

Digital representasjon

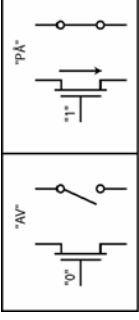
- Nesten alt elektrisk utstyr i dag inneholder digital elektronikk:
 - PC'er, mobiltelefoner, MP3-spillere, DVD/CD-spillere, biler, kjøleskap, TV, fotoapparater, osv osv.
- Hva betyr digital?
 - prosessering eller behandling av informasjon ved bruk av numeriske metoder (dvs. tall) eller med diskrete enheter
- De første datamaskiner brukte radiatorer
 - Størrelse og effektforbruk som en vanlig lyspære
 - En meget enkel datamaskin laget av radiatorer har effektforbruk på mange kW og avgir nesten alt som varme
- Revolusjon: Oppfinnelsen av transistoren
 - Grunnlaget for vår digitale hverdagi
 - Den *egenfille* årsaken til teknologiutviklingen de siste tiårene
 - I prinsippet fungerer de fleste datamaskiner ganske likt i dag som de gjorde på 1940-tallet.
 - Utviklingen består stort sett i at datamaskinene har blitt mindre i takt med teknologien, og man har fått plass til langt flere elementer i f.eks. CPUer.

2008

1/10

INF2270

Transistorens virkemåte (1)



- En transistor kan sammenlignes med en elektrisk bryter
 - Bryteren er enten AV eller PÅ
- En transistor kan være svært liten:
 - State-of-art transistor-teknologi: 0.0000000045m lengde og 0.0000000009m bredde
 - 4.5·10⁻⁹m x 9·10⁻⁹m, dette kalles 45nm-teknologi
- På et lite areal får man plass til mange millioner transistorer
 - Svært mye regnekraft på størrelse med et knappenålshode
 - 145nm teknologi.: ca. 30 millioner transistorer hvis hodet er 1.5mm i diameter
 - Intel 4004 (1971) hadde 2300 transistorer
 - Itanium Dual Core (2006) har 1,7 milliarder transistorer (90nm-teknologi)
 - Siste Intel prosessor: Intel Core 2 Extreme QX9650 (Yorkfield) har ca. 820 millioner transistorer i 45nm-teknologi (oktober 2007)
- Transistoren bruker svært lite strøm når den enten er AV og PÅ
 - Men allikevel noe, og denne hvilestrømmen varierer fra transistor til transistor

2008

2/10

INF2270

Transistorens virkemåte (2)

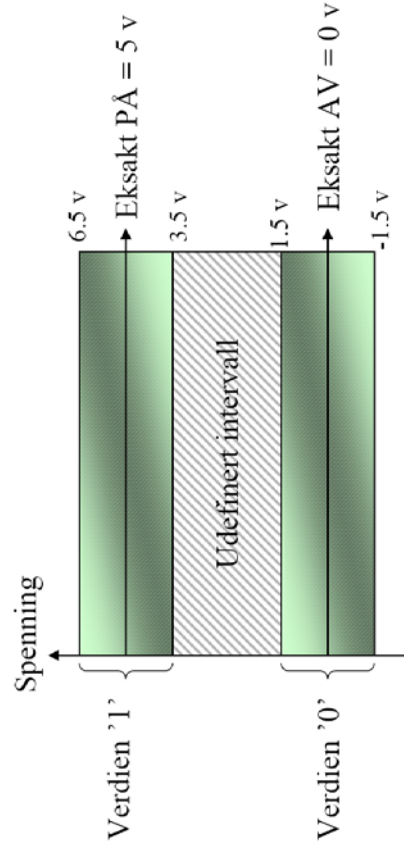
- Transistoren bruker mer strøm når den enten slås AV eller PÅ
 - Kan endre tilstand i løpet av nanosekunder (10⁻⁹ sekunder)
 - Svitsjetid og -strøm varierer fra transistor til transistor
- Umulig å lage en transistorer som helt AV eller helt PÅ
- Umulig å lage to transistorer som er identiske
 - Variasjon i hvilestrøm, svitsjetid og -strøm
- Konklusjon: Trenger informasjons-representasjon som er **robust**
 - Må tolerere at transistoren aldri er helt AV eller PÅ
 - Må også tolerere variasjoner mellom transistorer
- Løsning: 2-tallsystemet som kun har to verdier: '0' og '1'

2008

3/10

INF2270

Transistorens virkemåte (3)



2008

4/10

INF2270

Boolsk algebra

- I Boolsk algebra har variablene kun to verdier:
 - "0" og "1"
 - Benevnes også *TRUE* og *FALSE*
- En boolsk variabel har enten verdien '0' eller '1'
 - Må ikke forveksles med tallene 0 og 1 i tallsystemet
- Boolsk algebra har tre basisoperatorer: AND, OR og NOT

AND: Boolsk produkt

a	b	a x b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OR: Boolsk sum

a	b	a + b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOT: Invertering

a	a'
0	1
1	0

Merk: x og + har ingenting med multiplikasjon og addisjon i "vanlig" algebra å gjøre!

5/10

INF2270

2008

6/10

Boolsk Algebra (forts.)

- Andre boolske funksjoner defineres vha AND, OR og NOT:
 - XOR** $b = (a \text{ AND } (\text{NOT } b)) \text{ OR } ((\text{NOT } a) \text{ AND } b)$
 $= a \cdot b' + a' \cdot b$
 - XNOR** $b = (a \text{ AND } b) \text{ OR } ((\text{NOT } a) \text{ AND } (\text{NOT } b))$
 $= a \cdot b + a' \cdot b'$
 - NAND** $b = \text{NOT } (a \text{ AND } b)$
 $= a' + b'$ (Merk denne!)
 - NOR** $b = \text{NOT } (a \text{ OR } b)$
 $= a' \cdot b'$ (Merk denne også!)
- De to siste reglene bruker de Morgans teorem:
 - $(a \cdot b)' = a' + b'$
 - $(a + b)' = a' \cdot b'$

DeMorgans teorem

- Kan vise DeMorgans teorem for NAND og NOR ved å sette opp tabell for hver side

a	b	(ab)'

a	b	a'+b'

a	b	(a+b)'

a	b	a'b'

- Andre regneregler i boolsk algebra:

$$\begin{aligned}
 a + a' &= 1 & a \cdot a' &= 0 \\
 a + a &= a & a \cdot a &= a \\
 a + 0 &= a & a \cdot 1 &= a \\
 a + 1 &= 1 & a \cdot 0 &= 0
 \end{aligned}$$

$$(a')' = a$$

$$a + b = b + a$$

$$ab = ba$$

(Kommutativ)

$$a + (b + c) = (a + b) + c$$

(Assosiativ)

$$a(bc) = (ab)c$$

$$a(b + c) = ab + ac$$

(Distributiv)

- Regnereglerne kan brukes til å forenkle uttrykk:
Eksempel 1: $ab + ab' =$

$$\text{Eksempel 2: } abc + a'bc + a'bc'(a + c) =$$

2008

7/10

INF2270

Boolske funksjoner

• Beskrives med funksjonsuttrykk eller sannhetsverditabell

• Eksempel 1: Funksjon med 2 variable:

$$F = ab + a'b'$$

a	b	F

Eksempel 2: Funksjon med 3 variable

$$G = abc + a'c + ab'$$

a	b	c	G

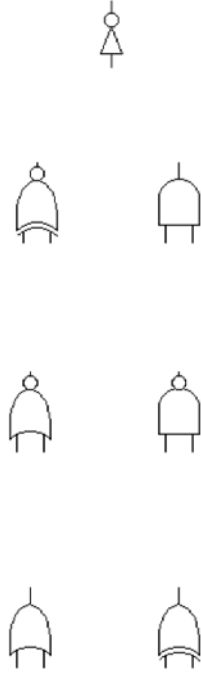
2008

9/10

INF2270

Boolske funksjoner (forts.)

- Funksjonsuttrykk egner seg best ved få variable og ledd
- Sannhetsverditabell egner seg for funksjoner med mange ledd og variable, og for maskin-representasjon (eks datamaskin-assistert design)
- Enkle funksjoner representeres grafisk ved hjelp av symboler kalt (logiske) porter:



2008

10/10

INF2270