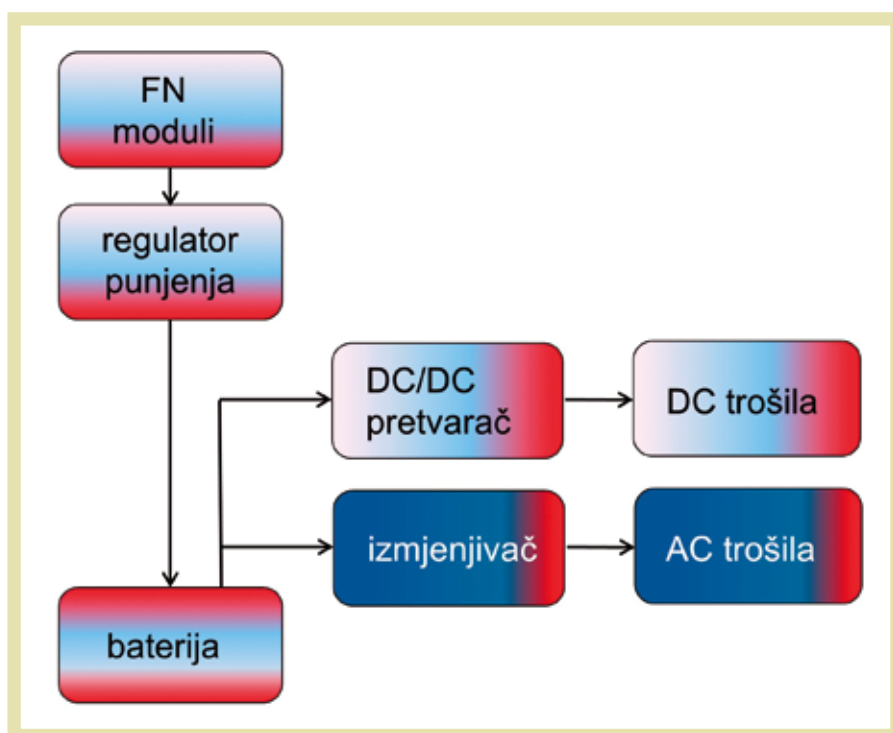




3 autonomna izmjenjivača u trofaznom spoju

Tekst i foto: **Josip Zdenković, SCHRACK TECHNIK d.o.o.**

Pri osmišljavanju fotonaponskog sustava za napajanje brodskih trošila u prošla smo tri nastavka, polazeći od 3 tipična baterijska sloga, došli do autonomnog izmjenjivača kao uređaja učinske elektronike koji na brodu stvara vlastitu mrežu 230V, 50 Hz. Naveli smo osnovne poluvodičke ventile kojima je moguće realizirati izmjenjivač i potom objasnili kako se iz istosmjernog napona dobiva jednofazni izmjenični napon sinusnog oblika. Proveli smo izbor izmjenjivača za naše tri tipične baterijske banke i pri tome objasnili pravila uparivanja izmjenjivača i baterije, kako bi baterija trajala očekivano dugo. Opisali smo i osnove spajanja izmjenjivača u trofazni, odnosno paralelni spoj. U posljednjem nastavku smo naučili osnovne principe djelovanja bidirekcijskog pretvarača i obećali nastaviti dalje s objašnjenjem dodatnih funkcija bidirekcijskog



Slika 1. Otočni fotonaponski sustav s izmjeničnim i istosmjernim trošilima

pretvarača. No javili ste se da smo previše zapeli u teoriju! Stoga u ovom nastavku „zaustavljamo teoriju“ i vraćamo se, barem s jednim nastavkom serijala, praksi. A daljnja objašnjenja bidirekcijskih pretvarača ostavljamo za slijedeći broj!

Upozoravamo, ovo su sustavi koje je potrebno dobro promisliti, naponi u njima opasni su po život, ne radite ništa na svoju ruku bez pomoći ovlaštenog projektanta, ne radite ništa bez onoga koji se dokazano razumije u izvedbe ovih sustava. Svi naši članci i pregledni prikazi ne mogu obuhvatiti sve situacije koje ćete na svom konkretnom slučaju doživjeti (nije im to niti cilj!), zato još jednom oprez. U pravilu ne radite ono za što niste osposobljeni. Ovaj sustav koji ćemo opisati je projektirala i realizirala tvrtka Controlmatik d.o.o. iz Šibenika. I svakako nije nastao u jedno popodne kupnjom i odlaskom u obližnju trgovinu... Slika 1. prikazuje sustav koji nema pomoćnog izvora energije, već se u cijelosti oslanja na Sunce. Sustav izvorno nije primijenjen na brodu, ali nema razloga da se upravo takav ne primijeni i na brodu ako imate mjesta za fotonaponske module. Naravno ovo može biti sustav za veća plovila koja imaju veće potrebe za trofaznim izmjeničnim naponom.

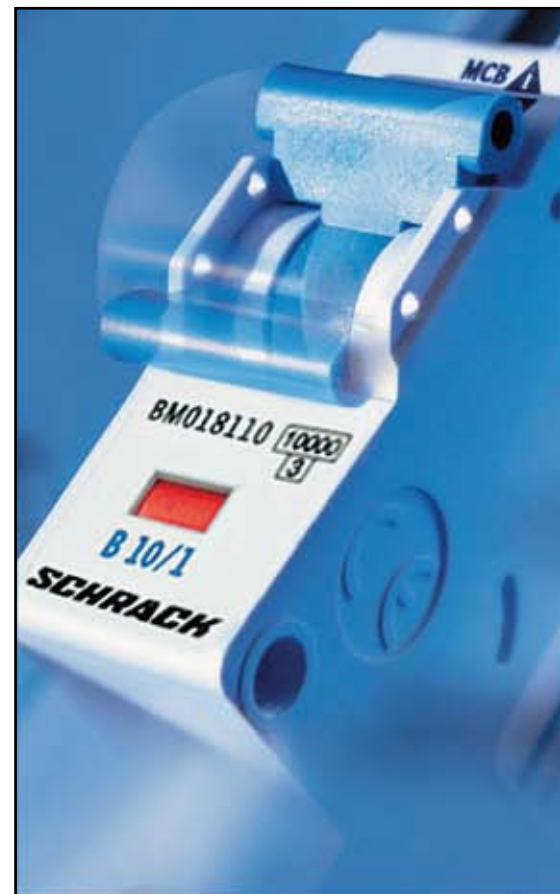
Nećemo ovdje krenuti od izrade energetske bilance trošila, što je naravno bio projektantski put, već ćemo samo reći što ovaj sustav može ostvariti. Sve smo tvrdnje koje slijede već više puta iscrpno objašnjavali. Stoga ćemo samo proći provjeru usklađenosti elemenata sustava

Sustav ima 4 fotonaponska modula po 270 Wp. Oni mogu prikupiti približno 4000 Wh/ ljetnom danu (cca 4 h x 1080 W), odnosno 2000 Wh po zimskom danu. To je energija koja se može iz modula usmjeriti prema bateriji, a uz pretpostavku optimalno orijentiranih i optimalno nagnutih neosjenjenih modula

i uštedjeti prostor za slike detalja izvedbe. Ovo činimo i zato da i Vi svoje ideje i zamisli možete provjeriti na sličan način.

Osnovne provjere usklađenosti elemenata

Sustav ima 4 fotonaponska modula po 270 Wp. Oni mogu prikupiti približno 4000 Wh/ ljetnom danu (cca 4 h x 1080 W), odnosno 2000 Wh po zimskom danu. To je energija koja se može iz modula usmjeriti prema bateriji, a uz pretpostavku optimalno orijentiranih i optimalno nagnutih neosjenjenih modula. Usklađenost 4 modula, baterija i regulatora punjenja proveli smo u ranijim nastavcima ove serije. Sustav ima 4 baterije 110Ah C20, spojene u baterijsku banku 24 V, 220 Ah, C20. Snaga 4 modula može osigurati maksimalnu struju punjenja približno 40 A (1080 Wp / 24 V). Znamo da je za olovnu bateriju poželjno da struja punjenja bude 15 do 20 % kapaciteta baterije. Ovih 40A struje punjenja odgovara 18% kapaciteta baterije (40 A / 220 Ah) što zadovoljava. Projektno se odredilo da se iz baterije smije predati trošilima samo 50 % kapaciteta pune baterije, dakle 110 Ah. To je zbog brige o što duljem životnom vijeku baterije. Konkretno: 110 Ah * 24 V = 2640 Wh/danu je dozvoljeno predati iz baterije trošilima. Sustav je uz projektnu potrošnju od 50 % kapaciteta baterije održiv po ljetu jer se u bateriju može napuniti 4000 Wh / danu, a nije održiv s tom razinom potrošnje u zimi jer se u bateriju iz modula može poslati samo cca 2000 Wh / danu. No ako se potrošnja smanji na 1,5 kWh na dan, tada je sustav održiv i zimi i ljeti uz autonomiju 1 dan. U punoj bateriji je pohranjeno 24 V * 220 Ah = 5280 Wh. Na tu bateriju se smije u trajnom, ustaljenom radu priključiti izmjenična trošila koristeći izmjenjivač tako da se energija pune baterije potroši za najkraće 5 h. To je opet zato da se postigne što dulji životni vijek baterije. Maksimalna snaga izmjeničnih trošila za pražnjenje u ustaljenom radu je stoga: 5280 Wh : 5 h = cca 1000 W. U sustavu je predviđen 3 x 1200 VA izmjenjivač, no mora se paziti da trošila u ustaljenom stanju ne vuku više od 1000 W jer bi to značilo ubrzano starenje baterije. Izmjenjivač može kratkotrajno (kroz 30 sekundi) dati 2 x nazivnu snagu. Energijom od 2640 Wh/danu sustav može napajati



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje

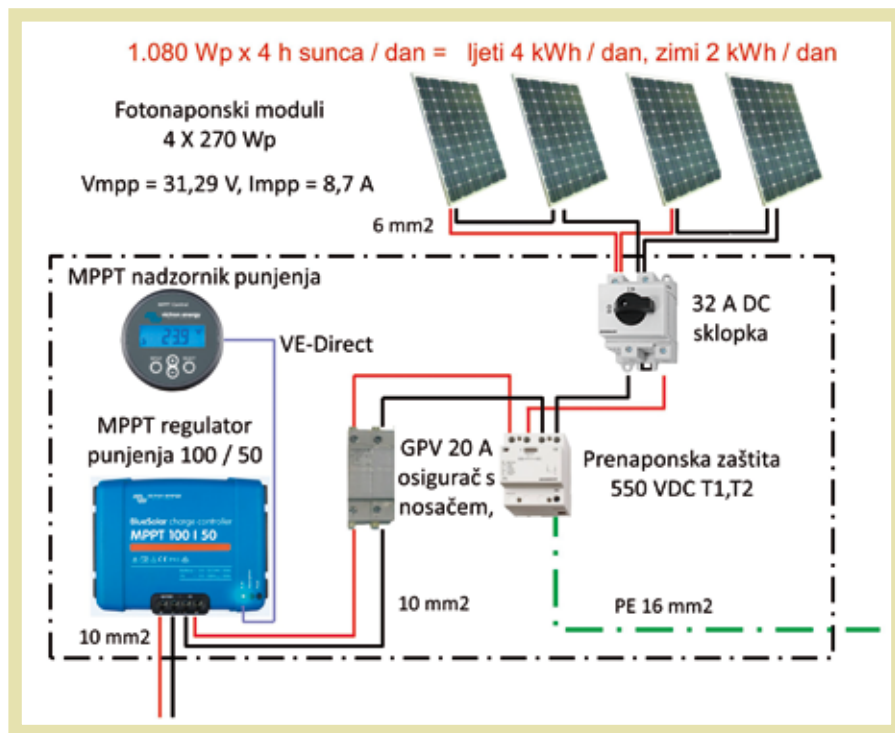


INTERNET TRGOVINA

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



Slika 2. Shema spajanja napojne jedinice

trošila snage 1000 W kroz 2.6 h. Nadzornik baterije omogućava uvid u stanje baterije, no preko njega, tj. njegovog relejnog izlaza je moguće upravljati radom izmjenjivača, tj. aktivno štiti bateriju. DC trošila se napajaju preko galvanski izoliranih DC/DC pretvarača snage 280 W/24 V.

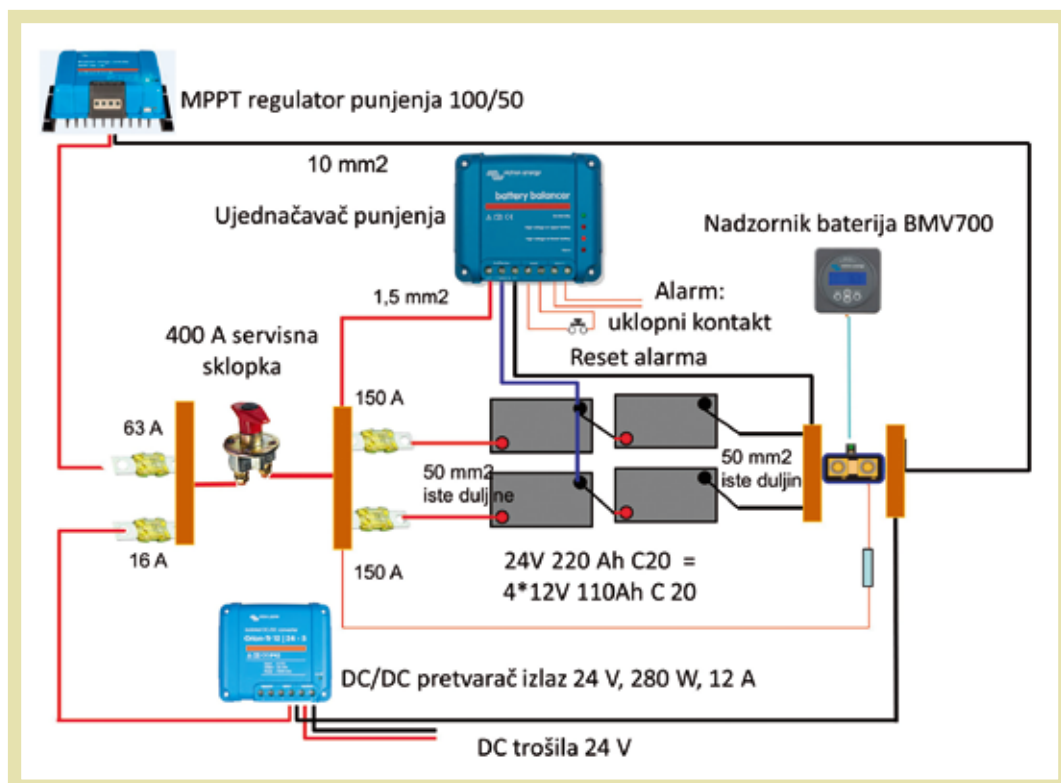
namijenjenog za napajanje istosmjernih trošila koja zahtijevaju stabilizirano istosmjerno napajanje. Na slici 4. prikazan je trofazni spoj autonomnih izmjenjivača. Izmjenjivači se spajaju preko osigurača na baterijsku banku, međusobno su upravljački povezani zbog stvaranja

trofaznog sustava, a energetski izlaz im je spojen u zvijezdu. Prema trošilima je nezaobilazna RCD sklopka. Trofazni sustav će nam omogućiti spajanje trofaznih trošila. Oprez, asinkroni trofazni motori kao najčešća trošila povlače pri izravnom startu i 5 do 6 nazivnih struja, vodite računa da to izmjenjivač može dati bez da bude preopterećen i sam sebe izbaci iz rada! Vodite računa ako postoji i mogućnost istovremenog uključivanja raznih trošila, što može dodatno povećati zahtjev za strujom izmjenjivača.

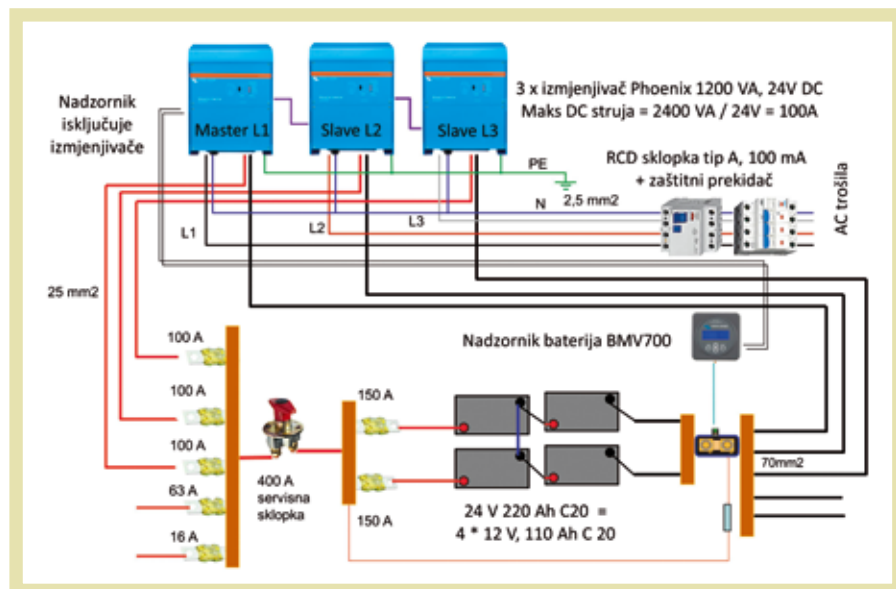
Prije nego se sustav montira na ciljnom odredištu, zgradi ili brodi, potrebno ga je dobro ispitati u radionici. Ne zaboravimo da ovi sustavi možda idu na ciljno odredište tamo gdje nema struje, a tamo se pak može dogoditi i da nemate niti telefona niti interneta pa se nećete moći posavjetovati ako negdje zapnete. Stoga se što više nedoumica i zadataka mora riješiti u radionici. A tu opet možete upasti u drugu krajnost da radionica ipak nije 100 % istovjetna ciljnom odredištu. I tako smo se i mi pri ispitivanju u radionici čudili kako malo energije stvaraju moduli, slika 5. lijevo. Iako su bili položeni horizontalno, a ne pod zahtijevanim nagibom, snaga očitana na MPPT nadzorniku u radionici je bila premala. Oni iskusniji već

Izvedba sustava

Energiju se iz 4 fotonaponska modula usmjerava prema baterijama preko MPPT regulatora punjenja uz nadgledanje procesa punjenja preko MPPT nadzornika, slika 2. MPPT regulator punjenja se spaja na bateriju preko osigurača i servisne sklopke, slika 3. Na bateriju je spojen uređaj za ujednačavanje punjenja baterija. Sve što se događa s baterijom, dakle punjenje i pražnjenje primjećuje se i na nadzorniku baterija. U konkretnom slučaju, vidimo i spoj jednog DC/DC pretvarača



Slika 3. Spoj elemenata oko baterijske banke



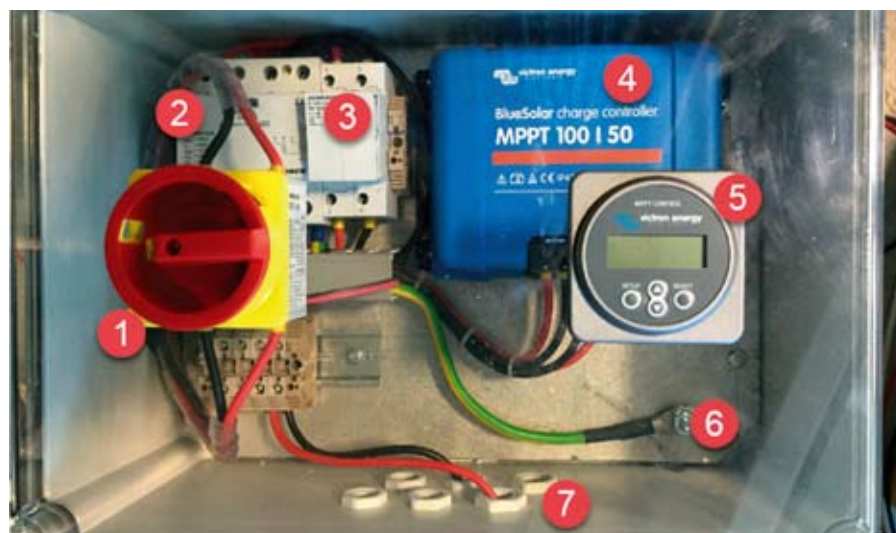
Slika 4. Trofazni spoj autonomnih izmjenjivača



Slika 5 i 6. Probni spoj fotonaponskih modula u radionici (gore), spoj na ciljnom odredištu (dolje)

pogađaju, mali crni zaštitni uglovi za transport su pravili sjene po modulima. Tko bi se toga sjetio, pa tako malo prekrivaju, a mi nismo dobivali niti 30% snage! Ali ako prelistate stare brojeve naći ćete fizikalno objašnjenje. Na slici 6. desno prikazani su moduli montirani na ciljnoj lokaciji.

Na slici 7. je prikazan ormarić s elementima sa slike 2. i to redom: DC sklopka za razdvajanje modula od ostatka sustava (1), prenaponska zaštita (2), topivi osigurači pojedinih nizova modula (3), MPPT regulator punjenja (4), MPPT nadzornik (5), priključak za uzemljenje (6), prostor s uvodnicama kabela (7). Naša je preporuka u nekoj slijedećoj gradnji ipak uzeti nešto veći ormarić zbog lakšeg odvoda topline, a time i dugovječnosti uređaja. Gubitci MPPT regulatora su izuzetno mali, 1



Slika 7. Razvodni ormarić između modula i baterija u radionici i na objektu



SCHRACK POSLOVNICE I
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJEKI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



Slika 8. Ispitivanje funkcionalnosti tri autonomna izmjenjivača

do 2 %, no ako imamo snagu modula od 1000 Wp onda to znači 10 do 20 W disipacije snage u ovom razdjelniku. Ta disipacija nije dopustiva bez otvora za ventilaciju. S većim razdjelnikom proračun može pokazati da ne treba niti prirodna ventilacija, već može biti dostatno i odvođenje topline zračenjem preko kućišta razdjelnika.

Slika 8. prikazuje kako to izgleda kada se ispituje sustav, sve vrvi od žica, kabelski kanali su otvoreni, baterije su probno spojene, naravno neodgovarajućim presjekom...

No kako se ispitivanje bliži kraju, a sve očekivano radi, zatvaraju se kanali i oprema se sprema za isporuku (slika 9.): autonomni izmjenjivači (1,2,3), DC/DC pretvarač (4), uređaj za ujednačavanje baterija (5), mjerni član nadzornika baterija (6), topivi osigurači u „plus“ polu (7), servisna sklopka (8), baterijski slog (9), kutija za smještaj baterija (10).

Obratite pažnju na detalj servisne sklopke i kako ona mora biti odgovarajuća za struje koje će njome prolaziti, slika 10. Istosmjerna struja je izuzetno neugodna jer pri rasklapanju kruga nastaje luk sve dok se dijelovi sklopke dostatno ne razmaknu. Zato je potrebno pomno čitati upute proizvođača i pripaziti na nazivne podatke...

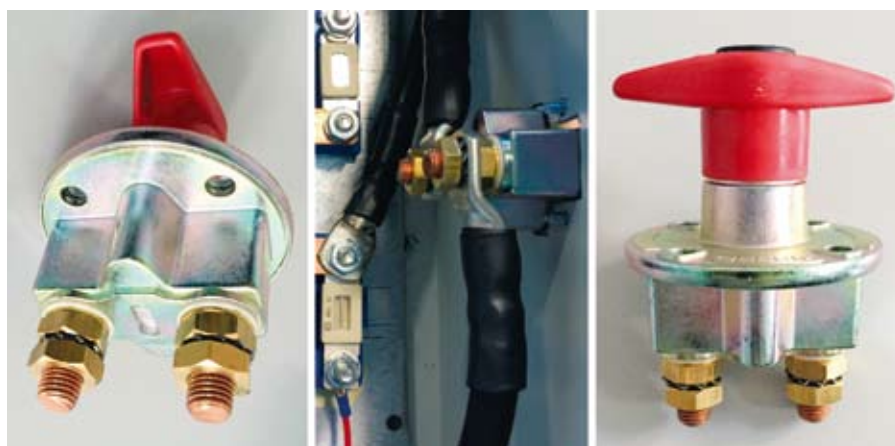
Dva uređaja na slici 11. izgledaju sa zadnje strane potpuno jednako i tek ih naljepnica i prednja strana razlikuje. MPPT nadzornik se spaja na MPPT regulator preko Ve direct

sučelja (3) odgovarajućim kabelom i zapravo ništa više ne mora na njega biti spojeno. Nadzornik baterija se pak spaja s mjernim članom preko sučelja

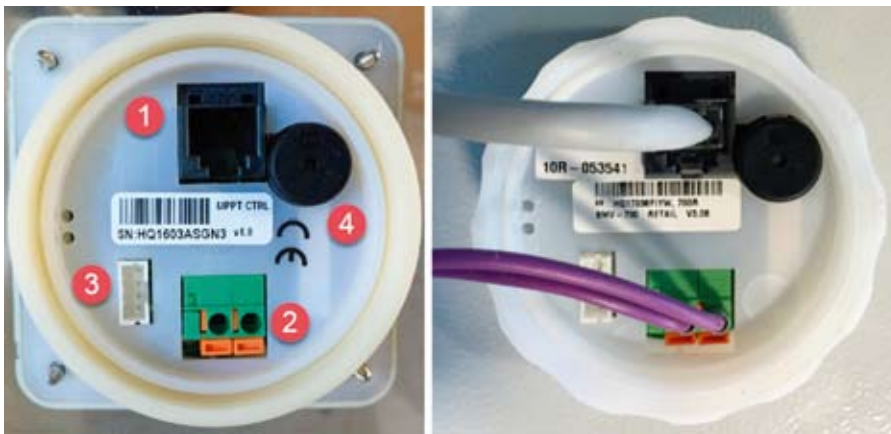
(1) kabelom koji se dobiva pri isporuci nadzornika, a stezaljke (2) služe kao izlaz programabilnog releja nadzornika koji se programira za blokiranje rada



Slika 9. Sustav po završetku funkcionalnog ispitivanja



Slika 10. Servisna sklopka i detalj ugradnje



Slika 11. MPPT nadzornik (lijevo) i nadzornik baterija (desno)

izmjenjivača u slučaju da je baterija iscrpljena ispod željene razine. Crni dio (4) je zujalica koja se može programirati za zujanje i zvučno upozorenje pri određenim događajima.

Na slici 12., koja prikazuje montiranu opremu na odredištu, uočava se dodatno: pokazivač nadzornika baterije (1), ručica servisne sklopke (2), baterije smještene u zaštitnoj kadi (3), gornji dio otvorenog razdjelnika (4) i donji dio otvorenog razdjelnika (5). Uočite kako su sada baterije povezane kabelom odgovarajućeg presjeka kao i postojanje zaštitnih pregrada od izravnog dodira dijelova pod naponom,

Zaključak

Nadamo se da smo vam ovim prikazom približili kako to profesionalci izvode. Zahvaljujemo se tvrtki Controlmatik d.o.o. iz Šibenika što nam

je ustupila dio fotografija i dopustila opis svog rješenja koji gotovo idealno prati članak o autonomnim izmjenjivačima. Ponavljamo: oprez ne činite ništa sami bez pomoći stručnjaka. Vaše zdravlje i u konačnici život ne smijete riskirati iako vam ovo sve izgleda i sigurno i jednostavno.

U slijedećem broju nastavljamo s dodatnim funkcijama bidirekcijskih pretvarača. Multiplus i Quattro bidirekcijski pretvarači imaju ugrađenu direktan prolaz energije iz pomoćnog izvora prema trošilima, omogućuju spajanje u trofazni spoj, spajanje u paralelu, limitiranje razine korištenja energije pomoćnog izvora, napajanje trošila izravno preko pomoćnog izvora uz asistenciju-ispomoć energije iz baterije i još ponešto. To ćemo sve nastojati objasniti u slijedećem nastavku!



Slika 12. Oprema sa slike 9 montirana na odredištu

OBNOVLJIVI IZVORI

SUSTAVI

ZGRADARSTVO

KABELI

RASVJETA

ENERGIJA

INDUSTRIJA

VAŠ PARTNER U ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr Get Ready. Get Schrack.