

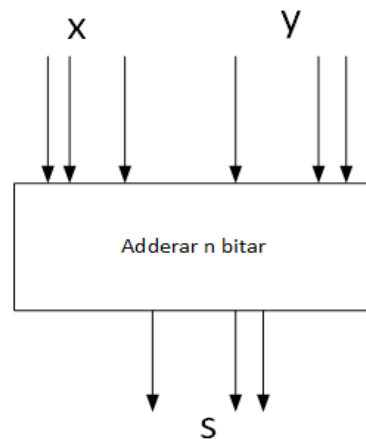


# Digitala system EDI610

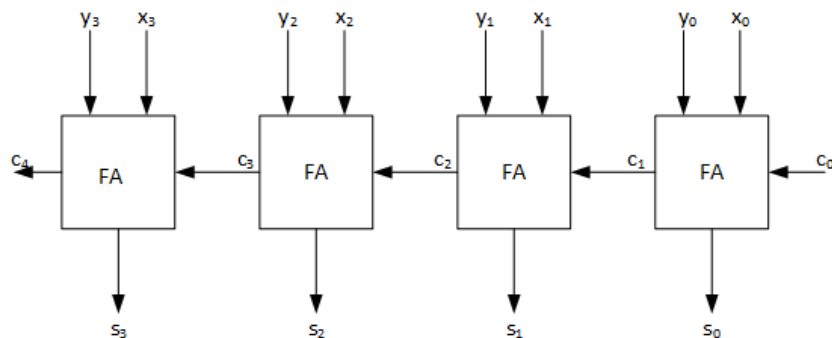
Elektro- och informationsteknik

# Aritmetik

- Realisering av aritmetiska operationer i ett digitalt nät krävs att ett talområde fixeras. (exempelvis 4 bitar)
- Fulladderaren (FA) en viktig komponent
- summerar två binära tal  $x$  och  $y$  enligt  $s=x+y$ .



# 4 bitars adderare



c = carry = minnesbit

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

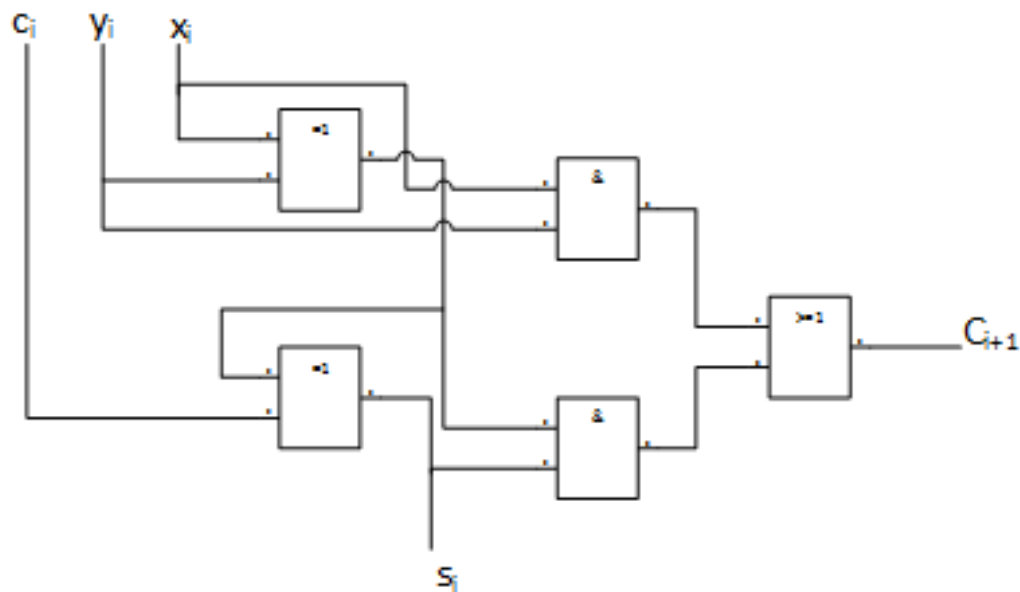
$$s_i = x'y'c + x'yc' + xy'c' + xyc \quad \text{föreklat} \quad s = x \oplus y \oplus c$$

$$c_{i+1} = x'y'c + xy'c + xyc' + xyc \quad c_{i+1} = xy + c(x \oplus y)$$

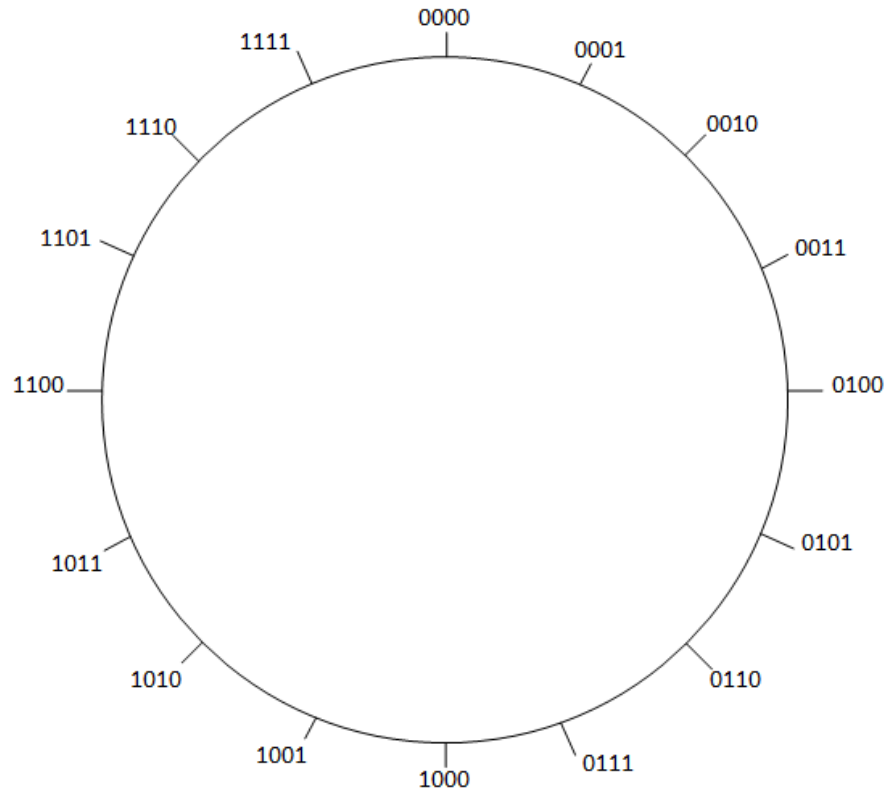
# Grindnät FA

- NAND-NAND via sanningstabell och Karnaughdiagram ger fig 4,46 sidan 173 i boken Digitala kretsar. (ingenjörsmässigt)

Grindnät förenklat (ingenjörskonst)



# talområde



Talcirkel 4 bitar, område 0 -- 15

# Addition av negativa tal, dvs subtraktion

- Mest signifikanta biten blir teckenbit
- MSB = 0 betyder positivt tal,
- MSB = 1 betyder negativt tal
- Teckenbelopp +/-0

	positiva	Tecken- belopp	Två- komplement
0000	0	0	0
0001	1	1	1
0010	2	2	2
0011	3	3	3
0100	4	4	4
0101	5	5	5
0110	6	6	6
0111	7	7	7
1000	8	-0	-8
1001	9	-1	-7
1010	10	-2	-6
1011	11	-3	-5
1100	12	-4	-4
1101	13	-5	-3
1110	14	-6	-2
1111	15	-7	-1

# Tvåkomplement

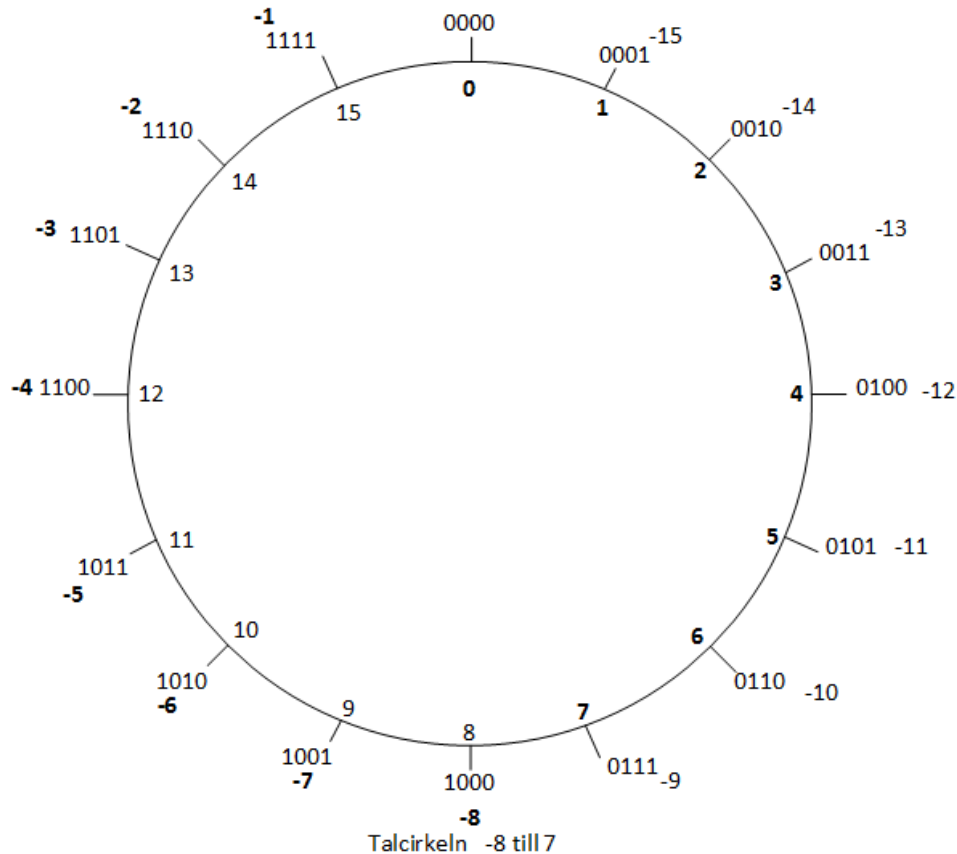
- 2-komplement bildas enligt

1 Invertera samtliga bitar i talet

2 Addera ett till talet

Ex. Bilda 2-komplementet till 0101 (5)

$$\begin{array}{r} 1010 \\ + \quad 1 \\ \hline 1011 \quad (-5) \end{array}$$



**Noll - talet ger det negativa ex.  $0-4 = -4$**

**Detta gäller även binärt  $0-0100$  fast vi skriver om 0 till**

**$1111+1 \pmod{16} \Rightarrow (1111+1) - 4 =$**

$$\begin{array}{r}
 1111 \\
 0100 \\
 \hline
 1011 + 1 = 1100
 \end{array}$$



# exempel

Beräkna 4-3

$$4 = 0100$$

$$3 = 0011$$

$$-3 = 1100 + 1 = 1101$$

$$\begin{array}{r} 4 + (-3) = \quad 0100 \\ \quad \quad \quad 1101 \\ \hline \quad \quad 10001 = 1 \end{array}$$

3-5

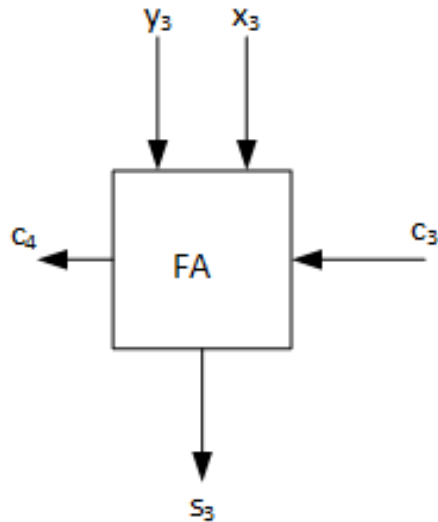
$$3 = 0011$$

$$5 = 0101$$

$$-5 = 1010 + 1 = 1011$$

$$\begin{array}{r} 3 + (-5) = \quad 0011 \\ \quad \quad \quad 1011 \\ \hline \quad \quad 1110 = -2 \end{array}$$

- Villkor för overflow OF:
- När addition av två positiva tal har negativt tecken
- När addition av två negativa tal har positivt tecken
- Addition av tal med olika tecken kan aldrig ge OF



x3	y3	c3	c4	s3	OF
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	0

$$OF = sx'y' + s'xy = c_4 \oplus c_3$$