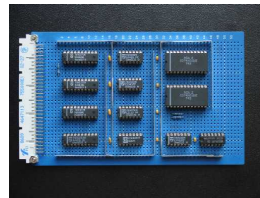


# Digital- och datorteknik



## Föreläsning #12

Biträdande professor Jan Jonsson

Institutionen för data- och informationsteknik  
Chalmers tekniska högskola

# Tillståndsmaskiner

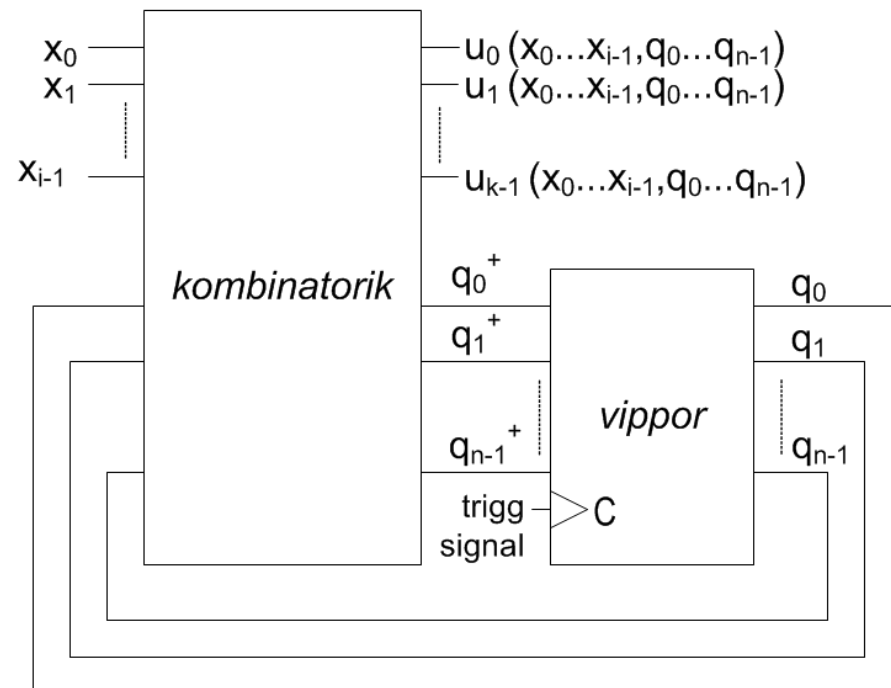
## Vad kännetecknar en tillståndsmaskin?

En synkron tillståndsmaskin är ett sekvensnät som, vid varje ny triggssignal, övergår till ett nytt tillstånd, bestämt av såväl det aktuella tillståndet som inverkan av ytterligare insignaler.

Tillståndsmaskiner som saknar insignaler kallas för autonoma.

Tillståndsmaskiner kan byggas med vippor och kombinatorik.

Den variant av tillståndsmaskiner vi fokuserar på kallas räknare.



# Tillståndsmaskiner

## Räknare:

En räknare är ett antal sammankopplade vippor som registrerar antalet inkommande klockpulser. Med  $n$  vippor kan maximalt  $2^n$  klockpulser registreras (i form av  $n$ -bitars kodord.) En räknare som registrerar klockpulser från 0 till  $m-1$  ( $m < 2^n$ ) kallas för en modulo- $m$  räknare.

## Exempel:

En 2-bitars (upp)räknare som använder Gray-kod har sekvensen

$q_1q_0$ : 00, 01, 11, 10, 00, ...

En 3-bitars (ned)räknare som använder naturlig binärkod har sekvensen

$q_2q_1q_0$ : 000, 111, 110, 101, 100, 011, 010, 001, 000, ...

En 4-bitars (upp)räknare som använder NBCD-kod (modulo-10) har sekvensen

$q_3q_2q_1q_0$ : 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 0000, ...

# Tillståndsmaskiner

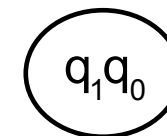
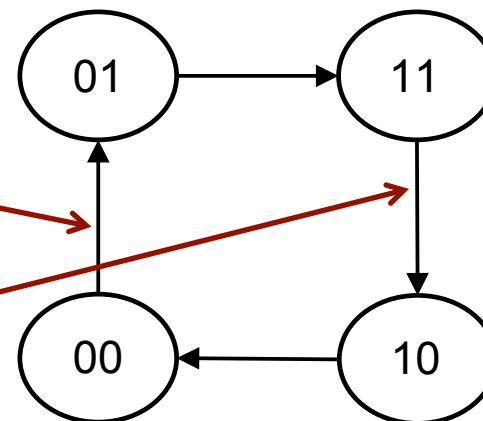
## Tillståndstabell och tillståndsgraf:

En tillståndsmaskins funktion kan beskrivas på två sätt: med en tillståndstabell och/eller med en tillståndsgraf.

Tabellen/grafen visar hur "nästa tillstånd"  $Q^+$  bestäms av "nuvarande tillstånd"  $Q$  och eventuella räknevillkor (oberoende insignaler.)

Exempel: autonom tillståndsmaskin med fyra tillstånd.

$q_1$	$q_0$	$q_1^+$	$q_0^+$
0	0	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	1	1	0



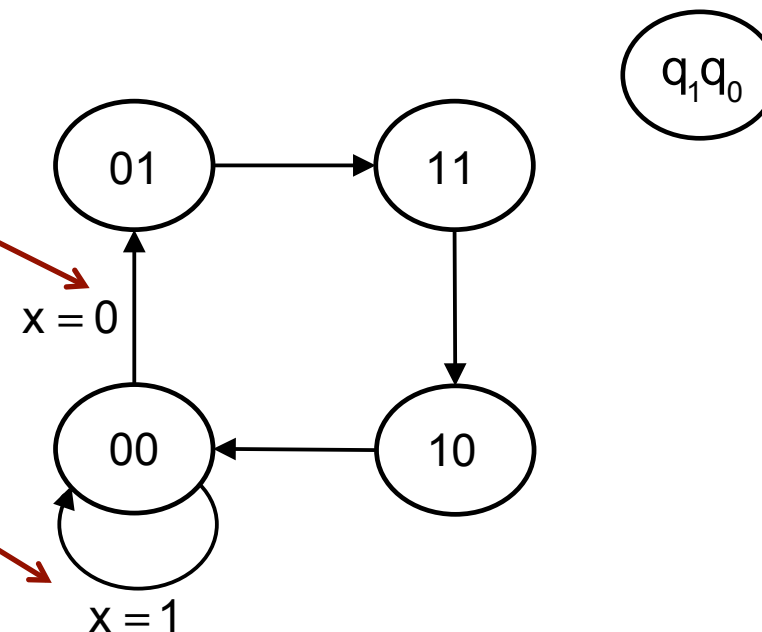
# Tillståndsmaskiner

## Tillståndstabell och tillståndsgraf:

En tillståndsmaskins funktion kan beskrivas på två sätt: med en tillståndstabell och/eller med en tillståndsgraf.

Exempel: tillståndsmaskin med fyra tillstånd och ett räknevillkor  $x$ .

$x$	$q_1$	$q_0$	$q_1^+$	$q_0^+$
0	0	0	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	0
1	1	1	1	0



# Tillståndsmaskiner

## Analys och syntes:

Vid analys av sekvensnät använder man en metod för att ta reda på hur ett givet nät fungerar, d v s vilken sekvens av tillstånd nätet genomlöper som funktion av inkommande klockpulser.

Ett viktigt verktyg vid analys är **funktions Tabellen** för den typ av vippa som används i lösningen.

Vid syntes av sekvensnät använder man en metod för att konstruera ett nät givet den sekvens av tillstånd nätet skall genomlöpa som funktion av inkommande klockpulser.

Ett viktigt verktyg vid syntes är **excitationstabellen** för den typ av vippa som skall användas i lösningen.

# Tillståndsmaskiner

## Metod för analys av sekvensnät:

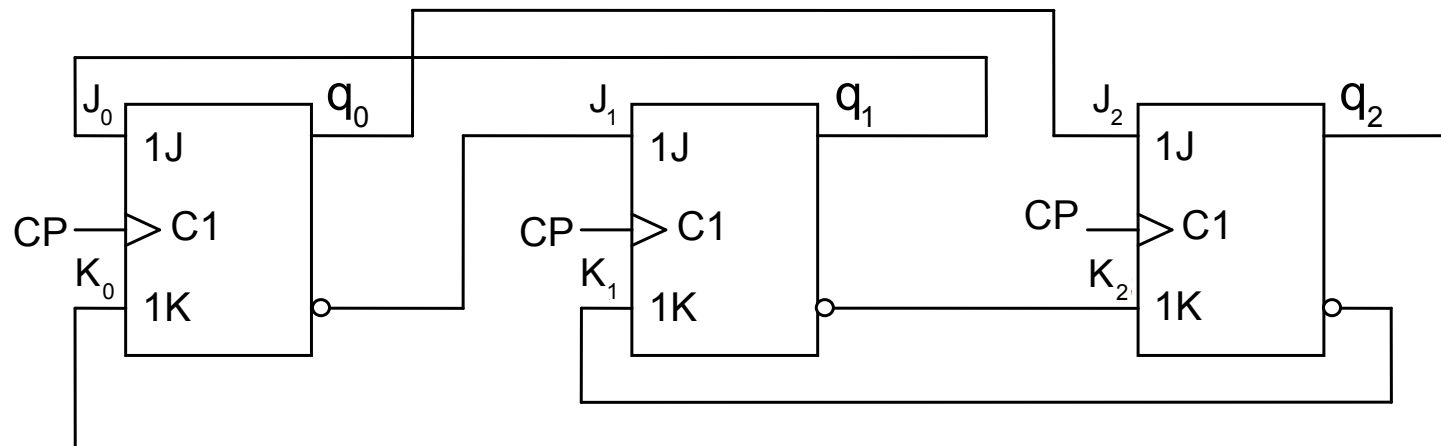
Vi kan, utgående från kretsschemat för ett sekvensnät, bestämma nätets sekvens av tillståndsovergångar genom att analysera kopplingen med följande metod.

1. Bestäm Booleska uttryck för vippornas insignaler.
2. Skapa en tillståndstabell med en rad för vart och ett av nätets möjliga tillstånd, och fyll i värden för "nuvarande tillstånd"  $Q$ .
3. För varje tabellrad beräkna insignalvärden för vippornas ingångar.
4. Beräkna "nästa tillstånd"  $Q^+$  från vippornas **funktionstabell**.
5. Ta fram tillståndsgraf och räknesekvens genom att följa nätets tillståndsovergångar  $Q \rightarrow Q^+$  i tabellens rader.

# Tillståndsmaskiner

## Demonstrationsexempel 1 – analys av sekvensnät

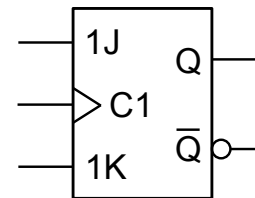
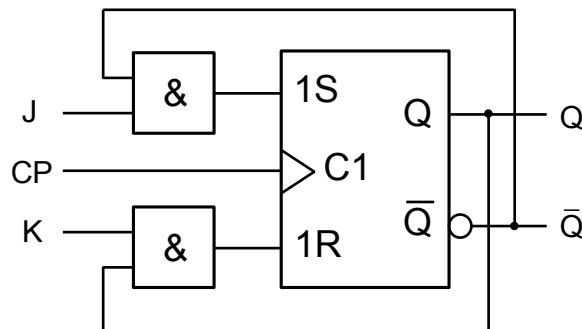
I figuren visas kopplingen för en räknare. Rita en tillståndstabell och en tillståndsgraf med tillstånden numrerade ( $q_2q_1q_0$ ). Rita också tidsdiagram för  $q_2q_1q_0$  om alla vipporna har tillståndet 0 från början.





# Vippor

Funktions- och excitationstabell för JK-vippa:



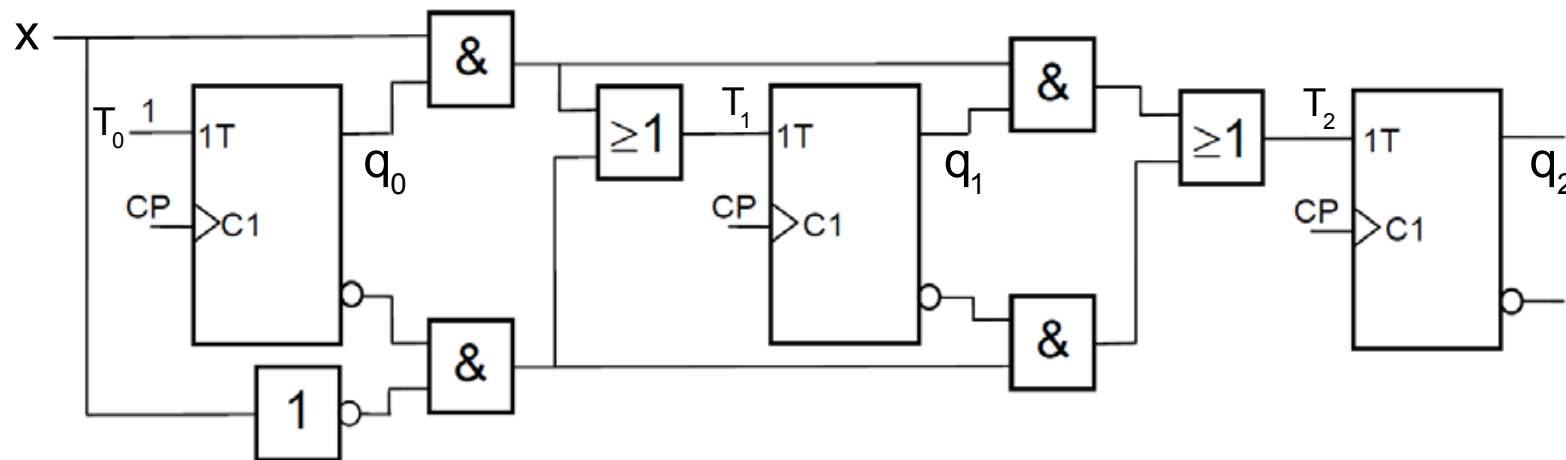
Funktionstabell för JK-vippa		
J	K	Q <sup>+</sup>
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}$

Excitationstabell för JK-vippa			
Q	Q <sup>+</sup>	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

# Tillståndsmaskiner

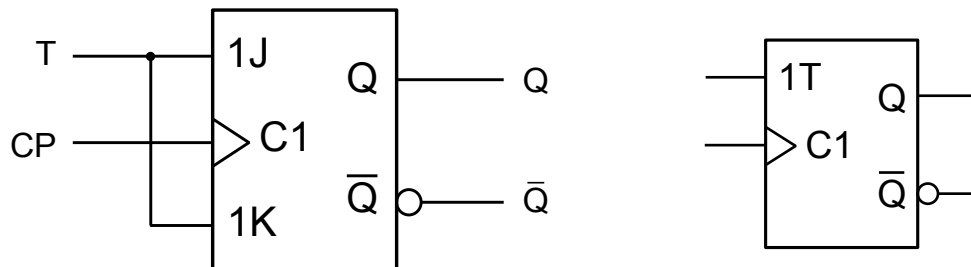
## Demonstrationsexempel 2 – analys av sekvensnät

En räknare med räknevillkoret  $x$  visas nedan. Rita en tillståndstabell och en tillståndsgraf med tillstånden numrerade ( $q_2q_1q_0$ ).



# Vippor

Funktions- och excitationstabell för T-vippa:



Funktionstabell för T-vippa	
T	$Q^+$
0	Q
1	$\bar{Q}$

Excitationstabell för T-vippa		
Q	$Q^+$	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0