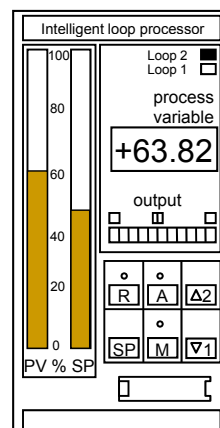


2. Industrijski znančni regulatorji

- V preteklosti: mehanski, pnevmatski, hidravlični regulatorji
- Električni signali nadomeščajo pnevmatske
- Analogni elektronski regulatorji
 - regulacijski algoritem realiziran z elektronskim vezjem
- Mikroprocesorski regulatorji
 - regulacijski algoritem izvaja program
 - program omogoča številne dodatne funkcije
 - možnost komuniciranja z drugimi napravami in možnost vključevanja v komunikacijska omrežja

Čelna plošča industrijskega regulatorja

- Priporočila NAMUR
(nemško združenje za normative v merilno-regulacijski tehniki v kemijski industriji)
- Elementi za komunikacijo operaterja s procesom
 - prikaz procesnih veličin
 - preklop ročno/avtomatsko, nastavljanje želene vrednosti (reference)
- Konfiguracija
 - le pooblaščen osebje



Primeri

Eurotherm



Siemens

Foxboro



Honeywell



2.1 Zgradba industrijskih zančnih regulatorjev

- Vhodno/izhodne enote
 - enote za A/D in D/A pretvorbo
 - binarni («digitalni») vhodi in izhodi
 - komunikacijski vmesniki
 - Mikroračunalniško jedro
 - mikroprocesor
 - RAM, (EP)ROM, EEPROM
 - Napajalna enota
 - Ohišje, čelna plošča
 - Povezava z okolico
 - prilagoditev signalov
 - zaščita, galvanska ločitev
 - priključne sponke
- } mikro-krmilnik

Programska zasnova

- Fiksna struktura regulacijskega algoritma
 - temelji na standardnem PID algoritmu
 - spreminjamo parametre
 - vklapljammo/izklapljammo pomožne funkcije (filtri, linearizacija...)
- Prilagodljiva struktura
 - algoritem sestavimo iz funkcijskih blokov
 - bloki so deli programa, shranjeni v trajnem pomnilniku regulatorja -> ROM, EPROM
 - konfiguriranje regulatorja - izbira in povezava blokov (določanje strukture regulatorja) -> RAM, EEPROM
 - parametriranje regulatorja - določanje vrednosti parametrov blokov -> RAM, EEPROM

2.2 Funkcije zančnih regulatorjev

- Funkcijski bloki
 - Glede na funkcijo
 - vhodno/izhodni
 - aritmetični
 - logični
 - regulacijski
 - primerjalni, preklopni
 - časovni
 - Različni glede uporabe
 - nekatere lahko uporabimo večkrat (odvisno od količine pomnilnika)
 - druge lahko uporabimo le v določenem številu
 - vsebujejo notranja stanja
 - vezani na fizične vhode/izhode

2.2.1 Osnovni bloki

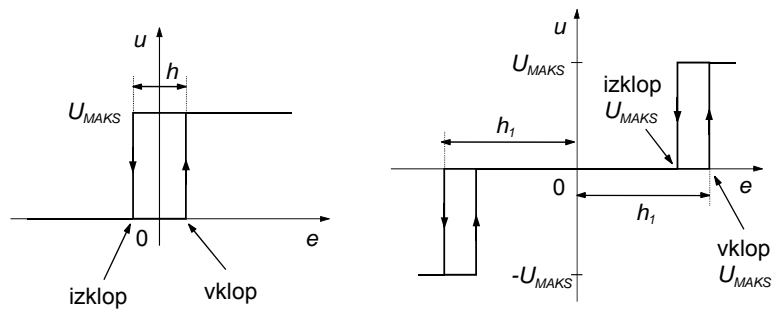
- Aritmetični
 - seštevanje, odštevanje, množenje, deljenje, potenciranje, korenjenje, logaritem, trigonometrične funkcije, abs. vrednost
- Logični
 - AND, OR, negacija, NAND, NOR, XOR, pomnilne celice, števci
- Primerjalni in preklopni
 - min., max., komparator, mrtvi hod, omejilnik
- Časovni

2.2.2 Kompleksni bloki

- Obdelava signalov
 - digitalni filtri, integrator, diferenciator, člen 1. reda
- Linearizacijski
 - linearna in parabolična interpolacija
 - korekcija karakteristike termočlenov ipd.
 - korekcijske formule za pretok plinov
- Logično - časovni
 - multiplekser, programator
- Vhodno/izhodni
 - analogni, digitalni, tipke, prikazovalniki

2.2.3 Regulacijski bloki

- Stopenjski regulacijski bloki
 - Dvo- ali tropoložajna regulacija
 - pri počasnih procesih, npr. regulacija temperature, nivoja tekočine



Zvezni regulacijski bloki

- Regulacijski algoritem PID
 - proporcionalno, integrirno, diferencirno delovanje
 - različne vezave členov P, I, D
 - vhodni signali
 - regulirna veličina in referenca
 - pogrešek
 - ločeni vhodi za P-, I-, D-člen
 - izhodni signali
 - zvezni: 4 - 20 mA, 0 - 10 V
 - pulzni: dvostanjski, trostanjski
 - v splošnem precejšnje razlike v izvedbi algoritma pri posameznih proizvajalcih

2.3 Izvedba PID-regulacije

2.3.1 PID-regulacija

- Izhod PID-regulatorja je sestavljen iz uteženih prispevkov proporcionalnega, integrirnega in diferencirnega dela

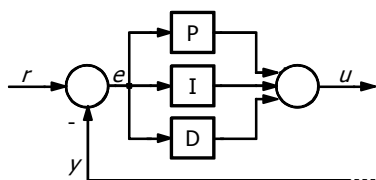
$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de(t)}{dt} =$$

$$= K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right) ; \quad K_I = \frac{K_p}{T_I}, K_D = K_p T_D$$

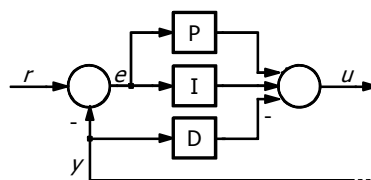
2.3.2 Vezave členov PID

- Modifikacije standardne vezave

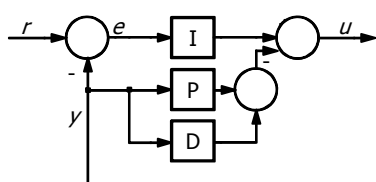
PID:



PI-D:

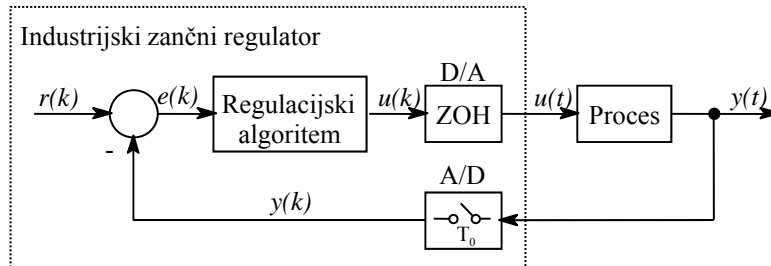


I-PD:



- različno delovanje pri spremembi reference, enako pri motnji v procesu

2.3.3 Računalniška izvedba PID-algoritma

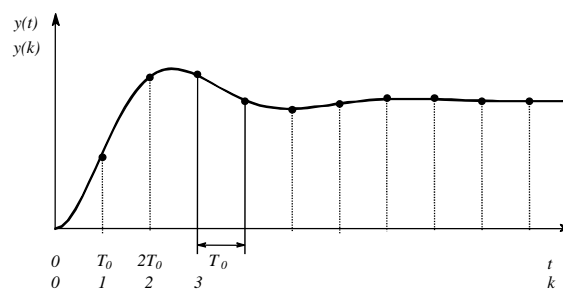


Zvezni in vzorčni signali

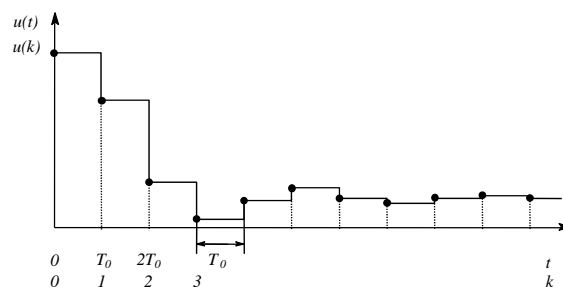
Vzorčenje:

$$y(k) = y(t) |_{t=kT_0}$$

T_0 imenujemo čas vzorčenja



Rekonstrukcija:
- zadrževalnik
0. reda (ZOH)



Diskretni PID-algorem

Zvezni PID

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right]$$

Diskretizacija:

$$\text{integral} \rightarrow \text{vsota} \quad \int_0^t e(\tau) d\tau \cong T_0 \sum_{i=1}^k e(i-1)$$

$$\text{odvod} \rightarrow \text{diferenca} \quad \frac{de(t)}{dt} \cong \frac{e(k) - e(k-1)}{T_0}$$

Diskretni PID

$$u(k) = K_p \left[e(k) + \frac{T_0}{T_I} \sum_{i=1}^k e(i-1) + \frac{T_D}{T_0} [e(k) - e(k-1)] \right]$$

Rekurzivna oblika

$$u(k) = K_p \left[e(k) + \frac{T_0}{T_I} \sum_{i=1}^k e(i-1) + \frac{T_D}{T_0} [e(k) - e(k-1)] \right]$$

$$u(k-1) = K_p \left[e(k-1) + \frac{T_0}{T_I} \sum_{i=1}^{k-1} e(i-1) + \frac{T_D}{T_0} [e(k-1) - e(k-2)] \right]$$

Po odštevanju:

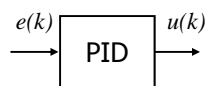
$$u(k) = u(k-1) + q_0 e(k) + q_1 e(k-1) + q_2 e(k-2)$$

$$q_0 = K_p \left(1 + \frac{T_D}{T_0} \right)$$

$$q_1 = -K_p \left(1 + 2 \frac{T_D}{T_0} - \frac{T_0}{T_I} \right)$$

$$q_2 = K_p \frac{T_D}{T_0}$$

Odziv na stopničasto spremembo pogreška



$$e(k) = 1, \quad k \geq 0$$

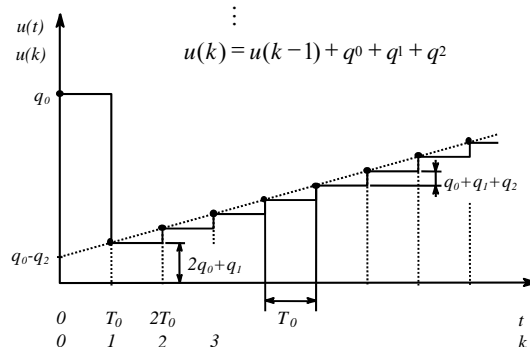
$$u(0) = q_0$$

$$u(1) = u(0) + q_0 + q_1 = 2q_0 + q_1$$

$$u(2) = u(1) + q_0 + q_1 + q_2 = 3q_0 + 2q_1 + q_2$$

⋮

$$u(k) = u(k-1) + q_0 + q_1 + q_2$$



Relacije med parametri

Pozitivna diferencirna konstanta

$$q_0 + q_1 < 0 \quad \text{oz.} \quad q_1 < -q_0$$

Pozitivna integrirna konstanta

$$q_0 + q_1 + q_2 > 0 \quad \text{oz.} \quad q_2 > -(q_0 + q_1)$$

Pozitivno ojačenje

$$q_0 - q_2 > 0 \quad \text{oz.} \quad q_0 > q_2$$

$$q_0 > 0$$

Ojačenje P, I, D člena

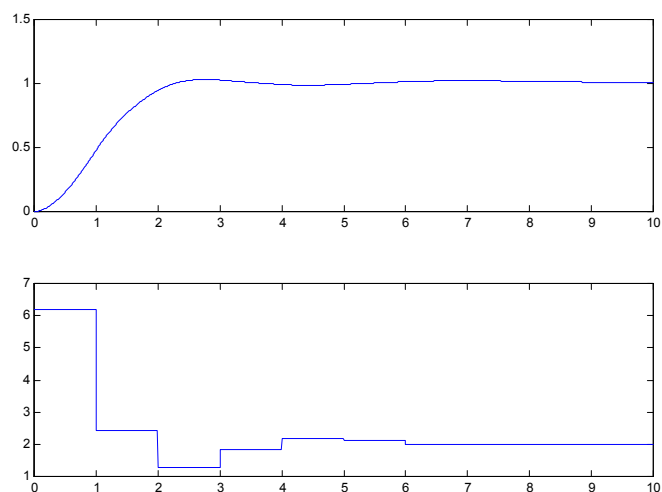
$$K_P = q_0 - q_2 \quad C_I = \frac{T_0}{T_I} = \frac{q_0 + q_1 + q_2}{K_P} \quad C_D = \frac{T_D}{T_0} = \frac{q_2}{K_P}$$

Izvedba diskretnega PID-algoritma

- Algoritem se izvaja v zanki, katere izvajanje je usklajeno s taktom vzorčenja T_0
- Osnovni koraki:
 1. vzorčenje izhoda procesa, primerjava z želeno vrednostjo in izračun pogreška,
 2. izračun regulirnega signala, \iff
 3. prenos regulirnega signala na izhod regulatorja,
 4. čakanje na nov trenutek vzorčenja in zatem vrnitev na 1. korak;

```
.  
. .  
u := u1 + q0*e + q1*e1 + q2*e2;  
u1 := u;  
e2 := e1;  
e1 := e;  
. .  
.
```

Primer:
Odziv sistema z diskretnim PID



2.3.4 Hitrostni PID-regulator

- Običajen PID daje inf. o vrednosti regulirne veličine $u(t)$
- Hitrostni PID daje informacijo o hitrosti spreminjanja regulirne veličine $du(t)/dt$
- Uporaba: v povezavi z elektro-motornimi pogoni
- V računalniški izvedbi (inkrementalni algoritem):

$$\Delta u(k) = u(k) - u(k-1)$$

- Osnovna oblika:

$$\Delta u(k) = q_0 e(k) + q_1 e(k-1) + q_2 e(k-2)$$

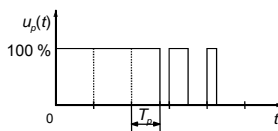
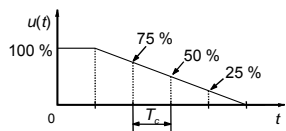
- Čisti P regulator:

$$\Delta u(k) = K_p (e(k) - e(k-1)) = K_p e(k) - u(k-1) + U_{00}$$

predpostavimo $u(k) = K_p e(k) + U_{00}$, kar omogoča odpravo pogreška ustaljenega stanja v določeni delovni točki

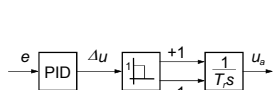
2.3.5 Stopenjske izvedbe PID-regulatorja

- Pulzni tip izhoda
 - dvostanjski - v povezavi z električnimi grelci ipd.



$$T_p = \frac{u(t) - u_{\min}}{u_{\max} - u_{\min}} \cdot T_C$$

- trostanjski - v povezavi z elektro-motornimi pogoni



$$\Delta u_a = u_a(t + T_C) - u_a(t) = \frac{1}{T_r} \int_t^{t+T_p} \pm 1 \cdot dt = \pm \frac{T_p}{T_r}$$

$$\Delta u = u(t + T_C) - u(t)$$

$$\Delta u_a = \Delta u \Rightarrow T_p = |\Delta u \cdot T_r|$$

2.4 Praktični problemi

- Regulacijski algoritem predstavlja le del programa industrijskega regulatorja
- Motnje na vhodnih signalih
 - potrebno filtriranje
- Različni režimi obratovanja
 - preklop ročno/avtomatsko
- Integralski pobeg
 - zaradi omejitev regulirne veličine

2.4.1 Filtriranje

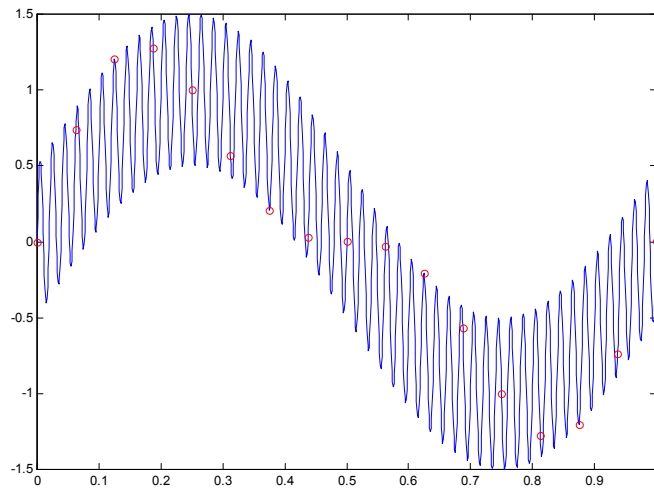
- Izločanje frekvenc, ki kršijo teorem vzorčenja
 - visokofrekvenčne motnje se preslikajo v nizkofrekvenčne
 - potrebno filtriranje pred vzorčenjem - zvezni filtri

$$G_1(s) = \frac{\omega_r}{s + \omega_r} = \frac{1}{T_r s + 1}, \quad \omega_r = \frac{1}{T_r} = 2\pi\nu_r$$

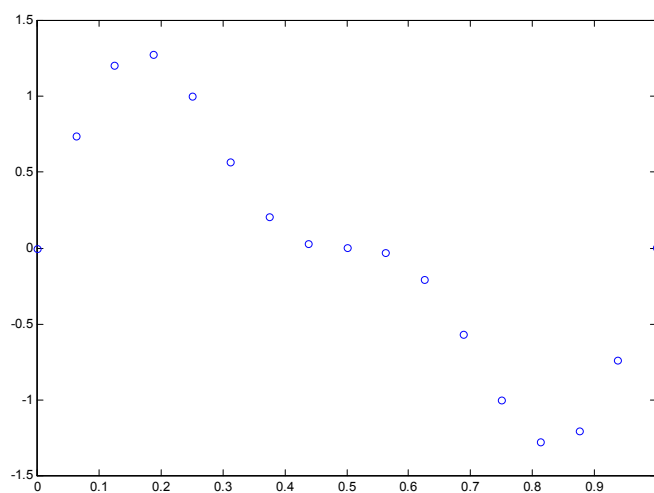
$$G_2(s) = \frac{\omega_r^2}{s^2 + \sqrt{2}\omega_r s + \omega_r^2}$$

- Izločanje šuma - problem pri D-členu
 - filtriranje vzorčenega signala z digitalnimi filtri

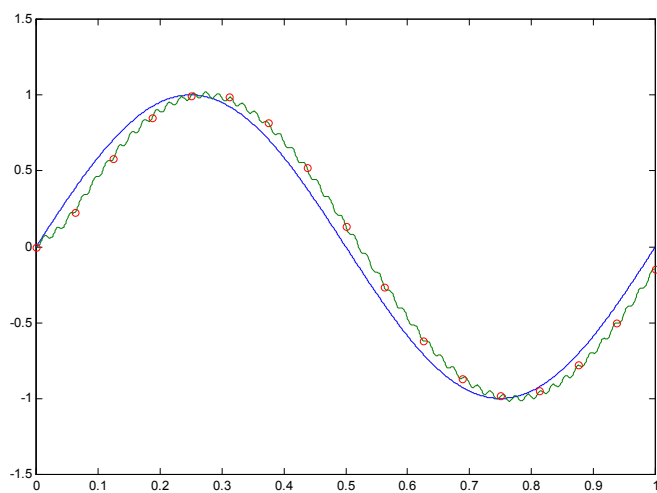
Primer 1:
Signal 1 Hz, moten s 50 Hz, frekvenca vzorčenja 16 Hz



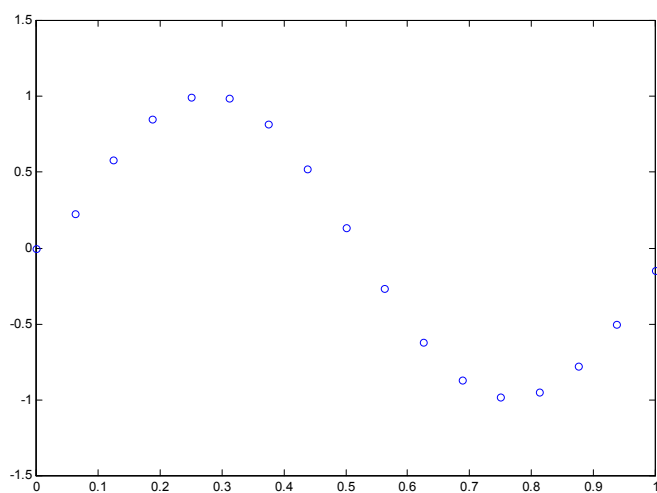
Vzorčeni signal - 50 Hz motnja se preslika v 2 Hz



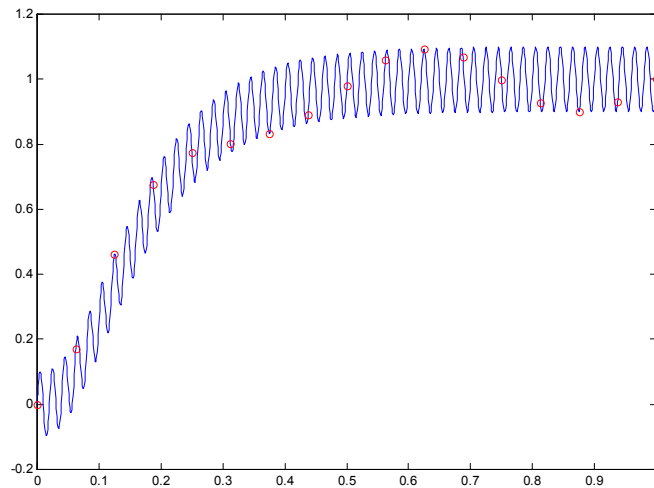
Filtriranje s filtrom 2. reda, mejna frekvenca 10 Hz



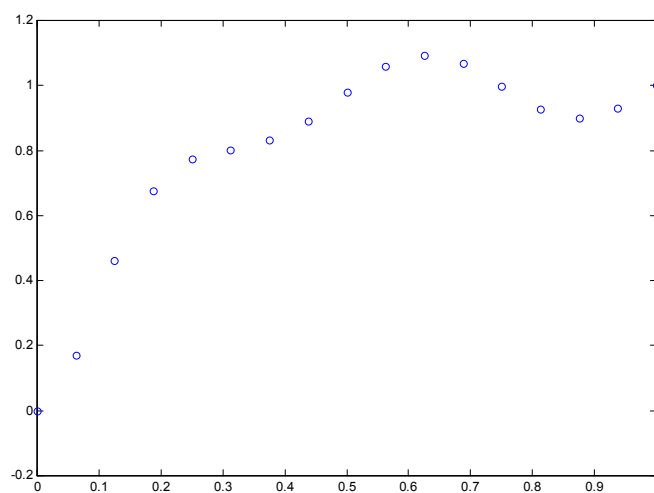
Filtriran in vzorčen signal



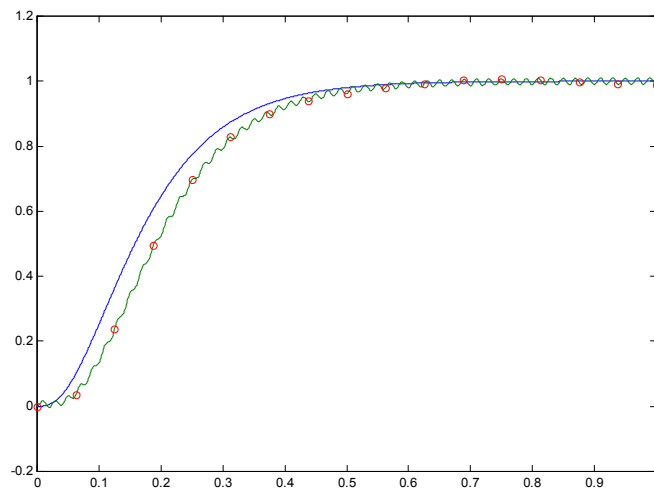
Primer 2:
Odziv procesa, moten s 50 Hz, frekvenca vzorčenja 16 Hz



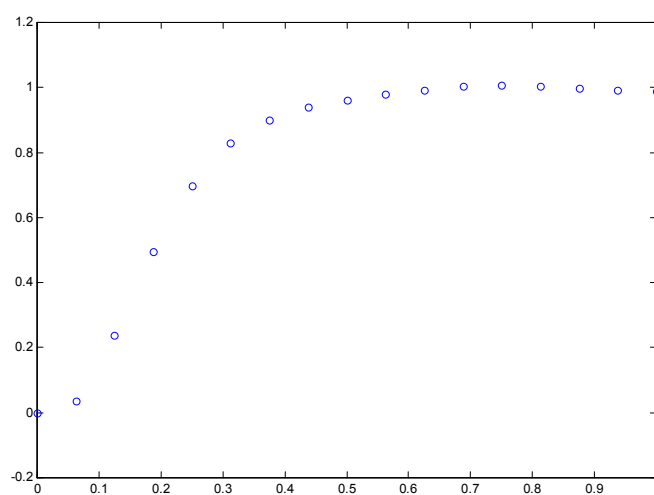
Vzorčeni signal - 50 Hz motnja se preslika v 2 Hz



Filtriranje s filtrom 1. reda, mejna frekvenca 5 Hz



Filtriran in vzorčen signal

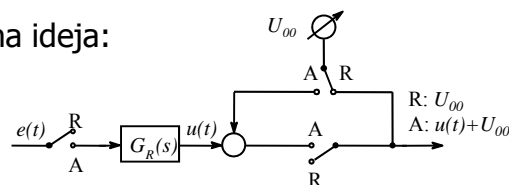


2.4.2 Preklop ročno - avtomatsko

- Ročni način
 - operater vodi proces z nastavljanjem regulirne veličine preko čelne plošče
 - zagon procesa, zaustavitev procesa, sprememba obratovalnega režima (delovne točke)
- Avtomatski način
 - le v okolici delovne točke
- Pri preklopu ne sme priti do hitre spremembe regulirne veličine (udara)
 - regulirna veličina, ki jo nastavlja operater, in regulirna veličina, ki jo izračunava regulator, morata biti v trenutku preklopa (približno) enaki

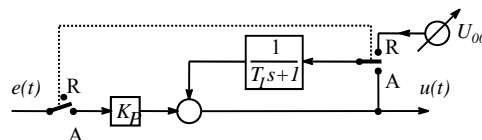
Izvedbe

Osnovna ideja:



problematičen je I-člen, ki povzroča $u(t) \neq 0$

Druge izvedbe:



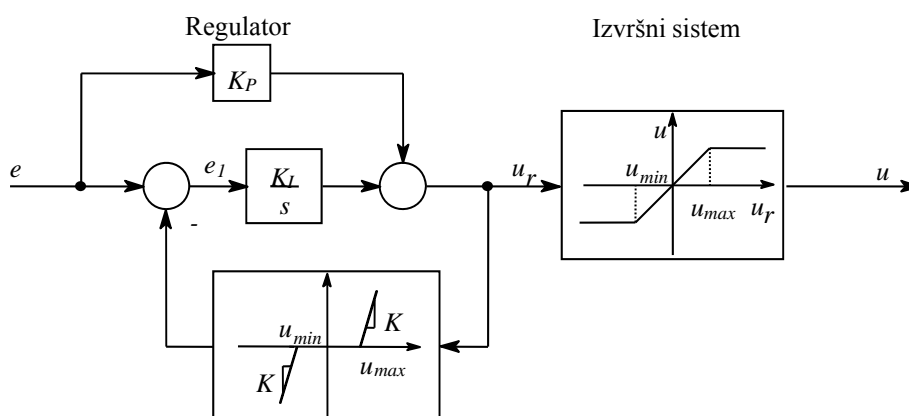
$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_P \frac{1}{1 - \frac{1}{T_I s + 1}} = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s}\right)$$

ko je vključen avtomatski način, dobimo PI-regulator

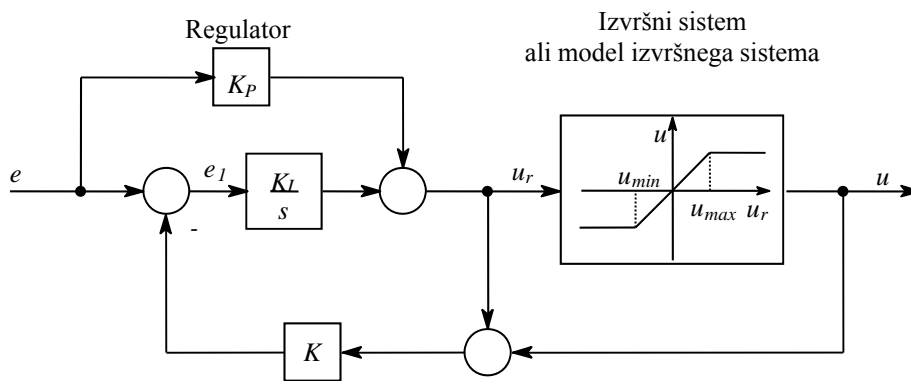
2.4.3 Zaščita pred integralskim pobegom

- Poglavitni vzrok integralskega pobega: področje delovanja členov izvršnega sistema je omejeno.
 - Regulirna veličina, ki jo »vidi« proces, zaradi omejitev ne narašča tako hitro, kot »pričakuje« regulator, pogrešek počasneje upada.
 - Integral pogreška je zato večji in izhod I-člena lahko prekomerno naraste. Tudi ko je pogrešek že negativen, se regulirna veličina zato ne more takoj zmanjšati, izvršni člen ostane dalj časa v nasičenju.
 - Pogosto pride do velikega prevzpona v prehodnem pojavu.
- Potrebno je omejiti naraščanje izhoda I-člena.

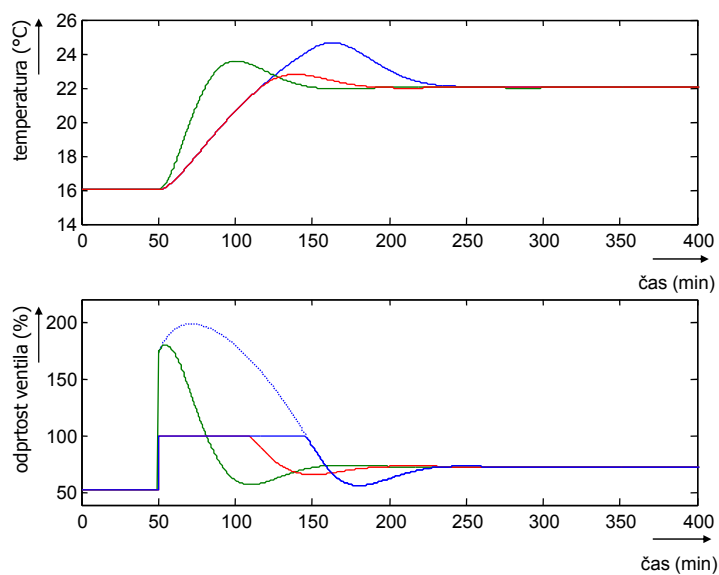
Omejitev I-člena s povratno zanko



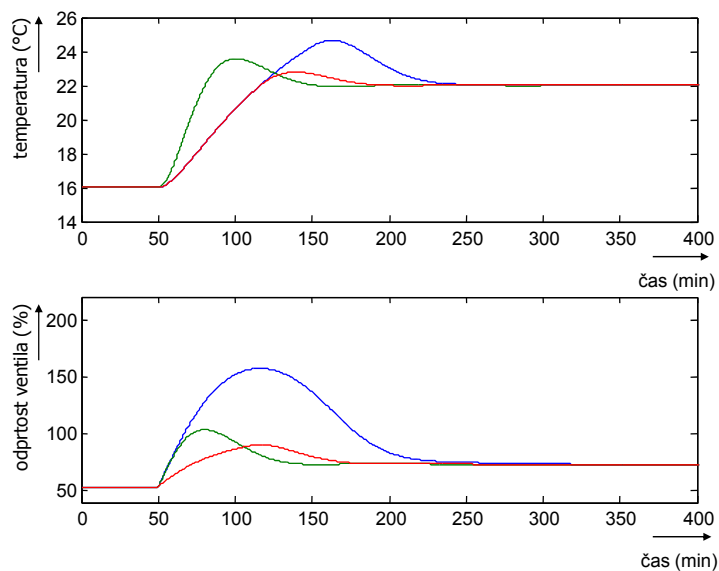
Upoštevanje dejanskega izhoda izvršnega člena



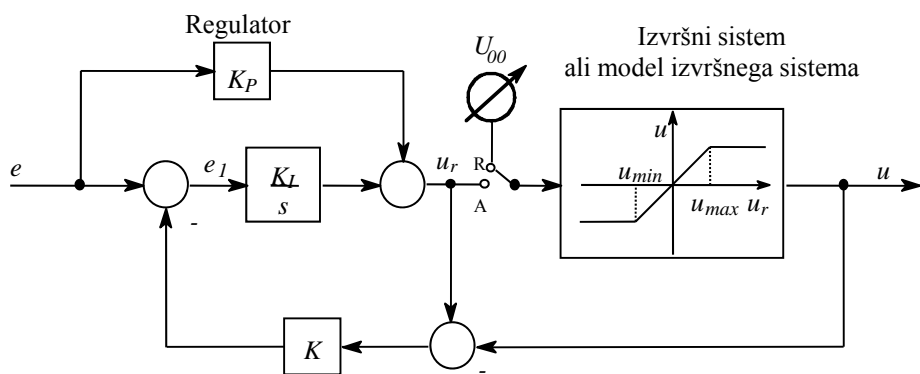
Primer:
Odziv sistema z zaščito pred int. pobegom in brez nje



Regulirana veličina in izhod I-člena



Preklop roč./avt. in hkratna zaščita pred int. pobegom



2.5 Konfiguriranje in parametriranje

- Postopek
 - iz knjižnice izberemo želene bloke
 - blokom določimo zahtevane parametre
 - bloke povežemo
- Preko čelne plošče
- Preko prenosnih terminalov
 - možnost vnašanja sprememb na mestu vgradnje
 - zamudno in nepregledno
- Z osebnim računalnikom
 - uporabniško prijazno

Programska orodja

- Vezana na določen tip regulatorja
- Grafični uporabniški vmesnik
- Gradnja blokovnih shem (podobno Simulinku)
- Prenos strukture in parametrov v regulator preko serijske komunikacije
- Avtomatsko generiranje dokumentacije
- Možnost spremljanja poteka signalov v regulatorju
- Možnost spreminjanja parametrov med delovanjem regulatorja

2.5.1 Samodejno parametriranje industrijskih regulatorjev

- Standardna struktura - večinoma PID
 - glavni problem načrtovanja: kako nastaviti parametre?
 - ali se da postopek nastavljanja avtomatizirati?
- Samodejno parametriranje - po 1980
- Večinoma temelji na avtomatizaciji in izboljšavi postopkov s pomočjo nastavitvenih pravil
- Postopki
 - avtomatsko nastavljanje
 - metoda spremenljivega parametra
 - avtomatsko prilagajanje

Avtomatsko nastavljanje

- Angl. auto-tuning, self-tuning, pre-tuning
- Postopek se zažene na zahtevo operaterja
 - pritisk na tipko, ukaz na daljavo ...
- Enkratno dejanje, običajno se izvede ob začetku obratovanja ali ob večjih spremembah v procesu
- Postopek lahko opravi zunanja naprava (računalnik), ki izračunane parametre avtomatsko prenese v regulator
- Večina metod sloni na odprtozančnem odzivu procesa na stopničasto vzbujanje

Metoda spremenljivega parametra

- Običajno se spreminja ojačenje regulatorja, angl. gain scheduling
- Ojačenje se prilagaja pogojem obratovanja
 - npr. trenutni vrednosti regulirane ali regulirne veličine
- Spreminjanje je programirano vnaprej
- Uporabno pri zelo nelinearnih procesih
 - npr. regulacija pH
- Obratovalne spremembe morajo biti predvidljive in ponovljive

Avtomatsko prilagajanje

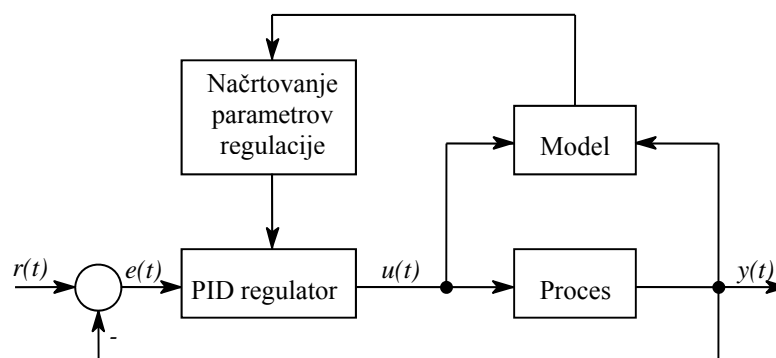
- Angl. adaptation, adaptive control
- Postopek teče samodejno
- Parametri regulatorja se med obratovanjem nenehno prilagajajo spremembam v dinamiki procesa in motilnim signalom
- Začetne vrednosti se lahko določijo s postopkom avtomatskega nastavljanja
- Uporabno pri spremenljivih pogojih, ki jih ni možno natančno predvideti vnaprej
- Malo metod, ki bi bile uporabne v praksi

Direktne metode

- Temeljijo na izkustvenih in hevrističnih pravilih
 - (hevristika - metode pridobivanja novih spoznanj)
- Potrebna sprememba reference ali večja motnja
- Iz odziva se določijo značilke, npr.:
 - dušilni koeficient
 - prevzpon
 - lastna frekvenca
 - ojačenje ipd.
- Parametri se določijo z uporabo pravil

Indirektne metode

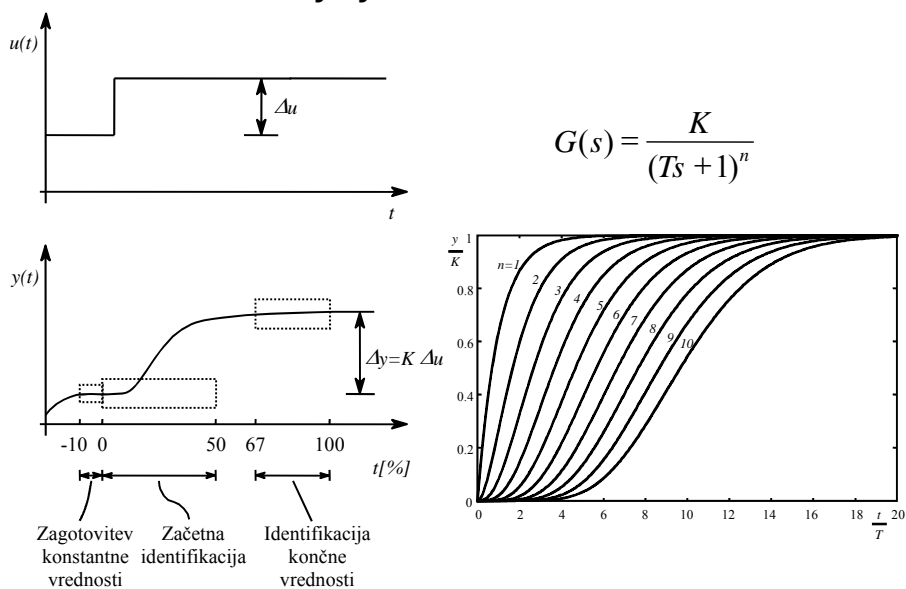
- Temelje na matematičnem modelu
- Matematični model se določi eksperimentalno



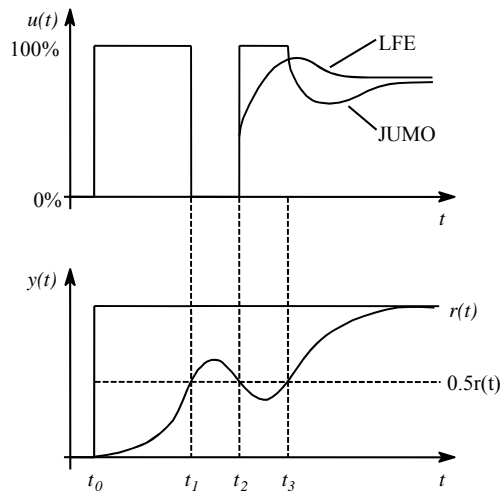
Indirektne metode /2

- Parametri se določijo na podlagi modela
- Pri avtomatskem nastavljanju
 - izvede se identifikacija (ocenjevanje parametrov modela)
 - izračunajo in nastavijo se parametri regulatorja
 - šele nato prične delovati regulacijska zanka
- V primeru avtomatskega prilagajanja
 - identifikacija poteka nepretrgoma (rekurzivno)
 - numerični problemi - potrebno zadostno vzbujanje
 - včasih je potrebno postopek pri nezadostnem vzbujanju izključiti in ob večji spremembi spet vključiti

Primer:
Avtomatsko nastavljanje - Siemens



Primer:
Avtomatsko nastavljanje - LFE Instruments,
JUMO Process Controls



2.6 Regulator SIPART DR24



- Večnamenski regulator
- Veliko število funkcijskih blokov
- Tipke in prikazovalniki na čelni plošči
- Modularna zgradba
 - standardna enota
 - razširitveni moduli
- Komunikacijske možnosti
 - RS232, SIPART BUS
 - RS485
 - PROFIBUS-DP

Standardna enota

- Zgrajena iz
 - osnovne plošče s centralno procesno enoto (CPE) in priključnimi sponkami
 - čelne plošče s tipkami in prikazovalniki
 - napajalne enote
 - plastičnega ohišja z razširitvenimi vtiči
- Napajalna enota
 - priključitev na 115/230 V AC (izbira s stikalom) ali 24 V AC/DC
 - zagotavlja notranje napajanje +24 V, +5 V in referenco +5.5 V

Osnovna plošča

- Zmogljiv mikrokrmilnik (starejše izvedbe imajo dva mikrokrmilnika - master-slave)
- Mikrokrmilnik vsebuje mikroprocesor, A/D in D/A pretvornike, 'watch-dog' vezje, vezje UART za serijsko komunikacijo
- Prilagodilna vezja za vhodno/izhodne signale
- Pomnilnik - zunanji pomnilnik EPROM in 32kB baterijsko podprtega RAM
- Uporabniški program - 4kB EEPROM
- Čas cikla – najmanj 60 ms, tipično 80 do 120 ms

Vhodno/izhodni signali

- 3 analogni vhodi
 - območja: 0/0.2 - 1 V, 0/2 - 10 V ali 0/4 - 20 mA
- 3 analogni izhodi
 - območje 0/4 - 20 mA
- 4 binarni (»digitalni«) vhodi 0/24 V
 - logična 0: ≤ 4.5 V, logična 1: ≥ 13 V
- 8 binarnih (»digitalnih«) izhodov 0/24 V
 - logična 0: ≤ 1.5 V, logična 1: +19 do 26 V
 - dopustna obremenitev ≤ 50 mA
- pomožno napajanje +24 V (20-26 V), 100 mA

Razširitveni moduli

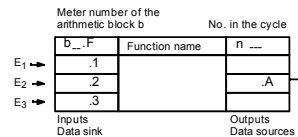
- Dodatni analogni vhodi
 - 3 analogni vhodi
 - vhod za uporovni senzor
 - vhod za temperaturni senzor Pt 100
 - vhod za priključitev termočlena
- Dodatni analogni izhodi
 - 3 izhodi, na modulu še 3 binarni vhodi
 - analogni izhod z neodvisnim napajanjem in funkcijo 'hold'
- Dodatni binarni vhodi - 5 vhodov 0/24V
- Dodatni binarni izhodi
 - 2 relejska izhoda ali modul s 4 0/24 V izhodi in 2 0/24 V vhodoma
- Komunikacijski modul – RS232/RS485 ali PROFIBUS-DP

2.6.1 Funkcije

- 32 enostavnih funkcij

- standardiziran vh./izh. format

- 3 vhodi v blok
 - 1 izhod iz bloka



- zanje na voljo 109 (85)* prostih pomnilniških naslovov
 - posamezen blok lahko uporabimo večkrat

- 15 (12) kompleksnih funkcij

- različne funkcije imajo različen vhodno/izhodni format
 - število razpoložljivih blokov, ki izvajajo določeno funkcijo je fiksno, lahko uporabimo npr. le štiri regulacijske bloke (oz. dva pri starejših regulatorjih)

*število v oklepaju se nanaša na starejše različice regulatorja SIPART DR24

Vrednosti spremenljivk in vh./izh. signalov

- Aritmetika

- 3 zložna aritmetika s plavajočo vejico, območje signalov -10^{19} do 10^{19} , $1 \text{ LSB} = 1.6 \cdot 10^{-5}$
 - analogni signali: 0% do 100% -> 0 do 1

- Območja vrednosti

- 'linearni' parametri: -1,999 do 9,999
 - 'decimalni' parametri: 0,1 do 9984

- Prednastavitve:

- prednastavljene (default) vrednosti na vhodih blokov
 - vhodi označeni z 'ncon' morajo biti obvezno povezani (velja za večino blokov, so pa nekatere izjeme)

Enostavne funkcije

- Matematične operacije
 - AbS absolutna vrednost
 - Add seštevanje
 - div deljenje
 - LG desetiški logaritem
 - LinE linearna funkcija
 - Ln naravni logaritem
 - MULt množenje
 - Pot potenciranje
 - root kvadratni koren
 - SUB razlika
- Logične operacije
 - And funkcija IN
 - nAnd funkcija NE IN
 - or funkcija ALI
 - nor funkcija NE ALI
 - Eor ekskluzivni ALI
 - tFF pomnilna celica T
 - dFF pomnilna celica D
 - CoUn števec

kombinacija velikih in malih črk je izbrana tako, da je oznako možno nedvoumno izpisati na 7-segmentnem digitalnem prikazovalniku

Enostavne funkcije /2

- Časovne operacije
 - diF diferenciator
 - FiLt nizkoprepustni filter
 - tiME časovnik
- Primerjalne in prekladne fun.
 - AMPL diferencialni ojačevalnik
 - ASo analogno stikalo
 - bSo digitalno stikalo
 - CoMP primerjalnik s histerezo
 - dEba prag, mrtva cona
 - LiMi omejitev
 - MASE izbira največjega signala
 - MiSE izbira najmanjšega signala
 - AMEM analogni pomnilnik
 - MAME pomnilniška celica za največjo analogno vrednost
 - MiME pomnilniška celica za najmanjšo analogno vrednost

Kompleksne funkcije

- Funkcije lahko uporabimo le v omejenem številu
 - aritmetične - 9 (7) funkcij, ki jih lahko uporabimo od dvakrat do osemkrat, odvisno od funkcije - skupaj 33 (15) pomn. naslovov
 - časovno logične - 3 (2) funkcije, 4 (3) naslovi
 - regulacijske - 3 funkcije, 4 (2) naslovi
- Poleg vhodno/izhodnih signalov njihovo delovanje določajo dodatni parametri
 - 'on-line' parametri - možno jih je nastavljati oz. spreminjati med delovanjem regulatorja preko čelne plošče
 - 'off-line' parametri - med delovanjem regulatorja jih ni možno nastavljati oz. spreminjati

Kompleksne aritmetične funkcije

- AFi1, AFi2 adaptivni filter
 - duši oscilacije znotraj določenega amplitudnega pasu, prilagaja se nivoju šuma
- Ain1 ... Ain4 integrator z analognim vhodom
- Bin1 ... bin6 integrator z binarnim vhodom
 - v povezavi s tipkami čelne plošče
- CPt1, CPt2 korekcijska enačba
 - izračun pretoka plina iz meritve diferencialnega tlaka ob upoštevanju meritev tlaka in temperature
- dti1, dti2 zakasnitev
- FUL1, FUL2, FUL3 linearna interpolacija
- FUP1, FUP2 parabolična interpolacija
- Spr1 ... Spr8 skalirni člen (min - max => 0 - 100%)
- PUM1 ... PUM4 pulzno-širinski modulator

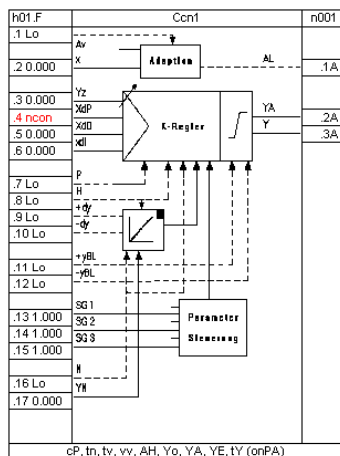
Kompleksne časovno/logične funkcije

- CLoc programabilna ura
 - časovno programirano krmiljenje 2 analognih in 8 digitalnih izhodnih signalov
 - do 40 časovnih intervalov, do 8 programov, nastavljivo število ciklov
 - krmilni vhodi: start, stop, reset, high-speed
 - izbira programa preko dodatnih digitalnih vhodov ali preko serijskega vmesnika
- Cnt1 demultiplekser
 - ciklično preklaplja med 4 izhodnimi binarnimi signali
 - namenjen je preklapljanju med prikazi signalov na čelni plošči za posamezne regulacijske zanke
- MUP1, MUP2 multiplekser
 - preklaplja med 8 vhodnimi analognimi signali
 - dodatni vhodi: preklop, reset
 - dodatni izhodi: status kanala, št. aktivnega kanala

2.6.2 Regulacijske funkcije

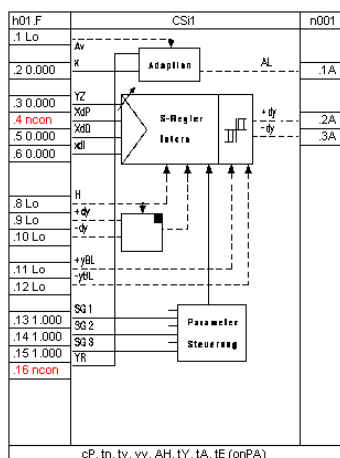
- Ccn1 ... Ccn4 PID-regulator z zveznim izhodom
 - standardni PID-algoritem, ločeni vhodi za P, I, D člen
- CSi1 ... CSi4 PID-regulator s pulznim izhodom in z notranjo povratno zanko
 - predpostavlja integrirni izvršni člen na vhodu v proces
 - širina pulzov se nastavlja glede na podani nastavitveni čas izvršnega člena
- CSE1 ... CSE4 PID-regulator s pulznim izhodom in z zunanjo povratno zanko
 - predpostavlja integrirni izvršni člen na vhodu v proces
 - širina pulzov se nastavlja glede na informacijo o dejanski poziciji izvršnega člena

PID-regulator z zveznim izhodom



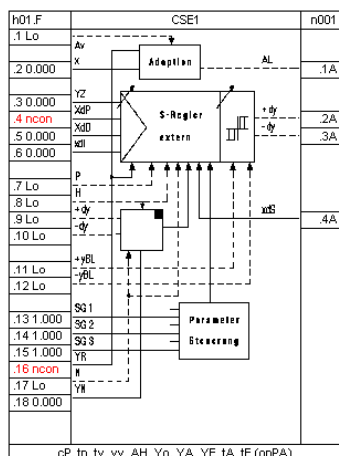
- Načini delovanja
 - avtomatski način - automatic mode (aktiven, kadar ostali niso)
 - proporcionalni način - P ali PD (P)
 - ročni način - manual mode (H, +dy, -dy)
 - krmilni način - tracking mode (N, YN)
- Blokiranje izhoda
 - +yBL, -yBL
- Parametri
 - cP, tn, tv, vv, AH, Yo, YA, YE, tY

PID-reg. s pulznim izhodom in notranjo povratno zvezo



- Izhod regulatorja so pulzi v poz. in neg. smeri
- Nima krmilnega načina (izhoda ne moremo neposredno krmiliti)
- Poleg nastavitvenega časa izvršnega člena potrebno podati še minimalno širino in minimalen razmik med pulzi

PID-reg. s pulznim izhodom in zunanjo povratno zvezo



- Izhod regulatorja so pulzi v poz. in neg. smeri
- Potreben dodaten analogni vhod - povratna informacija o poziciji izvršnega člena
- Čas nastavitve je potrebno uglasiti na dani izvršni člen

Postopek avtomatskega nastavljanja

- Določimo parametre postopka nastavljanja
 - čas opazovanja
 - smer in amplitudo stopnice
- Signal za sprožitev postopka povežemo na tipko na čelni plošči
- Izhod procesa povežemo na vhod x
- V ročnem načinu obratovanja pripeljemo proces v želeno delovno točko
- Sprožimo postopek, potek nastavljanja lahko spremljamo na čelni plošči

2.6.3 Programiranje regulatorja SIPART DR24

- Programsko orodje SIPROM DR 24
 - tabelaričen ali grafičen vnos blokovne sheme
 - v grafičnem načinu je shema razdeljena na več listov; povezave med njimi preko spojnikov
 - nastavljanje parametrov
 - parametri strojne opreme
 - on-line parametri
 - off-line parametri
 - prenos v regulator (regulator mora biti opremljen s komunikacijskim modulom)
 - dokumentacija

Primer 1:
Blokovna shema za generiranje in prikaz želene vrednosti

