

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena, Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 02.06.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Nikole Tošića pod naslovom „Raspodela opterećenja u višemotornom pogonu u industriji aluminijuma”. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Nikola Tošić je rođen 1. Juna 1991. godine u Loznici. Osnovnu školu je završio u Loznici 2006. godine kao đak generacije. 2010. je završio gimnaziju, u svom rodnom mestu, sa odličnim uspehom. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je iste godine i kasnije se opredelio za modul Energetika, smer Elektroenergetski sistemi. Diplomirao je oktobra 2014. godine sa prosečnom ocenom 8,16 i ocenom na diplomskom radu 10, na katedri za Energetske pretvarače i pogone, sa temom diplomskog rada „Regulacija pozicije elektromotornog pogona sa asinhronim motorom”. Tokom studija obavio je dve stručne prakse u HE “Mali Zvornik” i kompaniji “MIKA Engineering”. Master studije, na modulu Energetska efikasnost, upisao je odmah nakon diplomiranja. Tečno govori engleski jezik, poseduje diplomu FCE, služi se francuskim i nemačkim jezikom.

2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 87 strana teksta, zajedno sa 38 slika, 2 tabele i 2 priloga. Rad sadrži 5 poglavlja i spisak literature. Spisak literature sadrži 12 referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su opisani predmet, cilj i metode rada. Dati su osnovni podaci o industriji aluminijuma i njenom značaju u svetu, kao i osnovni podaci o tehnološkom postupku premazivanja aluminijumskih traka bojom. Na taj način su stvoreni uslovi da se predstavi višemotorni pogon brajdlja, koji je karakterističan za ovu vrstu industrije, a spada u grupu višemotornih pogona čija su vratila elastično povezana preko materijala koji je predmet obrade u procesu proizvodnje. Obrazložena je važnost proučavanja različitih upravljačkih struktura u cilju obezbeđenja ravnomerne raspodele opterećenja između pojedinačnih pogona u ovom višemotornom pogonu i kontrole sile u materijalu.

U drugom poglavlju je formiran matematički model konkretnog pogona brajdlja, koji se sastoji od četiri motora, a predstavlja sastavni deo proizvodnog procesa farbanja aluminijumske trake u jednoj fabrici u Kini. Na osnovu merenja karakterističnih veličina u dužem vremenskom periodu dobijenih iz fabrike i formiranog modela, primenom metodologije opisane u ovom poglavlju, dokumentovane detaljima datim u Prilogu 1 ovog rada, određena je vrednost koeficijenta trenja.

Najčešće primenjivani načini upravljanja višemotornim pogonima čija su vratila elastično povezana preko materijala koji je predmet obrade, prikazani su u trećem poglavlju. Date su osnovne karakteristike prikazanih upravljačkih struktura sa kritičkim osvrtom na prednosti i nedostatke svake od njih, a za detaljniju analizu i implementaciju na laboratorijskom modelu višemotornog pogona izabrana je upravljačka struktura sa regulatorom raspodeljenog opterećenja. Izabrana upravljačka struktura primenjena je na matematički model višemotornog pogona brajdlja. Simulacije koje su vršene na ovom modelu dale su očekivani dinamički odziv. Rezultati simulacija, prikazani u poglavlju, kvalitativno

odgovaraju snimljenim vremenskim dijagramima za brzine i momente pojedinačnih motora u konkretnom višemotornom pogonu iz fabrike.

U četvrtom poglavlju je opisana hardverska i softverska struktura laboratorijskog modela višemotornog pogona. Prikazana su i detaljno analizirana merenja sprovedena u Laboratoriji za elektromotorne pogone. Na laboratorijskom modelu grupe koju čine dva trofazna asinhrona motora sa kaveznim rotorom i jednosmerni motor sa nezavisnom pobudom koji su spregnuti kaišnim prenosnicima, proučavani su režimi rada višemotornog pogona u različitim zadatim radnim tačkama. Regulator raspodele opterećenja, implementiran je u PLC-u (Programmable Logic Controller), nadređenom sistemu upravljanja, koji prosleđuje reference pretvaračima i kontroliše raspodelu opterećenja. Za zadavanje reference, grafički prikaz i snimanje vremenskih odziva brzina i momenata asinhronih motora koristi se laboratorijski računar i Ethernet komunikacioni protokol sa PLC-om. Asinhroni motori se napajaju iz frekventnih pretvarača različitih proizvođača i koriste različite komunikacione protokole (Industrijski Ethernet i Profibus) za razmenu podataka sa PLC-om, kao nadređenim sistemom upravljanja. Dvokvadrantni jednosmerni pogon služi kao opterećenje, a sastoji se od motora jednosmerne struje sa nezavisnom pobudom, koji se napaja iz strujno regulisanog tiristorskog ispravljača.

Peto poglavlje predstavlja zaključak u okviru koga je na osnovu analize rezultata prikazanih u radu obrazložen značaj izvršenih ispitivanja i date smernice za dalji rad.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

U master radu dipl. inž. Nikole Tošića, razvijen je matematički model četvoromotornog brajdlja, karakterističnog pogona u industriji obrade aluminijumskih traka, koji predstavlja višemotorni pogon sa elastičnom mehaničkom vezom, čija su vratila povezana preko materijala koji je predmet obrade u procesu. Određena je vrednost koeficijenta trenja u konkretnom višemotornom pogonu u industriji obrade aluminijumskih traka, na osnovu analize podataka dobijenih merenjem i analize modela u stacionarnom stanju. Prikazan je dinamički odziv višemotornog pogona brajdlja sa primenjenim regulatorom raspodele opterećenja. Realizovan je laboratorijski model dvomotornog pogona i primenjen regulator raspodele opterećenja. Regulator raspodele opterećenja, implementiran je u PLC-u (Siemens S7-1500), korišćenjem TIA portal V 13.1 softvera za programiranje PLC-a. Za zadavanje reference i snimanje vremenskih odziva brzina i momenata asinhronih motora koristi se laboratorijski računar, Ethernet komunikacioni protokol sa PLC-om i modul *Trace* u okviru TIA portal V 13 softvera, dok se za grafički prikaz pomenutih vremenskih dijagrama koristi DriveWindow, softver firme ABB, koji se pored ostalog koristi i za grafički prikaz veličina iz elektromotornih pogona ovog proizvođača. Jedan asinhroni motor se napajaju iz frekventnog pretvarača sa vektorskim upravljanjem, Siemens Sinamics G120, koji koristi industrijski Ethernet za komunikaciju sa PLC-om. Drugi asinhroni motor se napaja iz frekventnog pretvarača ABB ACS 800 sa primenjenim upravljačkim algoritmom za direktnu kontrolu momenta. Korišćeni frekventni pretvarači i PLC su savremeni industrijski uređaji visoke tehnologije. Da bi se ostvarilo opterećenje ovog pogona konstantnim momentom opterećenja, upotrebljen je jednosmerni motor odgovarajuće snage. Jednosmerni motor se napaja iz strujno regulisanog dvokvadratnog tiristorskog ispravljača. Rezultati snimljeni u karakterističnim režimima rada ovog višemotornog pogona, potvrdili su očekivano ponašanje, kao i rezultate dobijene simulacijom na modelu.

Osnovni doprinosi rada su:

a) Formiran je matematički model višemotornog pogona sa elastičnom mehaničkom vezom, čija su vratila povezana preko materijala koji je predmet obrade u procesu i implementiranim regulatorom raspodele opterećenja. Izvršena je identifikacija koeficijenta

trenja na osnovu analize sprovedene za stacionarna stanja. Analiziran je dinamički odziv višemotornog pogona brajdlja sa primenjenim regulatorom raspodele opterećenja.

b) Realizovan je laboratorijski model dvomotornog pogona i primenjen regulator raspodele opterećenja. Rezultati sprovedene analize simulacijom na modelu provereni su eksperimentalnim merenjima na laboratorijskom modelu u Laboratoriji za elektromotorne pogone.

c) Stvoreni su uslovi za nastavak rada u cilju daljih ispitivanja različitih mogućnosti upravljanja višemotornim pogonom.

d) Iz master rada Nikole Tošića proistekao je rad koji će biti prikazan na međunarodnoj konferenciji Energetska elektronika 2015 u Novom Sadu.

4. Zaključak i predlog

Kandidat Nikola Tošić je u svom master radu razvio model višemotornog pogona, karakterističnog za proizvodne linije za obradu aluminijumskih traka. Odredio je parametre razvijenog modela, korišćenjem vremenskih dijagrami karakterističnih veličina snimljenih u fabrici aluminijuma, kao i ostalih dostupnih podataka o pogonu. Simulacijama na modelu sa implementiranim regulatorom raspodele opterećenja dobio je dinamički odziv u skladu sa odzivom realnog pogona u karakterističnim slučajevima. Primenom predloženog načina upravljanja na realizovanom laboratorijskom modelu višemotornog pogona obezbeđena je ravnomerna raspodela opterećenja između pojedinačnih pogona. Uspešno je sproveo teorijsku analizu, realizovao i izvršio merenja u laboratorijskim uslovima, na osnovu kojih je verifikovao rezultate dobijene simulacijom na modelu.

Kandidat Nikola Tošić je iskazao visoki stepen samostalnosti, sistematičnosti i inventivnosti u rešavanju problematike izložene u svom radu, kako sa aspekta teorijske analize, tako i sa aspekta praktične realizacije.

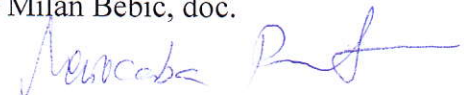
Na osnovu gore navedenog, Komisija za pregled i ocenu master rada Nikole Tošića predlaže Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad „Raspodela opterećenja u višemotornom pogonu u industriji aluminijuma” dipl. inž. Nikole Tošića kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 28.09.2015. god.

Članovi komisije:



dr Milan Bebić, doc.



dr Laposava Ristić, doc.