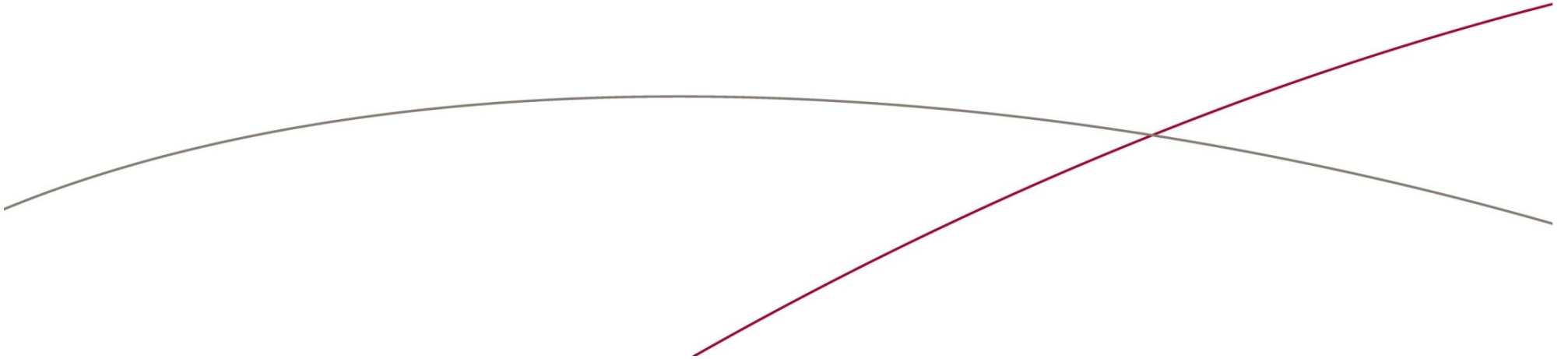




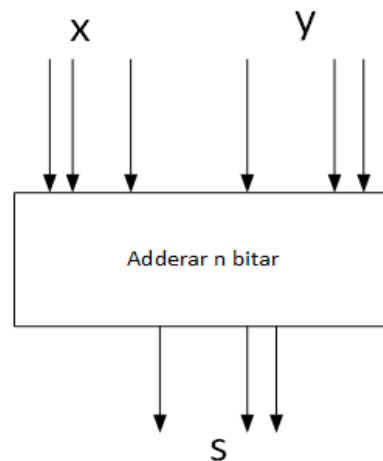
Digitala system EITA15

Elektro- och informationsteknik
2-komplement , heladderare

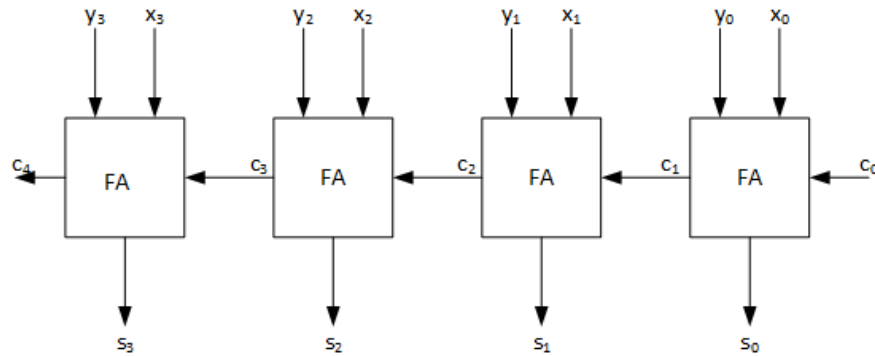


Aritmetik

- Realisering av aritmetiska operationer i ett digitalt nät krävs att ett talområde fixeras. (exempelvis 4 bitar)
- Fulladdreraren (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

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

$$c_{i+1} = x'y'c + xy'c' + xyc' + xyc$$

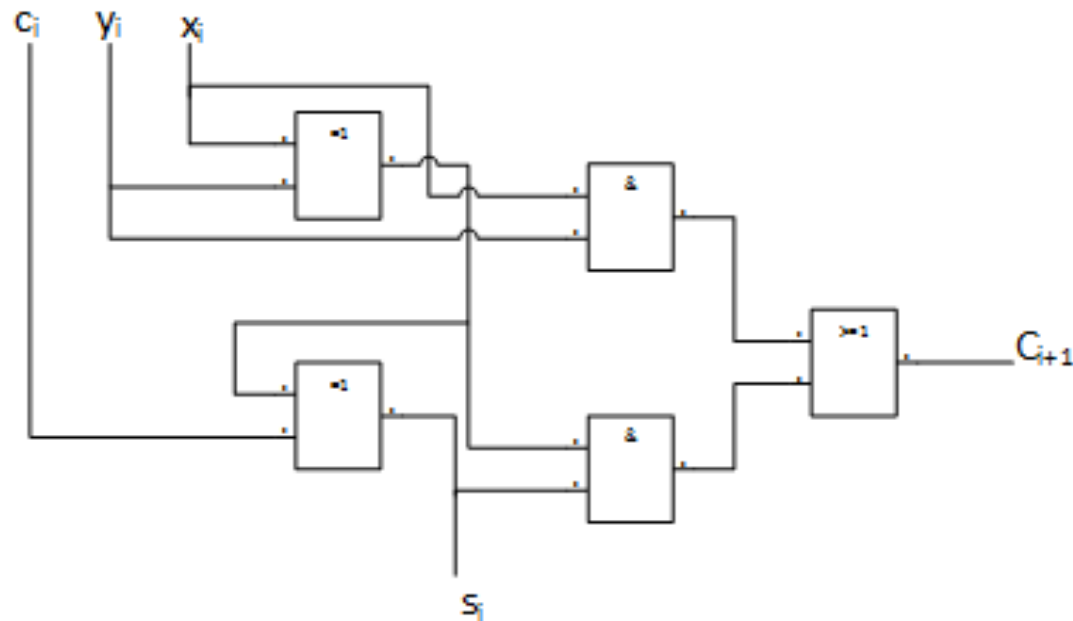
$$c_{i+1} = xy + c(x \oplus y)$$



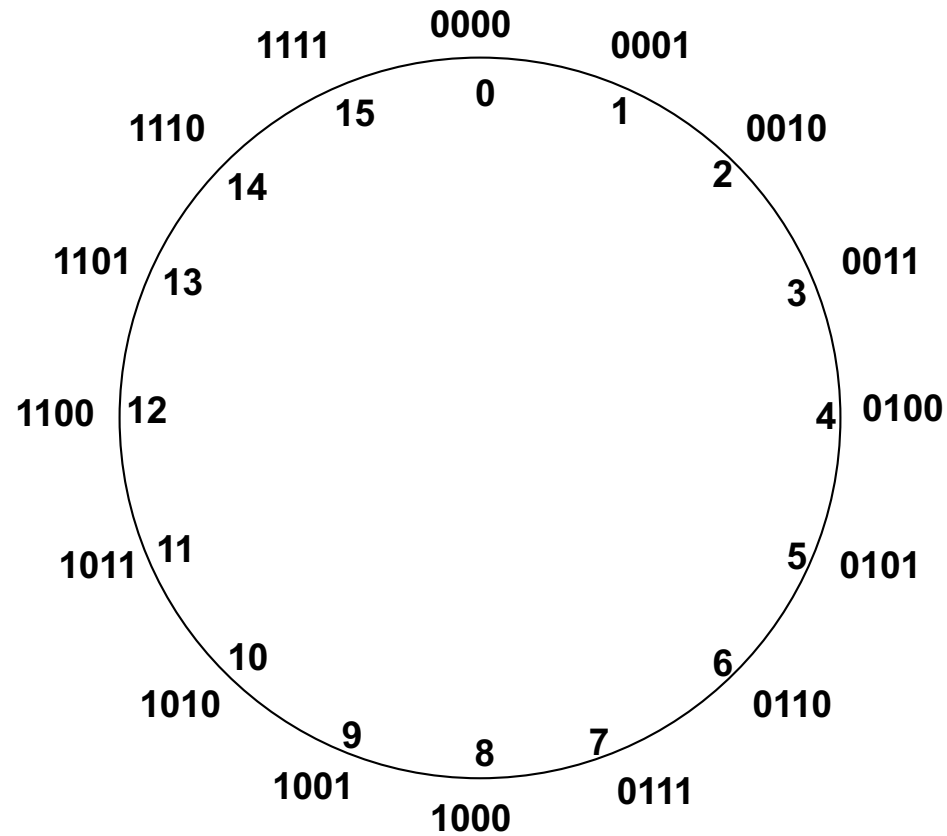
Grindnät FA

- 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



Hur representeras negativa tal ? (dvs. för subtraktion)

- Mest signifikanta biten blir teckenbit
 - MSB = 0 betyder positivt tal
 - MSB = 1 betyder negativt tal

Den enklaste metoden → tecken-belopp (Sign-magnitude)

tecken	$2^4 (=16)$	$2^3 (=8)$	$2^2 (=4)$	$2^1 (=2)$	$2^0 (=1)$
0	1	1	1	0	1

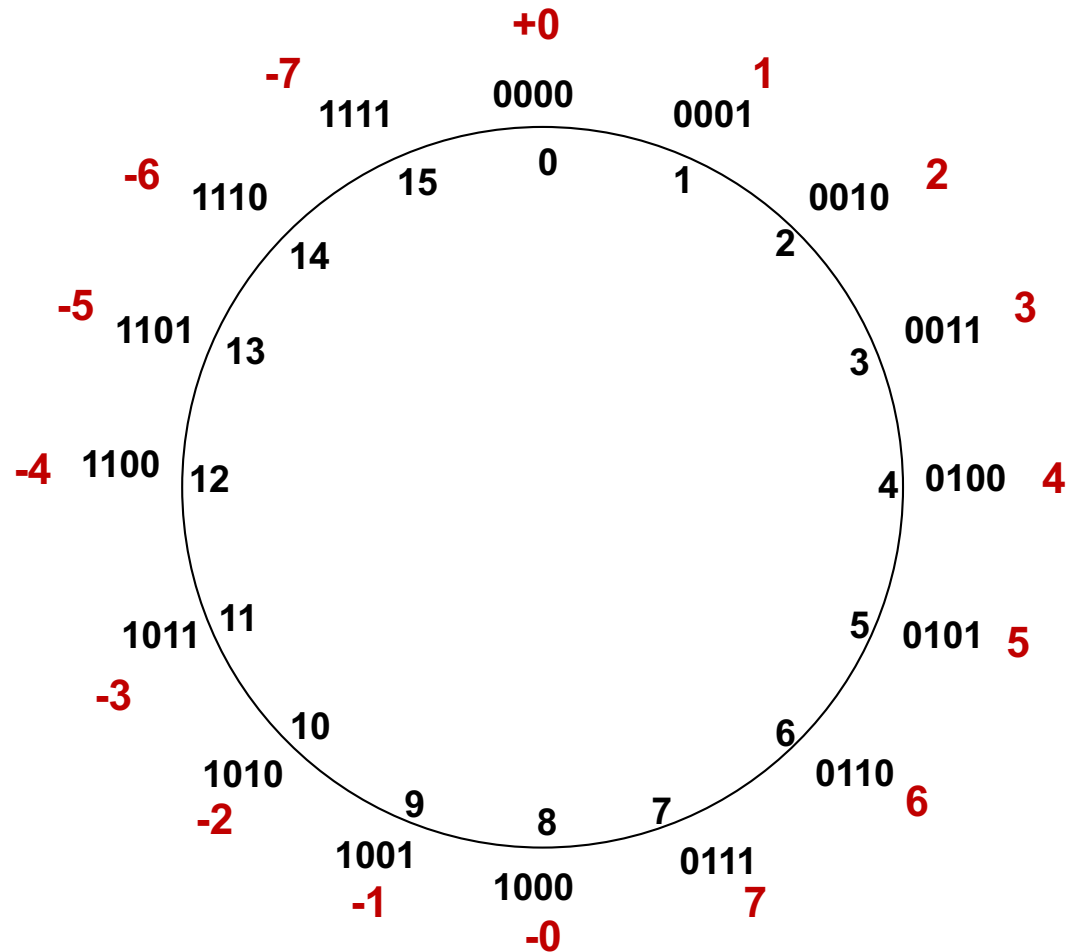
→ = +29

tecken	$2^4 (=16)$	$2^3 (=8)$	$2^2 (=4)$	$2^1 (=2)$	$2^0 (=1)$
1	1	1	1	0	1

→ = -29



Tecken-belopp form



Talcirkel 4 bitar, område -7 till +7



Tvåkomplement form

- 2-komplement bildas enligt

1 Invertera samtliga bitar i talet

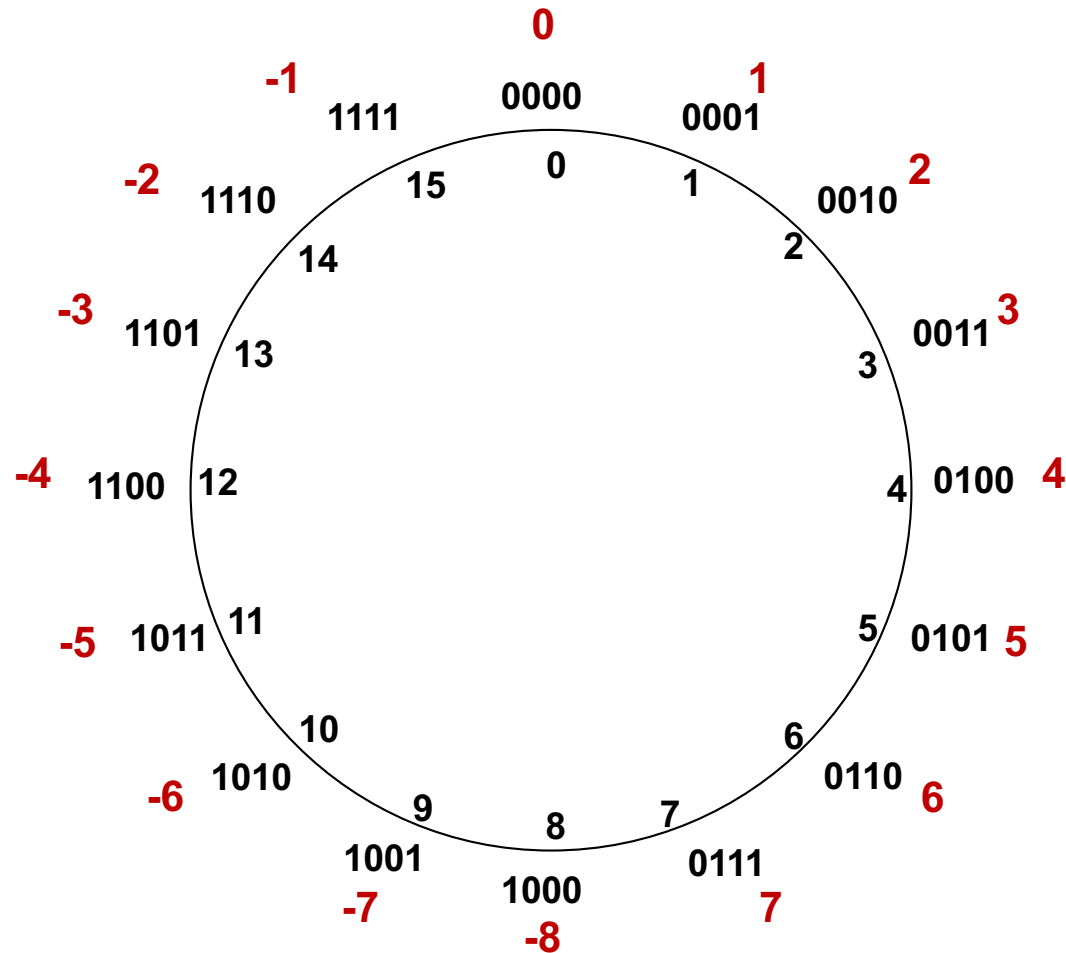
2 Addera ett till talet

Ex. Bilda 2-komplementet till 0101 (5)

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



Tvåkomplement form



Talcirkel 4 bitar, område -8 till +7



Addition av negativa tal

Nackdelar med tecken-belopp metod →

- två nollor (Teckenbelopp +-0)
- kräver extra logik att ta tecken-bit och upptäcka ifall det är subtraktion eller addition

Vad är fördelar med tvåkomplement?

binär	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



exempel (aritmetiska operationer med tvåkomp.)

Beräkna 3 - 5

$$3 = 0011$$

$$5 = 0101$$

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

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

Beräkna 4 - 3

$$4 = 0100$$

$$3 = 0011$$

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

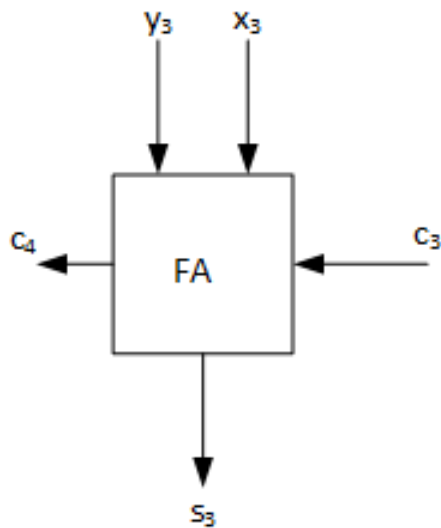
$$\begin{array}{r} 4 + (-3) = \quad 0100 \\ \quad \quad 1101 \\ \hline \quad \quad 10001 \end{array} = 1$$



Overflow i aritmetiska operationer

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



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

x_3	y_3	c_3	c_4	s_3	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

