

Olulisest automaatjuhtimises

ruumi radiaatorkütte
simulatsiooni näitel

Neeme Takis
2016

Sisukord

- Avatud (puuduva) tagasisideahelaga juhtimine
- Tagasisidestuse head ja vead
- Releejuhtimine (aeglane ON/OFF)
- Sujuv juhtimine PWM abil (kiire ON/OFF)
- PID-algoritm suletud juhtimiskontuuris
- Kaskaadlülituste kasutamine
- Praktiline töö

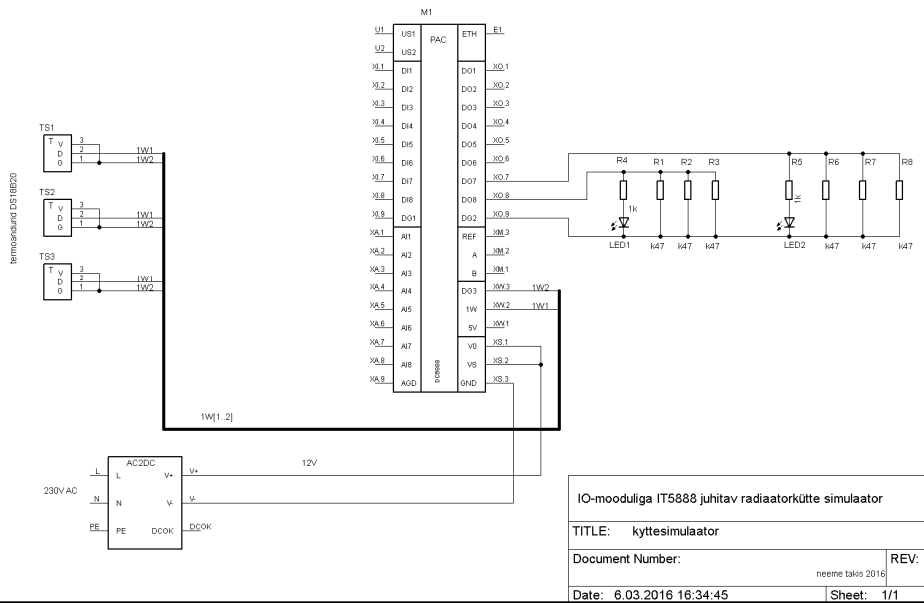
Avatud tagasisideahel

- Soovitud tulemust loodetakse saada ilma seda tulemust jälgimata. Näide: välistemperatuurianduriga kütteregeulaator, mis muudab kütteevee temperatuuri sõltuvalt välistemperatuurist.
 - Eelis: lihtne, ei vaja objektist sõltuvat häälestust
 - Puudus: ebatäpne, lisaks ükskõiksusele tegeliku tulemuse suhtes ei arvesta häiringuid (tuul, päike)

Tagasisidestuse head ja vead

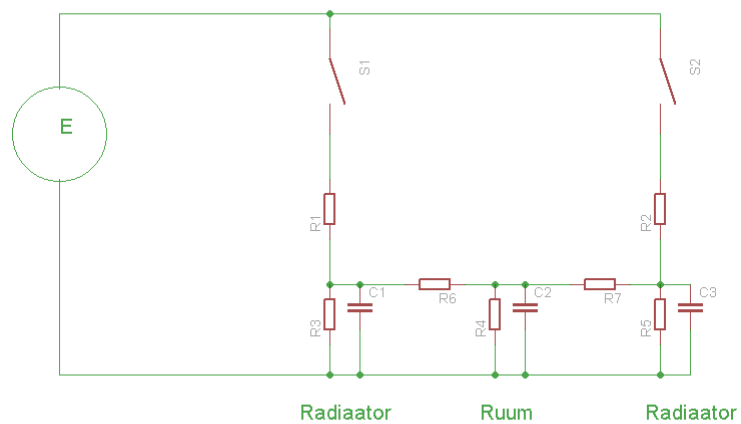
- Eelis: täpne, vea saab viia nulli
- Puudused:
 - keerukam ehitada, häälestada, hooldada
 - häälestus sõltub objekti omadustest (viited)
 - ebasobiv häälestus viib süsteemi võnkuma.

Simulaatori ja I/O-mooduli üheduste elektriskeem



Juhtimise RC-aseskeem

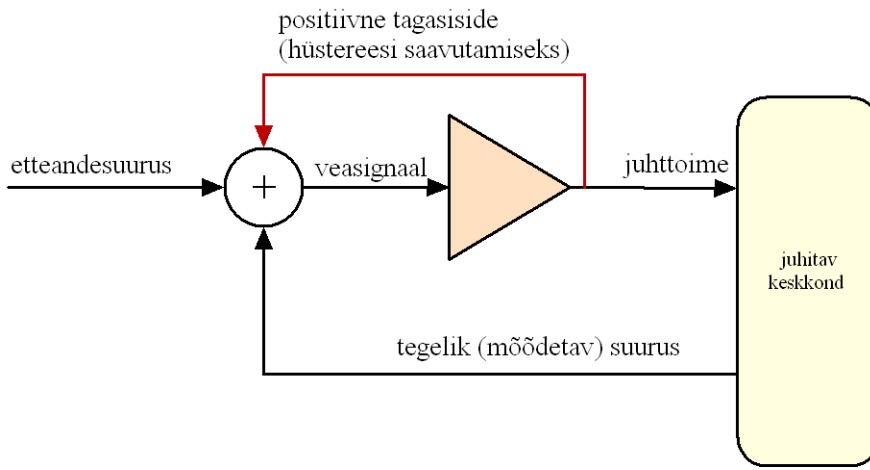
Radiaatorkütte aseskeem
kas ruum kahe radiaatoriga või
ruum ühe radiaatori ja ühe häiringuallikaga



Temperatuuri asendame pingega,
kondensaator soojusliku inertsiooni simuleerimiseks,
takistid kuumenemise ja jahtumise (soojusülekanne) kanaliteks

Releejuhtimine

- Hüstereesiga lülitusnivood
- Võnkumine 2 piiri vahel – ümbruses



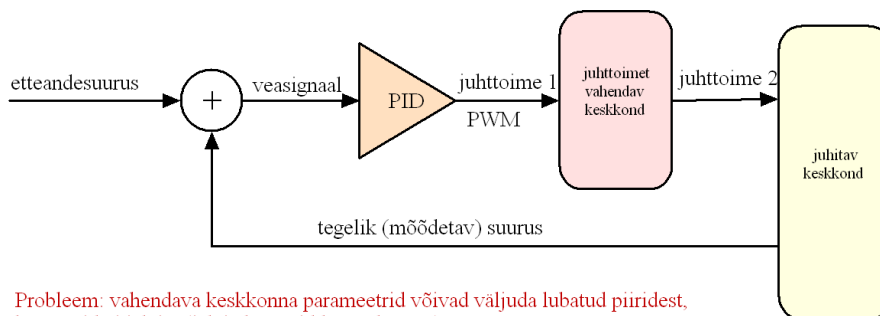
PWM-juhtimine

- Juhtimise sujuvust saab lisada perioodiliste (kütte)impulsside täiteteguri muutmisega
- Puht-riistvaraliselt saab muutuva täiteteguriga impulsse tekitada kolmnurkpinge ja nihutatava alalisnivoo võrdlemisel
- PWM-signaali saab vajadusel (madalpääsfiltriga) alalisnivooks keskmistada

PID-algoritm

- Stabiilsusteooria 1890.. Ljapunov
- PID-algoritm 1922 Nicolas Minorsky
- Tugineb juhttoime tekitamiseks kolme komponendi (proportsionaalse, integraalse ja derivatiivse) liitmisele sobivas suhtes
- Häälestamisel leida tasakaal uimasuse ja võnkuvuse vahel, objektiga tihedalt seotud
- Integraalse osa kasvu piirasendeis piirata!

Üksik PID- kontuur

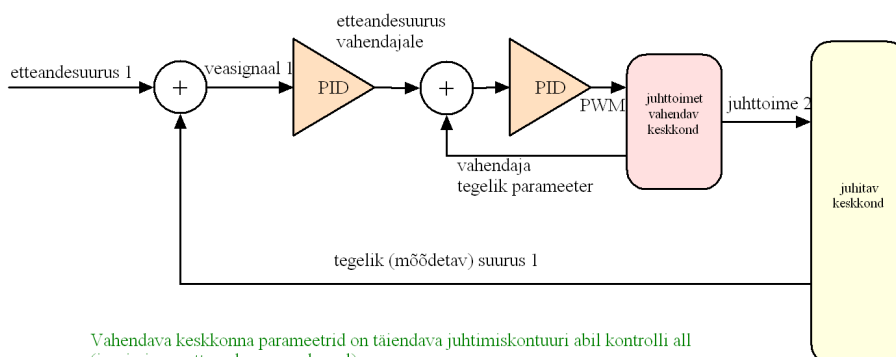


Probleem: vahendava keskkonna parameetrid võivad väljuda lubatud piiridest, kuna neid ei jälgita (jälgitakse vaid lõpptulemust)!

Kaskaadülitused

- Juhitavas süsteemis võib olla komponente, mille olekud ei tohi väljuda lubatud piiridest
 - Igal sellisel komponendil oma juhtimiskontuur
 - Järgmine kontuur ümbritseb eelmist ja peab olema eelmisest aeglasem

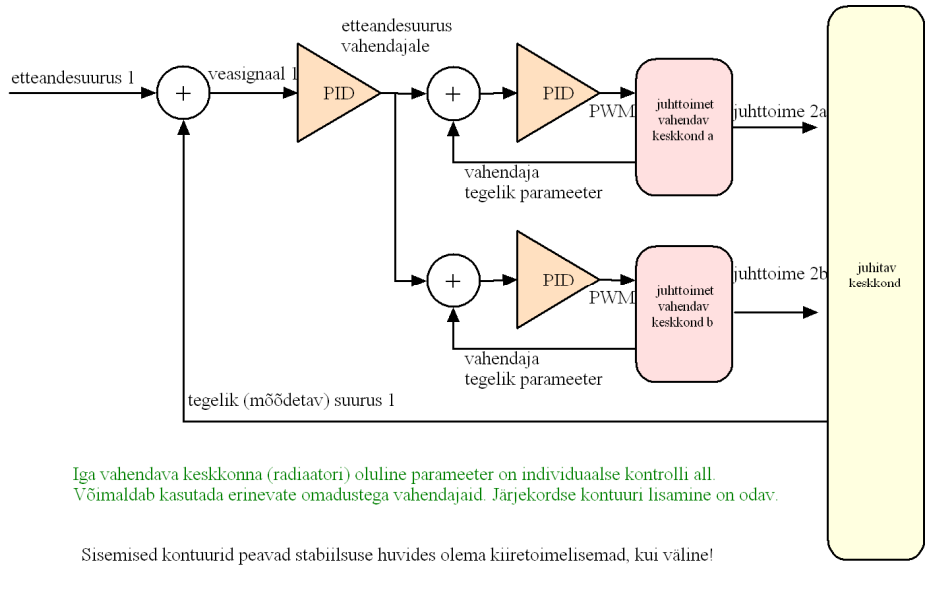
Kaskaalülituses PID



Vahendava keskkonna parameetrid on täiendava juhtimiskontuuri abil kontrolli all (isegi vigase etteandesuuruse korral).

Sisemine kontuur peab stabiilsuse huvides olema kiiretoimelisem, kui väline!

Mitu vahendavat keskkonda



Praktilise töö vahenditest

- Simulaator plekitüki kujul (vrkl aseskeemiga)
 - kolme temperatuurianduriga
 - kahe küttekehaga 150 Ohm
 - Kütte olekut signaliseerivate valgusdioodidega
- IT5888 I/O-moodul
 - Programselt juhitava küttepinge saamiseks (reg addr 0)
 - Temperatuuride lugemiseks (reg addr 600..602)
- Python-tarkvara valmismoodulid ja/või shelli script

Keskmine andur simuleerib ruumi temperatuuri, ülejäänud kahe ruumis asuva radiaatori temperatuuri

Praktiline töö 1

- Saavutada ja hoida soovitud “ruumi” temperatuur küttekehi releemeetodil juhtides
 - Ühendada simulaatorseade IO-mooduliga
 - kütmiseks IO-mooduli kanalid DO8 ja DO7 pingel 12V, juhe kirjaga KÜTE, must ja roheline soon maha (GND). Juhtregister 0, bitid 15 ja 14 vastavalt.
 - Temperatuuri mõõtmiseks juhe kirjaga TERMO pistikusse XW, GND ja 1W (punane soon). Registrid temperatuuri lugemiseks 600..602.
 - Käivitada temperatuuride ja kütte olekute logimine kas faili ja tabelarvutusse või olemasolevasse visualiseerivasse monitooringulahendusse. Graafikutel näidata ajateljel soovitud “ruumi” temperatuur, tegelik “ruumi” temperatuur, radiaatorite temperatuurid, samuti kütte hetkeseis (0..1, kas eraldi graafikul või teise y-telje abil)
 - Saavutada võimalikult täpne ja vähe kõikuv “ruumi “ temperatuur 26 kraadi mõlema küttekeha paralleelsel kasutamisel.
 - Jälgida reaktsiooni etteandesuuruse hüppelisele muutusele pluss-miinus 1..2 kraadi (etteandetemperatuur jäägu kõrgemaks ruumitemperatuurist).
 - Lisatööks kiirematele:
 - Logida reaktsioon ühe radiaatori pidevale väljalülitusele kui häiringule
 - Logida reaktsioon seni väljalülitatud radiaatori 20% tasemel stabiilsele kütmisele, kasutades selleks PWM-juhtimist (register 115 või 114, vanim bit lubab impulsi korduvuse). Perioodi register 150, max periood ja impulsi pikkus 4095 ms. Impulss pikkus peab olema 20% perioodist.

Praktiline töö 2

- Saavutada ja hoida “ruumi” temperatuur PWM ja PI koos kasutamisega soovitud etteandesuurusel (umbes 26 kraadi), juhtides kütteimpulsside täitetegurit sujuvalt PI-kontuuri poolt leitud juhttoimega
- Jälgi ja salvesta reaktsioon etteandetemperatuuri muutustele mõlemas suunas erinevate P ja I tegurite korral, vältides võnkuvust. D-tegur olgu 0 (kütteks mitteoluline).
- Lisatööks kiirematele:
 - kasuta PWM kanalites 180-kraadilist faasinihet

Praktiline töö 3

- Saavutada ja hoida ruumi temperatuur PWM ja kahe kaskaadlülituses PID-kontuuri kooskasutamisega, piirates küttekehade maksimaalset temperatuuri muudetava maksimaalse piirväärtusega, juhtides mõlemat “radiaatorit” kas korraga või 180-kraadise faasinihkega
- Jälgi ja salvesta küttekehade ja “ruumi” temperatuuri ning kütmisel kasutatava PWM-täiteteguri suurusi etteandetemperatuuri muutmisel mõlemas suunas, erinevate P ja I tegurite korral
- Lisatööks kiirematele: juhi kumbagi radiaatorit iseseisva juhtimiskontuuriga, ühise etteandesuuruse alusel (vastav struktuurskeem veel kord järgmisel slaidil)

Kolme PI-kontuuri kasutamine kahe radiaatoriga ruumi kütmisel

