

МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ			
Примљено	01.02.2013		
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
1	612-127/13		

## NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU MAŠINSKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U NIŠU

Predmet: Izveštaj komisije o naučnoj zasnovanosti teme doktorske disertacije

Odlukom Nastavno-naučnog veća Mašinskog veća Mašinskog fakulteta u Nišu broj 612-109-10/12 od 2.11.2012. godine, imenovali smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije kandidata mr mašinstva Dragane M. Trajković, pod nazivom:

### PRIMENA HIBRIDNIH BOND GRAFOVA I GENETSKIH ALGORITAMA U OPTIMIZACIJI I UPRAVLJANJU TEHNIČKIM SISTEMIMA

Na osnovu dokumentacije priložene uz prijavu doktorske dokumentacije, odnosno, obrazloženja teme doktorske disertacije, biografije kandidata, publikovanih naučnih i stručnih radova i kvantifikovanje dosadašnjeg naučnog rada kandidata, članovi Komisije podnose sledeći:

### IZVEŠTAJ

Dragana M. Trajković, magistar mašinskih nauka, podnela je 25.10.2012. Odseku za nastavna i studentska pitanja Mašinskog fakulteta u Nišu prijavu i zahtev za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije. Navedena prijava je formalno u skladu sa odredbama člana 27, Pravilnika o doktorskim akademskim studijama Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu. Shodno priloženim dokumentima konstatujemo:

#### 1. OSNOVNI BIOGRAFSKI PODACI

##### 1.1 Lični podaci

Ime i prezime:	Dragana M. Trajković
Datum i mesto rođenja:	2. 9. 1971., Vranje, Republika Srbija
Mesto stalnog boravka:	Niš

##### 1.2 Obrazovanje

1.2.1 Naziv završene srednje škole	Gimnazija "Bora Stanković" u Vranju
Smer:	prirodni-fizika
Godina i mesto diplomiranja:	1990. Vranje
1.2.2 Naziv završenog fakulteta:	Mašinski fakultet Univerziteta u Nišu
Smer:	Automatsko upravljanje

Srednja ocena tokom studija: 8,79  
Godina i mesto diplomiranja: 1997., Mašinski fakultet u Nišu  
Naziv i ocena diplomskog rada: Analiza i projektovanje kontinualnih i digitalnih linearnih sistema automatskog sistema sa kašnjenjem, 10, mentor prof.dr Vlastimir Nikolić

### 1.2.3 Magistarske studije

Naziv Fakulteta i godina upisa: Mašinski Fakultet u Nišu, 2012.  
Smer: Automatsko upravljenje  
Srednja ocena tokom studija:  
Godina i mesto diplomiranja: 2005., Mašinski fakultet u Nišu  
Naziv magistarskog rada: Primena grafa toka signala i bond grafova za dobijanje modela u prostoru stanja i u formi blok dijagrama, mentori prof. dr Vlastimir Nikolić (Mašinski Fakultet u Nišu) i prof. dr Dragan Antić (Elektronski Fakultet u Nišu)

1.2.4. Poznavanje jezika: Vlada engleskim jezikom

### 1.3 Profesionalna karijera:

Kao stipendista Ministarstva za nauku i tehniku, u periodu od 1997. do 1998. godine nakon završenog Mašinskog Fakulteta, kandidat započinje karijeru istraživača. Od septembra 1998. godine započinje profesionalnu karijeru u Fabrici za proizvodnju i preradu aluminijuma NISSAL u Nišu. Radi na mestu projektanta- mašinskog konstruktora u projektnom birou Alkon i Specijalnim konstrukcijama do juna 2003. god. kad prelazi u TIM D.O.O. iz Beograda. U međuvremenu polaže ispite i radi na magistarskoj tezi koju brani 2005. Godine. Od 2008. Do 2011. Radi u D.O.O Vizus iz Niša, i od maja 2012. u Interalu na radnim mesitma projektanta aluminijumskih konstrukcija.

Kandidatkinja je u proteklom periodu radila na objavljivanju radova iz oblasti bond-grafova u časopisima Međunarodnog značaja, kao i u časopisu sa SCI (Science Citation Index) liste.

Uža naučna oblast rada kandidata je u domenu studija primene bond-grafova i genetskih algoritama u optimizaciji tehničkim sistemima.

## 2. SPISAK OBJAVLJENIH RADOVA

### 2.1. Magistarski rad

*Primena grafa toka signala i bond grafova ya dobijanje modela u prostoru stanja i u formi blok dijagrama*, Magistarski rad, Masinski fakultet Nis, 2005. god.

### 2.2 Objavljeni radovi

2.2.1 D. Trajkovic, V. Nikolic, D. Antic, S. Nikolic, S. Peric: "Application of the Hybrid Bond Graphs and Orthogonal Rational Filters for Sag Voltage Effect Reduction", rad poslat na recenziju u časopis *"Electronics and Electrical Engineering"-Litvanija*, M23, sa SCI liste

2.2.2 Dragana Trajković, Dragan Antić, Bratislav Danković, Vlastimir Nikolić: "Analyzing, modeling and simulation of the cascade connected transporters in tyre industry using signal and bond graphs", *Machine Dynamics Problems* 2005., Vol.29, No 3, 91-106, M24



### 2.3 Radovi u časopisima van SCI liste, u časopisima nacionalnog značaja:

2.3.1 Dragan Antić, Dragana Trajković, Biljana Vidojković, Vlastimir Nikolić: "Modelovanje i simulacija samopobudnog sistema drugog reda primenom bond-grafova", *MAŠINSTVO* 53 (2004.) 2, 9-16, M52

2.3.2 Dragan Antić, Dragana Trajković, Vlastimir Nikolić: "Primena signalnih i bond grafova u modelovanju i simulaciji hidrauličkih procesa", *MAŠINSTVO* 54, (2005.) 2, 11-18, M52

2.3.3 Vlastimir Nikolić, Dragan Antić, Dragana Trajković, Biljana Vidojković: "Modelling And Simulation Self-Excited Stick-Slip System Using Bondsim Tools", *Facta Universitates Mechanical Engineering*, Vol 2, No 1, 2004., pp. 49-58, M51

2.3.4 D. Trajkovic, V. Nikolic, S. Nikolic, S. Peric, M. Milojkovic: "Modeling and Simulation of Pump Station using Bond Graphs"-XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, 2012., 455-458, M33

### 3. Predmet i naučni cilj doktorske disertacije i metode koje će se primeniti pri istraživanju

Savremena industrijska proizvodnja zahteva brzo prilagođavanje trendovima tržišta i promenama nastalim u tehnologiji proizvodnje. To podrazumeva brzu promenu proizvodnog programa, smanjeno vreme za projektovanje, izvođenje i održavanje pogona, olakšanu dijagnostiku, smanjenje zastoja ili nadogradnju postojećih sistema bez komplikovanih izmena koncepcije.

Nagla ekspanzija u razvoju računarske tehnike, znatno je proširila mogućnost primene bond grafova, tako da su aktuelni kao generalizovan pristup za modeliranje, koji objedinjuje modele fizičkih sistema svih energetske domena. Cilj modeliranja je da se izaberu samo one osobine posmatranog procesa koje predstavljaju potrebne i dovoljne karakteristike da se proces opiše dovoljno tačno sa stanovišta namene modela. Zadatak modeliranja je da odredi glavne osobine i fenomene realnog procesa i da ih prevede na neki abstraktan jezik, kao što je jezik matematike, tako da modeliranje predstavlja integralan deo nauke i tehnologije, koji obuhvata skoro sve oblasti ljudskog delovanja, počevši od filozofije i teologije, pa preko sociologije, psihologije, ekologije i ekonomije, konačno i do same tehnike (građevine, hemije, fizike, mašinstva, elektrotehnike, itd.). Pojam modeliranja je neraskidivo povezan sa pojmom procesa ili sistema. Model reflektuje razumevanje realnog procesa, njegovih komponenti i njihove interakcije od strane samog modelara.

Bond grafovi predstavljaju efikasan i univerzalni način za modeliranje raznorodnih fizičkih sistema. Prednost ove tehnike modeliranja je što se zasniva na osnovnom fizičkom zakonu –zakonu održanja energije. Bond graf se sastoji od elemenata koji razmenjuju energiju preko veza kojima su spojeni, te veze su bondovi. Bond je predstavljen polustrelicom koja ukazuje na pravac protoka energije između međusobno povezanih bond graf elemenata. Snaga koja se prenosi je proizvod dve promenljive, napreznja i protoka. Koncept bond grafova uveo je Paynter, dok je glavna ideja kasnije razvijena od Karnoppa and Rosenberga, tako da je ovaj metod primenljiv u praksi. Bond grafovi su nastali sa ciljem postupanja u okviru domena multidinamičkih sistema zasnovanih na energetske interakciji i razmenu informacija.

Sa uspehom se koriste za modeliranje raznih mehaničkih, hidrauličkih, termičkih, električnih, hemijskih sistema, kao i za njihovu kombinaciju. Napreznja i protok imaju drugačiju interpretaciju za različite sisteme (mehaničke, električne, hidraulične, hemijske). Bond grafovi se sa uspehom koriste za simulaciju kompleksnih sistema.

Genetski algoritmi se koriste za pretraživanje velikih i kompleksnih prostora. Pokazali su se uspešnim u rešavanju brojnih problema u kojima nalaze optimalna rešenja na osnovu adekvatno zadate mere performansi (funkcije optimalnosti). Principe ove tehnike je stvorio



Holand, a razvio i praktično primenio njegov učenik Goldberg. Genetski algoritam radi sa populacijom tačaka, označenim kao jedinke.

Genetski algoritmi su robusne i adaptivne metode koje se mogu koristiti za rešavanje problema kombinatorne optimizacije. Osnovna konstrukcija je *populacija* jedinki, kojih je najčešće između 10 i 200. Svaka jedinka predstavlja moguće rešenje u pretraživačkom prostoru za dati problem (prostoru svih rešenja). Genetski algoritam počinje slučajnim izborom populacije koja se potom procesira iz jedne u drugu generaciju. Optimalnost jedinke u skladu sa konkretnim optimizacionim zadatkom se opisuje posebnom funkcijom optimalnosti. Genetski algoritmi (GA) su zasnovani na ideji Darvinove teorije opostanka vrsta i prirodnoj evoluciji, koja je nastala krajem 19. veka, pri čemu najsposobnije jedinke dobijaju veću šansu da budu selektovane i proizvedu potomke za sledeću generaciju. Primena genetskih operatora nad jedinkama traje sve dok se ne nađe dovoljno dobro rešenje optimizacionog problema ili dok se ne dostigne zadati maksimalni broj generacija.

Predmet istraživanja u okviru predložene teme doktorske disertacije je istraživanje i primena genetskih algoritama na bond graf model i dobijanje optimalnih modela. Biće reči o primeni genetskih algoritama (GA) za rešavanje nekoliko problema kombinatorne optimizacije primena u praktičnim oblastima proizvodnje. Iz tehničke prakse opisana je primena genetskih algoritama na bond grafove koji se primenjuju za rešavanje širokog spektra optimizacionih problema GA.

Alat koji će biti korišćen za optimizaciju genetskih algoritama je grafički korisnički interfejs Matlab paket koji služi za implementaciju genetskih algoritama. U sprezi sa Dymolom (Modelica bibliotekom), omogućuje direktnu simulaciju modela predstavljenog bond-grafovima. Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox predstavljaju kolekciju funkcija, napravljenih u Matlab okruženju, koje implementiraju različite algoritme optimizacije i pružaju mogućnost rešavanja raznovrsnih problema optimizacije. Softver Dymola nudi elemente za definiciju diskontinuiteta i trenutnih jednačina. Predstavlja opšte orjentisan jezik za modeliranje fizički hibridnih sistema i interfejsom sa drugim programima. Dymola koristi objektivno modeliranje da opiše u detalje sisteme, podsisteme i komponente.

Svakoj jedinki dodeljuje se funkcija prilagođenosti-fitness function, funkcija optimalnosti koju treba minimizirati. Genetski algoritmi obezbeđuju način da stalno, iz generacije u generaciju, poboljšavaju apsolutnu prilagođenost svake jedinke u populaciji, kao i srednju prilagođenost cele populacije. To se postiže uzastopnom primenom genetskih operatora *selekcije*, *ukrštanja* i *mutacije*, čime se dobijaju sve bolja rešenja datog konkretnog problema.

Mehanizam selekcije favorizuje natprosečno prilagođene jedinke i njihove natprosečno prilagođene delove (gene), koji dobijaju veću šansu za sopstvenom reprodukcijom pri formiranju nove generacije. Slabije prilagođene jedinke i geni imaju smanjene šanse za reprodukciju pa postepeno izumiru.

Operator ukrštanja vrši rekombinaciju gena jedinki i time doprinosi raznovrsnosti genetskog materijala. Rezultat ukrštanja je strukturna, iako nedeterministička, razmena genetskog materijala između jedinki, sa mogućnošću da dobro prilagođene jedinke generišu još bolje jedinke. Ovim mehanizmom, i relativno slabije prilagođene jedinke, sa nekim dobro prilagođenim genima, dobijaju svoju šansu da rekombinacijom dobrih gena proizvedu dobro prilagođene jedinke.

Višestrukom primenom selekcije i ukrštanja moguće je gubljenje genetskog materijala, odnosno postaju nedostupni neki regioni pretraživačkog prostora. Mutacija vrši slučajnu promenu određenog gena, sa datom malom verovatnošću, čime je moguće vraćanje izgubljenog genetskog materijala u populaciju. To je osnovni mehanizam za sprečavanje preuranjene konvergencije GA u lokalnom ekstremu. Početna populacija se često generiše na slučajan način, što doprinosi raznovrsnosti genetskog materijala. U nekim slučajevima se povoljnije pokazalo generisanje cele početne populacije ili dela populacije nekom drugom pogodno izabranom heuristikom.



#### **4. Naučni cilj doktorske disertacije**

Cilj doktorske disertacije je razvijanje sistematskih algoritama za modeliranje prekidačkih blokova hibridnih sistema pomoću bond grafova, tj. detaljna analiza i primena genetskih algoritama i bond grafova u modeliranju i optimizaciji. U tezi će biti predstavljeni alati modeliranja pomoću bond grafova, njihovo predstavljanje elementima i njihova kauzalnost. Koristi se softver DYMOLA sa generisanim modelima za simulaciju i za analizu dobijenih rezultata.

Polazna analiza izvršena je na primeru potopnih pumpi, pojedinačno i paralelno povezanih sa odgovarajućim frekventnim regulatorima u JP „NAISSUS“ iz Niša kao i primena genetskih algoritama u optimizaciji pumpne stanice sa prekidačkim funkcijama u automatskom regulisanju protoka. Modeliranje se vrši sa dubljim uvidom u osnovi posmatranih fizičkih sistema, pri čemu se uvode nezavisni modeli. Prekidački blokovi se tretiraju kao otpornici sa nultim ili određenim otporom u zavisnosti od prekidača koji je otvoren ili zatvoren. Cilj je utvrditi model i prenosnu funkciju ortogonalnog filtra kojim bi se smanjio ulazni napon na asinhroni motor. Da bi se dobila prenosna funkcija na ortogonalnom filteru, potrebno je minimizirati kvadrat grešku. Dobijenim genetskim algoritmom sa odgovarajućom fitness funkcijom, izvršeno je poboljšanje performansi indukcionog motora.

#### **5. Primenjena metodologija**

Modeliranje složenih tehničkih sistema pomoću hibridnih bond grafova. Prikupljanje, analiza i obrada rezultata i parametara simuliranih i optimiziranih sistema uz pomoć programskog paketa za aktivizaciju i obradu podataka. Obrada i sistematizacija podataka uz pomoć sistema na bazi genetskih algoritama. Upoređivanje eksperimentalnih rezultata sa rezultatima dobijenim genetskom optimizacijom.

#### **6. Okvirni sadržaj rada**

1. Uvod
2. Genetski algoritami i hibridni bond grafovi
3. Analiza primene genetskih algoritama u optimizaciji tehničkih sistema opisanih bond-grafovima
4. Optimizacija potopne pumpe, predstavljene bond grafovima, pomoću ortogonalnog Muntz-Legendre-ovog filtera
5. Primena genetskog programiranja u rešavanju automatskog generisanja konkretnog nelinearnog sistema pumpne stanice predstavljene hibridnim bond grafovima
6. Projektovanje i implementacija optimalnog fuzzy logičkog upravljanja korišćenjem genetskih algoritama na sistem predstavljen bond grafovima
7. Upoređivanje rezultata dobijenih eksperimentalnim postupkom i genetskom optimizacijom
8. Zaključna razmatranja

#### **7. PROGRAMSKI PAKETI I ALATI KOJI NAMERAVAJU DA SE KORISTE**

MatLAB, Dymola.

## 8. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Komisija smatra da kandidat mr Dragana Trajković u svom dosadašnjem naučno istraživačkom radu ispoljio sposobnost da se, samostalno i kao član tima, bavi naučnim istručnim istraživanjem, a pošto poseduje diplomu magistra tehničkih nauka i formalno i suštinski ispunjava Zakonom predviđene uslove za sticanje prava na izradu doktorske disertacije.

Kandidat je svojim dosadašnjim stručnim i naučno-istraživačkim radom ispoljio sposobnost da se bavi naučnim istraživanjima u oblasti primene bond grafova i genetskih algoritama.

- Istraživanja kandidata u oblasti bond grafova dala su originalne rezultate, publikovane i prihvaćene radove u naučnim časopisima.
- Predloženi radni sadržaj disertacije je razvojno i naučno zasnovan što ukazuje da se predložena istraživanja mogu uspešno realizovati u vidu originalnog rada nivoa doktorske disertacije.

Za mentora doktorske disertacije predlaže se dr Vlastimira Nikolića, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu.

Na osnovu izloženog, Komisija za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije predlaže Nastavno-naučnom veću Mašinskog fakulteta Univerziteta u Nišu da mr Dragani M. Trajković odobri izradu doktorske disertacije pod radnim nazivom: "**PRIMENAHIBRIDNIH BOND GRAFOVA I GENETSKIH ALGORITAMA U OPTIMIZACIJI I UPRAVLJANJU TEHNIČKIM SISTEMIMA**"

U Nišu  
Decembar 2012.

### ČLANOVI KOMISIJE:

1. Dr Vlastimir Nikolić, red. profesor Mašinskog fakulteta u Nišu  
Uža naučna oblast Automatsko upravljanje i robotika

2. Dr Dragan Antić, red. profesor Elektronskog fakulteta u Nišu  
Uža naučna oblast automatika

3. Dr Žarko Čojbašić, vanr. profesor Mašinskog fakulteta u Nišu  
Uža naučna oblast: automatsko upravljanje i robotika

4. Dr Miloš Milošević, docent Mašinskog Fakulteta u Nišu  
Uža naučna oblast: Mehatronika

5. Dr Vladislav Blagojević, docent Mašinskog fakulteta u Nišu  
Uža naučna oblast: Proizvodni sistemi i tehnologije



## SAGLASNOST MENTORA

Prezime i ime mentora	Vlastimir Nikolić
Zvanje i datum izbora	Redovni profesor, 1997.
Naziv ustanove u kojoj je izabran u zvanje i uža naučna oblast	Univerzitet u Nišu, Mašinski Fakultet, Automatsko upravljanje i robotika
Ustanova u kojoj je zaposlen	Univerzitet u Nišu, Mašinski Fakultet
Prezime i ime kandidata	Trajković M. Dragana
Naziv teme	Primena hibridnih bond grafova i genetskih algoritama u optimizaciji i upravljanju tehničkim sistmima
Uža naučna oblast	Mehatronika

1. D. Trajkovic, V. Nikolic, D. Antic, S. Nikolic, S. Peric: "Application of the Hybrid Bond Graphs and Orthogonal Rational Filters for Sag Voltage Effect Reduction", rad poslat na recenziju u časopisu, "*Electronics and Electrical Engineering*"-Litvanija, M23, sa SCI liste
2. Dragana Trajković, Dragan Antić, Bratislav Danković, Vlastimir Nikolić: "Analyzing, modeling and simulation of the cascade connected transporters in tyre industry using signal and bond graphs", *Machine Dynamics Problems 2005.*, Vol.29, No 3, 91-106, M24
3. Dragan Antić, Dragana Trajković, Biljana Vidojković, Vlastimir Nikolić: "Modelovanje simulacija samopobudnog sistema drugog reda primenom bond-grafova", *MAŠINSTVO 53* (2004.) 2, 9-16, M52
4. Dragan Antić, Dragana Trajković, Vlastimir Nikolić: "Primena signalnih i bond grafova u modelovanju i simulaciji hidrauličkih procesa", *MAŠINSTVO 54*, (2005.) 2, 11-18, M52
5. Vlastimir Nikolić, Dragan Antić, Dragana Trajković, Biljana Vidojković: "Modelling And Simulation Self-Excited Stick-Slip System Using Bondsim Tools", *Facta Universitates Mechanical Engineering*, Vol 2, No 1, 2004.,pp. 49-58, M51
6. D. Trajkovic, V. Nikolic, S. Nikolic, S. Peric, M. Milojkovic: "Modeling and Simulation of Pump Station using Bond Graphs"-Rad prihvaćen za štampu i prezentaciju 14.-16. novembra 2012, XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, Niš, M33