

Usklađivanje fotonaponskih modula i punjača

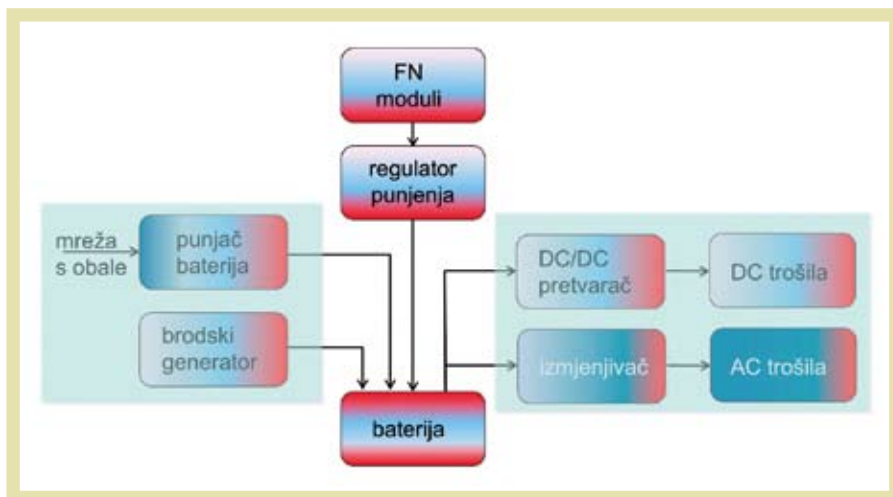
Tekst i foto:
Josip Zdenković,
SCHRACK TECHNIK d.o.o.

Dobro je ako sustav može proizvesti najmanje 25% više energije od one koju mislimo u jednom danu koristiti jer u procesu punjenja nije moguće svu električnu energiju pretvoriti u kemijsku energiju! Primijetite da ovdje razmišljamo o dnevnim ciklusima, korištenju plovila i energije dan za danom, a ne o vikend korištenju, kada 2 dana trošimo energiju, a 5 dana je prikupljamo u bateriju

Pri osmišljavanju fotonaponskog sustava za napajanje brodskih trošila u prošlom smo nastavku definirali „tipsku bateriju“ 12 V, 220Ah, C20. Polazeći od baterije kao potrošnog i najskupljeg elementa sustava, želimo odrediti koliko snage FN modula je potrebno da bi se baterija punila isključivo iz FN modula, a bez

pomoćnih izvora energije. Na slici 1. sustava koji gradimo smo zato u početku „sakrili“ brodski generator ili priključak na obalnu mrežu kao moguće pomoćne izvore energije za punjenje baterije. S pretpostavkom kako je Sunce jedini izvor energije za trošila na brodu, pokušati ćemo proračunati i uskladiti bateriju, module i punjač, a onda

promisliti o prihvatljivosti rješenja. I kao što smo u prošlom nastavku spomenuli, ako nas rezultat ne zadovoljava (bez obzira na razlog) krenuti iz početka... I tako u iteracijama doći do vlastitog rješenja, usvajajući u tim pokušajima potrebna znanja. U našem sustavu sa slike 1. sakrili smo i ovaj čas i vezu prema istosmjernim i izmjeničnom



Slika 1. Osnovni elementi baterijskog sustava napajanja brodskih trošila

trošilima, nismo niti prikazali vezu sa startnom baterijom, no za sve to ima vremena u nastavcima serije.

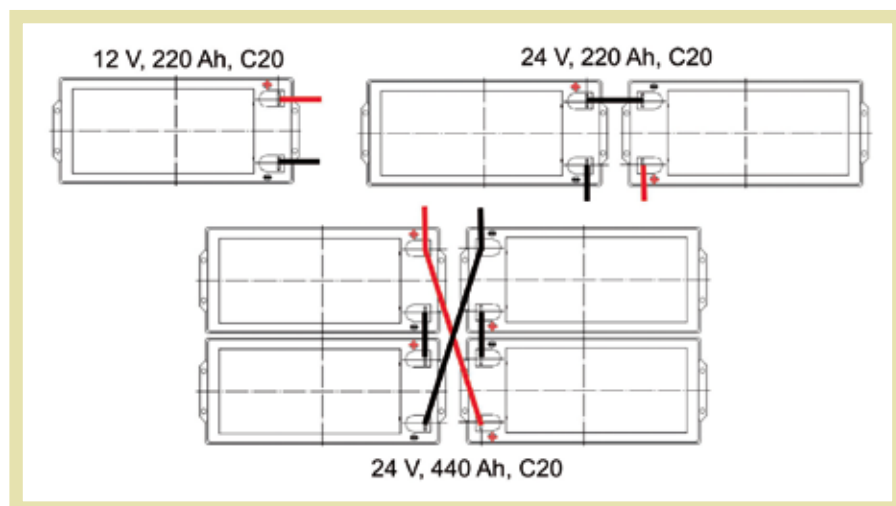
Polazne baterijske banke

Naš razvoj krećemo jednostavnim zadavanjem baterijske banke, a ne školskim popisivanjem trošila i potreba za energijom! Kada uspostavimo održivost punjenja sustava, moći ćemo izračunati koliko on može dati energije trošilima i tada svatko sam može zaključiti je li mu raspoloživa energija dovoljna ili ne. Polazeći od „tipske baterije“ na slici 2. su prikazane tri moguće baterijske banke.

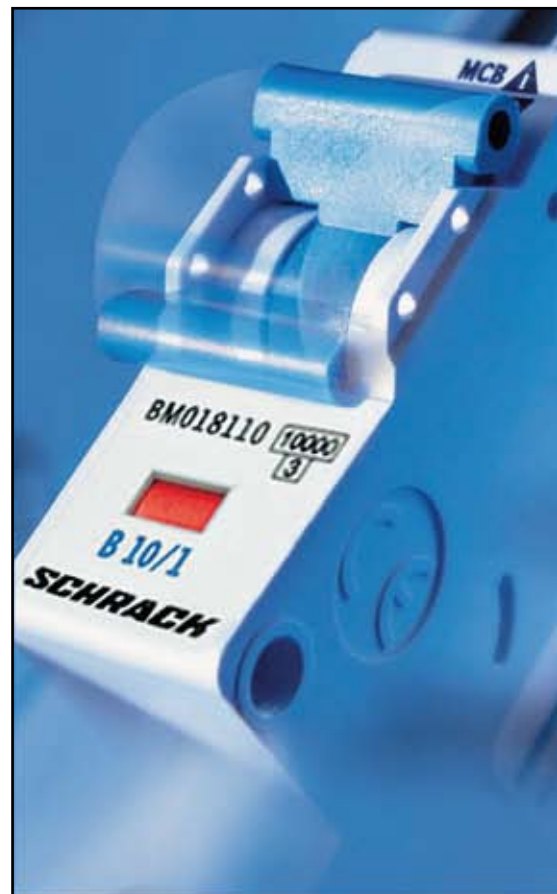
Određivanje snage FN modula za ispravno punjenje baterijske banke

U tablici 1. je za svaku baterijsku banku navedena optimalna struja punjenja koju mora osigurati punjač. Zbog održavanja zdravlja baterija

struja punjenja se kreće od 10 do 20% kapaciteta baterije. Mi smo izabrali struju punjenja od 15%. Potrebna snaga punjenja baterije se dobiva iz umnoška struje punjenja i napona baterije povećanog za cca 10%. Punjenje se naime odvija na uvijek nešto većem naponu od trenutnog napona baterije, naravno da bi struja uopće išla u bateriju! Potrebnu snagu za punjenje baterijske banke želimo osigurati iz FN modula. Ovdje je uzet tek kao primjer jedan standardni modul Schrack Technik snage 270 Wp. Vidimo tako da je za napajanje pojedine banke potrebno 2; 3, odnosno 6 modula. Stoga se sustavi temeljeni oko baterijskih banki sa slike 2. upravo zovu po broju modula: Micro 2 s dva modula, Mini 3 s tri modula i Mini 6 s šest modula. Kako se moduli proizvode u diskretnim skokovima snage, tako konkretan broj modula će davati u pravilu snagu različitu od bateriji potrebne snage punjenja.



Slika 2. Moguće baterijske banke za FN sustav



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



INTERNET TRGOVINA

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

Sustav	Baterija	Optimalna struja punjenja 15% kapaciteta	Potrebna snaga punjenja (Ipun) * 1,1 Ubat)	Potrebno FN modula (primjer 270 Wp)
Micro 2	1 x 12 V, 220 Ah, C20	33 A	435 W	2 x 270 Wp
Mini 3	2 x 12 V, 220 Ah, C20	33 A	870 W	3 x 270 Wp
Mini 6	4 x 12 V, 220 Ah, C20	66 A	1740 W	6 x 270 Wp

Tablica 1. Proračun potrebnih FN modula za punjenje baterije

Sustav	Baterija	Energija u bateriji (kapacitet x Ubat)	Energija za trošila (50% energije u bateriji)	Energija iz modula u jednom danu (4 h x snaga modula)	Sustav održiv (proizvodnja > potrošnje)
Micro 2	1 x 12 V, 220 Ah, C20	2640 Vah	1320 Vah	1880 Wh	da
Mini 3	2 x 12 V, 220 Ah, C20	5280 Vah	2640 Vah	3240 Wh	da
Mini 6	4 x 12 V, 220 Ah, C20	10560 Vah	5280 Vah	6480 Wh	da

Tablica 2.: Provjera održivosti FN sustava na plovilu

Također treba računati i na gubitke u procesu punjenja jer nije moguće svu električku energiju iz FN modula pretvoriti u kemijsku energiju u bateriji. Vrijedi pravilo, bolje je više modula. Da, kada to više, ne bi i više koštalo! Zato smo u Mini 3 i Mini 6 sustavu svjesno išli na nešto manju snagu punjenja od u tablici navedene kao potrebne... No tim izborom struja punjenja još uvijek ostaje zadovoljavajuća, pa životni vijek baterije nije ugrožen.

U Tablici 2 provjeravamo energiju spremljenu u punoj bateriji i određujemo da nećemo trošiti više od pola nazivno pune baterije. Istovremeno određujemo koliko energije će se u jednom danu prikupiti preko modula. To je inženjerskom metodom jednostavno izračunati tako da se pomnoži snaga modula s 4 sata. Naravno da Sunce sije cijeli dan, no zbog jednostavnosti se uzima ova 4 sata za određivanje ekvivalenta iznosa energije, dakle kao da Sunce kroz 4h sije tako da moduli proizvode energiju nazivnom snagom, a ostalo vrijeme da ne svijetli! U zimi se snaga modula u ovom jednostavnom proračunu množi s 2 sata, a ne s 4 sata jer sunčeve zrake imaju nepovoljan kut upada na FN modul. Tko želi može uvijek provesti precizan proračun proizvedene energije u danu koristeći neki javno dostupan servis na Internetu, no za našu svrhu ovo približenje proračuna prikupljene energije je potpuno prihvatljivo. U tablici 2. dokazujemo da konkretni

moduli proizvode nešto više energije nego što smo odlučili trošiti iz baterija, odnosno da su sustavi održivi. Dobro je ako sustav može proizvesti najmanje 25% više energije od one koju mislimo u jednom danu koristiti jer u procesu punjenja nije moguće svu električku energiju pretvoriti u kemijsku energiju! Primijetite da ovdje razmišljamo o dnevnim ciklusima, korištenju plovila i energije dan za danom, a ne o vikend korištenju, kada 2 dana trošimo energiju, a 5 dana je prikupljamo u bateriju! Čak i ako samo dva tjedna godišnje koristimo plovilo dan za danom, a ostatak godine ono miruje, a želimo napajanje kućne baterije isključivo iz FN modula (koje na neće iznervirati), onda je projektiranja na razini dnevne proizvodnje i potrošnje jedino ispravno!

Određivanje punjača, usklađivanje modula i punjača

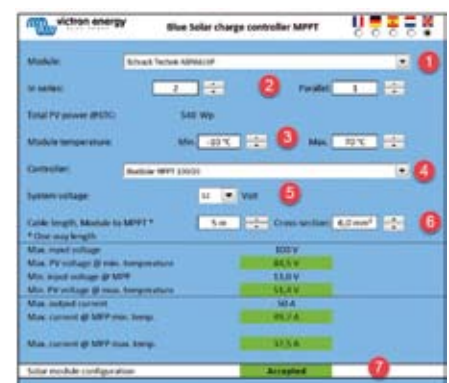
Kako smo upravo došli do snage punjenja potrebne za očekivanu trajnost baterije, dolazimo tako uz pretpostavku neke konkretne snage modula i do broja modula. Za nastavak razmišljanja moramo osim snage modula znati još i neke podatke iz tehničkog lista konkretnog modula, sve kako nas traži tablica 3. To su: Vmpp (napon modula u točki maksimalne snage), Impp (struja modula u točki maksimalne snage), Voc (napon modula pri otvorenim stezaljkama), Isc (struja kratkog spoja modula). Ovi parametri definirani su pri nazivnoj osunčanosti modula i u

Proizvođač	Tip	Snaga	Vmpp	Impp	Voc	Isc	V temp coef	I temp coef
		W	V	A	V	A	(%/°C)	(%/°C)
Schrack Technik	ASM6610P	270	31,29	8,7	37,99	9,15	-0,32	0,044

Tablica 3. Podaci bitni za usklađivanje modula i punjača pri izboru punjača

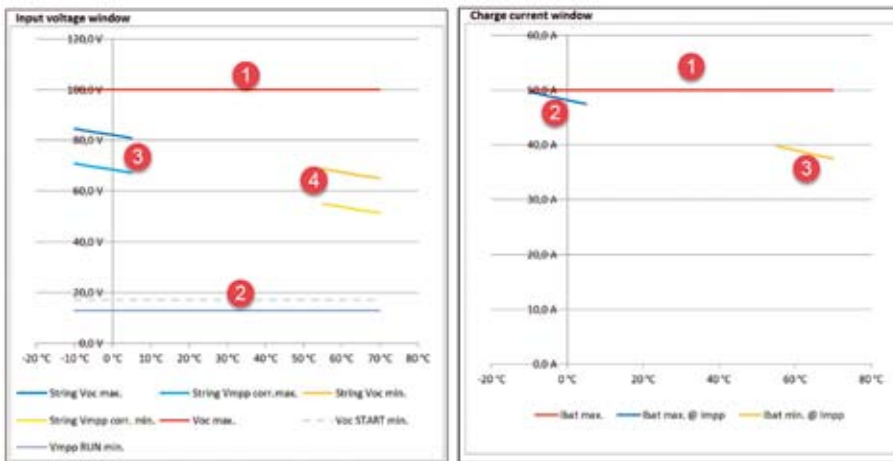
svakom ozbiljnijem tehničkom listu će se pronaći pod ovim kraticama. Tu je potrebno poznavati i dva temperaturna koeficijenta, napona i struje koji se također sigurno mogu naći u tehničkom listu.

Kada prikupimo podatke kao u tablici 3., tada možemo koristiti jednostavan alat za usklađivanje modula i punjača baterija: MPPT calculator (Victron energy). U tom alatu najprije upišemo podatke modula. Potom otvorimo glavnu masku kao na slici 3. Izabiremo netom upisani modul (1), upišemo konfiguraciju spoja modula (2), odredimo temperaturno područje rada modula (3) izaberemo neki MPPT regulator punjenja od u izboru ponuđenih (4), postavimo napon baterije (5), odredimo presjek kabela od modula do punjača (6) i promatramo polje (7). Kada je ono zeleno kao na slici, moduli i njihov konkretan spoj su usklađeni s punjačem pri nekom postavljenom naponu baterije.



Slika 3. Unos podataka u program za usklađivanje MPPT punjača i modula

Istovremeno s upisivanjem u zaslon prema slici 3. mijenjaju se i dijagrami za provjeru naponske i strujne razine, kako je to prikazano na slici 4. Na slici naponskih razina uočava se maksimalni ulazni napon izabranog punjača koji moduli u svojem spoju ne smiju premašiti (1), donji pragovi rada punjača (2) i konačno stvarni napon modula u hladnom (3), odnosno vrućem (4) stanju modula. Na slici strujnih razina uočava se maksimalna granica struje koju punjač može dati bateriji (1), i stvarna



Slika 4. Provjera naponskih i strujnih razina FN modula i punjača u zajedničkom radu

razina struje koju će punjač davati u hladnom (2), odnosno vrućem (3) stanju modula.

Slika 3. i 4. Odnose se na usklađenje Micro 2 sustava. Ovim postupkom provjerili smo i sustave Mini 3 i Mini 6.

Rezultat usklađenja sva tri sustava zapisan je pregledno u tablici 4. gdje se osim tipa punjača nalazi još i način spajanja modula na ulaz punjača. Uz ovako jednostavno usklađivanje modula i punjača zapravo uopće ne moramo poznavati kako MPPT punjač radi, pa time za sada nećemo zamarati čitatelje! Na slici 5. se vidi izgled upravo određenih punjača. Punjači imaju 4 stezaljke, dvije za priključak baterije, dvije za priključak FN modula.

Nadzornik MPPT regulatora punjenja

MPPT regulatori punjenja u radu imaju skromnu indikaciju stanja preko 3 LED pokazivača. Zbog toga je osmišljen MPPT nadzornik regulatora punjenja

pomoću kojega se može zaviriti u vrijednosti pojedinih parametara u radu. Nadzornik se spaja na regulator punjenja preko VE-direct kabela koji na obje strane ima VE-direct utikač kao na slici 6. Vezni kabel se naručuje posebno. Nadzornik na sebi ima nekoliko tipki i pokazivača.

Pomoću tipki se može pregledavati: trenutna snaga koju proizvode priključeni fotonaponski moduli, napon modula, struja koja ide u bateriju, napon baterije, ukupno proizvedena energija u tom danu do trenutka gledanja, stanje regulatora (udarno punjenje, apsorpcijsko punjenje, održavanje, greška, isključen). Posljednja verzija uređaja ima i mogućnost pregleda povijesti djelovanja uređaja u zadnjih 30 dana. Pomoću nadzornika je moguće promijeniti vrijednosti tvorničkih podešenih parametara samog MPPT regulatora. To može biti važno, ako želimo bolje prilagoditi MPPT regulator nekoj konkretnoj bateriji podešavajući



Sustav	Baterija	FN moduli	Punjač	Spoj modula
Micro 2	1 x 12 V, 220 Ah, C20	2 x 270 Wp	MPPT 100/50	2 modula u niz
Mini 3	2 x 12 V, 220 Ah, C20	3 x 270 Wp	MPPT 150/45	3 modula u niz
Mini 6	4 x 12 V, 220 Ah, C20	6 x 270 Wp	MPPT 150/85	3 modula u niz, 2 niza u paralelu

Tablica 4. Rezultat usklađivanja FN modula i punjača za zadane 3 baterijske banke

Slika 5. Odabrani punjači baterija za Micro 2, Mini 3 i Mini 6 sustav



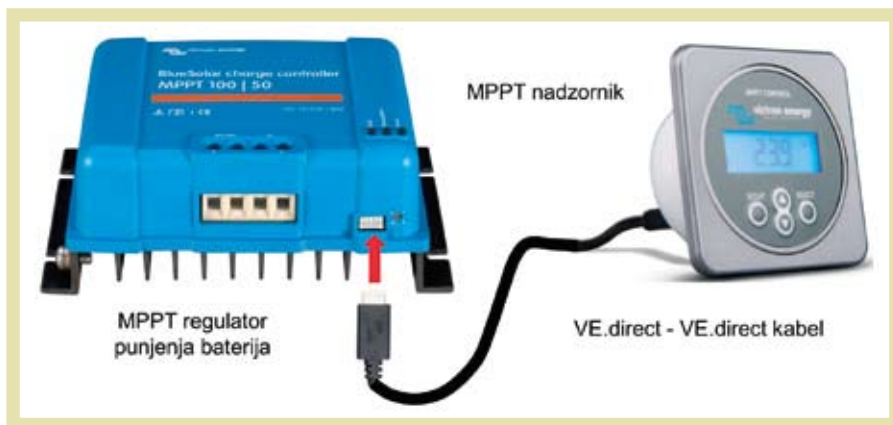
SCHRACK POSLOVNICE I
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJECI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



Slika 6. Spoj MPPT regulatora punjenja i MPPT nadzornika

parametre iznosa naponskih razina punjenja prema podacima proizvođača baterije. Potrošnja MPPT nadzornika je svega 4 mA.

Kućište za montažu MPPT nadzornika i BMV nadzornika

U trenutku montaže sustava često se postavlja pitanje kako i gdje ugraditi nadzornik. Može li se ugraditi u već neki postojeći razdjelnik ili ćemo ga ugraditi negdje gdje će biti i dohvaćen i dobro vidljiv. Za jednostavnu zidnu montažu osmišljeno je plastično kućište po mjeri MPPT nadzornika regulatora punjenja. Isto kućište se može primijeniti i za već od prije predstavljeni BMV nadzornik baterija. Pomislite samo na izrezivanje kružnog otvora na komandnom pultu ili u nekom razdjelniku s metalnim

vratima i potom pogledajte sliku 7. i osjetite lakoću sklapanja nadzornika u pripremljeno kućište.

Bluetooth VE.direct sučelje

Umjesto montaže MPPT nadzornika regulatora punjenja baterija na neko dostupno i vidljivo mjesto, možemo ostvariti i očitavanje podataka preko mobilnog telefona kako je prikazano na slici 8.

Bluetooth sučelje se spaja na VE.direct priključak regulatora punjenja i potom se na mobilnom telefonu potraži regulator punjenja. Kada telefon prepozna regulator punjenja, podaci iz regulatora su dostupni na zaslonu telefona. Programska aplikacija za telefon je besplatna, a Bluetooth sučelje ne košta više od plastične kutije!



Slika 7. Kućište pripremljeno za MPPT nadzornik regulatora punjenja ili BMV nadzornik baterija



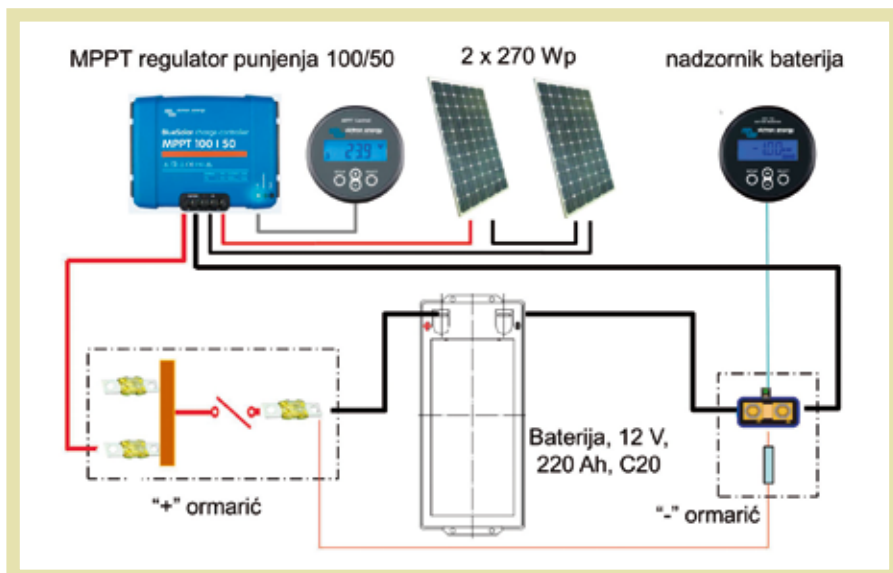
Slika 8. Mogućnost komunikacije pametnog telefona s regulatorom punjenja

Ovim sučeljem moguće je „pokupiti“ na zaslon telefona podatke i s nekoliko regulatora punjenja. Ako se Bluetooth sučelje priključi na VE.direct utičnicu BMV nadzornika baterija, opisanog u ranijim nastavcima serije, tada i s BMV nadzornika baterije možemo očitati podatke na zaslonu telefona. To znači da zaista imamo stanje modula i baterije našeg fotonaponskog sustava „na dlanu“. Dostupne su aplikacije za iOS i za Android operativne sustave mobilnih telefona.

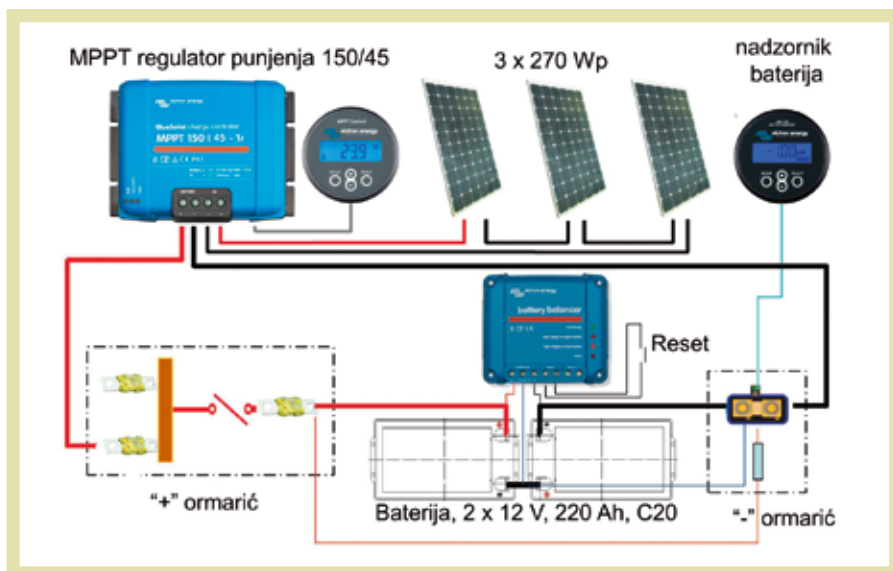
Sheme spajanja

Sada ostaje još samo prikazati sheme spajanja razrađenih sustava na slikama 9., 10. i 11. Primijetite da se koriste i nadzornik baterija i ujednačavač punjenja baterija. Ove uređaje opisali smo u ranijim nastavcima ove serije. Pri ožičenju sustava vodite računa da za DC ožičenje vrijedi pravilo određivanja presjeka vodiča 2A/mm²! Uočite mjerni otpornik nadzornika baterija, servisnu sklopku, topive osigurače...

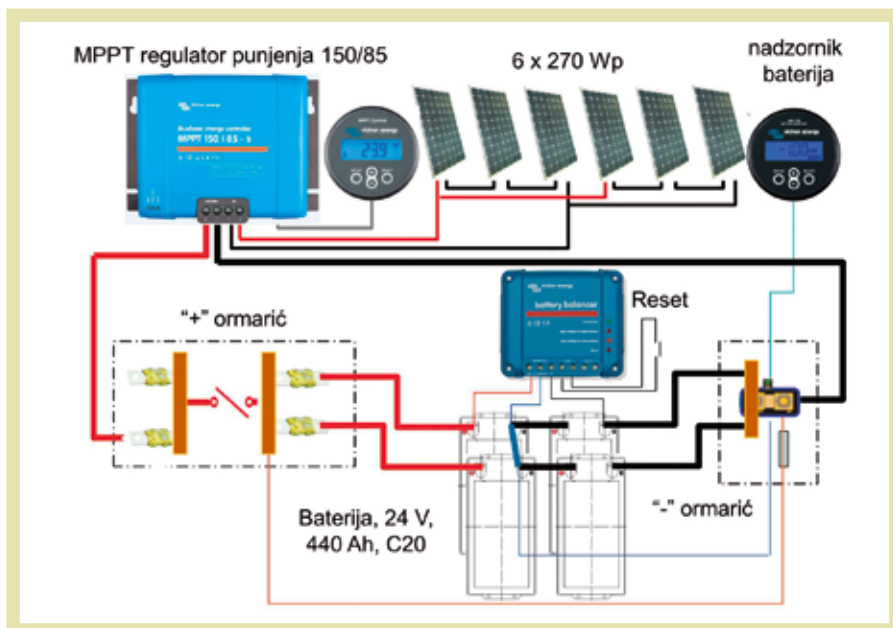
Upravo smo opisali i uskladili 3 sustava. Naučili smo da 12 V baterija traži za svakih 100 Ah struju punjenja od 15A što joj može dati 200 Wp FN modula, dok 24 V baterija traži za svakih 100Ah isto struju punjenja 15A, ali 400 Wp modula. Naučili smo izabrati ispravan punjač za praktički bilo koji modul! No zaneseni radom, kao što to često biva, previdjeli smo jednu malu, ali bitnu činjenicu. Modul snage 270 Wp zahtijeva 1,7 m² prostora bez sjene. Unatoč svom veselju da smo razradili održive sustave, dolazi otrežnjenje. Imamo li na plovilu mjesta za 2, 3 ili čak 6 modula? Ako ne za koliko stvarno imamo mjesta? Ako nemamo mjesta, onda ne možemo zapravo ostvariti baterijski sustav za napajanje trošila plovila u kojemu bi se baterija punila isključivo iz FN modula. Ako broj modula ne određuje opisani postupak usklađenja modula, punjača i potreba baterije, već isključivo raspoloživi prostor na plovilu, onda se potrebna razina struje punjenja kućne baterije i njezino trajanje mora ostvariti korištenjem pomoćnih izvora. Očito, ako je glad za energijom velika, a mjesta na plovilu malo, morati ćemo bateriju opće namjene nadopunjavati iz broskog generatora, odnosno sigurno i iz mreže s obale, ako se ne plovi. No o tome u slijedećem nastavku.



Slika 9. Micro 2 sustav



Slika 10. Mini 3 sustav



Slika 11. Mini 6 sustav



INDUSTRIJA

VAŠ PARTNER U ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr Get Ready. Get Schrack.