

Bidirekcijski izmjenjivač

ZA POTPUNU KONTROLU STRUJE - NA RAZNE NAČINE



Naša serija o fotonaponskim sustavima i uređajima tvrtke Schrack namijenjena je boljem razumijevanju svih mogućnosti koje su vam dostupne pri planiranju visokog stupnja energetske neovisnosti.

Dakako, stupanj neovisnosti određuje i veličina postrojenja, a veće postrojenje zahtijeva i obilnije investiranje. Kako je dostupnost solarne struje ovisna i o vremenskim prilikama, pri oblikovanju instalacije treba ugraditi opremu koja omogućuje spremanje električne energije na što duži rok, pa i dopunjavanje baterija iz pomoćnih izvora. Tehnička rješenja omogućuju brojne korisne kombinacije u nepovoljnim uvjetima, čime se umanjuje i bojazan investitora da će u izvanrednim prilikama ostati bez zaliha energije u baterijama.

Osim toga, ova detaljna objašnjenja otkrivaju i zašto složenu instalaciju moraju projektirati profesionalci. To je najsigurniji put do postrojenja koje najbolje odgovara vašim potrebama.



U prošlom nastavku prikazali smo i objasnili princip djelovanja *autonomnog izmjenjivača u otočnom fotonaponskom sustavu* koji stvara vlastitu mrežu 230V, 50 Hz za napajanje trošila. Sustav čine fotonaponski (FN) moduli, regulator punjenja, baterije i autonomni izmjenjivač.

Na slici 1. je prikazan i smjer energije kroz takav sustav. FN-moduli proizvode energiju i preko regulatora je spremaju u bateriju.

Baterija prima, skladišti i predaje energiju. Autonomni izmjenjivač predaje energiju trošilima preko vlastite mreže. Preko autonomnog izmjenjivača energija se kreće jednosmjerno, isključivo iz baterija prema trošilima.

Koja je mana tog jednostavnog sustava? U slučaju da nema sunca ili se dogodi izvanredno pražnjenje baterije, takav sustav zahtijeva ograničenje potrošnje na trošilima ili, u krajnosti, prestanak rada. Tek kad se sunce ponovno

pojavi i napuni sustav, tek tada imamo na raspolaganju i energiju za napajanje trošila.

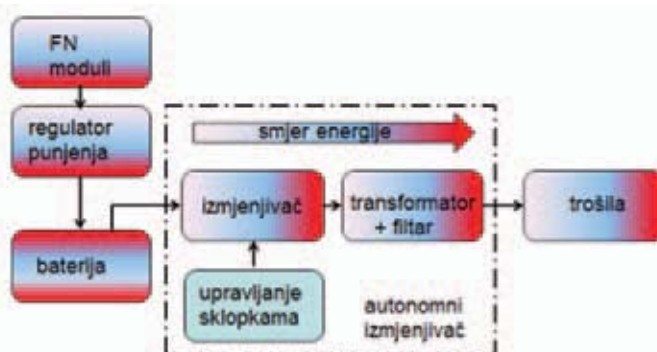
To je ozbiljan nedostatak jer smo u današnjem ritmu života navikli na stopostotnu pouzdanost izvora energije. Kako onda povećati pouzdanost isporuke energije iz otočnog fotonaponskog sustava?

Odmah se nameće ideja da bi bilo dobro imati u sustavu izvor pomoćnog napajanja bilo na istosmjernoj razini,

bilo na izmjeničnoj.

Praktično rješenje nudi priključenje izmjeničnog generatora kao pomoćnog izvora - na izmjeničnoj strani. Pritom u sustavu prioritet zadržava sunčeva energija, a u razdoblju pojačane potrošnje ili dugotrajne naoblake, uskače generator.

Štoviše, postojanje generatora omogućuje i propisno održavanje baterija, jer olovne baterije *ne podnose* ni duboko pražnjenje ni dugotrajno stanje



Slika 1. Otočni fotonaponski sustav s autonomnim izmjenjivačem. Funkcioniranje tog sustava detaljno smo opisali u prošlom broju Majstora. Na shemi je vidljivo jednosmjerno kretanje energije, od fotonaponskih panela i baterije do trošila.



LIJEVO: Fotonaponsko otočno postrojenje namijenjeno potrebama prerade na poljoprivrednom imanju. Instalacije, kontrolni uređaji, baterije i šest bidirekcijskih pretvarača smješteno je u jedan manji brodski kontejner.

Na slici 3. prikazan je i jedan realni sustav s bidirekcijskim izmjenjivačem. Shema prikazuje komponente koje poznajemo iz prethodnih primjera, a crvene strelice označuju one koje uvelike proširuju mogućnosti i učinak sustava.

Lako je zamisliti da umjesto generatora na otočni sustav priključimo javnu mrežu - kao pomoćni izvor.

Možemo to opisati i mnogo izravnije. To je sustav koji možemo priključiti i na javnu mrežu - upravo na mjestu gdje je na shemi priključen generator - no i tada ćemo biti u stanju upravljati tijekom energije. Pođimo korak dalje i zami-

duboke ispražnjenosti. To im ubrzano skraćuje životni vijek.

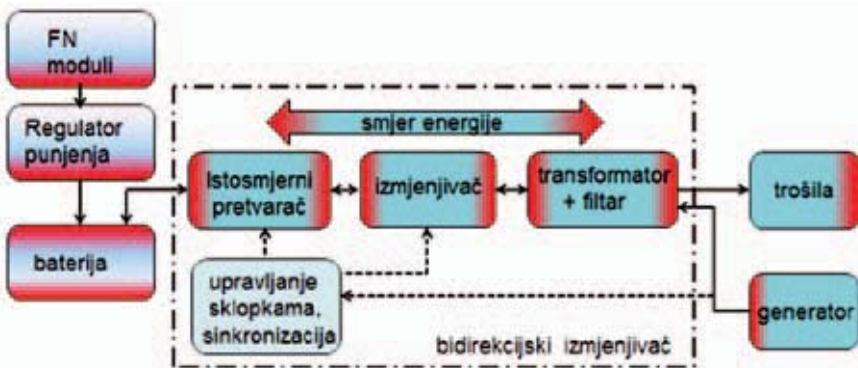
Na slici 2. je shema otočnog fotonaponskog sustava koji može primiti energiju iz pomoćnog izvora, generatora, a potom je, po potrebi, prosljediti u



Bidirekcijski izmjenjivač Vectron MultiPlus 24V / 3000VA / 70A, izmjenična struja 16A, inverter 230V.

slimo da svako domaćinstvo ili svaka kuća ima takav sustav. To bi značilo da sve kuće proizvode energiju, da je troše onako kako žele i kad žele.

Bilo bi idealno da i regulator tržišta energije na razini zajednice, grada... države... stimulira predaju energije pohranjene u svakoj kući - svaki put kad se u mreži pojavi dnevno vršno opterećenje zbog povećane potrošnje zajednice. Upravo je to dugoročni trend u zapadnoj Europi: proizvodnja, skladištenje i potrošnja energije raspršena je lokalno,



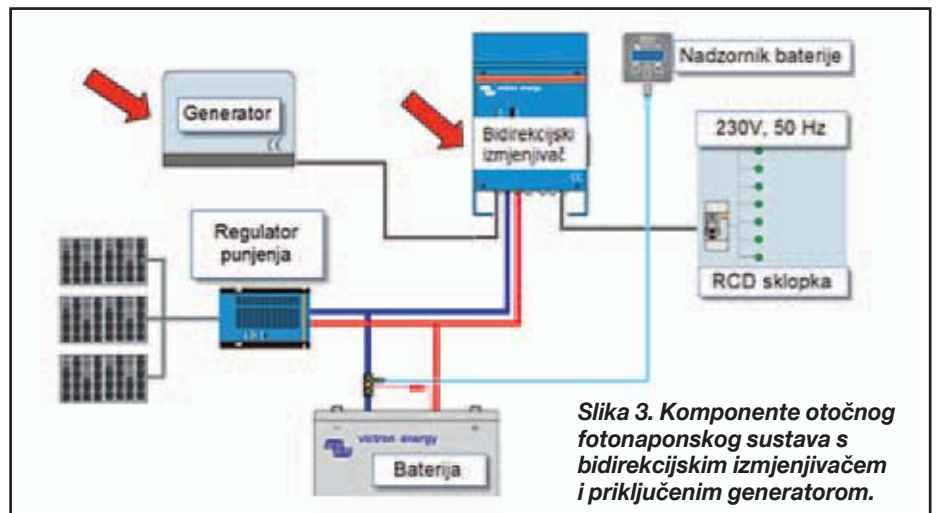
Slika 2. Otočni fotonaponski sustav s pomoćnim izvorom energije i bidirekcijskim izmjenjivačem.

bateriju ili prema trošilima. Time se povećala pouzdanost napajanja trošila, a baterije dobivaju ispravno održavanje.

Na slici je vidljiv bidirekcijski izmjenjivač (engl. *bidirectional inverter*) koji energiju može provoditi i od generatora prema baterijama i od baterija prema trošilima.

Bidirekcijski izmjenjivač provodi energiju u oba smjera.

Autonomni izmjenjivač opisan u prošlom nastavku provodio je energiju jednosmjerno, samo iz baterija prema trošilima.



Slika 3. Komponente otočnog fotonaponskog sustava s bidirekcijskim izmjenjivačem i priključenim generatorom.

solarna struja (6)

u mnogo točaka, a energija se predaje u mrežu onda kad to sustavu treba.

Europa je riješila stimulacije izgradnje takvih sustava, kao i siguran priključak na mrežu.

Kod nas se za sada takav sustav ne smije priključiti na mrežu bez mukotrnog birokratskog postupka i stotine papira, ali to nije tema ovog članka. Ostajemo na tehnici.

Zato, kad ovdje govorimo o pomoćnom izvoru, govorimo isključivo o generatoru, dakle izvoru koji može samo davati energiju u FN-sustav, ali ne i primati energiju iz FN-sustava.

Time ostajemo uistinu na otočnom sustavu, dakle tamo gdje javna mreža ne postoji i nema *miješanja* energije iz otočnog sustava i javne mreže!

Kako djeluje bidirekcijski izmjenjivač? Upoznamo li princip djelovanja bit će jasnije i mogućnosti njegove primjene.

Na slikama 4. i 5. prikazane su strukture autonomnog i bidirekcijskog izmjenjivača. Da bi se ostvario prolaz energije u jednu i drugu stranu, ovdje uz uobičajeni izmjenjivač, transformator i filter, bidirekcijski izmjenjivač ima i *istosmjerni pretvarač*.

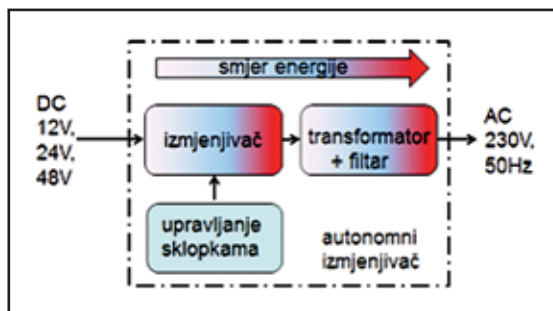
Istosmjerni pretvarač (engl. *DC/DC converter*, ili *DC/DC chopper*) ima zadatak prilagodbe istosmjernih razina baterije i ulaza izmjenjivača.

Bidirekcijski izmjenjivač radi u dva osnovna *moda*: u *modu* predaje energije u postojeću mrežu i u *modu* punjenja baterije.

U modu predaje energije u mrežu istosmjerni napon baterije se podiže tako da izmjenični napon generiran na izlazu izmjenjivača bude takav da struja, odnosno energija može prijeći u postojeću izmjeničnu mrežu, prema trošilima. Tada istosmjerni pretvarač radi u *uzlaznom modu* (engl. *boost mode*). Podsjetimo, autonomni izmjenjivač je sam stvarao mrežu i na njega su bila priključena trošila, a struja (tj. energija) sama bi *tekla* prema trošilima.

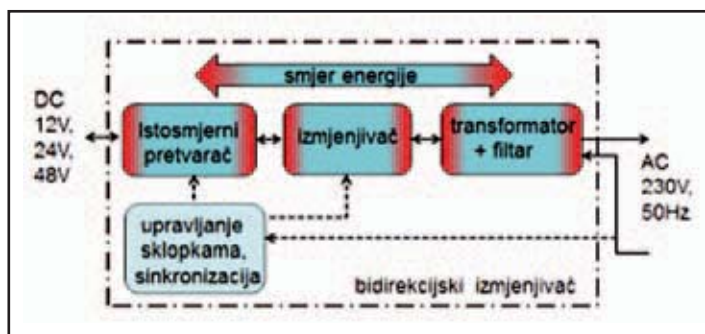
Bidirekcijski izmjenjivač *vodi računa* o mreži prisutnoj na izlazu izmjenjivača (naprimjer, mreži stvorenoj izmjeničnim generatorom), s njom se sinkronizira i aktivno predaje energiju trošilima u takvoj postojećoj mreži.

U modu punjenja baterija, kad energija ide iz mreže prema baterijama, bidirekcijski izmjenjivač mora istosmjerni napon između istosmjernog pretvarača i izmjenjivača *spustiti* i dinamički prilagodavati razini napona potrebnoj tijekom punjenja baterija. Tada istosmjerni pretvarač radi u *silaznom modu* (eng.



GORE: Bidirekcijski izmjenjivač je malo čudo suvremene elektrotehnike i elektronike s brojnim, ponekad i neočekivanim mogućnostima.

Slika 4. Struktura autonomnog izmjenjivača.



Slika 5. Struktura bidirekcijskog izmjenjivača.

buck mode). Podsjećamo, autonomni izmjenjivač ne može osigurati taj smjer toka energije.

Ponovimo: Bidirekcijski izmjenjivač osim samog izmjenjivača ima i uzlazno/silazni istosmjerni pretvarač (engl. *buck/boost DC/DC converter-chopper*).

Za razumijevanje rada istosmjernog pretvarača potrebno je podsjetiti se (bez formula!):

1) Struja se kroz induktivitet ne može trenutno promijeniti. Induktivitet predstavlja otpor promjeni iznosa struje kroz sebe. Idealni induktivitet, kada se struja kroz njega ustali nema na sebi pad napona. Kad se struja

kroz induktivitet mijenja, induktivitet ima svojstvo da *na sebi* inducira takav napon koji će nastojati zadržati iznos i smjer struje prije nastanka promjene. Kada je napon na induktivitetu konstantan, struja se linearno mijenja, povećava ili smanjuje. Induktivitet je spremnik energije!

2) Napon na kondenzatoru se ne može trenutno promijeniti, kondenzator predstavlja otpor promjeni iznosa napona na sebi. Idealni kondenzator, kada se istosmjerni napon na njemu ustali, ne provodi više struju.

Struja koja prolazi kroz kondenzator mijenja na njemu napon. Brzina pro-

mjene napona na nekom kondenzatoru proporcionalna je iznosu struje kroz kondenzator.

Kondenzator je spremnik energije! Ako se koristi dovoljno velik kondenzator onda male promjene struje koje se događaju u periodu rada sklopke **S** u ustaljenom stanju s konstantnom srednjom strujom, praktički ne mijenjaju napon na njemu.

Silazni mod istosmjernog pretvarača (energija iz mreže puni baterije!)

U prošlom nastavku objasnili smo kako se PWM-postupkom iz istosmjernog napona stvara izmjenični napon, pri čemu je smjer energije bio iz istosmjerne prema izmjeničnoj strani!

Pogledajmo sada - kako kroz izmjenjivač uopće može teći struja u smjeru iz mreže prema istosmjernom dijelu, tj bateriji?

Ako su sve sklopke izmjenjivača otvorene, a na izlazu izmjenjivača se nalazi priključena javna mreža ili generator, tada *povratne diode izmjenjivača* predstavljaju punovalni ispravljač.

To je prikazano na slici 6. gdje su iz sheme izmjenjivača *izbrisane* sklopke, jer su sve otvorene i kao takve ne sudjeluju u vođenju struje tj. prijenosu energije.

Punovalni ispravljač stvorit će na istosmjernoj strani izmjenjivača - pulsirajući istosmjerni napon.

Stoga se na istosmjernoj strani dodaje kondenzator koji će taj pulsirajući napon pretvoriti u istosmjerni napon s malom, za naše razmatranje principa rada beznačajnom, *valovitosti*, kako to prikazuje slika 7.

Tako smo došli do istosmjernog napona na kondenzatoru **C** koji želimo iznosom prilagoditi na razinu potrebnu za punjenje baterija. To radimo *silaznim istosmjernim pretvaračem*, kako je prikazano na slici 8.

Dok je sklopka **S** uključena, konden-

zator **C** je preko induktiviteta **L** spojen na bateriju. Napon na induktivitetu je konstantan i iznosi razliku napona na kondenzatoru i bateriji.

Kako induktivitet ima na sebi konstantan napon pozitivnog iznosa, jer je napon kondenzatora veći od napona baterije, struja će pri prolazu linearno rasti.

Napon na induktivitetu je mjera porasta struje u vremenu kroz induktivitet.

Kad se isključi sklopka **S**, struja zbog induktiviteta nastavlja i dalje teći istim smjerom, a strujni krug se zatvara preko diode **D**.

No, sad je na induktivitet spojena baterija koja se svojim naponom *opire* prolazu struje i struja linearno opada.

Zamislimo sada ustaljeno stanje pri kojem je odnos uklopljenosti i isklupljenosti sklopke **S** konstantan.

Struja kojom se puni baterija, tj struja koja prolazi induktivitetom, u *ustaljenom stanju* poprima neku srednju vrijednost - zavisno o trajanju uklopljenosti sklopke **S**.

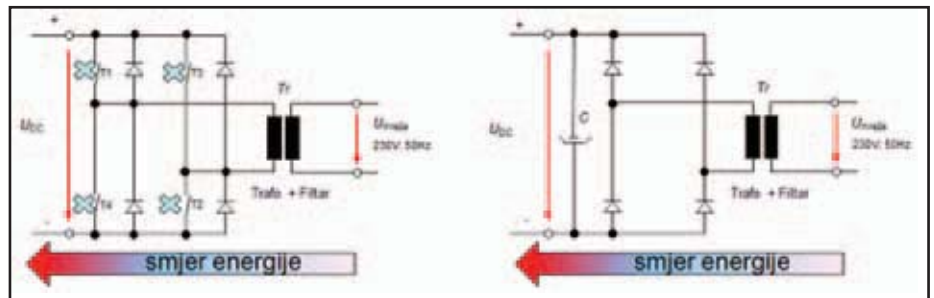
Slika 9. prikazuje valne oblike napona i struje na istosmjernom pretvaraču pri



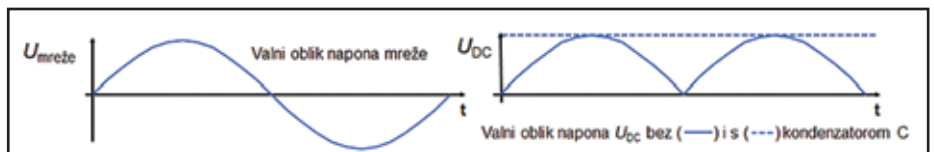
Postavljanje sustava s devet bidirekcijskih izmjenjivača u španjolskom Toledu.

ustaljenom stanju.

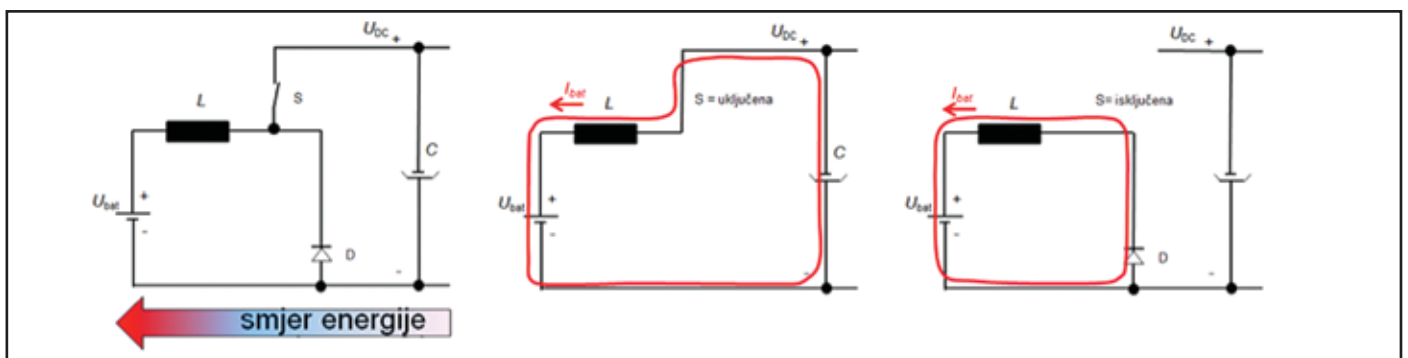
Također u *ustaljenom stanju*, s konstantnom srednjom strujom kroz induktivitet, srednji napon na induktivitetu mora biti jednak nuli jer nema promjene



Slika 6. Izmjenična mreža priključena na izlaz izmjenjivača - uz otvorene sklopke izmjenjivača.



Slika 7. Valni oblici priključene mreže na izmjeničnoj strani i napona na istosmjernoj strani izmjenjivača, s kondenzatorom (—) i bez kondenzatora (---).



Slika 8. Silazni istosmjerni pretvarač, potpuna shema. Vidljiv je protok struje uz uključenu i isključenu sklopku **S**.

solarna struja (6)

srednje struje! Kad površina iz umnoška napon · vrijeme (Volti · sekunde) na induktivitetu, u uključenom i isključenom položaju sklopke u ustaljenom stanju ne bi bile jednake, gotovo intuitivno je jasno da bi zbog te razlike zapravo srednja struja rasla ili padala ovisno o tome koja površina je veća (označeno na desnoj shemi) - tijekom rada sklopke.

Nakraju, to znači da su površine na slici 9, na koje pokazuje crvena strelica, jednake.

To pak daje vezu napona na bateriji i napona na kondenzatoru preko omjera trajanja uključenosti sklopke S (t_{on}) i perioda rada sklopke S (T):

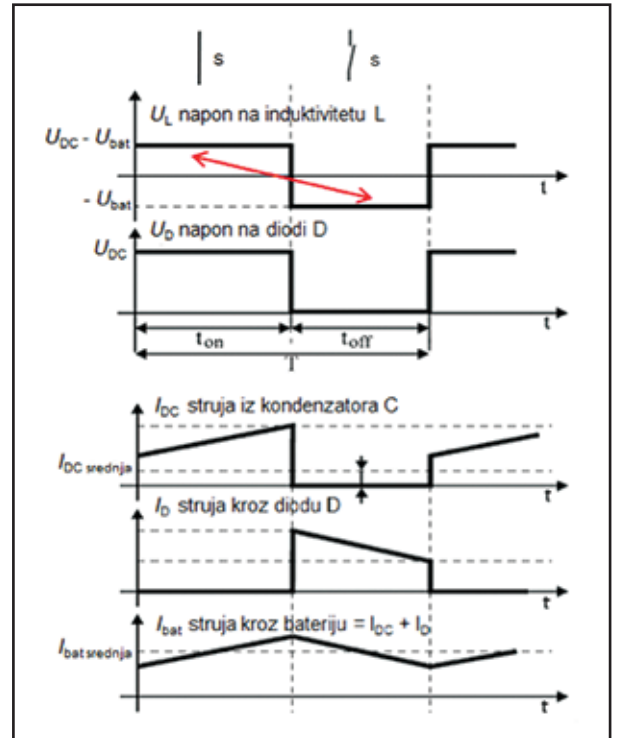
$$(U_{DC} - U_{bat}) \cdot t_{on} = U_{bat} \cdot t_{off}$$

$$U_{bat} = U_{DC} \cdot t_{on} / (t_{on} + t_{off}) = U_{DC} \cdot t_{on} / T$$

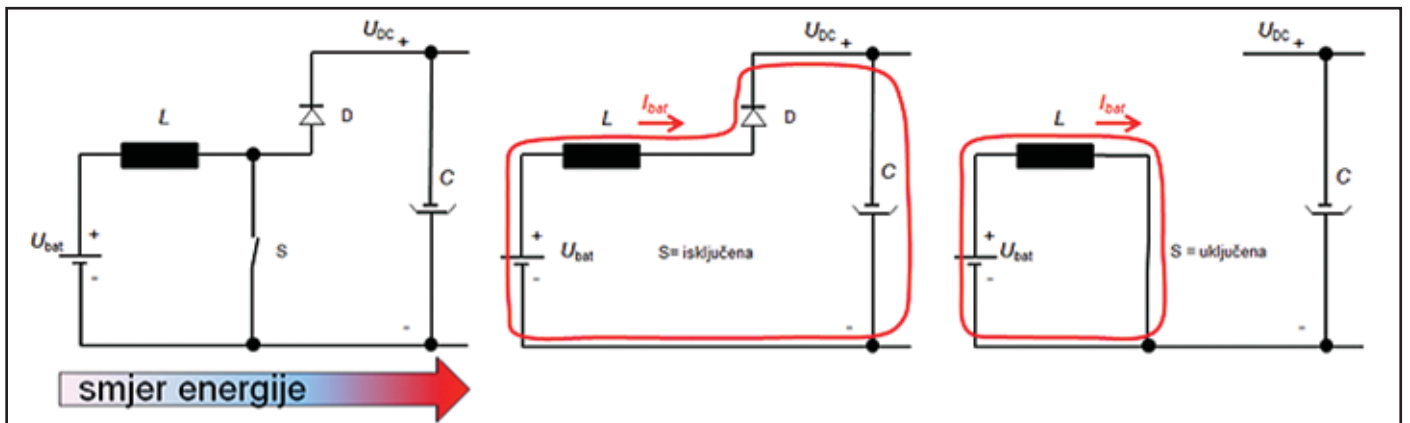
Iz relacija se vidi da se promjenom trajanja uključenosti sklopke S može u ustaljenom stanju djelovati na napon baterije.

A u ustaljenom stanju je i snaga koja ulazi u istosmjerni pretvarač jednaka

Slika 9. Valni oblici napona i struje na silaznom istosmjernom pretvaraču u ustaljenom stanju.



Slika 10 (DOLJE). Uzlazni istosmjerni pretvarač. Potpuna shema prikazuje tok struje uz uključenu i isključenu sklopku S.



snazi koju prima baterija.

To je zato što pri prolazu energije kroz istosmjerni pretvarač nema gubitaka - jer su pretpostavljeni idealni elementi (sklopka, dioda, induktivitet, kondenzator, baterija).

Stoga vrijedi:

$$P_{DC} = P_{bat} \rightarrow U_{DC} \cdot I_{DC \text{ srednja}} = U_{bat} \cdot I_{bat \text{ srednja}}$$

$$U_{bat} / U_{DC} = I_{DC \text{ srednja}} / I_{bat \text{ srednja}} = t_{on} / T$$

Zapravo, gornje jednadžbe opisuju **istosmjerni transformator**. Za koliko se smanji napon na bateriji U_{bat} u odnosu na napon na kondenzatoru U_{DC} , za toliko se povećava srednja struja koja ulazi u bateriju $I_{bat \text{ srednja}}$, a u odnosu prema srednjoj struji iz kondenzatora $I_{DC \text{ srednja}}$. Konkretnim iznosima se upravlja preko omjera t_{on} / T . Ako je sklopka S trajno isključena, jasno je da nema *predaje energije* u bateriju.

Uzlazni mod istosmjernog pretvarača (energija iz baterije se predaje u mrežu!

Pri smjeru energije iz baterije prema mreži potrebno je, kako je ranije objašnjeno, osigurati napon na kondenzatoru U_{DC} na višoj razini nego što je napon na bateriji U_{bat} .

Takav je spoj prikazan na slici 10. Opet se koristi jedna sklopka S i jedna dioda D .

Vidljivo je da postoji razlika u položaju sklopke i diode u uzlaznom istosmjernom pretvaraču na slici 10, a prema položaju sklopke i diode u *silaznom istosmjernom pretvaraču* na slici 8.

Kako se povisuje napon na kondenzatoru u odnosu na bateriju?

Kad bi sklopka S bila trajno otvorena onda bi se na kondenzatoru nakon nekog vremena ustalio napon baterije.

Struja bi, preko induktiviteta, potekla

iz baterije prema kondenzatoru i tekla bi sve dok se razine napona baterije i kondenzatora ne izjednače.

Zatvori li se sada sklopka S , kondenzator se zbog zapiranja diode ne može isprazniti.

Stoga, dok je zatvorena sklopka S , diodu možemo naprosto *izbrisati* sa sheme.

Baterija je pak preko induktiviteta i sklopke S praktički u kratkom spoju i struja počinje *rasti*. Brzina porasta je ograničena induktivitetom. Napon na induktivitetu je jednak naponu na bateriji, pa struja raste linearno.

U nekom trenutku sklopka se otvara, a struja zbog induktiviteta mora nastaviti teći. Toj struji suprotstavlja se napon na kondenzatoru, ali zbog induktiviteta struja i dalje teče, sada u kondenzator, usprkos postojećem naponu na njemu. Struja opada iznosom.

Struja koja ulazi u kondenzator povisuje napon na kondenzatoru. Potom ciklus kreće ispočetka. Zatvara se sklopka **S**, struja opet raste...

Vidljivo je bitno svojstvo induktiviteta koji je *međuspremnik* energije - puni se energijom na nižoj razini napona baterije pri čemu struja kroz induktivitet raste, a prazni energiju na višoj razini napona kondenzatora, pri čemu struja kroz induktivitet opada.

Pritom su **sklopka S** i **dioda D** svojevrsni *prometnici* za usmjeravanje struje u željenom smjeru.

U *ustaljenom stanju* i pri visokoj frekvenciji rada sklopke **S**, dakle ustaljenom periodu rada sklopke (period rada sklopke je ispod 1 ms!) napon na kondenzatoru se ne mijenja jer je izabran toliko veliki kondenzator da male promjene struje kroz njega tijekom *ustaljenog stanja* ne mogu izazvati promjenu.

Zapravo, promjene napona su zanemarivo male!

Također i u uzlaznom istosmjernom pretvaraču - u *ustaljenom stanju* - srednji napon na induktivitetu mora biti jednak nuli jer u tom stanju nema promjene srednje struje kroz induktivitet. Ona je konstantna. Stoga su i površine na slici 11, označene crvenim strelicama, jednake.

To pak daje vezu napona na bateriji i napona na kondenzatoru preko omjera trajanja isključenosti (t_{off}) sklopke **S** i perioda rada sklopke **S** (T):

$$U_{bat} \cdot t_{on} = (U_{DC} - U_{bat}) \cdot t_{off}$$

$$U_{bat} \cdot (t_{on} + t_{off}) = U_{DC} \cdot t_{off}$$

$$U_{DC} / U_{bat} = T / t_{off}$$

Relacije pokazuju da se promjenom trajanja isključenosti (t_{off}) sklopke **S**, uz konstantni rad sklopke **T**, može u *ustaljenom stanju* djelovati na napon na kondenzatoru. Zapravo, moguće je upravljati vremenom uklopljenosti sklopke (t_{on}) jer vrijedi: $t_{on} + t_{off} = T$

U *ustaljenom stanju* je snaga koja ulazi u istosmjerni pretvarač iz baterije P_{bat} jednaka snazi koju prima kondenzator P_{DC} , jer prolaz snage kroz istosmjerni pretvarač nema gubitaka pošto su pretpostavljeni idealni elementi (sklopka, dioda, induktivitet, kondenzator, baterija). Tako da vrijedi:

$$P_{DC} = P_{bat} \rightarrow U_{DC} \cdot I_{DC\ srednja} = U_{bat} \cdot I_{bat\ srednja}$$

$$U_{DC} / U_{bat} = I_{bat\ srednja} / I_{DC\ srednja} = T / t_{off}$$

$$= 1 / (1 - t_{on} / T)$$

Navedene jednačbe opet opisuju *istosmjerni transformator*.

Za koliko se povećao napon na izlazu

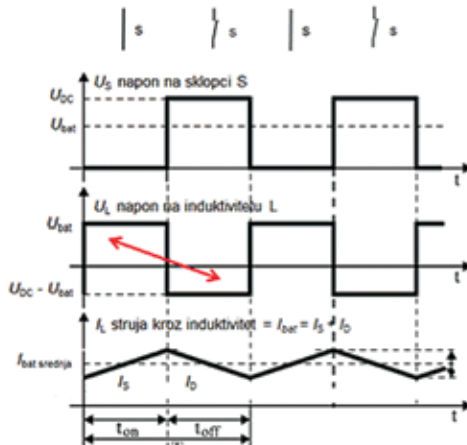
istosmjernog pretvarača U_{DC} u odnosu na napon na ulazu U_{bat} , za toliko se smanjuje struja izlaza istosmjernog pretvarača $I_{DC\ srednja}$ u odnosu na struju koja ulazi u istosmjerni pretvarač $I_{bat\ srednja}$.

Konkretnim iznosima upravlja se preko omjera t_{on} / T .

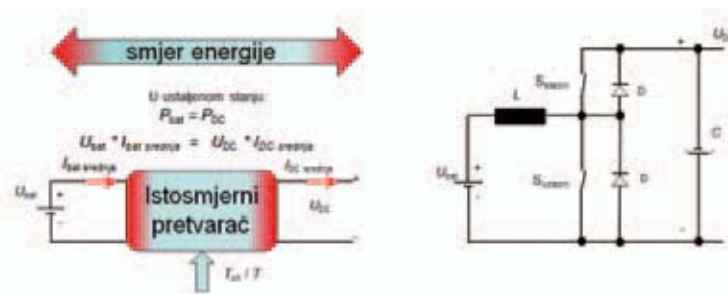
Ako je **sklopka S** trajno isključena jasno je da je napon na bateriji jednak naponu na kondenzatoru - i nema predaje energije iz baterije u kondenzator.

Slika 12 prikazuje silazno-uzlazni istosmjerni pretvarač. Primijetit ćete da je on nastao spajanjem silaznog dijela i uzlaznog dijela, dakle spajanjem *sheme 8. i sheme 10.*

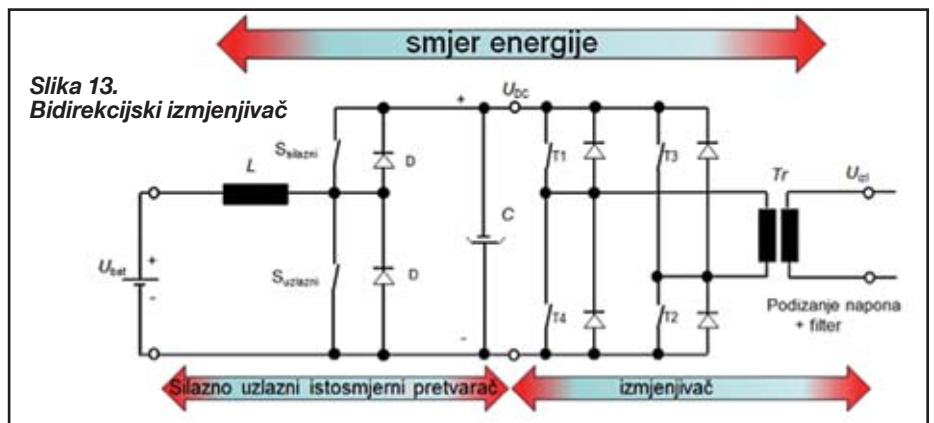
Silazno-uzlazni istosmjerni pretvarač



Slika 11. Valni oblici napona i struje na uzlaznom istosmjernom pretvaraču u ustaljenom stanju.



Slika 12. Silazno/uzlazni istosmjerni pretvarač s priključenom baterijom



Slika 13. Bidirekcijski izmjenjivač

solarna struja (6)

napona na izlazu izmjenjivača oblikovao samo postupkom širinsko-impulsne modulacije - a struja je bila onakva kakvu su proizvela trošila.

Na slici 15. vidljiv je krug regulacije struje koja se *utiskuje* u mrežu, u fazi s naponom mreže, čime se u mrežu prenosi radna energija.

Ako nije spojena javna mreža (ili generator) onda bidirekcijski izmjenjivač postaje autonomni izmjenjivač!

Bidirekcijski izmjenjivač može ali i ne mora imati priključen pomoćni izvor energije.

Kad nema priključenog izvora, bidirekcijski izmjenjivač radi kao autonomni.

U programu *Schrack Technik* postoje dva komercijalna tipa bidirekcijskih izmjenjivača: **Multiplus** i **Quattro**.

Multiplus ima mogućnost priključka jednog pomoćnog izvora (javna mreža ili generator), dok se na **Quattro** mogu priključiti čak dva pomoćna izvora izmjenične struje - i javna mreža i generator.

Svaki pojedini model iz serije **Multiplus** ili **Quattro** prepoznaje se po osnovnim i najvažnijim podacima, vidljivim na kućištu:

- napon baterije za koju je predviđen,
- snaga izmjenjivača i
- maksimalna struja punjenja baterija.

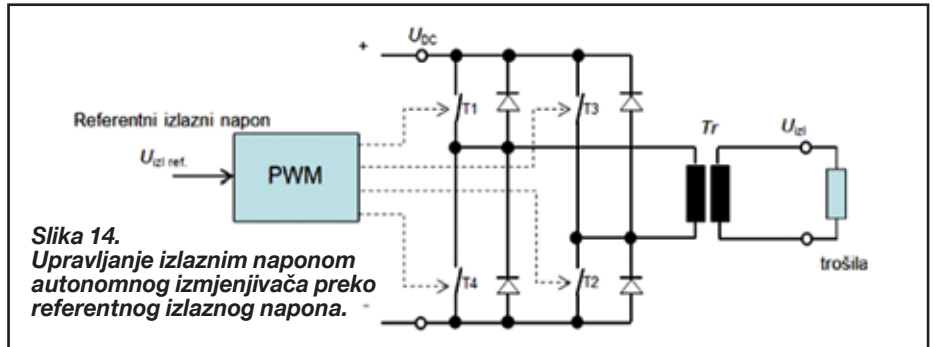
Tako je **Quattro 24V, 3000VA/70A** jedinica namijenjena bateriji od 24V.

Ima snagu izmjenjivača od 3000VA, a može puniti bateriju s 70A.

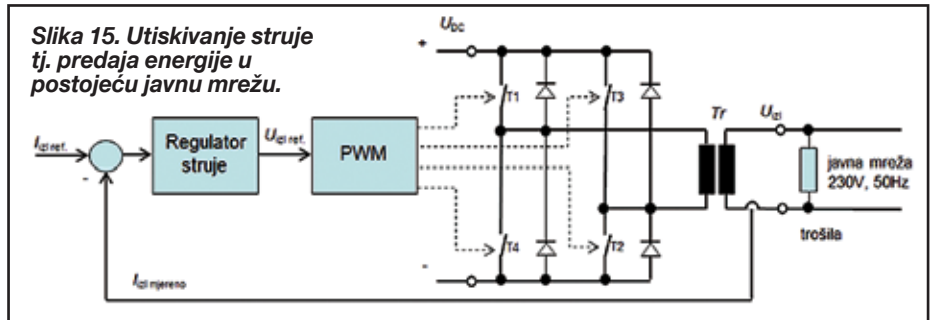
Iz podataka o struji punjenja zaključuje se da je maksimalna snaga punjenja baterije $70A \cdot 24V = 1680VA$.

Podatak o maksimalnoj struji punjenja treba imati u vidu kada se određuje *baterijska banka*, kako smo opisali u ranijim nastavcima serije.

U ovom nastavku smo prikazali osnovne principe djelovanja bidirekcijskog izmjenjivača.



Slika 14. Upravljanje izlaznim naponom autonomnog izmjenjivača preko referentnog izlaznog napona.



Slika 15. Utiskivanje struje tj. predaja energije u postojeću javnu mrežu.



Slika 16. Prednja ploča jednog bidirekcijskog izmjenjivača iz serije **Quattro**. Vidljivo su napisani svi bitni podaci.

No, **Multiplus** i **Quattro** izmjenjivači imaju ugrađenu transfer-sklopku koja omogućuje izravni prolaz energije iz pomoćnog izvora prema trošilima.

Oni omogućuju spajanje u trofazni spoj, omogućuju spajanje u paralelu, omogućuju limitiranje razine korištenja energije pomoćnog izvora, omogućuju napajanje trošila izravno preko pomoćnog izvora uz asistenciju ili pomoć energije iz baterije...

Sve to opisat ćemo u sljedećem nastavku!

Kako je ljeto s obiljem sunca blizu, bilo bi dobro da barem dio besplatne energije preuzmemo kao svakodnevni poklon!

Od teorije smo ponešto i naučili, stoga ćemo u sljedećem nastavku predstaviti novu generaciju jednostavnih (i jeftinih) punjača za najjednostavniju gradnju 12V-sustava.

Ako nam mogućnosti ikako dozvoljavaju, krajnje je vrijeme da se o dostupnoj i jeftinijoj energiji pobrinemo sami...



Multiplus bidirekcijski izmjenjivač proizvodi se u sljedećim snagama:

12V: 800VA/35A, 1200VA/50A, 1600VA/70A, 2000VA/80A, 3000VA/120A;

24V: 800VA/16A, 1200VA/25A, 1600VA/40A, 2000VA/50A, 3000VA/70A, 5000VA/120A;

48V: 3000VA/35A, 5000VA/70.

Quattro bidirekcijski izmjenjivači se proizvode za sustave veće snage:

12V: 3000VA/120A, 5000VA/220A;

24V: 3000VA/70A, 5000VA/120A, 8000VA/200A;

48V: 5000VA/70A, 8000VA/110A, 10000VA/140A.