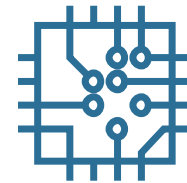


Hitro simuliranje temperature ter optimiranje regulacije hladilnih aparatov

doc. dr. Gregor Papa

Področje: 2.07 – Računalništvo in informatika

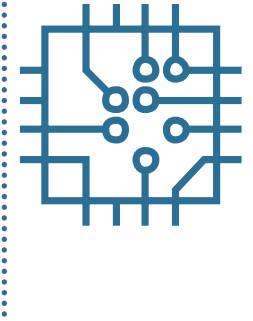


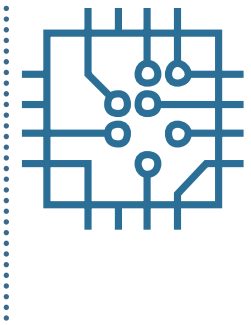
Computer
Systems

Jožef Stefan Institute

vsebina

- hladilno-zamrzovalni aparat
 - odziv aparata
 - optimiranje regulacije
- rešitev
 - meritev
 - analiza
 - simulacija
 - optimizacija
- zaključek



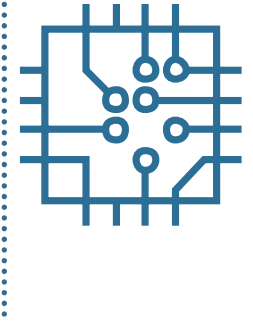


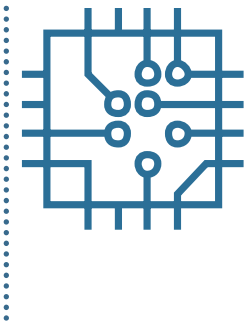
hladilno-zamrzovalni aparat

- več prostorov v aparatu
 - različne temperature (hladilnik, zamrzovalnik)
 - skupni kompresor s spremenljivimi vrtljaji
 - skupni uparjalnik (hladi zrak)
 - dovod zraka v prostore preko ventilov in ventilatorjev
- v vsakem koraku razvojnega procesa je treba aparat temperaturno premeriti, da lahko določimo njegovo optimalno delovanje
 - pri najnižji možni porabi električne energije ohlaja prostore na želeno temperaturo

odziv aparatov

- temperaturni procesi so, po svoji naravi, počasni
- merjenje delovanja aparata pri eni nastavitvi regulacijskih parametrov traja dva dneva



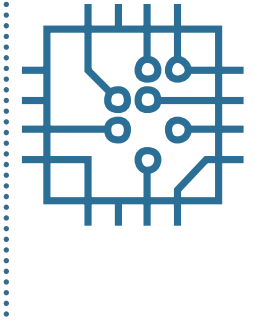


optimiranje regulacije

- določanje optimalnih parametrov regulacije aparata
- iskanje ustreznih nastavitev lahko tako traja več tednov
- ob vsakem začetek ciklu delovanja kompresorja
 - s kakšno frekvenco in koliko časa naj dela
 - kako naj bo obrnjen ventil
 - kako naj delujejo ventilatorji

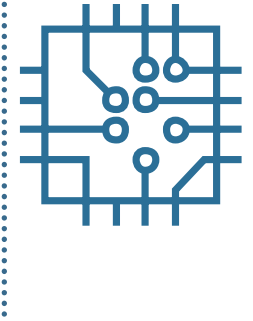
rešitev

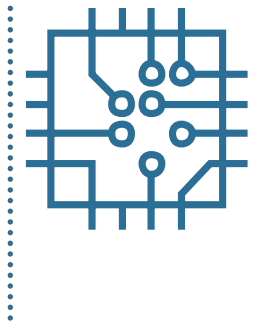
- hitro simuliranje temperature
- avtomatsko iskanje optimalnih nastavitev regulacijskega algoritma



meritev

- niz vnaprej določenih meritev
 - različne frekvence kompresorja
 - različne nastavitve ventilov, ki usmerjajo zrak v posamezen prostor
 - različne frekvence ventilatorjev, ki vpihujejo zrak v prostore



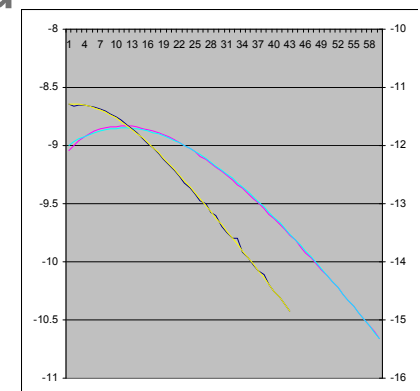


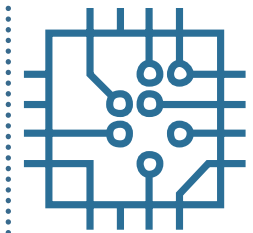
analiza

- obdelava podatkov
 - krivulje v prostorih pri različnih nastavitvah
 - koeficienti polinomov četrtega reda
 - krivulja porabe moči na kompresorju
 - koeficienti eksponentne funkcije
- dobljeni koeficienti (a , b , c , d) predstavljajo krivuljo (polinom), s katero aproksimiramo potek na ustrezno dolgem intervalu

$$T = at^4 + bt^3 + ct^2 + dt + e$$

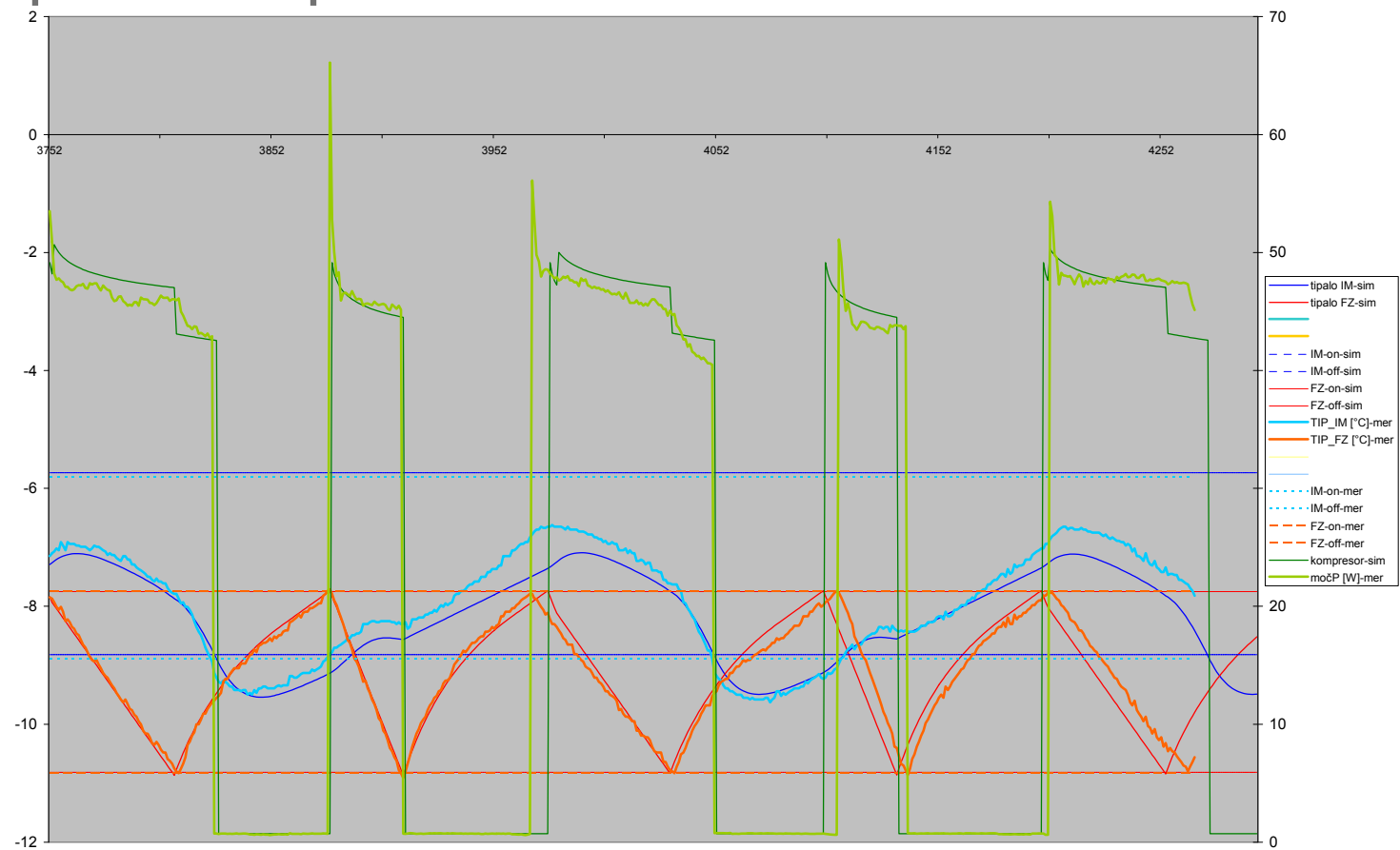
$$P = at^b$$



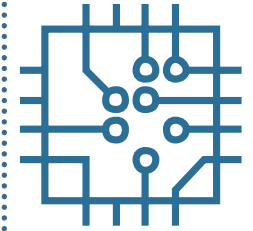


simulacija

- simulacija 48 ur delovanja aparata traja v splošnem približno desetinko sekunde

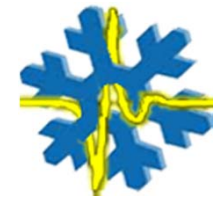
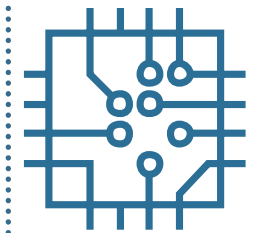


optimizacija



- avtomatično poišče optimalne nastavitve regulacijskega algoritma
 - zagotavljajo optimalno delovanje aparata
- velik prostor možnih nastavitvev
 - približno 10^{20} rešitev
- uporabljen je algoritem brezparametrskega evolucijskega iskanja
 - samonastavljiv in samoprilagodljiv

realizacija



GorenjeOpt v1.3

nastavitve | krivulje | tabela | o programu

simuliraj

tip aparata: HZFI2827AFV

hladilnik

želena temperatura: 6.0
histereza ±: 2.0

zamrzovalnik

želena temperatura: -20.0
histereza ±: 2.0

intervali

	trajanje	frekvenca	stanje
1.	7	0	5
2.	9	0	7
3.	8	0	5
4.	10	0	1
5.	0	0	0

simulacija

čas simulacije: 5760
čas povprečenja: 2880
tangenta približka: 95

optimiraj

temperatura

	trajanje	frekvenca	stanje			
1.	2	20	0	0	0	5
2.	2	20	0	0	0	5
3.	2	20	0	0	0	5
4.	2	20	0	0	0	5
5.	2	20	0	0	0	5

rezultat

poraba: 1.199 kWh/dan

srednja temp. HL: 9.9 °C

srednja temp. ZA: -18.5 °C

RVC: 64 %

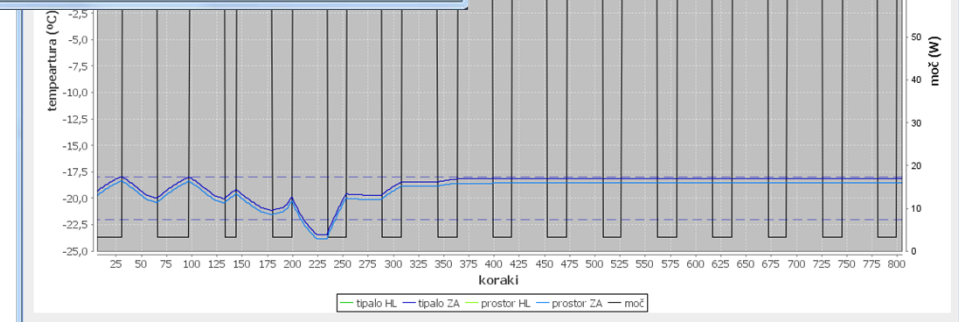
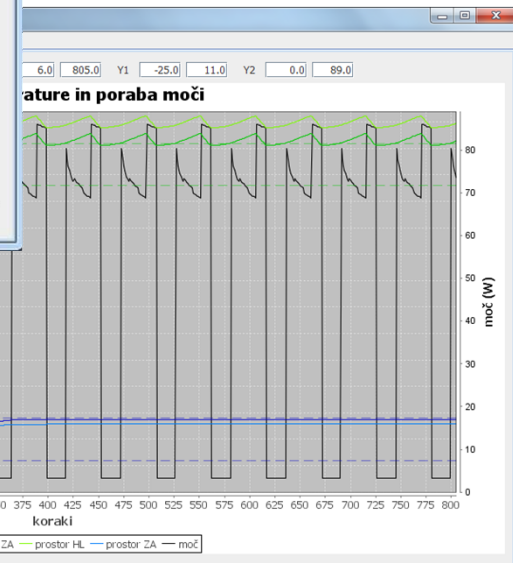
želena temperatura: 6.0 ± 2.0

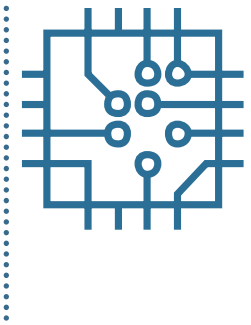
želena temperatura: -20.0 ± 2.0

	trajanje	frekvenca	stanje
1.	7	0	5
2.	9	0	7
3.	8	0	5
4.	10	0	1
5.	0	0	0

ON: 35
OFF: 19

shrani nastavitve | shrani rezultat





zaključek

- simulator
 - simulacija gibanja temperatur v aparatu
 - nadomešča dolgotrajne meritve preizkušanja različnih načinov regulacije
- optimizacijski algoritem
 - samodejno določanje optimalnega delovanja aparata
 - izračuna optimalne parametre regulacije
- integrirana rešitev zamenjuje dovršen del razvojnih meritev in tako močno zmanjšuje razvojne stroške