

Jedno rešenje primene održivih izvora energije za napajanje telekomunikacionih uređaja

Miroslav Lazić, Dragana Petrović, Zoran Cvejić, Bojana Jovanović

Odeljenje za energetske elektroniku

Iritel a.d. Beograd

Beograd, Srbija

mlazic@iritel.com, titelac@iritel.com, zorancvejic@iritel.com, bojanaj@iritel.com

Sadržaj— Fosilna goriva su goriva koja sadrže ugljovodonike i nastala su od fosilnih ostataka biljaka i životinja. Trenutno su osnovni izvor energije na Zemlji. Energija iz fosilnih goriva obično se oslobađa sagorevanjem. Tom prilikom se oslobađaju i štetni gasovi koji utiču na prirodu.

Održivi izvori energije se nameću kao izvori koji će u budućnosti potisnuti izvore energije bazirane na fosilnim gorivima. Međutim, prelazak sa fosilnih na održive izvore energije se neće dogoditi odjednom već će postojati period u kome će se koristiti oba vida izvora energije. U radu je opisano jedno rešenje obezbeđivanja neprekidnog napajanja telekomunikacionih uređaja. Omogućava istovremeno korišćenje energije fosilnih goriva i energije održivih izvora energije. Praktično, to je paralelan rad oba tipa izvora energije. Cilj je da se minimizira korišćenje fosilnih izvora energije. Pored toga ovakvo rešenje omogućava da se agregatska postrojenja, koja su neophodan element sistema za napajanje telekomunikacionih objekata, zamene sa održivim izvorima energije. Na taj način se smanjuju troškovi napajanja telekomunikacionih objekata i povećava pouzdanost.

Ključne riječi — izvori energije, fosilna goriva, održivi izvori

I. UVOD

Pouzdanost rada telekomunikacionih sistema zavisi od pouzdanosti rada izvora energije. Kao osnovni izvor energije koristi se napajanje iz elektrodistributivne mreže. Dominantan izvor energije koji se koristi za proizvodnju električne energije u elektroprivredi su fosilna goriva (ugalj, nafta i gas). U slučaju otkaza napajanja iz elektrodistributivne mreže za napajanje telekomunikacionih sistema se koriste agregatska postrojenja, koja takođe koriste fosilna goriva (nafta ili benzin). Da bi se obezbedila neprekidnost telekomunikacionog saobraćaja u prelaznom periodu se koriste hemijski izvori energije - akumulatorske baterije. Održivi izvori energije kao što su energija sunca i/ili energija vetra se nameću kao osnovni izvori energije u budućnosti, međutim za sada još nisu našli širu primenu za napajanje telekomunikacionih sistema. Sa druge strane, izvori energije na bazi fosilnih goriva su ograničeni pa ih treba koristiti samo kada je to neophodno. Realno je očekivati da će se u jednom periodu paralelno koristiti održivi izvori energije i izvori energije na bazi fosilnih goriva. Zbog toga se mora promeniti pristup rešavanja problema neprekidnog rada uređaja energetske elektronike telekomunikacionih sistema. U radu je dat predlog za novi način distribucije energije različitih izvora energije, koji omogućava paralelan rad različitih izvora energije. Na taj način je moguće minimizirati korišćenje izvora energije na bazi

fosilnih goriva uz maksimalno korišćenje održivih izvora energije. Smanjiće se troškovi telekomunikacionih kompanija i smanjiti zagađenje životne sredine.

II. ORGANIZACIJA NAPAJANJA TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA

Osnovni izvor energije za napajanje telekomunikacionih sistema je napon iz elektrodistributivne mreže (naizmenični napon nominalne vrednosti 230 V). Kao rezervni izvor energije koriste se agregatska postrojenja koja generišu napon iste vrednosti. Agregatsko postrojenje nije obavezan element na svim telekomunikacionim objektima. Kod objekata manjeg značaja ili na objektima gde je napajanje iz elektrodistributivne mreže pouzdano, ne postoje agregatska postrojenja. Prelazak sa osnovnog na rezervni izvor energije nije trenutni, zbog čega se koriste akumulatorske baterije. Akumulatorske baterije omogućavaju neprekidan rad telekomunikacione opreme u režimu prelaska sa osnovnog na rezervni izvor napajanja. Uobičajano je da akumulatorske baterije omogućavaju napajanje telekomunikacionog objekta za minimum osam sati rada. Osnovni izvor napajanja telekomunikacione opreme je jednosmerni napon nominalne vrednosti 48 V. Izabran je jednosmeran napon jer je jednostavno ostvariti neprekidnost u prelaznim režimima. Zbog toga, neophodan element napajanja telekomunikacionih sistema je ispravljačko postrojenje koje od naizmeničnog napona vrednosti 230 V generiše jednosmerni napon nominalne vrednosti 48 V. Standardi za bezbednost nameću rešenja ispravljačkih postrojenja kod kojih mora postojati uslov galvanske izolovanosti. Na taj način se sprečava da u slučaju otkaza ispravljačkog postrojenja nastane kratak spoj između naizmeničnog i jednosmernog napona (akumulatorske baterije).

Paralelno sa izlazom ispravljačkog postrojenja povezuju se akumulatorske baterije. Telekomunikacioni uređaji se napajaju naponom koji je jednak naponu održavanja akumulatorske baterije nominalne vrednosti 48 V. To je jednosmerni napon vrednosti između 52 V i 55 V. Tačna vrednost napona održavanja akumulatorske baterije zavisi od tipa baterije i od radne temperature. Naravno, ovo važi samo kada je prisutan osnovni izvor napajanja i kada je akumulatorska baterija napunjena. Ukoliko nije prisutan mrežni napon ili ukoliko se puni akumulatorska baterija, vrednost jednosmernog napona na ulazu u telekomunikacioni uređaj može biti u opsegu od 42 V do 56 V. Ovakav pristup je standardizovan za napajanje telekomunikacione opreme. Nedostaci ovakvog funkcionisanja sistema su:

- telekomunikacioni sistemi zavise od elektrodistributivne mreže (vreme rada na rezervne izvore energije je ograničeno)
- agregatska postrojenja su mehanički sklopovi podložni otkazima,
- dopremanje goriva za agregatska postrojenja je veoma teško kada su objekti na nepristupačnim predelima (daleko od gradova ili na visokim planinama),
- veliki trošak recikliranja akumulatorskih baterija.

Pojava održivih izvora energije je zainteresovala telekomunikacione kompanije da ih primene prvenstveno na udaljenim, nedostupnim telekomunikacionim objektima. Počinje primena gorivih ćelija, solarnih panela i vetrogeneratora. Cilj je izbeći agregatska postrojenja, smanjiti troškove korišćenja i održavanja izvora energije i svakako smanjiti zagađenje životne sredine. To se može postići istovremenim korišćenjem izvora energije na bazi fosilnih goriva i obnovljivih izvora energije. [1-2]

III. POVEZIVANJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Prekidi u napajanju telekomunikacionih objekata izazivaju prekide telekomunikacionog saobraćaja, a to znači velike gubitke za telekomunikacione kompanije. Nije realno očekivati da će održivi izvori energije odjednom potpuno zameniti izvore energije na bazi fosilnih goriva. U početnoj fazi primene održivih izvora energije, održivi izvori energije će biti paralelno vezani sa postojećim sistemima za napajanje. Održivi izvori energije će napajati telekomunikacioni sistem, a u koliko nema dovoljno energije iz održivih izvora ili ukoliko nastane problem u radu korišće se napajanje iz izvora na bazi fosilnih goriva. U sledećim fazama će se polako zamenjivati izvori na bazi fosilnih goriva održivim izvorima energije. Jedan od načina da se omogući paralelan rad održivih izvora energije i izvora energije na bazi fosilnih goriva je prikazan na slici 1.

A. Sabiranje na nivou naizmjeničnih napona

Paralelno povezivanje napona koji generišu solarni paneli, gorive ćelije ili vetrogeneratori sa izvorima energije na bazi fosilnih goriva omogućeno je pomoću prekidača P2 (slika 1). Dakle, sabiranje je na nivou naizmjeničnog napona. Da bi se to moglo ostvariti neophodan elemenat je inverter. Inverter od jednosmernog napona sa izlaza održivih izvora energije generiše naizmjenični napon koji se vezuje paralelno sa naponima dobijenim od izvora energije na bazi fosilnih goriva. Moguća su dva načina rada konfiguracije prikazane na slici 1.

- Paralelan rad elektrodistributivne mreže i invertorskog napona generisanog od održivih izvora energije,
- Alternativan rad – telekomunikacioni objekat se napaja ili iz napona elektrodistributivne mreže ili iz napona koji generiše inverter.

Prvi način omogućava da se višak energije proizveden održivim izvorima energije plasira u elektrodistributivnu mrežu. Međutim, potreban uslov da se dva izvora naizmjeničnog napona vežu paralelno je da imaju istu efektivnu vrednost, istu učestanost i isti fazni stav. Zbog svoje složenosti

opisano rešenje je neekonomično, manje pouzdano i kao takvo teško primenljivo kod napajanja telekomunikacionih objekata.

Alternativan način napajanja je jednostavniji za realizaciju i samim tim pouzdaniji. Napon sa izlaza invertora ne mora biti sinhron i sinfazan sa mrežnim naponom. Pri prelasku sa jednog na drugi izvor energije pravi se prekid u napajanju. Prekid je neophodan jer napon iz elektrodistributivne mreže nije sinhron i sinfazan sa naponom sa izlaza invertora. Akumulatorske baterije će napajati potrošače u komutacionom periodu. Ovakav pristup omogućava uštedu energije elektrodistributivne mreže tako što će se koristiti energija održivih izvora energije i ukoliko je prisutan napon elektrodistributivne mreže. Nedostatak opisane konfiguracije je što se manjak energije održivih izvora energije ne može nadoknaditi iz elektrodistributivne mreže. Telekomunikacioni objekat se napaja ili iz napona elektrodistributivne mreže, ili iz energije održivih izvora energije. Ne postoji mogućnost paralelnog rada.

Solarni paneli i gorive ćelije su jednosmerni izvori energije. Vetrogeneratori su uglavnom izvori naizmjeničnog napona, ali kod malih snaga koriste se i kao izvori jednosmernog napona.

Izvori jednosmernog napona se mogu jednostavno paralelno vezivati. Pri tome se raspodela opterećenja može podešavati promenom vrednosti izlaznog napona.

Paralelan rad jednosmernih izvora energije se ostvaruje serijskim stabilizatorima. Serijski stabilizatori su neophodni da bi se mogao birati izvor energije iz koga će se napajati telekomunikacioni uređaj. Izvor koji na svom izlazu generiše veći izlazni napon isključuje ostale izvore i napaja potrošače. Serijski stabilizator je DC/DC konvertor sa programabilnom vrednosti napona na izlazu. Mikroračunar, generisanjem odgovarajućih referentnih napona za serijske stabilizatore reguliše vrednost izlaznog napona svakog serijskog stabilizatora i na taj način određuje koji će se izvor energije koristiti. Na primer, ukoliko postoji dovoljno energije u solarnim izvorima, smanjiće izlazne napone ostalih izvora energije i korišće se samo solarna energija. Ukoliko nema dovoljno solarne energije paralelno će se pustiti u rad i vetrogenerator.

Mikroračunar kontroliše rad svakog izvora energije i prema zadatom algoritmu prosleđuje ka potrošačima jedan ili više izvora energije u paralelnom radu. Inverter, dobijeni jednosmerni napon konvertuje u naizmjenični napon nominalne vrednosti 230V. Prekidač P2 prosleđuje naizmjenični napon prema ispravljačkom postrojenju. Ukoliko vrednost izlaznog napona invertora manja od minimalne dozvoljene, prekidač P2 prosleđuje potrošačima napon elektrodistributivne mreže ili agregatskog postrojenja. [3]

Prednost ovakvog pristupa je jednostavna realizacija. Smanjuje se upotreba izvora energije na bazi fosilnih goriva, ali ima brojne nedostatke. Pre svega u tome što ima mali stepen korisnog dejstva. Invertori su uređaji koji od ulaznog jednosmernog napona generišu naizmjenični napon. Konverzija napona nije bez gubitaka pa se troši deo energije održivih izvora energije. Zatim ispravljačko postrojenje od naizmjeničnog napona sa izlaza invertora generiše jednosmerni napon i pri tome takođe, troši deo energije. Svaka konverzija energije troši deo energije održivih izvora. Ukupna efikasnost

korišćenja energije održivih izvora energije (η_{oi}) je proizvod efikasnosti pojedinih konvertora (jednačina 2). Može se izračunati kao količnik potrebne snage telekomunikacionog uređaja P_{tu} i ukupne snaga održivih izvora energije P_{oi} (jednačina 1).

$$P_{oi} = P_{vg} + P_{sp} + P_{gc} \quad (1)$$

$$\eta_{oi} = \frac{P_{tu}}{P_{oi}} = \frac{P_{tu}}{P_{oinv}} * \frac{P_{oinv}}{P_{iss}} * \frac{P_{iss}}{P_{oi}}, \quad (2)$$

$$= \eta_{isp} * \eta_{inv} * \eta_{ss}$$

gde je,

P_{tu} – Potrebna snaga za rad telekomunikacionih uređaja

P_{oi} – Raspoloživa snaga obnovljivih izvora energije

P_{iss} – Snaga sa izlaza serijskog stabilizatora

P_{oinv} – Snaga na izlazu invertora

η_{oi} – Efikasnost obnovljivih izvora energije

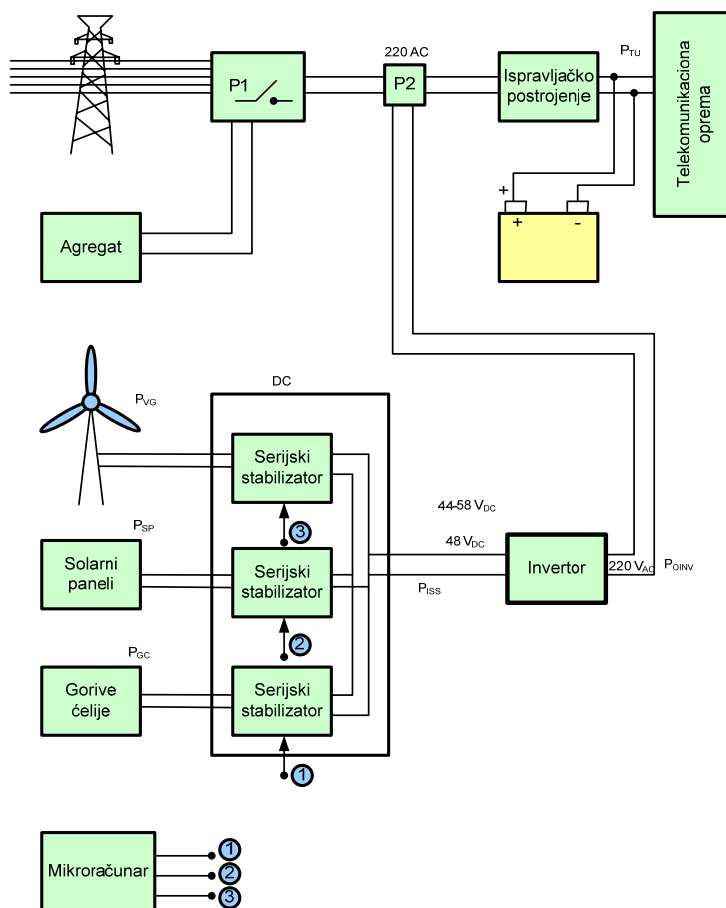
η_{inv} – Efikasnost invertora

η_{ss} – Efikasnost serijskog stabilizatora

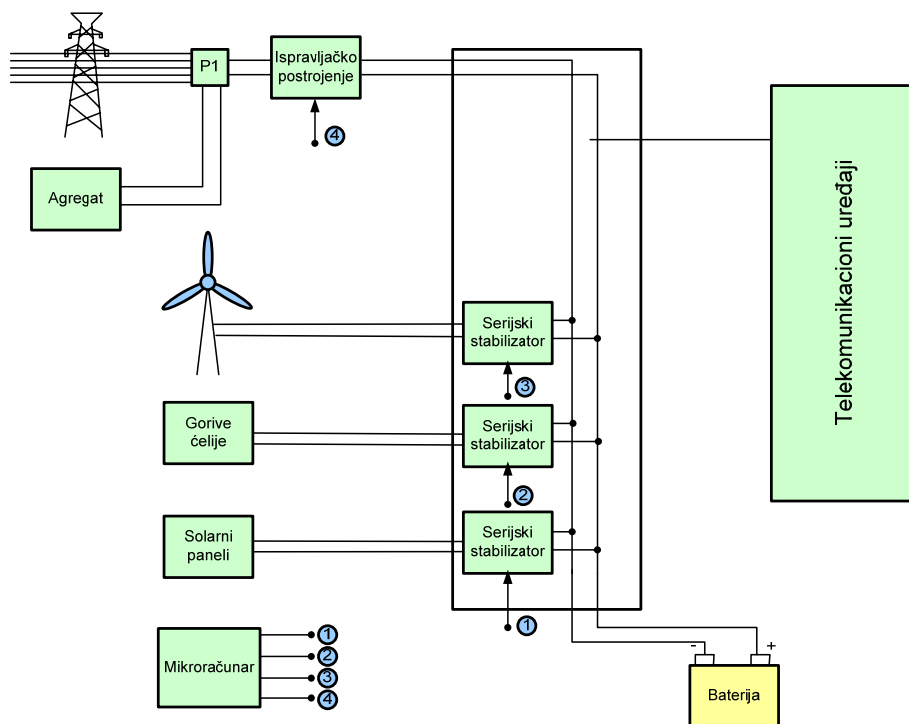
η_{isp} – Efikasnost ispravljačkog postrojenja

Ukoliko se odabere kvalitetna konfiguracija serijskog stabilizatora može se ostvariti efikasnost i oko 95%. Kod invertora nije moguće ostvariti toliku efikasnost. Efikasnost invertora kod kojih je ostvaren uslov galvanskog odvajanja (neophodan je kod telekomunikacione opreme) je manja od 90%, realno oko 80%. Efikasnost ispravljačkog postrojenja prema važećim telekomunikacionim propisima ne može biti manja od 90%. Ukupna efikasnost ovog rešenja je proizvod efikasnosti sva tri uređaja i manja je od 75%. Dakle, treba težiti ka rešenjima sa minimalnim brojem konverzija.

Kvalitetnije rešenje je distribucija na jednosmernom nivou (slika 2).



Slika 1 Korišćenje invertora za generisanje naizmeničnog napona od napona održivih izvora energije



Slika 2 Distribucija napona na jednosmernom nivou

B. Sabiranje na nivou jednosmernih napona

Kod rešenja prikazanog na slici 2 izbegnuti su invertori. Održivi izvori energije se paralelno vezuju sa ispravljačkim postrojenjem. Dakle, distribucija energije je na jednosmernom nivou. Smanjen je broj konverzije energije sa tri na jedan i povećana je efikasnost korišćenja energije održivih izvora energije. Između telekomunikacionih uređaja i izvora energije nalazi se samo jedan konvertor – serijski stabilizator. Polazeći od jednačine 2. Efikasnost korišćenja održivih izvora energije jednaka sa efikasnošću seriskog stabilizatora i kreće se oko 95% . Upoređivanjem sa opisanim rešenjem sa slike 1, dobija se povećanje efikasnosti za oko 20% .

$$\eta_{oi} = \frac{P_{tu}}{P_{oi}} = \eta_{ss}, \quad (3)$$

gde je,

P_{tu} – Potrebna snaga za rad telekomunikacionih uređaja

P_{oi} – Raspoloživa snaga obnovljivih izvora energije

η_{oi} – Efikasnost obnovljivih izvora energije

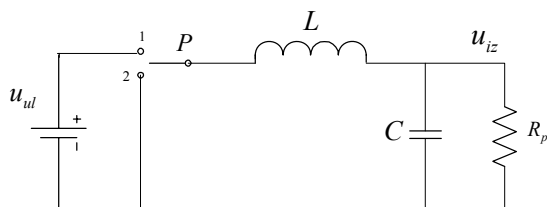
η_{ss} – Efikasnost serijskog stabilizatora

Druga prednost ovakvog pristupa je što omogućava paralelan rad održivih izvora energije i izvora energije na bazi fosilnih goriva. Savremena rešenja ispravljačkih postrojenja imaju mogućnost programiranja vrednosti izlaznog napona. To znači da se sa istim mikroračunarom mogu kontrolisati i serijski stabilizatori i ispravljačko postrojenje. Mikroračunar treba tako programirati da napon na izlazu serijskih stabilizatora bude veći od napona na izlazu ispravljačkog postrojenja. Telekomunikacioni uređaj će se napajati iz održivih izvora energije. Ukoliko je količina energije održivih

izvora energije nedovoljna za napajanje telekomunikacionog uređaja (mera je vrednost izlaznog napona) mikroračunar će povećati napon ispravljačkog postrojenja. Pri tome neophodno je kontrolisati veličinu struje svih izvora energije. Promenom vrednosti referentnog napona moguće je ostvariti paralelan rad različitih izvora energije. Pri tome treba težiti da se maksimalno koriste održivi izvori energije, a minimalno energija izvora na bazi fosilnih goriva. S obzirom na to da telekomunikaciona oprema dozvoljava promenu ulaznog napona od 42 V do 56 V, stabilnost ulaznog napona nije teško ostvariti. [4]

IV. IZBOR REŠENJA SERIJSKOG STABILIZATORA

Serijski konvertor može biti linearan ili prekidačkog tipa. S obzirom da linearni konvertori imaju mali stepen korisnog dejstva, ne bi trebalo da se primenjuju za ovakva rešenja. Za razliku od linearnih, prekidački konvertori omogućavaju veliku efikasnost korišćenja ulazne energije i lako su upravljivi. Na slici 3 je data funkcionalna šema prekidačkih DC/DC konvertora. Prekidač P se periodično prebacuje iz položaja 1 u položaj 2. Energija iz izvora se uzima u impulsima. Kada je prekidač u položaju 1, potrošač je spojen sa izvorom energije i napon na njemu raste. Deo energije se akumulira u akumulativnim elementima (induktivnost L i kapacitivnost C), a deo se predaje potrošaču. Kad vrednost napona potrošača dostigne maksimalnu dozvoljenu vrednost, prekidač se prebacuje u položaj 2. Tada je potrošač odvojen od izvora i napaja se iz akumulativnih elemenata. Napon na potrošaču počinje da se smanjuje. Kad napon potrošača dostigne minimalnu dozvoljenu vrednost, prekidač se ponovo prebacuje u položaj 1.



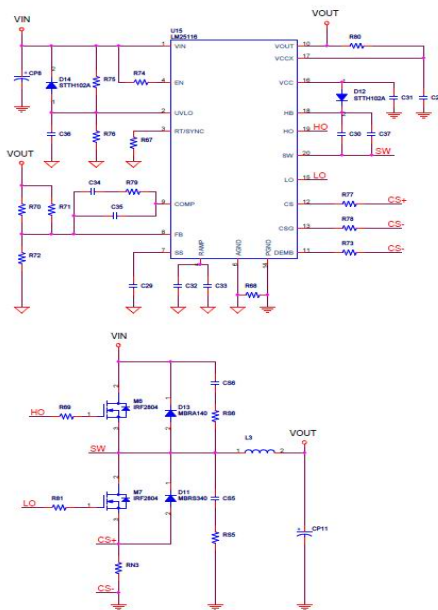
Slika 3 Prekidački konvertor

Kao prekidači se koriste *Mosfet* tranzistori. Pri tome je pobuda prekidača sa širinski moduliranim impulsima. Vreme pobude energetskog prekidača je definisano željenom vrednošću izlaznog napona.

Opisano rešenje može imati efikasnost 100%. Gubici postoje u komponentama sistema, ali su dominantni u prekidačkim i induktivnim komponentama. Postoji veliki broj mogućih konfiguracija za izbor realizacije serijskog stabilizatora. Osnovni kriterijum je da bude visok stepen korisnog dejstva, ali i ekonomski uticaj.

Prekidački DC/DC konvertor može biti realizovan sa transformatorom. Upotrebom transformatora se može ostvariti uslov da su izvori energije međusobno galvanski izolavani. Ukoliko se ne koristi transformator dobija se efikasnije rešenje. Pitanje koje se nameće je da li je potreban uslov galvanskog razdvajanja između različitih održivih izvora energije. Jedna analiza koja sugerise odgovor polazi od toga da su svi izvori jednosmerni pa bi u slučaju otkaza serijskih konvertora u najgorem slučaju mogla ostvariti konfiguracija u kojoj bi bili kratko spojeni održivi izvori energije različitog tipa. Takva konfiguracija je svakako nepoželjna, međutim, neće izazvati havariju. Jednosmerni izvor većeg napona isključice izvor manje vrednosti izlaznog napona, ali neće izazvati otkaz uređaja. Dolazi se do zaključka da galvansko razdvajanje između održivih izvora energije sa jednosmernim izlaznim naponom nije neophodan uslov za realizaciju.

Na slici 4 je prikazan primer realizacije serijskog konvertora (*buck* konfiguracija). Serijski konvertor prikazan na slici je spustač napona. Odlikuje se efikasnošću većom od 92% i malim brojem komponenta potrebnim sa realizaciju. U svrhu smanjenja gubitaka korišćena je tehnika sinhronog ispravljanja. Naravno, moguće je ostvariti i konfiguracije kod kojih bi serijski konvertor bio podizač napona (*boost* konfiguracija) ili rezonantne, kvazirezonantne, itd konfiguracije. Osnovni kriterijum je da se ostvari visoka efikasnost kako bi se smanjili nepotrebni gubici. Pri tome, rešenje mora biti pouzdano, ali i jeftino.

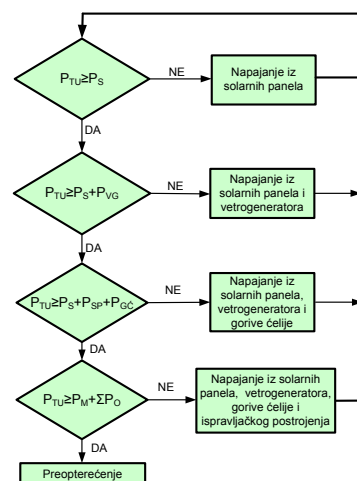


Slika 4 Princip rada serijskog stabilizatora

Ukoliko bi se koristile konfiguracije kod kojih je ispunjen uslov galvanske izolovanosti tada bi se u delu energetske elektronike konvertora koristio transformator kao razdvojni elemenat, a u delu upravljačke elektronike neki od optoelemenata. Prednost opisane konfiguracije je što otkaz jednog izvora energije neće uticati na rad ostalih izvora energije. Međutim cena je visoka jer se efikasnost konvertora smanjuje za minimum 5%.

Sobzirom na zahtev visoke efikasnosti nameću se rešenja koja ne koriste transformator u energetskom delu konvertora. Konvertori ovog tipa mogu imati efikasnost i do 95%. Za istu snagu alternativnog izvora, ukoliko je napon na izlazu alternativnog izvora veći, struja će biti proporcionalno manja. Termogeni gubici rastu sa kvadratom struje i zato treba težiti ka većim naponima na izlazu alternativnih izvora

Algoritam rada opisanog rešenja je prikazan na slici 5.



Slika 5 Algoritam rada sistema neprekidnog napajanja sa održivim izvorima energije

Prioritet kod korišćenja izvora energije je na solarnoj energiji. S obzirom da se ne plaća i sa stanovišta veka trajanja je najpouzdanije. Energija vetrogeneratora je takođe besplatna, ali postoje mehanički delovi koji se kreću (obrtni momenat), samim time i habaju. Goriva ćelija je izvor energije koji treba koristiti kada nema energije svetlosti i/ili vetra. Međutim, ta energija gorive ćelije nije besplatna i neopodno je povremeno dopunjavati rezervore.

Ukoliko je potrebna energija za rad telekomunikacionog uređaja veća od raspoložive energije održivih izvora energije, tada se puštaju u paralelan rad održivi izvori energije i izvor energije na bazi fosilnih goriva.

U opisanim konfiguracijama je prikazan i agregat kao potencijalan izvor energije. Međutim, u zavisnosti od lokacija realno je da se takvo rešenje napusti. Na većini objekata koji se nalaze na nedostupnim terenima (planinski vrhovi), postoji uvek ili energija vetra ili energija sunca. Često su prisutna i oba izvora energije. Naravno treba napraviti odgovarajuća merenja i na osnovu toga optimizaciju potrebnih izvora energije. [5-7]

V. ZAKLJUČAK

U radu je opisano rešenje obezbeđivanja neprekidnog rada telekomunikacionih sistema kod kojeg se istovremeno koriste različiti izvori energije. Da bi se ova funkcija ostvarila neophodno je razviti elemente koji će omogućiti paralelni rad. U radu su opisane dve moguće konfiguracije. Nakon uporedne analize, nameće se rešenje sa distribucijom napona na jednosmernom nivou.

Distribucija na jednosmernom nivou na osnovu definisanog algoritma prosleđuje napon ka potrošačima. Rešenje omogućava povezivanje različitih izvora napajanja. Serijski stabilizatori prilagođavaju generisane napone pomoću mikroračunara. Kontrolise se veličina izlaznog napona na svakom stabilizatoru u distribuciji jednosmernog napona i ka potrošaču prosleđuje potreban napon. Ovakva koncepcija rada različitih izvora energije ima za cilj, prvenstveno, uštedu električne energije ali i smanjenje korišćenja fosilnih goriva, odnosno zaštitu životne sredine.

ZAHVALNICA

Rad je deo projekta koji je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, sa oznakom III43008.

REFERENCES

- [1] В. Катић, З. Чорба, Коришћење соларне енергије за производњу електричне енергије, Форум *Solar Therm* 2012.
- [2] Зоран Р. Радаковић, Никола М. Пауновић и Иван Ј. Митев, Оптимално пројектовање хибридног система за *off-grid* напајање електричном енергијом. 17. Телекомуникациони форум TELFOR 2009 Србија, Београд, новембар 24.-26., 2009. страна 1157-1160
- [3] N. Jovalekić, M. Lazić and B. Šašić, "Hybrid Backup Power Supply For Telecommunication Systems Based on Fuel Cell", *FACTA UNIVERSITATIS (NIS)*, se.: elec. energ. vol. 24, April 2011
- [4] Dragan Mitić, Dragan Stajić, Dragana Titelac: Sistem napajanja SN12-uloga softvera u funkcionisanju ispravljačkog postrojenja, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2006. Vol. 5, Ref. E-IV-2, p. 444-448
- [5] Мирослав Лазич, Борис Шашић, Милош Живанов: Jatin Nathwani and Artie W.Ng, „Paths to Sustainable Energy”, ISBN 978-953-307-401-6, Design of a multiphase boost converter for hybrid fuel cell/battery power sources, децембар 2010. Страна: 359-404.
- [6] Борис Шашић, Милош Живанов, Мирослав Лазич: Design of a multiphase boost converter for hybrid fuel cell/battery power sources, Paper No. T1-1.3, pp. 1-5, 14th International Symposium on Power Electronics - Ee 2007, Нови Сад.
- [7] Boris Šašić, Miloš Živanov, László Nagy, Miroslav Lazić: Interleaved Boost Converter for Hybrid Fuel Cell Systems, IEEE International Conference on Sustainable Energy Technologies, новембар 24-27, 2008, Singapur, ISBN: 978-1-4244-1888-6/08, pp.1097-1001

ABSTRACT

Fossil fuels are fuels containing hydrocarbons originated from the fossil remains of plants and animals. Currently, the main source of energy on Earth. Energy from fossil fuels releases with combustion. On this occasion, harmful gasses that affects nature also release.

Sustainable energy sources are imposed as sources in the future which will suppress energy sources based on fossil fuels. However, the transition from fossil to sustainable sources of energy will not happen all at once, there will be a period in which both forms of energy will be used. This paper describes one solution to ensure continuous power supply of telecommunication equipment. It allows simultaneous use of fossil fuel energy and sustainable energy sources. Practically, it is a parallel work of both types of energy sources. The aim is to minimize use of fossil energy sources. In addition, this solution enables generators, which are an essential element of telecommunication facilities supply, to be replaced with sustainable energy sources. In this way, supply cost of telecommunication objects decreases and increases reliability

ONE SOLUTION TO THE IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE ENERGY SUPPLY TELECOMMUNICATION DEVICES

Miroslav Lazić, Dragana Petrović, Zoran Cvejić, Bojana Jovanović