

INF1400 – Kap 1

Digital  
representasjon og  
digitale porter

# Hovedpunkter

- Desimale / binære tall
  - Digital hardware-representasjon
  - Binær koding av bokstaver og lyd
  - Boolsk algebra
  - Digitale byggeblokker / sannhetstabell
  - Generelle porter
  - Fysisk innpakning
  - SSI teknologi - CMOS/TTL
  - Logiske inngangsnivå - CMOS/TTL

# Desimale tall

Et desimalt tall er representert ved symbolene 0, 1, 2, ... 9

- Kodingen er posisjons bestemt

Eksempel:

$$(7392)_{\text{dec}} = 7 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0$$

# Binære tall

Tall må generelt ikke representeres ved 10 symboler (antall fingre)

Eksempel: binære tall

- Et binært tall er representert ved symbolene 0 og 1
  - Kodingen er posisjons bestemt

Eksempel:

$$(101)_{\text{bin}} = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$

# Binær telling

Tilrådighet:  
symbolene

0,1

Tallet "3"

Binær  
rep.

0 0 0 0

0 0 0 1

0 0 1 0

0 0 1 1

0 1 0 0

0 1 0 1

0 1 1 0

0 1 1 1

1 0 0 0

1 0 0 1

1 0 1 0

1 0 1 1

1 1 0 0

Desimal  
rep.

0 0

0 1

0 2

0 3

0 4

0 5

0 6

0 7

0 8

0 9

1 0

1 1

1 2

Tilrådighet:  
symbolene

0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

Tallet "3"

# Oktale tall

Et oktalt tall er representert ved symbolene 0, 1, 2, ... 7

- Kodingen er posisjonsbetinget med grunntall 8

Eksempel:

$$(252)_{\text{okt}} = 2 \cdot 8^2 + 5 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0$$

# Heksadesimale tall

Et heksadesimalt tall er representert ved symbolene 0, 1, 2, ... 8, 9, A, B, C, D, E, F

- Kodingen er posisjonsbetinget med grunntall 16

Eksempel:

$$(2B9)_{\text{heks}} = 2 \cdot 16^2 + 11 \cdot 16^1 + 9 \cdot 16^0$$

# Oktaal og heksadesimal telling

Heksadesimal	Desimal	Oktaal	Binær
0 0	0 0	0 0	0 0 0 0 0
0 1	0 1	0 1	0 0 0 0 1
0 2	0 2	0 2	0 0 0 1 0
0 3	0 3	0 3	0 0 0 1 1
0 4	0 4	0 4	0 0 1 0 0
0 5	0 5	0 5	0 0 1 0 1
0 6	0 6	0 6	0 0 1 1 0
0 7	0 7	0 7	0 0 1 1 1
0 8	0 8	1 0	0 1 0 0 0
0 9	0 9	1 1	0 1 0 0 1
0 A	1 0	1 2	0 1 0 1 0
0 B	1 1	1 3	0 1 0 1 1
0 C	1 2	1 4	0 1 1 0 0
0 D	1 3	1 5	0 1 1 0 1
0 E	1 4	1 6	0 1 1 1 0
0 F	1 5	1 7	0 1 1 1 1
1 0	1 6	2 0	1 0 0 0 0
1 1	1 7	2 1	1 0 0 0 1
1 2	1 8	2 2	1 0 0 1 0
1 3	1 9	2 3	1 0 0 1 1
1 4	2 0	2 4	1 0 1 0 0

Tallet  $(12)_{\text{des}}$



# Konvertering fra grunntall "r" til desimal

Generelt:

$$(\dots a_2 a_1 a_0, a_{-1} a_{-2} \dots)_r = \dots + a_2 \cdot r^2 + a_1 \cdot r^1 + a_0 \cdot r^0 + a_{-1} \cdot r^{-1} + a_{-2} \cdot r^{-2} + \dots$$

Eksempel:

$$(1A5,1C)_{16} = 1 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16^1 + 5 \cdot 16^0 + 1 \cdot 16^{-1} + 12 \cdot 16^{-2} = (421,1133)_{\text{des}}$$

# Konvertering fra desimal til binær

Prosedyre:

1. Del det desimale tallet på 2
2. Resten etter divisjon, multiplisert med 2 blir LSB
3. Del det nye desimale tallet på 2
4. Resten etter divisjon, multiplisert med 2 blir neste bit
5. Osv.

# Konvertering fra desimal til binær

Eksempel:

Konverter tallet  $(41)_{\text{des}}$  til binær

$$\begin{array}{rcll} 41/2 & = & 20 + 1/2 & a_0 = 1 \quad \text{LSB} \\ 20/2 & = & 10 + 0/2 & a_1 = 0 \\ 10/2 & = & 5 + 0/2 & a_2 = 0 \\ 5/2 & = & 2 + 1/2 & a_3 = 1 \\ 2/2 & = & 1 + 0/2 & a_4 = 0 \\ 1/2 & = & 0 + 1/2 & a_5 = 1 \end{array}$$

Dermed:  $(41)_{\text{des}} = (101001)_{\text{bin}}$

# Konvertering fra desimal til grunntall "r"

Gjenta prosedyren fra forrige side. Bytt ut grunntallet 2 med r.  
Resten multiplisert med r blir det aktuelle sifferet

# Digital hardware-representasjon

Eksempler på hardware-representasjon

PC og andre elektroniske systemer:

- "1" representeres ved 5V på en ledning
- "0" representeres ved 0V på samme ledning

Harddisk:

- "1" representeres ved tilstedeværelse av magnetisk felt i ett gitt område
- "0" representeres ved fravær av magnetisk felt i samme område

# Digital hardware-representasjon

Enda ett eksempel:

CD plate

- "1" representeres ved refleksjon av lys i ett gitt område
- "0" representeres ved ikke refleksjon av lys i samme område

# Digital representasjon

”Alt” kan kodes som binære tall

Eksempel:

Bokstaver

**ASCII Table (7-bit)**

American Standard  
Code for Information  
Interchange

Decimal	Octal	Hex	Binary	=	Value
061	075	03D	00111101		
062	076	03E	00111110		>
063	077	03F	00111111		?
064	100	040	01000000		@
065	101	041	01000001		A
066	102	042	01000010		B
067	103	043	01000011		C
068	104	044	01000100		D
069	105	045	01000101		E
070	106	046	01000110		F
071	107	047	01000111		G
072	110	048	01001000		H
073	111	049	01001001		I
074	112	04A	01001010		J
075	113	04B	01001011		K
076	114	04C	01001100		L
077	115	04D	01001101		M
078	116	04E	01001110		N
079	117	04F	01001111		O
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮

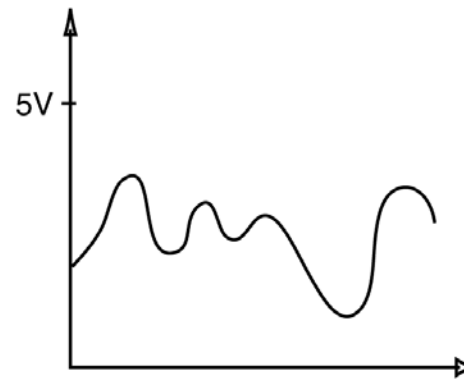
# Digitale systemer

”Alt” kan kodes som binære tall

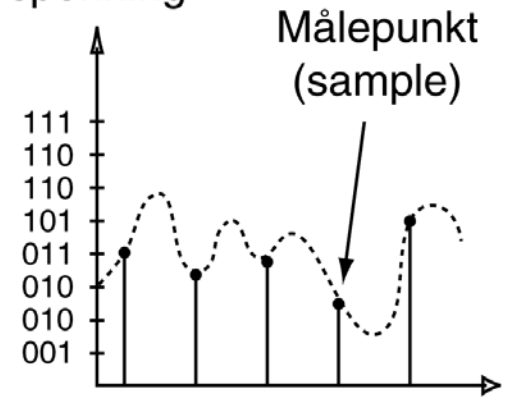
Eksempel: Lyd

Sampling og kvantisering

Analog  
spenning  
fra mikrofon



Kvantisert  
(avrundet)  
spenning





# Binær logikk - boolsk algebra

Definerer: Variable: "0" og "1", og binære operasjoner.

Ender opp med en fullverdig algebraisk struktur

Definerte basis operasjoner:

AND        " • "

OR         " + "

NOT        " ¬ "

Ved å kombinerer disse 3 operasjonene kan vi lage alle mulige digitale funksjoner

# Sannhetstabell

AND

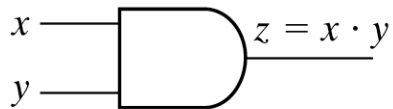
X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR

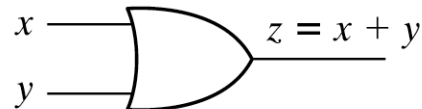
X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOT

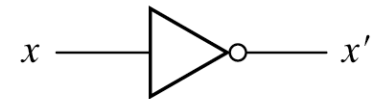
X	Y
0	1
1	0



(a) Two-input AND gate



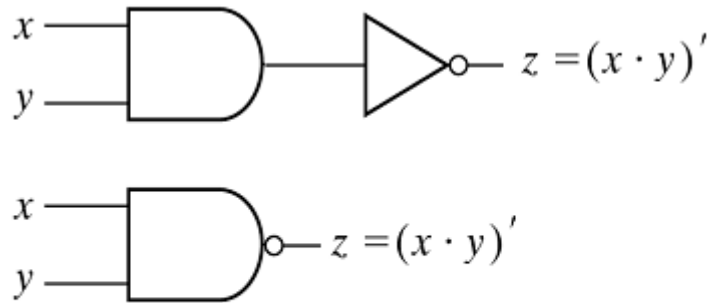
(b) Two-input OR gate



(c) NOT gate or inverter

# Sannhetstabell

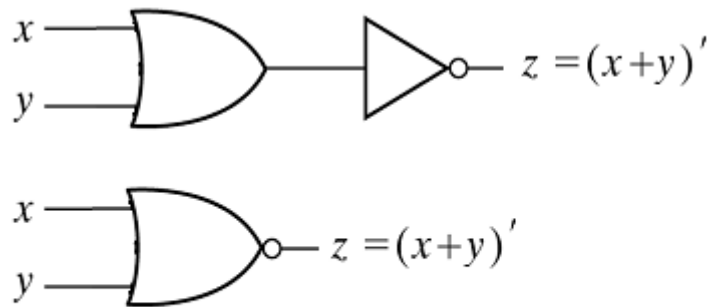
Enda et par vanlige byggeblokker:  
NAND og NOR



(a) Two-input NAND gate

NAND

X	Y	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



(a) Two-input NOR gate

NOR

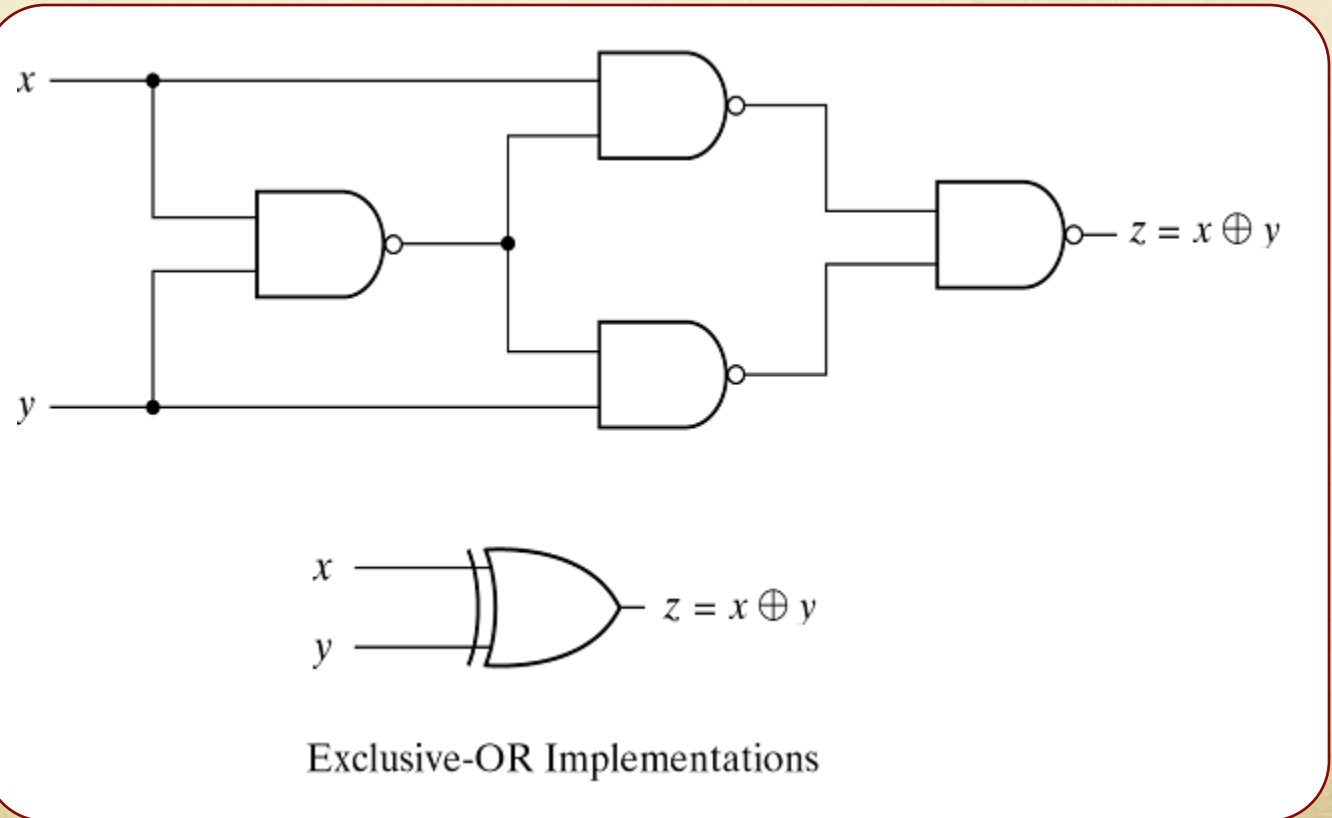
X	Y	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

# Sannhetstabell

Den siste, vanlige byggeblokken

XOR

X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



# 2-inputs byggeblokker oversikt

AND



$$F = xy$$

x	y	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

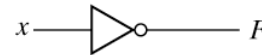
OR



$$F = x + y$$

x	y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

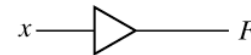
Inverter



$$F = x'$$

x	F
0	1
1	0

Buffer



$$F = x$$

x	F
0	0
1	1

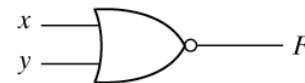
NAND



$$F = (xy)'$$

x	y	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NOR



$$F = (x + y)'$$

x	y	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Exclusive-OR  
(XOR)



$$F = xy' + x'y$$

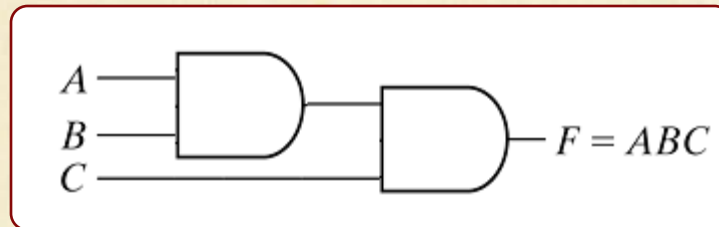
$$= x \oplus y$$

x	y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

# Generelle porter

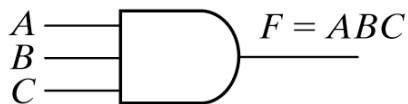
Kan sette sammen 2-inputs porter til  
fler-inputs porter

Eksempel:

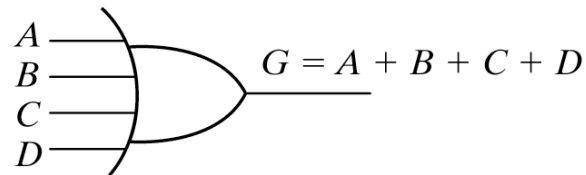


3-input AND

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



(a) Three-input AND gate

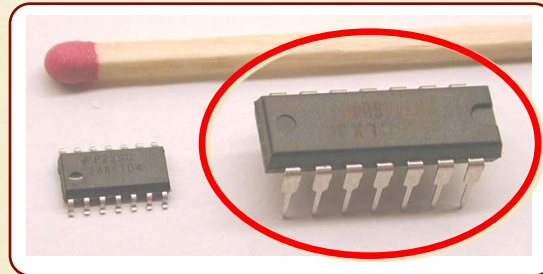


(b) Four-input OR gate

# SSI - Fysisk innpakning

SSI - Small scale Integration

Overflate-montert



Hull-montert

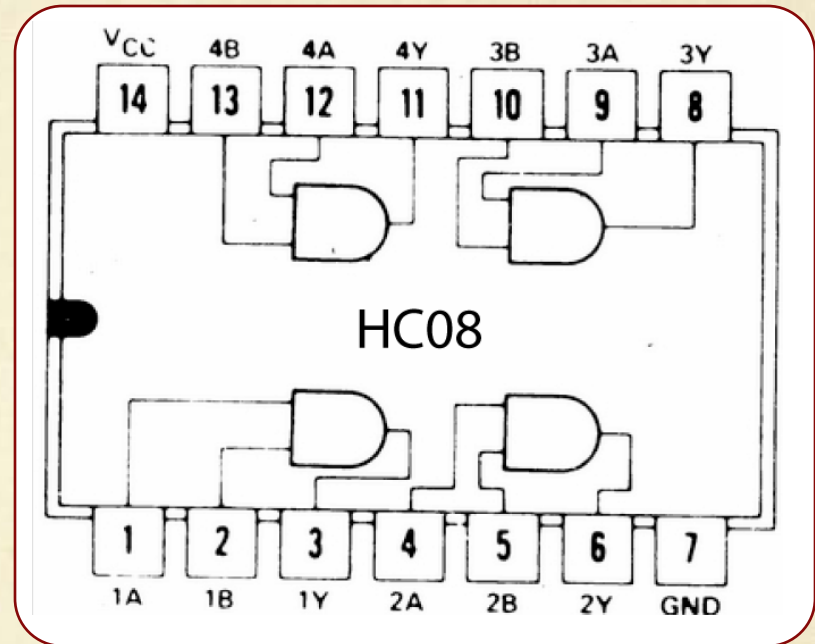
# SSI - fysisk innpakning

Eksempel:

kretsen

CD74HC08

2-inputs AND



Spenningsforsyning: "Vcc"  
eller "Vdd" = 5V

Jord:

"Gnd" eller "Vss" = 0V



# Vanlige pakker

NOT (inverter)

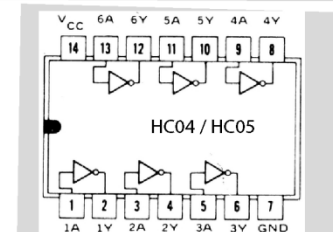
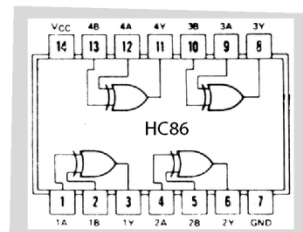
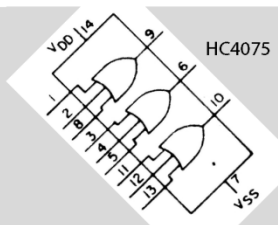
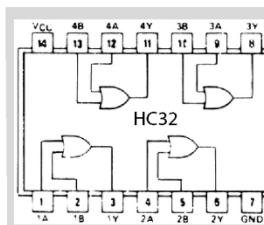
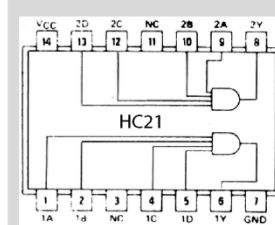
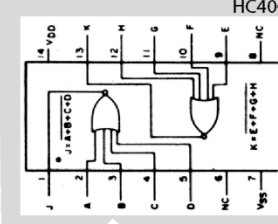
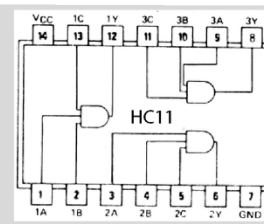
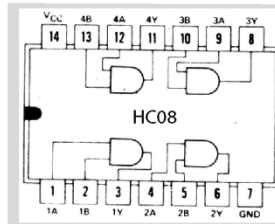
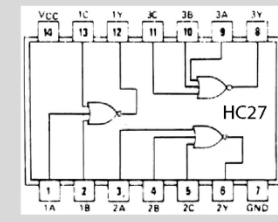
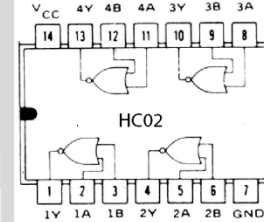
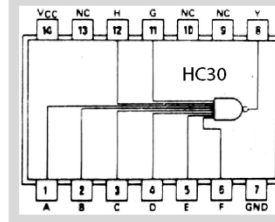
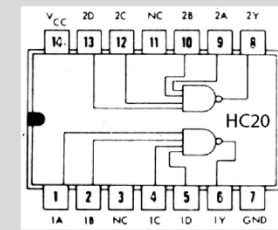
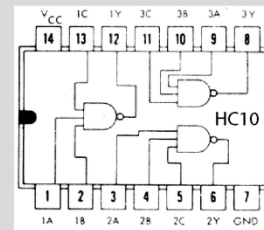
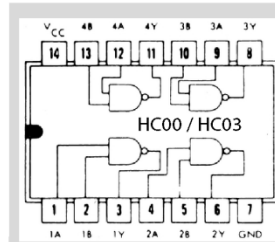
2,3,4 input AND

2,3 input OR

2,3,4 input NOR

2,3,4,8 input NAND

2 input XOR



# SSI teknologi

To vanlige teknologier:

TTL (transistor-transistor logikk)

- *Bipolare transistorer*
- *Standard TTL (54/74), LS, F,S,AS*

CMOS logikk (Complementary MetalOxide Semikonduktor)

- *Mos transistorer*
- *Standard 4000, HC, AC, LV og HCT, ACT*

# Logiske inngangsnivå

Hvilke inngangsspenninger oppfatter en port som "1" og "0"?

TTL:

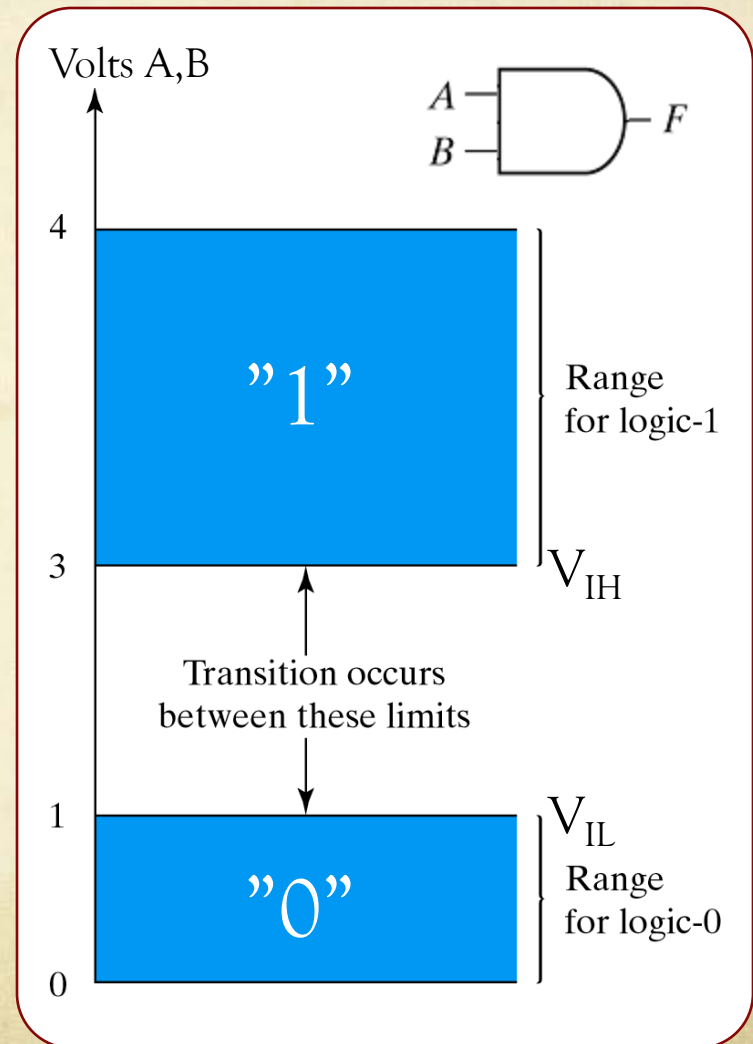
- $V_{IH} = 2V$  (min)
- $V_{IL} = 0.8V$  (max)

CMOS:

- $V_{IH} = 3.3V$  (min)
- $V_{IL} = 1.5V$  (max)

CMOS (HCT/ACT):

- $V_{IH}$  og  $V_{IL}$  som for TTL



# LSI - Fysisk innpakning

LSI - Large Scale Integration

Eksempel: Programmerbar logikk - 800 frie porter



Flatpack

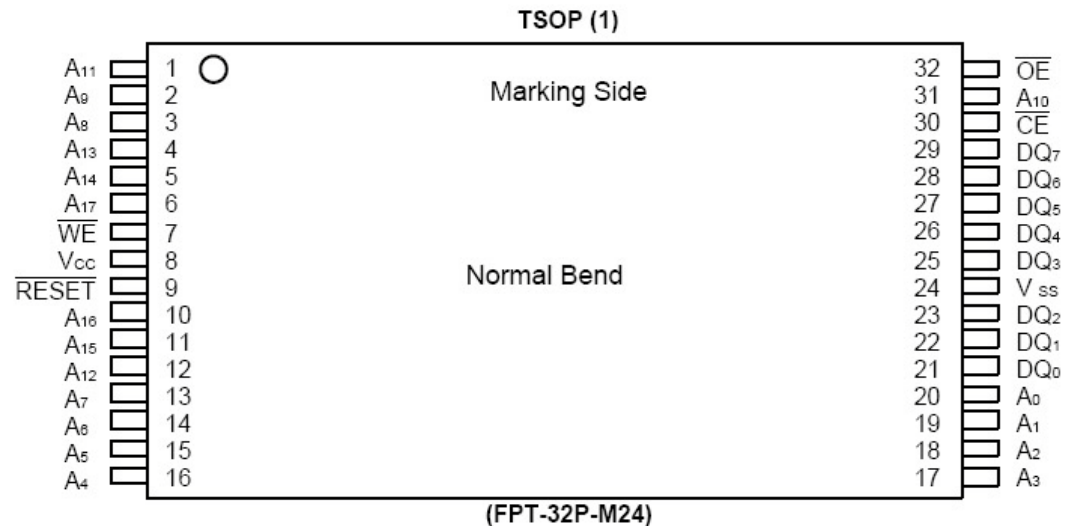
# VLSI - Fysisk innpakning

VLSI - Large Scale Integration

Eksempel:  
Flash-minne  
"FUJITSU"

**MBM29F002TC**-55/-70/-90/**MBM29F002BC**-55/-70/-90

## ■ PIN ASSIGNMENTS



Flatpack

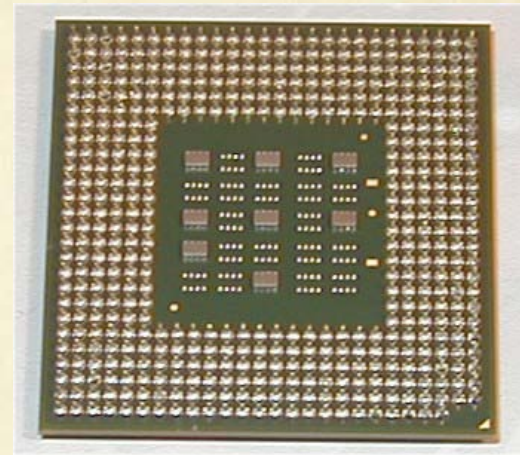
# VLSI - Fysisk innpakning

VLSI - Large Scale Integration

Eksempel:  
Intel Pentium4



Overside



Underside

# Oppsummering

- Desimale / binære tall
  - Digital hardvare-representasjon
  - Binær koding av bokstaver og lyd
  - Boolsk algebra
  - Digitale byggeblokker / sannhetstabell
  - Generelle porter
  - Fysisk innpakning
  - SSI teknologi - CMOS/TTL
  - Logiske inngangsnivå - CMOS/TTL