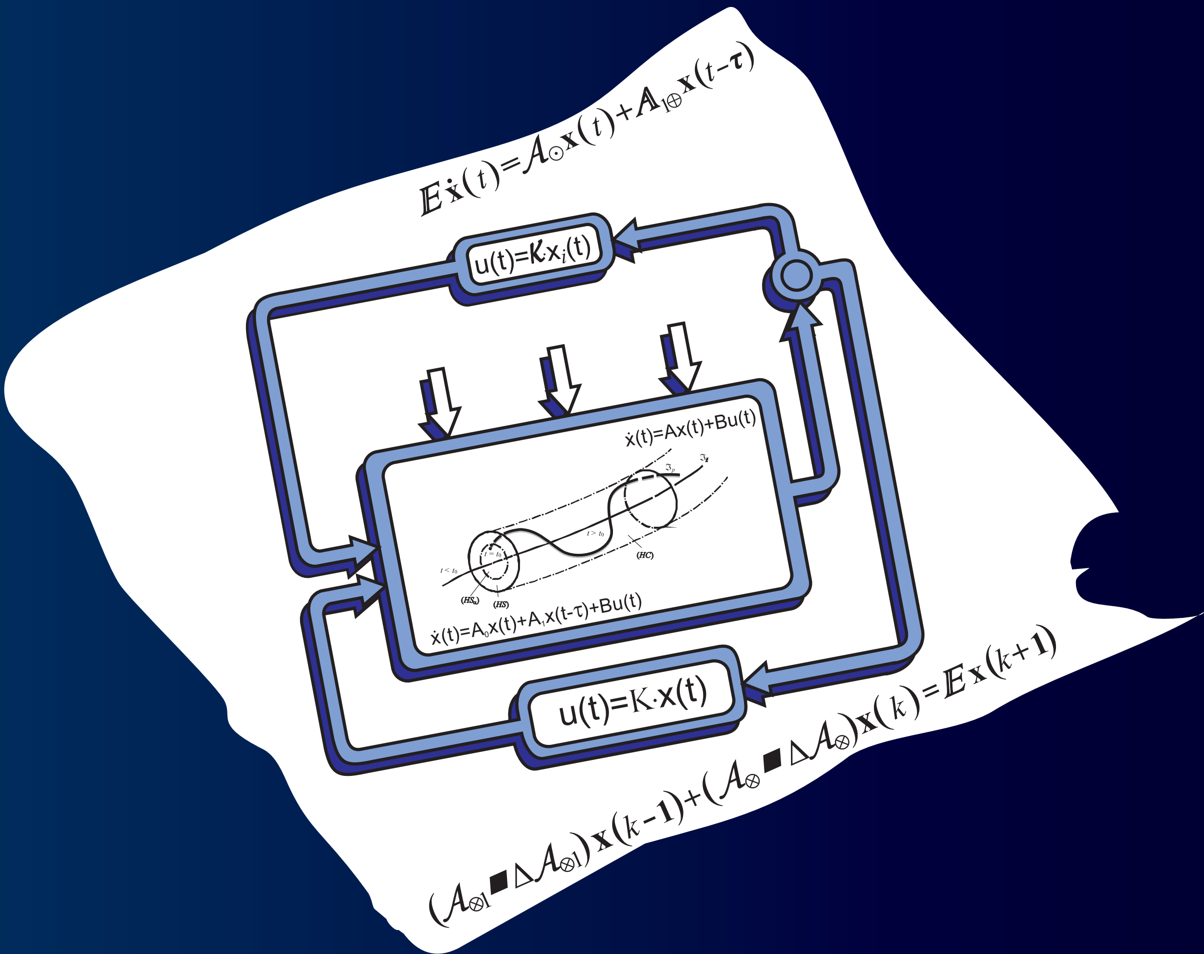
DINAMIKA POSEBNIH KLASA SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA

Dragutin Lj. Debeljković



Dr Dragutin Lj. Debeljković

DINAMIKA POSEBNIH KLASA SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA

Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu
2013

Dr **Dragutin Lj. Debeljković**, redovni profesor
Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Dinamika posebnih klasa sistema automatskog upravljanja

Udžbenik
I izdanje

Recenzenti

Dr Mihailo P. Lazarević, redovni profesor
Mašinskog fakulteta u Beogradu

Dr Sreten B. Stojanović, vanr. prof.
Tehnološkog fakulteta u Leskovcu

Izdavač
Univerzitet u Beogradu
Mašinski fakultet Beograd
11000 Beograd, Kraljice Marije 16

Za izdavača
Dr Aleksandar Obradović, prof.

Odobreno za štampu
odlukom *Dekana* br. 254/13 od 14.11.2013.

Beograd, 2013
Tiraž: 200 primeraka

Štampa PLANETA print
ISBN 978 – 86 – 7083 – 807 - 9

Dr Dragutin Lj. Debeljković

DINAMIKA
POSEBNIH KLASA
SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA

Mašinski fakultet
Univerziteta u Beogradu
2013

DINAMIKA
POSEBNIH KLASA SISTEMA
AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA

Predgovor

Linearni sistemi su oduvek privlačili pažnju naučne i stručne javnosti i taj interes postoji i dan danas i zaokuplja sve tehničke discipline podržan snažnim matematičkim aparatom osnovanim na odabranim poglavljima linearne algebre, operatorskog računai teorije diferencijalnih jednačina, sa i bez pomerenog argumenta, što im neosporno daje veliki značaj, pa je samim tim prirodno da se još jednom nađu u stvarnoj žiži interesovanja a sa nekih drugih aspekta njihovog dinamičkog delovanja i ponašanja.

Već više od dve pune decenije *singularni* (deskriptivni) sistemi privlače pažnju naučne i stručne javnosti širom sveta.

Njihovo prisustvo u svim granama tehnike i u pojedinim oblastima društvenih nauka više je nego evidentno, što obavezuje da im se sa svih mogućih aspekata proučavanja posveti dužna pažnja.

U matematičkom smislu ovi sistemi su predstavljeni kombinacijom diferencijalnih (diferencnih) i algebarskih jednačina, pri čemu ove druge predstavljaju ograničenje koje treba zadovoljiti pri rešavanju onih prvih.

Već više od pola veka *sistemi sa kašnjenjem* privlače pažnju naučne i stručne javnosti širom sveta.

Njihovo prisustvo u svim granama nauke i tehnike više je nego evidentno i u tom smislu brojni naučni radovi i obimna publicistička delatnost u punoj meri su iskazali interes koji je za njih bio pokazan.

U matematičkom smislu, ova klasa sistema opisana je običnim diferencijalnim (diferencnim) jednačinama sa pomerenim argumentom, što uslovljava čitav niz dodatnih poteškoća pri njihovom rešavanju.

S druge strane, u prvom slučaju, kao sistemi beskonačne dimenzije, njihovo proučavanje u kompleksnom domenu uslovljeno je suočavanjem sa transcedentnim prenosnim funkcijama, što u izvesnim slučajevima zahteva radikalnu preformulaciju postojećih kriterijuma i metoda razvijenih za obične linearne sisteme, a ponekada i formiranje sasvim novih prilaza i postupaka za razrešavanje postavljenih zadataka kako klasične, tako i moderne teorije automatskog upravljanja.

U tom smislu dosta prostora bilo je posvećeno izučavanju osobina tzv. singularnih sistema i sistema sa čistim vremenskim kašnjenjem kao i njihovim diskretnim analoganima.

Valja istaći da postoji veliki broj sistema automatskog upravljanja u kojima je izražen istovremeni fenomen čisto vremenskog kašnjenja i evidentna singularnost tako da ova klasa sistema poznata pod imenom *Singularni* (deskriptivni) *sistemi sa kašnjenjem* zaslužuje posebnu pažnju imajući u vidu da nedvosmisleno objedinjuje ranije ukazane specifičnosti pojedinačnih klasa, ovde, opisanih sistema.

Ovi sistemi imaju mnoge specifične karakteristike.

Ako želimo da ih rigurozno opišemo, da ih projektujemomo sa zavidnim stepenom tačnosti ili da kvalitetno upravljamo njima, moramo tada da poklonimo veoma veliku pažnju dubokoj spoznaji njihovih suštinskih osobina i posebnosti koje ih u, velikoj meri, razlikuju od drugih klasa sistema.

U matematičkom smislu ova klasa sistema automatskog upravljanja predstavljena je kuplovanim singularnim sistemom diferencijalnih (diferencnih) jednačina sa pomerenim argumentom, kojima je pridružen sistem odgovarajućih algebarskih jednačina koje u opštem slučaju mogu biti, takođe, sa pomerenim argumentom ili bez njega.

U prvom delu ovog udžbenika težište interesovanja bilo je usmereno ka izučavanju bazičnih osobina pomenutih klasa sistema automatskog upravljanja.

Kao i uvek, u žiži interesovanja sa stanovišta dinamike ovde izučavanih klasa sistema, bila su pitanja njihove stabilnosti u klasičnom (*ljapunovskom*) smislu, ali i sa stanovišta jednog drugog koncepta, tzv. theničke stabilnosti sistema, koja se u savremenoj literaturi susreće pod nazivom *stabilnost na konačnom vremenskom intervalu.*

U savremenoj teoriji upravljanja sistemima predloženi su i koriste se različiti koncepti stabilnosti, kao na primer: ljapunovska, neljapunovska i tehnička stabilnost, stabilnost tipa "ograničeni ulaz - ograničeni izlaz", krajnja stabilnost, itd., od kojih se, u prvom redu očekuje da odgovore na mnoga suštinska pitanja o osobinama kretanja sistema.

U tom smislu, u standardnom kontekstu ovih razmatranja, uvažavajući usvojene klase razmatranih sistema, uobičajeno se prvo razjašnjavaju pitanja vezana za definiciju, postojanje, jedinstvenost i stabilnost ravnotežnog stanja sistema, a zatim se, shodno predloženim konceptima, daju definicije i odgovarajući uslovi stabilnosti.

Na taj način, dolazi se do potrebne platforme i pozicija sa kojih je moguće efikasno analizirati dnamičko ponašanje razmatranog sistema sa željenog aspekta.

Jasno je da se, korišćenjem odgovarajućih kriterijuma, mogu dobiti odgovori po pitanju stabilnosti razmatranih sistema i bez rešavanja njihovih diferencijalnih jednačina kretanja, čime se postiže pun analitički efekat.

Ovde izložena materija, u potpunosti, sledi nastavni program predmeta *Dinamika posebnih klasa sistema automatskog upravljanja*, koji se kao izborni predmet sluša u IX semestru i namenjena je, prvenstveno studentima odseka za *automatsko upravljanje* Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Ovaj udžbeik će, sigurno, po svom sadržaju zainteresovati i stručnjake specijalizovane za naučno – istraživački rad, pa će autor biti zahvalni na svim sugestijama u pogledu obima i načina prezentovanja izložene materije i jasno eventualnog poboljšanja kvaliteta njenog sadržaja.

Dr Mihailu P. Lazareviću, redovnom profesoru Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Dr Sretenu B. Stojanoviću, vanrednom profesoru Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Nišu zahvalan sam na korisnim sugestijama i trudu oko recenzije.

Beograd, **decembar** 2013. god. ***A u t o r***

SADRŽAJ

OSOBINE I SPECIFIČNOSTI KLASA RAZMATRANIH SISTEMA

NEKA PITANJA OPŠTE TEORIJE STABILNOSTI SISTEMA