

## 2. Sistemi za avtomatsko vodenje in njihovi gradniki



- Nekateri pojmi, ki so ključni za razumevanje sodobne avtomatike
  - sistem, proces
  - vodenje, principi vodenja
- Pregled gradnikov sistemov za avtomatsko vodenje
  - merilni, izvršni sistemi, računalniški sistemi za vodenje
- Nivoji vodenja
- Načrtovanje sistemov za avtomatsko vodenje

### 2.1 Sistemski pristop



- Način analize in reševanja problemov, ki temelji na obravnavi sistemov
- Najširši konceptualni okvir za reševanje problemov vodenja
  - razumevanje procesov, ki jih avtomatiziramo
  - obvladovanje splošnih principov vodenja
  - obvladovanje splošnih tehnik načrtovanja in izgradnje tehničnih sistemov

# Sistem



- Wikipedija:
  - **Sistém** (iz latinskega *systema*, in prej grškega σύστημα (*sustēma*)) je načrt, red, urejena celota kake doktrine. V znanosti je **sistem** tudi sestav preprostejših delov, ki je dovolj ločen od okolice.
  - Beseda izhaja iz glagola *sunístemi*, ki pomeni združevati, spajati skupaj
- Urejena tvorba, ki predstavlja nasprotje naključnosti ali kaosa
- Različne definicije

# Sistem



## Definicija 1:

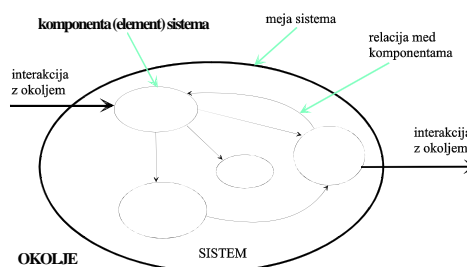
- Sistem je množica elementov, ki so medsebojno povezani in delujejo kot celota.

## Definicija 2:

- Sistem je množica elementov, ki imajo medsebojne relacije in relacije z okoljem.

## Bistvo:

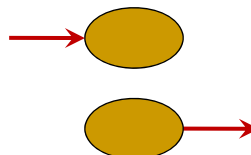
- Sistem predstavlja več kot zgolj vsoto posameznih komponent.



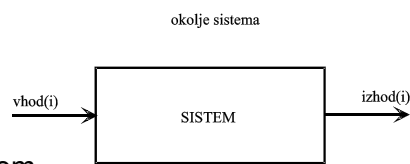
## Relacije – interakcije z okoljem



- Relacije (iterakcije)
  - izmenjava snovi, energije, informacije
  - **vhodi** v sistem
    - ponazarjajo vpliv na sistem
  - **izhodi** iz sistema
    - ponazarjajo vpliv na okolje



- Vhodno-izhodni prikaz sistema
  - ne zanima nas notranja struktura
  - zanima nas odvisnost med vhodi in izhodi ter povezanost sistema z okoljem



## Klasifikacija sistemov



- Naravni – rezultat naravnega procesa
  - človek, žival, rastlina, galaksija
- Umetni – rezultat človekovega dela
  - hiša, avto, žerjav
- Fizični – ureditev materije, energije, prostora
  - žival, hiša
- Konceptualni – organizacija idej
  - zakonodaja, volilni sistem, idejni načrt

## Klasifikacija sistemov /2



- Statični – struktura brez sprememb
  - most, stol
- Dinamični – struktura, v kateri se dogajajo spremembe
  - generator, toplotni izmenjevalnik
- Odprti – velika interakcija z okoljem
  - rastlina, podjetje
- Zaprti – majhna interakcija z okoljem
  - ladja, samostan

## Klasifikacija sistemov /3

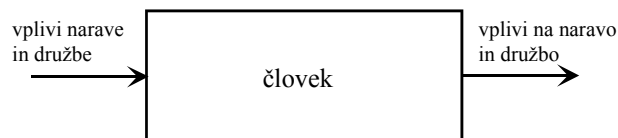


- Enostavni – majhno število komponent, enostavne povezave
  - atom, molekula
- Kompleksni – veliko število komponent, zapletene povezave
  - človek, družba

## Primeri sistemov



- Človek kot sistem

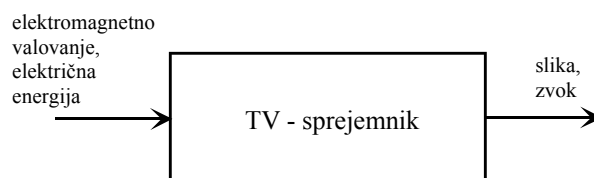


- Vhodi:
  - vplivi narave in družbe na človeka
- Izhodi:
  - človekov vpliv na naravo in družbo
- Klasifikacija:
  - naravni, fizični, dinamični, odprti, kompleksni

## Primeri sistemov



- TV - sprejemnik kot sistem



- Vhodi:
  - električna energija, televizijski signali v obliki elektromagnetnega valovanja
- Izhodi:
  - slika in zvok
- Klasifikacija:
  - umetni, fizični, dinamični, odprti, srednje enostavni



## Proces

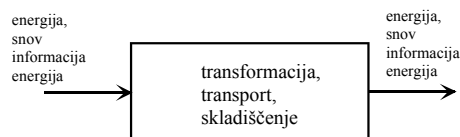
- Latinski izvor, *procedere* pomeni napredovati
  - nek potek, postopek ali dogajanje.
- Povzroči spremembo stanja v sistemu
  - ključna komponenta je čas, saj samo na osnovi opazovanja nekega sistema v različnih časovnih trenutkih lahko opazimo spremembo stanja
- Vrste procesov
  - naravni proces
  - politični proces
  - organizacijski proces
  - psihološki proces
  - tehnični procesi



## Proces /2

Definicija:

- Tehnični proces je skupek soodvisnih potekov v nekem sistemu, ki rezultirajo v transformaciji, transportu ali skladiščenju materije, energije ali informacije.

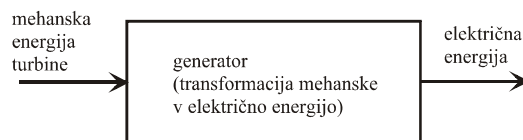


- Sistemi in procesi
  - sistem je okvir, v katerem potekajo procesi
  - proces je vsebina sistema
  - sistem, v katerem potekajo procesi, je **dinamični sistem**

## Sistemi, procesi in avtomatika



- V okviru avtomatike nas zanimajo predvsem sistemi, katerih bistvo je, da omogočajo nek proces
  - ciljno usmerjeni dinamični sistemi
- Primeri
  - proizvodnja, centralno ogrevanje stavbe, ladja, električni generator



## Sistemska teorija



- Proučevanje sistemov
  - naletimo na pojave, ki so skupni različnim vrstam sistemov
- Abstrakten zapis pojavov
  - matematični opis
- Sistemska teorija je množica konceptov, ki so uporabni za vse sisteme
  - splošna teorija sistemov
  - kibernetika
  - teorija avtomatov
  - teorija vodenja
  - teorija informacij
  - ...
  - računalništvo
  - informatika
  - simulacija

## Splošna teorija sistemov



- Najbolj univerzalna med naštetimi področji
  - bolj kot k neposredno uporabnim rezultatom pripomore k načinu razmišljanja
  - proučevanje **povezav namesto izoliranih pojavov**
- Osnova je opredelitev in proučevanje skupnih značilnosti sistemov
  - množica relacij, ki vključujejo energijo, snov, informacijo
  - množica notranjih relacij, ki omejujejo spremenljivost sistema
  - množica omejitev, ki definirajo, kaj je v sistemu in kaj je izven njega
  - vztrajnost sistema – upira se spremembam
  - ravnotežni procesi sistema
  - vodenje, ki teži k ohranjanju integritete sistema

## Teorija vodenja



- Teorija vodenja je del systemske teorije
  - bolj konkretna od splošne teorije sistemov
  - izhaja iz uporabne matematike
  - ukvarja se s principi, metodami in postopki za vodenje sistemov s ciljem reševanja osnovnih problemov vodenja
- Osnova avtomatike
  - potrebujemo ustrezne matematične formulacije sistema ter ostalih za vodenje potrebnih informacij
  - nato je ob določenih dodatnih pogojih možno izračunati postopek odločanja, ki bo sistem pripeljal do zelenega cilja



## 2.2 Vodenje

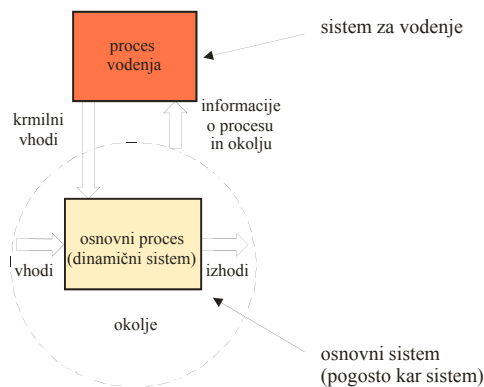


- Vodenje je proces znotraj sistema
- Omejimo se na
  - dinamične sisteme, torej sisteme z notranjimi procesi (aktivnostmi), pri katerih je sedanje stanje odvisno od preteklih stanj in na
  - ciljno usmerjene sisteme, katerih delovanje ima za človeka nek cilj ali smisel
- Definicija:
  - vodenje je proces, s katerim vplivamo na delovanje (obnašanje) sistema z namenom, da dosežemo nek zastavljeni cilj

## Vodenje in sistem vodenja



- Iz osnovnega procesa in njegovega okolja izdvojimo proces vodenja
- Dobimo dva sistema
  - osnovni sistem
  - sistem za vodenje



## Primer: vodenje pralnega stroja



Sistem: pralni stroj ← cilj: čisto perilo



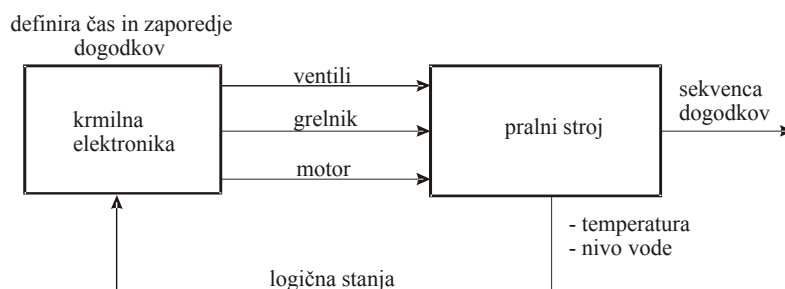
Proces: pranje

Sistem za vodenje: krmilna elektronika



Proces vodenja: ← faze, zaporedje faz  
vklapljanje/izklapljanje  
grelnika, motorja;  
odpiranje/zapiranje ventilov

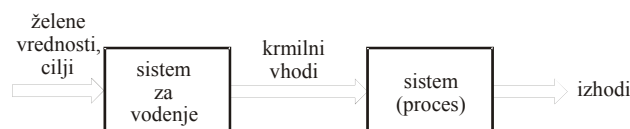
## Primer: vodenje pralnega stroja



## Princip vodenja



- Odprto-zančno vodenje
  - prevladujoč princip v prejšnjem primeru



- Sistem vodimo, ne da bi preverjali, če se dejansko obnaša tako, kot smo predvideli
  - povratne informacije v obliki logičnih stanj vplivajo le na začetek ali konec posameznih faz, ne pa tudi na potek dogajanja znotraj faze

## Primer: uravnavanje temperature v človeškem telesu (poenost.)



Sistem: telo



Proces: fiziološki procesi

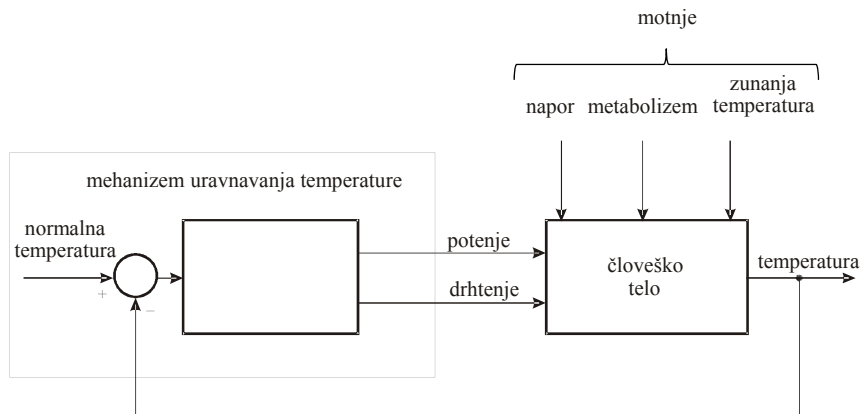
Sistem za vodenje: živčni sistem



Proces vodenja: uravnavanje temperature ←

normalna temperatura

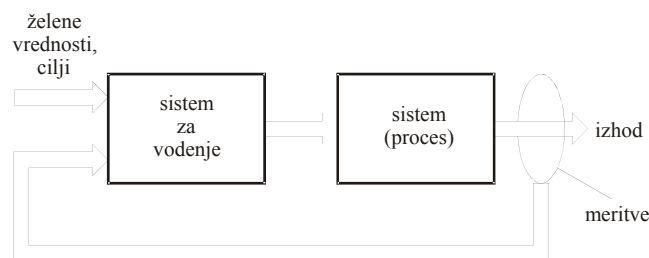
## Primer: uravnavanje temperature v človeškem telesu



## Princip vodenja



- Zaprto-zančno vodenje



- Sistem vodimo glede na razliko med želenim in dejanskim obnašanjem
  - za uspešno vodenje moramo v sistem za vodenje vgraditi informacijo o tem, kako sistem reagira na določen vhod – informacija o lastnostih sistema oz. procesa

## Primer: vožnja avtomobila



Sistem: avto ← cilj: prevoz ljudi



Proces: premikanje avta

Sistem za vodenje: človek – voznik



Proces vodenja: ← želena smer in hitrost  
vožnja

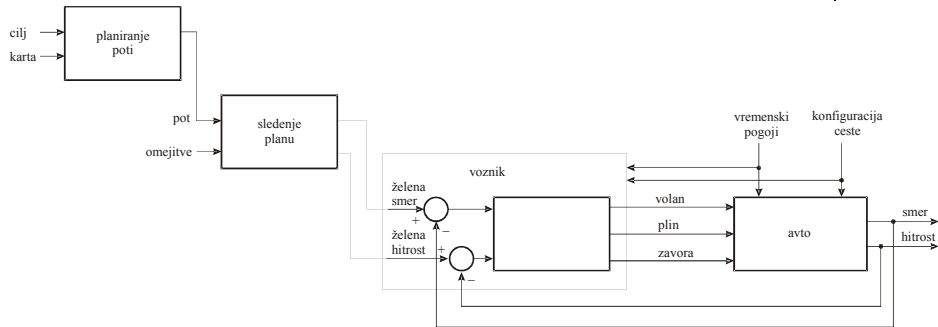
Dejanski cilj vodenja: potovanje iz A v B

## Primer: vožnja avtomobila



- Potreben je še mehanizem, ki želeni cilj potovanja pretvori v želeno smer in hitrost
- Plan potovanja
  - na podlagi karte
  - pot razdelimo v etape
- Izvedba plana potovanja
  - sledenje planu
    - zagotavljanje zaporedja planiranih etap
    - upoštevanje omejitev
  - sledenje cesti

## Primer: vožnja avtomobila



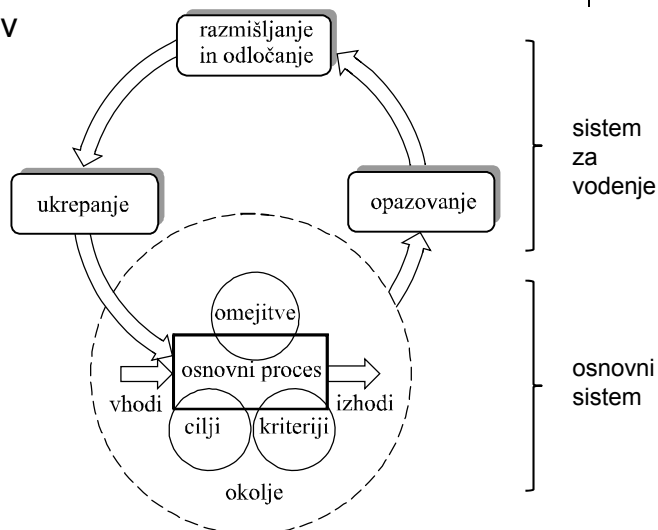
Kompleksen proces vodenja

- več nivojev
- kombinacija odprto- in zaprto-zančnega vodenja

## Splošni mehanizem procesa vodenja



- Iz primerov izluščimo skupno zasnovo:

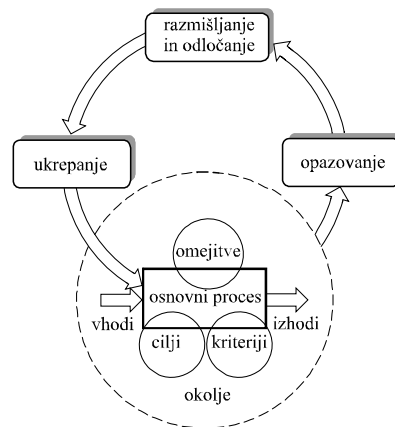


## 2.3 Gradniki sistemov za avtomatsko vodenje



- Gradnike razdelimo po sklopih splošnega mehanizma vodenja:

- opazovanje
  - merilni sistemi
- ukrepanje
  - izvršni sistemi
- razmišljanje in odločanje
  - računalniški sistemi za vodenje procesov
  - algoritmi za vodenje



## Opazovanje



- Merilni sistemi (= senzor v širšem smislu)
  - tipalo (senzor v ožjem smislu) – v stiku z merjenim medijem
  - merilni pretvornik – iz izhoda tipala tvori uporaben signal
    - standardni analogni signali, npr. 4 – 20 mA
    - digitalni signali, komunikacijska omrežja
- Primeri
  - merilniki premika, hitrosti (merilni potenciometri, enkoderji – dajalniki pulzov ...)



- **Primeri**

- merilniki temperature (uporovni, termočleni, polprevodniški ...)



- merilniki tlaka (absolutni, diferencialni) (merjenje deformacij z uporovni lističi, piezoelektrični ...)



- merilniki pretoka, nivoja



## Ukrepanje



- **Izvršni sistemi**

- aktuator – pogon izvršnega člena
- končni izvršni člen – deluje na proces

- **Primeri**

- električni pogonski motorji in krmilniki zanje





- Primeri

- ventili z različnimi vrstami pogona



- pnevmatski cilindri in elektro-pnevmatski ventili



## Odločanje



- Računalniški sistemi za vodenje procesov

- mikrokrmilniki (mikrokontrolerji)
- programirljivi logični krmilniki
- industrijski regulatorji
- procesni računalniki

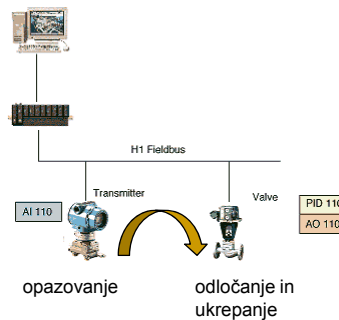


- Algoritmi za vodenje

## Napredni gradniki sistemov vodenja



- Intelligentni algoritmi vodenja
  - mehka logika (fuzzy logic)
  - nevronske mreže
  - ekspertni sistemi
- “Intelligentni” izvršni sistemi
  - algoritem vodenja in izvršni sistem v eni napravi
  - pomen industrijskih komunikacijskih omrežij



## Napredni gradniki sistemov vodenja

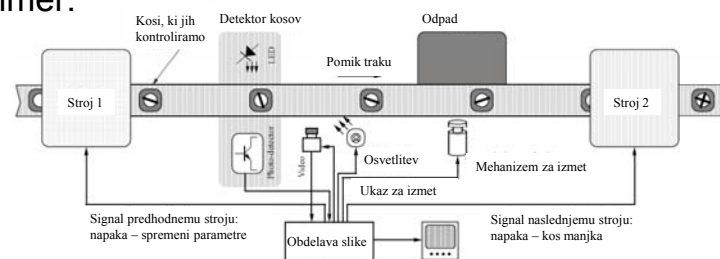
- Roboti
  - robotski manipulatorji
  - mobilni roboti



# Napredni gradniki sistemov vodenja



- Računalniški vid
  - uporaba računalniškega vida v proizvodnji in drugih industrijskih procesih
    - kontrola kvalitete, merjenje, zaznavanje pri robotih ...
  - uporaba tudi na drugih področjih
- Primer:

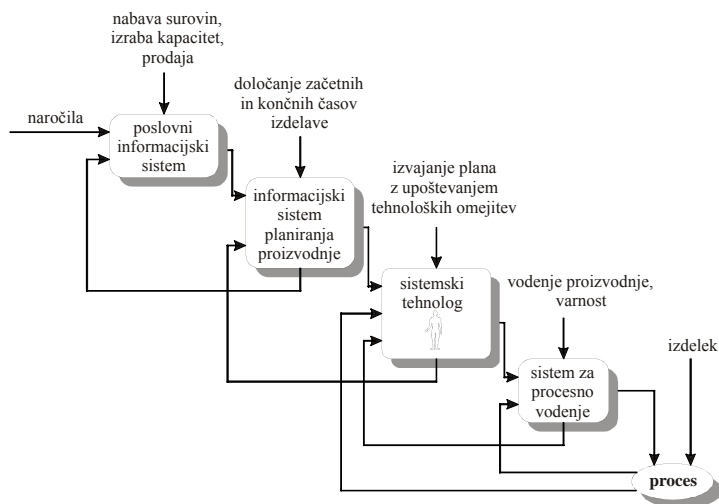


## 2.4 Nivoji vodenja

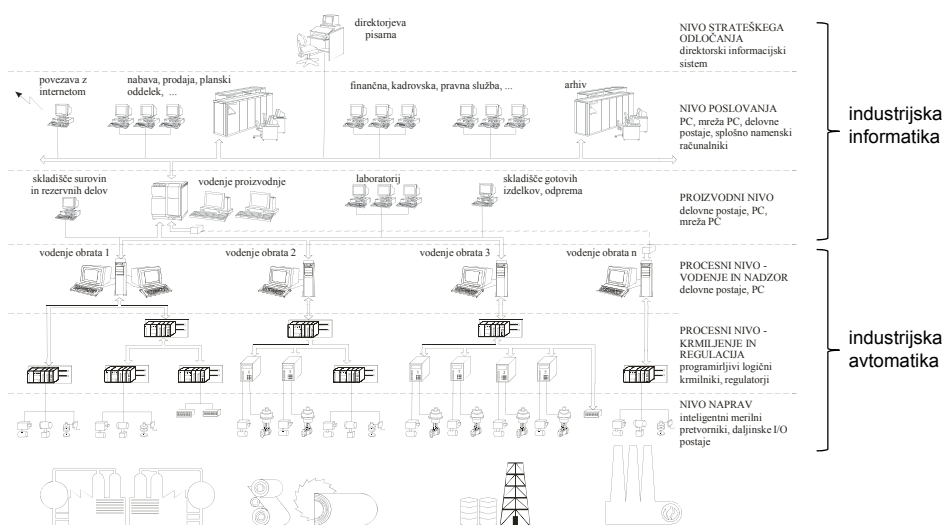


- Vodenje kompleksnih sistemov zahteva preplet različnih konceptov vodenja
  - primer vožnje avtomobila
- Delitev na nivoje vodenja
  - po funkcijah
  - po časovni zahtevnosti
  - po vrsti uporabljenih gradnikov

## Primer: Vodenje proizvodnje (delitev po funkcijah)



## Primer: Vodenje proizvodnje (delitev po gradnikih)



## 2.5 Načrtovanje sistemov za avtomatsko vodenje



- Večinoma po meri narejeni sistemi
  - pomen načrtovanja je velik, saj obsega znaten del aktivnosti pri postavitvi vsakega tovrstnega sistema
- Pristopi k načrtovanju
  - preučevanje obstoječih rešitev in poskus sinteze podobnega sistema
    - omejen doseg pri reševanju problemov
  - sistemski pristop k načrtovanju
    - izhaja iz namena novega sistema
    - možne popolnoma nove, od obstoječih različne rešitve
  - kombinacije obeh pristopov

## Življenjski cikel sistemov za vodenje



- Razvojna pot sistema
  - tudi umetni sistemi, ki jih ustvarja človek, imajo razvojno pot »od rojstva do smrti«
  - razvojna pot je proces, ki se prične in konča pri uporabniku
- Poenostavljena shema življenjskega cikla

