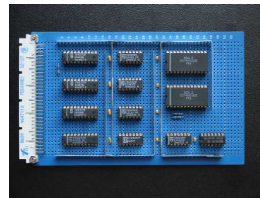


Digital- och datorteknik



Föreläsning #9

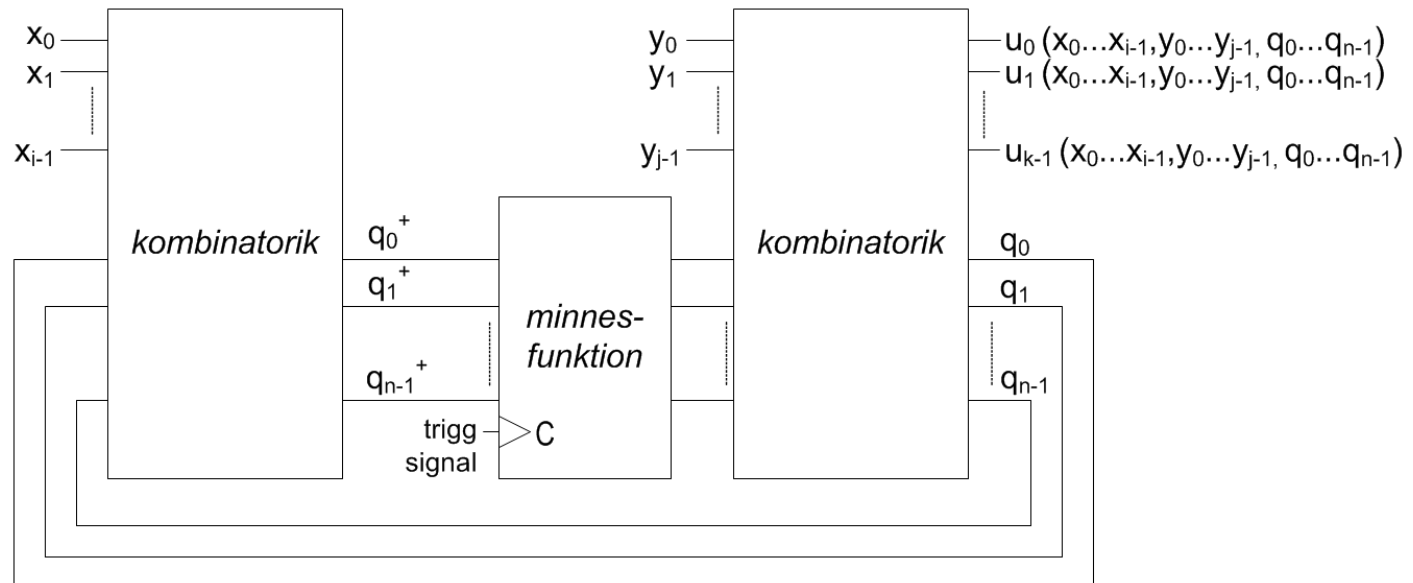
Biträdande professor Jan Jonsson

Institutionen för data- och informationsteknik
Chalmers tekniska högskola

Sekvensnät

Vad kännetecknar ett sekvensnät?

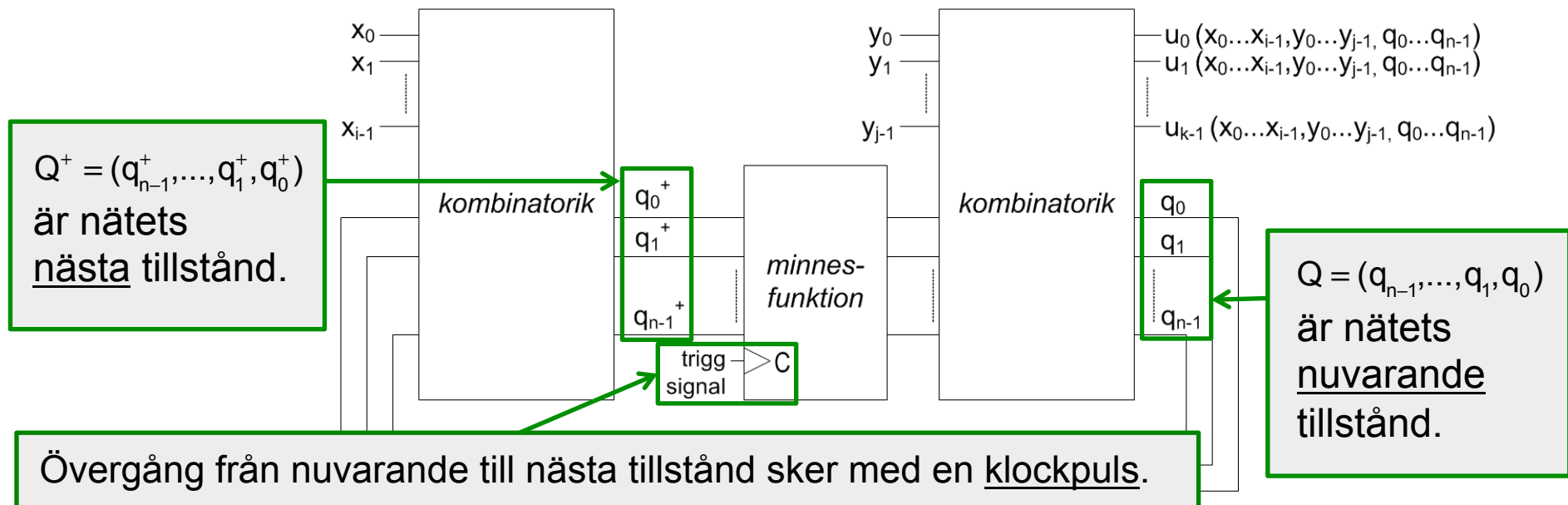
I ett sekvensnät är nätets utsignaler vid en viss tidpunkt inte enbart bestämda av insignalernas värden utan även av tidigare uppträdande sekvenser av insignaler.



Sekvensnät

Vad kännetecknar ett sekvensnät?

I ett sekvensnät är nätets utsignaler vid en viss tidpunkt inte enbart bestämda av insignalernas värden utan även av tidigare uppträdande sekvenser av insignaler.

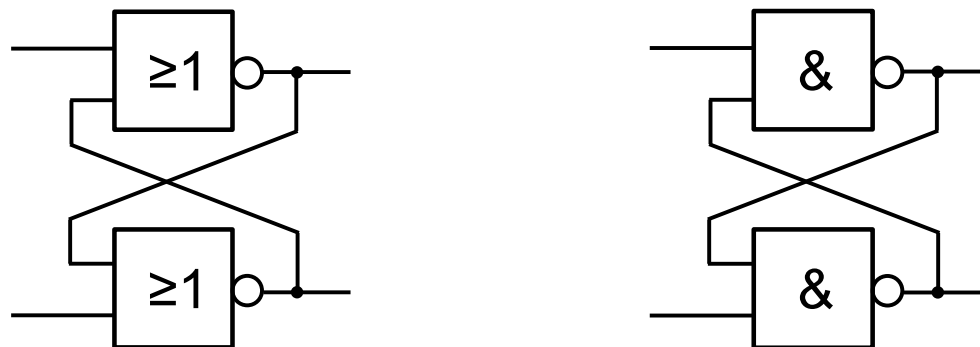


Minnesfunktion

Återkopplat grindnät:

För att åstadkomma en minnesfunktion behövs först och främst en negerande (inverterande) komponent, exempelvis ett elektronrör, en transistor, eller en grind med en negerande funktion (NOR, NAND). Därefter skapar man ett grindnät med två sådana komponenter där nätets utgångar återkopplas till dess ingångar för att det skall vara möjligt att åstadkomma en "lösning" av nätets utsignaler.

Grindnätets låsta utsignaler kallas för nätets tillstånd.



Minnesfunktion

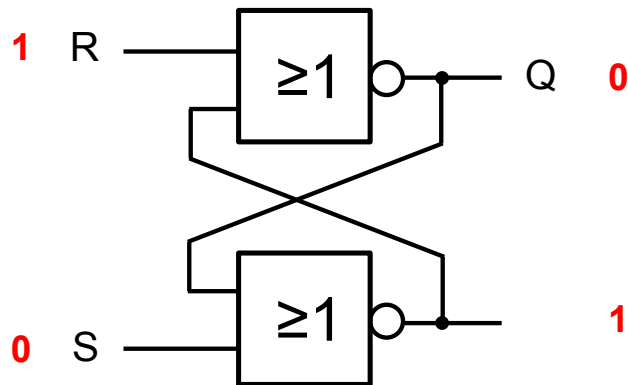
Återkopplat grindnät:

Beakta följande par av NOR-grindar:

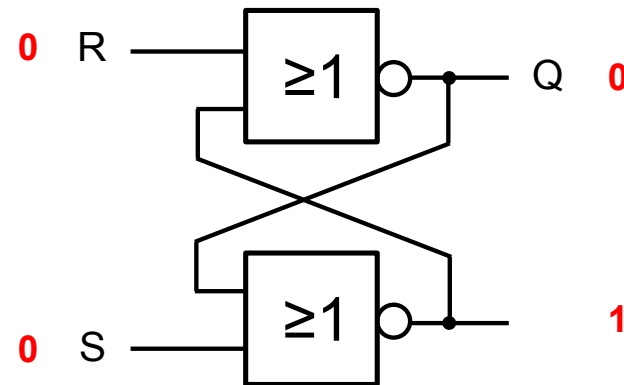
Sätt $R = 1$ och $S = 0$



Sätt $R = 0$ och $S = 0$



$Q = 0$ för $R = 1$ och $S = 0$



$Q = 0$ för $R = 0$ och $S = 0$

Minnesfunktion

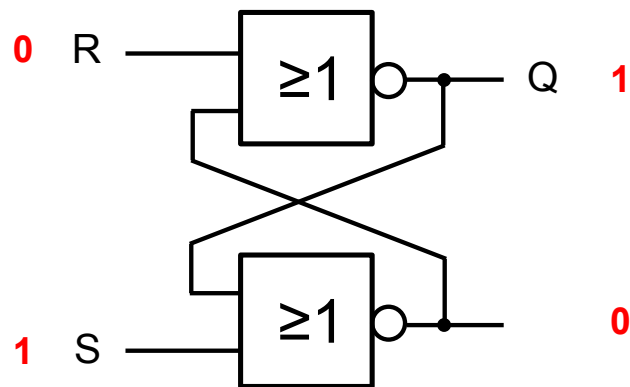
Återkopplat grindnät:

Beakta följande par av NOR-grindar:

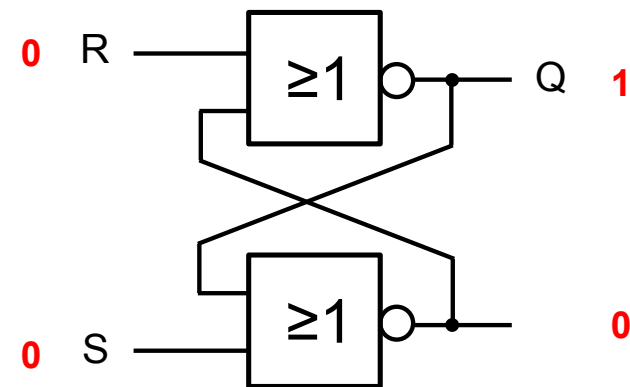
Sätt $R = 0$ och $S = 1$



Sätt $R = 0$ och $S = 0$



$Q = 1$ för $R = 0$ och $S = 1$



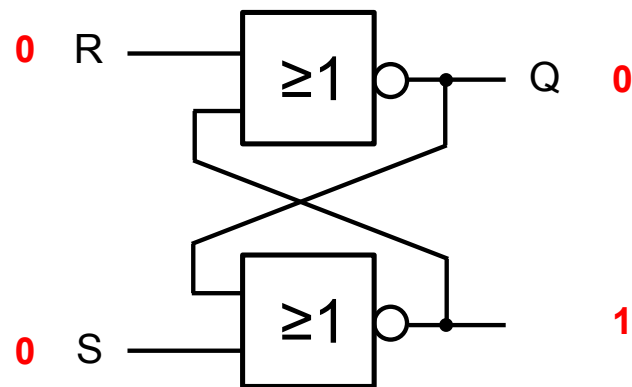
$Q = 1$ för $R = 0$ och $S = 0$

Minnesfunktion

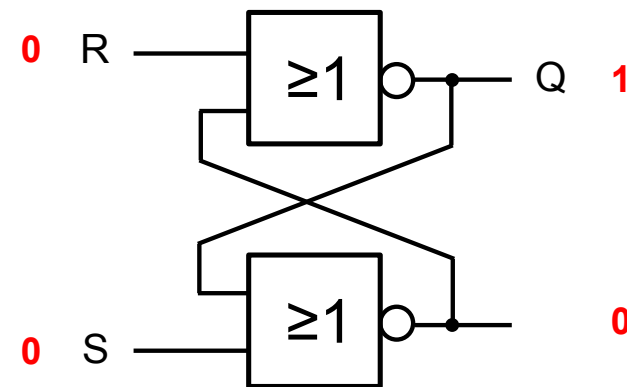
Återkopplat grindnät:

Vi har nu två möjliga utfall för $R = 0$ och $S = 0$ beroende på vilka värden som R och S hade innan. Grindnätet har alltså lyckats "komma ihåg" resultatet från en tidigare sekvens av insignaler.

Detta är vår minnesfunktion!



$Q = 0$ för $R = 0$ och $S = 0$
om $R = 1$ innan.



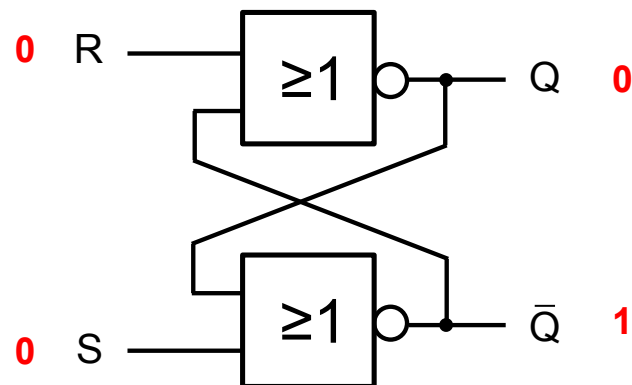
$Q = 1$ för $R = 0$ och $S = 0$
om $S = 1$ innan.

Minnesfunktion

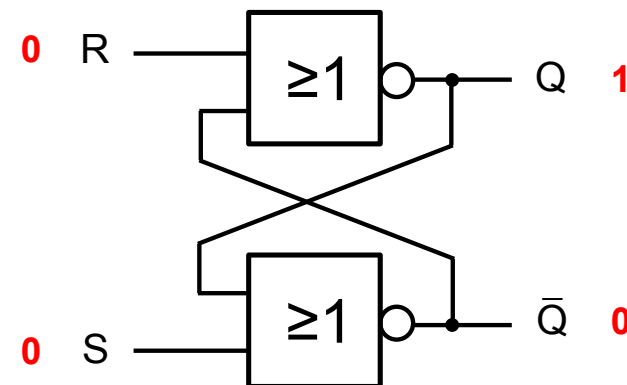
Återkopplat grindnät:

Vi ser också att utgångarna på NOR-grindarna alltid är varandras inverser för dessa fall. Vi benämner därför grindnätets utgångar Q respektive \bar{Q} .

Att vi har både Q och dess negation tillgängliga skall vi strax dra nytta av.



$Q = 0$ för $R = 0$ och $S = 0$
om $R = 1$ innan.



$Q = 1$ för $R = 0$ och $S = 0$
om $S = 1$ innan.

Minnesfunktion

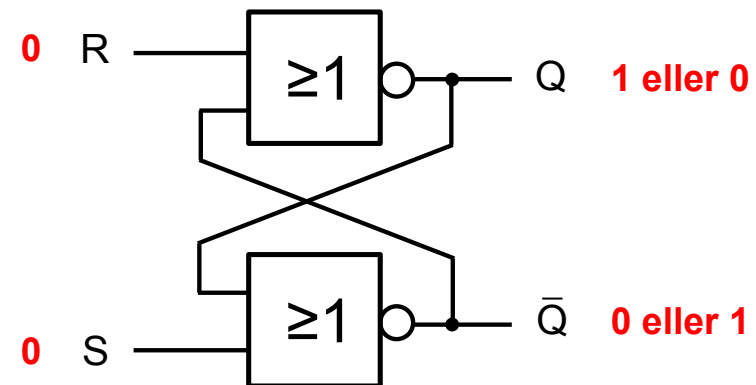
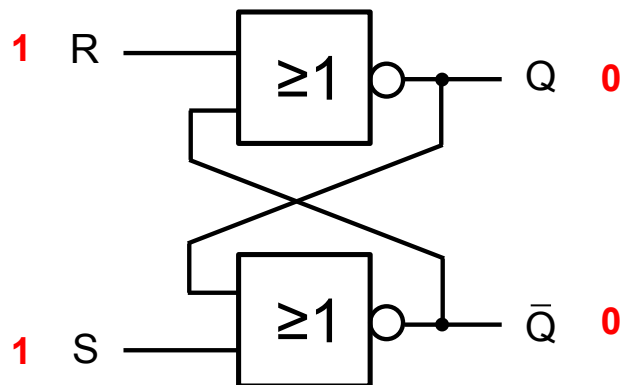
Återkopplat grindnät:

Då $R = 1$ och $S = 1$ får vi ett tillstånd som inte är önskvärt. Dels blir båda utgångarna lika med 0 (d v s inte varandras negation). Dessutom är det oklart vilken av utgångarna som får värdet 1 om signalerna återgår till $R = 0$ och $S = 0$ (ett s k "race condition").

Sätt $R = 1$ och $S = 1$



Sätt $R = 0$ och $S = 0$



Minnesfunktion

Återkopplat grindnät – sammanfattning:

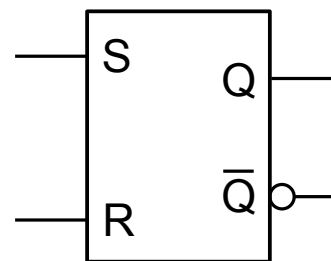
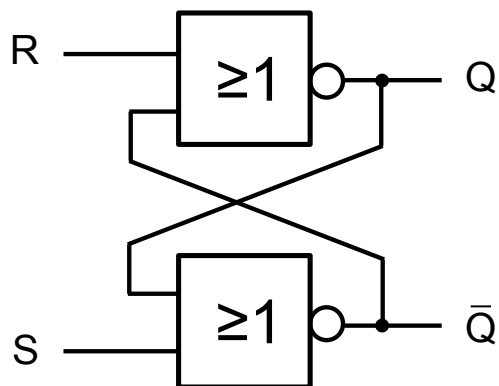
Vi kan '1'-ställa ("Set") utgång Q med $S = 1$ och $R = 0$.

Vi kan '0'-ställa ("Reset") utgång Q med $S = 0$ och $R = 1$.

Minnesfunktionen aktiveras då $R = 0$ och $S = 0$.

Kombinationen $S = 1$ och $R = 1$ skall undvikas.

Denna komponent kallas för en SR-latch.



OBS! Fel i KMP
bild 6.5 och 6.7:
R och S skall
byta plats.

Minnesfunktion

Återkopplat grindnät med NAND-grindar:

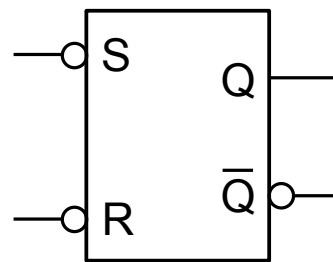
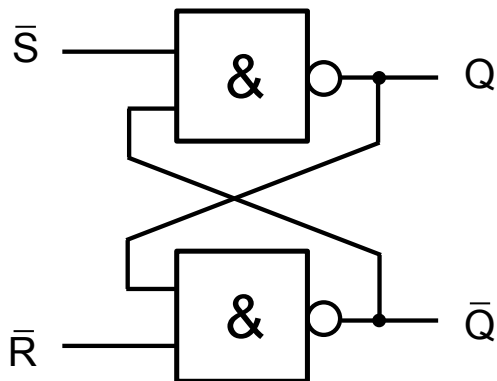
En SR-latch med NAND-grindar kräver negerad logik på S och R.

Man kan '1'-ställa ("Set") utgång Q med $\bar{S} = 0$ och $\bar{R} = 1$.

Man kan '0'-ställa ("Reset") utgång Q med $\bar{S} = 1$ och $\bar{R} = 0$.

Minnesfunktionen aktiveras då $\bar{S} = 1$ och $\bar{R} = 1$.

Kombinationen $\bar{S} = 0$ och $\bar{R} = 0$ skall undvikas.



Klockning

Synkronisering av sekvensnät:

När man konstruerar större sekvensnät, t ex en uppsättning register i en mikroprocessor eller en räknare, måste man säkerställa att alla bitar som hör ihop sparas i minnesfunktionen vid samma tidpunkt. Detta kan ske om man använder en gemensam klockpuls för att styra vid vilken tidpunkt som minnesfunktionens tillstånd uppdateras.

Synkroniseringen kan ske på två sätt:

- Klockning med pulsnivå ("level triggered"): Insignaler kan påverka minnesfunktionens tillstånd enbart då klockpulsens logiska värde är '1'.
- Klockning med pulsflank ("edge triggered"): Insignaler kan påverka minnesfunktionens tillstånd enbart vid klockpulsens framkant eller bakkant.

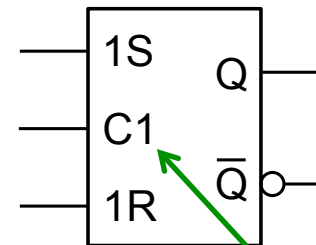
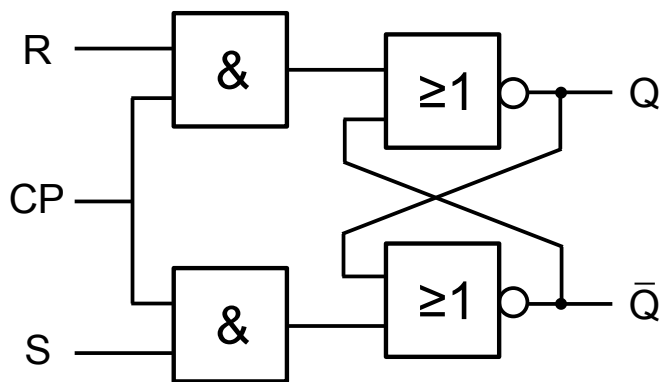
Klockning

Klockning med pulsnivå:

Genom att ansluta ett par AND-grindar till en SR-latch är det möjligt att låta en klockpuls CP styra när minnesfunktionen skall uppdateras.

Detta kallas för en nivåtriggad SR-vippa ("SR flip-flop").

När flera SR-vippor kopplas ihop på detta sätt beror noggrannheten i synkroniseringen på hur lång tid som CP har värdet '1': ju kortare puls desto mer "samtidigt" kommer vippornas tillstånd att uppdateras.



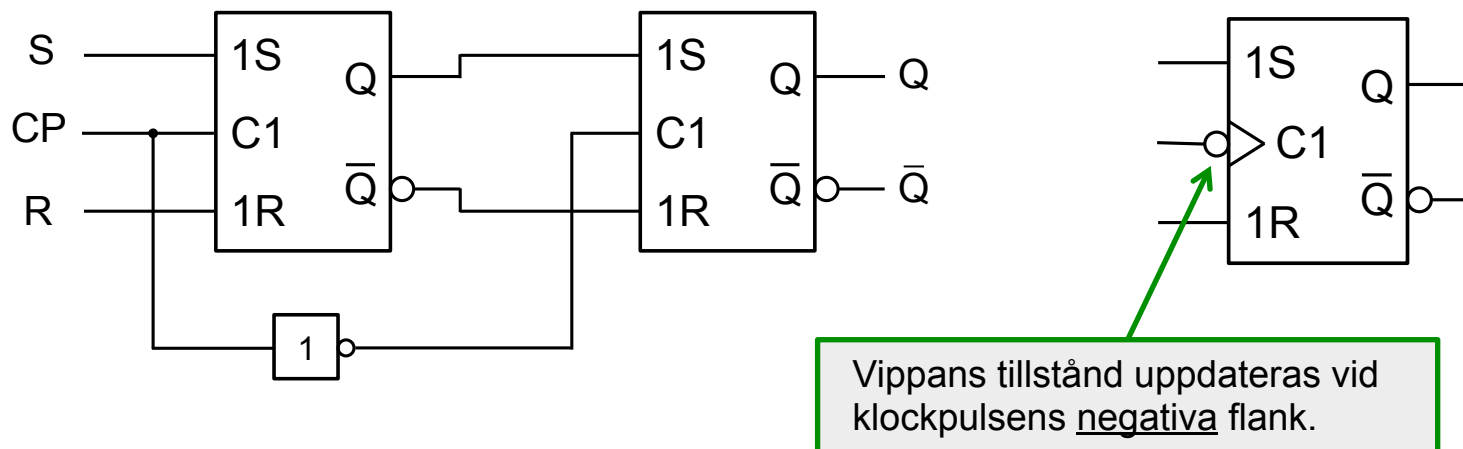
Om siffran efter C också står före S och R betyder det att S och R styrs av C.

Klockning

Klockning med pulsflank:

Genom att använda två SR-vippor i en s k master/slave-koppling är det möjligt att erhålla mycket noggrann synkronisering. Insignalerna avläses till mastervippan medan $CP = 1$, och slavvippans tillstånd uppdateras därefter när CP går från '1' till '0' (negativ flank).

Detta kallas för en negativt flanktriggad SR-vippa.

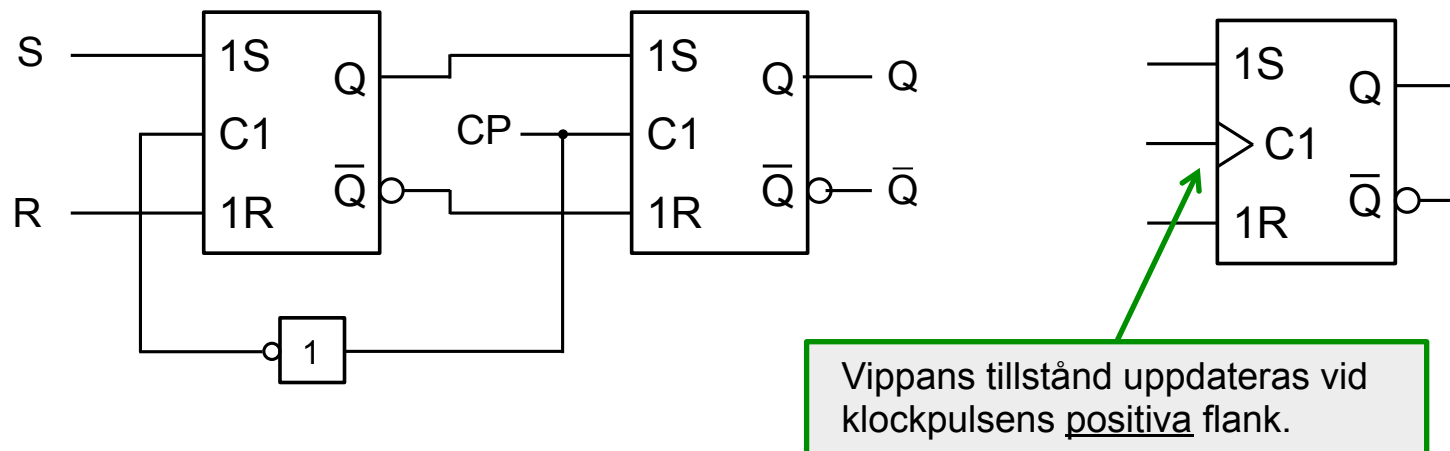


Klockning

Klockning med pulsflank:

Genom att använda två SR-vippor i en s k master/slave-koppling är det möjligt att erhålla mycket noggrann synkronisering. Insignalerna avläses till mastervippan medan $CP = 0$, och slavvippans tillstånd uppdateras därefter när CP går från '0' till '1' (positiv flank).

Detta kallas för en positivt flanktriggad SR-vippa.



Funktionsbeskrivning

Tidsdiagram:

Ett tidsdiagram är lämpligt att använda när man vill illustrera när och hur en vippas tillstånd ändras vid en längre sekvens av olika värden på vippans insignaler. En funktionstabell är oftast bara lämplig för att beskriva tillståndsändring vid en specifik tidpunkt.

Speciellt användbart är tidsdiagrammet när man vill visa på skillnaderna mellan nivåtriggade och flanktriggade vippor.

Gör ett tidsdiagram som visar tillstånden för följande minnesfunktioner:

- a) SR-latch
- b) nivåtriggad SR-vippa, och
- c) positivt flanktriggad SR-vippa.

Funktionsbeskrivning

Funktionstabell och excitationstabell:

Funktionstabellen har vi hittills använt för att beskriva vilken utsignal som genereras för olika kombinationer av insignaler i kombinatoriska nät, och kan naturligtvis även användas för sekvensnät.

När man analyserar och konstruerar sekvensnät kan det i många fall vara intressant att också ta reda på vilka insignalkombinationer som krävs för att åstadkomma en övergång mellan två givna tillstånd i nätet. För detta syfte kan man använda en s k excitationstabell.

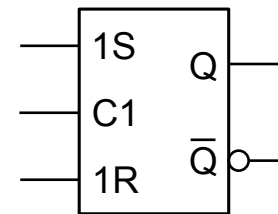
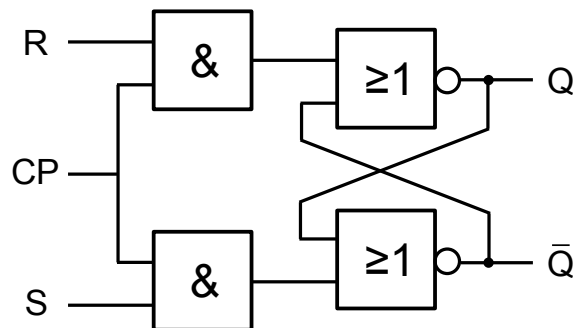
Excitationstabellen innehåller kolumner för både Q (nuvarande tillstånd) och Q^+ (nästa tillstånd), samt kolumner för sekvensnätets insignaler.

Tabellen fyller man i ledsagad av följande fråga:

”Om jag vill en övergång från tillstånd Q till tillstånd Q^+ vilka värden på insignalerna skall jag då välja?”

Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för SR-vippa



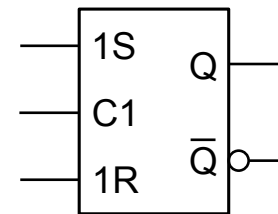
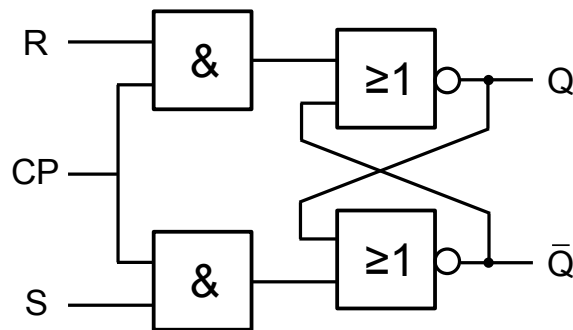
Funktionstabell för SR-vippa		
S	R	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	X

Icke önskvärt tillstånd.

Excitationstabell för SR-vippa			
Q	Q ⁺	S	R
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för SR-vippa



Funktionstabell för SR-vippa		
S	R	Q^+
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	X

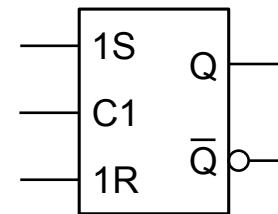
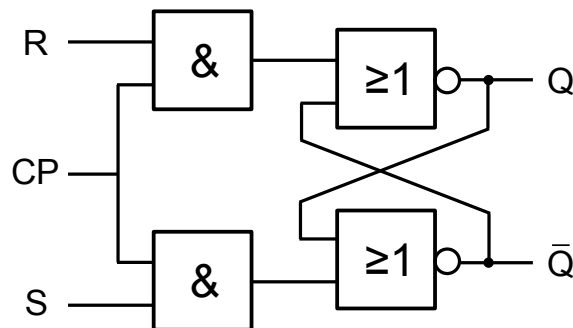
Excitationstabell för SR-vippa			
Q	Q^+	S	R
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	0

Även R = 1 fungerar.

Även S = 1 fungerar.

Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för SR-vippa



Funktionstabell för SR-vippa		
S	R	Q^+
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	X

Excitationstabell för SR-vippa			
Q	Q^+	S	R
0	0	0	-
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	-	0

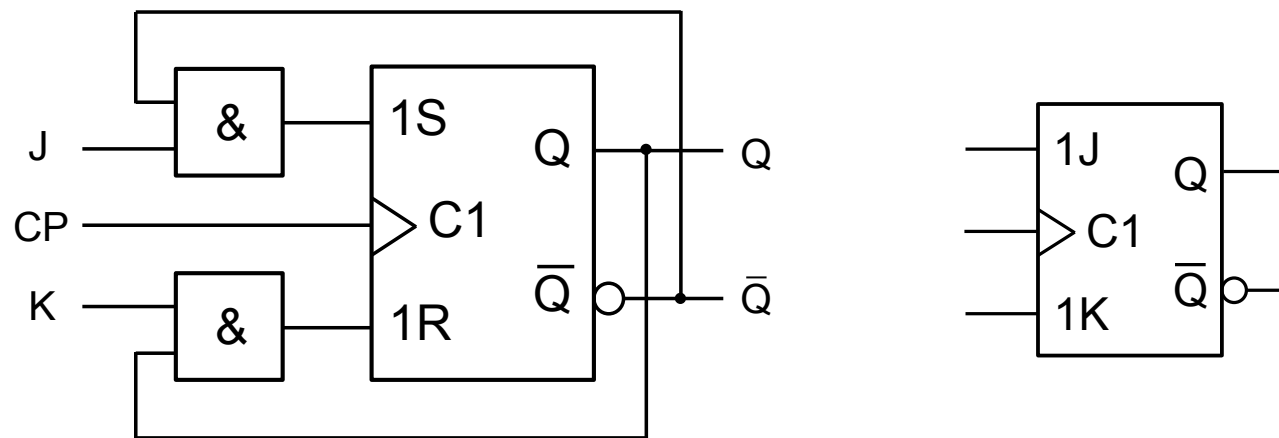
Version med "don't care".

Minnesfunktion

Återkopplat grindnät utan icke-önskvärt tillstånd:

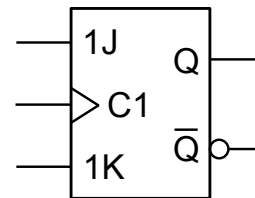
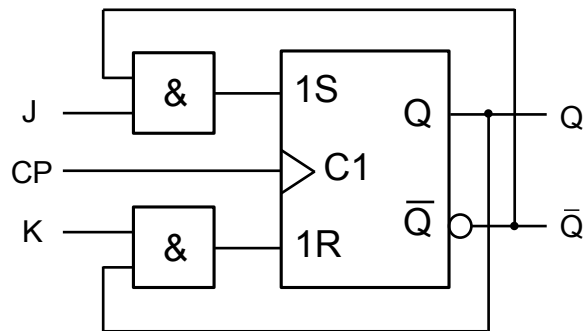
Genom att återkoppla utgångarna på en SR-vippa via ett par AND-grindar är det möjligt att förhindra att det icke-önskvärda tillståndet för $S = 1$ och $R = 1$ uppträder. På köpet får vi en ny funktion, som kan användas för att enkelt växla mellan två logiska tillstånd.

Detta kallas för en JK-vippa.



Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för JK-vippa



Funktionstabell för JK-vippa		
J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

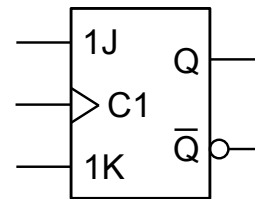
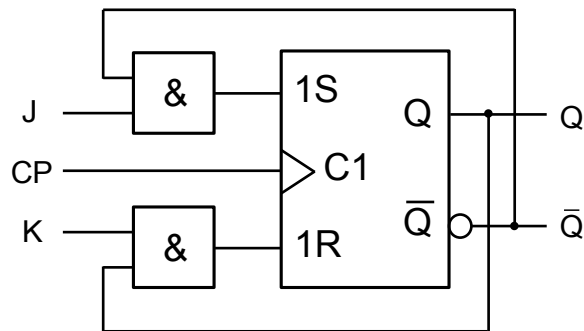
Nytt spännande tillstånd!

Excitationstabell för JK-vippa			
Q	Q ⁺	J	K
0	0	0	-
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	-	0

Utgå från SR-vippan.

Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för JK-vippa



Funktionstabell för JK-vippa		
J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

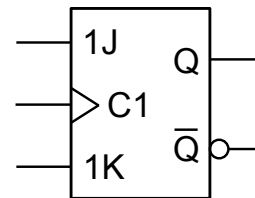
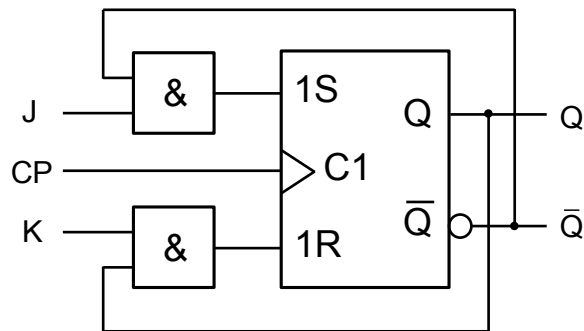
Excitationstabell för JK-vippa			
Q	Q ⁺	J	K
0	0	0	-
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	-	0

Även K = 1 fungerar.

Även J = 1 fungerar.

Funktionsbeskrivning

Funktions- och excitationstabell för JK-vippa



Funktionstabell för JK-vippa		
J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}

Excitationstabell för JK-vippa			
Q	Q ⁺	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0