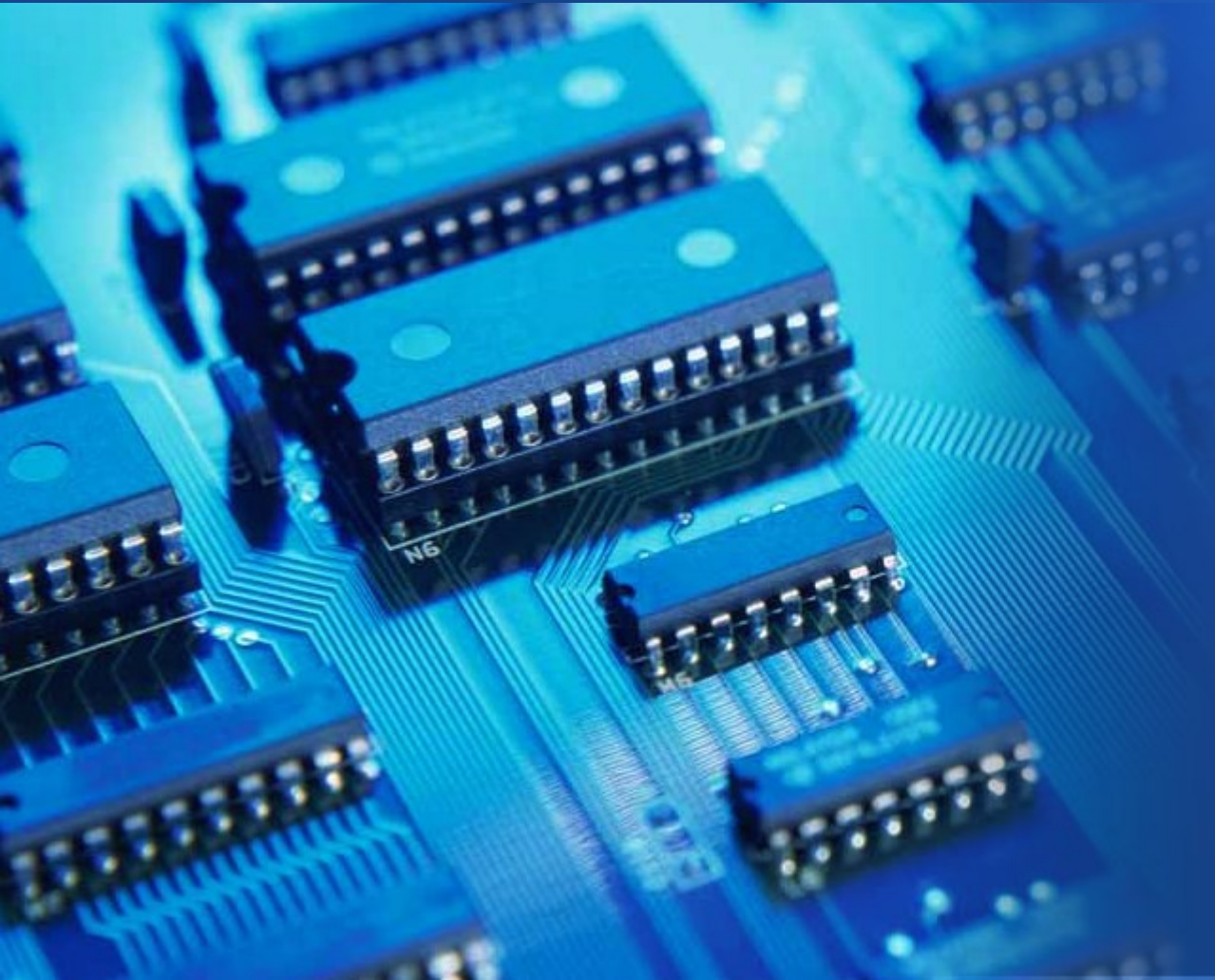


# Digitaalitekniikan alkeiskurssi



## Kombinaatio- logiikka



Helsinki Hacklab

# Logiikkojen jaottelu

- Kombinaatiologiikka
  - Lähtöjen tilat riippuvat ainoastaan tämän hetkisistä tulojen tiloista
- Sekvenssilogiikka
  - Lähtöjen tilat riippuvat sekä tämän hetkisistä että aikaisemmista tulojen tiloista

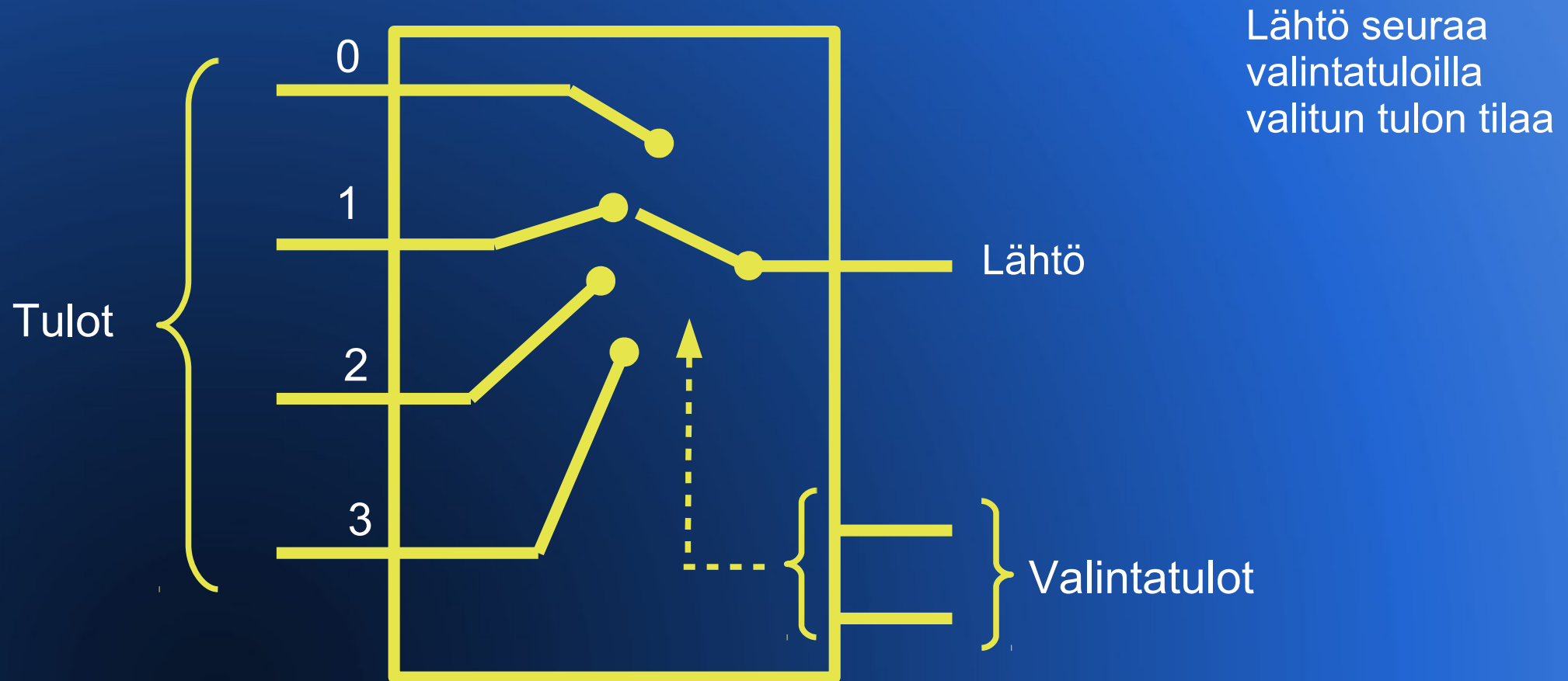


# Kombinaatiologiikat

- Perusportit: AND, OR, XOR, NAND, NOR, invertteri
  - schmitt-trigger, kolmitila, avokollektori
- Puskurit, väyläohjaimet
- Multiplekserit (valitsimet)
  - esim. 2:1 mux, 4:1 mux, 8:1 mux
- Demultiplekserit, dekodeerit
  - esim. 3:8 demux, 4:10 demux, BCD-to-7-segment
- Erikoispiirit
  - yhteenlasku, vertailu, konversio, encoder



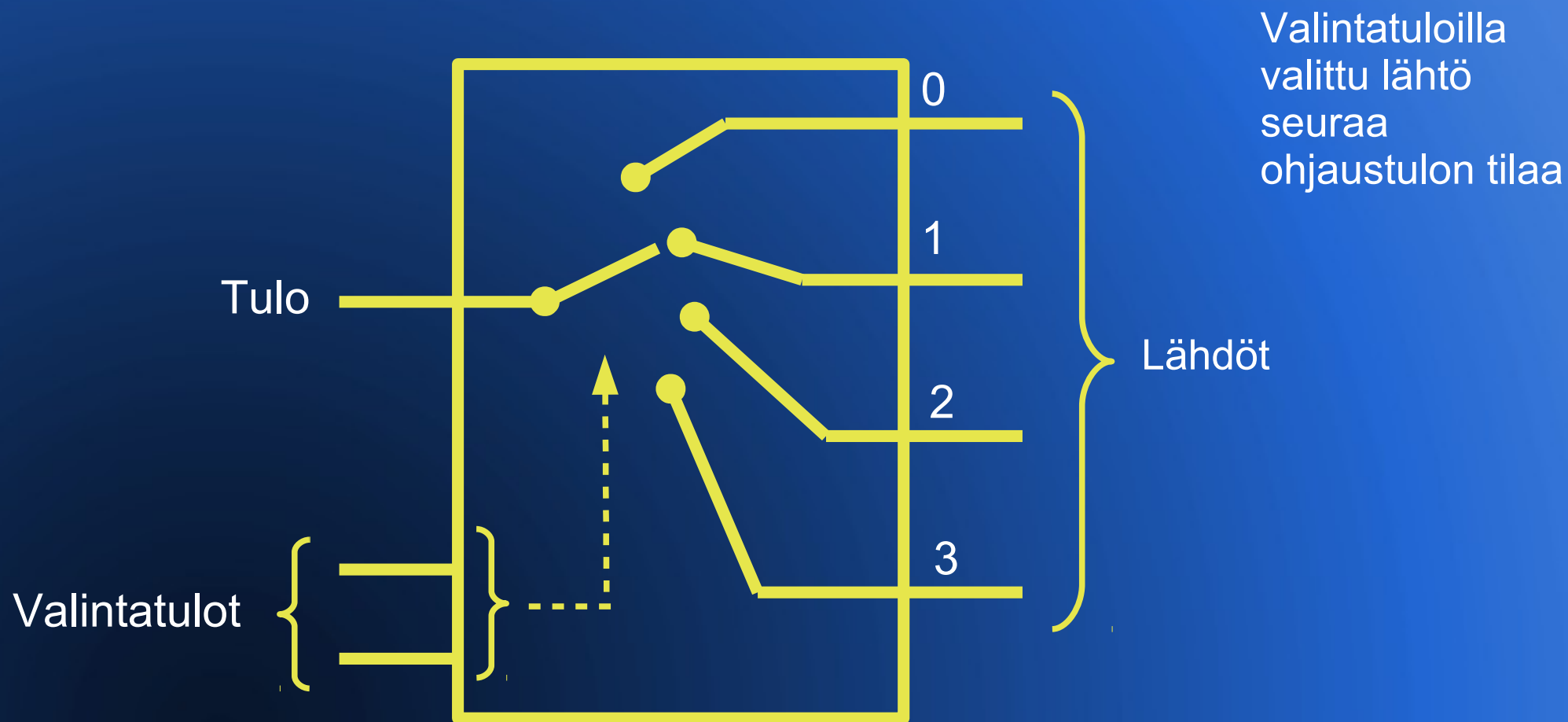
# Multiplexseri



74xx153



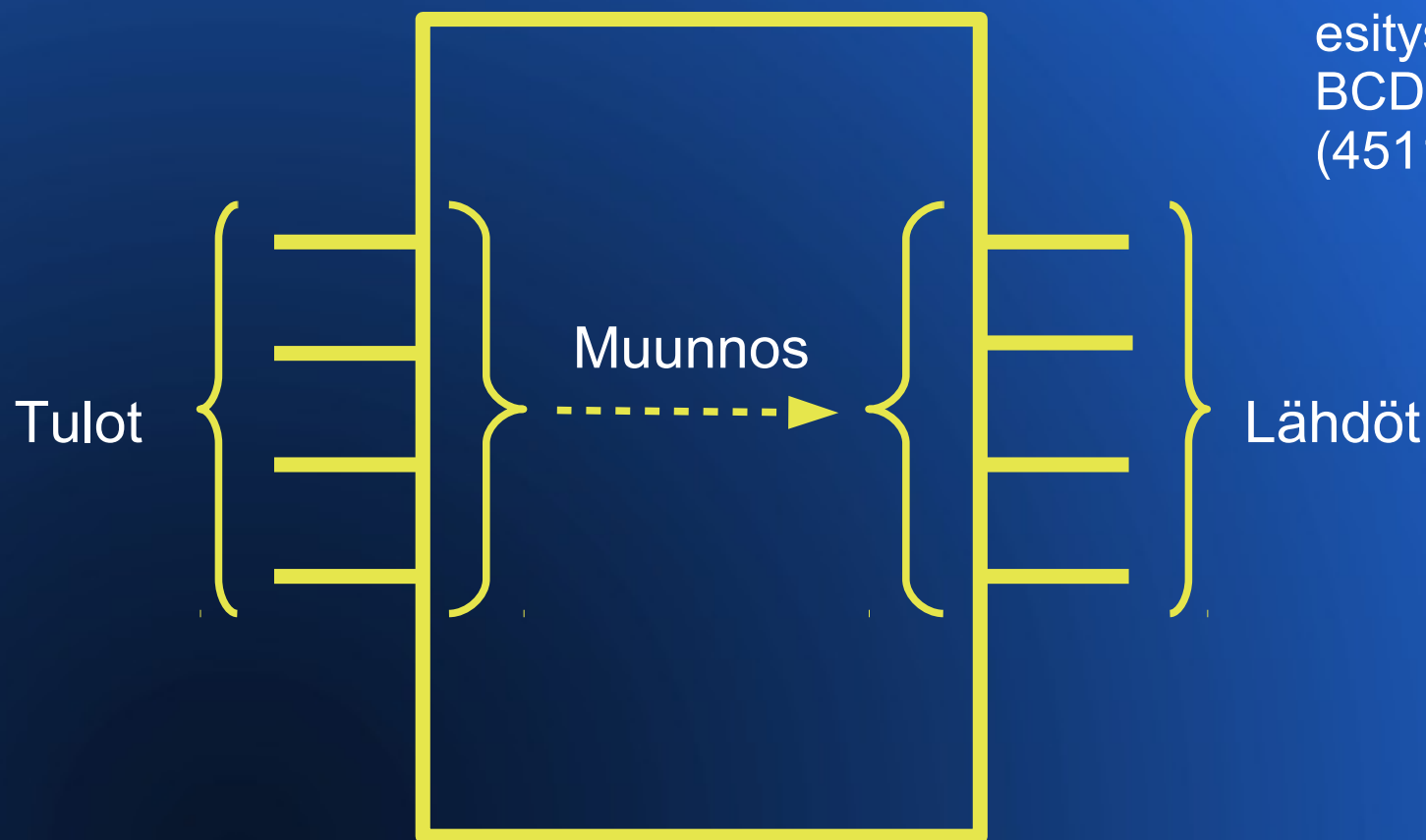
# Demultiplekseri



74xx139



# Dekooderi/enkooderi

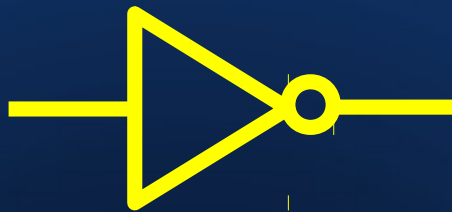


Muunnos kahden eri esitystavan välillä. Esim. BCD to 7-segment decoder (4511).

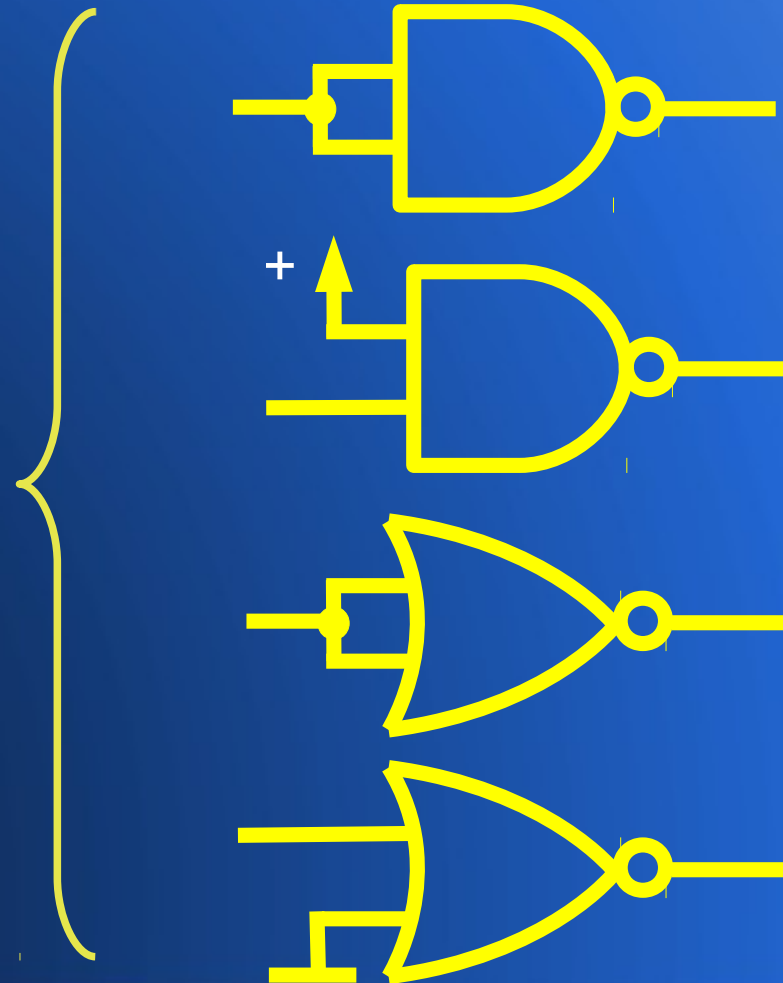


# Porttipiirien korvaaminen

Invertterin korvaaminen  
NANDilla tai NORilla



=



# Porttipiirien korvaaminen

ANDin korvaaminen kahdella NANDilla



ORin korvaaminen kahdella NORilla





# Ohjattu invertteri

XORin käyttö ohjattuna invertterinä:  
XOR joko inverttoi tai ei, riippuen toisen tulon tilasta.



XOR:

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

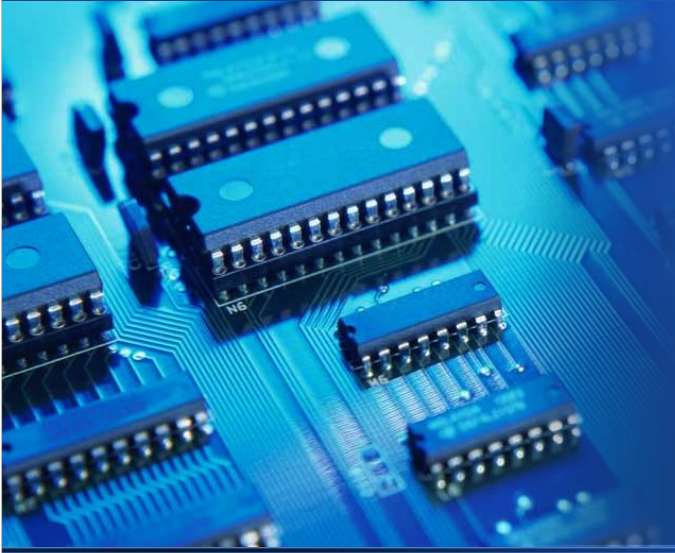


# Esimerkkejä

- 4:1 multiplekseri (74xx153)
  - play-hookey: multiplexer
- 2:4 demultiplekseri (74xx139)
  - play-hookey: decoder/demultiplexer
  - Circuit simulator: 74xx139\_simul
- Komparaattori (74xx85)
  - Circuit simulator: 2-bit comparator
- 7-segment dekodeeri (74xx47)
  - Circuit simulator: 7-segment led decoder



# Digitaalitekniikan alkeiskurssi



Kombinaatio-  
logiikka



Helsinki Hacklab

Kombinaatio- ja sekvenssilogiikat

# Logiikkojen jaottelu

- Kombinaatiologiikka
  - Lähtöjen tilat riippuvat ainoastaan tämän hetkisistä tulojen tiloista
- Sekvenssilogiikka
  - Lähtöjen tilat riippuvat sekä tämän hetkisistä että aikaisemmista tulojen tiloista



# Kombinaatiologiikat

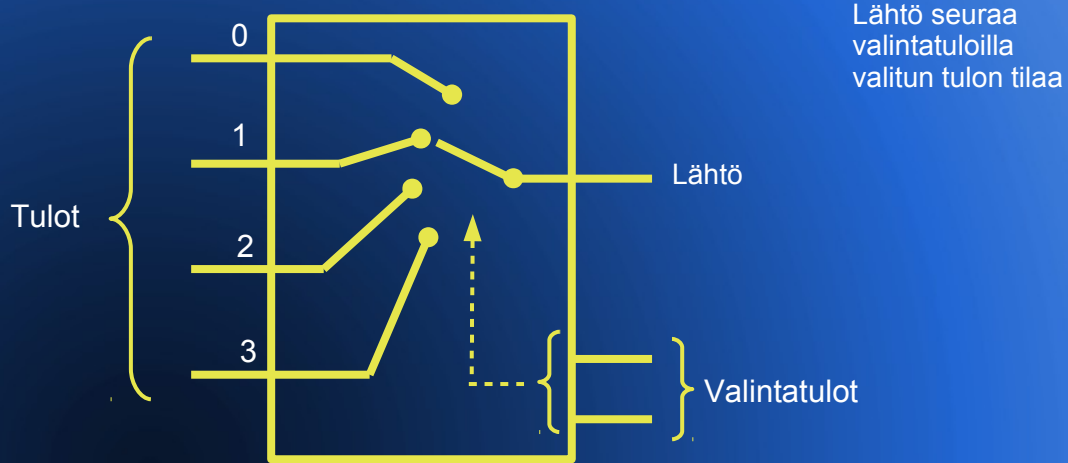
- Perusportit: AND, OR, XOR, NAND, NOR, invertteri
  - schmitt-trigger, kolmitila, avokollektori
- Puskurit, väyläohjaimet
- Multiplekserit (valitsimet)
  - esim. 2:1 mux, 4:1 mux, 8:1 mux
- Demultiplekserit, dekooderit
  - esim. 3:8 demux, 4:10 demux, BCD-to-7-segment
- Erikoispiirit
  - yhteenlasku, vertailu, konversio, encoder



Helsinki Hacklab

Kombinaatiologiikkojen lajit.

# Multiplekseri



74xx153

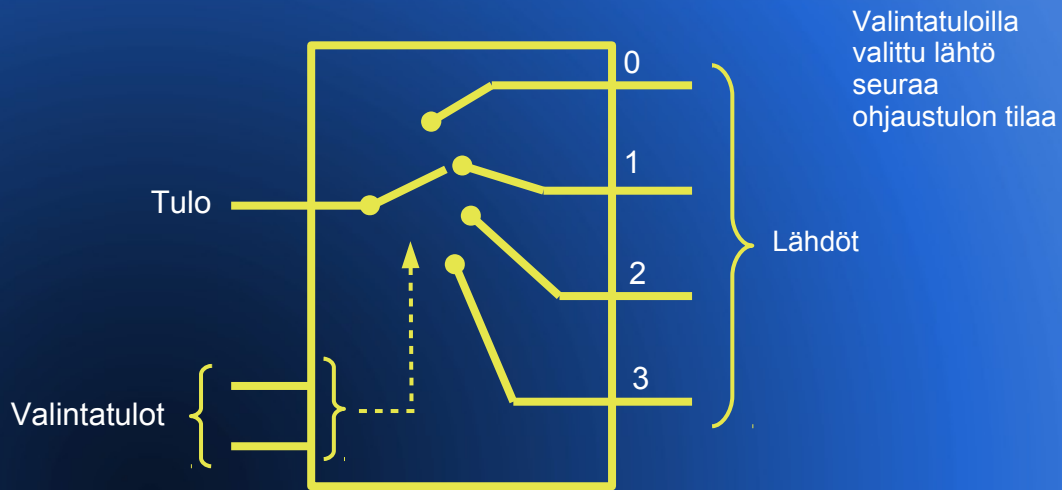


Helsinki Hacklab

Esimerkki multiplekseristä eli valitsimesta.

Valintatuloihin tuotu binäärisana valitsee piirin sisäisen “kytkimen” asennon, eli minkä tulon tila kytkeytyy lähtöön. Tuloja on aina  $2^n$  kpl, missä  $n$  on valintatulojen määrä. Lähtöjä on yksi. Käytännön piireissä on yleensä lisäksi enable-input.

# Demultiplekseri



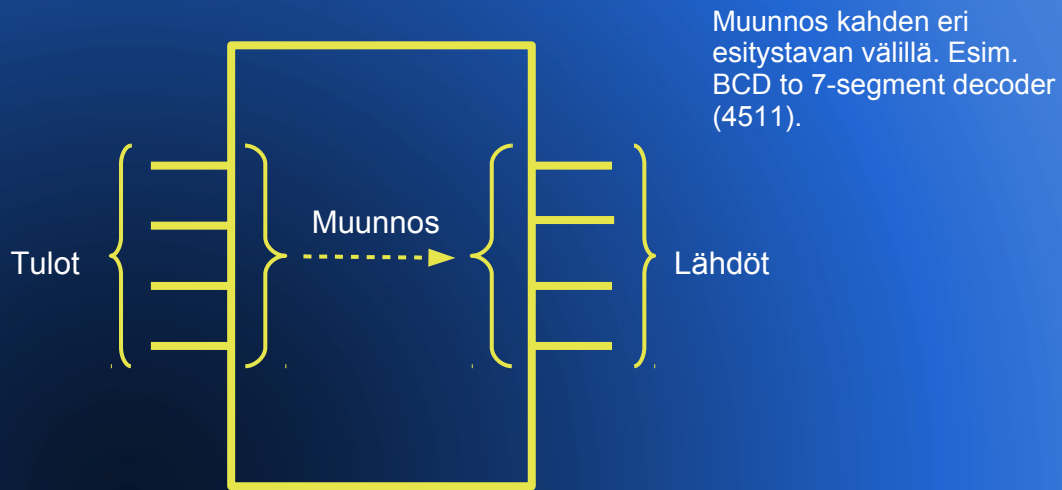
74xx139



Helsinki Hacklab

Esimerkki demultiplekseristä. Valintatuloihin tuotu binäärisana valitsee piirin sisäisen “kytkimen” asennon, eli mihin lähtöön tulon tila kytkeytyy. Lähtöjä on aina  $2^n$  kpl, missä  $n$  on valintatulojen määrä. Tuloja on yksi. Käytännön piireissä on yleensä lisäksi enable-input.

# Dekooderi/enkooderi



Muunnos kahden eri esitystavan välillä. Esim. BCD to 7-segment decoder (4511).



Helsinki Hacklab

Dekooderipiiri tekee muunnoksia erilaisten esitystapojen välillä. Tyypillinen käyttöesimerkki on BCD-koodin (4 bittiä) muuntaminen vastaavaksi 7-segment-näyttöä ohjaavaksi koodiksi (7 segmenttiohjausta). Myös erilaisia 1-of-n to binary -enkoodereita on saatavissa.



# Porttipiirien korvaaminen

Invertterin korvaaminen  
NANDilla tai NORilla



Helsinki Hacklab

Käytännön suunnittelussa porttipiirien korvaaminen toisilla on yleistä, jotta saadaan IC-piirien määrää vähennettyä.

Invertteri voidaan korvata useilla eri tavoilla.

# Porttipiirien korvaaminen

ANDin korvaaminen kahdella NANDilla



ORin korvaaminen kahdella NORilla



Helsinki Hacklab

Myös näillä korvauksilla voidaan usein säästää IC-piirejä.

# Ohjattu invertteri

XORin käyttö ohjattuna invertterinä:  
XOR joko inverttoi tai ei, riippuen toisen tulon tilasta.



XOR:

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



Helsinki Hacklab

XOR-porttia voi käyttää ohjattuna invertterinä. Toisen tulon tilan avulla voidaan valita, toimiiko portti invertterinä vai pelkkänä ei-invertoivana puskurina.

# Esimerkkejä

- 4:1 multiplekseri (74xx153)
  - play-hookey: multiplexer
- 2:4 demultiplekseri (74xx139)
  - play-hookey: decoder/demultiplexer
  - Circuit simulator: 74xx139\_simul
- Komparaattori (74xx85)
  - Circuit simulator: 2-bit comparator
- 7-segment dekooderi (74xx47)
  - Circuit simulator: 7-segment led decoder

