

НАСТАВНО-НАУЧНО ВЕЋЕ МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ КРАЉЕВО

Одлуком Наставно-научног већа бр. _____ од 13122007 године одређен сам за рецензента научне монографије "ПИД регулатори", аутора др Војислава Ж. Филиповића и др Новака Н. Недића.

РЕЦЕНЗИЈА

Приложена научна монографија под насловом "ПИД регулатори", аутора др Војислава Ж. Филиповића и др Новака Н. Недића садржи 154 стране и изложена је кроз следеће главе

- Гл. 1. Увод
- Гл. 2. Особине процеса и ПИД алгоритам
- Гл. 3. Подешавање, самоподешавање и адаптација ПИД регулатора
- Гл. 4. Процеси са кашњењем и Смитов регулатор
- Гл. 5. Хибридни ПИД регулатори
- Гл. 6. Парадигме ПИД алгоритма
- Гл. 7. Примене ПИД регулатора у индустријским процесима
- Епилог
- Литература
- Индекс

Истраживања у Америци и Канади показала су да типичне фабрике у тим земљама имају око 2000 регулационих кругова од чега 97% кругова чине ПИД регулатори. Такође се показало да само 20% регулационих кругова ради исправно. Разлог за слаб рад преосталих кругова је следећи:

- а) 30% због неправилно подешених регулатора,
- б) 30% због проблема са извршним органима
- ц) 20% због сензора, неправилно одабраних периода одабирања и улазних филтера регулатора.

До сличних резултата дошла је и фирма *Honeywell* анализом 11000 регулационих кругова у енергетици, нафтној индустрији, папирној, целулозној и индустрији фолија. Због тога, без обзира на дугу употребу и различите техничке реализације (пнеуматски, хидраулички, електронски), ПИД регулатор и даље закупа интензивну пажњу истраживача. Књига "ПИД регулатори", аутора др Војислава Ж. Филиповића и др Новака Н. Недића односи се управо на наведену проблематику. Важно је имати у виду да је то прва књига на српском језику посвећена ПИД регулаторима. Књигу, у суштини, можемо поделити на пет делова: уводна разматрања, ПИД алгоритми (структура, подешавање, самоподешавање и адаптација), управљање процесима са кашњењем, хибридни регулатори и примене.

У уводним разматрањима аутори полазе од чињенице да научна област аутоматског управљања своје прве кораке прави са појавом парне машине. У периоду 1765-1829 год. пронађени су фундаментални принципи регулације који су и данас на снази. У књизи је, што је врло тешко наћи у литератури, показано да постоје два фундаментална принципа у регулацији:

- а) принцип повратне спреге и
- б) управљање по мерљивом поремећају

Матемтичко моделовање процеса, коришћењем диференцијалних једначин, први пут се појављује у другој половини деветнаестог века (Маквел, 1868. и независно од њега Вишнеградски, 1876.). Аутори књиге су на реалном индустријском процесу демонстрирали проблем математичког моделовања са дефинисањем улаза, излаза и поремећаја оптерећења. Такође је истакнуто да одређивање улаза и излаза система није увек тривијалан проблем и да је то једна од тема бихејвиористичке теорије система управљања. Уведен је, у пракси веома важан, концепт девијационе променљиве.

Други део је посвећен алгоритмима ПИД регулатора и посебно важним аспектима подешавања, самоподешавања и адаптације. Веома темељно, са графичким илустрацијама, приказани су П-члан, И-члан и Д-члан. Приказано је да П-члан води рачуна о садашњости, И-члан о прошлости и садашњости и Д-члан антиципира будућност на основу садашњости. Затим су разматране структуре алгоритма: ПД, ПИ, ПИД при чему су наведена подручја у којима је могућа њихова примена. Дата је оригинална форма ПИД алгоритма у којем интегратор има побољшане перформансе у односу на класични. Наиме, тај интегратор уноси за 51.9° мање фазно кашњење у односу на стандардан интегратор што има повољне последице на стабилност система са затвореном повратном спрегом. Такође, нова структура ПИД алгоритма елиминира деривативни и пропорционални удар при наглој промени задате вредности. За нестабилне (интеграторске) процесе предложена је ПИ-ПИ структура регулатора која има две повратне спреге: унутрашњу и спољашњу које значајно побољшавају перформансе система. На крају су аутори посветили пажњу следећем проблему: шта ПИД регулатори не могу? То разматраној проблематици даје посебну вредност. Аутори, затим, расправљају о неконзистентности теорије континуалних и дискретних система и ради превазилажења наведене тешкоће уводе Т трансформацију. Након тога прелази се на подешавање параметара регулатора. Подробно се разматрају Зиглер-Николсове и њима сродне методе. Затим су итложене аналитичке методе подешавања засноване на подешавању полова система. На крају је дата дигитална форма ПИД алгоритма погодна за реализацију на микроконтролеру. За самоподешавање су презентирани две методе: Фреквентна и одзив на одскочну функцију. За потребе адаптације изложена је метода најмањих квадрата за идентификацију динамичких система. Оригинални резултат аутора омогућава и адаптацију и избор периоде одабирања у реалном времену. Ова методологија, мада изведена са потпуно других идејних позиција, има пуно сличности са недавно предложеним Брокетовим регулатором минималне пажње.

Посебан део књиге посвећен је регулацији процеса са кашњењем. Разматран је Смитов регулатор за стабилне и нестабилне процесе. Аутори су увели апроксимацију експоненцијалног члана са бесконачном нормом функције и горњом границом апроксимације. Затим су, на бази тог резултата, дискутовали могућност креирања нове теорије регулације процеса са јединствене позиције без разликовања процеса са и без кашњења. Идеја је крајње интересантна.

Подручје хибридног управљања је веома активно у истраживачком смислу. У овом делу књиге предложен је хибридни регулатор који користи ЛМИ (линеарне матричне неједнакости) и уметнуте елипсоиде. Снага анализе стабилности хибридних система лежи и у чињеници, коју аутори истичу, да омогућава анализу стабилности фази регулатора. До скора се проблем анализе стабилности фази система истицао као главни разлог против њихове примене. На крају је представљен ПИД регулатор заснован на догађајима. Овај регулатор је нелинеарни хибридни регулатор. Користи Лебегову периоду одабирања што омогућава мање коришћење ресурса процесора и комуникационе рачунарске мреже.

У последњем делу се разматра примена описаних алгоритама за регулацију реалних индустријских процеса (котлови у термоелектранама, дестилационе колоне и регулација pH вредности применом хибридних регулатора).

Литература обухвата 84 референце од чега има 38 референци аутора. Референце су публиковане на домаћим и међународним скуповима и домаћим и међународним часописима. Посебну вредност има индекс на крају књиге.

ЗАКЉУЧАК

Монографија "ПИД регулатори" аутора др Војислава Ж. Филиповића и др Новака Н. Недића је веома важан допринос подручју аутоматског управљања на српском језику. Она представља прву књигу на српском језику која је посвећена проблемима регулације индустријских процеса. Књига је резултат вишегодишњег рада аутора на теоријским и практичним проблемима аутоматизације индустријских процеса. Резултати изложени у књизи биће важан извор информација за мастер и докторске студије као и истраживаче у индустрији. Књигу могу користити и студенте старијих година основних студија и инжењере у пракси.

Са великим задовољством предлажем да се научни рад "ПИД регулатори" аутора др Војислава Ж. Филиповића и др Новака Н. Недића прихвати у статус научне монографије и уврсти у издавачки план.

Београд, 17.12.2007.

др Драган Радојевић, научни саветник
