



International Scientific Conference of IT and Business-Related Research

## POSTUPCI ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI ELEKTRONSKIH UREĐAJA

### PROCEDURES FOR INCREASING ENERGY EFFICIENCY OF ELECTRONIC DEVICES

Miroslav Lazić  
Iritel A.D., Beograd, Srbija

#### Apstrakt:

Povećanje efikasnosti korišćenja električne energije moguće je ostvariti na dva načina: povećanjem efikasnosti u proizvodnji i distribuciji električne energije, povećanjem stepena korisnog dejstva u uređajima koji koriste električnu energiju. Ukoliko bi se prihvatila koncepcija individualne proizvodnje električne energije, decentralizovana koncepcija, tada bi se smanjila zavisnost elektrodistributivnih sistema od alternativnih izvora velike snage. Korisnici bi praktično formirali mini elektrane koje bi proizvodile električnu energiju. Kod takvog pristupa nema prenosa energije na daljinu. To znači da se električna energija može prilagoditi potrošačima koji se nalaze na objektu. Alternativni izvori malih snaga su jednosmerni izvori, te ako su potrošači elektronski uređaji, smanjuje se broj konverzija energije i na taj način povećava efikasnost korišćenja energije. Ovaj princip je nazvan jednosmernom distribucijom i za sada se koristi za obezbeđivanje neprekidnog napajanja telekomunikacionih objekata. Drugi način povećanja efikasnosti korišćenja električne energije jeste modifikacija uređaja da se minimiziraju gubici u samim uređajima. Jedna od mogućnosti je korišćenje korektora faktora snage. Sa korektorom faktora snage kod napajanja elektronskih uređaja smanjuju se gubici u elektrodistributivnoj mreži i do 40%. Zakonskom regulativom mogu se nametnuti korektori faktora snage za sve uređaje koji će se nabaviti nakon donošenja zakona. Međutim, neophodno je rešavati problem i za uređaje koji se koriste a nabavljeni su pre donošenja zakona. Moguće rešenje bilo bi centralizovano rešenje korektora faktora snage koji bi se koristio na nivou objekta. U radu su prikazana oba postupka koja su iskorišćena za povećanje efikasnosti korišćenja električne energije.

#### Ključne reči:

alternativni izvori, efikasnost, jednosmerna distribucija, korektor faktora snage.

#### Napomena:

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

## 1. UVOD

U doba Nikole Tesle i Tomasa Edisona vodio se takozvani „rat struja“ oko izbora električne energije za široku primenu. Grupa inženjera oko Nikole Tesle se zalagala da se prihvati naizmjenična struja kao osnova za primenu električne energije u domaćinstvima i privredi. Pre svega zbog mogućnosti da se naizmjenična struja proizvodi na mestima gde postoje potrebne sirovine, a zatim se na jednostavan način distribuira do udaljenih potrošača. Sa druge strane grupa inženjera oko Tomasa Edisona je tvrdila da je naizmjenična struja nebezbedna i zalagali su se za prihvatanje jednosmerne struje kao osnove za korišćenje električne energije u industriji i domaćinstvima. Jednosmerna struja bi se proizvodila u elektranama koje bi bile u blizini korisnika.

#### Abstract:

An increase of the efficiency of electricity use can be achieved by enhancing the efficiency in the production and distribution of electricity, as well as by increasing the level of efficiency of devices that are using electricity. If we accept the concept of individual electricity production, or so called decentralized concept, the dependence of power distribution systems on alternative high power sources would be reduced. Practically, the users would form mini power plants that would produce electricity. Such an approach would not allow for energy transmission, so that all energy can be used on the given location. Alternative low power sources create DC/DC current, so if consumers are electronic devices, it reduces the number of energy conversion and increases the efficiency of energy use. This principle is called a DC distribution and has been applied to ensure uninterrupted supply of telecommunication facilities. Another way to increase the efficiency of energy use is through modification of the electronic devices to minimize power losses in them. One possibility is to use the power factor correctors, as they would enable reducing losses in electricity distribution network up to 40%. Power factor correctors may be imposed for all devices by legal regulations. However, there would still be a problem with devices that were purchased before the new regulation. A possible solution could be the usage of centralized power factor correctors at the facility. Both of those solutions are described in this paper.

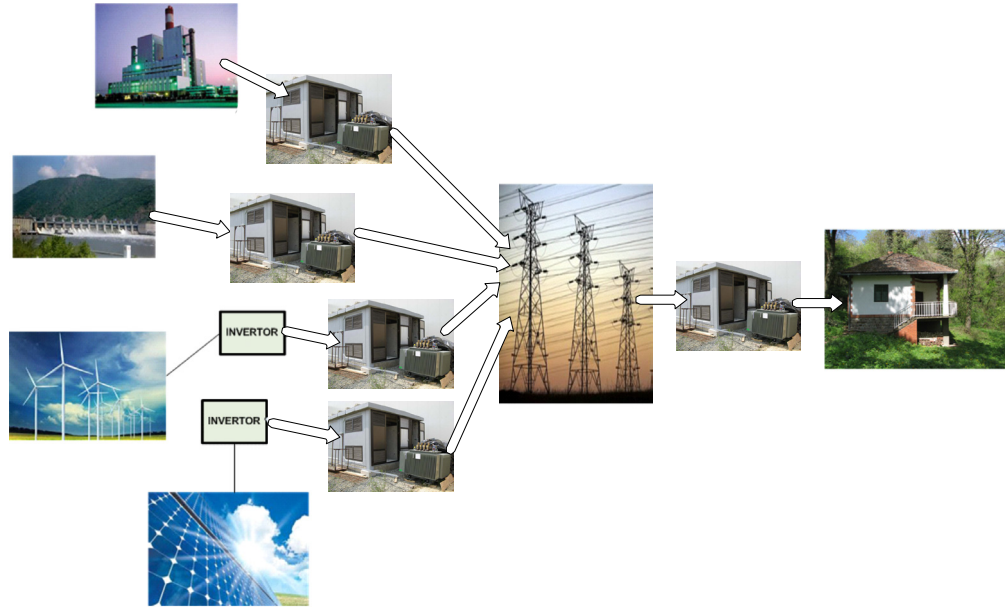
#### Key words:

alternative sources, efficiency, DC distribution, power factor correctors.

Rat struja se završio ekspanzijom i širokom primenom naizmjenične struje. Naizmjenična struja uvedena je u sve gradove, varošice i sela. U to vreme, potrošači su bili termogeni tako da su mogli da se napajaju naizmjeničnom ili jednosmernom strujom.

U svim zemljama sveta formirane su elektrodistributivne mreže koje su imale tri nivoa:

- ◆ Proizvodnja električne energije, uglavnom termo i hidro elektrane, a kasnije i atomske elektrane,
- ◆ Visokonaponska mreža, preko koje se proizvedena energija dovodila do potrošača i,
- ◆ Niskonaponska distributivna mreža koja je napon električne energije iz visokonaponske mreže prilagođavala po nivou krajnjim korisnicima - potrošačima.



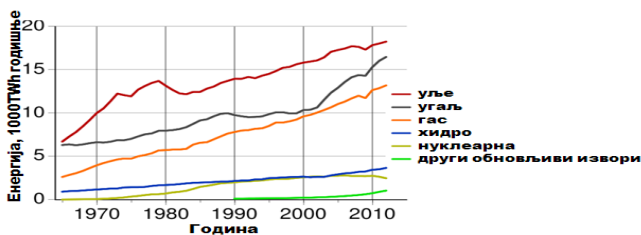
Slika 1. Centralizovana koncepcija snabdevanja potrošača električnom energijom

Ovakva organizacija je centralizovana koncepcija. Snabdevanje krajnjih korisnika električnom energijom je rešeno na nivou države.

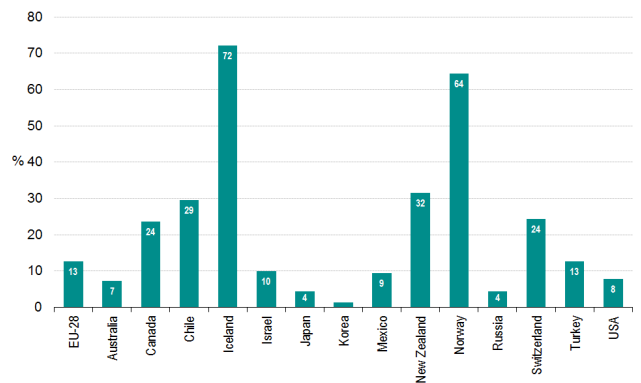
Centralizovana koncepcija ima brojne nedostatke:

- ♦ Izgradnja i održavanje ovakve mreže nije isplativa za teritorije sa malom gustinom stanovništva.
- ♦ Elektrodistributivna mreža u kojoj se za proizvodnju koriste i alternativni izvori velike snage je nestabilna. Proizvodnja energije zavisi od prirodnih uslova na koje proizvođač nema uticaja.
- ♦ Ima veliki broj konverzija napona (naizmeničnog u naizmenični druge vrednosti-AC/AC, naizmeničnog u jednosmerni - AC/DC i jednosmernog u naizmenični - DC/AC). Ne postoji konverzija bez gubitaka.

Porast stanovništva i brz razvoj industrije u dvadesetom veku je izazvao značajan porast potrošnje energenata. Slika 2 pokazuje porast potrošnje različitih energenata u drugoj polovini dvadesetog veka. Potrošnja nafte se utrostručila za pedeset godina. Energenti su u najvećoj meri korišćeni za proizvodnju električne energije u elektranama (<http://www.obnovljiviizvori-energije.rs>). Na slici 3 su prikazane rezerve energije u zemljama koje su izvoznici nafte. Očigledno je da se rezerve ne povećavaju pa je izvesno da se približava kraj vremenu u kome su nafta i njeni derivati bili osnovni izvor energije. Traže se rezervni izvori energije. Alternativni izvori se nameću kao jedno od mogućih rešenja. Sa slike 2 se vidi da je od devedesetih godina prošlog veka doprinos obnovljivih izvora energije u potrastu i da više nije zanemarljiv.

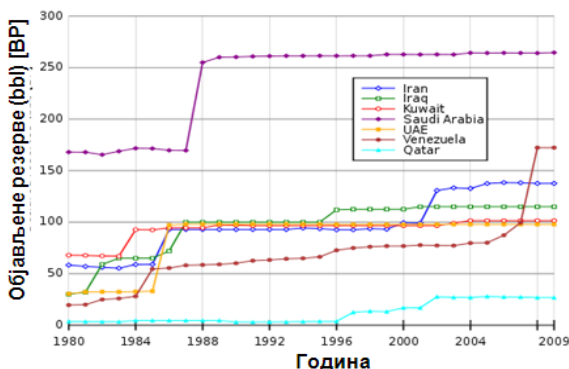


Slika 2. Potrošnja energenata po godinama



Slika 4. Udeo energije u procentima (%) dobijene od alternativnih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije za pojedine zemlje.

Izvor: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy\\_from\\_renewable\\_sources](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Energy_from_renewable_sources)



### 3. Резерве енергетских потенцијала

Udeo energije dobijene iz alternativnih izvora u ukupnoj proizvodnji električne energije je zavisn pre svega od raspoložive količine neelektrične energije, ali i od razvijenosti zemlje.

Paralelno sa razvojem uređaja, koji energiju alternativnih izvora konvertuju u električnu energiju, prisutan je i trend povećanja efikasnosti korišćenja energije. Treba smanjiti gubitke u



konverziji energije, kao i gubitke u transportu, od mesta gde se energija proizvodi do mesta gde se koristi. To se ne odnosi samo na električnu energiju nego i na sve ostale vidove energije. Jasno je da energije nema neograničeno i da se mora pažljivo trošiti.

Savremeni svet se ne može zamisliti bez elektronskih uređaja. Telekomunikacioni, informacioni medijski, sigurnosni uređaji su svuda oko nas. Moderna kuća se ne može zamisliti bez brojnih elektronskih uređaja - od elektronskih brava, preko liftova, računara, komunikacionih uređaja do kućnih aparata. Potrošnja energije za napajanje elektronskih uređaja je značajna. Međutim, elektronski uređaji koriste jednosmerni napon za napajanje. Naizmenny napon elektrodistributivne mreže nije direktno primenljiv za napajanje elektronskih uređaja. Zato je ispravljač napona obavezan element kod napajanja elektronskih uređaja. Pored ispravljača neophodan je konvertor napona koji će vrednost ispravljenog napona prilagoditi vrednosti potrebnoj za rad elektronike. Svaka konverzija energije unosi gubitke, pa napajanje elektronskih uređaja iz elektrodistributivne mreže nije efikasno korišćenje energije. Ovaj problem postaje značajan ako se raspoloživo ograničenom količinom energije. Ukoliko izvori energije na svom izlazu generišu jednosmerni napon, a potrošači su elektronski uređaji, nameće se rešenje kod koga bi distribucija energije bila na jednosmernom nivou. Ovakav pristup, eliminiše ispravljače i konvertore napona pa je svakako efikasnije rešenje za korišćenje energije. Opisani postupak je primenjen za napajanje telekomunikacionih centara, međutim potpuno je primenljiv i za napajanje stambenih objekata. Takav pristup (*decentralizovan pristup*), rešavanja napajanja objekata električnom energijom, otklanja probleme koji su nastali kod primene alternativnih izvora u centralizovanoj koncepciji distribucije električne energije. Pored specifičnog postupka distribucije električne energije, u radu su opisani i postupci koji omogućavaju povećanje efikasnosti korišćenja energije kod napajanja elektronskih uređaja, korišćenjem specifičnih elektronskih kola preko kojih se elektronski uređaji povezuju sa elektrodistributivnom mrežom.

## 2. REZULTATI I DISKUSIJA

### 2.1 DECENTRALIZOVANA DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

U svakoj zemlji postoje delovi teritorije koji nisu pokriveni elektrodistributivnom mrežom. To su teritorije sa malom gustinom stanovništva, pa nije isplativo formiranje i održavanje centralizovane elektrodistributivne mreže. Ukoliko i postoji elektrodistributivna mreža, napajanje iz takve mreže nije pouzdano, jer je teško održavati takvu mrežu u ispravnom stanju. Zbog toga se stanovnici, kao i ostali korisnici električne energije, moraju snabdevati električnom energijom iz individualne proizvodnje. Praktično, u takvim područjima, primaran izvor električne energije su agregatska postrojenja. Međutim, dopremanje goriva do takvih udaljenih objekata je često ozbiljan, a u delu godine i nerešiv problem. Sa pojavom alternativnih izvora, vetrogeneratora i solarnih panela, počela je i njihova primena za proizvodnju električne energije na takvim teritorijama. Zbog svoje cene prvo su primenjeni za napajanje objekata od opšteg značaja, kao što su telekomunikacioni objekti. Kasnije i za individualna domaćinstva. Praktično, alternativni izvori bi obezbeđivali energiju samo za jedan objekat. Takva koncepcija se naziva decentralizovana distribucija snabdevanja električnom energijom (Lazić *et al*, 2014).

Kod centralizovane koncepcije alternativni izvori koji se povezuju na elektrodistributivnu mrežu su snage reda megavata (MW). Kod decentralizovane koncepcije koriste se alternativni

izvori po snazi prilagođeni korisniku. To su znatno manje snage - reda kilovata (kW). Na slikama 5 i 6 su prikazane uobičajene šeme povezivanja izvora energije na jedan telekomunikacioni (Lazić *et al*, 2012) odnosno stambeni objekat. Ispravljačko postrojenje je standardni energetska pretvarač koji ulazni naizmenny napon konvertuje u jednosmerni napon kojim se napajaju telekomunikacioni uređaji. Serijski konvertor je neophodan energetska pretvarač preko koga se alternativni izvori uključuju u sistem napajanja. Napon na izlazu alternativnih izvora je nestabilan, zavistan od promene opterećenja i promene neelektrične veličine od koje se generiše jednosmerni napon. Zato je neophodan element serijski konvertor koji omogućava snabdevanje potrošača električnom energijom dobijenom od alternativnih izvora. Invertor je energetska pretvarač koji od ulaznog jednosmernog napona na svom izlazu generiše naizmenny napon. U stambenim objektima se razvodi samo naizmenny napon. Naizmenny napon se generiše ili iz elektrodistributivne mreže (naravno ukoliko je prisutna) ili iz agregata. Alternativni izvori su izvori jednosmernog napona pa se njihov napon mora konvertovati u naizmenny da bi se mogao povezati na postojeće instalacije. U telekomunikacionim objektima postoje potrošači koji koriste i jednosmerni i naizmenny napon. Zato se jednosmerni napon dobijen alternativnim izvorima pomoću invertora konvertuje u naizmenny za napajanje potrošača koji koriste naizmenny napon. Zatim se tako dobijen naizmenny napon pomoću ispravljačkog postrojenja konvertuje u jednosmerni za napajanje potrošača koji koriste jednosmerni napon. Nedostatak ove konfiguracije je to što postoji veliki broj konverzija energije. Pri konverziji neelektrične energije u električnu energiju, alternativni izvori imaju efikasnost oko 20%. Od tako dobijene električne energije se izgubi značajan deo u konverzijama. Za jedan telekomunikacioni objekat sa standardnim rešenjem organizacije napajanja, efikasnost korišćenja energije alternativnih izvora se može izračunati po formuli [2]. Ukupna snaga održivih izvora energije  $P_{oi}$  je zbir snaga vetrogeneratora  $P_{vg}$ , solarnih panela  $P_{sp}$ , i gorivne ćelije  $P_{gc}$  (jednačina 1)

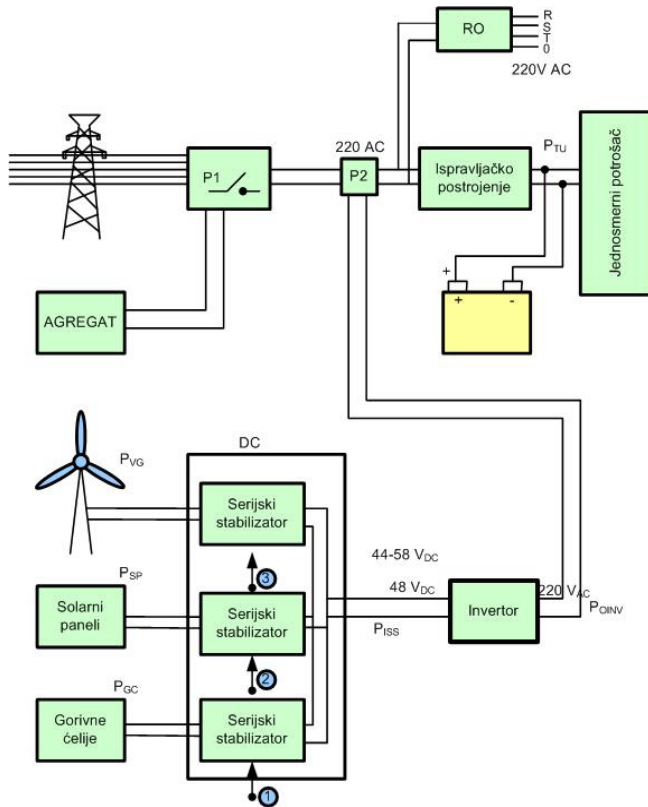
$$P_{oi} = P_{vg} + P_{sp} + P_{gc}, \quad (1)$$

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

gde je,

- $\eta_{oi}$  – Stepen korisnog dejstva alternativnih izvora
- $P_{tu}$  – Potrebna snaga za rad telekomunikacionih uređaja
- $P_{oi}$  – Raspoloživa snaga obnovljivih izvora energije
- $P_{oinv}$  – Snaga na izlazu invertora
- $P_{iss}$  – Ukupna snaga svih alternativnih izvora sa izlaza serijskog stabilizatora
- $P_{oi}$  – Ukupna snaga održivih izvora energije
- $\eta_{isp}$  – Efikasnost ispravljačkog postrojenja
- $\eta_{inv}$  – Efikasnost invertora
- $\eta_{ss}$  – Efikasnost serijskog stabilizatora

Maksimalna efikasnost serijskog stabilizatora, invertora i ispravljačkog postrojenja je 0.9. Na tržištu se mogu naći i uređaji za koje proizvođači navode da imaju efikasnost i do 97%, ali to su uređaji koji ne ispunjavaju uslove bezbednosti (galvansku izolovanost) i ne bi smeli da se primenjuju. Praktično minimalni gubici u konverzijama su oko 30%. To je svakako previše i treba tražiti konfiguracije kod kojih se efikasnost korišćenja energije alternativnih izvora može povećati.



Slika 5. Organizacija napajanja telekomunikacionog objekta sa korišćenjem alternativnih izvora

Na slici 6 je prikazana uobičajena koncepcija organizacije napajanja za jedan stambeni objekat kod decentralizovane koncepcije organizacije napajanja. Alternativni izvori su jednosmerni izvori pa je neophodan invertor da bi se obezbedio naizmenični napon za kućne potrošače. Praktično ukoliko postoji napon iz elektrodistributivne mreže svi uređaji se napajaju iz elektrodistributivne mreže. Kada nastane prekid u snabdevanju energijom iz elektrodistributivne mreže koristi se energija alternativnih izvora. Ako nema energije alternativnih izvora startovaće se agregat. Razvod je na nivou naizmeničnog napona. Prividno izgleda da je ova koncepcija efikasnija od organizacije napajanja telekomunikacionog objekta. Međutim, to je samo

prividno, jer se elektronski uređaji napajaju jednosmernim naponom, pa svaki uređaj mora imati sopstveni pretvarač napona koji ulazni naizmenični napon konvertuje u jednosmerni koji je neophodan za rad uređaja.

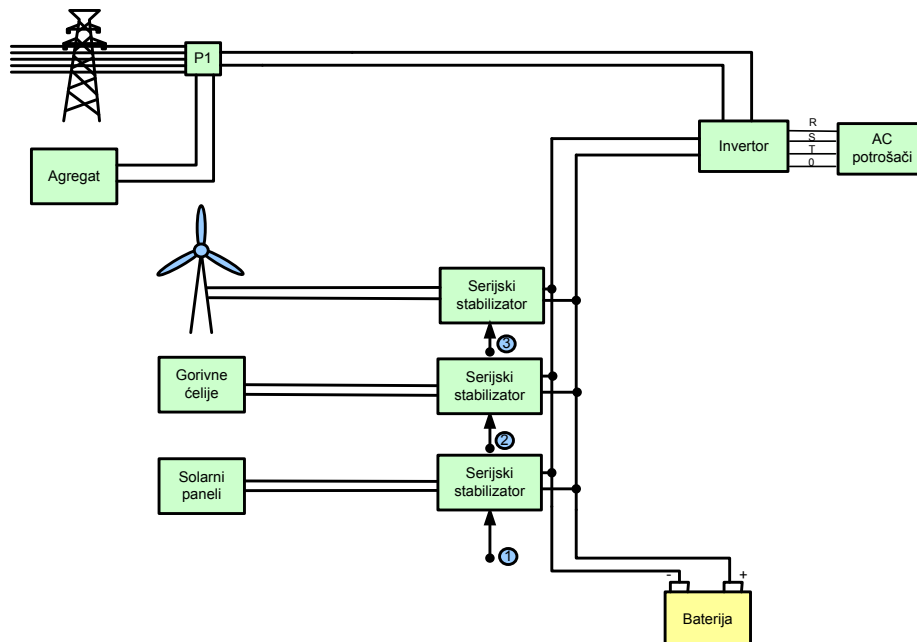
## 2.2 JEDNOSMERNNA DISTRIBUCIJA

Prednost decentralizovane koncepcije je što se iz takve mreže napaja mali broj potrošača. Projektant poznaje tehničke karakteristike svih uređaja za koje treba da obezbedi napajanje. To omogućava organizaciju napajanja nekog objekta koja će biti optimizirana prema potrošačima na objektu. Ukoliko su to uređaji koji koriste jednosmerni napon, a izvori napajanja su jednosmerni onda je upotreba invertora nepotrebna. Logično je da se koristi jednosmerna distribucija napona. Na slici 7 je prikazana organizacija napajanja jednog udaljenog telekomunikacionog objekta kod koga je primenjen princip jednosmerne distribucije.

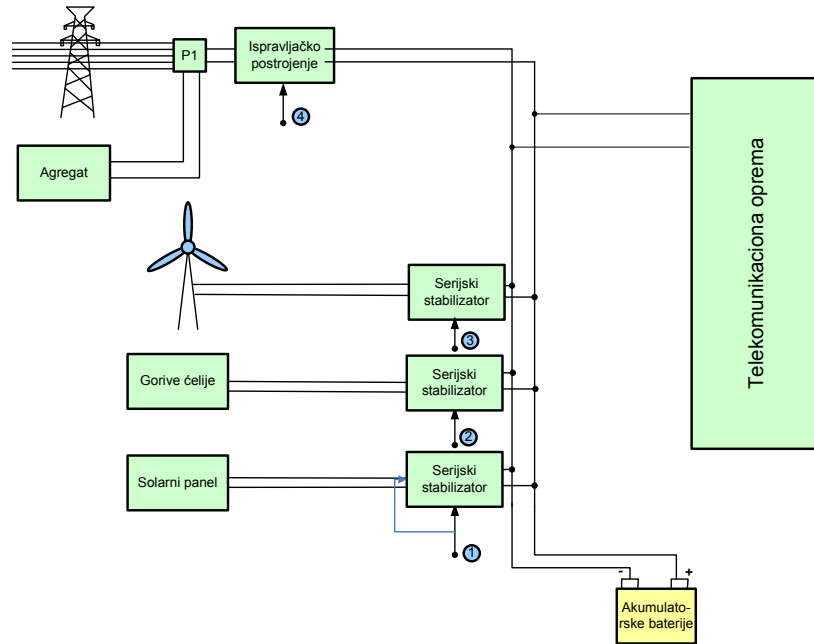
U telekomunikacionim objektima su standardizovani naponi napajanja telekomunikacione opreme. Ukoliko je prisutan mrežni napon ispravljačko postrojenje konvertuje vrednost naizmeničnog mrežnog napona u jednosmerni napon nominalne vrednosti 48V. Ukoliko nije prisutan ili dostupan mrežni napon tada se telekomunikaciona oprema napaja ili iz agregata ili iz alternativnih izvora. S obzirom da je izlazni napon alternativnih izvora jednosmeran, a takođe napon napajanja telekomunikacionih uređaja jednosmeran, moguće ih je direktno povezati. Osnovna uloga serijskog stabilizatora je da maksimalno iskoristi snagu alternativnog izvora. Pored toga on se može iskoristiti i za paralelan rad različitih jednosmernih izvora energije. Praktično konfiguracija omogućava da se gubici električne energije dobijene od alternativnih izvora smanje ispod 5%. Treba naglasiti da galvanska izolovanost ovde nije neophodna jer izvori generišu jednosmerni napon, a i potrošači koriste jednosmerni napon za napajanje.

Primena opisanog principa jednosmerna distribucija za napajanje stambenih objekata je nešto složenija. Pre svega zbog različitih grupa potrošača. Potrošači u stambenim objektima se mogu grupisati u tri kategorije:

- ♦ Elektronski uređaji, napajaju se jednosmernim naponom,



Slika 6. Organizacija napajanja stambenog objekta sa korišćenjem alternativnih izvora

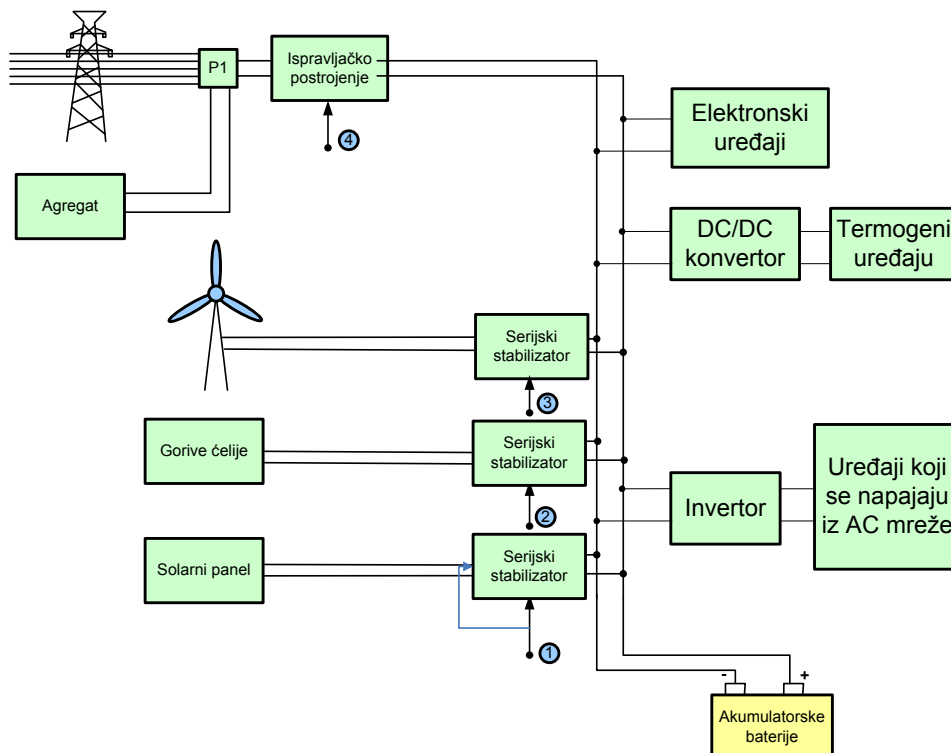


Slika 7. Princip jednosmerne distribucije primenjen za napajanje telekomunikacionih objekata

- ♦ Termogeni uređaji, mogu se napajati i jednosmernim i naizmenčnim naponom i
- ♦ Uređaji koji se moraju napajati naizmeničnim naponom.

Za prvu i drugu grupu potrošača se može primeniti princip jednosmerne distribucije. Pri tome svakako nije ista vrednost jednosmernog napona koji treba razvoditi za elektronske i termogene uređaje. Za treću grupu potrošača je neohodno koristiti inverter. To znači da se ne može postići efikasnost kod korišćenja alternativnih izvora kao kod telekomunikacionih objekta. Međutim, svakako se postiže veća efikasnost u odnosu na uobičajene postupke, jer su smanjeni gubici pri konverziji napona za uređaje koji su povezani na jednosmerni razvod. Na slici 8 je prikazana primena jednosmerne distribucije za napajanje jednog stambenog objekta.

Izbor vrednosti jednosmernog napona direktno utiče na efikasnost korišćenja energije alternativnih izvora kod rešenja prikazanog na slici 8. Na izbor vrednosti jednosmernog napona utiču brojni parametri. Pre svega raspodela snage. Princip koji treba usvojiti je da minimalan broj konverzija napona bude kod potrošača najveće snage. To znači da ukoliko je najveća potrošnja grupe termogenih uređaja, jednosmerni napon na izlazu serijskih konvertora treba da bude takve vrednosti da termogeni uređaji mogu da rade bez upotrebe dodatnog konvertora. Praktično, ukoliko se koriste standardni termogeni uređaji vrednost jednosmernog napona na izlazu serijskih konvertora mora biti 220V. Ukoliko je dominantno opterećenje u grupi elektronskih potrošača treba birati jednosmerni napon prilagođen najsnažnijem uređaju iz grupe elektronskih potrošača. Za termogene



Slika 8. Princip jednosmerne distribucije primenjen za napajanje stambenih objekata



uređaje bi se koristio dodatni DC/DC konvertor. Uloga DC/DC konvertora je da vrednost jednosmernog napona razvedenog po objektu podigne na nivo potreban za rad termogenih uređaja.

U praksi se sreću različite vrednosti napona jednosmerne distribucije. Koriste se naponi nominalne vrednosti 24V, 48V, 76V, 110V i 220V. Naponi male vrednosti su sa aspekta bezbednosti bolje rešenje, ali sa stanovništva efikasnosti lošije. Pre svega zbog velikih vrednosti struja pa samim time i povećanih termogenih gubitaka. Jedno od mogućih rešenja da se za vrednost napona jednosmerne distribucije izabere vrednosti od 400V. Razlozi za to su brojni, smanjenje termogenih gubitaka, smanjenje gubitaka kod DC/DC konverzija. Nedostatak ovakvog rešenja je veliki broj redno vezanih akumulatorskih baterija (oko 180 ćelija). To smanjuje pouzdanost napajanja, jer su akumulatorske baterije komponente sa najkraćim životnim vekom u energetskej elektronici.

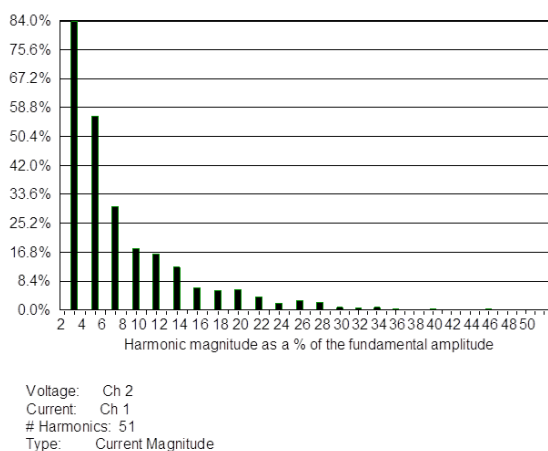
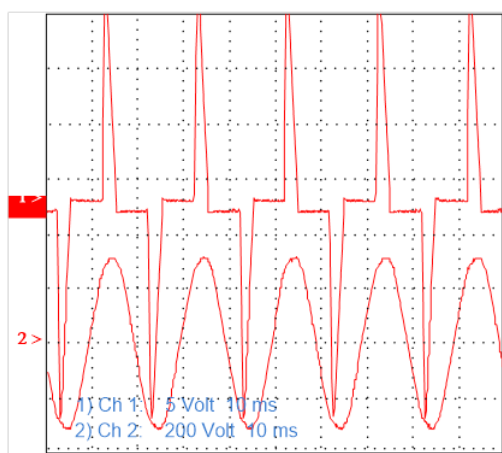
### 3. POVEĆANJE EFIKASNOSTI KORIŠĆENJA ENERGIJE ELEKTRONSKIH UREĐAJA

Na efikasnost korišćenja električne energije se može uticati organizacijom sistema napajanja. Pored toga prisutan je i trend povećanja stepena korisnog dejstva na nivou pretvarača napona sa kojima se elektronski uređaji povezuju sa mrežnim naponom. Elektronski uređaji se napajaju jednosmernim naponom. Da bi se mogli povezati na elektrodistributivnu mrežu, neophodan uređaj je konvertor koji ulazni naizmenični napon prilagođava elektronskom uređaju. U početku su to bila linearna napajanja. Linerna napajanja su energetske pretvarači sa stepenom korisnog dejstva oko 60%. Sa pojavom energetskih

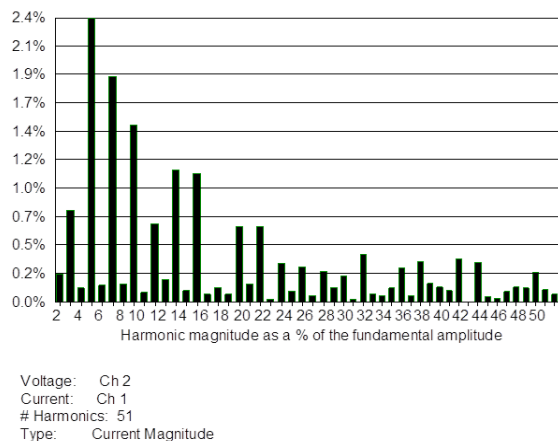
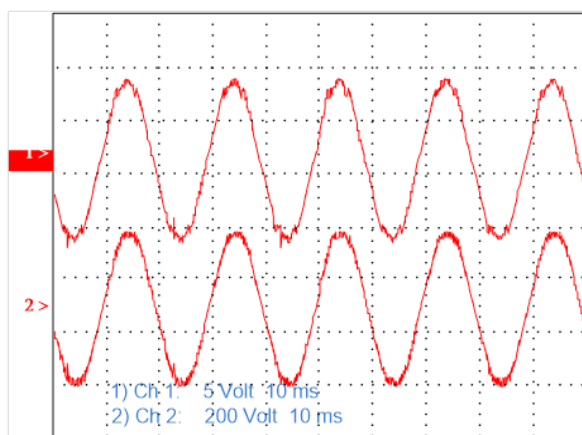
prekidača koji su omogućavali prekidanje na učestanostima rada desetina kiloherca (kHz), napuštaju se linearna napajanja i počinje masovna primena prekidačkih izvora napajanja. Danas se isključivo koriste prekidački izvori napajanja. Efikasnost prekidačkih napajanja se povećava iz godine u godinu i danas, kod nekih rešenja dostiže i 97%. Sam princip rada je zasnovan na impulsnom režimu uzimanja energije iz mrežnog napona. Kao posledica impulsnog režima postoji značajna distorzija struje. Ulazna impedansa je kapacitivnog karaktera pa je faktor snaga takvih uređaja manji od 0.7. To znači da je neophodno kroz elektrodistributivnu mrežu preneti 30% veću snagu od potrebne za rad uređaja. To svakako nije dobro rešenje. Na slici 9 je dat oblik struje (kanal 1) i napona (kanal 2) za jedan uređaj iz informacione tehnike (računar). Sa desne strane je prikazana harmonijska analiza struje.

Da bi se taj problem rešio razvijena je specifična grupa prekidačkih konvertora. Nazvani su korektori faktora snage. Uloga korektora faktora snage je da poveća faktor snage na vrednost veću od 0.98 i smanji distorziju struje na vrednost manju od 5%.

Pooštreni su propisi pa su korektori faktora snage postali obavezni sastavni element elektronskih uređaja. Propis je vezan i za snagu uređaja, pa zahteva da svi uređaji snage iznad definisane granične vrednosti moraju imati korektor faktora snage. Granična vrednost snage iznad koje je neophodan korektor faktora snage se smanjuje. Kod nas je danas granična vrednost snage iznad koje se mora koristiti korektor faktora snage 400W. U nekim zemljama sveta je granica snage smanjena na 250W. Međutim nije realno očekivati da će se nakon donošenja propisa o obaveznoj primeni korektora faktora snage povući sva oprema bez korektora faktora snage. Pored toga i dalje će se



Slika 9. Oblik napona i struje za jedan elektronski uređaj bez korekcije faktora snage.



Slika 10. Oblik napona i struje za set elektronskih uređaja sa zajedničkim korektorom faktora snage



koristiti veliki broj elektronskih uređaja čija će snaga biti manja od granične vrednosti.

Jedan od načina da se reši opisani problem je primena korektora faktora snage kao nezavisnog uređaja. Na jedan korektor faktora snage bi se moglo povezati veći broj elektronskih uređaja koji nemaju korektor faktora snage. Na taj se povećava efikasnost korišćenja električne energije i smanjuju gubici u distribuciji. Izlazni napon standardnih rešenja korektora faktora snage je jednosmeran nominalne vrednosti 400V. Ukoliko se za napon kod jednosmerne distribucije izabere vrednost od 400V, moguće je direktno ptime niti rešenje korektora faktora snage za veći broj elektronskih uređaja.

Na slici 10 je prikazan oblik mrežnog napona i oblik struje koja se uzima iz mrežnog napona kao i harmonijska analiza struje. Ostvaren je faktor snage 98%, a distorzija struje je 4%. Korektor faktora snage je bio predviđen za maksimalni vrednot snage do 5KW.

### 3. REZIME

Krajem devetnaestog veka u svetu je prihvaćena koncepcija centralizovanog snabdevanja potrošača električnom energijom. Električna energija se proizvodi u hidroelektranama i termoelektranama, a zatim preko dalekovoda dovodila do potrošača. Osnovna goriva u termoelektranama su bila fosilna goriva. Sredinom dvadesetog veka je postalo jasno da su rezerve fosilnih goriva ograničene i da se moraju tražiti alternativni izvori energije. Pored toga počinju brojna istraživanja sa ciljem se povećati efikasnost korišćenja električne energije. Počinje izgradnja solarnih elektrana i vetroelektrana. Tako izgrađene elektrane su uključene u već postojeću elektrodistributivnu mrežu. Međutim, pokazalo se da elektrodistributivna mreža sa značajnim udelom električne energije dobijene od alternativnih izvora nestabilna. Proizvodnja električne energije od alternativnih izvora zavisi od ulaznih parametara na koje se ne može uticati. Jedan od načina da se prevaziđe uočeni problem je individualna proizvodnja električne energije dobijene od alternativnih izvora. Praktično, formira se nova elektrodistributivna mreža – decentralizovana elektrodistributivna mreža. U decentralizovanoj elektrodistributivnoj mreži značajan deo električne energije je dobijen od elektrana male snage koje su raspoređene po celoj teritoriji jedne zemlje.

Individualne elektrane su snage reda kilovata. To su izvori jednosmernog napona. Sa druge strane značajan broj potrošača električne energije su elektronski uređaji. Elektronski uređaji koriste jednosmerni napon za napajanje. Nameće se rešenje da se u objektu koji individualno proizvodi električnu energiju koristi jednosmerna distribucija električne energije. U radu je pokazano da se primenom jednosmerne distribucije može povećati efikasnost korišćenja električne energije i do 30%. Naravno procenat uštede je zavisao od brojnih parametara. Za objekat u kome su samo elektronski uređaji sa pretvaračima napona koji su u skladu sa važećim propisima može postići ušteda i do 30%. Ukoliko u objektu postoje i uređaji koji se napajaju iz naizmenničnog napona procenat uštede se smanjuje.

Princip jednosmerne distribucije je primenljiv i u stambenim objektima. Međutim, u stambenim objektima pored elektronskih uređaja postoje i termički uređaji i uređaji za koje je potreban naizmennični napon. Koliko će se povećati efikasnost korišćenja električne energije zavisi od udela snaga pojedinih grupa potrošača u ukupnoj snazi koja je potrebna u domaćinstvu. Termički uređaji se mogu direktno povezati na jednosmerni napon. Za termičke uređaje je potrebno razvesti jednosmerni napon vrednosti 220V. To je znatno veći napon od uobičajenih napona za napajanje elektronskih uređaja (24V ili 48V). Zato

je u domaćinstvima potrebno koristiti konvertore za prilagođenje napona - (DC/DC konvertore). To smanjuje efikasnost. Međutim, ne postoje tehnički problemi da se razviju i termogeni uređaji koji će se napajati iz napona na kome rade elektronski uređaji. Uređaji za koje je neophodan naizmennični napon su uređaji koji sadrže asinhronne motore. Međutim, danas se na tržištu mogu naći kućni aparati koji mesto asinhronih motora koriste jednosmerne motore. Dakle, sam korisnik izborom potrošača može ostvariti povećanje efikasnosti električne energije i svom domaćinstvu.

Drugi način povećanja efikasnosti korišćenja električne energije elektronskih uređaja, je primena savremenih prekidačkih izvora napajanja. U radu je prikazano rešenje sa kojim se smanjuju gubici u instalacijama primenom korektora faktora snage. S obzirom da korektor faktora snage nije neophodan element za većinu elektronskih uređaja, moguće je napraviti jedan korektor faktora snage na koji bi se moglo povezati veći broj elektronskih uređaja. Princip jednosmerne distribucije je posebno pogodan za centralizovano rešenje korektora faktora snage.

### LITERATURA

- Čorba, Z., Katić, V.A., Mišić, M., & Vamović, G. (2009). A Hybrid System Based on Renewable Energy Sources. 15th International Symposium on Power Electronics - Ee 2009, October 28-30th 2009. Novi Sad: Faculty of Technical Sciences.
- Dumić, B. (2012). Energetski potencijal i važeća zakonska regulativa za izgradnju fotonaponskih postrojenja na teritoriji Republike Srbije. Forum Solar Therm 2012.
- Holmes, D.G., & Lipo, T.A. (2003). *Pulse width modulation for power converters: Principles and practice*. Hoboken, NJ: John Wiley.
- Katić, V., & Čorba, Z. (2012). Korišćenje solarne energije za proizvodnju električne energije. Forum Solar Therm 2012.
- Lazić, M., Jovanović, B., Stanić, N., & Aćimović, B. (2012). Application of sustainable energy sources in telecommunication facilities - experiences from exploitation of m:tel Republika Srpska. IX International Symposium on Industrial Electronics INDEL 2012, Banja Luka, pp. 184-188.
- Lazić, M., Petrović, D., Cvejić, Z., & Jovanović, B. (2014). Optimizing use of the alternative energy sources - DC distribution. *Proceedings of Papers International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering: IcETRAN 2014*. Beograd: Akademska misao.
- Lazić, M., Petrović, D., Skender, M., & Sovilj Nikić, S. (2014). The use of microcontrollers in modern solutions of power electronics. X International Symposium on Industrial Electronics INDEL 2014, Banja Luka, November 06-08, 2014.
- Obnovljivi izvori energije (2014). Datum posete strane 12.08.2014., link <http://www.obnovljiviizvorienergije.rs>.
- Šašić, B., Živanov, M., & Lazić, M. (2007). Design of a multiphase boost converter for hybrid fuel cell/battery power sources. 14th International Symposium on Power Electronics - Ee 2007, November 7th-9th, 2007. Novi Sad: Faculty of Technical Sciences.
- Šašić, B., Živanov, M., Nagy, L., Lazić, M. (2008). Interleaved Boost Converter for Hybrid Fuel Cell Systems. IEEE ICSET 2008. DOI: 10.1109/ICSET.2008.4747150
- Sheperd, W., Hulley, L.N., & Liang, D.T.W. (1995). *Power Electronics and Motion Control*. Cambridge UK: Cambridge University Press.
- Stanić, N., Petrović, D., & Jovanović, B. (2012). Jedno rešenje primene solarne energije za osvetljenje. Konferencija Etran, Zlatibor.