

B4-00

**GRUPA B4: HVDC I ENERGETSKA ELEKTRONIKA
IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA**

P. PEJOVIĆ*, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beograd,
V. KATIĆ, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

SRBIJA

Studijski komitet B4 - Jednosmerni prenos i oprema energetske elektronike (STK B4) prezentira rezultate svoje aktivnosti — referate iz oblasti primene uređaja energetske elektronike u elektroenergetskim sistemima. Uspešan rad, bogata diskusija i veliko interesovanje koje je ova problematika izazvala na prethodnim savetovanjima navele su ga da za XXVIII Savetovanje JUKO CIGRE-a predloži tri grupe preferencijalnih tema:

1. Prenos jednosmernom strujom (HVDC) i fleksibilni sistemi naizmenečne struje (FACTS) studije pogodnosti primene, nove primene i projekti, uključujući povezanost sa okolinom, upravljanje i komunikacija, iskustva iz pogona.
2. Primena energetske elektronike i inovacije u novim oblastima distribuirani sistemi,* kvalitet električne energije (uticaj energetske pretvarača), distribuirana proizvodnja i primena pretvarača (elektrane na vetar, solarne elektrane, mikro i mini hidroelektrane, elektrane na biogas i biomasu)*
3. Sistemi energetske elektronike sistemi za besprekidno napajanje transformatorskih stanica, elektrana i dispečerskih centara,

* dr Predrag Pejović, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd

* U saradnji sa STK A1 i STK C6

energetski pretvarači i regulatori za elektroprivredna postrojenja,
statički kompenzatori,
konceptija, realizacija i ispitivanje opreme energetske elektronike, uključujući
upravljanje i zaštitu
upotreba energetskih pretvarača na srednjenaponskim nivoima,
primena energetske elektronike u smanjenju ekološkog uticaja energetskih objekata.

Sudijski komitet je imenovao sledeće recenzente: dr Dušana Arnautovića, Predraga Ninkovića dipl. ing., mr Vladimira Vukića, mr Aleksandra Nikolića i dr Žarka Jandu. Za svoje stručne izveštioce Sudijski komitet je imenovao prof. dr Vladimira Katića i prof. dr Predraga Pejovića.

U predviđenom roku za prijem radova prispelo je ukupno 11 radova. Nakon recenzije i diskusije na Sudijskom komitetu, 8 radova je prihvaćeno za izlaganje kao referati i jedan kao informacija.

Studijski komitet je 7 referata i informaciju svrstao u treću preferencijalnu temu, jedan u drugu, dok za prvu nije bilo prijava. U pripremanju ovog izveštaja stručni izveštioци su se koristili zapažanjima, komentarima i pitanjima recenzenata, na čemu im posebno zahvaljuju.

Informacija B4-01

RAZVOJ UREĐAJA ZA PRAĆENJE POREMEĆAJA NISKONAPONSKE MREŽE

Autori: Vladimir Lapčević, D. Glišić, A. Car, D. Bojanić

U radu je detaljno opisan uređaj za detektovanje poremećaja niskonaponske mreže, ali nije navedeno da li je u obzir uziman neki od važećih standarda kao reper (npr. EN 50169). Sa slika 1 i 2 se vidi da loger u obe varijante (monofazna i trofazna) ima predviđene utičnice za priključivanje, iz čega se može zaključiti da je loger predviđen za potrošače tipa domaćinstva, premda to nije eksplicitno navedeno. Nameće se pitanje da li je loger namenjen potrošačima u cilju verifikacije problema sa napajanjem ili distributivnim preduzećima radi prevencije problema na mreži.

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu kojih kriterijuma (standarda) su definisane granične vrednosti za reagovanje uređaja?
2. Kojim potrošačima je namenjen opisani loger?

Referat B4-02

UGRADNJA NOVOG POBUDNOG REGULATORA, POVEZIVANJE NA POSTOJEĆI SISTEM, ISPITIVANJE I PUŠTANJE U RAD NA GENERATORU 40 MVA HE PERUĆICA

Autori: Nikola Daković, Borislav Manojlović, Ratko Pavićević

Pobudni sistem generatora u novije vrijeme izrađuje se kao statički sistem uzbude sa triristorskim ispravljačima kojima upravlja procesna tehnika. U ovom radu dat je kratak opis regulatora napona – pobudnog regulatora, testiranje regulatora pod teretom i snimanje karakterističnih krivih za pojedine režime rada. Takođe, u radu je prikazan deo karakterističnih krivih pri puštanju generatora sa teretom.

Pitanja za diskusiju:

1. Na slikama 2 i 4 su prikazani dijagrami relevantnih veličina sinhronog generatora u toku sinhronizacije. Na oba dijagrama se vidi pojava više pikova u dijagramu aktivne snage posle zatvaranja generatorskog prekidača, koji posle određenog vremena nestaju. Kakav je način sinhronizovanja generatora na mrežu pre zatvaranja prekidača i koje su podešene vrednosti za ugaonu i frekventnu grešku sinhronizacije?
2. Da li prikazani pobudni sistem ima implementiranu funkciju stabilizatora EES?
3. Da li je prikazani pobudni sistem jednostavniji za održavanje i eksploataciju od starog?
4. Slike koje su prikazane u radu su snimljene pomoću odgovarajućih kartica elektronike sistema pobude i programa Drivemonitor, ali tokom planskog testiranja. Da li ugrađeni sistem pobude ima stalno aktivnu funkciju snimanja zadatih veličina, odnosno da li može da snima pogonske pojave koje se neočekivano mogu desiti u toku rada pobudnog sistema?

Referat B4-03

REZONANTNE METODE PRENOSA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Autori: D. Strebkov, Z. Stević, Petar Rakin

U radu je opisan rezonantni jednogovodni električni sistem (RJES) za jeftin prenos električne energije sa malim gubicima. Novorazvijena tehnologija za prenos električne energije koristi prenosnu liniju u režimu praznog hoda, a energija se prenosi kapacitivnom strujom. Konstruisana su i ispitana tri različita ovakva sistema: 230V, 10kV i 100kV, od kojih je svaki kapaciteta od jednog kilovata. Rezonantni mod oscilacija na frekvencijama od 3 kHz do 30 kHz korišćen je da bi se postiglo najveće iskorišćenje pri prenosu.

Pretvarač učestanosti i modifikovani Teslin transformator upotrebljeni su kao generator reaktivne kapacitivne struje visoke frekvencije. Reversni Teslin transformator i standardni pojačavač i inverter korišćeni su na strani potrošača radi reaktivne visokofrekventne električne struje u standardni oblik od 50-60Hz. Eksperimentalno je dokazano da RJES ima osobine kvazi-superprovodnika za provođenje reaktivne kapacitivne struje kroz provodnike čak i na visokim radnim temperaturama. U RJES se nisu pojavili nikakvi Džulovi gubici pri ispitivanju provodnika od sledećih materijala: bakar, aluminijum, volfram, ugljenik, voda, vlažno zemljište. Analiza teoretskih proračuna i eksperimentalnih podataka pokazuje da RJES može biti primenjen i za prenos energije sa mesta koje predstavlja obnovljiv izvor energije do velikog energetskeg sistema, kao i za provodne linije koje povezuju različite delove obnovljivih energetskeg sistema.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je detaljno opisan uređaj koji se zasniva na radu S.V.Avrmenka prezentovanom 1996. na konferenciji Tesla III milenijum, kada je prikazan i fizički model snage desetak vati. Taj uređaj je opisan i u ovom radu tj. njegovi osnovni principi, pa je pitanje šta je novina u odnosu na poznati rad S.V.Avrmenka.
2. Koliki su dometi do sada eksperimentalno postignuti sa ovakvim prenosom snage i kolika je preneti snaga? Da li ti rezultati opravdavaju zaključak da «za prenos energije nisu neophodne vazdušne linije prenosa» i koja je perspektiva razvoja?
3. Električna energija se u ovom vidu prenosa transportuje pri naponu od 5 kV do 20 kV sa frekvencijom od 3 kHz do 30 kHz. Da bi se izvršila konverzija te energije u naponski izvor frekvencije 50 Hz, potrebni su odgovarajući energetskeg pretvarači. Da li su, makar u načelu, razmatrane topologije energetskeg pretvarača koje bi bile pogodne za taj zadatak, i odgovarajući stepeni iskorišćenja?

Referat B4-04

DIGITALNI REGULISANI TIRISTORSKI ISPRAVLJAČ ZASNOVAN NA PROGRAMABILNOM LOGIČKOM KONTROLERU SA OPCIJOM AUTOMATSKOG PREUZIMANJA OPTEREĆENJA

Autori: Vladimir Vukić, Rajko Prole, Dane Džepčeski

U radu je prikazana koncepcija nove generacije digitalnih regulisanih ispravljača namenjenih za rad u sistemima besprekidnog napajanja. Primenom novih hardverskih i programskih rešenja poboljšane su karakteristike ispravljača, uz uvođenje velikog broja novih funkcija za zaštitu i nadzor stanja potrošača i baterije. Prikazana je koncepcija upravljanja zasnovana na programabilnom logičkom kontroleru koji kao interfejs sa korisnikom ima višenamenski ekran osetljiv na dodir.

Uobičajena koncepcija za upravljanje ispravljačkim tiristorskim mostovima koja se danas primenjuje u svetu je korišćenje mikrokontrolera i prateće analogne elektronike, integrisanim na zajedničkoj ploči ili u kutiji. Uz upotrebu jednostavne alfanumeričke tastature i displeja kao interfejsa prema korisniku, ovakva koncepcija danas dominira u industriji.

Mogućnosti serijske komunikacije uz primenu gotovo svih standardnih industrijskih protokola daje mogućnost jednostavnog povezivanja ispravljača serije DRI-PT na upravljačke računarske SCADA sisteme. Implementacija automatike za preuzimanje opterećenja ispravljača predstavlja značajno podizanje redundanse sistema sigurnosnog napajanja, ali i korak ka integrisanju velikog broja različitih uređaja u razvodu u jedan sistem, u ovom slučaju regulisani ispravljač.

Pitanja za diskusiju:

1. Postoje li mogućnosti primene predstavljene koncepcije upravljanja i na druge uređaje energetske elektronike?
2. Kako ugradnja ispravljača sa opcijom automatskog preuzimanja opterećenja utiče na pouzdanost sistema napajanja jednosmernom strujom?
3. Koje su mogućnosti da se postojeći ispravljački sistemi u industriji prošire do ovde opisanog rešenja?

Referat B4-05

OPRAVDANOST UVOĐENJA SREDNJE NAPONSKIH SOFT STARTERA ZA POGON TRAKE T3 KOSOG TRANSPORTA UGLJA

Autori: Žarko Janda, Aleksandar Nikolić, Predrag Vasić, Dušan Arnautović

Za pogon transportnih traka, koje dopremaju ugalj od mesta istovara ili skladišta do kotlovskih bunkera (kosi transport), koriste se kratkospojani asinhroni motori nazivnog napona 6,6kV i nazivne snage 630kW. Ovi motori su izloženi čestim uključenjima, što smanjuje njihov životni vek. Naročito su takvom načinu rada (čestim uključenjima) izložena dva motora koji služe za pogon transportne trake T-3 (Kosi most).

Motori su izvedeni sa ojačanim radnim i zaletnim kavezom, tako da naprezanja rotora prilikom čestih startova ne dovode do oštećenja kaveza. Namoti statora su predviđeni za rad u normalnim uslovima eksploatacije, a to znači 2 uzastopna uključenja iz toplog stanja, odnosno 3 uzastopna isključenja iz hladnog stanja, a zatim sledi pauza od 15-20 minuta do sledećeg isključenja. Međutim, u realnim uslovima eksploatacije, kakvi se imaju na elektrani, ovako idealni uslovi za rad ovih motora se ne mogu ostvariti. Uzrok tome je složenost tehnologije istovara uglja i tehnički problemi koji se pri tome javljaju (skretanje traka, proklizavanje traka, vreme istovara uglja i problem održavanja istog nivoa u bunkerima i sl.). U tom slučaju se ne poštuju preporuke proizvođača, već se motori za pogon

transportnih traka uključuju prema situaciji i potrebama eksploatacije. Pri tome povremeno (jednom godišnje) dolazi do oštećenja namota statora kao i do čestog pregrevanja hidrodinamičke spojnice. Analiza opravdanosti uvođenja srednjenaponskih soft startera ili frekventnih regulatora ima prvenstveno za cilj analizu mogućnosti unapređenja sadašnjeg stanja kosog transporta uglja T-3.

Upotreba soft startera na pogonu T3 kose dopreme uglja ne bi doprinela bitnom poboljšanju rada pogona. Od svih prikazanih, tehnoeekonomski najpovoljnije je postojeće rešenje (najmanji toplotni impuls, najmanja investicija, jedino je stepen iskorišćenja nešto lošiji i košta održavanje) sa postojećom hidrodinamičkom spojnicom. Pri tome se u kombinaciji postojeće hidrodinamičke spojnice i soft startera može postići prihvatljivo veće termičko naprezanje statora motora pri startu, uz znatno smanjenje polazne struje i smanjenje habanja prekidača ali to ne opravdava investiciju u soft starter ako se već zadržava hidrodinamička spojnica (ipak ostaju gubici energije u spojnici).

Druga mogućnost rekonstrukcije motornog pogona T3 je uvođenje srednjenaponskog frekventnog regulatora. Stanje tehnologije u industriji koja proizvodi opremu za frekventno regulisane pogone je takvo da omogućava realizaciju ovih pogona sa neuporedivo boljim performansama od klasičnih po praktično istim cenama. Pri tome treba koristiti koncept pomoćne sabirnice (VFD) koja služi za zaletanje pojedinih motora, koji se zatim sinhrono prebacuju pomoću odgovarajuće automatike na sabirnice 6,6 kV.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliki je UKUPAN utrošak energije pri zaletanju, naime u radu je dato poređenje zagrevanja bakra statora asinhronog motora pri raznim varijantama starta kosog transporta T3, ali nije razmatrana energija disipirana u rotoru asinhronog motora, kao ni energija disipirana u ulju hidrodinamičke spojnice pri startu. Koji je način starta pogodniji sa aspekta ukupno disipirane energije?
2. Da li su prikazani načini starta kosog transporta T3 pogodniji od starta pomoću hidrodinamičke spojnice sa pretkomorama za kašnjenje (sa aspekta disipirane energije i sa aspekta trzaja tereta)?

Referat B4-06

PREDNOSTI INTERMITENTNOG REŽIMA RADA ELEKTROSTATIČKOG FILTRA

Autori: Ilija Stevanović, Aleksandar Nikolić, I. Cvetković, Slobodan Vukosavić

U radu su prikazane karakteristike i prednosti intermitentnog napajanja i upravljanja postrojenjem elektrofiltra u termoelektranama. Upravljanje elektrofiltrom je realizovano digitalno upravljanim antiparalelnim tiristorima koji mogu da rade u dva različita režima. U jednom režimu (kontinualnom) se zadaje konstantni ugao paljenja tiristora u zavisnosti od referentne struje, dok se u drugom režimu (intermitentnom) zadaje vreme vođenja tiristora i trajanje pauze. Za oba režima je izvršeno merenje potrošnje i sadržaja viših harmonika u naponu i struji napajanja i analiza prema važećem evropskom standardu o kvalitetu električne energije EN 50160 i merenje i analiza efikasnosti čišćenja dimnog gasa prema standardu EN 14181. Ispitivano postrojenje je elektrofilter bloka A1 u TE „Nikola Tesla A“ u Obrenovcu.

Primenjenom metodologijom u skladu sa standardom EN 50160 ustanovljene su prednosti intermitentnog režima rada u pogledu uštede električne energije (oko 10% manje je utrošeno energije pri istim uslovima kod intermitentnog režima) i njenog kvaliteta (niže vrednosti harmonika napona i struje i do 25%, naročito struje).

Proverom efikasnosti čišćenja prema standardu EN 14181 konstatovano je da je efikasnost čišćenja pri intermitentnom napajanju veća za oko 20%.

Pitanja za diskusiju:

1. U radu je navedeno da na sekcijama elektrofiltera bloka A1 elektrane TENT-A, koje se napajaju preko novog sistema regulacije, u kontinualnom režimu rada se dešava 7 do 8 proboja u minutu, dok je taj broj u intermitentnom režimu rada od 0 do 1. S druge strane, elektrofilterske sekcije blokova B1 i B2 elektrane TENT-B su napojene sa regulatorima koji rade u kontinualnom režimu rada i rade sa veoma retkim probojima, jedan proboj na nekoliko minuta na jednoj od 16 sekcija. Pri tome je kvalitet čišćenja veoma dobar. Pitanje je, da li po mišljenju autora rada, veći uticaj na kvalitet čišćenja i rad elektrofiltera ima način upravljanja jednosmernim naponom ili parametri i konstrukcija sistema elektroda, kao i sistema za prethodno odvajanje najgrubljih čestica?
2. Iz literature [1] je poznato da efikasnost čišćenja zavisi od srednje vrednosti napona između elektroda elektrofiltera. Tačno je (primećeno je na elektrofilterima bloka A5 TE Kolubara, koji se takođe napajaju sa rekonstruisanim regulatorima) da se pri intermitentnom režimu rada podižu veće vrednosti jednosmernog napona bez proboja, nego pri kontinualnom režimu rada. Međutim, na slici 1 je prikazan vremenski dijagram naizmenične struje predmetnog elektrofiltera pri kontinualnoj regulaciji. Vidi se da postoji pauza od 60ms i potom sledi postepeno povećanje struje do podešene vrednosti u toku narednih 140ms. Postoje kontinualni sistemi upravljanja jednosmernim naponom koji odmah po probou podižu napon do 60-70% napona proboja, i ako nema proboja napon se dalje polako diže do samog proboja. Da li bi sistemi sa kontinualnim upravljanjem mogli da ostvare srednju vrednost napona na elektrodama uporedivu sa onom koja se ima pri intermitentnom napajanju?
3. Glavna prednost intermitentnog napajanja u odnosu na kontinualno je sprečavanje pojave povratne korone [1]. Da li bi bilo optimalno da se prve sekcije elektrofiltera, na koje nailazi dim sa najviše čestica, napajaju intermitentno, a sledeće sekcije da se napajaju sa nekim usavršenim kontinualnim načinom napajanja?
4. Da li i kako utiče režim rada kotla na sadržaj čestica u dimnom gasu i tako na rad elektrofiltera?
5. Da li u radu opisana koordinacija između rada otresača i smanjenja napona na sekciji može da predupredi pojavu povremenog „pućkanja” iz dimnjaka?

Referat B4-07

SMANJENJE THD-A ULAZNIH STRUJA DVANAESTOIMPULSNOG DIODNOG ISPRAVLJAČA OPTIMALNIM I SUBOPTIMALNIM UBRIZGAVANJEM STRUJE U IZLAZNE PRIKLJUČKE ISPRAVLJAČA

Autori: Milan Ivković, Predrag Pejović, Žarko Janda

U ovom radu je predstavljen trofazni dvanaestoimpulsni ispravljač sa pasivnim mrežama za optimalno i suboptimalno ubrizgavanje struje u izlazne priključke ispravljača. Predloženo rešenje zahteva transformator za pomeranje faza niske tipske snage, odnosno 21.24% izlazne snage. U slučaju optimalnog ubrizgavanja struje, ulazne struje su prostoperiodične i u fazi sa odgovarajućim faznim naponom, a u slučaju suboptimalnog ubrizgavanja THD ulaznih struja je 1.016%, a faktor snage 99.99%.

Predstavljeni dvanaestoimpulsni ispravljač može da poseduje mreže za optimalno i suboptimalno ubrizgavanje struje u izlazne priključke. Dat pregled dosadašnjih rešenja smanjenja THD-a ulaznih struja metodama ubrizgavanja struje kod šestimpulsnih ispravljača i konstruisanjem višeimpulsnih ispravljača. Zatim su teorijski predstavljene mreže za optimalno i suboptimalno ubrizgavanje struje kod dvanaestoimpulsnog ispravljača sa transformatorom za pomeranje faza niske tipske snage. Pokazano je da se optimalnom mrežom može postići da ulazne struje budu prostoperiodične i u fazi sa odgovarajućim faznim naponom, a da se suboptimalnim ubrizgavanjem THD ulaznih struja može smanjiti na 1.016%. Pri tome je tipska snaga transformatora za pomeranje faza povećana sa 18.34% na 24.21% izlazne snage. Predložena su i rešenja za praktičnu realizaciju ovih mreža.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako se menja THD ulazne struje ako opterećenje nije nominalno?
2. Da li je moguće menjati parametre mreže za ubrizgavanje i kako?
3. Kakav je uticaj nesimetrije ulaznog napona na rad mreže za ubrizgavanje i na THD ulazne struje?

Referat B4-08

BEŽIČNI MREŽNI MERNI SISTEM ZA DALJINSKO MERENJE TEMPERATURA OSOVINSKIH LEŽAJEVA TERETNIH KOLA

Autori: Saša Mili , Dragan Kova evi , Aleksandar Žigi , Dejan Misovi

U radu je prikazan mrežni merni sistem za praćenje temperature osovinskih ležajeva teretnih kola. Sistem je realizovan na lokalnoj industrijskoj železnici koja služi za transport uglja između dva rudnika uglja i dve termoelektrane. Mrežni merni sistem se sastoji od tri nezavisna merna podсистema instaliranih u TENT-A, TENT-B i Vreoci i koji su međusobno povezani GPRS modemsom mrežom sa centralnom bazom podataka na PC serveru. Svaki merni podсистem služi za blagovremeno otkrivanje i alarmiranje neispravnosti ležajeva (usled povišene temperature) osovinskih sklopova, koji mogu dovesti do havarije u toku kretanja voza. Konceptija mernih podсистema se bazira na beskontaktnom merenju apsolutne temperature poklopca osovinskih ležajeva teretnih kola u pokretu u realnim uslovima eksploatacije. Temperatura poklopca ležajeva se meri beskontaktno infracrvenim (IC) detektorom koji se nalazi u okviru mernog mesta pored pruge. U budućnosti se planira instaliranje još jednog podсистema da bi se kompletno prostorno pokrile sve četiri železničke stanice date industrijske železnice.

Na delu železnice koja se koristi za potrebe prevoza uglja TE "Nikola Tesla" u Obrenovcu ovaj sistem je instaliran i pušten u eksploataciju. Međutim, primena ovog sistema je daleko šira, ukoliko se ima u vidu da najveći broj stanica na prugama Srbije ima skretnice za ulaz u skretanje pri brzinama od 40 km/h, a brzina ulaska voza u stanicu sa zaustavljanjem takođe ne prelazi brzinu od 40 km/h, pa iz tog razloga ovaj merni sistem može biti veoma primenljiv za sva železnička vozila u stanicama gde pregledači kola vrše, između ostalog, i kontrolu zagrejanosti ležaja.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakva su eksploataciona iskustva i problemi?
2. Da li ima problema zbog uticaja odsjaja sunca na senzorski sistem?
3. Da li je bilo problema pri korišćenju opisanog načina daljinskog prenosa podataka?

Referat B4-09

RASPODELA OPTEREĆENJA KOD VELIKIH ASINHRONIH MOTORA REGULACIJOM BRZINE U OGRANIČENOM OPSEGU

Autori: B. Jeftenić, M. Gvozdrenović, L. Ristić, M. Bebić, D. Jevtić, P. Lučić, D. Slavković, M. Milošević

U radu je prikazana nova metoda za izjednačavanje opterećenja velikih asinhronih motora sa namotanim rotorom koji pokreću bubnjeve za transport trake. Neravnomerna raspodela opterećenja između asinhronih motora velike snage sa namotanim rotorom, koja je uzrokovana različitim prečnicima bubnjeva za pogon transportnih traka, predstavlja problem koji postoji u uslovima eksploatacije.

Prečnici ovih bubnjeva tokom eksploatacije postaju različiti, usled trošenja gumenih obloga i lepljena blata, što dovodi do neravnomerne raspodele opterećenja između motora. Predlog rešenja ovog problema podrazumeva ugradnju tzv. Rotorskih otporničkih pretvarača uz postojeće upuštače.

Rotorski otpornički pretvarač sadrži grupu od tri rotorska otpornika i bloka za njihovo kratko spajanje. Pritom se meri struja svih motora, pa se jedan od njih, i to onaj čija je struja najmanja, određuje za vodeći. Taj motor će raditi u režimu kratko spojenog rotora pomoću stalno uključenog poluprovodničkog prekidača u rotorskom otporničkom pretvaraču. Struje ostalih motora će pomoću regulatora u PLC-u biti regulisane rotorskim otporničkim pretvaračima koji će pomoću PWM-a da intermitentno kratko spajaju krajeve rotora, odn. Rotorske otpornike, i time, smanjujući brzinu motora, postignu jednaku raspodelu opterećenja između njih. Rezultati dobijeni na laboratorijskom modelu prikazani su u radu. Analiza upravljačkog algoritma pokazuje da se on jednostavno može realizovati u upravljačkom PLC-u koji se ugrađuje na transporterima pri svim rekonstrukcijama koje se danas vrše. Analiza realizacije ovakvih uređaja i sistema pokazala je da se oni mogu implementirati i na postojećim transporterima na našim kopovima, čime bi se značajno unapredio njihov način rada i smanjili mnogi problemi vezani za eksploataciju.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja je dinamika sa kojom se može uticati na momenat asinhronog motora?
2. Kako bi se dimenzionisao otpornik u čoperu za jednačenje momenata, prema snazi motora?
3. Da li bi neka druga vrsta poluprovodničkog prekidača bila pogodnija za ovu namenu od IGBT tranzistora ili ne?
4. Kakvi su mogući kvarovi ovog čopera (npr. ulazak poluprovodničkog prekidača u kratak spoj) i da li ti kvarovi mogu uticati na sigurnost rada motora na kome je primenjen ovaj čoper?
5. Da li je analizirana situacija kada dodje do otkaza ili planiranog zastoja nekog od motora, obzirom da je to česta situacija na pogonima trakastih transportera?
6. U referencama su navedeni samo prethodni radovi autora, pa se postavlja pitanje da li su ovakva rešenja poznata u praksi ili ne?