


CHALMERS  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Digital- och datorteknik



Föreläsning #13

Biträdande professor Jan Jonsson

Institutionen för data- och informationsteknik  
Chalmers tekniska högskola

CHALMERS  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Tillståndsmaskiner

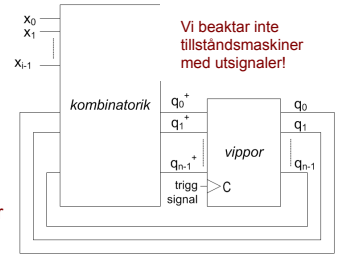
Vad kännetecknar en tillståndsmaskin?

En synkron tillståndsmaskin är ett sekvensnät som, vid varje ny triggingsignal, 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.



Vi beaktar inte tillståndsmaskiner med utsignaler!

CHALMERS  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

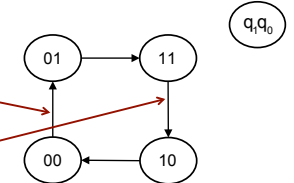
## Tillståndsmaskiner

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



$q_1, q_0$

CHALMERS  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## 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 funktionstabellen 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.

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## 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<sup>+</sup> (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<sup>+</sup> vilka värden på insignalerna skall jag då välja?"**

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Tillståndsmaskiner

**Metod för syntes av sekvensnät:**

Vi kan, utgående från given sekvens av tillståndsövergångar, härleda kretslösningen för ett sekvensnät med följande metod.

1. Bestäm nödvändigt antal vippor i sekvensnätet.
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 fyll i värden för "nästa tillstånd" Q<sup>+</sup> utgående från tillståndsgraf och/eller räknesekvens.
4. För varje önskad tillståndsövergång Q → Q<sup>+</sup> hitta lämpliga insignaler till varje vippa utgående från dess **excitationstabell**.
5. Bestäm minimala Booleska uttryck för vippornas insignaler.
6. Konstruera grindnät för vippornas insignaler.

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Tillståndsmaskiner

**Demonstrationsexempel 1 – syntes av sekvensnät**

En autonom synkron räknare med räknesekvens enligt figuren nedan skall konstrueras. JK-vippor med positiv flanktrigging, NAND-grindar med valfritt antal ingångar samt INVERTERARE får användas. q<sub>2</sub>, q<sub>1</sub> och q<sub>0</sub> i tidsdiagrammet nedan är utsignaler från var sin vippa.

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Vippor

**Funktions- och excitationstabell för JK-vippa:**

J	K	Q <sup>+</sup>
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}$

Q	Q <sup>+</sup>	J	K
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Tillståndsmaskiner

Demonstrationsexempel 2 – syntes av sekvensnät

Konstruera en räknare med styrsignal  $x$ , som realiserar följande tillståndsgraf. Använd D-vippor, och grindarna AND, OR och INVERTERARE. Förutsätt att räknaren alltid startar i tillstånd 001.

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Vippor

Funktions- och excitationstabell för D-vippa:

D	Q <sup>+</sup>
0	0
1	1

Q	Q <sup>+</sup>	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Tillståndsmaskiner

Demonstrationsexempel 3 – syntes av sekvensnät

Realisera en räknare med räknevillkoret  $x$  och räknesekvensen  $q_1q_0$ :

$x = 0$ : 00, 10, 01, 11, 00, ...

$x = 1$ : 00, 11, 01, 10, 00, ...

T-vippor, NAND-grindar med valfritt antal ingångar, XOR-grindar och INVERTERARE får användas.

**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## Vippor

Funktions- och excitationstabell för T-vippa:

T	Q <sup>+</sup>
0	Q
1	$\bar{Q}$

Q	Q <sup>+</sup>	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0