NOVI PRILAZI PARAMETARSKOJ SINTEZI IMPACT STRUKTURE

Milan S. Matijevi}, *Ma{inski fakultet u Kragujevcu*
Mili} R. Stoji}, *Elektrotehni~ki fakultet u Beogradu*

**Sadr`aj –** *U op{tem slu~aju, sinteza IMPACT (Internal Model Principle and Control Tegether) strukture zahteva dobijanje re{enja dve Diophantineove jedna~ine koja garantuju apsorpciju poznate klase generalisanog poreme}aja i `eljeno dinami~ko pona{anje sistema. Re{avanje Diophantineove jedna~ine mo`e biti slo`en zadatak, koji unosi izvesne stepene slobode u fazi parametarske sinteze. Prilaz predložen u ovom radu daje bolje re{enje parametara strukture sa gledišta robustnosti, kao i u pogledu dinami~kih performansi sistema.*

1. UVOD

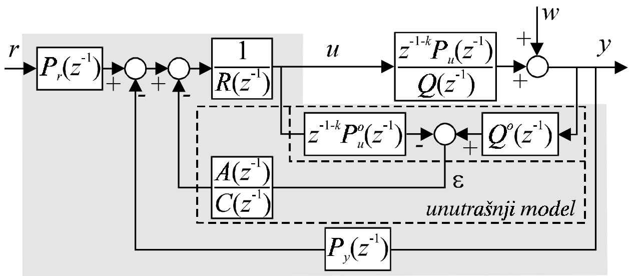
Većina metoda analiti~kog projektovanja algoritama upravljanja zasniva se na poznavanju modela objekta upravljanja i apriornih informacija o vrsti i karakteru poreme}aja [1]. U zavisnosti od modela objekta upravljanja, klase spoljnih poreme}aja, nametnutih ograni~enja i primarnih upravlja~kih ciljeva, bira se odgovaraju}i metod strukturne i parametarske sinteze upravljanja [1]. Koncepti unutra{njih modela su omogu}ili da se neposredno i generalnije pristupi sintezi upravlja~ke strukture sistema sa ciljem kompenzacije poznate klase nemerljivih poreme}aja, postizanja visokog stepena robustnosti sistema, smanjenja broja pode{ljivih parametara unutar strukture itd [2].

IMPACT struktura u sebi objedinjuje prednosti struktura zasnovanih na IMP (Internal Model Principle) i IMC (Internal Model Control) [2,3]. Podsetimo, IMP podrazumeva uvo|enje modela poreme}aja u strukturu sistema radi kompenzacije uticaja poznate klase poreme}aja na upravljanu promenljivu. IMC struktura nije pogodna za apsorpciju proizvoljne klase poreme}aja, ali je podesna za postizanje željenog kvaliteta dinamičkog ponašanja i robustne stabilnosti sistema.

U ovom radu se daje postupak sinteze digitalne SISO IMPACT strukture. Sinteza i implementacija ove strukture nisu ograni~eni osobinama objekta upravljanja, kao {to su nestabilnost ili neminimalna faza. Postupak sinteze je sveden na algoritam pogodan za implementaciju na digitalnom ra~unaru [1]. U opštem slučaju, parametri strukture se određuju re{avanjem dve Diophantineove jedna~ine, {to omogućava izvesne stepene slobode, ali i nejednoznačnost postupka parametarske sinteze. Predloženi pristup daje sistem boljih performansi u svakom pogledu u poređenju sa do sada poznatim re{enjima.

2. IMPACT STRUKTURA

Posve originalnu strukturu sistema sa unutra{njim modelom (Sl.1), koja obezbe|uje apsorpciju o~ekivane klase poreme}aja, visok kvalitet dinami~kog pona{anja i izrazitu robustnost u odnosu na promene parametara objekta, predlo`io je Ya.Z. Tsypkin [3,4].



Sl. 1. *IMPACT struktura digitalnog sistema upravljanja*

Na Sl.1 upravlja~ki deo strukture je osenčen i dat u funkciji polinoma po kompleksnoj promenljivoj z^{-1}, a objekat upravljanja je opisan funkcijom diskretnog prenosa

$$W(z^{-1}) = \frac{z^{-k}P_u(z^{-1})}{Q(z^{-1})}$$

Podrazumeva se da matemati~ki model objekta uvek sadr`i nepreciznosti i da se mo`e prihvatiti samo kao manje ili vi{e adekvatan. Kao dovoljno pouzdan mo`e se prihvatiti slede}i model objekta

$$W(z^{-1}) = W^o(z^{-1})(1+\delta W(z^{-1})) \tag{1}$$

pri ~emu je nominalni objekat upravljanja poznat

$$W^o(z^{-1}) = \frac{z^{-1-k}P_u^o(z^{-1})}{Q^o(z^{-1})} \tag{2}$$

a njegova perturbacija ograni~ena multiplikativnom granicom neodre|enosti

$$\left|\delta W(e^{-j\omega T})\right| \le \alpha(\omega),\ \ \omega \in [0, \pi/T] \tag{3}$$

Ovakav vid modeliranja parametarskih perturbacija objekta nije podesan u slu~aju nestabilnih objekata upravljanja, ali to ne}e uticati na op{tost daljeg izlaganja [3]. Uticaj perturbacije objekta na upravljanu promenljivu mo`e biti modeliran kao parametarski poreme}aj i zajedno sa efektima spolja{njeg poreme}aja (w) ~ini generalisani poreme}aj (φ). Ukoliko je generalisani poreme}aj regularan [4,3], tada je mogu}e projektovati apsorpcioni filtar $\Phi(z^{-1})$, tako da bude zadovoljena relacija [3]

$$\Phi(z^{-1})\varphi(z^{-1}) = 0,\ t = nT \ge (\deg \Phi)T \tag{4}$$

gde je $\varphi(z^{-1})$ kompleksni lik poreme}aja, a T perioda odabiranja. Jedna~ina kompenzacije (4) je uslov apsorpcije poreme}aja, a jednostavan postupak odre|ivanja polinoma apsorpcije [2] se svodi na

$$\Phi(z^{-1}) = \varphi_{den}(z^{-1}),\ \ \text{za}\ \ \varphi(z^{-1}) = \frac{\varphi_{num}(z^{-1})}{\varphi_{den}(z^{-1})} \tag{5}$$

Prakti~no, princip apsorpcije se sastoji u projektovanju unutar sistema upravljanja apsorpcionog filtra, tako da gre{ka stacionarnog stanja sistema bude u {to ve}oj meri otklonjena [3, 4]. U slu~aju IMPACT strukture, princip apsorpcije je sadr`an kroz sintezu unutra{nje konture, koja omogu}ava estimaciju generalisanog poreme}aja, njegovu predikciju i prenosnu (feedforward) kompenzaciju. Naime, unutra{nju konturu ~ini dvoulazni nominalni model objekta (polinomi

$z^{-1-k}P_u^o(z^{-1})$ i $Q^o(z^{-1})$) i unutra{nji model poreme}aja (polinomi $A(z^{-1})$ i $C(z^{-1})$), do koga se dolazi re{avanjem polinomnog identiteta

$$z^{-1-k}A(z^{-1}) + B_1(z^{-1})\Phi(z^{-1}) \equiv C(z^{-1}) \tag{6}$$

uz uva`avanje pretpostavke [4, 2]

$$R(z^{-1}) = \begin{cases} P_u^o(z^{-1}), \text{kada je OU minimalne faze} \\ \hat{P}_u^o(z^{-1}), \text{kada je OU neminimalne faze} \end{cases} \tag{7}$$

Zapravo, polinomi $A(z^{-1})$ i $B_1(z^{-1})$ su re{enje Diophantine-ove jedna~ine (6), dok izbor stabilnog polinoma $C(z^{-1})$ mo`e biti proizvoljan. Polinom $A(z^{-1})$ predstavlja implicitni model poreme}aja, dok izbor polinoma $C(z^{-1})$ ima uticaja na dinamiku apsorpcije i na filtarska svojstva sistema. Dobre filtarske sposobnosti unutra{njeg modela i bolji doprinos robustnoj performasi sistema, s jedne strane, i efikasna dinamika apsorpcije poreme}aja, s druge strane, jesu me|usobno opre~ni zahtevi [1, 2]. Zato se u cilju spre~avanja osetljivosti na merni {um i boljih robustnih osobina sistema u opsegu vi{ih u~estanosti, preporu~uje da adekvatan NF filtar bude sastavni deo unutra{njeg modela poreme}aja

$$\frac{A(z^{-1})}{C(z^{-1})} = \frac{A_f(z^{-1})A_1(z^{-1})}{C(z^{-1})}$$

$A_f(z^{-1})/C(z^{-1})$ je NF digitalni filtar koji se bira, a polinom $A_f(z^{-1})$ sledi iz uslova apsorpcije poreme}aja (6), i mo`e biti tuma~en kao implicitni model poreme}aja. Na niskim frekvencijama dinamika unutra{nje konture mo`e biti u potpunosti opisana nominalnim modelom objekta upravljanja. Na vi{im frekvencijama gre{ke modeliranja mogu do}i do izra`aja, ali tada robustna performansa sistema mo`e biti odr`ana kako je to pokazano u [5]. Unutra{nja kontura kompenzuje uticaj generalisanog poreme}aja i podi`e nivo robustne performanse sistema. Otuda, spolja{nja kontura "vidi" unutra{nju kao nominalni objekat upravljanja, odre|uje dinami~ko pona{anje nominalnog sistema i projektuje se na osnovu specificirane funkcije spregnutog prenosa sistema

$$G_{de}(z^{-1}) = \frac{z^{-1-k}H_{de}(z^{-1})}{K_{de}(z^{-1})}$$

Pri tom, `eljena frekvencijska propustnost mora biti uskla|ena sa frekvencijskom propustno{}u upravljanog procesa radi dobijanja prihvatljive dinamike promene upravlja~kog signala i postizanja adekvatne robustne performanse sistema. Tako|e, treba imati u vidu i druga mogu}a ograni~enja, koja je po`eljno ispo{tovati zbog dobrih robustnih osobina sistema [1]. Iz uslova da funkcija spregnutog diskretnog prenosa nominalnog sistema odgovara `eljenoj funkciji prenosa dobija se Diophantineova jedna~ina

$$Q^o(z^{-1}) + z^{-1-k}P_y(z^{-1}) \equiv T(z^{-1})K_{de}(z^{-1}) \tag{8}$$

~ija re{enja su polinom $P_y(z^{-1})$ i polinom $T(z^{-1})$ (koji mora biti stabilan a u slu~aju $k=0$ je $T(z^{-1}) \equiv 1$). Polinom $P_r(z^{-1})$ se izra~unava iz relacije

$$P_r(z^{-1}) \equiv T(z^{-1})H_{de}(z^{-1}) \tag{9}$$

Dakle, svi polinomi upravlja~ke strukture slede iz relacija (6 - 9). Podsetimo da se Dahlinovom smenom $z^{-1} = 1$ neutrali{u slabo prigu{ene nule polinoma (7), {to je nu`no da bi se izbegla pojava velikih skokovitih promena upravlja~ke promenljive [1]. Tako|e, nu`no je proveriti da li definisana upravlja~ka struktura ispunjava uslov robustne stabilnosti. Za stabilne objekte upravljanja, uslov robustne stabilnosti za IMPACT strutkuru je

$$\alpha(\omega) < \left| \frac{C(z^{-1})(Q^o(z^{-1})R^o(z^{-1}) + z^{-1-k}P_u^o(z^{-1})P_y^o(z^{-1}))}{z^{-1-k}P_u^o(z^{-1})(P_y^o(z^{-1})C(z^{-1}) + Q^o(z^{-1})A(z^{-1}))} \right|_{z^{-1}=e^{-j\omega T}}$$

za $\omega \in [0, \pi/T]$. Ukoliko uslov nije ispunjen, kako je to obja{njeno u [1], modifikuje se `eljena funkcija prenosa, bira se drugi polinom $C(z^{-1})$, ili se izborom odgovaraju}ih faktora pravi adekvatniji izbor re{enja Diophantineove jedna~ine (8).

3. ALTERNATIVNI PRILAZI SINTEZE

U osnovi, sinteza IMPACT strukture se sastoji u re{avanju dve Diophantineove jedna~ine (6) i (8), ~ija re{enja garantuju apsorpciju poznate klase poreme}aja i `eljeno dinami~ko pona{anje sistema. Prema predlo`enom algoritmu, sinteza dvaju kontura odvija se nezavisno, jer Diophantineove jedna~ine (6) i (8) nisu povezane zahvaljujući izboru polinoma (7). Me|utim, na taj na~in su smanjene mogu}nosti projektovanja robustne stabilnosti strukture. Ukoliko je primaran cilj projektovanje robustne stabilnosti sistema, redosled koraka se menja i prvo izvodi sinteza spoljne konture. Karakteristi~ni polinom sistema sa zatvorenom povratnom spregom se usvaja u skladu sa `eljenom dinamikom sistema, a u cilju {irenja oblasti robustne stabilnosti se pro{iruje faktorima tipa

$$\prod_{i=1}^{n}(1 - b_i z^{-1})^i, \; 0 \le b_i \le 0.9$$

pri ~emu se nastoji da parametri n i b_i imaju {to manje vrednosti, tj. vrednosti b_i se pove}avaju do svog maksimuma pre nego {to se pove}a vrednost parametra n, i taj proces se ponavlja sve dok se ne zadovolji kriterijum robustne stabilnosti sistema. Sada, umesto identiteta (8) stoji

$$Q^o(z^{-1})R_d(z^{-1}) + z^{-1-k}P_y(z^{-1}) \equiv K_{de}(z^{-1}) \tag{10}$$

i polinomi $P_y(z^{-1})$ i $R_d(z^{-1})$ su re{enja ove Diophantineove jedna~ine, ali su re{enja i polinomi

$$R_d(z^{-1}) + N(z^{-1})z^{-1-k} \quad \text{i} \quad P_y(z^{-1}) - N(z^{-1})Q^o(z^{-1})$$

gde je $N(z^{-1})$ proizvoljan polinom [6,7]. Polinom $R_d(z^{-1})$ je faktor polinoma $R(z^{-1})$ ($R(z^{-1}) = P_u(z^{-1})R_d(z^{-1})$). Prakti~no, ovde se radi o slu~aju jedna~ine (8), ali sa slobodnim izborom polinoma $T(z^{-1})$, {to se mo`e koristiti u cilju {irenja oblasti robustne stabilnosti. Ali, definisanje unutra{njeg modela poreme}aja nije vi{e nezavisno od postupka sinteze u spoljnoj konturi i, umesto (6), re{ava se identitet

$$z^{-1-k}A(z^{-1}) + B_1(z^{-1})\Phi(z^{-1}) \equiv C(z^{-1})R_d(z^{-1}) \tag{11}$$

Implementacija NF filtra se podrazumeva. Sada, polinom $P_r(z^{-1})$ sledi iz slede}e Diophantineove jedna~ine [1]

$$z^{-1-k}P_r(z^{-1}) + B_{1r}(z^{-1})\Phi_r(z^{-1}) \equiv K_{de}(z^{-1}) \tag{12}$$

gde polinom apsorpcije $\Phi_r(z^{-1})$ defini{e klasu referentnih signala ~ije se pra}enje zahteva bez gre{ke u stacionarnom stanju. Dalja modifikacija predfiltra mo`e biti data izrazom

$$P_r(z^{-1})\frac{\prod_{i=1}^{n}(1-b_i z^{-1})^i}{\prod_{i=1}^{n}(1-b_i)^i}$$

~ime se posti`e ubrzanje odziva od na zadatu vrednost, a da se pri tome ne naru{i postignuti kvalitet stacionarnog stanja, niti oblast robustne stabilnosti [1].

Bitna razlika u gore pokazanim prilazima sinteze IMPACT strukture se sastoji u kontroli i izboru re{enja Diophantineove jedna~ine. U tom smislu, izlo`ene prilaze sintezi ne treba sagledavati nezavisno u njihovim specifi~nostima. Oni su re{enja istog problema i zavisno od konkretne primene treba kombinovati njihove prednosti. Stoga, da bi se istakle razli~ite mogu}nosti sinteze IMPACT strukture, u okviru drugog prilaza sintezi, nezavisno od klju~ne modifikacije, izlo`ena je sinteza predfiltra i uvedena tre}a Diophantineova jedna~ina u proces parametarske sinteze. Isto je moglo biti u~injeno u prvoizlo`enom algoritmu.

Alternativni postupak parametarske sinteze bi mogao biti kombinovan i sa sintezom spolja{nje konture metodom pode{avanja polova, kako je to pokazano u [6,7]. Ovakav prilaz, s obzirom na svoju op{tost i popularnost, bi}e tako|e testiran u ovom radu.

U slu~aju kada ne postoji dovoljan nivo apriornih informacija o karakteru poreme}aja, mogu}e je koristiti adaptaciju u unutra{njem modelu poreme}aja kako je to pokazano u [5].

4. ILUSTRATIVNI PRIMER

Ilustrativnim primerom, koji je delom preuzet iz [8], bi}e testirani dati prilazi parametarske sinteze IMPACT strukture (Sl.1.). Neka je diskretni model objekta upravljanja dat slede}om relacijom [8]

$$W^o(z^{-1})=\frac{z^{-1-k}P_u^o(z^{-1})}{Q^o(z^{-1})}=\frac{z^{-4}(1.1+z^{-1})}{1-0.7z^{-1}+0.15z^{-2}}$$

i neka je `eljena funkcija spregnutog prenosa sistema [8]

$$G_{de}(z^{-1})=\frac{z^{-1-k}H_{de}(z^{-1})}{K_{de}(z^{-1})}=\frac{0.7z^{-4}}{1-0.3z^{-1}}$$

koja omogu}ava apsorpciju poreme}aja od strane zadate vrednosti tipa odsko~nog signala. Sinteza unutra{njeg modela poreme}aja }e u svim slu~ajevima biti zasnovana na izabranom polinomu apsorpcije $\Phi(z^{-1})=(1-z^{-1})^2$ koji odgovara linearnoj aproksimaciji generalisanog poreme}aja, i jednostavnosti radi usvaja se da je $C(z^{-1})=1$. Slede}i proceduru opisanu relacijama (6 - 9) dobija se

$$\begin{aligned}&R(z^{-1})=1.1+z^{-1}, A(z^{-1})=5-4z^{-1}, P_y(z^{-1})=-0.0027\\&T(z^{-1})=1-0.4z^{-1}+0.03z^{-2}+0.009z^{-3}\\&P_r(z^{-1})=0.7-0.28z^{-1}+0.021z^{-2}+0.0063z^{-3}\end{aligned}\qquad(13)$$

Ako se uvrsti modifikacija, prema kojoj se spre~ava skra}i-vanje slabo prigu{enih nula objekta upravljanja uvo|enjem Dahlinove smene, polinom $R(z^{-1})$ postaje

$$R(z^{-1})=2.1\qquad(14)$$

S druge strane, za $T(z^{-1})\equiv 1$, prema (10), (11) i (9), i u skladu sa istim zahtevima sinteze sistema, dobija se

$$\begin{aligned}&P_y(z^{-1})=0.0022-0.00465z^{-1}, P_r(z^{-1})=0.7\\&A(z^{-1})=7.052-5.491z^{-1},\qquad C(z^{-1})=1\\&R(z^{-1})=(1.1+z^{-1})(1+0.4z^{-1}+0.13z^{-2}+0.031z^{-3})\end{aligned}\qquad(15)$$

dok u modifikovanom slu~aju, polinom $R(z^{-1})$ postaje

$$R(z^{-1})=2.1\cdot(1+0.4z^{-1}+0.13z^{-2}+0.031z^{-3})\qquad(16)$$

Tre}i slu~aj koji }emo pratiti u ovom primeru jeste pomenuta mogu}nost sinteze spoljne konture primenom ve} standardne metode pode{avanja polova [6,7]. Kao i u prethodnom slu~aju, sinteza unutra{nje konture je zavisna od rezultata sinteze u spoljnoj konturi. Prema proceduri izlo`enoj u [6], gore izlo`enim principima, i `eljenom karakteristi~nom polinomu sistema $K_{de}(z^{-1})=1-0.3z^{-1}$, generi{e se slede}a `eljena funkcija spregnutog diskretnog prenosa sistema

$$G_{de}(z^{-1})=\frac{z^{-1-k}H_{de}(z^{-1})}{K_{de}(z^{-1})}=\frac{z^{-4}(1.1+z^{-1})}{3(1-0.3z^{-1})}$$

i zatim, odgovarajuće Diophantineove jedna~ine ($T(z^{-1})\equiv 1$)

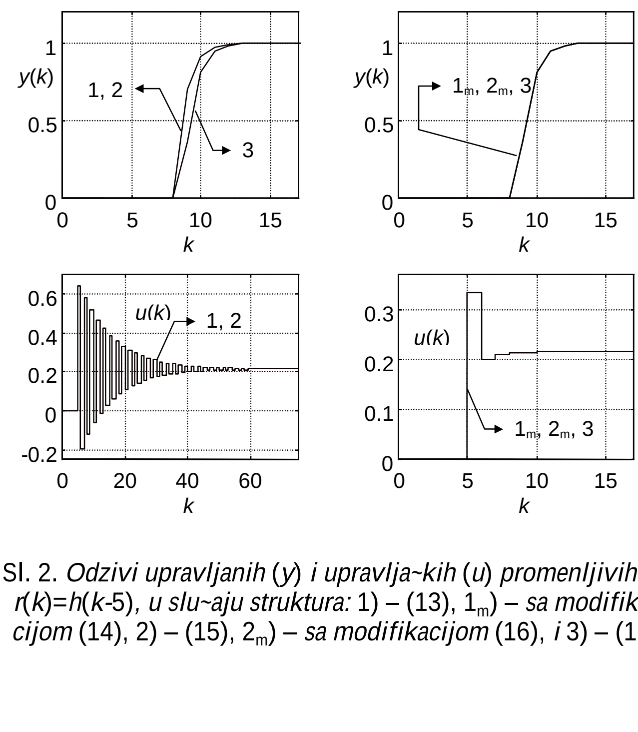
$$(1-0.7z^{-1}+0.15z^{-2})R(z^{-1})+z^{-4}(1.1+z^{-1})P_y(z^{-1})=3-0.9z^{-1}$$

$$z^{-4}(1.1+z^{-1})A(z^{-1})+(1-2z^{-1}+z^{-2})B(z^{-1})=R(z^{-1})$$

Slede polinomi upravlja~ke strukture

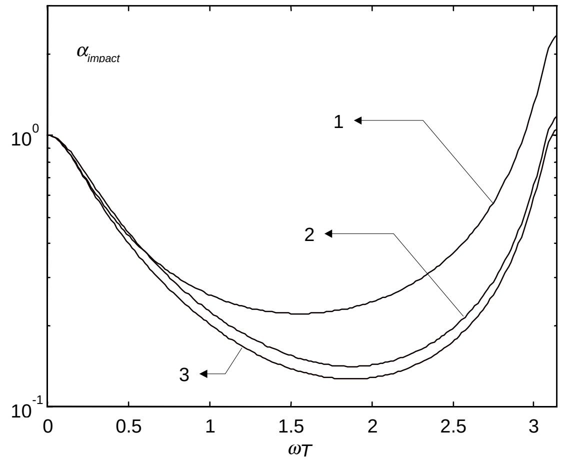
$$\begin{aligned}&R(z^{-1})=3+1.2z^{-1}+0.39z^{-2}+0.093z^{-3}+0.0112452z^{-4}\\&P_y(z^{-1})=-0.0042291-0.0016868z^{-1},\ P_r(z^{-1})=1\\&A(z^{-1})=11.1440953-8.90874041z^{-1}\end{aligned}\qquad(17)$$

Na slikama 2, 3 i 4 je ilustrovana efikasnost sintetizovanih struktura. Svrsishodnost uvedenih modifikacija (14) i (16) je ilustrovana na Sl.2. Na ovaj na~in se re{ava problem velikih skokovitih promena i efekata treperenja upravlja~ke promenljive, {to ima za nu`nu posledicu pogor{anje dinamike odziva sistema od strane zadate vrednosti, ali samo na meru koja je definisana `eljenom funkcijom prenosa zadatom na osnovu `eljene karakteristi~ne jedna~ine postupkom pode{avanja polova [6].



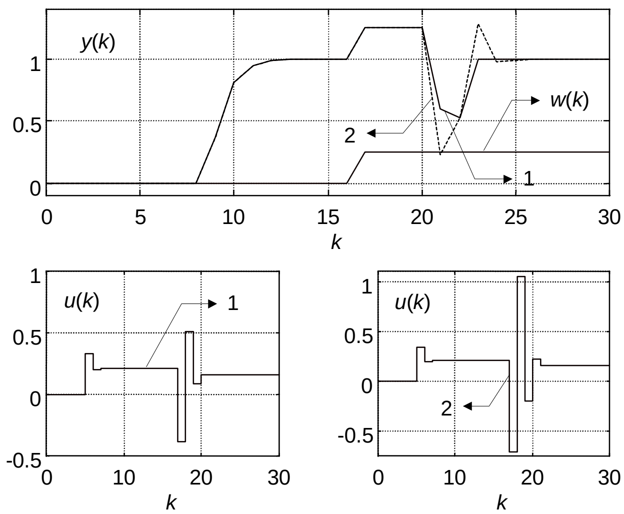
Sl. 2. *Odzivi upravljanih* (y) *i upravlja~kih* (u) *promenljivih na* $r(k)=h(k-5)$, *u slu~aju struktura:* 1) – (13), 1_m) – *sa modifikacijom* (14), 2) – (15), 2_m) – *sa modifikacijom* (16), *i* 3) – (17)

Me|utim, iako modifikovane strukture (13) i (16) imaju iste vremenske odzive od strane zadate vrednosti, kao i struktura ~ija je sinteza spoljne konture zasnovana na standardnom postupku pode{avanja polova, njihove karakteristike se me|usobno razlikuju. Na Sl.3 je pokazano da struktura bazirana na metodi pode{avanja polova [6] ima najmanju oblast robustne stabilnosti, dok je struktura definisana izrazima (13) i (14) najbolja (uslov robustne stabilnosti je $\alpha_{impact}(\omega) > \alpha(\omega)$ za $\omega \in [0, \pi/T]$).



Sl. 3. *Amplitudno frekvencijske karakteristike inverzne komplementarne funkcije osetljivosti:* 1) – (13) *sa modifikacijom* (14), 2) – (15) *sa modifikacijom* (16)*, i* 3) – (17)

Na Sl. 4. je pokazano da struktura definisana polinomima (13) i (14) daje bolje performanse i u pogledu efikasnosti otklanjanja uticaja poreme}aja na upravljanu promenljivu, kao i u pogledu dinamike promene upravlja~ke promenljive.



Sl. 4. *Odzivi sistema u slu~aju* $r(k)=h(k-5)$, $w(k)=0.25h(k-17)$ (*videti* Sl. 1) 1) – (13) *sa modifikacijom* (14), 2) – (17)

5. ZAKLJU^AK

U radu su dati novi postupci parametarske sinteze IMPACT strukture. Pokazano je da predlo`eni postupak daje superioran rezultat u pogledu robustnosti i brzine odziva upravljane promenljive. U predlo`enom postupku, projektovanja unutra{nje i spolja{nje konture se izvode nezavisno. Rad ilustruje {iroke mogu}nosti IMPACT strukture i ukazuje na klju~an problem parametarske sinteze: optimizaciju re{enja Diophantineove jedna~ine. Bez obzira {to Diophantineova jedna~ina pru`a i izvesne stepene slobode u procesu sinteze, njeno rešavanje može biti zametan zadatak (posebno kod sistema sa velikim transportnim ka{njenjem) {to ote`ava mogu}nosti prepode{avanja IMPACT strukture. Ali re{enja IMPACT strukture koja su prilago|ena posebnim namenama ve} postoje [9], i omogu}avaju da se sa malim brojem pode{ljivih parametara direktno uti~e na performanse sistema bez re{avanja Diophantineove jedna~ine.

LITERATURA

[1] M.S. Matijevi}, “Razvoj novih struktura digitalno upravljanih elektromotornih pogona i industrijskih procesa”, doktorska disertacija, Ma{inski fakultet u Kragujevcu, 2001.

[2] M.R. Stoji}, Lj.S. Draganovi}, M.S. Matijevi}, ″Pregled i svojstva upravlja~kih struktura sa unutra{njim modelima″, (*rad po pozivu*) Zbornik XLIII Konf. ETRAN-a, Zlatibor, 1999.

[3] Ya.Z. Tsypkin and U. Holmberg, “Robust stochastic control using the internal model principle and internal model control”, *Int. J. Control*, vol. 61, N°4, P 809-822, 1995.

[4] Я.З. Цыпкин, ″Синтез робастно оптимальных сист ем управления объектами в условиях ограниченной неопределености″, *Автом. и Телемех.*, N°9, с. 139-159, 1992.

[5] M.R. Stoji}, M.S. Matijevi}, ″Structural design of digital control systems with immesurable arbitrary disturbances″, *The 9th Mediterranean Conference on Control and Automation*, Dubrovnik, 2001.

[6] K. Åström and B. Wittenmark, *Computer controlled systems*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1984.

[7] K. Ogata, *Discrete-time control systems*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 1995

[8] Ya.Z. Tsypkin, ″Robust internal model control″, *50th Anniversary Issue of DSCD, ASME Transactions*, 115, N°2(B), pp. 419-425, 1993.

[9] M.R. Stoji}, M.S. Matijevi} and Lj.S. Draganovi}, ″A robust Smith predictor modified by internal models for integrating process with dead time″, *IEEE Trans. on AC*, Vol. 46, N°8, P. 1293-1298, August 2001.

Abstract – In a general case, the design of IMPACT structure requires solutions of two Diophantine's equations, which guaranty the absorption of a known class of generalized disturbances and the desired dynamic system behavior. The solution of Diophantine's equation may become a rather difficult task, which enables certain degree of freedom during the parameter synthesis. The approach, proposed in this paper, gives the better solution for structure parameters with respect to the robustness and system dynamic performance.

NEW APPROACHES TO THE PARAMETER DESIGN OF IMPACT STRUCTURE

Milan S. Matijevi} and Mili} R. Stoji}