (d.v.s vippornas tillstånd) då dessa är knutna till ingångarna.

Analys av ingångar T, JK och D

Värdet av T kommer vara 1 när $Q_0 = Q_2$. Det spelar ingen roll ifall båda är falska eller båda är sanna, så länge det är lika på båda sidor. Skiljer Q_0 och Q_2 sig så kommer $T = 0$.

$$T = Q_0 \; xnor \; Q_2$$

Q_0	Q_2	T
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

J kommer vara sann enbart om $Q_1 + \overline{Q_2}$.

Q_1	Q_2	T
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

K är samma som $\overline{Q_2}$

Q_2	K
0	1
1	0

$$D = \overline{(\overline{(Q_2 * Q_0)} + \overline{(Q_1 * Q_0)})}$$

Omskrivet, för att förtydliga lite för mig själv, så blir det då

$$\begin{aligned} left &= \overline{Q_2 * Q_0} \\ right &= \overline{Q_1 * Q_0} \\ D &= \overline{left + right} \end{aligned}$$

Vi kan då applicera DeMorgans på det sista uttrycket, men ignorerar att $left$ och $right$ också har inverser för nu.

$$D = \overline{(left + right)} \leftrightarrow \overline{left} * \overline{right}$$

Expanderar vi $left$ och $right$ får vi då

$$\begin{aligned} D &= \overline{\overline{Q_2 * Q_0}} * \overline{\overline{Q_1 * Q_0}} \\ &= Q_2 * Q_0 * Q_1 * Q_0 \\ &= Q_0 * Q_1 * Q_2 \end{aligned}$$

Analys av utgångarna $\mathbf{Q_0}$, $\mathbf{Q_1}$, $\mathbf{Q_2}$

Vi börjar från vänster och går mot höger och fokuserar på T-vippan, JK-vippan och D-vippan.
Utgångarna Q_0, Q_1 och Q_2 är kopplade till de tre vipporna enligt nedan.

$$\begin{aligned} T_{ut} &= Q_2 \\ JK_{ut} &= Q_1 \\ D_{ut} &= Q_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &Q_{2_{ny}} = (T * \overline{Q_2}) + (\overline{T} * Q_2) \Longleftrightarrow T \oplus Q_2 \\ &Q_{1_{ny}} = (J * \overline{Q_1}) + (\overline{K} * Q_1) \\ &Q_{0_{ny}} = D \end{aligned}$$

Slutsats

Ingångar

$$
\begin{aligned}
T &= Q_0 \odot Q_2 \quad \text{(T är 1 om Q0 är lika med Q2)} \\
J &= Q_1 + \overline{Q_2} \\
K &= \overline{Q_2} \\
D &= Q_0 * Q_1 * Q_2
\end{aligned}
$$

(Till Mikael, jag har uppdaterat J- och D-uttrycket ovan.)
Utgångar

$$
\begin{aligned}
Q_{2_{ny}} &= (T * \overline{Q_2}) + (\overline{T} * Q_2) \iff T \oplus Q_2 \\
Q_{1_{ny}} &= (J * \overline{Q_1}) + (\overline{K} * Q_1) \\
Q_{0_{ny}} &= D
\end{aligned}
$$

Svar

Med detta kan vi rita en sanningstabell för de olika tillstånden och därefter ett tillståndsdiagram. Här har jag kortat ner uträkningarna för T, J, K och D. Men precis som i ledningen analyserade jag utfallen kolumn för kolumn, inte rad för rad.

Q_0	Q_1	Q_2	T	J	K	D	Q_{0ny}	Q_{1ny}	Q_{2ny}
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	1	1	0

(Till Mikael, J- och D-kolumnerna och Q_{1ny} är korrigerade.)
Om vi bara fokuserar på det intressanta, alltså vilket tillstånd $Q_{0_{ny}}$, $Q_{1_{ny}}$ och $Q_{2_{ny}}$ får så kan vi rita upp en tillståndsdiagram.

Q_0	Q_1	Q_2	Q_{0ny}	Q_{1ny}	Q_{2ny}
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0

(Till Mikael, den duplicerade raden är raderad.)
Uppställt i ett tillståndsdiagram får vi följande.