

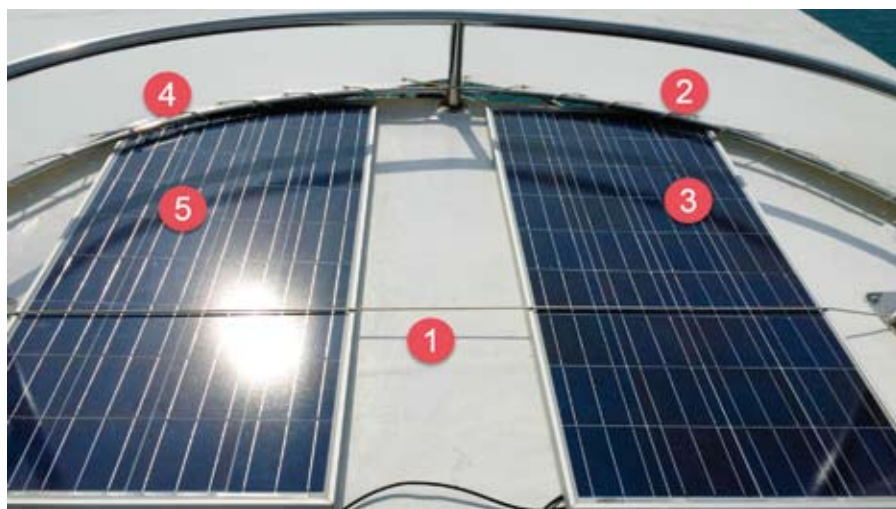


Tekst i foto:
Josip Zdenković,
SCHRACK TECHNIK d.o.o.

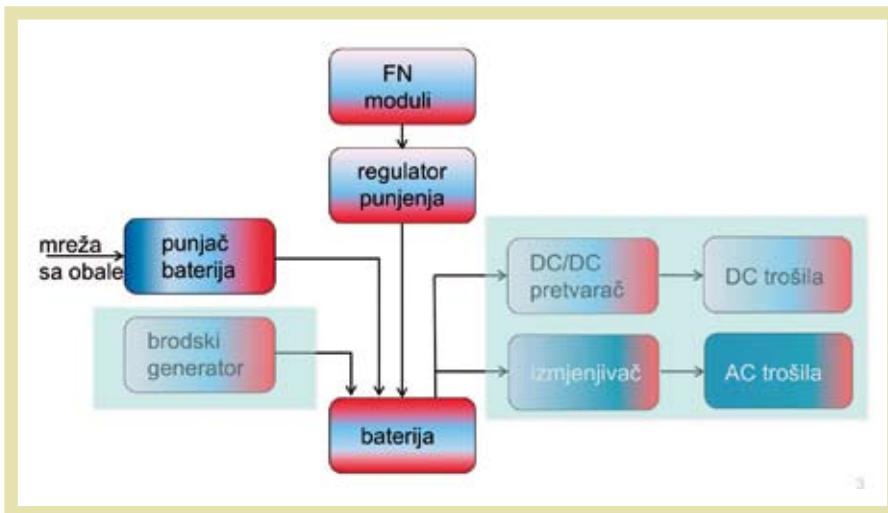
Punjenje baterija energijom s obale

Ne tako davno, detaljno smo prikazali kako se trošila na brodu spajaju na mrežu s obale preko kombinacije zaštitnog prekidača i odgovarajuće RCD sklopke. Nećemo sve ponavljati, no ovo je vrlo bitno: zaštitni vodič spaja se na sabirnicu za izjednačenje potencijala, svi metalni dijelovi broda i električnih uređaja povezani su zasebnim vodičima sa sabirnicom za izjednačenje potencijala. Sabirnica za izjednačenje potencijala broda spaja se na metalni dio broda koji je uvijek u kontaktu s vodom oko broda

Pri osmišljavanju fotonaponskoga sustava za napajanje brodskih trošila u prošlom smo nastavku definirali tri tipske baterijske banke. Polazeći od baterije kao potrošnog i najskupljeg elementa sustava pokušali smo odrediti koliko snage FN modula je potrebno da bi se baterija punila isključivo iz FN modula, a bez pomoćnih izvora energije. Naučili smo kako 12 V baterija traži za svakih 100 Ah kapaciteta struju punjenja od 15 A što joj može dati 200 Wp FN modul. Baterija od 24 V za svakih 100Ah kapaciteta također traži struju punjenja 15 A, ali i 400 Wp modula. U prošlom broju smo namjerno previdjeli



Slika 1. Neodgovarajući način montiranja fotonaponskih modula



Slika 2. Osnovni elementi baterijskog sustava napajanja brodskih trošila

činjenicu kako modul snage 270 Wp zahtijeva 1,7 m² prostora bez sjene!

Kako broj modula najčešće ne određuje postupak usklađenja modula, punjača i potreba baterije, već isključivo raspoloživi prostor na plovilu, tako se potrebna razina struje punjenja kućne baterije brodice mora ostvariti korištenjem pomoćnog izvora. Najjednostavnije je dovesti energiju s obale, čime ćemo se baviti u ovom nastavku.

Kako smo uvodno rekli, razrađeni sustavi Micro 2, Mini 3 i Mini 6, su školski usklađeni, no u praksi ostaju neprimjenjivi. Odnosno nikako ih ne bi trebalo primjenjivati iznalaženjem prostora za montažu modula kako pokazuje slika 1., snimljena pred kratko vrijeme na izletničkom brodu za Kornate!

Na slici 1 vidi se želja da se postavi što veće module na brodicu. No preko modula je povučen konop koji daje direktnu sjenu (1), dio modula je i natkriven tendom i njenim nosačem

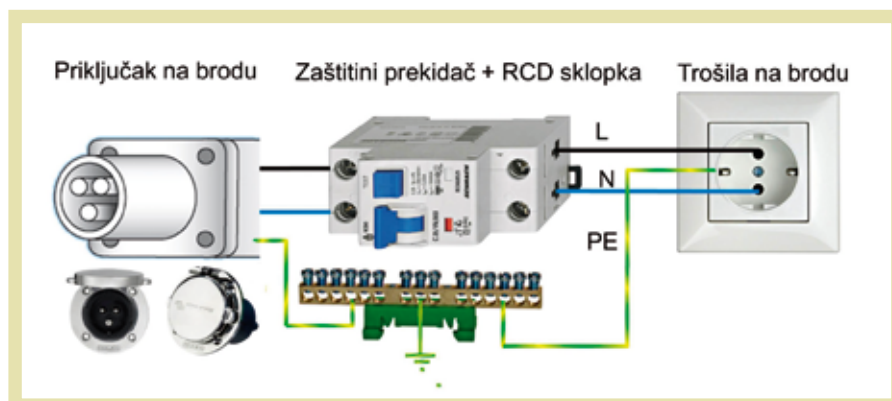
(2) i (4), a metalni dio dodatno pravi sjenu (3) i (5). Ovako zasjenjeni moduli neće davati više od 10% svoje nazivne snage, ako budu uopće išta davali!

Otvaranje sustava prema obalnoj mreži

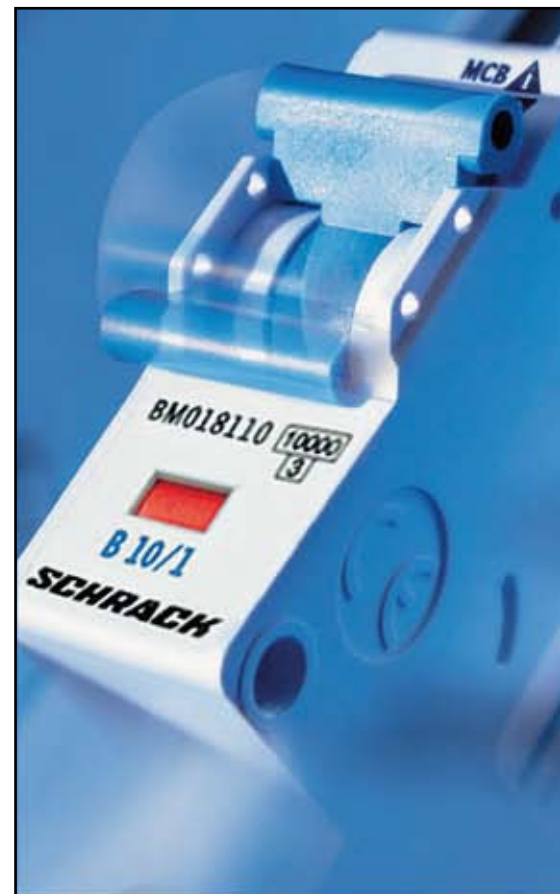
Kako smo duboko svjesni ograničenog prostora na brodicu, naš sustav za napajanje brodskih trošila, prema slici 2, u ovom ćemo članku otvoriti prema mreži na obali.

Time smo odustali od ideje da fotonaponski moduli budu jedini izvor napajanja kućne baterije na brodicu.

Ne tako davno, detaljno smo prikazali kako se trošila na brodu spajaju na mrežu s obale preko kombinacije zaštitnog prekidača i odgovarajuće RCD sklopke. Nećemo sve ponavljati, no ovo je vrlo bitno: zaštitni vodič spaja se na sabirnicu za izjednačenje potencijala, svi metalni dijelovi broda i električnih uređaja povezani su zasebnim vodičima sa sabirnicom za izjednačenje potencijala.



Slika 3. Priključak brodskih trošila na napajanje s obale



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



INTERNET TRGOVINA

Mobilnost sa Live Phone aplikacijom

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.

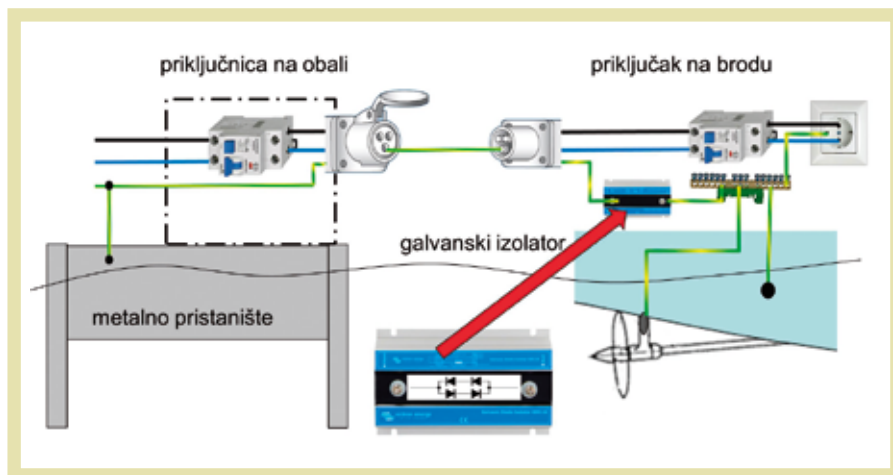
Sabirnica za izjednačenje potencijala broda spaja se na metalni dio broda koji je uvijek u kontaktu s vodom oko broda.

Kad se tako priključimo na struju u pristaništu, preko zaštitnog vodiča dolazi do električne veze metalnih masa pristaništa i metalnih dijelova broda. Kako se i pristanište i brod vrlo često nalaze u morskoj vodi, a razne vrste metala broda i pristaništa su električki povezane zaštitnim vodičem i dodatno slanom vodom, dolazi do galvanskih struja i galvanske korozije, pri čemu žrtvena anoda broda štiti ne samo brod, već i pristanište! Štiteći pristanište žrtvena anoda će se znatno brže trošiti nego bi to bilo u slučaju da štiti samo brod! Koga ovo posebno zanima neka pogleda ranije nastavke serije!

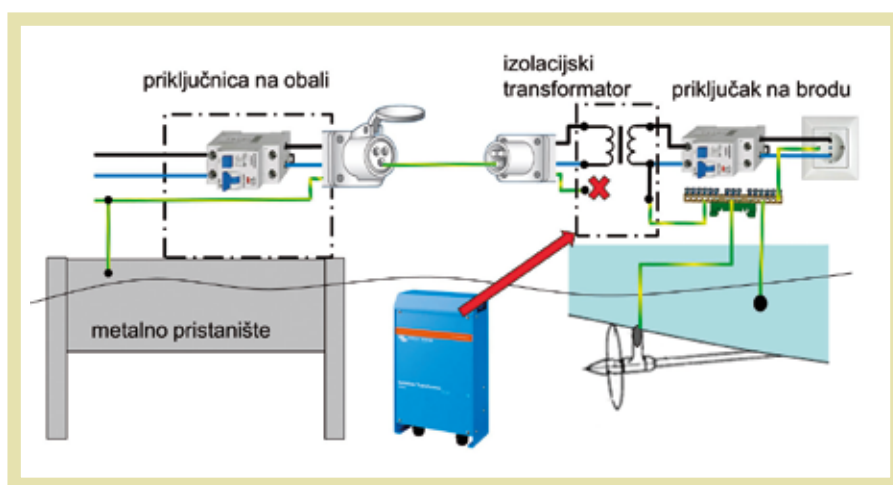
Dakle pri projektiranju priključka brodice na obalu promislite želite li zaštitu od galvanske korozije izvesti kako treba ili ćete to ostaviti za kasnije. U tom slučaju to se obično protegne do nikada, odnosno sve do onoga trenutka dok vam galvanska korozija ne pojede propeler ili neki drugi vitalni podmorski dio brodice.

Priključak preko galvanskog izolatora

Jednostavno rješenje za sprečavanje ubrzane galvanske korozije tijekom priključenja na obalnu mrežu prikazano je na slici 4. Zaštitni vodič s priključka broda spaja se na galvanski izolator na jednom kraju, a drugi kraj galvanskog izolatora spaja se na sabirnicu za izjednačenje potencijala u brodu. Galvanski izolator



Slika 4. Galvanski izolator prekida krug zatvaranja nepoželjne galvanske struje



Slika 5. Izolacijski transformator rješava sve probleme galvanskih struja pri priključku na obalu

je antiparalelni spoj dvije grupe od po dvije u seriju spojene diode. Da bi diode u galvanskom izolatoru provele u bilo kojem smjeru, na njima mora

biti napon veći od 1,4 V, a što je ipak više od istosmjernih galvanskih napona koji se mogu pojaviti između metala na brodu i metala na pristaništu ili pak



Slika 6. Provjera MPPT punjača 100/50 za 1 FN modul 270 Wp i 12 V bateriju

Sustav	Baterija	Optimalna struja punjenja = 15% kapaciteta baterije	Dovoljna struja punjenja baterije = 30 - 25% kapaciteta baterije	Struja punjenja mrežnog punjača	Struja punjenja iz modula 270 Wp	Struja istovremenog punjenja iz modula i iz mrežnog punjača
Micro 1/12/220	12 V, 220 Ah, C20	33 A	27 do 55 A	30 A	270 Wp / (1,1 * 12V) = 20 A	30 + 20 = 50 A
Mini 2/24/220	24 V, 220 Ah, C20	33 A	22 do 55 A	30 A	(2 x 270 Wp) / (1,1 * 24 V) = 20 A	30 + 20 = 50 A
Mini 2/24/440	24 V, 440 Ah, C20	66 A	44 do 110 A	60 A	(2 x 270 Wp) / (1,1 * 24 V) = 20 A	60 + 20 = 80 A

Tablica 1. Kombiniranje mrežnog punjača s manjim brojem FN modula

Sustav	Baterija	Energija u bateriji (kapacitet x Ubat)	Energija za trošila (50% energije u bateriji)	FN moduli	FN punjač	Spoj modula	Mrežni punjač
Micro 1/12/220	12 V, 220 Ah, C20	2640 VAh	1320 VAh	1 x 270 Wp	MPPT 100/50	1 modul	Centaur 12/30
Mini 2/24/220	24 V, 220 Ah, C20	5280 VAh	2640 VAh	2 x 270 Wp	MPPT 100/50	2 modula u niz	Centaur 24/30
Mini 2/24/440	24 V, 440 Ah, C20	10560 VAh	5280 VAh	2 x 270 Wp	MPPT 100/50	2 modula u niz	Centaur 24/60

Tablica 2. Osnovni elementi sustava koji kombiniraju mrežni i punjač iz fotonaponskih modula



susjednom nezaštićenom brodu. Tako se prekida strujni krug nepoželjnih istosmjernih galvanskih struja. Važno je uočiti da ovaj galvanski izolator ne predstavlja izolaciju za izmjenične napone i struje, koje su opasne po život, i u tom smislu se ne narušava povezivanje metalnih masa broda i obalnog zaštitnog uzemljenja, odnosno ne narušava se djelovanje zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali i brodu!

No što ako u jeftinom galvanskom izolatoru dođe do uništenja dioda? Brod je tada, naravno, zaštićen od galvanskih struja jer nema spoja sabirnice za izjednačenje potencijala i obalnog zaštitnog vodiča. No cjelokupna instalacija na brodu ostaje nezaštićena od indirektnog dodira dijelova pod naponom, a tu novu vrstu opasnosti nitko ne primjećuje i ne signalizira...

Priključak preko izolacijskog transformatora

Upravo iz maločas spomenutih razloga primjena izolacijskog odvojnog transformatora predstavlja pravi način odvajanja instalacije broda od obale u smislu sprečavanja galvanskih struja i najvišeg stupnja sigurnosti ljudi na brodu. Taj transformator prenosi napon s obale u omjeru 1:1, ali sekundarni izlazi transformatora su potpuno odvojeni od primarnih izvoda, i na taj način osiguravaju galvansko odvajanje. Taj slučaj prikazan je na slici 5. Izolacijski transformator na primaru tj. na obalnoj strani prihvaća zaštitni vodič i on se spaja na predviđenu stezaljku, no ona nije nikamo dalje spojena. Na sekundarnoj strani, strani broda, jedan izvod izolacijskog transformatora se uzemljuje na sabirnicu za

izjednačavanje potencijala. Na sabirnicu za izjednačavanje potencijala spaja se i metalno kućište izolacijskoga transformatora.

Kvalitetni izolacijski transformator u sebi sadrži i napravu za mekani start kako bi se spriječio fizikalno potpuno očekivani i uobičajeni kratkotrajni porast struje pri priključenju transformatora na mrežu, što može biti i do deseterostruko više od nazivne struje. Taj kratkotrajni porast struje gotovo bi sigurno prouzročio ispad nadstrujnih zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali. No taj ispad zaštitnih uređaja je potpuno nepotreban, budući da je to normalno ponašanje transformatora pri priključenju. Priključenjem izolacijskog transformatora uz pomoć uređaja za mekani start koji je ugrađen u njega, spriječeni su neželjeni ispadi zaštitnih uređaja u priključnom ormariću na obali.

Punjač baterija

Kako izabrati punjač baterija, ako dozvolimo paralelno korištenje fotonaponskog modula i punjenje baterije iz mreže? Naime, skućeni prostor tjera nas na postavljanje manje površine fotonaponskih modula nego što je potrebno da oni sami pune baterije. Prvo što treba uočiti je kako baterija „ne zna“ tko je, i otkuda puni, dakle jednu baterijsku banku može se istovremeno puniti iz više izvora. Pametni punjači će sami mijenjati svoje algoritme i faze punjenja prateći porast napona baterije, i tako bateriji osigurati ono što joj treba. U tablici 1 smo tako opet krenuli od tri zadane baterijske banke. Prema bateriji smo odredili optimalnu i dozvoljenu struju punjenja baterije. Potom smo uz korištenje 1

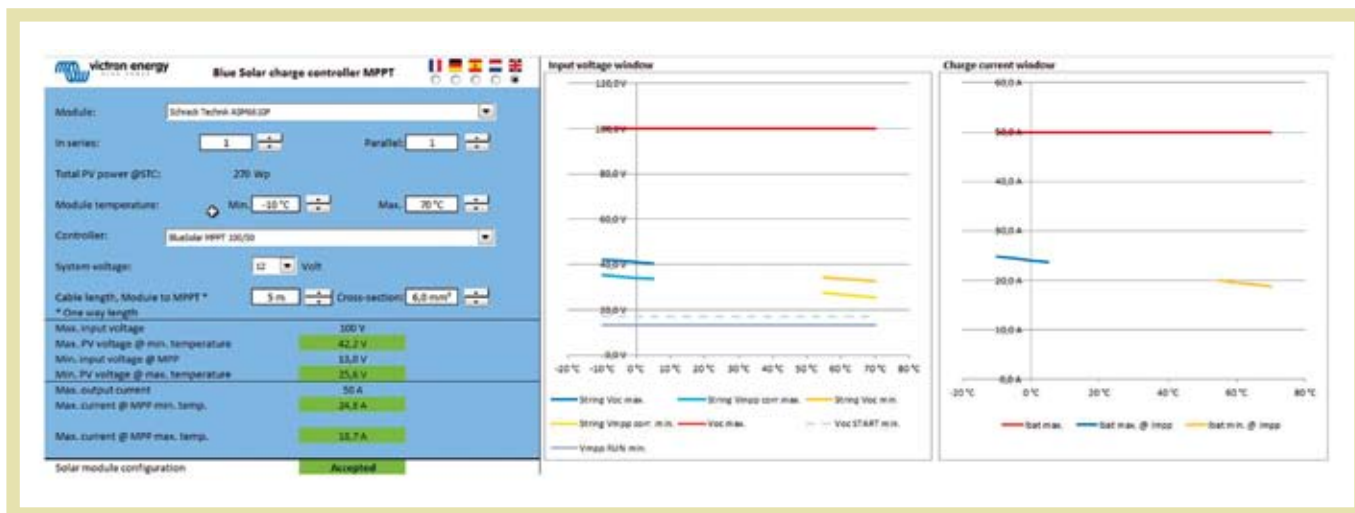
SCHRACK POSLOVNICE I
PRODAJNO - SKLADIŠNI PROSTORI U:
ZAGREBU - OSIJEKU - RIJECI - SPLITU.

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI

SCHRACK
TECHNIK

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



Slika 7. Provjera MPPT punjača 100/50 za 2 FN modul 270 Wp i 24 V bateriju

do maksimalno 2 modula, za koliko će se na brodu ipak naći mjesta, pokušali odrediti mrežni punjač. Tako smo se u najmanjem sustavu odlučili samo na 1 FN moduli punjač od 30 A, 12 V. U srednjem sustavu smo se odlučili za 2 FN modula i punjač od 30 A, 24 V. U najvećem sustavu odlučili smo se opet samo za dva modula, ali za punjač baterija od 60 A, 24 V. Ako rade zajedno, punjači neće izaći izvan dozvoljene struje punjenja konkretne baterije, a kada mrežni punjač radi sam, on je vrlo blizu optimalne struje punjenja baterije! Tako smo uparili smanjeni broj modula s odgovarajućim mrežnim punjačem i projektnim pristupom osigurali dugovječnost baterije.

U Tablici 2 vidi se kako smo osim definiranja mrežnog punjača (model Centaur) za sva tri sustava proveli i ponovni izbor MPPT regulatora punjenja tj. fotonaponski punjač. Sva tri sustava imaju isti fotonaponski punjač. Na slikama 6 i 7 pokazana je provjera usklađenosti MPPT punjača i fotonaponskog modula u konkretnom sustavu.



Slika 8. Punjači baterija Centaur, detalj ovjesa punjača

Dio A se pričvrsti na zid, potom se Centaur objesi na dio A, a kućište se na području B fiksira na zid.

Punjači Centaur rade s izmjeničnim ulaznim naponom od 90 do 265 VAC (50 ili 60 Hz), ali i istosmjernim ulaznim naponom 90 do 400 VDC. U udarnoj fazi punjenja punjači rade s maksimalnom nazivnom strujom sve dok ona prirodno ne opadne do 70% nazivne. Tada ulaze u četverosatnu apsorpcijsku fazu pri čemu se napon zadržava na konstantnoj razini, a struja punjenja prirodno sve više opada. Po završetku apsorpcijske faze punjač postavlja napon mirovanja. Na slici 9 je prikazana karakteristika punjenja u 3 stupnja. Punjač se može podesiti za nekoliko karakterističnih tipova baterija. Sadrži također i temperaturne senzore pomoću kojih smanjuje napon punjenja pri porastu temperature okoline zbog smanjenja plinjenja u baterijama pri kraju punjenja. Nazivna struja punjača može se podijeliti za punjenje ukupno 3 nezavisne baterije, pri čemu svaki izlaz može dati punu nazivnu struju ako je samo jedna baterija spojena, slika 10.

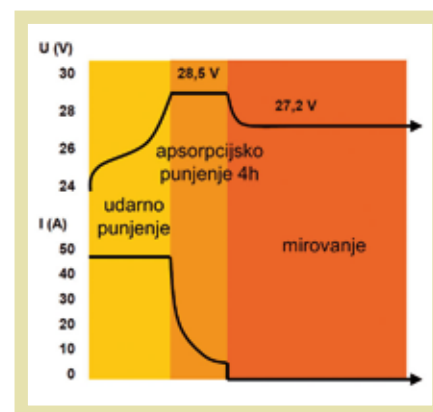
I na kraju slijede još slike sustava nadopunjenih mrežnim punjačem, ali uz smanjeni broj fotonaponskih modula; slika 11., slika 12., i slika 13.

Zaključak

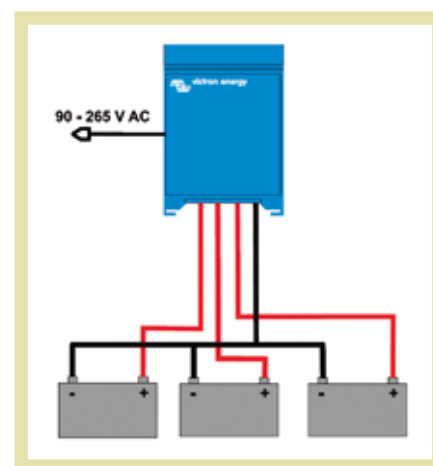
Kako je glad za energijom na brodicu neutaživa, definirana i ograničena kroz 50% raspoloživog kapaciteta olovnih baterija, a mjesta na plovilu ima vrlo malo, morali smo odustati od koncepta punjenja baterija isključivo iz fotonaponskih modula.

Smanjenje broja modula kompenzirali smo priključenjem sustava na energiju s obale i uvođenjem mrežnih punjača.

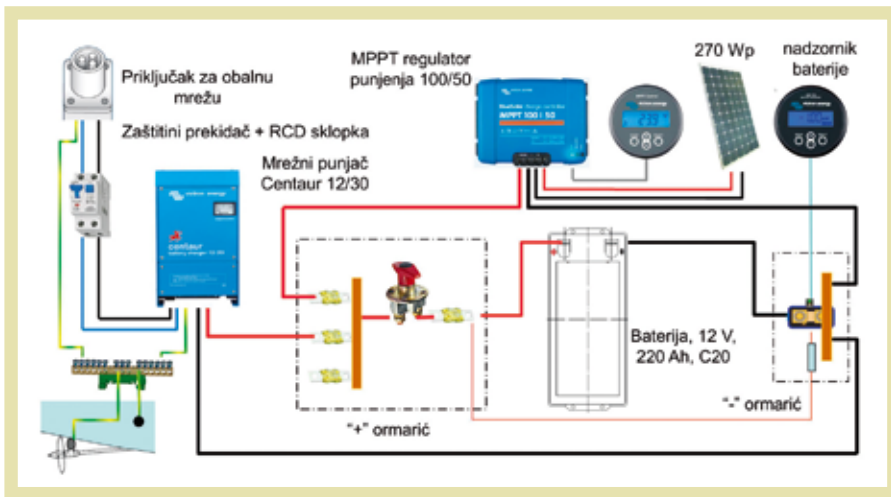
U sljedećem nastavku u naš sustav dodat ćemo i startnu bateriju. I nju moramo nekako puniti! Najčešće



Slika 9. Karakteristika punjenja punjača Centaur



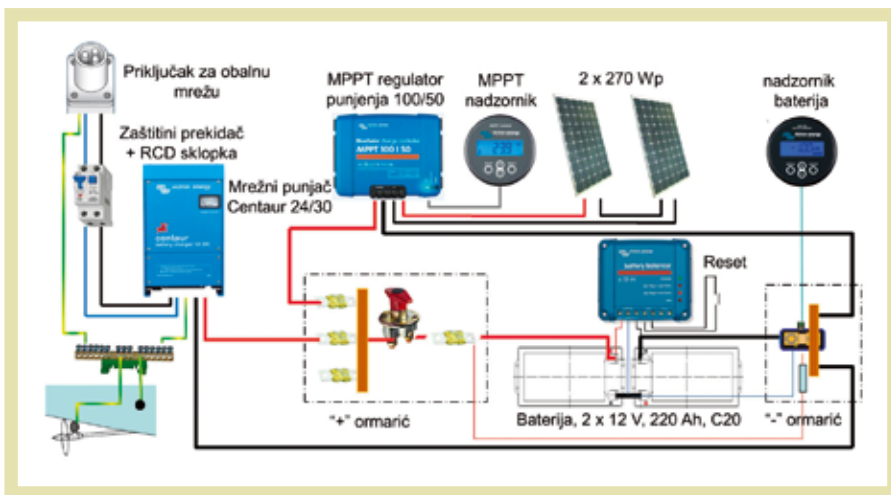
Slika 10. Punjač Centaur može puniti do 3 odvojene baterijske banke



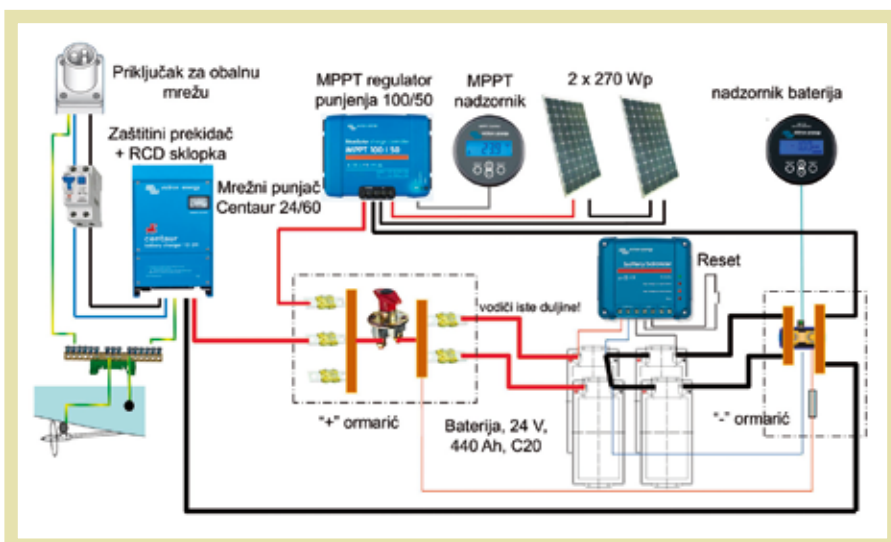
Slika 11. Sustav Micro 270 Wp/30 A/12 V/220 Ah

motor ima neki generator za punjenje startne baterije. Kada, da li i kako spojiti startnu i kućnu bateriju? Potom slijedi spajanje izmjenjivača za izmjenična

trošila, DC-DC pretvarači za istosmjerna trošila, punjači s 4 stupnja punjenja... No o svemu tome bit će više riječi kada i to dođe na red...



Slika 12. Sustav Mini 540 Wp/30 A/24 V/220 Ah



Slika 13. Sustav Mini 540 Wp/60 A/24 V/440 Ah