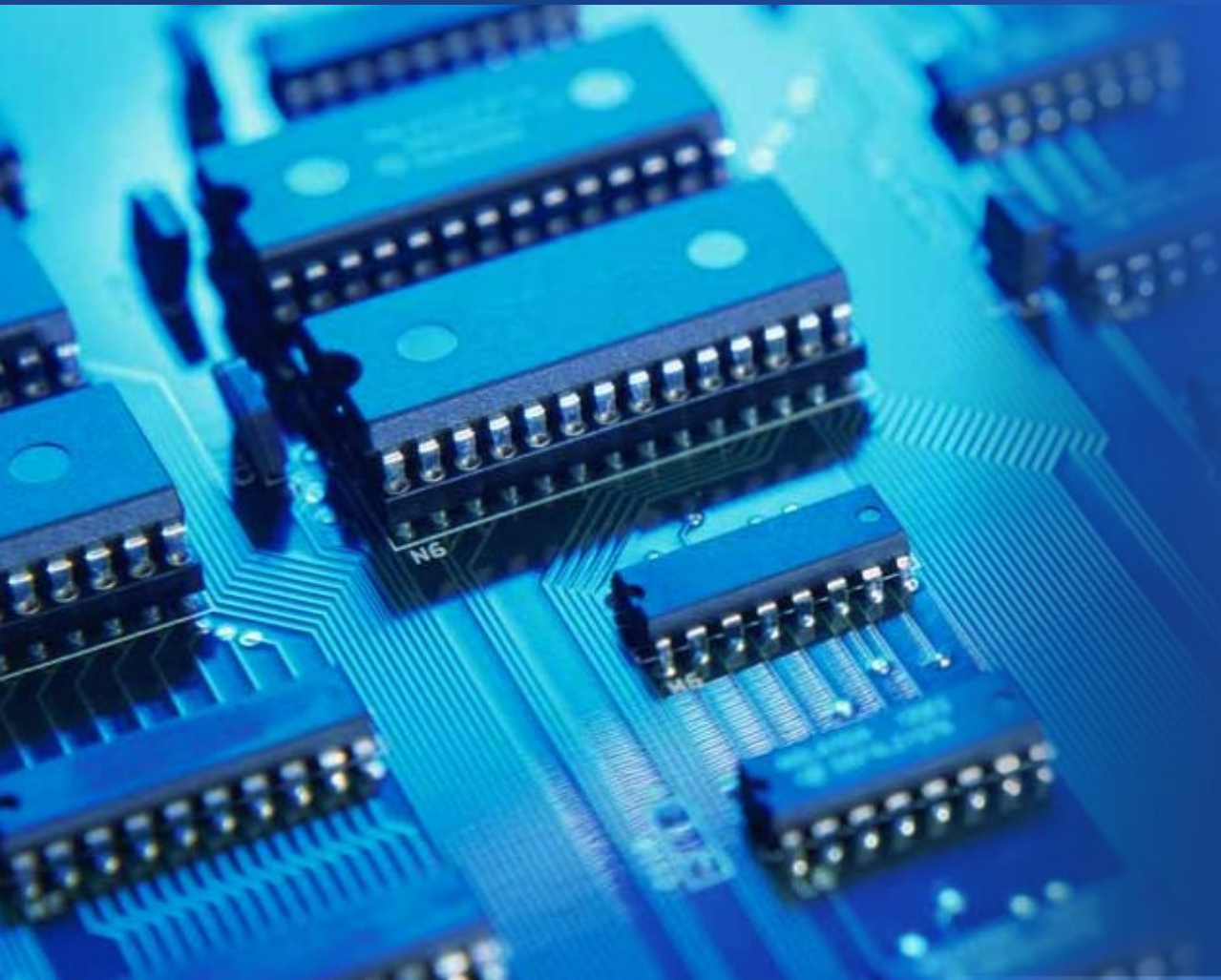


Digitaalitekniikan alkeiskurssi

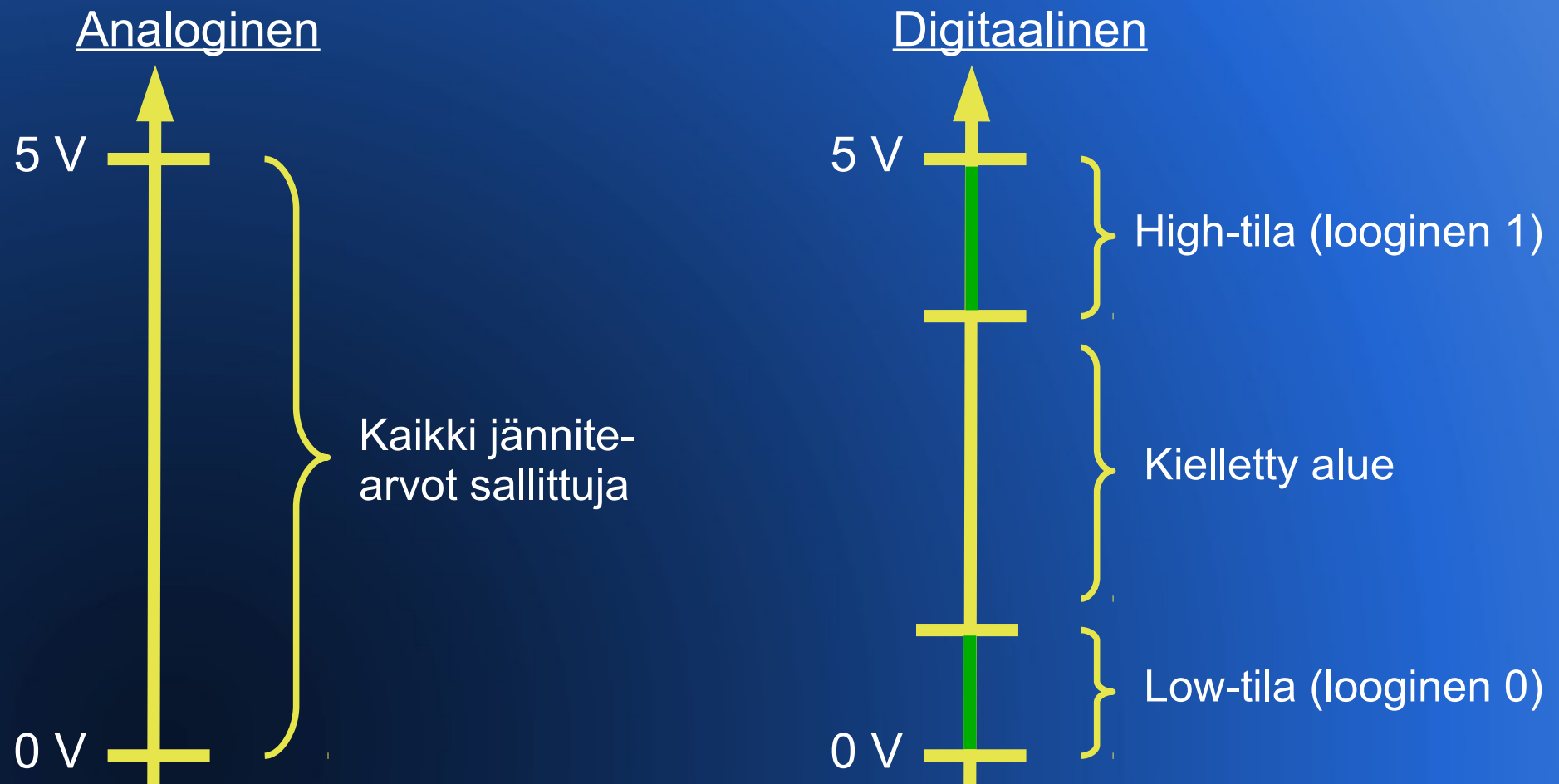


Perusteet

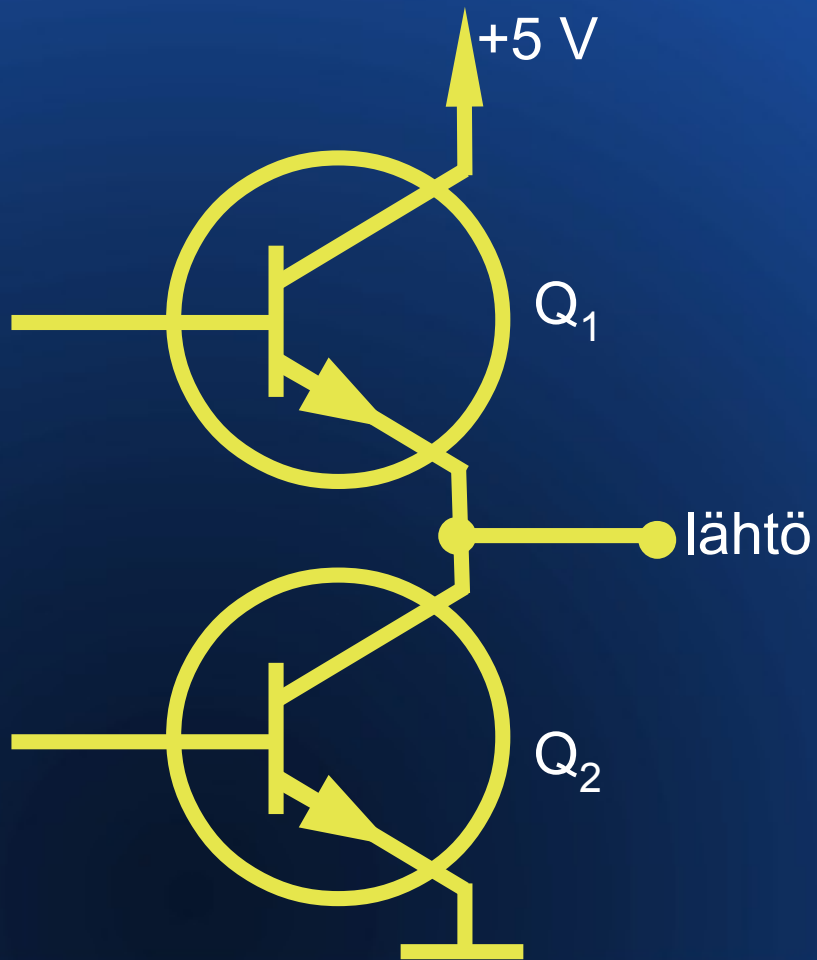


Helsinki Hacklab

Digitaalisuus?



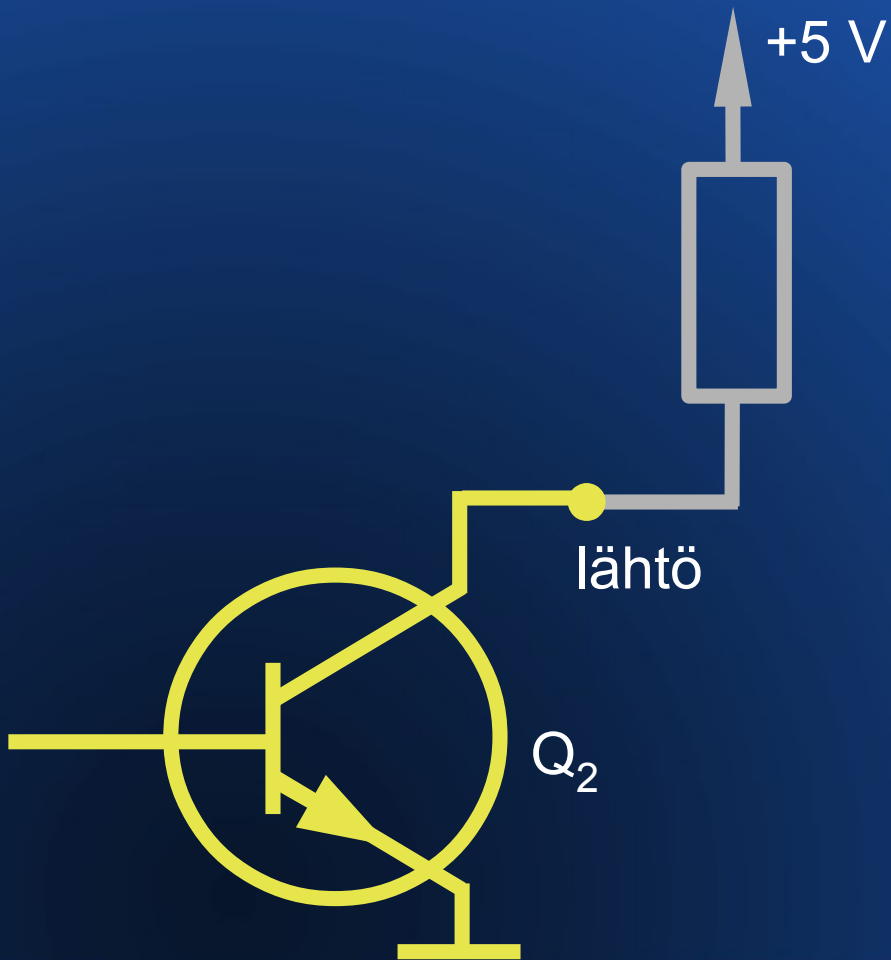
Toteemipaalulähtö



Q_1	Q_2	lähdön tila
off	on	Low
on	off	High
off	off	Hi-Z
on	on	(kielletty)



Avokollektorilähtö



Q_2	lähdön tila
on	Low
off	High tai Hi-Z



Totuustaulu

AND-portti



(74HC08, ...)

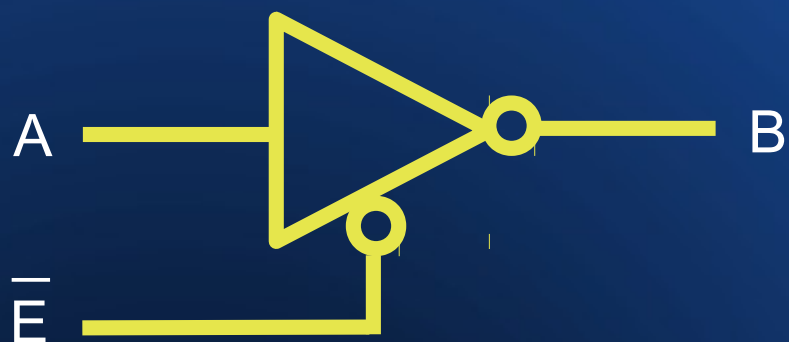
A	B	C
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

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



Totuustaulu

Kolmitilainen invertter



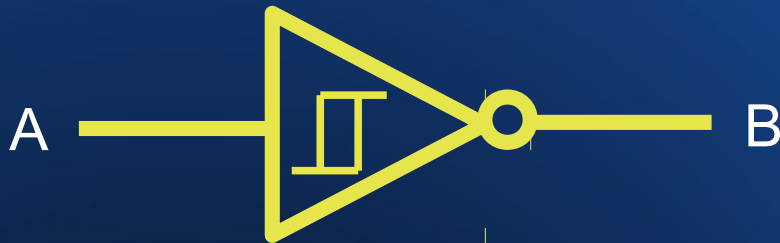
(74HC240, ...)

E	A	B
L	L	H
L	H	L
H	X	Z



Schmitt-trigger

Schmitt-invertteri

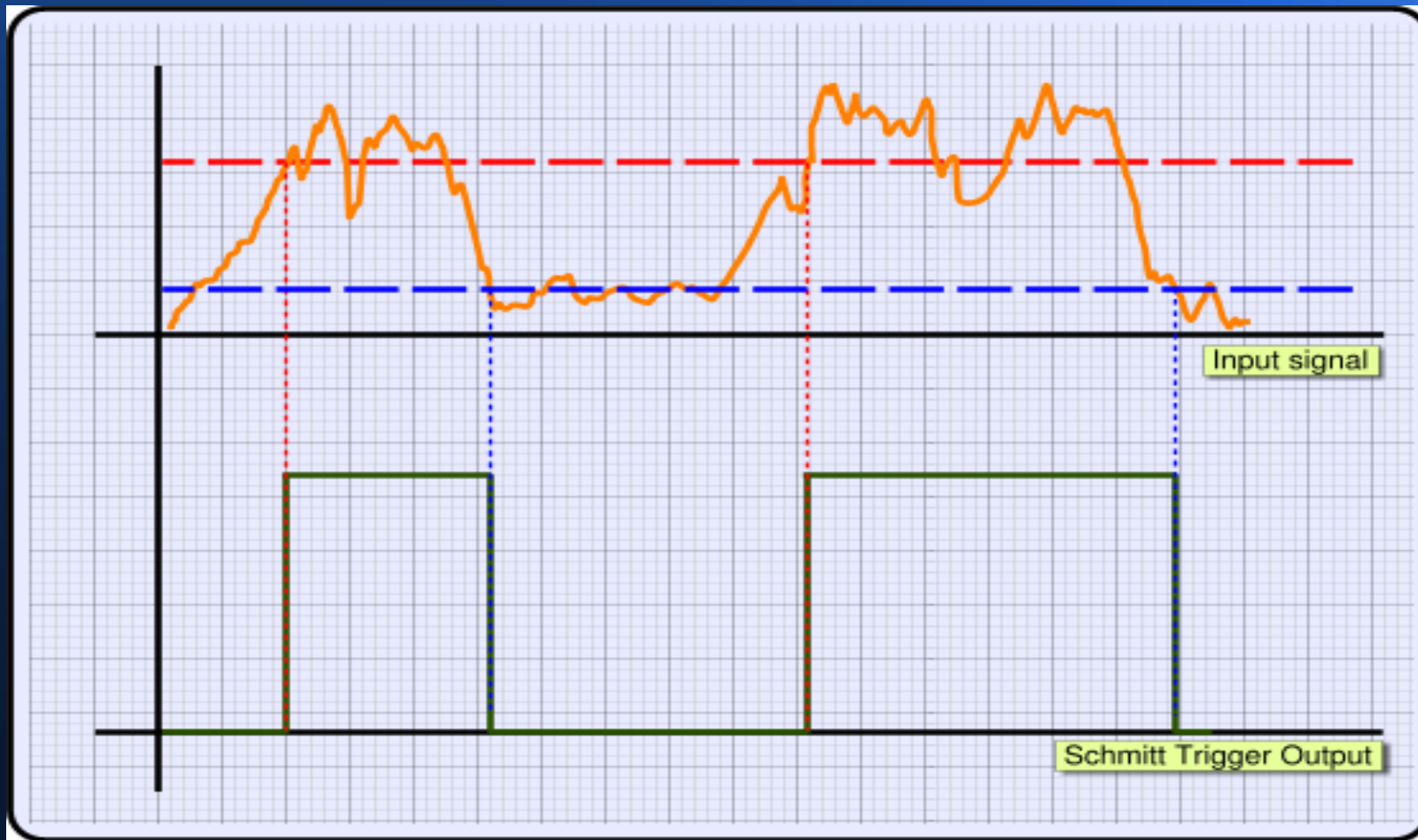


(74HC14, ...)

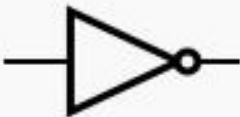




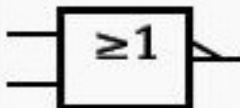

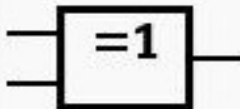
- Schmitt-trigger on piirin tulon ominaisuus
- Tulossa on hystereesi
- Kiellettyä jännitealuetta ei ole



Schmitt-trigger

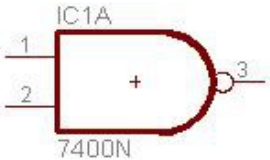
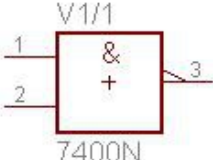
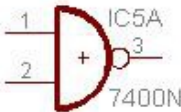
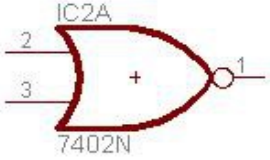
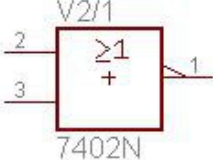
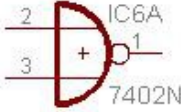

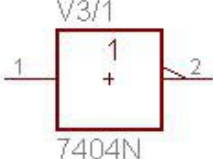
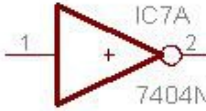
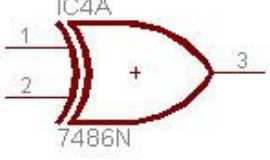
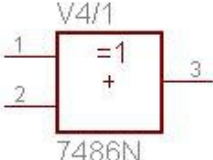



Piirrossymboleja

	ANSI	IEC/DIN
invertteri		
NAND		
NOR		
XOR		

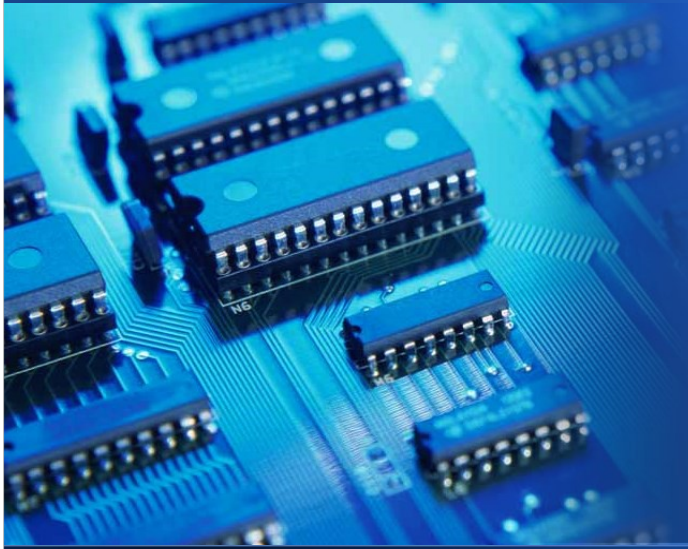


Piirrossymbolleja / Eagle

	ANSI (us)	IEC/DIN (din)	?? (eu)
NAND			
NOR			
invertteri			
XOR			



Digitaalitekniikan alkeiskurssi



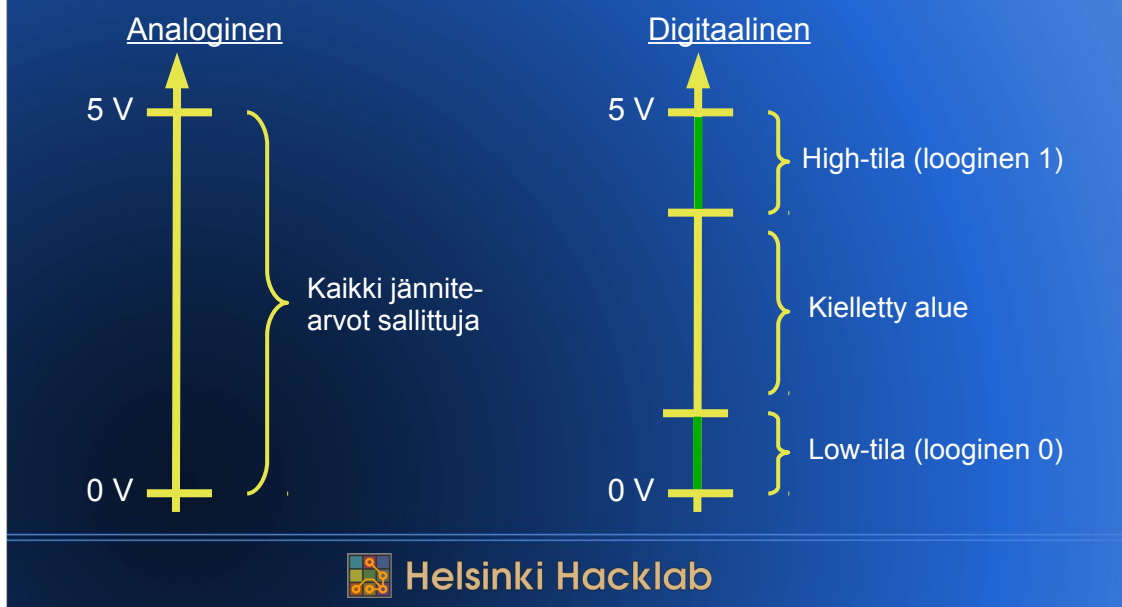
Perusteet



Helsinki Hacklab

Perusasioita digitaalipiireistä

Digitaalisuus?

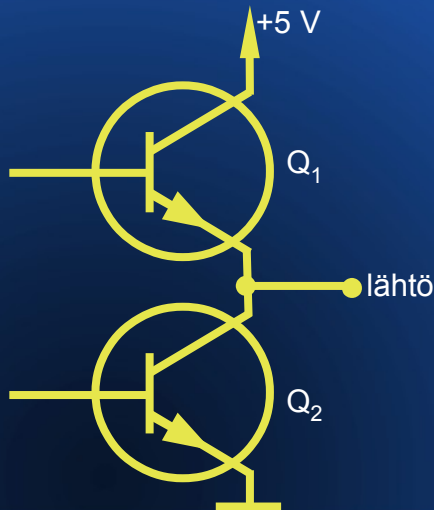


Analogisessa maailmassa kaikki jännitteet ovat sallittuja ja niillä on merkitys. Jos jännite on 0,3V niin se on eri asia kuin jos jännite on 0,4V.

Digitaalisessa maailmassa jännitearvot on jaettu kolmeen osaan: high-tila (H), low-tila (L) ja siinä välissä oleva kielletty alue. Jos jännite on 0,3V niin se on sama asia kuin jos jännite on 0,4V, molemmat edustavat L-tilaa.

Logiikkasopimus määrittelee, miten päin H- ja L-tilat vastaavat loogisia arvoja 0 ja 1. Yleensä $H=1$ ja $L=0$. Haluttaessa voidaan sopia toisinkin päin.

Toteemipaalulähtö



Q ₁	Q ₂	lähdön tila
off	on	Low
on	off	High
off	off	Hi-Z
on	on	(kielletty)



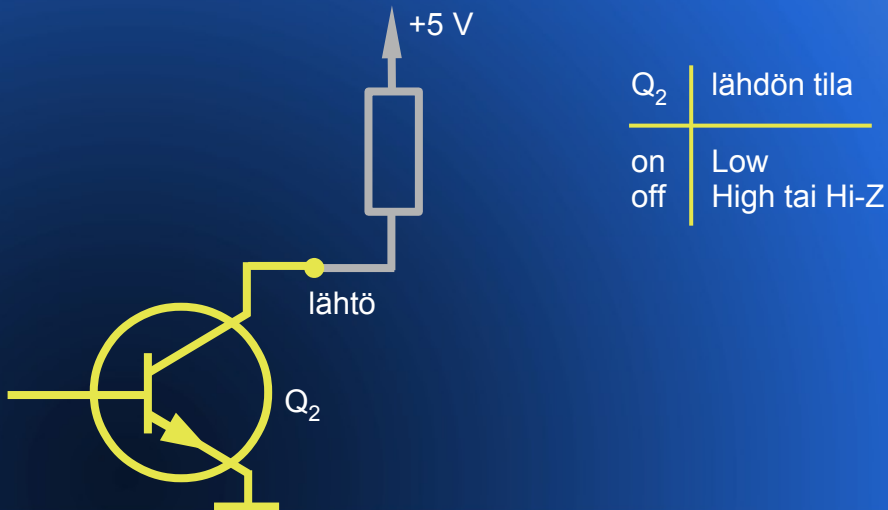
Helsinki Hacklab

Digitaalisen mikropiirin tyypillinen lähtöaste.
Päätetransistoreita ohjaavat piirit on jätetty
piirtämättä.

Tässä on piirretty TTL-piirin lähtöaste, CMOS-piirissä
transistoreiden tilalla on MOSFETit, mutta toiminta
on vastaava.

Tällä kytkennällä lähtö saadaan kolmeen tilaan
ohjaamalla transistoreita sopivasti: L-tila, H-tila ja
suuri-impedanssinen tila (Hi-Z), jolloin lähtö kelluu.
Neljäs tila, jossa molemmat transistorit johtaisivat
yhtä aikaa, on kielletty, ohjaava aste ei tuota tätä
yhdistelmää koskaan.

Avokollektorilähtö



Helsinki Hacklab

Toinen usein esiintyvä lähtöaste. Ylempi transistori puuttuu kokonaan ja alemman transistorin kollektori on tuotu "avoimena" ulos. Harmaalla piirretty osuus on mikropiirin ulkopuolella, ja voidaan kytkeä haluttaessa.

CMOS-piirissä transistorin tilalla on MOSFET, jolloin kyse on itse asiassa open drain -lähdestä, mutta toiminta on sama.

Avokollektorilähtö ei pysty ohjaamaan lähtöä aktiivisesti H-tilaan, eli ilman ylös vetoa lähtönästä jää kellumaan, kun ohjataan H-tilaan.

Totuustaulu

AND-portti



A	B	C
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

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



Helsinki Hacklab

Datalehdissä piirin toiminta esitetään usein totuustaulun (truth table) avulla. Totuustaulu kuvaa, miten piirin antojen tilat riippuvat ottojen tiloista.

Yleensä totuustaulu esitetään L- ja H-symboleilla, jolloin ei tarvitse ottaa kantaa logiikkasopimukseen. Kuvassa on esimerkki AND-portin totuustaulusta sekä L/H-esityksellä että 0/1-esityksellä olettaen positiivinen logiikkasopimus.

Totuustaulu

Kolmitilainen invertteri



E	A	B
L	L	H
L	H	L
H	X	Z



Helsinki Hacklab

Toinen esimerkki totuustaulusta.

X = don't care

Z = suuri-impedanssinen tila

Lähdön kolmitilaisuus (tri-state) tarkoittaa, että lähtö voi L- ja H-tilojen lisäksi olla suuri-impedanssisessa tilassa, jolloin lähtö kelluu, eli ei ole missään potentiaalissa. Tätä tilaa ohjataan yleensä erillisellä enable-inputilla.

Schmitt-trigger



- Schmitt-trigger on piirin tulon ominaisuus
- Tulossa on hystereesi
- Kiellettyä jännitealuetta ei ole

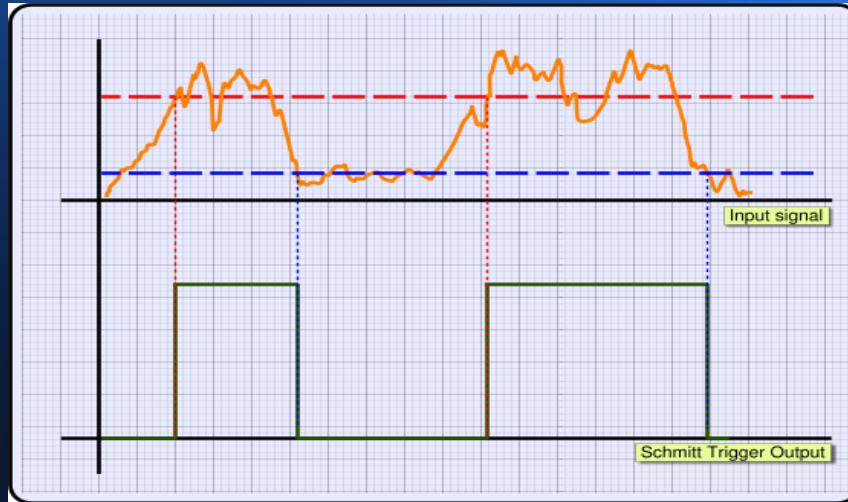


Helsinki Hacklab

Schmitt-trigger-tyyppisessä tulossa ei ole kiellettyä aluetta, eli se vaihtaa tilaa jyrkästi tietyllä tulojänniteen arvolla. Vaihtuminen tapahtuu eri jänniteellä eri suuntiin (hystereesi).

Schmitt-trigger on tulon ominaisuus ja voidaan toteuttaa minkä tahansa piirin tuloon. Käytetään yleisimmin invertterien ja NAND-porttien yhteydessä.

Schmitt-trigger




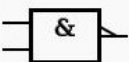

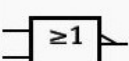

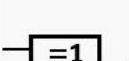


Helsinki Hacklab

Schmitt-triggerin käyttö siistimään tulosignaalia. Vaikka signaali sisään heiluu epämääräisesti, ulos saadaan siistejä tilanvahtoja.

Triggerin alempi ja ylempi liipaisutaso on merkitty sinisellä ja punaisella katkoviivalla. Vaikka signaali heiluu liipaisutason molemmiin puolin, lähtösignaali ei muutu, ennen kuin päästään toiselle tasolle saakka.

Piirrossymboleja

	ANSI	IEC/DIN
invertteri		
NAND		
NOR		
XOR		



Helsinki Hacklab


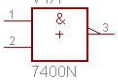
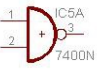
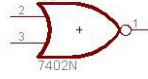
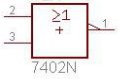
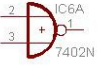
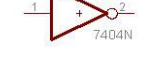

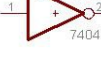

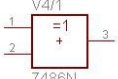

Digitaalipiirien piirtämiseen on kolme eri standardia. Kuvassa muutama perusportti kullakin tavalla, kuvat Eaglen kirjastoista (us, din, eu).

ANSI on amerikkalaisten käyttämä tapa, ja sitä käytetään yleensä datalehdissä ja netin kytkentäkaavioissa.

IEC/DIN on toinen standardi samalle asialle. Monimutkaisten piirien esittämisessä tämä on selkeämpi kuin ANSI.

Viimeinen on nykyään harvinainen (eurooppalainen?) piirrostapa, johon voi törmätä joissakin vanhoissa kytkentäkaavioissa.

Piirrossymboleja / Eagle

	ANSI (us)	IEC/DIN (din)	?? (eu)
NAND			
NOR			
invertteri			
XOR			



Helsinki Hacklab

Digitaalipiirien piirtämiseen on kolme eri standardia. Kuvassa muutama perusportti kullakin tavalla, kuvat Eaglen kirjastoista (us, din, eu).

ANSI on amerikkalaisten käyttämä tapa, ja sitä käytetään yleensä datalehdissä ja netin kytkentäkaavioissa.

IEC/DIN on toinen standardi samalle asialle. Monimutkaisten piirien esittämisessä tämä on selkeämpi kuin ANSI.

Viimeinen on nykyään harvinainen (eurooppalainen?) piirrostapa, johon voi törmätä joissakin vanhoissa kytkentäkaavioissa.