

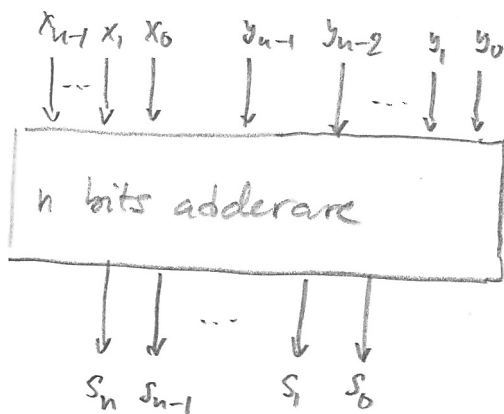
Adderare

Funktion: $S = X + Y$ där

$$X = (x_{n-1}, x_{n-2}, \dots, x_1, x_0) \quad n \text{ bitar}$$

$$Y = (y_{n-1}, y_{n-2}, \dots, y_1, y_0) \quad n \text{ bitar}$$

$$S = (s_n, s_{n-1}, \dots, s_1, s_0) \quad n+1 \text{ bitar}$$



• $2n$ ingångar

• $n+1$ utgångar

AND-OR, NAND-NAND-realisering komplex redan för små n .

Addition har iterativ struktur

$$\begin{array}{r} \text{Ex} \\ \hline 1 \\ 15 \\ + 6 \\ \hline 21 \end{array}$$

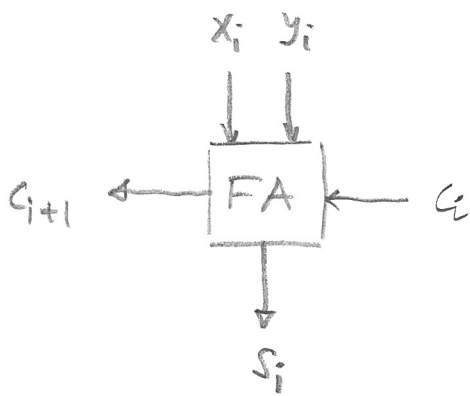
$$\begin{array}{r} c_i: \\ x_i: \\ y_i: \\ \hline s_i: \end{array} \begin{array}{r} \boxed{1} \\ | | | | \\ + 0 | | | 0 \\ \hline 1 0 | | 0 1 \end{array}$$

minnessiffror =
ingående carry
resp. utgående carry

utförs i en K-krets som kallas
heladderare (Full Adder, FA)

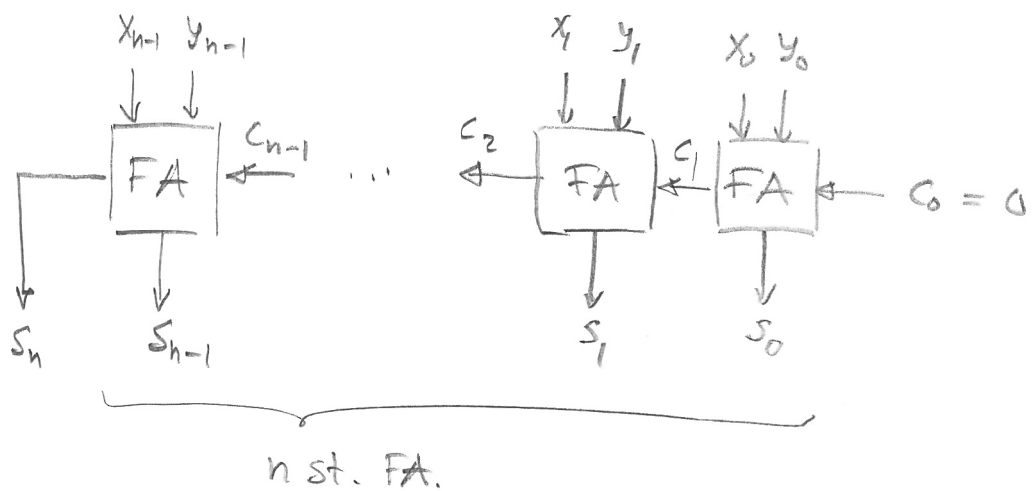
- Varje position behandlas separat och identiskt
⇒ Varje position beräknas med en K-krets
med 3 insignaler (c_i, x_i, y_i) och 2 utsignaler
(c_{i+1}, s_i)

Halvadderare (FA)



• En FA utan c_i -ingång kallas för halvadderare (HA).

För n -bitars addition kaskadleoppla n st FA:



Funktion

$$c_i + x_i + y_i = (c_{i+1}, s_i)$$

vanlig addition (ej ELLER)

x_i	y_i	c_i	c_{i+1}	s_i
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

	$y_i c_i$			
c_{i+1}	00	01	11	10
x_i 0	0	0	1	0
x_i 1	0	1	1	1

$$c_{i+1} = x_i y_i + x_i c_i + y_i c_i$$

	$y_i c_i$			
s_i	00	01	11	10
x_i 0	0	1	0	1
x_i 1	1	0	1	0

← XOR lämpligt!

$$s_i = x_i y_i c_i' + x_i' y_i' c_i + x_i y_i c_i + x_i' y_i c_i'$$

Visa OH

Tidsfördröjning

Ex: Antag en tidsfördröjning på 2ns/grind.
Hur stor blir tidsfördröjningen för en
n-bitars adderare?

Lösning: Längsta signalväg ger additionens
tidsfördröjning.

$$(x_0, y_0) \xrightarrow{2} c_1 \xrightarrow{2} c_2 \xrightarrow{2} \dots \xrightarrow{2} c_{n-1} \xrightarrow{3} s_{n-1}$$

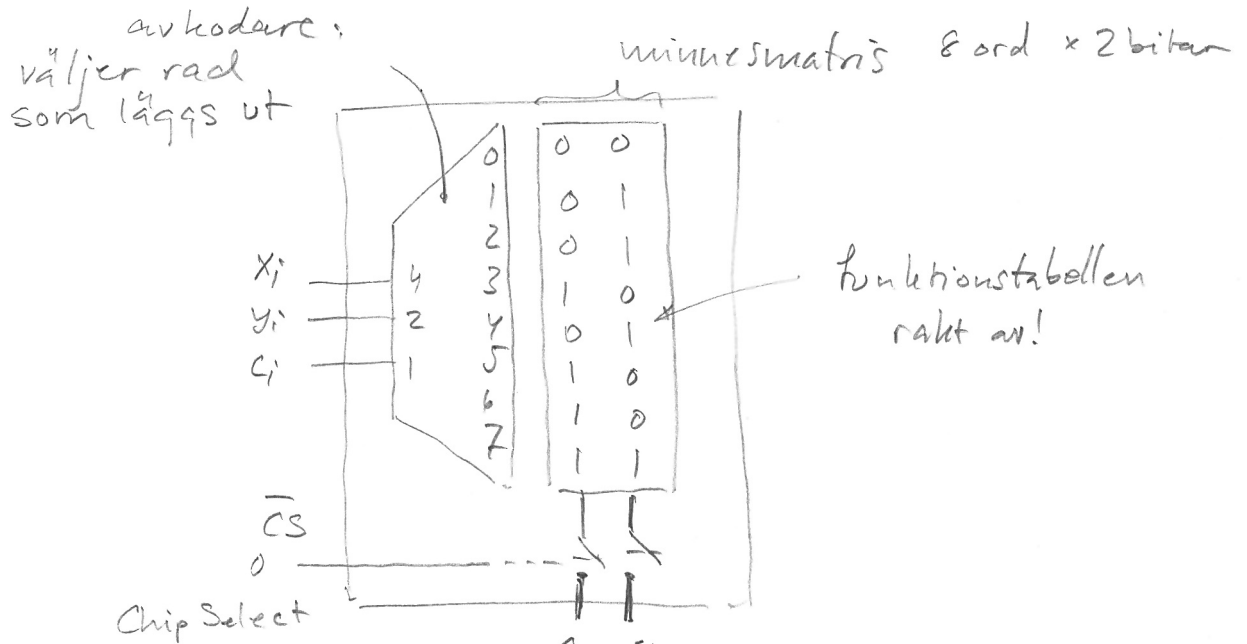
$$\text{Grinddjup} = 2 \cdot (n-1) + 3 = 2n + 1$$

- Addition med 64 bitarstal tar 258ns
- Minnessiffran tar tid att propagera genom alla FA!

Carry accelerator OH

Minne

Ex: Realisera FA med ett programmerbart endast läsbart minne (Programmable Read-Only-Memory, PROM) med 8 ord på vardera 2 bitar



funktion aktiverad för låg spänning
 $\overline{CS} = \begin{cases} 0 & \text{utgångar avslutna} \\ 1 & \text{utgångar högohmska} = \text{avbrott} \end{cases}$

+ Realisering ges direkt av funktionstabell!

+ inga K-diagram

+ ingen minimering

+ inga Booleska uttryck

+ inga grindnät

∴ Det övervägas vid valfri kombinatorik.