



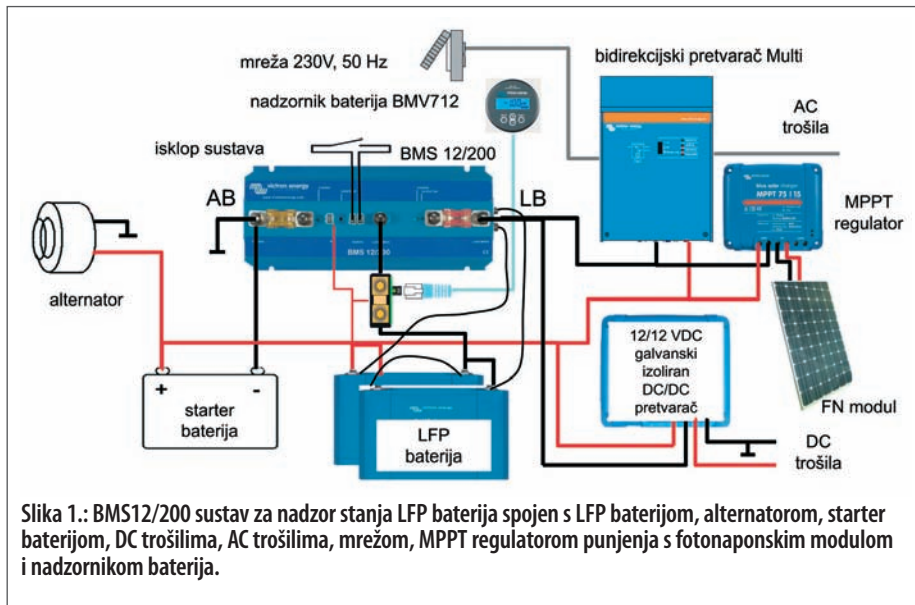
MINI BMS UREĐAJ ZA NADZOR LFP BATERIJA

Tekst i foto: **Josip Zdenković**

U seriji o fotonaponskim sustavima na plovilu u dva prethodna nastavka smo se upustili u upoznavanje Li-ion baterija. Komercijalno dostupna i tehnološki dokazano stabilna izvedba je LiFePO₄ litij-željezo-fosfat baterija (skraćeno LFP baterija). LFP baterije su osjetljive na pretjerano pražnjenje i prepunjavanje. Ako napon na ćeliji padne ispod 2,5 V, dakle u osnovnoj bateriji s 4 ćelije ispod 10V, u većini slučajeva ćelija

će se nepovratno uništiti. Isto će se dogoditi i ako napon na ćeliji preraste 4,2 V, dakle u osnovnoj bateriji 16,8 V. Previsok napon na ćeliji je posebno opasan jer može izazvati eksploziju. Važno je znati i da se u procesu punjenja LFP baterija ne događa samoujednačavanje ćelija, a kako i same ćelije nisu nikada proizvodno potpuno jednake, uvijek će neka ćelija postati prepunjena ili potpuno ispražnjena prije ostalih što može dovesti do uništenja cijele baterije iako

je napon punjača pri punjenju i napon baterije pri pražnjenju u granicama dozvoljenog! Stoga LFP baterije moraju imati uređaj (u sebi integriran ili izveden posebno) za nadzor stanja baterije (engl. battery management system, kratica : BMS). BMS vodi računa o svakoj ćeliji posebno za vrijeme punjenja. Ako bi pri punjenju napon neke ćelije porastao preko dozvoljene granice, BMS će dati signal za isključenje punjenja baterija i tako spriječiti razaranje te ćelije, odnosno



Slika 1.: BMS12/200 sustav za nadzor stanja LFP baterija spojen s LFP baterijom, alternatorom, starter baterijom, DC trošilima, AC trošilima, mrežom, MPPT regulatorom punjenja s fotonaponskim modulom i nadzornikom baterija.

Ovaj jednostavni sustav ima ograničenje kroz primjenu samo 12,8V LFP baterija i stoga je u konačnici za sustave malih snaga i napona 12V. Za veće sustave potrebno je LFP baterije spojiti u seriju kako bi se dobio viši napon i naravno po potrebi u paralelu, ako se želi veći kapacitet baterije.

uništenje baterije. BMS će voditi računa i prilikom pražnjenja baterije, tj. dat će nalog za odspajanje trošila ako bi na nekoj ćeliji napon pao ispod razine dozvoljenog. U samoj bateriji se uz svaku ćeliju nalazi sklop za ujednačavanje napona ćelije koji osim funkcije ujednačavanja napona stalno mjeri napon i temperaturu pojedine ćelije. Sklop za ujednačavanje napona ćelija u samoj bateriji vodi računa da one ćelije koje se pune „brže“ pričekaju one koje se pune „sporije“. Sve kako bi se na kraju punjenja sve ćelije naponski ujednačile do razlike od 10 mV! Preporučeni napon punjenja je 14 do 14,4 V (optimalno 14,2 V). Preporučeni napon mirovanja, dakle kada baterija nema niti ulaza niti izlaza struje je 13,5 V. Baterije bi bilo dobro jednom mjesečno puniti s 14 do 14,4 V kako bi se ćelije pouzdano ujednačile. Preporučena ustaljena struja pražnjenja je do 1C, a ustaljena struja punjenja do 0,5 C.

U prošlom nastavku opisali smo i jedan jednostavan, početnički fotonaponski sustav s LFP baterijom. Srce tog sustava je BMS12/200. (slika 1.)

Sa strujom alternatora do maksimalno 80A može se optimalno puniti LFP baterija 160 do 200Ah. (preporučena struja punjenja LFP baterije pod nadzorom BMSa je manja ili jednaka 0,5C). Preporučena struja pražnjenja je do 1C, dakle za bateriju 200Ah to je do 200A. Na bateriju 200Ah, 12,8 V, možemo priključiti izmjenjivač snage do cca 2000 VA. Pri dimenzioniranju izmjenjivača to je granična vrijednost snage za ovaj BMS i ona mora biti odgovarajuće manja ako se istovremeno očekuje i neka snaga DC potrošnje. LFP baterija 200Ah pod nadzorom BMSa se može prazniti maksimalno s 500 A vršno, dakle gotovo ne moramo voditi računa o vršnoj struji pražnjenja kraćega trajanja. Moramo voditi računa samo o kapacitetu baterije i koliko dugo



SCHRACK STORE

Tisuće artikala na raspolaganju spremnih za preuzimanje



INTERNET TRGOVINA

Iz ureda ili u pokretu

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.



Slika 2.: Mini BMS- uređaj za nadzor LFP baterija.

će naša trošila dobivati energiju pri projektiranoj trajnoj struji pražnjenja. Punjenje baterije samo preko fotonaponskog (FN) modula od 250 Wp će u prosječnom ljetnom danu dati cca 1 kWh energije u bateriju. U bateriji je spremljeno cca 2,4 kWh. Dakle u ovom sustavu bismo mogli po potrebi priključiti još jedan do dva MPPT 75/15 regulatora, svaki sa svojim modulom i tako bi nam se LFP baterija mogla gotovo potpuno puniti iz FN modula, praktički bez potrebe punjenja iz alternatora. Ovaj jednostavni sustav ima ograničenje kroz primjenu samo 12,8V LFP baterija i stoga je u konačnici za sustave malih snaga i napona 12 volti. Za veće sustave potrebno je LFP baterije spojiti u seriju kako bi se dobio viši napon i naravno po potrebi u paralelu, kako bi se dobio veći kapacitet baterije.

U ovom nastavku upoznat ćemo Mini BMS – uređaj za nadzor LFP baterija (slika 2). Zašto se zove Mini BMS? Zato što nema u svojim priključcima integritan VE.bus pa ne

može upravljati radom bidirekcijskih pretvarača Multiplus i Quattro. Iako ne može upravljati ovim „velikim i ozbiljnim uređajima“ idemo vidjeti čime uređaj koji košta svega 350 kn može upravljati i kakve sve sustave oko LFP baterija možemo s njime formirati!

Mini BMS ima dva M8 priključka za povezivanje s LFP baterijom/baterijama preko kojih komunicira s elektroničkim sklopovima povezanim uz svaku pojedinu ćeliju u bateriji, prateći tako njezino stanje napona i temperature. Ako je spojeno više baterija u slog, bilo serijski, bilo paralelno, bilo i serijski i paralelno, tada je potrebno, bez posebno zadanog redoslijeda, serijski povezati sve komunikacijske priključke LFP baterija u jedan krug koji počinje i završava na Mini BMS-u.

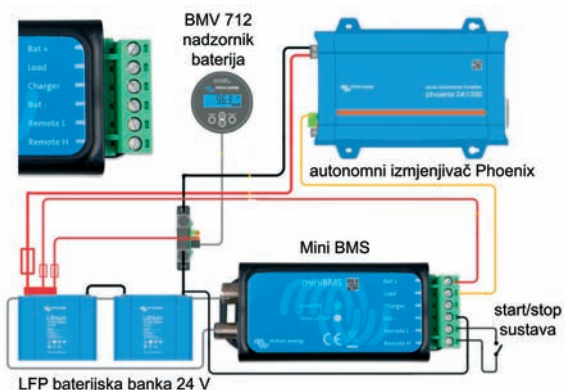
Mini BMS ima dva upravljačka izlaza:

- **Load** : izlaz za isključenje trošila. Ovaj izlaz je uobičajeno visoko, a postaje otvoren u slučaju pretjeranog pražnjenja, odnosno približavanja donjoj dopuštenoj naponskoj razini

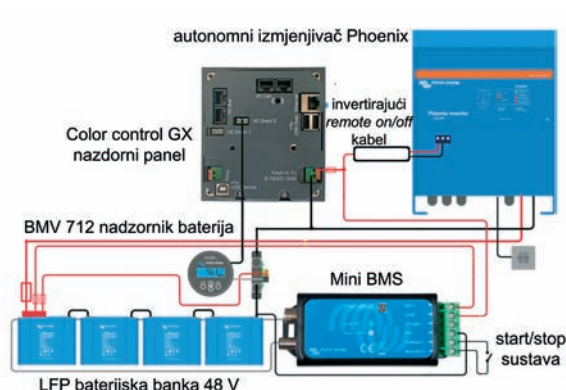
napona ćelija u bateriji. Maksimalna struja ovog izlaza je 1 A i izlaz nije osiguran od kratkog spoja. Ovaj izlaz može biti korišten za upravljanje relejem koji će isključiti trošilo, za upravljanje „remote on/off“ ulazom uređaja za zaštitu baterija Battery protect (Battery protect smo već opisali u ovoj seriji – radi se o upravljivom poluvodičkom ventilu, ili razumljivije, o elektroničkoj sklopici), za upravljanje „remote on/off“ ulazom izmjenjivača ili DC/DC pretvarača.

- **Charger** : izlaz za isključenje punjača. I ovaj izlaz je uobičajeno visoko, a postaje otvoren u slučaju pretjeranog punjenja, odnosno približavanja gornjoj dopuštenoj naponskoj razini napona ćelija u bateriji, ili približavanja temperaturnoj granici ćelija. Maksimalna struja ovog izlaza je 10 mA. Charger izlaz nije pogodan za napajanje induktivnog tereta poput zavojnice releja! Ovaj izlaz može upravljati „remote on/off“ ulazom punjača, ili upravljačkim ulazom Cyrix-Li-Charge releja ili upravljačkim ulazom Cyrix-Li-ct releja.

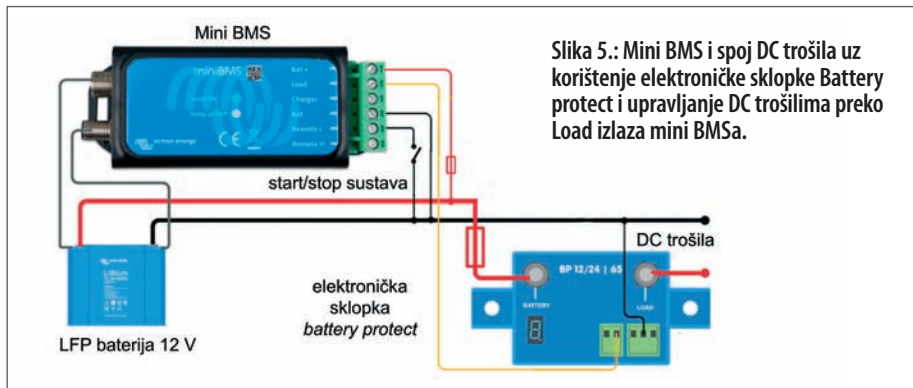
Mini BMS ima i dva upravljačka ulaza: „Remote L“ i „Remote H“. Preko ova dva ulaza može se proizvesti interni nalog u Mini BMS-u za uključivanje ili isključivanje sustava, takozvani „System on/off“ nalog. „System on/off“ nalog pak djeluje na izlaze Charger i Load tako da ih može oba isključiti, tj. odspojiti s visoke razine. To je zapravo nalog da se isključi i punjenje i pražnjenje baterije



Slika 3.: Mini BMS i spoj izmjenjivača uz upravljanje izmjenjivačem izravno preko Load izlaza Mini BMSa i „remote on/off“ ulaza izmjenjivača.



Slika 4.: Mini BMS i spoj izmjenjivača uz upravljanje izmjenjivačem preko Load izlaza Mini BMSa i „invertirajućeg remote on/off“ kabela i „remote on/off“ ulaza izmjenjivača.



Slika 5.: Mini BMS i spoj DC trošila uz korištenje elektroničke sklopke Battery protect i upravljanje DC trošilima preko Load izlaza mini BMSa.

na uređajima koji pune i prazne bateriju!

„Remote L“ i „Remote H“ se mogu iskoristiti tako da se između njih postavi sklopka ili se može samo „Remote H“ spojiti sklopkom na + sustava, ili se pak „Remote L“ može spojiti samo sklopkom na – sustava. U sva tri slučaja, a izabirete naravno samo jedan, rezultat je isti: postavlja se interni nalog Mini BMS-a „System on/off“ kojim se može isključiti i punjenje i pražnjenje baterije.

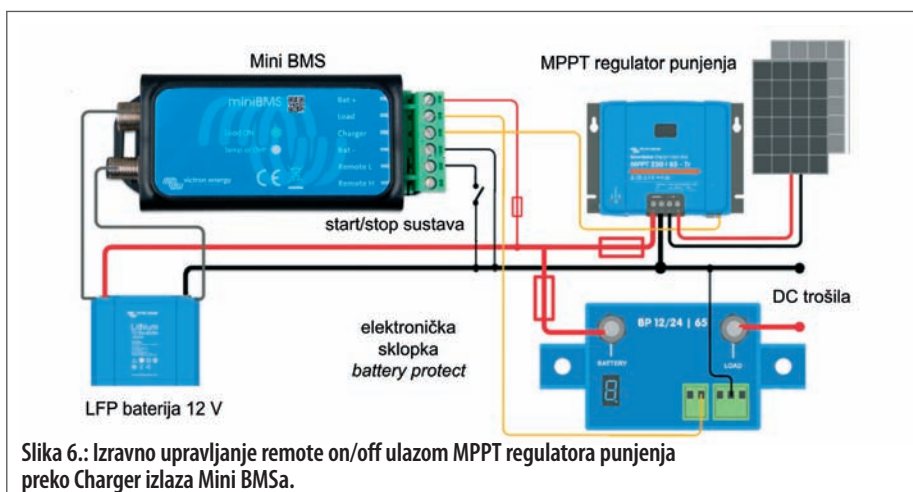
MINI BMS IMA DVA LED POKAZIVAČA

- Load ON (plavi): Load izlaz Mini BMSa je visoko (napon ćelija >2.8 V), tereti se napajaju iz baterije
- Temp or OVP (crveni): Charger izlaz Mini BMSa je otvoren (zbog temperature neke ćelije > 50°C ili temperature neke ćelije <5 °C ili pak previsoke razine napona neke ćelije).

I ovdje treba napomenuti da kada Mini BMS odspoji preko svojeg izlaza

trošila u sustavu, tada u primjerice 100 Ah bateriji ostaje još svega 1 Ah prije njezinog nepovratnog uništenja. Ako su na bateriju spojeni izravno i nekontrolirano neki, pa i najmanji potrošači, baterija se može uništiti iako je BMS odradio nalog za isključenje velikih trošila i velika trošila su po tom nalogu bila isključena. Struja od 10mA može tako uništiti 200 Ah LFP bateriju ako tih 10 mA ostane neisključeno kroz 8 dana od prorade Load izlaza Mini BMS-a!

Mini BMS je predviđen za napajanje od 8 do 70 V DC. Kada je izlaz Load aktiviran, tj postaje otvoren i dan je nalog trošilima da se isključe, tada Mini BMS uzima svega 2 mA iz baterije. Kada je sustav , a time i Mini BMS, isključen preko Remote L i/ili Remote H ulaza on još uvijek troši 1,5 mA iz baterije. Ovo treba imati u vidu kroz činjenicu da ako imamo 200 Ah LFP bateriju i mini BMS kao jedino izravno spojeno trošilo tada je baterija u opasnosti od uništenja nakon cca 40

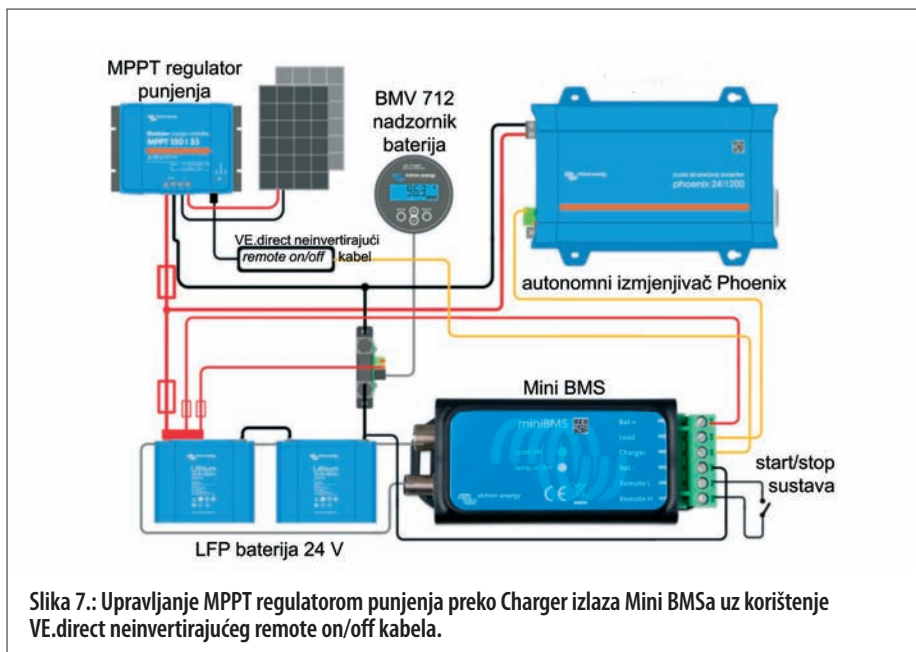


Slika 6.: Izravno upravljanje remote on/off ulazom MPPT regulatora punjenja preko Charger izlaza Mini BMSa.

Infografika prikazuje različite aplikacije baterija u električnim sustavima. Svaka aplikacija je prikazana u krugu s crvenom etiketom:

- OBNOVLJIVI IZVORI**: Prikazuje solarne ploče.
- SUSTAVI**: Prikazuje zeleni strehni znak.
- ZGRADARSTVO**: Prikazuje unutrašnjost zgrade.
- IT**: Prikazuje serverni sustav.
- KABELI**: Prikazuje optičke kabele.
- RASVJETA**: Prikazuje LED rasvjetne trake.
- ENERGIJA**: Prikazuje baterijsku bateriju.
- INDUSTRIJA**: Prikazuje industrijski stroj.

Na dnu infografike nalazi se tekst: **VAŠ PARTNER U ELEKTROTEHNICI** i logo **SCHRACK TECHNIK** s adresom www.schrack.hr i sloganom **Get Ready. Get Schrack.**



Slika 7.: Upravljanje MPPT regulatorom punjenja preko Charger izlaza Mini BMSa uz korištenje VE.direct neinvertirajućeg remote on/off kabela.

dana po proradi izlaza Load, unatoč činjenici da su velika trošila u tom periodu od 40 dana isključena!

ISKLUČENJE DC TROŠILA PREKO IZLAZA LOAD.

Oni vještiji elektroničari će sada prepoznati zašto „Load“ izlaz pri proradi ostaje otvoren, dakle po odspajanju s visoke razine nije pritegnut na nisku. To je upravo zbog smanjenja struje iz baterije u slučaju da je napon neke ćelije već prenizak i da je izdan nalog za odspajanje trošila!

DC trošila koja imaju „remote on/off“ ulaz koji aktivira trošila kada je ulaz visoko i koji isključuje trošilo kada

je ulaz otvoren, mogu biti izravno upravljana s Mini BMS izlazom Load (slika 3.).

DC trošila koja imaju „remote on/off“ ulaz koji aktivira trošila kada je ulaz nisko i koji isključuje trošilo kada je ulaz visoko, isto mogu biti izravno upravljana s Mini BMS izlazom, ali uz korištenje „invertirajućeg remote on/off“ kabela (slika 4.). Na ovoj slici uočite i kako je spojen nadzorni panel preko izlaza Load koji ima dozvoljeno strujno opterećenje od 1A. Mana ovog spoja je što po isključivanju trošila gubimo i daljinski nadzor preko nadzornog panela Color control GX. Ali primijetimo da su i Mini BMS i

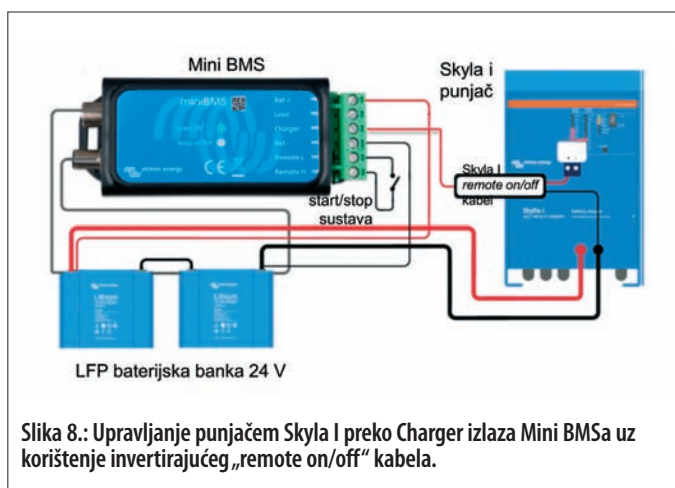
nadzornik baterija BMV 700 spojeni trajno na LFP bateriju. No Color control je ipak malo značajniji potrošač energije, na 48 V troši 40 mA i zato ga upravo želimo isključiti ako je napon baterije prenizak i prijeti razaranje baterije.

ISKLUČENJE DC TROŠILA PREKO IZLAZA LOAD I BATTERY PROTECT UREĐAJA

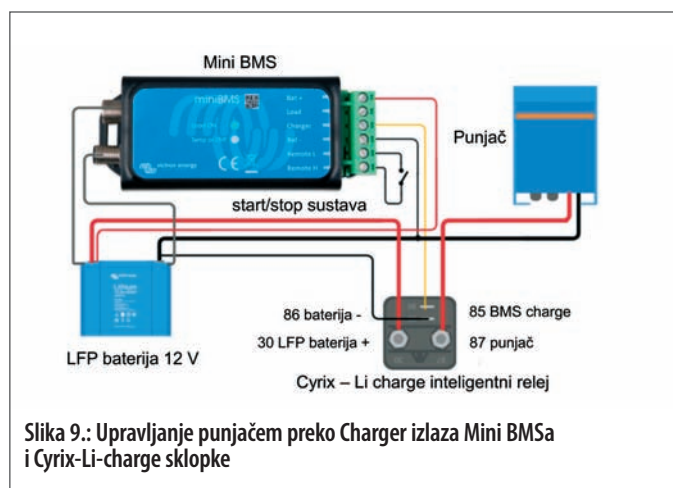
Kada se koristi uređaj Battery protect za zaštitu baterije od pretjeranog pražnjenja kao upravljana elektronička sklopka za isključenje trošila, tada će se trošila isključiti kada napon baterije padne ispod dopuštene razine, ili kada remote on/off ulaz uređaja Battery protect postane otvoren. Mini BMS može stoga preko izlaza „Load“ izravno upravljati ulazom „remote on/off“ uređaja Battery protect (slika 5.)! Za razliku od releja ili sklopnika, pa čak i običnog cyrix releja, Battery protect sklopka može uključiti teret koji ima kondenzator na svom energetsom ulazu i koji će u startu potegnuti visoke struje, (izmjenjivači ili DC/DC pretvarači).

ISKLUČENJE PUNJAČA LFP BATERIJA PREKO IZLAZA CHARGER

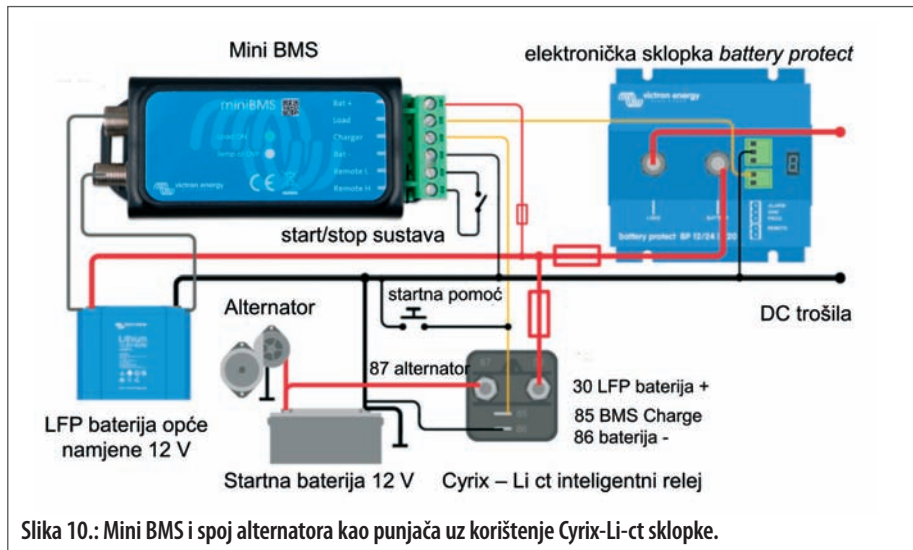
Izlaz Charger na Mini BMS-u je uobičajeno visoko i postaje otvoren u slučaju pretjeranog punjenja, odnosno približavanja gornjoj dopuštenoj naponskoj razini napona ćelija u bateriji ili približavanja temperaturnoj granici ćelija. Punjači LFP baterija koji imaju remote on/off ulaz koji aktivira



Slika 8.: Upravljanje punjačem Skylia I preko Charger izlaza Mini BMSa uz korištenje invertirajućeg „remote on/off“ kabela.



Slika 9.: Upravljanje punjačem preko Charger izlaza Mini BMSa i Cyrix-Li-charge sklopke



punjač kada je ulaz visoko (privučen na napon baterije) i isključuje punjač kada je ulaz otvoren (plivajući), mogu iz Mini BMSa biti izravno upravljani izlazom Charger (slika 6.).

MPPT regulatori i punjači baterija koji imaju remote on/off ulaz koji aktivira punjač kada je ulaz nisko (privučen na - baterije) i isključuje punjač kada je ulaz otvoren (plivajući), mogu iz Mini BMSa biti izravno upravljani izlazom Charger, ali uz korištenje invertirajućeg remote on/off kabela.

MPPT regulatori punjenja baterija koji imaju nemaju poseban remote on/off ulaz za upravljanje punjačem isto mogu iz Mini BMSa biti izravno upravljani izlazom Charger, ali uz korištenje VE.direct neinvertirajućeg remote on/off kabela (slika 7.). Primijetite da se tada zauzima komunikacijsko VE.Direct sučelje u tu svrhu.

Neki punjači moraju imati poseban kabel kojim se može njima upravljati iz mini BMSa, kao na primjer Skyla – I na slici 8.

Alternativno se može upotrijebiti i inteligentna jednosmjerna elektronička sklopka Cyrix-Li-Charge. Cyrix-Li-Charge sklopka se umeće između punjača i LFP baterije. Ona će se sama uključiti kada je na strani punjača prisutan napon, no punjač će uvijek moći biti isključen izravno preko izlaza Charger Mini BMSa koji se priključuje na upravljački ulaz Cyrix-Li-Charge sklopke (slika 9.).

PUNJENJE LFP BATERIJE IZ ALTERNATORA

Ako se LFP baterija želi puniti iz alternatora, tada se preporučuje primjena Cyrix Li-ct elektroničke sklopke (slika 10). Mikroprocesorski upravljana Cyrix Li-ct sklopka mjeri i trajanje i trend napona uz pomoć čega je moguće izbjeći neugodno učestalo uklapanje i isklapanje koje bi se događalo da se uklapanje i isklapanje oslanja samo na mjerenje iznosa napona.

ZAKLJUČAK

U ovom nastavku smo opisali mini BMS – nadzorni uređaj za LFP baterije. Upoznali smo kako se mogu iskoristiti Load i Charger izlazi za upravljanje pražnjenjem i punjenjem LFP baterije, a da bismo bateriju uvijek držali u dozvoljenom području, jer svako izmicanje LFP baterije iz dozvoljenog područja znači gotovo sigurno i njezino uništenje. Nadamo se da smo vas preciznim unošenjem u detalje shema uspjeli ohrabriti kako i s LFP baterijama zapravo nije problem napraviti „vlastitu“ shemu. No kako smo rekli, pričekajte sa „svojom“ shemom još nekoliko nastavaka. U sljedećem nastavku opisat ćemo i BMS koji može upravljati i bidirekcijskim pretvaračima serije Multi i Quattro, dakle sadrži VE.bus priključak, a s njima se mogu izvesti i najsloženiji sustavi. Potom će slijediti opis i nekoliko konkretnih, od proizvođača opisanih i provjerenih realizacija. I onda ste „zreli“ za svoja rješenja.

josp.zdenkovic@schrack.hr



SCHRACK
TECHNIK

VAŠ PARTNER U
ELEKTROTEHNICI



victron energy
BLUE POWER
OFFICIAL DISTRIBUTOR

www.schrack.hr

Get Ready. Get Schrack.