

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na 733. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 14.06.2011. godine imenovani smo za članove komisije za ocenu uslova i prihvatanje predložene teme doktorske disertacije mr Leposave Ristić, dipl. inž. elektrotehnike, pod naslovom „Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima”. Nakon uvida u dostavljeni materijal podnosimo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sledeći

Izveštaj

Podaci o kandidatu

Mr Leposava 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 Leposava Ristić je autor ili koautor na više radova za međunarodne i domaće časopise, od kojih izdajamo rad koji je u avgustu 2011. godine prihvaćen za objavljivanje u časopisu IEEE Transactions on Industrial Electronics (impakt faktor 3,439), DOI (identifier) 10.1109/TIE.2011.2169639 pod naslovom „Implementation of Fuzzy Control to Improve Energy Efficiency of Variable Speed Bulk Material Transportation”. 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.

Predmet i cilj istraživanja

Potrošnja električne energije je globalno u porastu usled stalne potrebe za poboljšanjem kvaliteta života, pri čemu se najveći deo električne energije i dalje dobija iz fosilnih goriva. Zbog toga je energetska efikasnost jedan od ključnih elementa u energetskej 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 i do povećanja zahteva za proizvodnjom uglja, odnosno vode i ka povećanju količine uglja i jalovine koju treba transportovati u okviru rudnika sistemom tračnih transportera. Zbog toga se povećava dužina i kapacitet tračnih transportera, a time i instalirana snaga njihovih pogona. Zbog značajnih snaga pogona i po pravilu 24-časovnog rada, od posebnog interesa je unapređenje energetske efikasnosti rada tračnih transportera. Elektromotorni pogoni na rudarskoj mehanizaciji zbog velikih snaga, složenosti procesa rada i vrlo teških radnih uslova predstavljaju izazov za primenu savremenih metoda pokretanja i upravljanja, u cilju povećanja radne i energetske efikasnosti.

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije predstavlja poboljšanje ukupnih performansi sistema tračnih transportera na površinskim kopovima, na bazi poboljšanja upravljanja elektromotornim pogonima, a u cilju povećanja energetske efikasnosti, kao i pouzdanosti sistema u celini. Detaljnom analizom raspoložive literature i dokumentacije, uočeno je da do sada nisu dovoljno istražene mogućnosti upravljanja sistemom tračnih transportera sa regulacijom brzine, a sa ciljem povećanja energetske efikasnosti sistema u celini.

Cilj istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji je razvoj i primena algoritma za generisanje referentne brzine pojedinih transportera u sistemu transportera. Na osnovu merenja poprečnog preseka materijala na ulazu u sistem tračnih transportera može se odrediti potrebna brzina kretanja traka koja će obezbediti stalnu maksimalnu popunjenost svake trake u sistemu. Međutim, zbog stalnih značajnih varijacija količine dolazećeg materijala u sistem posmatrano u vremenu, ovakav način rada ne obezbeđuje uvek i energetski efikasan način rada, a može dovesti i do prekomernog habanja elemenata konstrukcije. Primenom različitih algoritama može se kontrolisati ubrzanje i usporenje trake, tako da se u okvirima ograničenja koja nameće sistem obezbedi minimalna potrošnja energije. U toku izučavanja mogućih algoritma, pokazalo se da upravljanje primenom fazi logike predstavlja adekvatno rešenje u pogledu povećanja energetske efikasnosti sistema, zbog svoje robusnosti i adaptivnosti, jednostavne primene i lakog podešavanja. Dokaz ispravnosti predložene ideje biće verifikovan egzaktnim merenjima na postojećem postrojenju.

Polazne hipoteze

U radu se polazi od činjenice da se kod konvencionalnih sistema transportera, rastresiti materijal transportuje stalnom, nominalnom brzinom. Pri nazivnom kapacitetu sistema poprečni presek materijala na traci je optimalan (maksimalan), odnosno traka je maksimalno popunjena. Međutim, istraživanja i statističke analize pokazuju da ovakvi sistemi zbog tehnologije kopanja bagera vrlo retko rade sa punim kapacitetom, odnosno da se veliki deo radnog vremena na trakama nalazi manja količina materijala od maksimalno moguće, pa čak i da prazan hod čini značajan deo radnog vremena sistema. Potrebna snaga za pokretanje sistema traka zavisi od količine transportovanog materijala, ali i od brzine kretanja traka. Imajući u vidu navedene činjenice, nameće se zaključak da je moguće transportovati materijal manjom brzinom od nominalne kada se na trakama nalazi manja količina materijala od maksimalno moguće. Stvarno potrebna brzina kretanja traka se mora određivati u funkciji trenutne količine materijala na njima. Na taj način bi se smanjila srednja brzina i srednja snaga pogona, odnosno, ostvarila bi se značajna ušteda energije.

Naučne metode istraživanja

Prilikom izrade disertacije, biće kombinovane teorijske, simulacione i eksperimentalne metode. U prvom delu disertacije teorijski će biti obrađeni problemi upravljanja brzinom u

funkciji trenutnog kapaciteta u skladu sa ograničenjima koje nameće sistem, a da bi se obezbedila minimalna potrošnja energije. Zatim će biti postavljen detaljan matematički model tračnog transportera, na kome će se izvršiti provera postavljenih hipoteza. Takođe, rezultati dobijeni simulacijom na modelu, kritički će se uporediti sa rezultatima snimljenim na realnom postrojenju. U nastavku će biti dat uporedni prikaz različitih algoritama za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera koji su razvijeni i testirani na postavljenom modelu. Posebna pažnje biće posvećena primena fazi logike kao novog rešenju za povećanja energetske efikasnosti sistema. Dobijeni rezultati su prvi put prikazani u literaturi u radu kandidata „Implementation of Fuzzy Control to Improve Energy Efficiency of Variable Speed Bulk Material Transportation”, u časopisu IEEE Transactions on Industrial Electronics (impakt faktor 3,439), DOI (identifier) 10.1109/TIE.2011.2169639.

Razvoj predloženog algoritma i dokaz njegovih mogućnosti biće izveden korišćenjem savremenih naučnih metoda analize i sinteze sistema upravljanja pogonom.

Verifikacija novog predloženog algoritma upravljanja za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera na bazi primene Fuzzy logike izvršena je pomoću detaljne računarske simulacije, kao i eksperimentalnom verifikacijom na sistemu tračnih transportera na površinskom kopu Drmno.

Očekivani naučni doprinos

Očekivani naučni doprinos je razvoj novog, originalnog algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera, 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 navedene prednosti predloženog rešenja, i dokazanu mogućnost uspešne primene, 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 sličnim postrojenjima u našoj zemlji, ali i u svetu.

Plan istraživanja

Predviđeno je da se korišćenjem opisnog pristupa i navedenih metoda prvo detaljno analizira jedan posebno razvijen algoritma za generisanje referentne brzine sistema tračnih transportera, koji u okvirima ograničenja koja nameće sistem obezbeđuje smanjenu potrošnja energije. Na bazi uočenih karakteristika sintetizovaće se nov način generisanja referentne brzine sistema transportera koji bi poboljšao performanse sistema, a pre svega obezbedio veću energetske efikasnost.

Struktura rada

U ovoj disertaciji, u glavi I, biće izložen pregled literature iz oblasti aktuelnih načina upravljanja koja se koriste u svetu i kod nas na sličnim sistemima, a u cilju povećanja njihovog vremenskog i kapacitivnog iskorišćenja. Prikaz tračnog transportera kao dela jalovinskog sistema, t.j. vrste tračnih transportera, karakteristike sistema tračnih transportera, osnovni tipovi pogona tračnih transportera, biće prikazani u glavi II. U trećoj glavi će biti prikazan detaljni dinamički modela višemotornog pogona tračnog transportera. U četvrtoj glavi, na simulacionom modelu sistema transportera biće izvršena analiza mogućnosti i performansi predloženog upravljačkog algoritama na bazi primene Fazi logike, i njegovo

upoređenje sa drugim algoritmima. Na osnovu dobijenih rezultata biće izabrano rešenje kojim se postižu najveće uštede energije.

Polazeći od činjenice da je postojeći BTO (bager - traka - odlagač) sistem realizovan sa daljinskim upravljanjem, u glavnom PLC-u koji se nalazi u kontrolnom centru površinskog kopa 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 smanjenje brzine se vrši sa unapred definisanim koeficijentom usporenja, 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 energetske efikasnosti, a okviru ograničenja koja su nametnuta konstruktivnim i tehnološkim karakteristikama sistema.

Konačna analiza predloženog rešenja biće izvedena na bazi razmatranja rezultata dobijenih na modelu sistema, kao i eksperimentalnih rezultata. Ovim će se potvrditi ispravnost predloženog rešenja upravljanja brzinom sistema tračnih transportera u cilju povećanja energetske efikasnosti sistema, koji u potpunosti zadovoljava zakon održanja kapaciteta i sve zahteve koje konstruktivne karakteristike sistema nameću u pogledu maksimalne popunjenosti trake i maksimalnog usporenja pogona, bez ulaska u režim kočenja. Sve navedene tvrdnje su proverene u praktičnoj aplikaciji predloženog algoritma u komercijalnom postrojenju, koje radi 24 sata dnevno, 365 dana godišnje.

Zaključak i predlog

Na osnovu svega prethodnog možemo zaključiti da tema prijavljene doktorske disertacije pod naslovom „Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima” omogućava da se u okviru iste ostvare značajni naučni, stručni i praktični doprinosi iz oblasti elektromotornih pogona.

Komisija konstatuje da mr Leposava Ristić ispunjava sve formalne i suštinske uslove za pristupanje izradi doktorske disertacije. Stoga predlažemo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da odobri izradu doktorske disertacije kandidata Leposave Ristić pod naslovom „Razvoj algoritma za povećanje energetske efikasnosti sistema tračnih transportera na površinskim kopovima”.

U Beogradu, 07.11.2011.

Komisija:

dr. Borislav Jeftenic, red. prof.

dr Željko Đurović, red. prof.

dr Dragan Ignjatović, red. prof