

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na 746. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, održanoj 24.04.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije kandidata Mr Leposave B. Ristić, dipl. inž. pod naslovom „*Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima*”. Disertaciju smo pregledali i imamo čast da Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta podnesemo sledeći

IZVEŠTAJ

1. Uvod

1.1. Naslov i obim disertacije

Mr Leposava Ristić je prijavila i predala na pregled i ocenu doktorsku disertaciju pod naslovom „*Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima*”. Disertacija sadrži naslovnu stranu, sadržaj, spisak korišćenih oznaka, tekst podeljen u šest poglavlja, sa ukupno 34 naslova. Ukupan broj stranica je 160.

1.2. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Doktorsku disertaciju pod naslovom „*Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima*”, kandidat Leposava Ristić je prijavila u maju 2011. godine. Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta je na svojoj 733. sednici 14.06.2011. godine imenovalo Komisiju za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije u sastavu: prof. dr Borislav Jeftenić (mentor), prof. dr. Željko Đurović i prof. dr Dragan Ignjatović (Rudarsko-geološki fakultet). Na svojoj 739. sednici, održanoj 15.11.2011. godine, Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta je usvojilo izveštaj Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme doktorske disertacije.

Veće naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu je na sednici održanoj 26.12.2011. godine, a na zahtev Elektrotehničkog fakulteta, dalo saglasnost na predlog teme doktorske disertacije kandidata mr Leposave Ristić pod naslovom „*Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima*”.

Na osnovu predloga Komisije za studije trećeg stepena, Nastavno-naučno veće Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu je na svojoj 746. sednici, 24.04.2012. imenovalo Komisiju za pregled i ocenu doktorske disertacije u sastavu: dr Borislav Jeftenić, prof. (mentor), dr Željko Đurović, prof., dr Dragan Ignjatović, prof. (Rudarsko-geološki fakultet), dr Milan Bebić, doc. i dr Aleksandar Nikolić (naučni saradnik, Elektrotehnički Institut Nikola Tesla).

1.3. Mesto disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Disertacija pripada naučnoj oblasti Tehničke nauke - Elektrotehnika, uža naučna oblast Energetski pretvarači i pogoni, za koju je matični fakultet Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu.

1.4. Biografski podaci o kandidatu

Mr Lepasava Ristić, rođena 26. novembra 1965.god. u Šekovićima BiH, osnovnu i srednju školu završila je u Beogradu. Elektrotehnički fakultet, odsek energetski, smer elektroprivreda, upisala je 1984.god u Beogradu. Diplomirala je 29.06.1990.god sa prosečnom ocenom tokom studiranja 8.34 i ocenom diplomskog rada 10.

Od novembra 1990.god do juna 1991.god bila je u radnom odnosu na određeno vreme u Elektrotehničkoj delatnosti JŽTP na poslovima održavanja elektroenergetskih objekata. Od oktobra 1991.god do 31.05.1995.god radila je kao asistent pripravnik na katedri za električne mašine i elektromotorne pogone na Elektronskom fakultetu u Nišu. Od 1.06.1995.god zaposlena je kao asistent pripravnik na katedri za energetske pretvarače i pogone, na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu.

Postdiplomske studije, smer Energetski pretvarači i pogoni, upisala je 1991.god na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Odbranila je magistarsku tezu pod naslovom „Razvoj algoritma za minimizaciju snage gubitaka elektromotornog servo pogona sa asinhronim motorom” i stekla akademsko zvanje magistra elektrotehničkih nauka za oblast Energetskih pretvarača i pogona, 23.04.1999.god, na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Na radno mesto asistenta pri Katedri za energetske pretvarače i pogone postavljena je 25.05.1999.god. Prvi put je reizabrana na isto mesto 07.09.2004.god.

Mr Lepasava Ristić je autor ili koautor na više radova za međunarodne i domaće časopise, od kojih izdajamo rad koji će u julu 2012. godine biti objavljen u časopisu IEEE Transactions on Industrial Electronics (impakt faktor 3,439), DOI (identifier) 10.1109/TIE.2011.2169639, L. B. Ristić, B. I. Jeftenić, „*Implementation of Fuzzy Control to Improve Energy Efficiency of Variable Speed Bulk Material Transportation*”, IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 59, pp. 2959-2969, 2012. Osim toga objavila je i prezentovala više radova na međunarodnim i domaćim konferencijama i bila učesnik na brojnim projektima. Držala je računske i laboratorijske vežbe na više različitih predmeta iz oblasti električnih mašina i elektromotornih pogona, koji predstavljaju i osnovne oblasti njenog interesovanja.

2. Opis disertacije

2.1. Struktura i sadržaj disertacije

Disertacija se sastoji iz šest poglavlja. Prvo poglavlje predstavlja uvod, a poslednje zaključak, posle čega sledi spisak korišćene literature. Po formi i sadržaju zadovoljava standarde za doktorsku disertaciju.

2.2. Kratak prikaz pojedinih poglavlja

U prvom poglavlju, koje predstavlja uvod, dat je pregled literature iz oblasti aktuelnih načina upravljanja koja se koriste u svetu i kod nas na sistemima tračnih transportera velikog kapaciteta, a u cilju povećanja ušteda energije, kao i efikasnosti i ekonomičnosti rada u celini.

Prikaz tračnog transportera kao dela jalovinskog sistema dat je u drugom poglavlju. Opisane su vrste tračnih transportera i karakteristike sistema tračnih transportera. Takođe su opisani i osnovni tipovi pogona tračnih transportera, kao i uporedna analiza njihovih karakteristika. Posebna pažnja je posvećena višemotornim pogonima tračnih transportera sa kaveznim asinhronim motorima koji se napajaju iz frekventnih pretvarača i njihovom

načinu upravljanja. U ovom poglavlju prikazane su osnovne postavke proračuna snage pogona koje se koriste pri projektovanju tračnih transportera.

U trećem poglavlju izveden je detaljan matematički (dinamički) model tračnog transportera koji je uzet kao primer za dalja istraživanja, i na kome će se vršiti eksperimentalna verifikacija rezultata. Takođe, prikazana je implementacija ovog modela u programskom paketu za numeričku simulaciju, MATLAB *Simulink*-u. Dobijeni rezultati simulacija upoređeni su sa odgovarajućim rezultatima izvršenih merenja na realnom postrojenju. Uporedna analiza ovih rezultata je pokazala jako dobro slaganje, čime je potvrđena valjanost izvedenog modela.

Predmet četvrtog poglavlja je razvoj algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera, koji treba da obezbedi transport materijala promenljivom brzinom sa osnovnim ciljem povećanje energetske efikasnosti rada. Trivijalan zaključak koji se može izvesti je da se smanjenjem brzine transporta za datu količinu materijala smanjuje angažovana snaga pogona, a time i utrošena energija. Izvršena analiza načina transportovanja materijala pomoću sistema tračnih transportera je pokazala da se količina materijala koji se transportuje menja u vremenu, što zahteva da se brzina transporta povećava i smanjuje kao bi se transportovani materijal preneo u okvirima raspoloživog kapaciteta transportera, odnosno bez rasipanja. Česte promene brzine transporta, odnosno česta ubrzanja i usporjenja mogu nepovoljno uticati na elemente postrojenja, odnosno na njihov vek trajanja, pa čak i dovesti do povećanja potrošnje energije. Ovim promenama brzine mora se posvetiti posebna pažnja prilikom koncipiranja algoritma za generisanje referentne brzine transporta u funkciji trenutne vrednosti količine materijala koji se transportuje. Na dinamičkom modelu sistema transportera izvršena je analiza mogućnosti i performansi algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera sa ubrzanjem srazmernim porastu trenutne vrednosti transportovanog materijala, a konstantnim koeficijentom usporjenja, koji u okvirima ograničenja koja nameće sistem obezbeđuje smanjenu potrošnju energije. Na bazi uočenih osobina ovog načina generisanja referentne brzine, analizirane su druge mogućnosti za generisanje referentne brzine sistema transportera koje bi poboljšale performanse sistema, a pre svega obezbedile veću energetska efikasnost. U okviru rada na ovoj tezi razvijen je originalni algoritam za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera na bazi fazi logike, koji predstavlja novo rešenje za povećanje energetske efikasnosti sistema, što je glavni doprinos ove doktorske teze. Na osnovu uporedne analize rezultata dobijenih za dva navedena načina generisanja referentne brzine, kao i upoređenja sa drugim poznatim načinima, pokazano je da se algoritmom na bazi fazi logike postiže najveća uštede energije.

Eksperimentalni rezultati snimljeni na sistemu od pet tračnih transportera na površinskom kopu prikazani su u petom poglavlju. Na novom BTO sistemu koji je realizovan sa daljinskim upravljanjem iz kontrolnog centra kopa izvršena su testiranja i merenja. U računaru (PLC-u) koji se nalazi u kontrolnom centru, i služi za upravljanjem sistemom, implementirana su dva osnovna načina rada sistema tračnih transportera: rad sa konstantnom brzinom i rad sa promenljivom brzinom u funkciji trenutnog kapaciteta. Eksperimentalno su ispitana i proverena dva algoritma za određivanje promenljive brzine transportera. Kod prvog algoritma povećanje brzine se vrši srazmerno povećanju trenutne količine materijala na traci, dok se smanjenje brzine vrši sa unapred definisanim koeficijentom usporjenja, a kod drugog se koristi nov predloženi način određivanja brzine transportera primenom fazi logike. Na osnovu rezultata prikupljenih u dužem vremenskom periodu, pokazano je da predloženi algoritam na bazi fazi logike daje bolje rezultate u

pogledu uštede električne energije, tj. energetske efikasnosti, a u okviru ograničenja koja su nametnuta konstruktivnim i tehnološkim karakteristikama sistema.

Posebna analitička verifikacija predloženog algoritma izvršena je korišćenjem metode koja se bazira na sekvencijalnom kvadratnom programiranju, a nalazi minimum nelinearne funkcije više promenljivih, sa uvažavanjem datih ograničenja. Za potrebe ove verifikacije prvo je identifikovana nelinearna zavisnost srednje snage pogona transporta u funkciji količine transportovanog materijala i brzine transporta. Zatim su definisana realna ograničenja: minimalna i maksimalna brzina transporta, maksimalno ubrzanje i usporenje i posebno važno ograničenje koje se odnosi na raspoloživi transportni kapacitet. Pomenutom metodom određena je minimalna moguća brzina transporta, tj. optimalna brzina po kriterijumu potrošnje energije, u okviru navedenih ograničenja. Poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima koji su dobijeni u slučaju primene algoritma za generisanje referentna brzine transporta na bazi fazi logike potvrđeno je da ovaj algoritam zaista obezbeđuje postavljenje uslove, minimalnu potrošnju energije u okviru datih ograničenja.

Sve navedene tvrdnje su proverene u praktičnoj aplikaciji predloženog algoritma u komercijalnom postrojenju, koje radi 24 sata dnevno.

U šestom poglavlju je dat zaključak, iza koga sledi spisak korišćene literature.

3. Ocena disertacije

3.1. Savremenost, originalnost i značaj

Potreba za stalnim poboljšanjem kvaliteta života, vodi ka globalnom porastu potrošnje električne energije, pri čemu se najveći deo električne energije i dalje dobija iz fosilnih goriva. Zbog toga je energetska efikasnost jedan od ključnih elementa u energetske politici svih razvijenih zemalja sveta, jer doprinosi unapređenju ekonomije u celini, produžavajući vek korišćenja neobnovljivih izvora energije. Činjenica je da su najveći elektroenergetski kapaciteti, naročito u Evropi, termoelektrane na ugalj, koji se najčešće dobija površinskom eksploatacijom. Povećane potrebe za električnom energijom dovode do povećanja zahteva za proizvodnjom uglja, odnosno povećanja količine uglja i jalovine koju treba otkopati i transportovati u okviru rudnika sistemom tračnih transportera. Zbog toga se povećava dužina i kapacitet tračnih transportera, a time i instalisana snaga njihovih pogona. Zbog značajnih snaga pogona i po pravilu 24-časovnog rada, od posebnog interesa je unapređenje energetske efikasnosti rada tračnih transportera.

Na osnovu dostupne literature može se zaključiti da je izloženo rešenje potpuno originalno i jedinstveno u oblasti upravljanja sistemom tračnih transportera.

U disertaciji je pokazano da se primenom novog, originalnog algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera na bazi fazi logike ostvaruje smanjenje srednje angažovane snage sistema tračnih transportera, smanjenje utrošene energije po jedinici mase transportovanog materijala, manje habanje mehaničkih sklopova, čime se smanjuju troškovi održavanja i povećava pouzdanosti rada.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Literatura koja je korišćena u disertaciji u potpunosti zadovoljava sve kriterijume dobrog pokrivanja oblasti istraživanja, adekvatnosti i savremenosti analize najnovijih rezultata i trendova razvoja u oblasti istraživanja. U doktorskoj disertaciji autor se pozvao na 75 reference, od kojih je 58 objavljena posle 2000-te godine, a 40 u poslednjih pet godina.

Kao literatura korišćen je veliki broj novijih istraživanja objavljenih u časopisima iz oblasti elektromotornih pogona i regulacije elektromotornih pogona, ali i fundamentalni radovi i knjige iz istih oblasti.

3.3. Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

Metodologija primenjena prilikom izrade ove doktorske disertacije može se sumirati kroz sledeći niz aktivnosti:

- proučavanje postojećih vrsta pogona na tračnim transporterima i načina upravljanja pogonom tračnog transportera,
- razvoj detaljnog matematičkog modela pogona tračnog transportera kao postrojenja koje se analizira,
- razvoj algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera i komparativna analiza rezultata dobijenih simulacijom na dinamičkom modelu,
- implementacija predloženog algoritma upravljanja na realnom sistemu,
- komparativna analiza rezultata dobijenih simulacijom i merenjima na sistemu tračnih transportera u rudniku.

Ovaj sled koraka je u potpunosti adekvatan postavljenom problemu. Zahvaljujući ovakvoj metodološkoj postavci, ova disertacija ima i širi značaj za istraživanje u oblasti upravljanja sistemima višemotornih pogona.

Poznate metode upravljanja višemotornim pogonom, kod koga su pogoni elastično povezani preko konstruktivnih elemenata postrojenja, iskorišćene su za dizajn novog algoritma upravljanja referentnom brzinom sistema tračnih transportera u cilju povećanja energetske efikasnosti sistema.

Analizom rezultata simulacija i rezultata dobijenih merenjima na sistemu tračnih transportera na površinskom kopu, gde je algoritam upravljanja implementiran, izvedeni su zaključci koji egzaktno potvrđuju ispravnost predložene ideje.

3.4. Ocena primenjivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

U disertaciji su kombinovane teorijske i eksperimentalne metode, u cilju razvoja novog, originalnog algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima generisanjem referentne brzine, čije su osnovne prednosti:

- smanjenje srednje angažovane snage sistema tračnih transportera,
- smanjenje utrošene energije po jedinici mase transportovanog materijala,
- manje habanje mehaničkih sklopova - smanjenje troškova održavanja,
- povećanje pouzdanosti rada.

Imajući u vidu sve prednosti predloženog rešenja, i dokazanu mogućnost uspešne primene, na realnom postrojenju, na V BTO sistemu PK „Drmno” u PD „TE-KO” Kostolac, očekujemo da će algoritam za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera po kriterijumu maksimalne popunjenosti trake, a sa ciljem povećane energetske efikasnosti sistema, biti primenjen na i na drugim sličnim postrojenjima u našoj zemlji, ali i u svetu.

3.5. Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Autor je u ovoj disertaciji ispoljio izuzetno poznavanje problematike iz oblasti upravljanja sistemom elektromotornih pogona, a pokazana sistematičnost u analitičkom pristupu,

identifikaciji problema, dizajnu algoritma, rešavanju praktičnih problema itd, definitivno ukazuju na to da je kandidat sposoban za samostalni naučni rad.

4. Ostvareni naučni doprinos

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Originalni naučni doprinos ove disertacije se sastoji u razvoju i implementaciji algoritma za generisanje referentne brzine tračnog transportera na bazi fazi logike. Na ovaj način se upravlja brzinom sistema tračnih transportera u cilju povećanja energetske efikasnosti sistema, u okviru raspoloživog kapaciteta transporta i zadovoljavaju svi zahtevi koje konstruktivne karakteristike sistema nameću.

Efikasno generisanje referentne brzine podrazumeva adekvatno upravljanje ubrzanjem i usporanjem pogona tračnog transportera u različitim uslovima rada, na način kojim se obezbeđuje smanjena potrošnja električne energije, poštuju tehnička ograničenja koja nameće sistem, kao što su dodatno naprezanje trake i mehaničke konstrukcija postrojenja. Kako uslovi rada nisu uvek isti, posebno pri usporavanju trake, zbog različite količine materijala na traci, promenljivih otpora kretanja usled vremenskih uslova i stanja opreme, odgovarajuća vrednost koeficijenta usporenja mora biti promenljiva, a ne konstanta, kako bi vrednost momenta pogona bila minimalna, tj. odgovarajuća po kriterijumu smanjenja potrošnje električne energije u okvirima dozvoljenih mehaničkih naprezanja. Fazi logika je primenjena za ostvarivanje odgovarajućeg nelinearnog načina upravljanja, kao metodologija pogodna za razvoj algoritma za generisanje referentne brzine, zbog jednostavnosti primene, prilagodljivosti promenama u sistemu i robustnosti. Pravilnim podešenjem fazi skupova i definisanjem fazi pravila omogućeno je generisanje referentne brzine kojom se obezbeđuje odgovarajuća popunjenost trake sa promenljivim koeficijentom usporenja, koji odgovara uslovima rada i zadovoljava sve potrebne kriterijume.

Ostvareni rezultati su publikovani u vrlo renomiranom časopisu (IEEE Transactions on Industrial Electronics).

Istražena ideja je primenljiva i kod drugih sličnih postrojenja u rudarstvu i industriji, gde se koristi transport rastresitog materijala sistemom tračnih transportera.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Autor je u disertaciji sproveo sve idejne korake definisanja postupka sinteze algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera po kriterijumu minimalne potrošnje električne energije pri važećim tehničkim ograničenjima, a u granicama dozvoljenih mehaničkih naprezanja trake i mehaničkih sklopova. Posebna pažnja je posvećena analitičkoj potvrdi izabranog rešenja, primenom postupka koji se bazira na sekvencijalnom kvadratnom programiranju, a nalazi minimum nelinearne funkcije više promenljivih, kakva je funkcije ulazne snage pogona tračnog transportera, sa uvažavanjem poznatih ograničenja sistema.

Simulacijom pomoću namenski razvijenog modela izvršene su sve potrebne provere, a zatim je svestrano eksperimentalno, na realnom postrojenju potvrđena izložena ideja.

Činjenica da je predloženi algoritam uspešno implementiran u potpuno realnim uslovima nesumnjiva je potvrda opravdanosti i kvaliteta izložene ideje.

Kao što je pretpostavljeno, implementirani nov algoritam upravljanja je doprineo povećanju energetske efikasnosti sistema tračnih transportera, što je potvrđeno u eksploataciji, u dužim periodima kada je sistem radio sa promenljivom brzinom.

4.3. Očekivana primena rezultata u praksi

Zahvaljujući jasnoj i dobro obrazloženoj predloženoj strukturi algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera na površinskom kopu, takođe, zahvaljujući njegovoj jednostavnoj primeni, prilagodljivosti promenama u sistemu i robustnosti, predstavljeni algoritam je moguće implementirati u upravljačke sisteme svih sličnih postrojenja. Rezultati prikazani u radu, snimljeni u Kontrolnom centru sistema tračnih transportera na površinskom kopu, na najbolji način to i dokazuju.

4.4. Verifikacija ostvarenih naučnih doprinosa

Kandidat je u toku istraživanja publikovao više radova iz oblasti disertacije, a rad „*Implementation of Fuzzy Control to Improve Energy Efficiency of Variable Speed Bulk Material Transportation*”, koji će u celini biti objavljen u julu 2012. godine u časopisu *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 59, pp. 2959 – 2969, prikazuje rezultate simulacije uporedo sa rezultatima snimljenim na V BTO sistemu na površinskom kopu „Drmno”.

Kandidat je i koautor poglavlja „Design and Selection of Belt Conveying Equipment & Systems”, u knjizi „*Design and Selection of Bulk Material Handling Equipment and Systems : Mining, Mineral Processing, Port, Plant and Excavation Engineering*”. vol. I, Wide Publishing, 2012, kao i radova „*Optimal Utilization of the Bulk Material Transportation System based on Speed Controlled Drives*” prezentovan na 19-oj međunarodnoj konferenciji ICEM 2010 (International Conference on Electrical Machines 2010), održanoj u Italiji, i „*Energy efficiency in transportation of bulk material with frequency controlled drives*”, prezentovan na 14-oj međunarodnoj konferenciji EPE-PEMC 2010 (International Power Electronics and Motion Control Conference), održanoj u Makedoniji, a koji se svi u određenim segmentima bave tematikom obrađenom u doktorskoj disertaciji.

U daljem tekstu su navedeni radovi koji su u direktnoj vezi sa izradom doktorske disertacije i koji su objavljeni tokom dugogodišnjeg proučavanja metoda upravljanja sistemima višemotornih pogona, kao i relevantni projekti u vezi sa temom disertacije.

Rad u časopisu sa SCI liste relevantan za temu:

1. L. B. Ristić, B. I. Jeftenić, „Implementation of Fuzzy Control to Improve Energy Efficiency of Variable Speed Bulk Material Transportation”, **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, vol. 59, pp. 2959-2969, 2012., Digital Object Identifier (DOI) 10.1109/TIE.2011.2169639, ISSN 0278-0046

Rad u domaćim časopisu relevantan za temu:

1. B. Jeftenić, L. Ristić, M. Bebić, S. Štatković, D. Jevtić, I. Mihailović, N. Rašić, „*Realization of System of Belt Conveyors Operation with Remote Control*”, **Integritet i vek konstrukcija**, Zajedničko izdanje Društva za integritet i vek konstrukcija (DIVK) i Instituta za ispitivanje materijala (IMS), ISSN 1451-3749, Vol 10, No 1, April 2010., UDK/UDC: 621; pp. 21-31

Radovi sa međunarodnih konferencija relevantni za temu:

1. L. Ristić, M. Bebić, S. Štatkić, I. Mihailović, D. Jevtić, B. Jeftenić „*Bulk Material Transportation System in Open Pit Mines with Improved Energy Efficiency*”, In Proc. of the **15th WSEAS International Conference on Systems** (Part of the 15th WSEAS CISC Multiconference), ISBN: 978-1-61804-023-7, ISSN: 1792-4235, Corfu Island, Greece, July 14-16, 2011, pp 327 - 332 - Predavanje po pozivu sa međunarodnog skupa štampano u celini
2. B. Jeftenić, L. Ristić, M. Bebić, S. Štatkić, I. Mihailović, D. Jevtić „*Optimal Utilization of the Bulk Material Transportation System based on Speed Controlled Drives*”, In Proc. of the **XIX International Conference on Electrical Machines ICEM 2010**, ISBN: 978-1-4244-4175-4, IEEE catalog number CFP 1090B-CDR, RF-009709, pp 1 - 6, Rome, Italy, sept. 2010.
3. B. Jeftenić, I. Mihailović, M. Bebić, L. Ristić, D. Jevtić, N. Rašić, S. Štatkić „*Energy efficiency in transportation of bulk material with frequency controlled drives*”, In Proc. of **14th International Power Electronics and Motion Control Conference EPE-PEMC 2010**, ISBN: 978-1-4244-7854-5, IEEE catalog number CFP 1034A-DVD, pp T5 105-113, Ohrid, Macedonia, sept. 2010.
4. B. Jeftenić, L. Ristić, M. Bebić, S. Štatkić, „*Controlled Induction Motor Drives Supplied by Frequency Converters on Belt Conveyors – Modeling and Commissioning*”, **IEEE-IECON 2009 - the 35th annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society**, November 3-5, 2009, Porto, Portugal.
5. B. Jeftenić, M. Bebić, L. Ristić, D. Jevtić, I. Mihailović, N. Rašić, S. Štatkić, „*Basic concept of remote control of multi motor drive of belt conveyor with uniform load distribution*”, In CD Proc. Program of **15th International Conference on ELECTRICAL DRIVES and POWER ELECTRONICS**, 12 – 14 October 2009, Dubrovnik, Croatia.
6. B. Jeftenić, M. Bebić, M. Gvozdenović, N. Rašić, L. Ristić, D. Jevtić, P. Lučić, D. Slavković, „*Load Equalization for High-Power Induction Motors by Speed Control in Limited Range*”, In Proc. of The **International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion SPEEDAM 2008**, Ischia, Italy

Radovi sa domaćih konferencija relevantni za temu:

1. D. Jevtić, I. Mihailović, L. Ristić, M. Bebić, S. Štatkić, N. Rašić, B. Jeftenić „*Improving energy efficiency of belt conveyors system*”, **XVI Međunarodni simpozijum Energetska elektronika – Ee 2011 Novi Sad**, 26-28 Oktobar, 2011.
2. B. Jeftenić, N. Rašić, D. Jevtić, M. Bebić, I. Mihailović, L. Ristić, S. Štatkić, „*Projektovanje i realizacija novih rudarskih mašina na kopu Drmno – elektro deo*” **Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu i energetika - MAREN 2010**, Lazarevac, 16-18.6.2010.
3. B. Jeftenić, N. Rašić, M. Bebić, D. Jevtić, S. Štatkić, I. Mihailović, L. Ristić, „*Revitalizacija i modernizacija sistema za upravljanje i pokretanje rudarskih mašina na kopu Drmno u periodu 2002-2010. ”* **Mehanizacija i automatizacija u rudarstvu i energetika - MAREN 2010**, Lazarevac, 16-18.06.2010
4. B. Jeftenić, L. Ristić, I. Mihailović, D. Jevtić, M. Bebić, S. Štatkić, N. Rašić „*Mogućnosti i iskustva u primeni energetske efikasne tehnologije u transportu*

rastrisitog materijala”, Zbornik radova (na CD-u) sa **II regionalne konferencije: industrijska energetika i zaštita životne sredine u zemljama jugoistočne Evrope - IEEP 2010**, ISBN 978-86-7877-012-8, pp 1-8, Zlatibor, 22.-26. jun 2010.

5. B. Jeftenić, L. Ristić, M. Bebić, S. Štatkić, N. Rašić, D. Jevtić, M. Gvozdenović „*Razvoj algoritma za regulaciju brzine sistema tračnih transportera*”, **XV Međunarodni simpozijum Energetska elektronika – Ee 2009 Novi Sad**, 28-30 Oktobar, 2009.
6. B. Jeftenić, M. Bebić, L. Ristić, D. Jevtić, I. Mihailović, N. Rašić, S. Štatkić „*Daljinski nadzor i upravljanje sistemom tračnih transportera*”, **XV Međunarodni simpozijum Energetska elektronika – Ee 2009 Novi Sad**, 28-30 Oktobar, 2009.
7. B. Jeftenić, M. Bebić, L. Ristić, D. Jevtić, N. Rašić, S. Štatkić, D. Ignjatović, „*Primena savremenih regulisanih pogona na rudarskoj mehanizaciji*”, **III Međunarodni Simpozijum ELEKTRANE**, Vrnjačka Banja, 28.-31.10.2008.
8. M. Bebić, B. Jeftenić, D. Jevtić, N. Rašić, L. Ristić, S. Štatkić „*Primena regulisanih asinhronih pogona napajanih iz frekventnih pretvarača na tračnim transporterima*”, **XIV Međunarodni simpozijum Energetska elektronika – Ee 2007 Novi Sad**, Novembar 2007.

Projekti i tehnička rešenja relevantni za temu:

1. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije** „*Projekat i realizacija rada rudarskih mašina na površinskim kopovima bez posade*”, Nacionalni program tehnološkog razvoja 2008-2011.
2. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije** „*Unapređenje organizacije održavanja na površinskim kopovima Elektroprivrede Srbije uvođenjem proaktivnog sistema nadzora*”, Nacionalni program tehnološkog razvoja 2008-2011.
3. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije** „*Povećanje energetske efikasnosti industrijskih procesa primenom elektromotornih pogona sa širokim opsegom regulacije brzine za transport fluida i materijala*”, Nacionalni program energetske efikasnosti 2006-2008.
4. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije** „*Optimizacija pogona i konstrukcionih elemenata transportnih sistema na površinskim kopovima kod njihove revitalizacije i modernizacije*”, Nacionalni program energetske efikasnosti 2005-2008.
5. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije** „*Razvoj i primena novog koncepta pokretanja i upravljanja pogonima za kretanje rudarskih mašina na površinskim kopovima po glavnim radnim osama*”, Nacionalni program tehnološkog razvoja 2005-2007.
6. Borislav Jeftenić, ..., Leposava Ristić, **JP „Elektroprivreda Srbije“** Projekat: „*Izbor i privlačenje strateškog partnera za završetak izgradnje TE Kolubara B i izgradnju TENT B3*”, Elektrotehnički fakultet, 2006 - 2010.
7. B. Jeftenić, L. Ristić i dr.: „*Izbor optimalnog sistema održavanja u JPPK „Kostolac”*”, studija rađena za potrebe **JP „Elektroprivreda Srbije”**, saradnja Elektrotehničkog i Rudarsko - geološkog fakulteta u Beogradu, juli 2006.god.

8. Borislav Jeftenić, ..., Milan Bebić, Leposava Ristić, **JP „Elektroprivreda Srbije”**, Studija: „*Opravdanost primene trakastih transportera sa frekventnom regulacijom brzine na površinskim kopovima EPS-a*“, Elektrotehnički fakultet, 2005.
9. B. Jeftenić, L. Ristić i dr.: „*Tehnoekonomska analiza uvođenja frekventne regulacije pogona mlinova na bloku A4 TENT-A, Analiza zamene postojećih pogona sa mehaničkim varijatorima na šest mlinova, sa regulisanim pogonima sa asinhronim motorima napajanim iz frekventnih pretvarača*“, studija urađeno za **JP „Termoelektrane Nikola Tesla”, Termoelektrana „A”**, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2007.
10. B. Jeftenić, L. Ristić i dr.: „*Rekonstrukcija elektro-opreme na sistemu tračnih transportera Površinskog kopa Kolubara „Polje B”*“. Elaborat urađen za potrebe **JP „Elektroprivreda Srbije”**, Beograd, 2007. god.

5. Zaključak i predlog

Na osnovu svega izloženog, Komisija konstatuje da disertacija kandidata mr. Leposave Ristić ispunjava sve zakonske, formalne i suštinske uslove, kao i sve kriterijume koji se uobičajeno primenjuju prilikom vrednovanja doktorske disertacije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Komisija smatra da doktorska disertacija mr. Leposave B. Ristić, pod naslovom „**Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima**“, sadrži originalne naučne doprinose, pa ima zadovoljstvo i čast da predloži Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da ovu disertaciju prihvati i odobri njenu usmenu javnu odbranu.

U Beogradu, 07.05.2012.

Komisija:

dr. Borislav Jeftenić, redovni profesor
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr. Željko Đurović, redovni profesor
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr. Dragan Ignjatović, redovni profesor
(Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr. Milan Bebić, docent
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr. Aleksandar Nikolić, naučni saradnik
Elektrotehnički Institut Nikola Tesla