

# Iterativa kombinatoriska nät

Föreläsning 11

Digitalteknik, TSEA22

Mattias Krysander

Institutionen för systemteknik

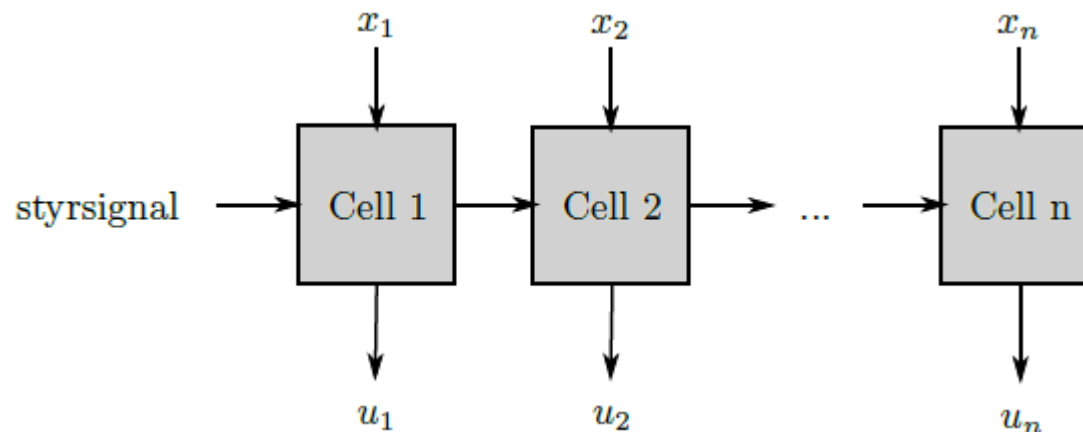
# Dagens föreläsning

Dagens föreläsning handlar om iterativa kombinatoriska nät (IKN).

- Vad är ett iterativt kombinatoriskt nät?
- Samband mellan iterativa kombinatoriska nät och sekvenskretsar.
- Syntes av iterativa kombinatoriska nät.

# Iterativt kombinatoriskt nät

- Cellerna är identiska och innehåller kombinationskretsar.
- Ibland har endast den sista cellen en utsignal.
- Hanterar många insignaler till rimlig kostnad.

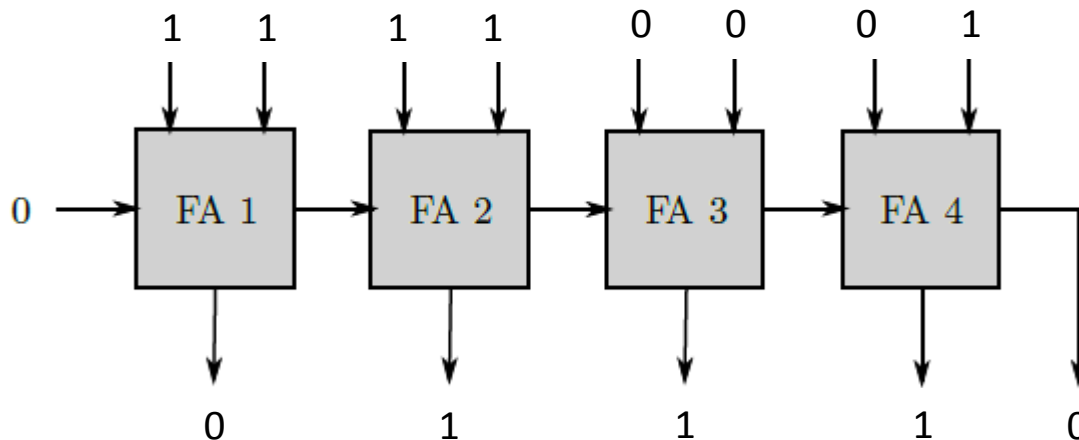


# Parallell 4-bitsadderare

Ett exempel på ett iterativt kombinatoriskt nät är en adderare för två 4-bitarstal  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  med summa

$$S = (s_5, s_4, s_3, s_2, s_1).$$

Som ett exempel kan vi addera talen 3 och 11.

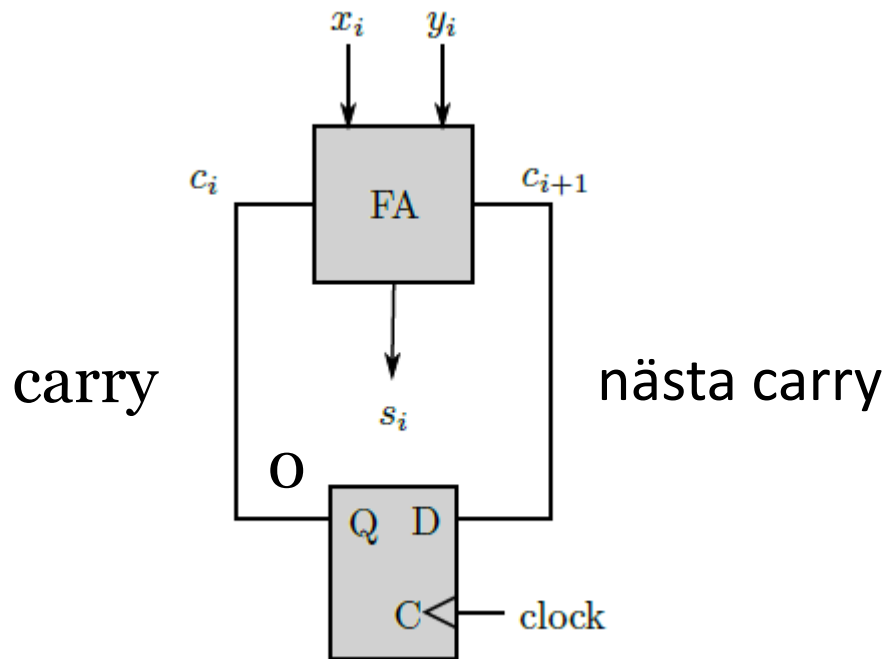


Talen  $X$  och  $Y$  kommer in **parallellt** på ingångarna.

# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets.

Antag att  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  kommer in seriellt med minst signifikant bit först.

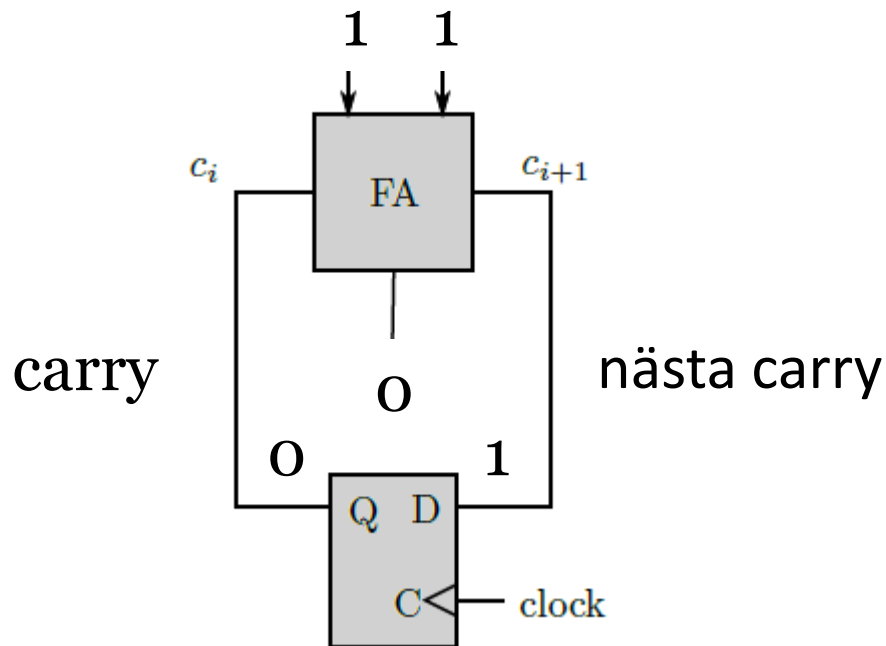


Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	
$y_i$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	
$s_i$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$

# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets.

Antag att  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  kommer in seriellt med minst signifikant bit först.

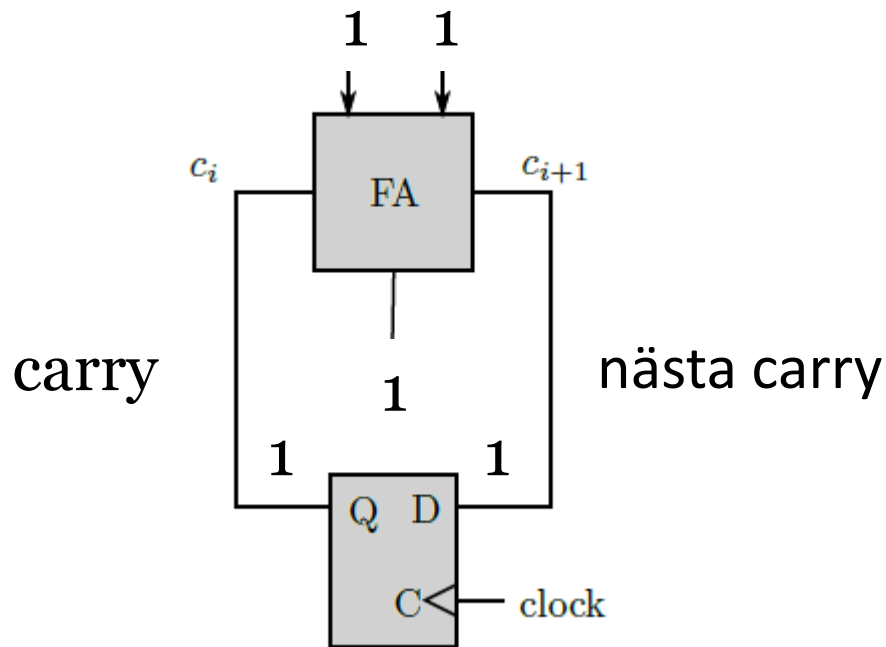


Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	1	$x_2$	$x_3$	$x_4$	
$y_i$	1	$y_2$	$y_3$	$y_4$	
$s_i$	0	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$

# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets.

Antag att  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  kommer in seriellt med minst signifikant bit först.

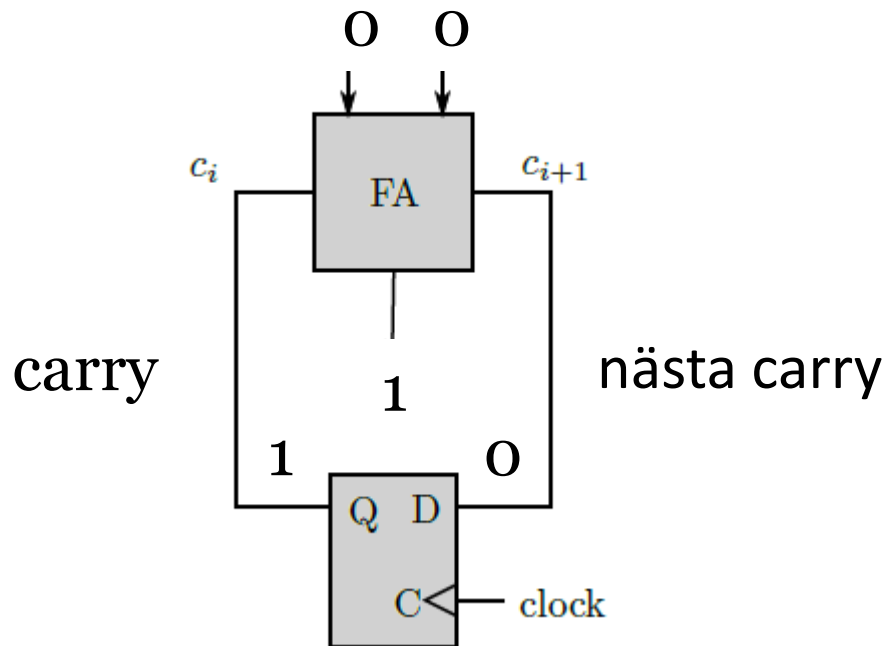


Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	1	1	$x_3$	$x_4$	
$y_i$	1	1	$y_3$	$y_4$	
$s_i$	0	1	$s_3$	$s_4$	$s_5$

# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets.

Antag att  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  kommer in seriellt med minst signifikant bit först.



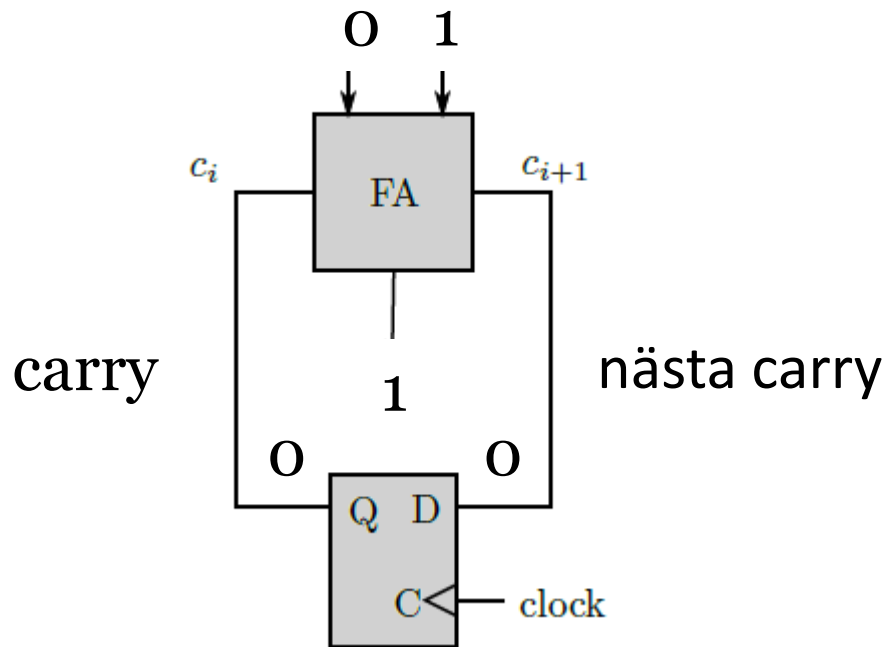
Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	1	1	0	$x_4$	
$y_i$	1	1	0	$y_4$	
$s_i$	0	1	1	$s_4$	$s_5$



# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets.

Antag att  $X = (x_4, x_3, x_2, x_1)$  och  $Y = (y_4, y_3, y_2, y_1)$  kommer in seriellt med minst signifikant bit först.

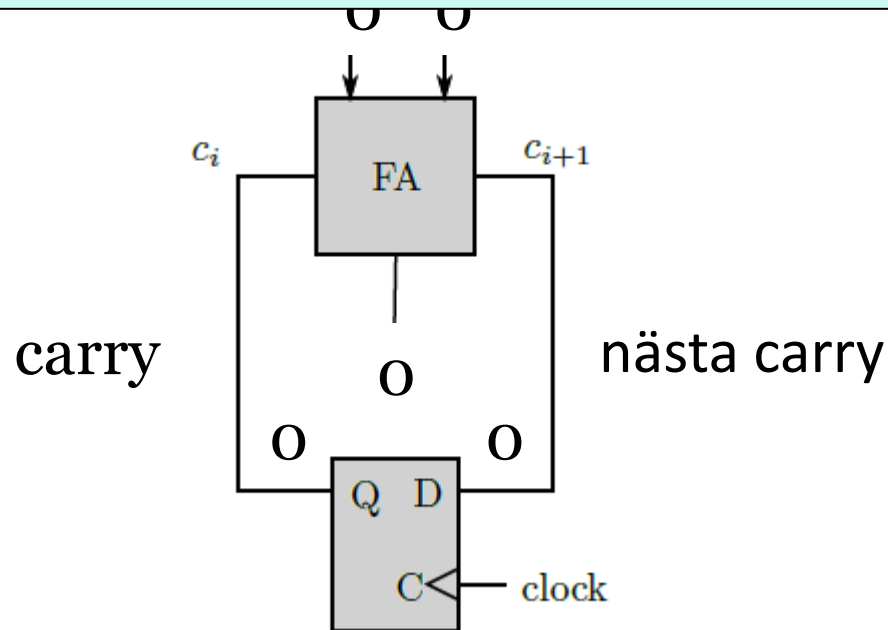


Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	1	1	0	0	
$y_i$	1	1	0	1	
$s_i$	0	1	1	1	$s_5$

# Seriell addition

Additionen kan även beräknas seriellt med en sekvenskrets

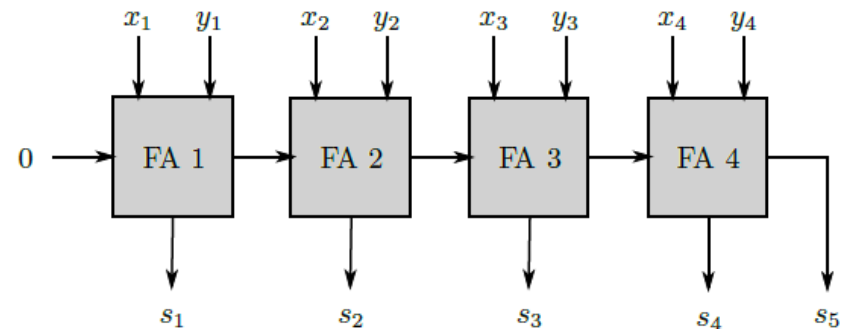
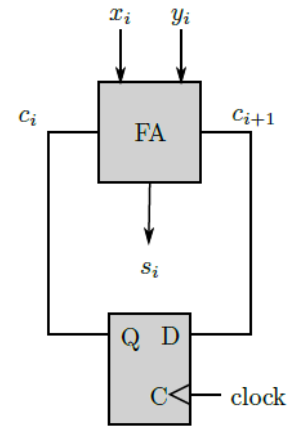
Notera att kombinatoriken är identisk i sekvenskretsen och i det iterativa kombinatoriska nätet. Detta gäller även generellt!



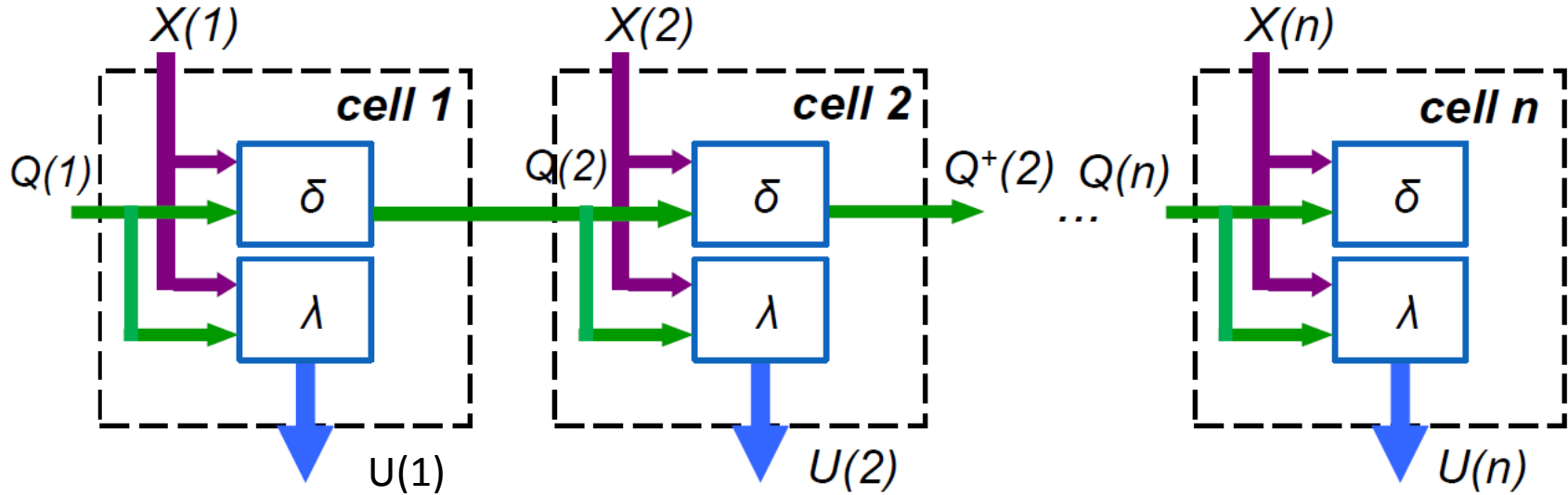
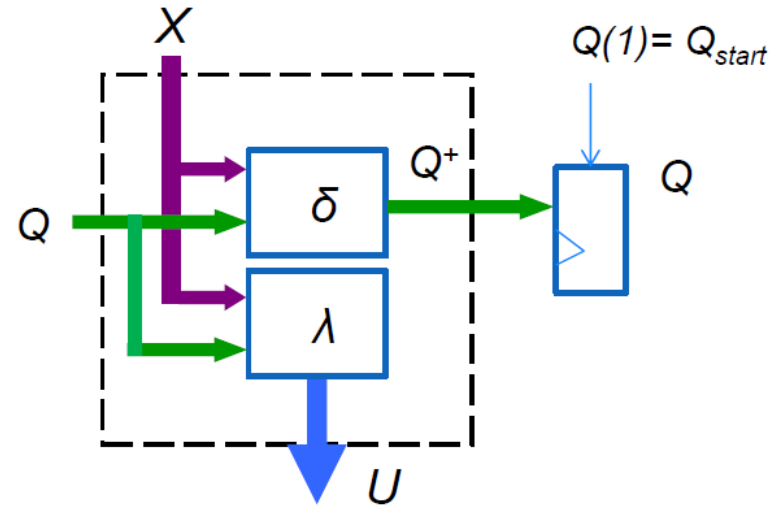
Tid, $i$	1	2	3	4	5
$x_i$	1	1	0	0	0
$y_i$	1	1	0	1	0
$s_i$	0	1	1	1	0

# Syntes av iterativa kombinatoriska nät

1. Specifikation: en verbal beskrivning av önskad funktionalitet (givet i uppgifter).
2. Ställ upp tillståndsdigram (enligt Mealy) som om du skulle konstruera ett vanligt sekvensnät.
3. Tillståndskodning.
4. Tillståndstabell.
5. Ta fram minimala uttryck för tillståndsvariabler och utsignalen/utsignalerna.
6. **Minimera randcellerna.**
7. Realisera kretsen.



# Sekvenskretsar vs IKN



# Jämförelse mellan sekvenskretsar, IKN och kombinationskretsar

- $n$  = antal insignaler,
- $t_d$  = grindfördröjning (2 grindar + inverterare),
- $T$  = klockperiod (obs:  $t_d < T$ )

Typ	Kombinationskrets	IKN	Sekvenskrets
Indata	Parallellt	Parallellt	Seriellt
Snabbhet	$t_d$	$n \cdot t_d$	$n \cdot T$
Komponentantal (Kostnad)	$2^n$ = antal positioner i minne med $n$ adressbitar och ordlängd 1	$n$ – linjär tillväxt	Oberoende av $n$

# Sammanfattning

- För varje sekvenskrets som producerar en utsignalsekvens av fix längd finns ett IKN som producerar utsignalsekvensen i parallell form.
- Cellerna som bygger upp det IKN:et är identiska med den kombinatoriska delen hos motsvarande sekvenskrets.
- Samma syntesmetod som för sekvenskretsar används.
- Mealy används vid konstruktion av IKN.
- Ibland överväger fördelen med att använda identiska celler och då utgår minimering av randceller.
- IKN är långsammare än motsvarande kombinationskrets men snabbare än motsvarande sekvenskrets. Avvägning mellan hastighet och komponentantal (kostnad).

# Digitalteknik

## Mattias Krylander

[www.liu.se](http://www.liu.se)