



Aalto-yliopisto  
Sähkötekniikan  
korkeakoulu

# ELEC-C1110

# Automaatio- ja systemitekniikan perusteet

Luento 1

Joni Pajarinen

15.1.2024



Aalto-yliopisto  
Sähkötekniikan  
korkeakoulu

# Luento 1

- Kurssijärjestelyt
- Mitä on automaatio- ja systeemitekniikka?
  - Automaatiotekniikka
  - Systeemitekniikka
- Mihin automaatiota voi soveltaa?
- Mitkä ovat automatisoidun systeemin päätyypit?
- Seuraava luento

# Kurssijärjestelyt

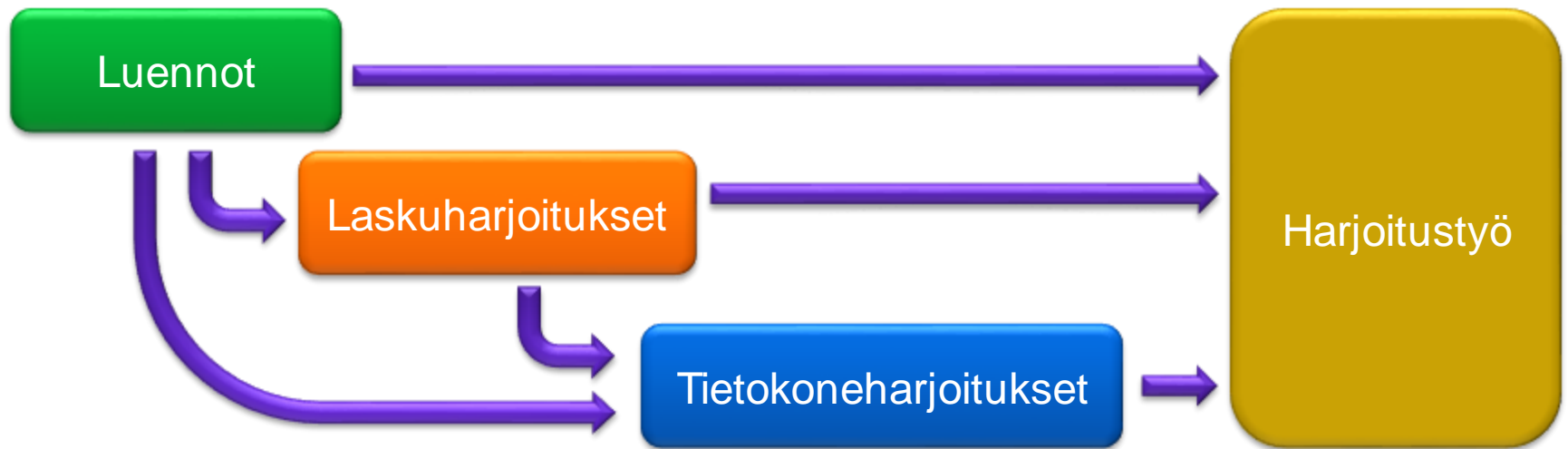
# Kurssijärjestelyt: Henkilökunta

- Vastuunopettaja: Joni Pajarinen
- Pääassistentti: Henrik Toikka
- Assistentit: Ilja Adel, Hanno Lehtiniemi, Lauri Nikula, Mikhail Romanov, Aiki Honda, Seem Hyry, Benjamin Lee

# Kurssijärjestelyt

- Pääallekkäisen tiedon välttämiseksi, kaikki kurssijärjestelyihin liittyvät asiat on keskitetty MyCourses sivulle
  - Luennot
  - Laskuharjoitukset
  - Tietokoneharjoitukset
  - Harjoitustyöt
  - Tentti
- Ks. MyCourses sivu

# Kurssin tapahtumat



# Automaatio- ja systeemitekniikka?

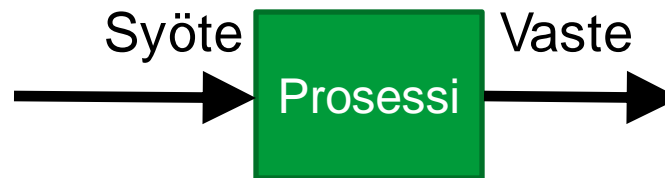
# Automaatiotekniikka

- *Αυτόματο* (automato, kreikkaa) = itsetoimiva
- Toiminta ilman ihmisen ohjaavaa tai suorittavaa osuutta
- Automaattisesti eli itsestään toimiva kone tai laite  
→ automaatti
- Automaatiotekniikka = tekniikkaa, joilla laitteet saadaan toimimaan automaattisesti
- Automaatio ei aina edellytä elektroniikkaa  
<http://www.youtube.com/watch?v=C7oSFNKIIaM>



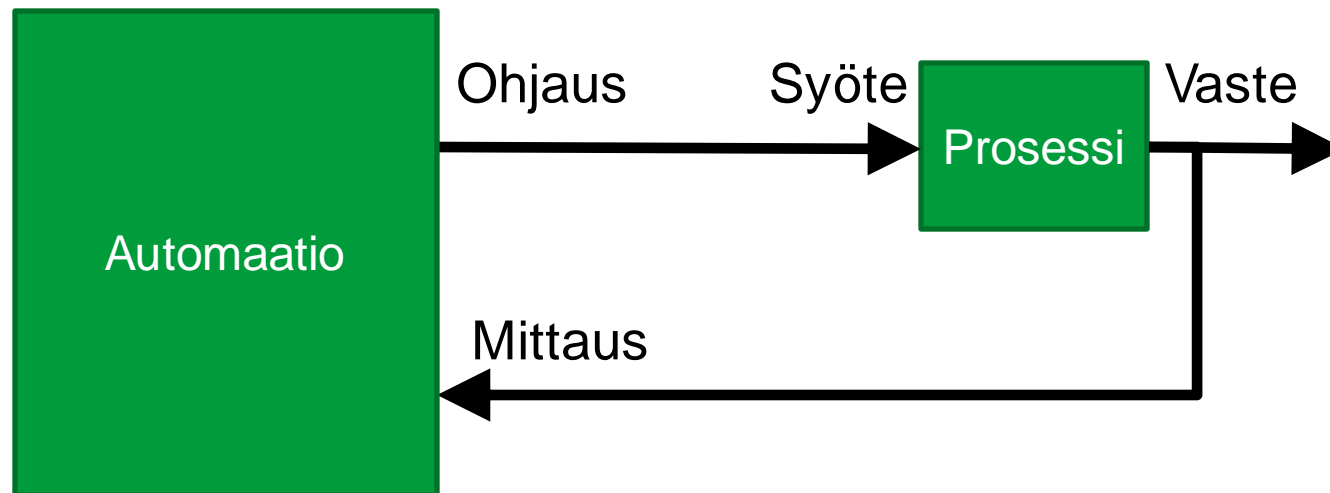
# Automaatiotekniikka

- Prosessi = fysikaalinen järjestelmä



# Automaatiotekniikka

- Prosessi = fysikaalinen järjestelmä
- Automaatio = tapa saada prosessi toimimaan halutulla tavalla ilman ihmisen suoranaista vaikutusta



# Automaatiotekniikka

- Automaatio toteutetaan nykyisin käyttäen
  - Tietotekniikkaa (digitaalisia mikroprosessoreita)
  - Antureita ja aistimia
  - Toimilaitteita
  - Menetelmiä ja algoritmeja, jotka realisoivat automaattisten toimintojen vaatiman ”älyn”

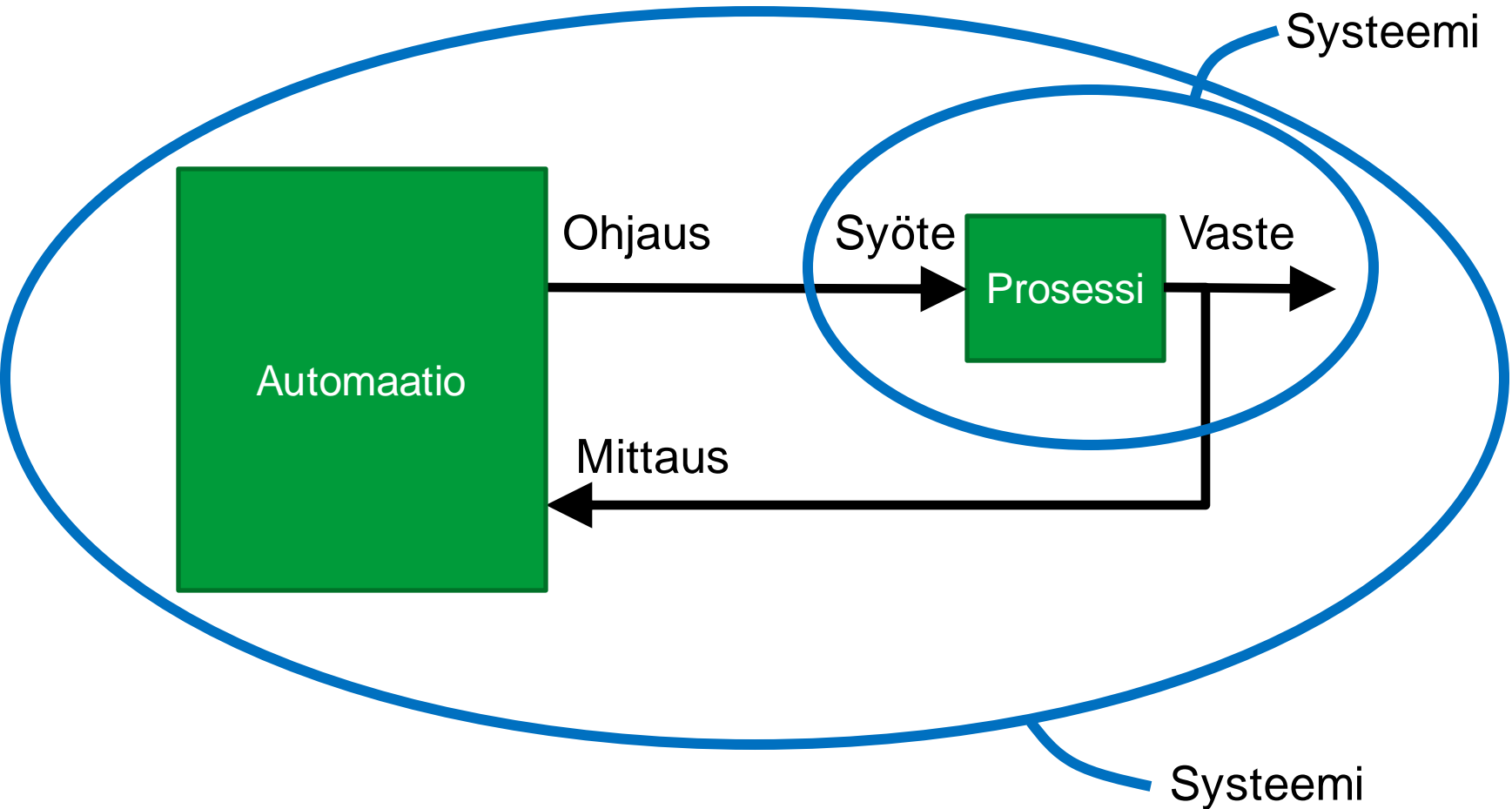
# Teollisuusautomaatio

- Tuotantoprosessien ja yksittäisiin koneisiin ja laitteisiin liittyvän toiminnan
  - valvontaa
  - ohjausta
  - optimointia ohjausteknisin menetelmin
  - sekä tarvittavien **automaatiolaitteiden** ja **–järjestelmien** kehitystä
- Automaatiotekniikkaa sovelletaan kuitenkin paljon myös tehtaiden ulkopuolella

# Systemiteknikka

- Systemi = keskenään vuorovaikuttavien tai riippuvien elementtien kokonaisuus
  - Fysikaalinen systemi
  - Termodynaaminen systemi
  - Sähköpiiri
  - Robotti
  - Robotin yksittäinen moottori
  - Mikrosystemi
  - Tehtaan tuotantoprosessi
  - Jne.

# Systemiteknikka



# Systemiteknikka

- **Oppi dynaamisista järjestelmistä ja niiden ohjaamisesta**
  - Mallinnus
    - Fysiikkayhtälöihin perustuva malli
    - Black-box malli
    - Stokastinen malli
  - Sääto
  - Simulointi
  - Optimointi
-

# Systemeemit

- Järjestelmien skaala vaihtelee
  - laajat kokonaisuudet, esim. tuotantotehtaat
  - pienet järjestelmät, esim. kotiautomaatio, robotti
- Systemeemit voivat olla poikkiteknisiä
  - mekaniikkaa
  - prosessikemiaa
  - biologiaa
  - tietoliikennettä
  - tekoälyä



# Automaation sovelluksia

- a. Prosessiteollisuus ja energiantuotanto
- b. Kappaletavarateollisuus
- c. Yksittäiset koneet ja laitteet

# Automaation sovelluksia: Prosessiteollisuus ja energiantuotanto

- Tärkeimmät prosessiteollisuuden alat
  - Puunjalostus
  - Kemian teollisuus
  - Kaivosteollisuus
  - Metallien perusteollisuus
  - Elintarviketeollisuus
- Energiahuollon prosessit ja laitteistot
  - Sähkö- ja lämpölaitokset
  - Sähkönjakelujärjestelmät
  - Lämpö- ja kaasuverkostot
  - Öljyntuotantolaitteistot

# Automaation sovelluksia: Prosessiteollisuus ja energiantuotanto



# Automaation sovelluksia/prosessi: Paperikone



# Automaation sovelluksia/energia: Ydinvoimala



# Automaation sovelluksia: Kappaletavarateollisuus

- Tärkeimmät kappaletavaratuotannon alat
  - Konepajateollisuus
  - Sähkö- ja elektroniikkateollisuus
  - Mekaaninen puunjalostus
  - Tekstiiliteollisuus
  - Graafinen teollisuus

# Automaation sovelluksia: Kappaletavaraoteollisuus

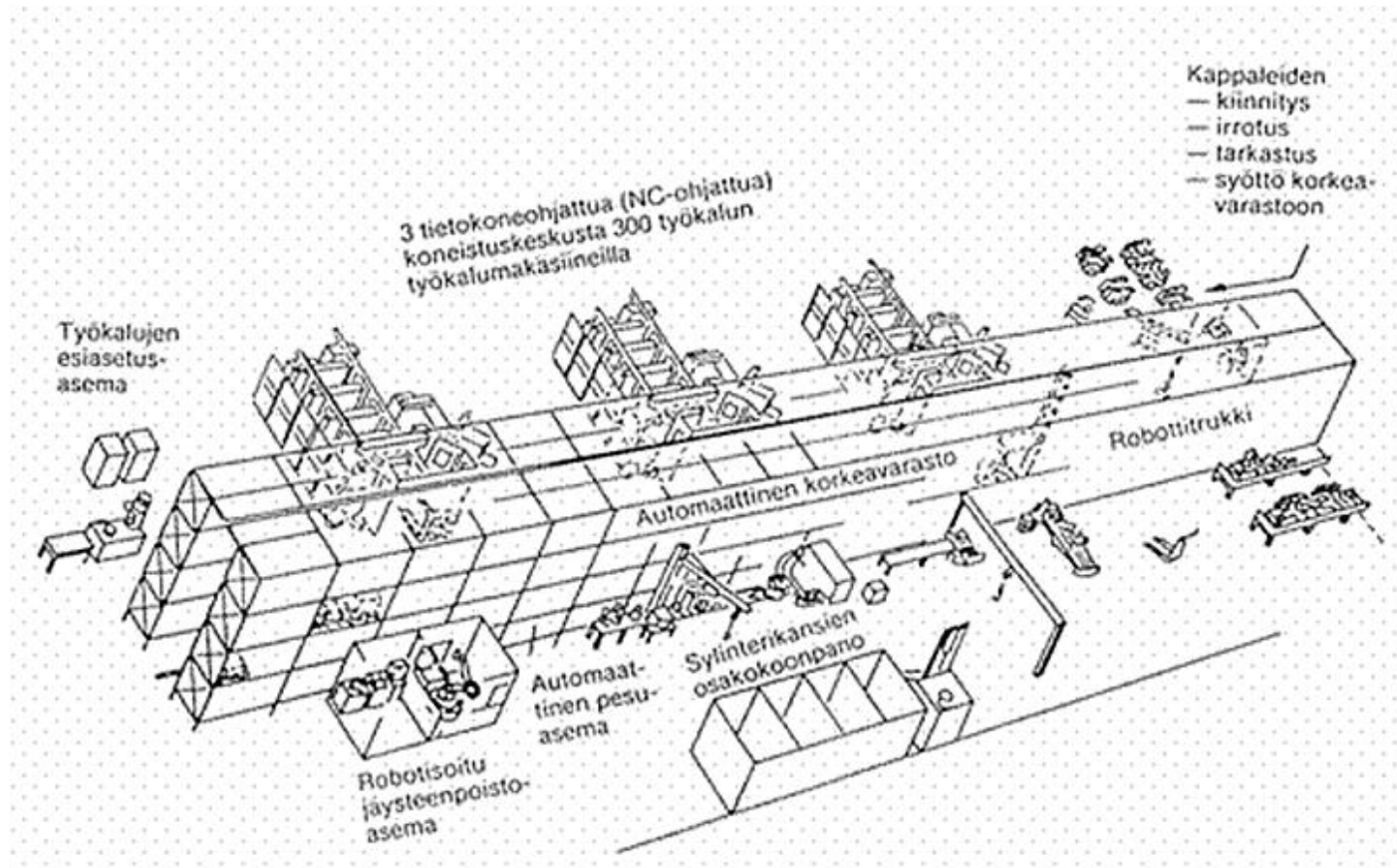




[https://www.youtube.com/watch?v=P7fi4hP\\_y80](https://www.youtube.com/watch?v=P7fi4hP_y80)



# Automaation sovelluksia: Kappalevarateollisuus



# Automaation sovelluksia: Yksittäiset koneet ja laitteet

- Robotit
- Teollisuuden työstö- ja työkoneet
- Rakennus- ja maataloustyökoneet
- Kaivostyökoneet
- Liikennevälineet
- Asejärjestelmät
- Avaruuslaitteet
- jne. jne. jne.

# Automaation sovelluksia/koneet: Moderni metsätyökone



# Automaation sovelluksia/koneet: Autonomisesti liikkuva kaivoskone



# Automaation sovelluksia/koneet: Autonominen auto



- <http://www.youtube.com/watch?v=cdgQpa1pUUE>

# Automaation sovelluksia/koneet: Neliraajarobotti Boston Dynamics Spot



- <https://youtu.be/wlkCQXHEgjA>
- <https://youtu.be/1AhLzMMn-G8>

# Muita automaatio- ja systeemitekniikkaan liittyviä tekniikan aloja

- Tietotekniikka
- Tietoliikennetekniikka
- Sähkötekniikka ja elektroniikka
- Mittaustekniikka
- Kemian tekniikka
- Konetekniikka ja mekatroniikka
- Signaalinkäsittely
  - Signaalin suodatus
  - Konenäkö

# Tietoliikenteen ja ICT:n merkitys automaatiassa

- Laajoja järjestelmiä, jotka kommunikoivat tietoverkon yli
  - Sähköverkot
- Langattomia järjestelmiä
  - Rakennusautomaatio
- Luotettavuus
- Tehokkuus
- Tietoturva



# Systemitekniikka

# Automaation päätyypit

## Avoin järjestelmä

Ajastin määrittää  
käynnissäoloajan



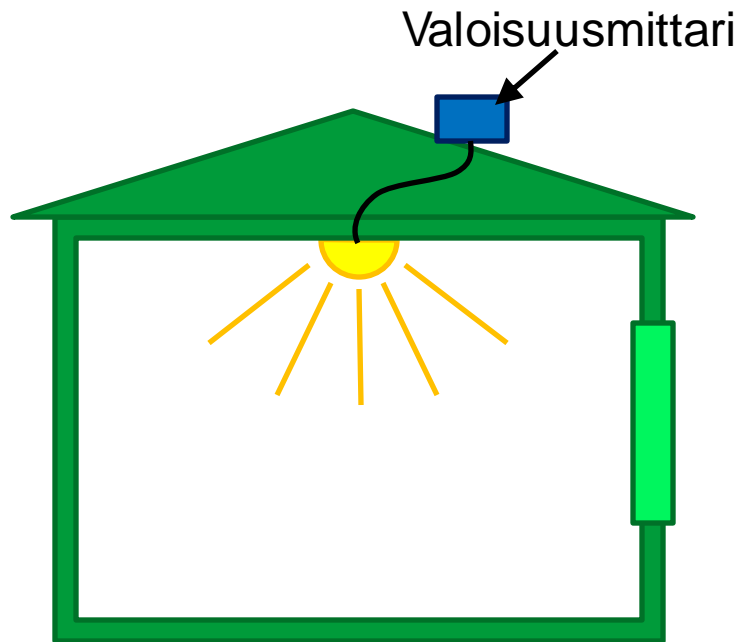
## Suljettu järjestelmä

Ruokaa mittaava lämpömittari  
kertoo, milloin lämmitys  
lopetetaan

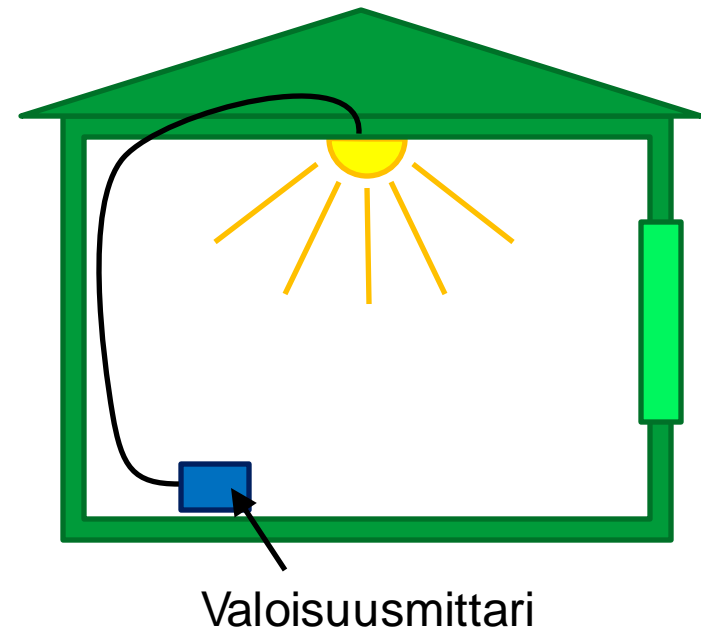


# Automaation päätyypit

## Avoin järjestelmä



## Suljettu järjestelmä

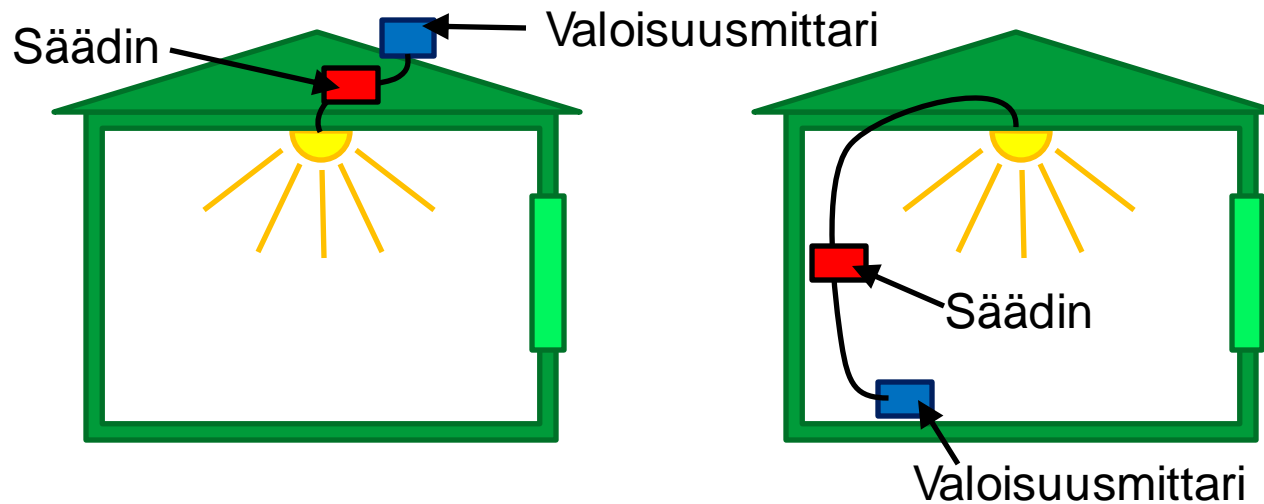


# Takaisinkytkentä

- Mittaus ohjattavasta prosessista
- Mitataan ohjauksen aiheuttamaa reaktiota
- Korjataan tarpeen mukaan ohjausta
- Osa suljettua järjestelmää

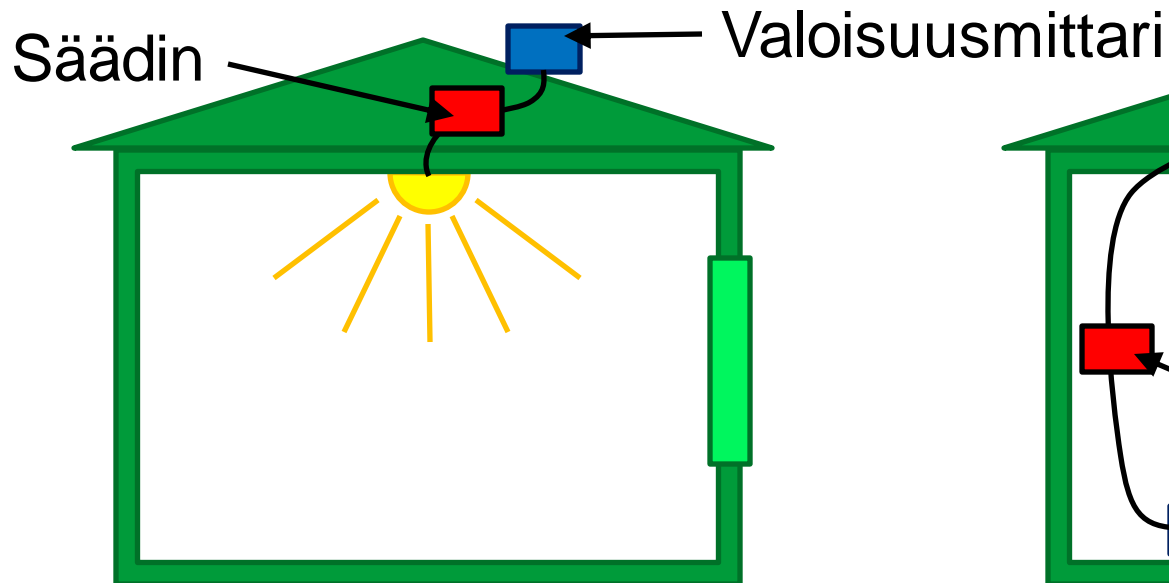
# Säätö

- Millainen syöte tarvitaan prosessiin, jotta saadaan haluttu vaste → **säädin**
- Takaisinkytkennän avulla voidaan tarkkailla vastetta ja muuttaa prosessin syötettä vastaavasti

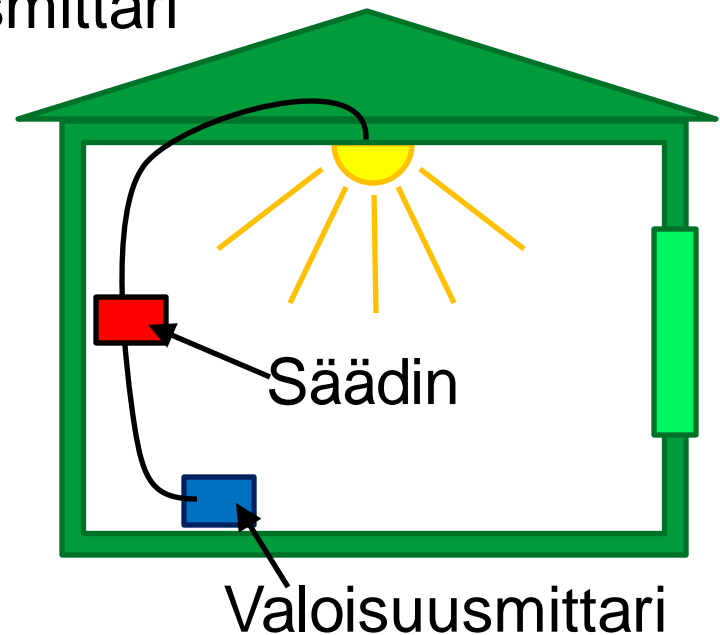


# Säätö

## Avoin järjestelmä

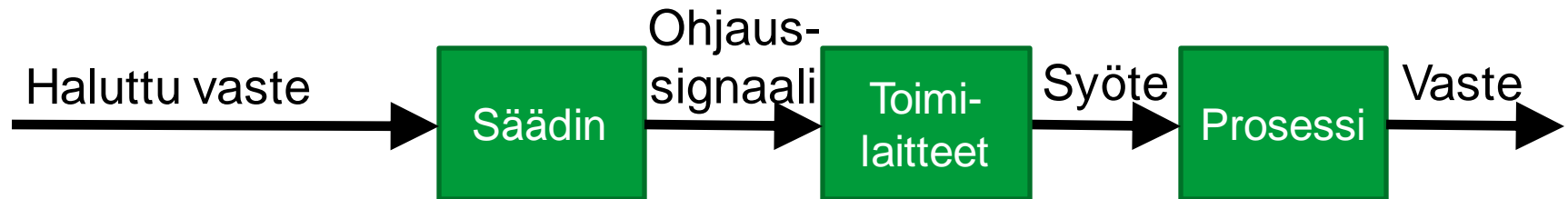


## Suljettu järjestelmä



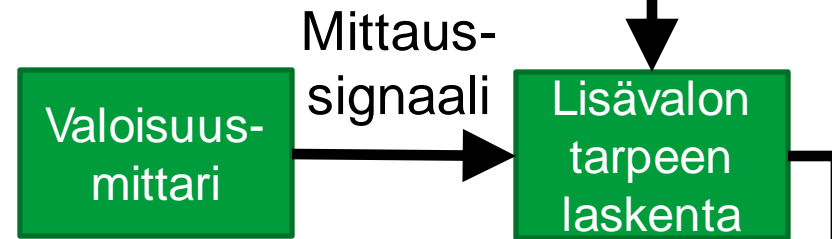
# Avoin järjestelmä

- Prosessiin vaikutetaan toimilaitteilla
- Toimilaitteita ohjaa säädin, joka tuntee syötteen ja vasteen välisen suhteen

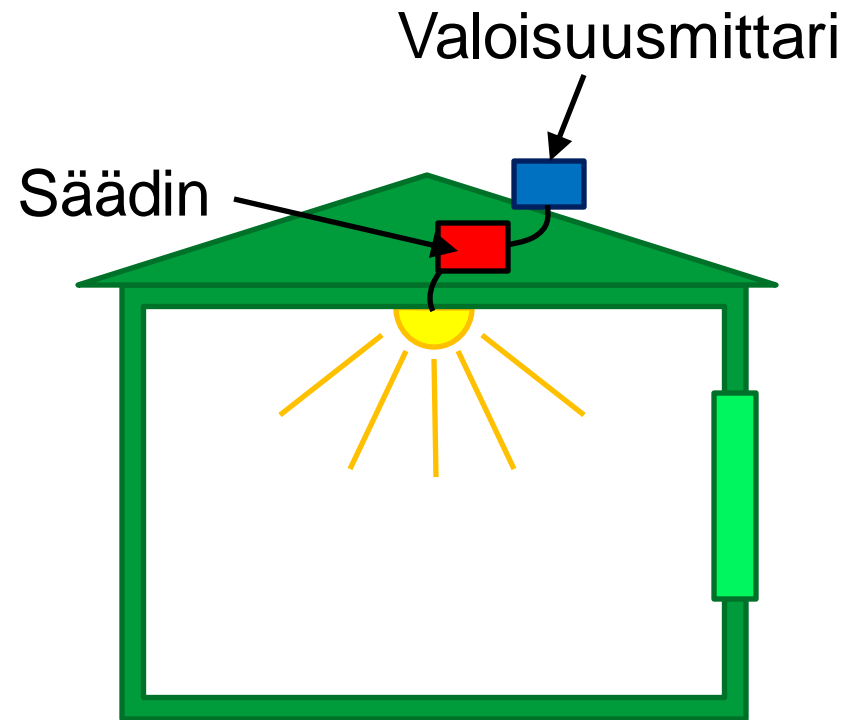
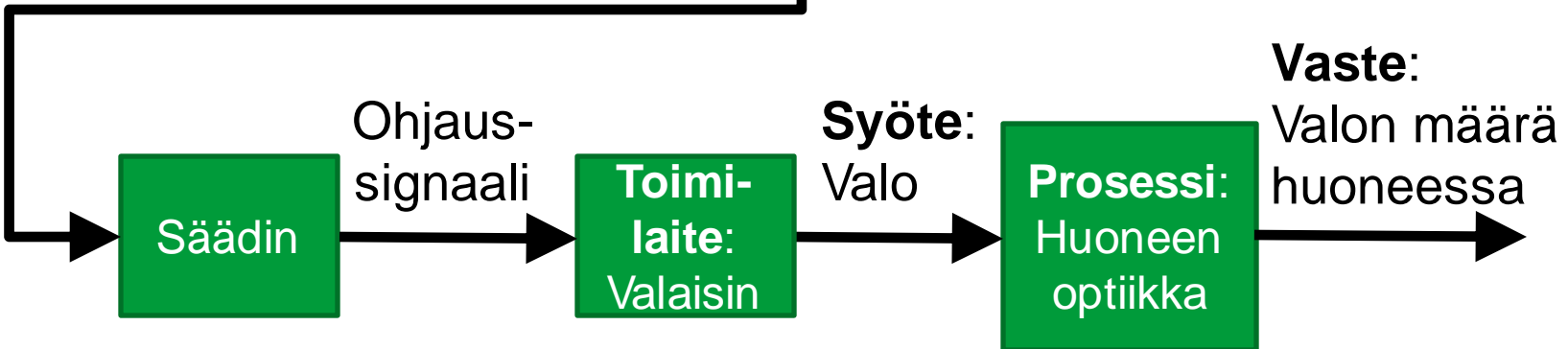


# Avoin järjestelmä

Haluttu valoisuus huoneessa



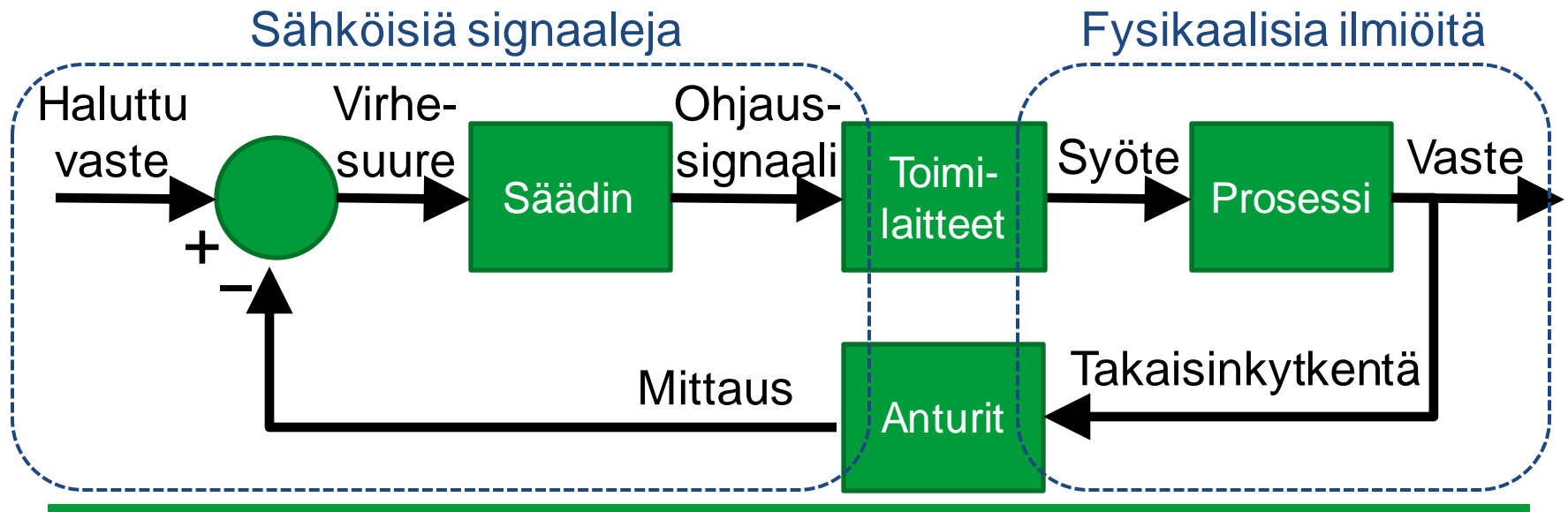
Haluttu vaste





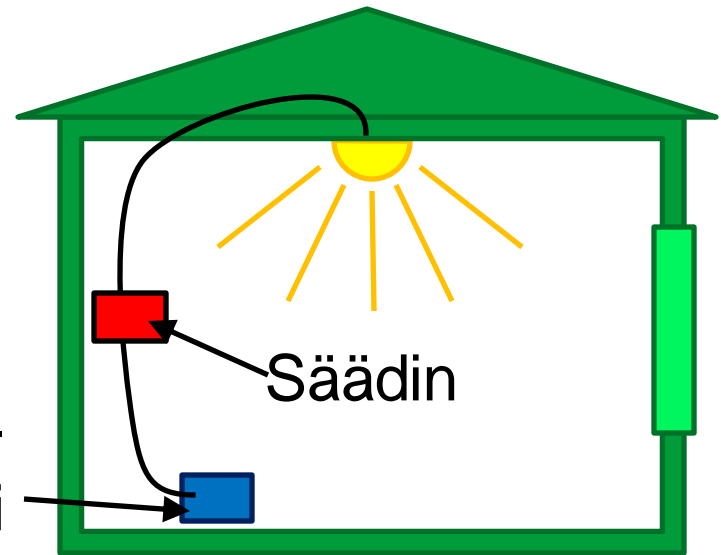
# Suljettu järjestelmä

- Mittaus ohjattavasta prosessista
- Mitataan ohjauksen aiheuttamaa reaktiota
- **Takaisinkytkentä**
  - Erityisesti negatiivinen takaisinkytkentä



# Suljettu järjestelmä

Haluttu valoisuus huoneessa



Valoisuusmittari

Säädin

**Vaste:**

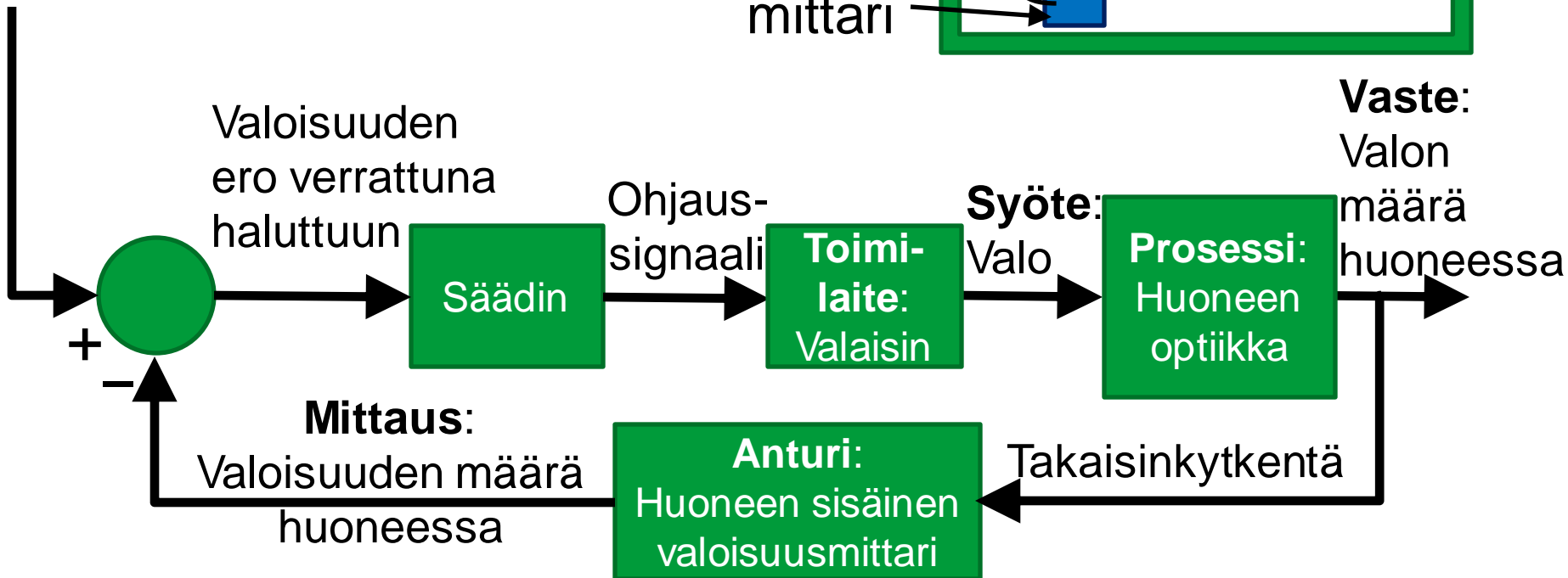
Valon määrä huoneessa

Valoisuuden ero verrattuna haluttuun

Ohjaus-signaali

**Syöte:**

Valo



Säädin

Toimilaite:  
Valaisin

Prosessi:  
Huoneen optikka

**Mittaus:**

Valoisuuden määrä huoneessa

**Anturi:**

Huoneen sisäinen valoisuusmittari

Takaisinkytkentä

# Avoin vai suljettu järjestelmä?

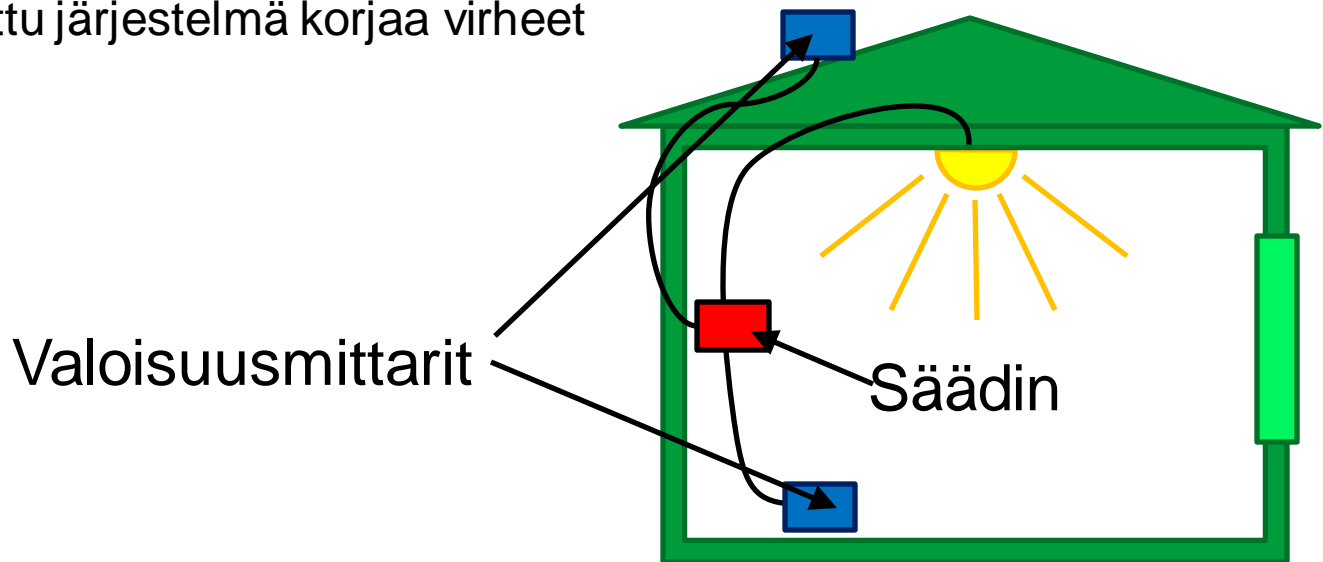
- Avoin järjestelmä
  - Vaatii tarkan mallin prosessista
    - Mikä on syötteen ja vasteen suhde
  - Joskus teknisesti helpompi toteuttaa käytännössä
  - Joskus ainoa vaihtoehto
    - Esim. matkapuhelimen näytön kirkkaus: suljettu järjestelmä vaatisi mittausta laitteen ulkopuolelta

# Avoin vai suljettu järjestelmä?

- Suljettu järjestelmä
  - Voi toimia vaikka prosessin malli olisi epäideaalinen
  - Pystyy korjaamaan myös odottamattomia tilanteita ja vikatilanteita
    - Esim. huone-casessa: suljetut verhot vaikuttavat sisätilan valoisuuteen ilman, että ulkona oleva mittari sitä huomaa
  - Käytännössä kaikki teollisuusautomaatio
  - Kaikki automaatio, aina kun mahdollista

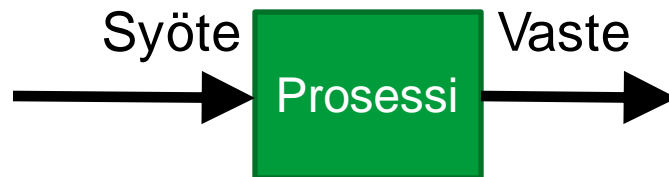
# Avoin vai suljettu järjestelmä?

- Hybridi
  - Käytännössä kaikki monimutkaiset järjestelmät yhdistelmä avointa ja suljettua järjestelmää
    - Avoin järjestelmä mahdollistaa ennakoimisen
    - Suljettu järjestelmä korjaa virheet



# SISO ja MIMO

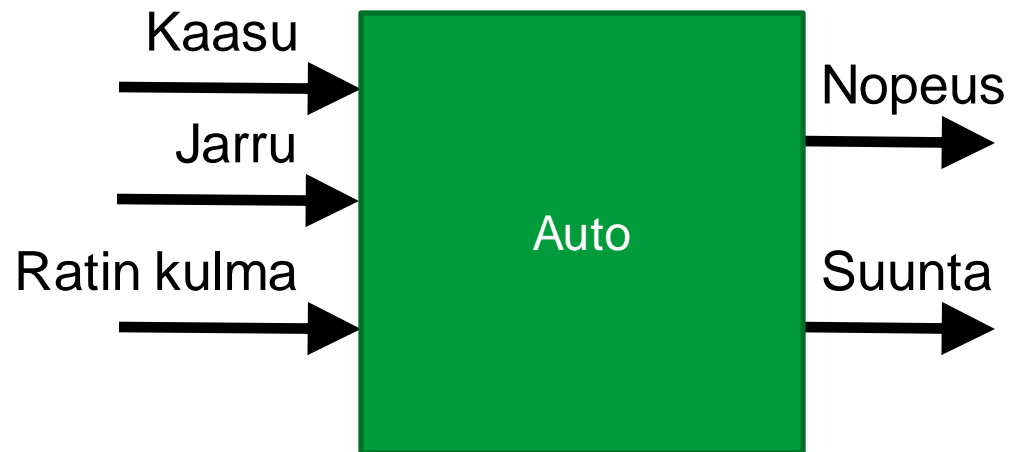
- SISO: Single Input Single Output



- MIMO: Multiple Input Multiple Output



# Esimerkki MIMO-prosesseista: Auto



# Seuraava luento

- Ensi viikolla käsitellään dynaamista mallintamista lähtien differentiaaliyhtälöistä

