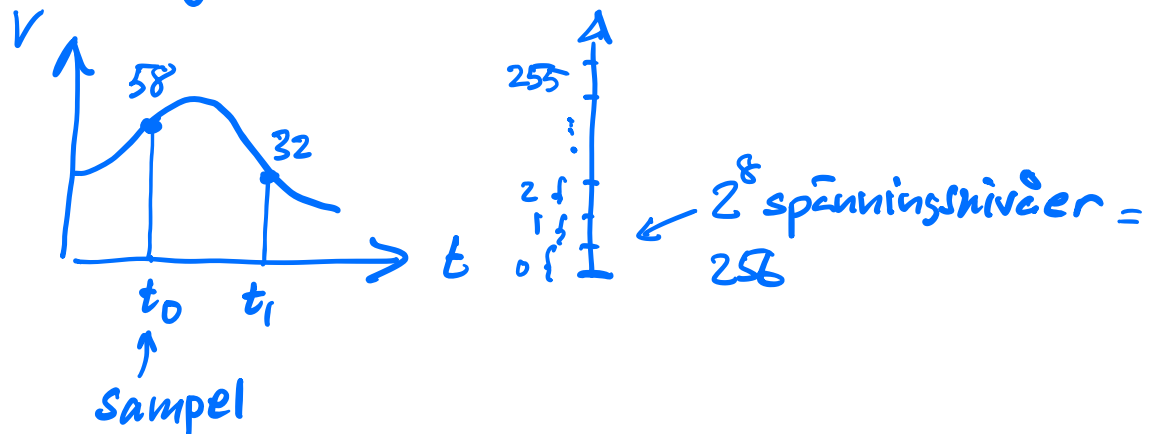
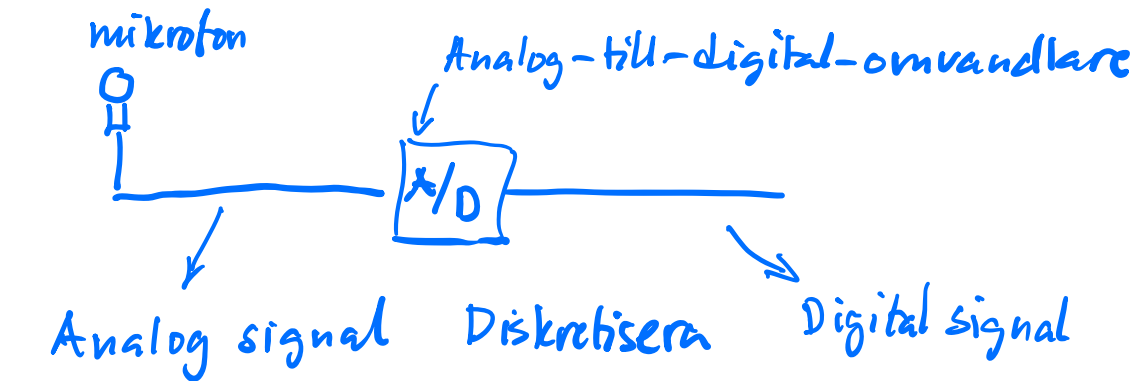
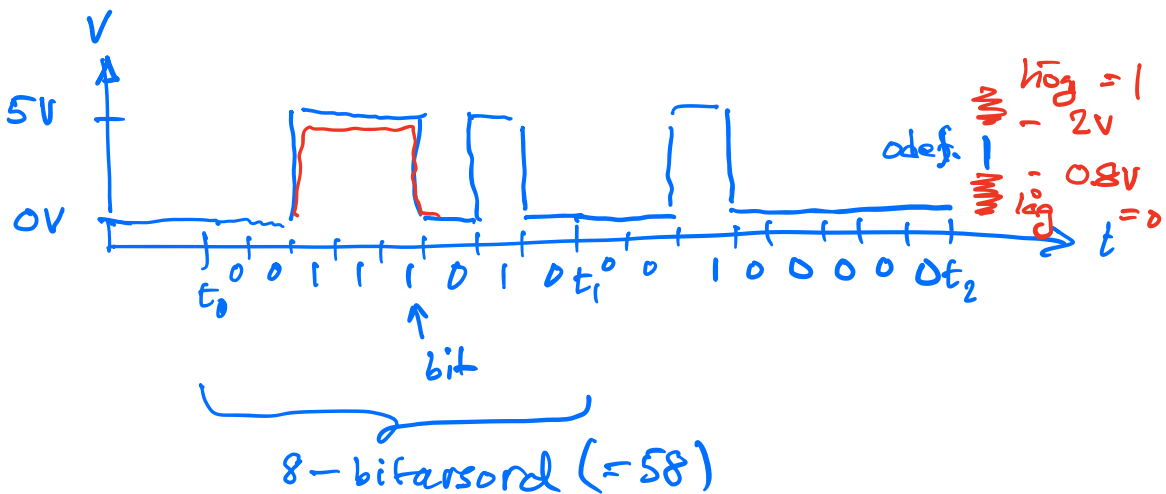


# Följ Introduktion, talsystem, kombinatoriska byggblock

## Ex: Ett digitalt system



## Digital signal



$$\underbrace{2 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2}_{8\text{st}} = 2^8 = 256 \text{ olika 8-bitarsord}$$

= antal spänningsnivåer

## Talsystem

### Decimala tal

$$58 = 5 \cdot \underbrace{10^1}_{\substack{\uparrow \\ \text{vikt}}} + 8 \cdot \underbrace{10^0}_{\substack{\uparrow \\ \text{bas}}}$$

↑ siffror

bas: 10

siffror: 0, 1, 2, 3, ..., 9, (10st)

### Binära tal

bas: 2

siffror: 0, 1 (2st)

$$\begin{aligned} & \underline{00111010}_2 = 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 \quad (*) \\ & \text{vikt: } 2^7 \ 2^6 \ 2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \\ & \begin{array}{l} \text{minst signifikant bit} = 32 \\ \text{most significant bit} = 16 \end{array} \\ & \begin{array}{l} \underline{1 \cdot 2^3} + 0 \cdot 2^2 + \underline{1 \cdot 2^1} + 0 \cdot 2^0 \\ = 8 \qquad \qquad \qquad = 2 \\ = 58_{10} \end{array} \end{aligned}$$

most significant bit  
most significant bit  
msb



## Binary Coded Decimal (BCD-kod)

| <u>Decimal siftra</u> | <u>kodord</u> | $2^4 = 16$        |
|-----------------------|---------------|-------------------|
| 0                     | 0000          |                   |
| 1                     | 0001          |                   |
| 2                     | 0010          |                   |
| 3                     | 0011          |                   |
| ⋮                     | ⋮             |                   |
| 9                     | 1001          |                   |
|                       | 1010          | } outnyttjade ord |
|                       | 1011          |                   |
|                       | 1100          |                   |
|                       | 1101          |                   |
|                       | ⋮             |                   |
|                       | 1111          |                   |

Ex Skriv  $58_{10}$  i BCD-kod

5      8  
↓      ↓  
0101    1000

Jmf med det binära talet (\*).

# Kombinatoriska byggblock

## Grindar

### AND (OCH)



$y = 1$  om

både  $a$  och  $b$  är 1

### Sanningsstabell

| $a$ | $b$ | $y$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

1 sant  
0 falskt

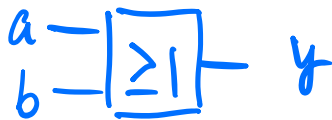
(6 CMOS)

$$y = a \cdot b$$

alt

$$y = a \wedge b$$

### OR (ELLER)



$y = 1$  om

$a$  eller  $b$  är 1.

| $a$ | $b$ | $y$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 1   |

$$y = a + b$$

alt

$$y = a \vee b$$

### NOT (ICKE)



$y = 1$  om  $a = 0$

| $a$ | $y$ |
|-----|-----|
| 0   | 1   |
| 1   | 0   |

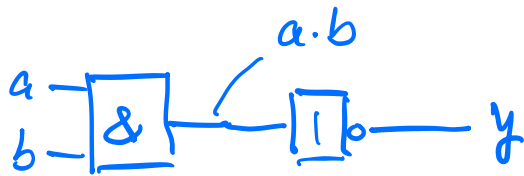
$$y = a'$$

alt. (2 CMOS)

$$y = \neg a$$

AND, OR och NOT räcker  
för all kombinatorik,

Ex Kombinationskrets: Vad gör kretsen?

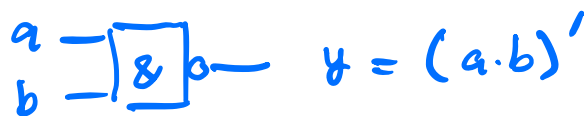


| a | b | ab | $y = (a \cdot b)'$ |
|---|---|----|--------------------|
| 0 | 0 | 0  | 1                  |
| 0 | 1 | 0  | 1                  |
| 1 | 0 | 0  | 1                  |
| 1 | 1 | 1  | 0                  |

NAND

NAND (NOT-AND, IKKE-OCH)

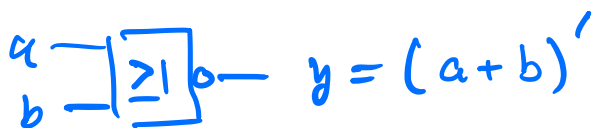
4 CMOS



$y = 0$  omm  $a$  och  $b$  är 1.

NOR (NOT-OR, IKKE-ELLER)

Övning



$y = 1$  omm både  $a$  och  $b$  är 0.

| a | b | a+b | $y$ |
|---|---|-----|-----|
| 0 | 0 |     |     |
| 0 | 1 |     |     |
| 1 | 0 |     |     |
| 1 | 1 |     |     |

## XOR (eXclusive-OR, exklusivt-ELLER)



$y = 1$  om precis en  
av  $a$  och  $b$  är 1.

| $a$ | $b$ | $y$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | 0   |
| 0   | 1   | 1   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | 0   |

$$y = a \oplus b$$

skillnad mot OR!

### Notera

- AND, OR, NOR, NAND kan ha godtyckligt antal ingångar
- NOT har en ingång
- XOR har två ingångar

Ex Vilken funktion har följande nät?

a)  $a - \boxed{\&} - y = (a \cdot a)' = a'$

| a | a · a | y = (a · a)' |
|---|-------|--------------|
| 0 | 0     | 1            |
| 1 | 1     | 0            |

Kretsens funktion är ekvivalent med en invertorare.

b)  $a - \boxed{\&} - \overbrace{\boxed{\&}}^{(a \cdot b)'} - y = ((a \cdot b)')' = a \cdot b$

⇔

-  $\boxed{1}$  -

| a | b | (a · b)' | ((a · b)')' = y |
|---|---|----------|-----------------|
| 0 | 0 | 1        | 0               |
| 0 | 1 | 1        | 0               |
| 1 | 0 | 1        | 0               |
| 1 | 1 | 0        | 1               |

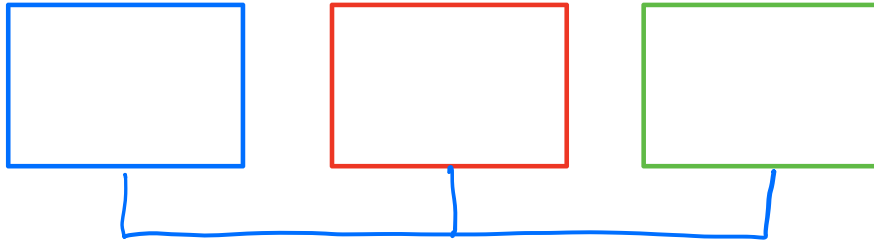
Kretsen är ekvivalent med en AND-grind.

Örning Hur kan en OR-grind realiseras med NAND-grindar?

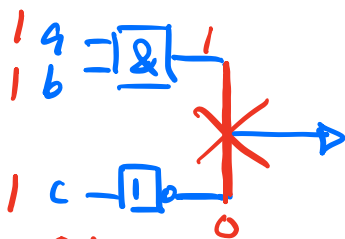
Alla kombinationskretsar kan realiseras med NAND-grindar.



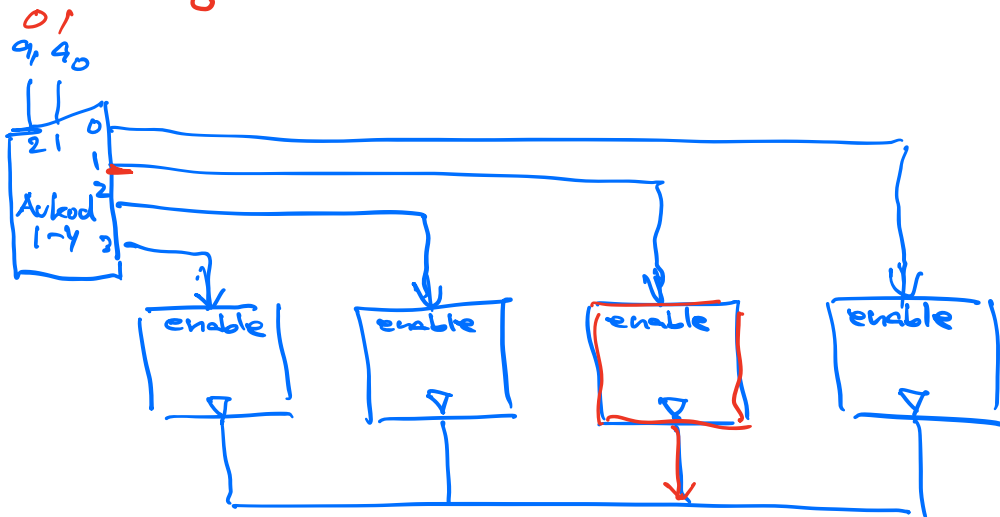
## Buss-system



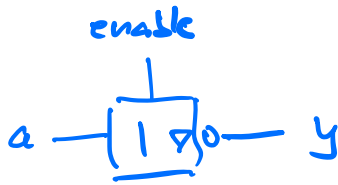
## Gründering



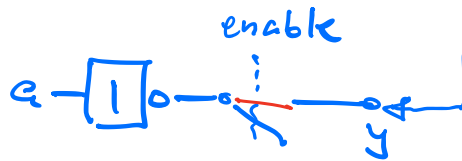
Obs: Att koppla ihop utgångar (gründar) går ej.



# Tri-state utgång



## Funktionsprincip



enable = 0  $\Rightarrow$  avbrott  
enable = 1  $\Rightarrow$  i koppling

## Sanningsstabell

| enable | a | y         |
|--------|---|-----------|
| 0      | - | höghuvigt |
| 1      | 0 | 1         |
| 1      | 1 | 0         |

"-" = don't care