



EKSPLOATACIONA ISPITIVANJA VISOKONAPONSKOG VISOKOFREKVENTNOG NAPAJANJA ELEKTROFILTARSKOG POSTROJENJA NA TE "Morava"

Željko Despotović, Miroljub Bakić*, Slobodan Vukosavić**

Institut "Mihajlo Pupin", Beograd, Srbija

*TE "Nikola Tesla", Obrenovac, Srbija

**Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

Sadržaj: Način napajanja i upravljanja elektrostatičkim filtrima značajno utiče na efikasnost izdvajanja pepela, odnosno finih čestica iz dimnih gasova koji se kroz dimnjak odvede u atmosferu kao specifični utrošak električne energije. Kod projektovanja i izvođenja novih i rekonstrukcije starih instalacija, adekvatno visokofrekventno (VF) napajanje i upravljanje omogućuje značajno smanjenje potrebne površine elektroda i smanjenje među-elektrodnog razmaka, pa samim tim i značajne uštede. U okviru rada će biti prikazane i obrazložene osnovne karakteristike konvencionalnog, niskofrekventnog 50Hz-nog napajanja elektrostatičkih filtara i novog nekonvencionalnog VF napajanja koje značajno omogućava bolje performanse sistema. Pored principa rada i osnovnih električnih svojstava konvencionalnog i visokonaponskog VF napajanja, biće date i osnovne razlike u veličini aktivnih komponenti, težini, kao i poređenje tehno-ekonomskih karakteristika ova dva rešenja. Pored ovoga u radu će biti prezentirani podaci o merenjima i eksploatacionim ispitivanjima urađenim na elektrofiltarskom postrojenju u TE "Morava", gde su ugrađene dve eksperimentalne VF jedinice 2x70kVA. Pošto postoji mogućnost da se na istim sekcijama primeni konvencionalni 50Hz-ni sistem, moguće je izvršiti poređenje ova dva tipa napajanja u pogledu efikasnosti izdvajanja pepela, energetske efikasnosti kao i procene o potrebnim geometrijskim dimenzijama taložnih i emisionih elektroda.

Ključne reči: Elektrostatički izdvajač, energetska pretvarač, IGBT, visokofrekventno napajanje, emisija čestica

1. UVOD

Sve strožiji zahtevi koji imaju za cilj očuvanje životne sredine od štetnog uticaja industrijskih

postrojenja, koja u proizvodnom procesu sagorevaju fosilna goriva, zahtevaju od proizvođača i korisnika postrojenja elektrostatičkih izdvajaa (ESI) da svedu emisiju čestica gasa na vrednost $<50 \text{ mg/m}^3$. Proces elektrostatičkog izdvajanja se bazira na korišćenju visokih jednosmernih napona. Pretvaranje monofaznih i trofaznih mrežnih napona u visoke jednosmerne napone ($>10\text{kV}$), velike snage ($>10\text{kW}$) je postala jedna od ključnih oblasti tehnologije koja se sve više primenjuje u mnogim industrijskim procesima, a naročito u tehnologiji izdvajanja i kontroli emisije čestica dimnih gasova. U većini slučajeva zahtev za visokim DC naponom se danas standardno ostvaruje monofaznim 50Hz-nim tiristorskim pretvaračem i pripadajućim regulatorom [1],[2],[3],[4]. Regulator kontroliše napajanje ESI posredstvom visoko naponskog transformatora (VNT) i odgovarajućeg ispravljača. Diodnim ispravljačem primenjenim na sekundaru transformatora proizvodi se visoki napon (VN) jednosmernog nivoa. Valovitost toga napona je relativno velika i zavisi od ekvivalentne kapacitivnosti ESI. Kontrola izlazne snage i napona se postiže promenom ugla paljenja antiparalelno vezanih tiristora, koji se nalaze na primarnoj strani VNT [1].

Proteklih godina ova topologija se pokazala veoma efikasnom, ali je u ovom periodu ostvarila relativno mali napredak. I pored toga što je pomenuta tiristorska topologija veoma robusna, jednostavna i fleksibilna, ona ima dosta ozbiljnih mana od kojih su najznačajnije:

- nizak faktor snage
- spor odziv
- niska efikasnost
- značajne dimenzije i težina VN opreme

Pored ovih efekata nameće se veoma bitan finansijski koji se ogleda u velikom obima i ceni građevinskih radova pri gradnji jednog takvog VN postrojenja.

U novije vreme su na tehnološkom tržištu ESI sve više zastupljeniji visokofrekventni (VF) prekidački izvori napajanja. Oni se uvode u sisteme napajanja ESI po prihvatljivoj ceni i postaju veoma konkurentni u odnosu na setove *transformator/ispravljač* i tiristorsku kontrolu, koja se već dugo godina koristi u industriji. Novi VF prekidački izvori obezbeđuju dramatično različite performanse i fizičke karakteristike ESI od tiristorskih izvora napajanja, koji će u najskorije vreme biti potisnuti iz upotrebe. Primenjeni u ESI aplikacijama novi VF prekidački pretvarači imaju značajan uticaj na izdvažake sisteme i to sa aspekata konstrukcije, rada i održavanja [5].

Nekoliko je poboljšanja koja se mogu očekivati od usvajanja VF prekidačkog rada. VF prekidački rad dozvoljava mnogo *precizniju kontrolu* radnih parametara ESI (kao što su napon i struja), od konvencionalnog 50Hz-nog tiristorskog napajanja. VF napajanjem je moguće ostvariti *znatno brži porast napona* ESI i *znatno brži odziv* na promene opterećenja u odnosu na konvencionalno tiristorsko 50Hz-no napajanje. Kao treće, visoka učestanost obezbeđuje *značajno smanjenje veličine i težine* VN transformatora. Ova redukcija vodi kompaktnijem dizajnu uz *minimiziranje cene* ugradnje i održavanja. Visoka učestanost obezbeđuje mnogo veću reaktansu transformatorskog jezgra i shodno tome bolju efikasnost izvora napajanja. Naročita prednost VF napajanja ESI se odnosi na *sposobnost modulacije izlaznog napona*. U nekim aplikacijama, mogućnost ostvarenja pulsacija izlaznog DC napona konvertora od jednog naponskog nivoa do drugog, pri specifičanom i podešljivom intenzitetu, vremenu vođenja i periodi, ima znatne prednosti koje se odnose na poboljšanje punjenja čestica prašine/gasa i njihovo efikasnije sakupljanje u ESI. Sve do sada pomenute činjenice predstavljaju značajan motiv za detaljnu analizu i proučavanje VF napajanja ESI, kao najpogodnijeg načina za optimizaciju njihovog rada. U nastavku će biti opisano jedno konkretno realizovano VN VF postrojenje ESI na TE "Morava" i prikazani rezultati eksploatacionih ispitivanja i poređenja tiristorskog 50Hz napajanja i tranzistorskog VF (10kHz) napajanja.

2. OPIS ESI POSTROJENJA

Opis tehnološke šeme

Tehnološko postrojenje za prečišćavanje dimnih gasova na TE „Morava“ je prikazano na Sl.1. Njega čine ukupno četiri sekcije elektrostatičkih izdvažaka koje su tako raspoređene da u se u svakoj od potisnih grana dimnog gasa-DG nalaze po dva sistema ESI-1 i ESI-2, a svaki od njih sadrži po dve sekcije. Ustvari, svaki od ovih sistema je opremljen sistemom taložnih i emisionih elektroda kao i njima pripadajućim mehanizmima koji služe za njihovo otresanje. Otresanjem se sa elektroda odvajaju nagomilane i nataložene čestice iz dimnog gasa u taložne levke (L11 i L12 za prvi sistem i L21,L22 za drugi sistem) koji se nalaze neposredno ispod svake od sekcija ESI.

Neprečišćeni dimni gas (DG) sa veoma visokom koncentracijom čvrstih čestica ($>1000\text{mg/m}^3$) dolazi na

ulazne sekcije sistema ESI-1 i ESI-2 direktno iz glavnog kotla (ložišta). Stoga su ove ulazne sekcije najopterećenije. Nakon odvajanja na njima na izlazne sekcije dolazi DG znatno niže koncentracije tako da su ove sekcije manje opterećene. Na izlazu svake od ovih sekcija je postavljen ventilatori za odvođenje dimnih gasova VDG-1 za prvi i VDG-2 za drugi sistem. Pomoću njih se prečišćeni DG najvećim delom odvodi do galavnog dimnajaka preko koga se ispušta u atmosferu, a jedan mali deo ovog gasa se vraća recirkulacionim vodovima RC-1,2 posredstvom odgovarajućih klapni (KL-1,2) i ventilatora (VRC-1,2) u mlinove kotla. Ovaj gas u recirkulaciji ustvari služi za sušenje smese u mlinovima pošto je njegova temperatura reda veličine $120^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$.

U toku ovih prvih eksplatacionih ispitivanja je u recirkulacionom vodu je ugrađen senzor SK kojim se vrši merenje koncentracije dimnog gasa. Pretpostavljeno je da je koncentracija u recirkulaciji približno jednaka izlaznoj u dimnjaku. Pored ovoga je bilo tehnički najpoveljnije ugraditi senzor na tom mestu. Inače cilj ovih prvih ispitivanja je bio da se utvrde ne toliko apsolutne koncentracije, već relativni odnosi koncentracija i relativna efiksanosti izdvajanja VF u odnosu na konvencionalni 50Hz-ni sistem.

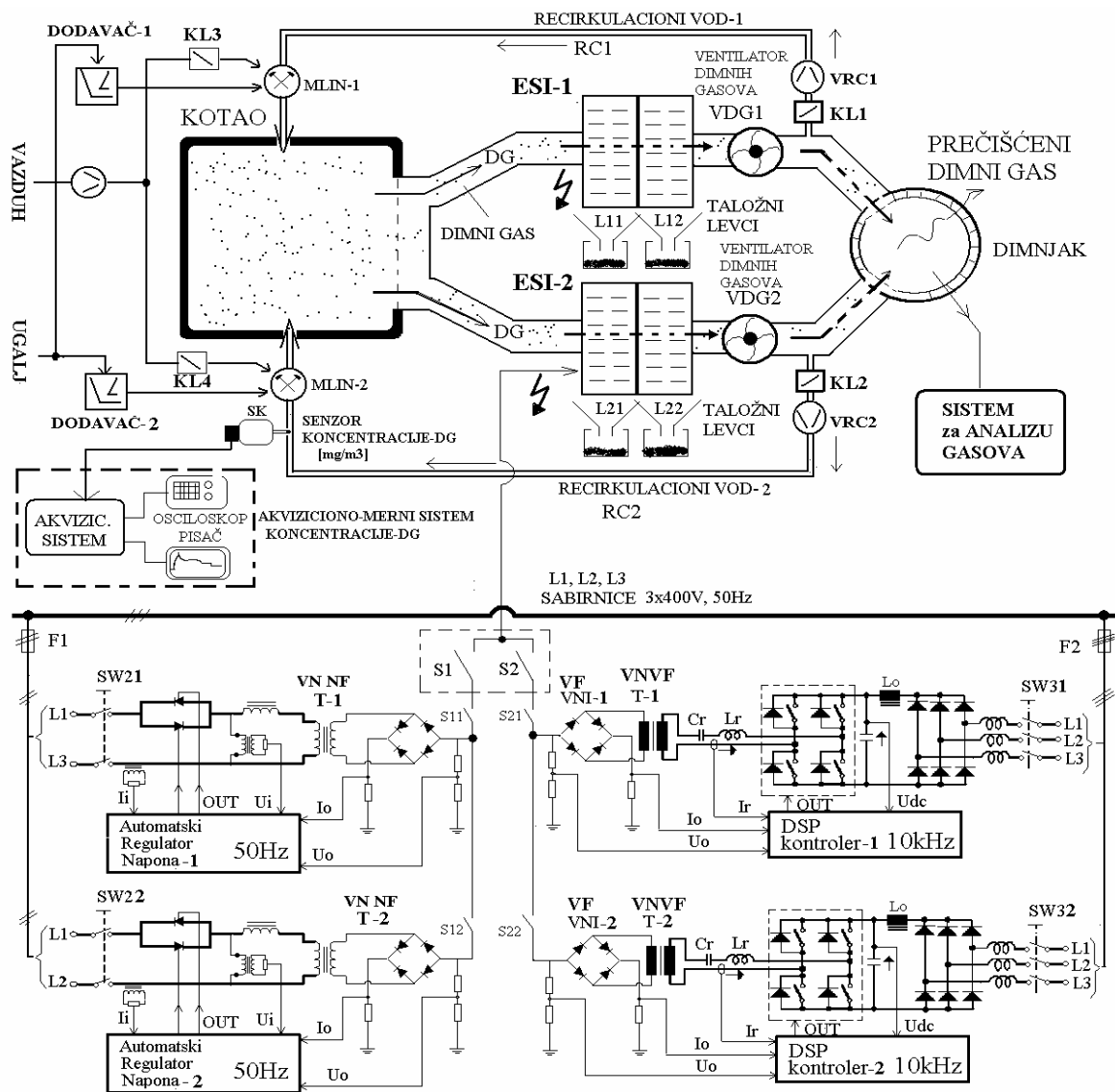
Sistem energetskih pretvarača

Prvobitno postrojenje ESI na TE „Morava“ je sadržavalo na sve četiri sekcije pretvarački sistem 50Hz sa faznom kontrolom. Trenutno je u eksploataciji sistem sa dva VF uređaja sa radnom učestanošću 10kHz i dva 50-Hz sistema, u svakoj od glavnih potisnih grana DG po jedan. Pretvarači su vezani na zajedničke NN sabirnice $3 \times 400\text{V}$, 50Hz, kao što je prikazano na Sl.1

Sistem 50Hz je realizovan je sa kontrolisanim magnetnim ventilima u antiparalelnoj sprezi, proizvodnje ELEX. Ovaj sistem predstavlja pandan tiristorskim petvaračima sa antiparalalnom vezom tiristora koja je danas najzastupljeniji u primanama kako na blokovima domaćih termoelektrana tako i na mnogim postrojenjima u svetu. Inače je rad ovih pretvarača detaljno opisan u referencama [1],[2],[3],[4]. Ovaj sistem poseduje automatski regulator napona koji je obrađen u [3] i [4].

U ovom upravljačkom sistemu su ostvarene povratne sprege po izlaznom naponu U_o (do 50kV), izlaznoj struji I_o (do 1A), ulaznoj struji I_i i naponu na primaru visokonaponskog transformatora VNNF T-1,2.

VF sistem je realizovan sa rezonantnim konvertorom čija je radna učestanost 10kHz i viskonaponskim viskofrekventnim transformatorom VFVN T-1,2 i njemu pripadajućim visokofrekventnom visokonaponskom ispravljaču VFVNI-1,2. Pored ovoga između IGBT mosta i primara transformatora se postavlja jedno rezonantno kolo sa kondenzatorom Cr i prigušnicom Lr. Detaljan opis rada ovog rezonantnog pretvarača i karakteristični talasni oblici su dati detaljno u [3], [7], [8]. Upravljanje ovim pretvaračem je ostvareno pomoću DSP kontrolera čije su performanse date u [8]. U ovom sistemu su ostvarene povratne sprege po izlaznom naponu U_o , izlaznoj struji I_o (do 1A), struji rezonantnog međukola I_r i naponu DC međukola U_{dc} .



S1.1. Prikaz tehnološkog postrojenja elektrostatičkih izdavača na TE „Morava“

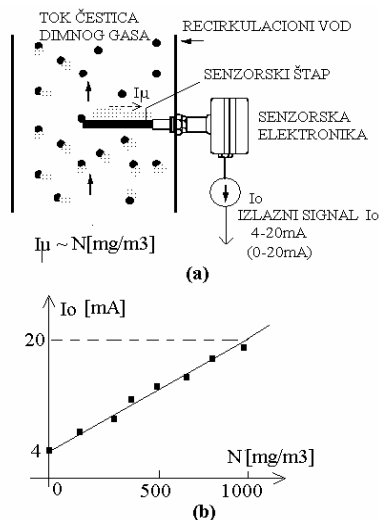
U cilju poređenja 50Hz i VF napajanja ESI privremeno su postavljene ove pretvaračke grupe na jednoj od grana cevovoda DG kao što je prikazano na S1.1. Izbor rada se ostvaruje izbornim VN rastavljačima S1 i S2 i odgovarajućim VN rastavljačima (S11, S12, S21 i S22) u svakoj od grana pretvarača. Na ovaj način je moguće ostvariti razne kombinacije rada pretvarača. U ovim eksploatacionim ispitivanjima i testiranjima su korišćena dva 50Hz pretvarača (jedan za ulaznu a jedan za izlaznu sekciju ESI) i dva VF (10kHz) pretvarača (takođe jedan za ulaznu a jedan za izlaznu sekciju ESI).

Sistem za merenje i akviziciju koncentracije dimnog gasa

Merni senzor koncentracije čestica u dimnom gasu-SK (S1.1) je ugrađen na recirkulacionom (povratnom vodu). On ustvari u sebi kombinuje dva efekta elektrodinamički i triboelektrični. Ustvari radi se tzv. *AC coupled triboelectric* efektu koji je opisan u [9]. Uprošćeni prikaz i princip rada senzora je dat na S1.2.

Slobodne, odnosno neizdvojene čestice na taložnim elektrodama u ESI, koje se nalaze u struji izlaznog DG su napunjene određenim naelektrisanjem. Ovo

naelektrisanje se prenosi na senzorski štamp kada čestica ostvari dodir sa njim kao što je prikazano na S1.2(a). Pored ovoga javlja se i elektro dinamički efekat elektrostatičke indukcije AC struje u senzorskom štampu usled prolaska čestice pored nega. Tada se na njemu javlja rezultantna struja koja se odgovarajućim elektronskim pojačavačem pojačava i filtrira dok se ne dobije AC komponenta koja daje linerani signal proporcionalan koncentraciji čestica u posmatranom DG ili pak masenom protoku čestica u njemu. Razlog korišćenja AC komponente signala je što je ovakav signal znatno osetljiviji u odnosu DC signal. AC signal je znatno manje pogođen uticajima, kao što su šum pojačavača i procesnih parametara, uključujući i tzv. *“build-up”* efekat (efekat taloženja odnosno zaprljanosti) senzorskog štampa. Tako izmeren i pojačan signal se šalje preko strujnog izlaza 4-20mA (0-20mA) ili naponskog izlaza 0-1V preko signalnog kabla na dalju obradu prikaz kao što je prikazano na S1.1.

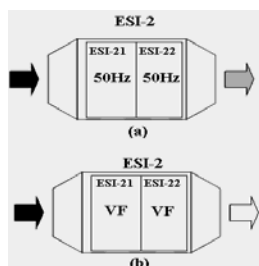


Sl.2. Princip merjenja koncentracije čestica u dimnom gasu

Nultoj vrednosti koncentracije DG odgovara strujni signal 4mA, dok koncentraciji 1000mg/m3 odgovara 20mA. U ovom opsegu je postignuta zadovoljavajuća linearnost kao što je prikazano na Sl.2(b), što je provereno i pokazano u brojnim procesima kalibracije mernog senzora koncentracije.

3. METODOLOGIJA MERENJA I POREĐENJA

Pre eksploatacionih ispitivanja je usvojena određena metodologija merjenja i poređenja dva sistema. U preliminarnim podešavanjima je ostvareno da se tokom eksploatacionih merjenja obezbedi poznat i kontrolisani kvalitet uglja, kontrolisana snaga i stacionarna brzina kretanja fluida i pristup registrovanim podacima koji obezbeđuju stacionarni režim na SCADA sistemu u komandno-upravljačkoj sobi. Nakon preliminarnih podešavanja potrebno je prvo izvršiti pokretanje postrojenja sa kontinualnim režimom rada. Osnovna težnja je da se maksimizira snaga koja se može predati sistemu ESI jer je krajnji cilj da se utvrdi koliko se uklanjanje prašine može povećati primenom VF sistema u odnosu na postojeći 50Hz sistem. Simbolički prikaz napajanja sekcija 21 i 22 u ESI-2 (Sl.1) je dat na Sl.3



Sl.3. Prikaz napajanja sekcija 21 i 22 sistema ESI tokom eksploatacionih ispitivanja; (a)-50Hz sistem, (b)-VF sistem

U kontinualnom režimu se očekuju proboji, koji će biti značajni kako se približavamo maksimalnom naponu koji se može podneti. Ideja je bila da se iskoristi brojač proboja, koji postoji u softveru, kako bi se sekundarno (sporo) regulisao napon tako da se u stacionarnom stanju radi sa određenim brojem proboja u minutu. U takvom režimu je izvršena optimizacija upravljačkog softvera tako da se dobije maksimalna snaga. Nakon ovoga je cilj

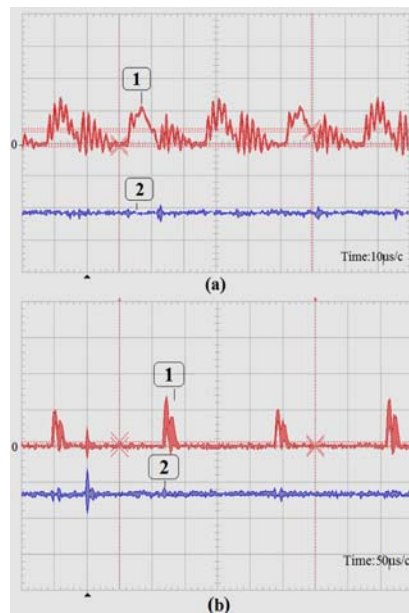
bio ostvariti intermitentni režim rada, a potom izvršiti podešavanje parametra režima odnosno vremena intermitencije T_{on} i T_{off} . Pored ovoga je bilo potrebno uporediti brzinu odziva dva pomenuta sistema ESI, kao i potrošnje iz napojne mreže 0.4kV, 50Hz.

Na kraju je potrebno izvršiti i poređenje u pogledu koncentracija čestica u DG koristeći opisani merni sistem.

4. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

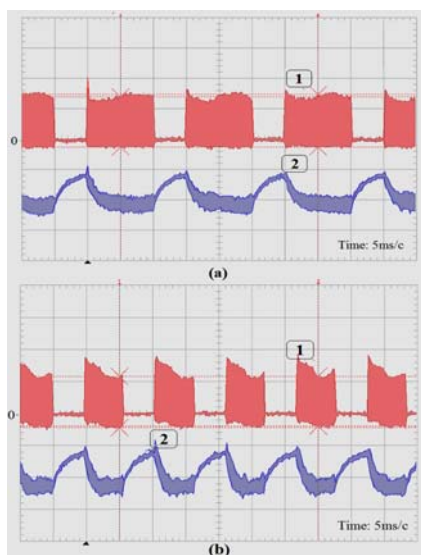
U ovom delu će biti prikazani prvi eksperimentalni rezultati dobijeni prilikom eksploatacionih ispitivanja i puštanja u rad VF sistema napajanja ESI na TE "Morava", kao i rezultati poređenja ovog sistema sa postojećim 50Hz sistemom.

Na Sl.4 su prikazani osciloskopski snimci izlazne struje i izlaznog napona ESI za slučaj kontinualnog režima i za dve različite vrednosti učestanosti strujnih impulsa na izlazu VN diodnog ispravljača. Na Sl. 4(a) su prikazani snimci izlazne struje i napona ESI za slučaj kada je učestanost strujnih impulsa 20kHz. Pri ovim uslovima srednja vrednost napona ESI je iznosila oko 45kV, dok je srednja vrednost struje ESI iznosila 750mA. Na Sl. 4(b) su prikazani snimci izlazne struje i napona ESI za slučaj kada je učestanost strujnih impulsa 6kHz, dok je širina strujnih impulsa ostala ista. Pri ovim uslovima srednja vrednost napona ESI je iznosila oko 28kV, dok je srednja vrednost struje ESI iznosila oko 100mA. Razlike u izlaznom naponu su posledica različite učestanosti i različitog koeficijenta režima rada struje na primarnom delu VNT.



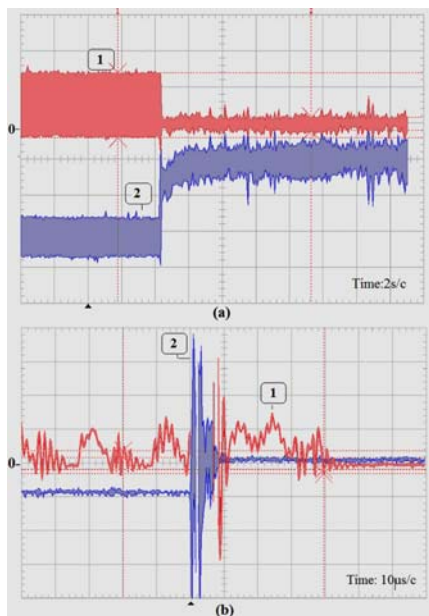
Sl.4- Uticaj učestanosti strujnih impulsa VF ispravljača ESI na vrednost izlaznog napona ESI; (a)-učestanost 20kHz, (b)-učestanost 6kHz; CH1: 2A/c, CH2:20kV/c

Na Sl.5 su dati osciloskopski snimci izlazne struje i napona u intermitentnom režimu rada ESI i to za slučaj dve različite vrednosti stepena intermitencije i dve različite vrednosti koeficijenta režima rada IGBT prekidača u mostu.



Sl.5. Uticaj koeficijenta režima rada VF pretvarača-d i stepena intermitencije na vrednost izlaznog napona ESI; (a)-stepen intermitencije 66 %, d=78.5%, (b)- stepen intermitencije 50 %, d=100%; CH1: 2A/c, CH2:20kV/c

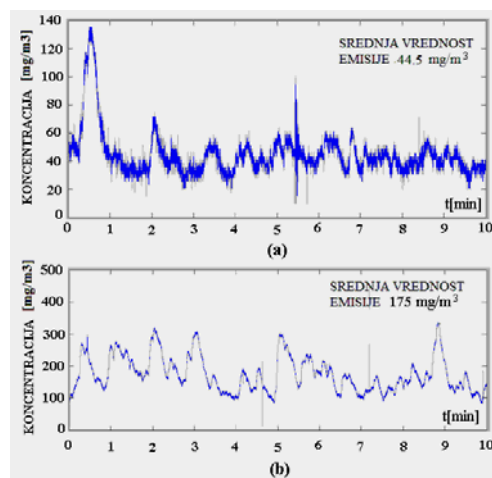
Na Sl.5(a) su prikazani osciloskopski snimci izlazne struje i napona ESI pri čemu je stepen intermitencije iznosio 66.6 % ($T_{on}=10ms$, $T_{off}=5ms$) dok je koeficijent režima rada IGBT prekidača u mostu iznosio $d=78.5\%$. Na Sl.5(b) su prikazani osciloskopski snimci pomenutih veličina za stepen intermitencije 50 % ($T_{on}=5ms$, $T_{off}=5ms$) i za koeficijent režima rada IGBT prekidača u mostu $d=100\%$. Pri ovim uslovima u oba slučaja je srednja vrednost napona ESI iznosila 32kV, dok je srednja vrednost struje ESI iznosila 445mA.



Sl.6. Odziv VF napajanja nakon detekcije preskoka; (a)- napon i struja ESI, (b)- detaljni osciloskopski snimak isključenja; vreme reakcije $\sim 40\mu s$; CH1:2A/c, CH2:20kV/c

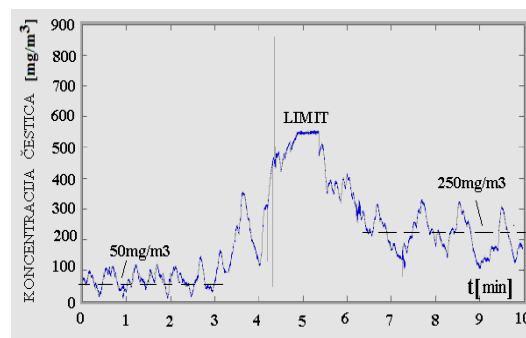
Na Sl.6 su dati osciloskopski snimci odziva VF napajanja ESI, prilikom detekcije preskoka na njegovim elektrodama. Na Sl.6(a) je dat osciloskopski snimak struje- I i napona -2 na ESI. Sa snimka se vidi da je odziv, odnosno naponska reakcija relativno brza i znatno kraća od konvencionalnog 50Hz-nog napajanja. Tačno vreme reakcije je oko $40\mu s$, kao što se vidi sa detaljnog

osciloskopskog snimka na Sl.6(b). Sa ovog snimka se vidi da samo smanjenje napona traje relativno kratko ($\sim 10\mu s$) a da nakon tog smanjenja i dalje postoje strujni impulsi koji su posledica prelaznih pojava u samom rezonantnom kolu pretvarača. Ovi impulsi se potpuno ukidaju nakon 30 μs od smanjenja napona na ESI, tako da je ukupno kašnjenje oko $40\mu s$.



Sl.7. Izmerene vrednosti koncentracije čestica u recirkulacionom kanalu; (a)- VF sistem, (b)- Sistem 50Hz

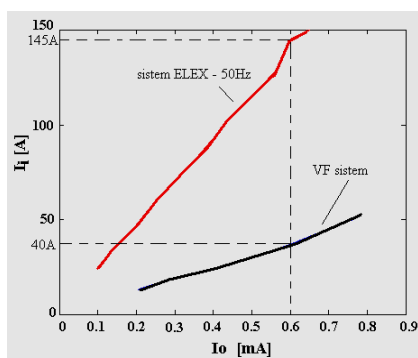
Na Sl.7 su prikazane izmerene koncentracije u recirkulacionom kanalu pri uspostavljenom stacionarnom režimu ESI. Merenja su vršena u intervalu od 10min. Na Sl.7(a) je dat snimak koncentracije za slučaj VF napajanja, dok je na Sl.7(b) prikazana koncentracija za 50Hz-no napajanje. Sa ovih dijagrama su dobijene srednje vrednosti koncentracija. Vidi se da je srednja vrednost čestica u DG skoro četiri puta manja u odnosu na konvencionalno napajanje.



Sl.8. Prelazni režim pri prebacivanju VF napajanja na 50Hz-no napajanje, snimak izmerene koncentracije

Na Sl.8 je dat snimak koncentracije čestica u DG pri prebacivanju VF napajanja na 50Hz-no. Pored razlike u koncentraciji zapaža se da postoji deo sa visokom koncentracijom (LIMIT) od približno $600mg/m^3$ kada su oba sistema isključena.

Na Sl.9 su dati efekti VF napajanja na izmerenu ulaznu prividnu snagu. Ustvari merene su efektivne vrednosti ulazne struje- I_i pretvarača pri 50Hz-nom napajanju i pri VF napajanju i srednja vrednost izlazne struje- I_o . Efektivna vrednost mrežnog napona je pri ovom merenju bila približno ista u oba slučaja i iznosila je 400V AC. Sa dijagrama na Sl.9 se vidi da je pri istoj izlaznoj struji I_o , ulazna prividna snaga značajno manja kod VF napajanja.



SI.9. Ulazna struja pri VF napajanju i 50Hz-nom napajanju

5. ZAKLJUČAK

U radu su predstavljeni rezultati eksploatacionih ispitivanja na visokofrekventnom visokonaponskom napajanju postrojenja ESI na TE "Morava". Na konkretno realizovanom sistemu uočene brojne prednosti koje nudi VF sistem napajanja u odnosu na konvencionalni 50Hz. Eksperimentalnim rezultatima je pokazano da se korišćenjem VF napajanja mnogo preciznija kontrola struje i napona ESI. Pored toga moguće je ostvariti veoma brz porast izlaznog napona i veoma brz odziv na promene opterećenja. Kao posledica VF rada značajno su smanjene dimenzije i težina VN transformatora, a samim tim i celog sistema.

Nakon ovoga su prezentirani rezultati koji se odnose na merenje koncentracija čestica DG u povratnom vodu ESI postrojenja. Merenjem je pokazano je da se VF napajanjem postižu značajno bolji efekti u smanjenju emisije čestica. Na kraju je merena prividna snaga i pokazano je da je u slučaju VF napajanja ona značajno manja.

VF rezonantni pretvarač je projektovan na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu-Laboratorija za mikroprocesorsko upravljanje energetskim pretvaračima. Ostali rezultati vezani za ovaj razvoj su dostupni na adresi WEB sajta <http://ddc.etf.bg.ac.yu>. Ceo ovaj projekat je finansijski podržan delom od Ministarstva za nauku Republike Srbije kroz Projekat tehnološkog razvoja TR-21007 "Razvoj i primena visokonaponske visokofrekventne opreme za otklanjanje aerozagađenja u industriji i elektroprivredi", a delom od strane P.D TE "Nikola Tesla"- Obrenovac.

6. REFERENCE

- [1] Z.Stojiljković, Ž.Despotović, "Regulisani ispravljač za napajanje elektrostatičkih filtera", XII simpozijum Energetska elektronika – Ee'03, N.Sad, 5-7 Nov. 2003, Vol. T1-2.1, pp.1-5.
- [2] N.V.P.R Durga Prasad, T.Lakshminaray, J.R.K Narasimham, T.M.Verma and C.S.R Kirshnam Raju, "Automatic Control and Management of Electrostatic

Precipitator", *IEEE Trans. on Industry Applications*, Vol.35, No.3, May/June 1999, pp.561-567.

- [3] Z.Despotovic, I.Cvetkovic, S.Vukosavic, "New Technology for Electrostatic Precipitator Control" PROCEEDINGS of the XIV International Symposium of the Power Electronics, N.Sad 7.XI-9.XI.2007, Vol.T4-3.5, pp. 1-6.
- [4] K. Parker, "Electrical operation of electrostatic precipitators", The Institution of Electrical Engineers, London, 2003.
- [5] S.Vukosavic, I.Cvetkovic, I.Stevanovic, D.Arnautovic, "High Frequency Power Supply For Electrostatic Precipitators", XIV International Symposium on Power Electronics – Ee'07, N.Sad, 7-9 November, 2007, Vol. IP1-1, pp.1-10.
- [6] John.C. Fothergill, Philip W.Devine and Paul W. Lefley "A Novel Prototype Design for a Transformer for High Voltage, High Frequency, High Power Use", *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol.16, No.1, January 2001, pp.89-98.
- [7] Ž. Despotović, S.Vukosavić, D.Arnautović, I. Stevanović, "Visokofrekventno napajanje i njegov uticaj na kvalitet rada elektrostatičkih izdvajaa", ELEKTROPRIVREDA, Vol.4, pp.132-143, Decembar 2008.
- [8] Z.Despotovic, S.Vukosavic, "High Frequency Control of Electrostatic Precipitator" PROCEEDINGS of the XIV International Symposium of the Power Electronics, N.Sad 7.XI-9.XI.2007, Vol.T4-3.6, pp.1-6.
- [9] W.Averdieck, "Electrodynamic Technology for Particulate Monitoring", PCME Ltd., Tech.Article 13, issue 12/99.

SERVICE TESTING OF HIGH FREQUENCY HIGH VOLTAGE ELECTROSTATIC PRECIPITATORS POWER SUPPLY ON THERMAL POWER PLANT "MORAVA"

Abstract: The power management method of electrostatic precipitators (ESP) significantly affect on the separation efficiency of ash and fine particles from smoke gases that through the funnel drainage into the atmosphere as a specific product of electric energy consumption. In design and realization of a new and reconstruction of the old installation, adequate high frequency (HF) power management enables significant reductions of required surface electrodes, inter-electrode space and thus a significant savings. In the paper will be shown and explained the main characteristics of conventional, low frequency supply (50Hz) of ESP and new unconventional HF power, which enable significantly better system performance. In addition to this in the paper will be presented any information about the measurement and exploitation of ESP installation on the thermal power plant "Morava", where they built-in two experimental HVHF units 2x70kVA. Since there is a possibility that the same sections of the application of conventional (50Hz) system, it is possible to make a comparison of these two types of power in terms of separation efficiency of fly ash, energy efficiency, as well as estimates of the necessary geometrical dimensions of precipitation and emission electrodes.

Key words: Electrostatic precipitator, power converter, IGBT, high voltage high frequency supply, particles emission.