



Your complete power solutions.

HET GEBRUIK VAN LIFEPO4 ACCU'S OP BOTEN

(en op soortgelijke manier in campers, caravans enz.)



www.ev-power.eu

In dit artikel omschrijven we karakteristieke oplossingen en verstrekken we belangrijke informatie ten behoeve van het betrouwbare en langdurige gebruik van systemen met LiFePO4 accu's op boten. Uit communicatie met klanten is ons bekend dat vooral de problematiek van parallelle (boord-) accu's en hun bescherming tegen kritieke spanningswaarden aandacht behoeft. Het thema wordt behandeld in een voor de leek/gebruiker begrijpelijke vorm, zodat deze in staat wordt gesteld te bepalen welke oplossing voor hemzelf het meest geschikt is. We adviseren de eigenlijke installatie van de accu te laten plaatsvinden onder toezicht van een deskundige persoon met een elektrotechnische opleiding en met ervaring met de montage van accu-systemen.



Minder lawaai	3
Geen vervuiling	4
Lagere bedrijfskosten	5
LiFePO4 als vervanging van een startaccu	6
LiFePO4 als parallelle boordaccu	8
Accu-management – BMS123 Smart	10
Meer mogelijkheden voor het management en de monitoring van accu's	12
Aanvullende mogelijkheden, voordelen en gebruiksprincipes van LiFePO4 accu's	14

Minder lawaai

Of u nu vaart om te vissen, te relaxen of te genieten van de stilte op het water, een standaard benzine- of dieselmotor vormt een belemmering. Elektrische boten kunnen echter, in tegenstelling tot elektrische auto's die vaak over een geluidsgenerator beschikken om de omgeving te waarschuwen, wel volop gebruik maken van de stilte van hun aandrijving, zodat u tijdens vaartochten ongestoord de rust kunt ervaren.



Geen vervuiling

Wie kan er nu genieten van een vaartocht door de smog of van het idee dat hij de prachtige natuur, waar hij doorheen vaart, vervuult? Er bestaan natuurlijk geen aandrijvingen die 100 % groen zijn, ook de productie van accu's is van invloed op het milieu, maar in tegenstelling tot dieselmotoren wordt de vervuiling niet actief tot in de mooiste en zeldzaamste hoekjes van uw omgeving verspreid.



Lagere bedrijfskosten

Niets is gratis en de bijna uitgeputte aardolievoorraad al helemaal niet. Elektriciteit is ook niet gratis, maar dankzij het toenemende gebruik van zonne-, wind- en waterenergie daalt de prijs van elektriciteit niet alleen drastisch, maar wordt ze ook van dag tot dag schoner. Bovendien geldt voor accu's dat hoe meer u ze gebruikt, hoe meer u bespaart.



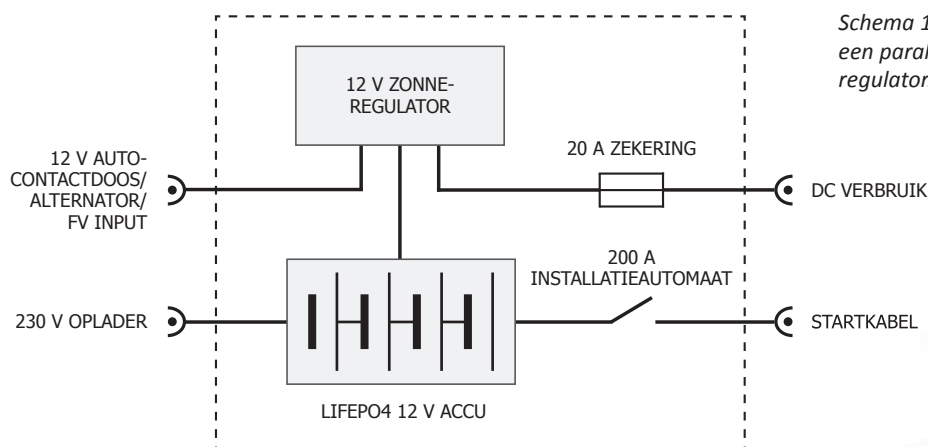
LiFePO4 als vervanging van een startaccu

Het handelt hier met name om oplossingen binnen kleine systemen (met een klein verbruik aan boord). In het algemeen kan gesteld worden dat vervanging van de oorspronkelijke accu mogelijk en voordelig is, want LiFePO4 accu's combineren de eigenschappen van startaccu's (veel stroom gedurende een korte tijd) en tractie-accu's (minder stroom gedurende langere tijd, diepere ontlading).

Daarnaast scoren ze beter wat betreft levensduur (aantal cycli) en energetische dichtheid. De batterijspanning is vergelijkbaar met die van loodaccu's, die het vaakst vervangen worden. We kennen in de praktijk meerdere gevallen, waar een accu gewoon vervangen werd en waar vervolgens jarenlang met groot succes gebruik gemaakt is van een LiFePO4 accu, bijv. in personenauto's. Voor dergelijke gevallen adviseren we de rechtstreeks verkochte LiFePO4 accu 12V/20 – 90 Ah met een geoptimaliseerde opstelling van de afzonderlijke cellen tot een monoblock.

LiFePO4 accu's zijn in het algemeen gevoelig voor te sterk ontladen en te hoog opladen. Wanneer de kritieke waarden van afzonderlijke cellen worden overschreden

(2,5 en 4,0 V), kunnen deze cellen onherstelbaar beschadigd raken (in de praktijk door bijv. een vergeten brandend nachtlampje of een aan staande radio enz.). Daarom zijn sommige modellen standaard voorzien van een balanssysteem voor de afzonderlijke cellen en een nooduitschakeling ingeval van overschrijding van de kritieke waarden (Battery Management System - BMS). Het in nood loskoppelen van de accu kan in sommige regimes van startaccu's tot problemen leiden (bij het loskoppelen van grote stroomwaarden tijdens het starten, beschadiging van elektrische systemen van motoren bij plotselinge uitschakeling onder belasting enz.). We adviseren daarom de accu's rechtstreeks op de alternator en de starter aan te sluiten. Van de bescherming van de accu door hem los te koppelen



kan beperkt gebruik gemaakt worden ten behoeve van het energieverbruik aan boord. Om de accu volledig los te koppelen kan beter een handmatige schakelaar geïnstalleerd worden, die men loskoppelt wanneer men de boot verlaat. De praktijk wijst uit dat het vaak beter is de vast aangesloten loodaccu in het systeem van de boot te handhaven en parallel hieraan gebruik te maken van een LiFePO₄ accu als boordaccu en hulpaccu bij het starten – zie schema 1.



Afb. 1 – Voorbeeld van een kleine boordaccu (powerbank) met multifunctioneel opladen en gebruik.

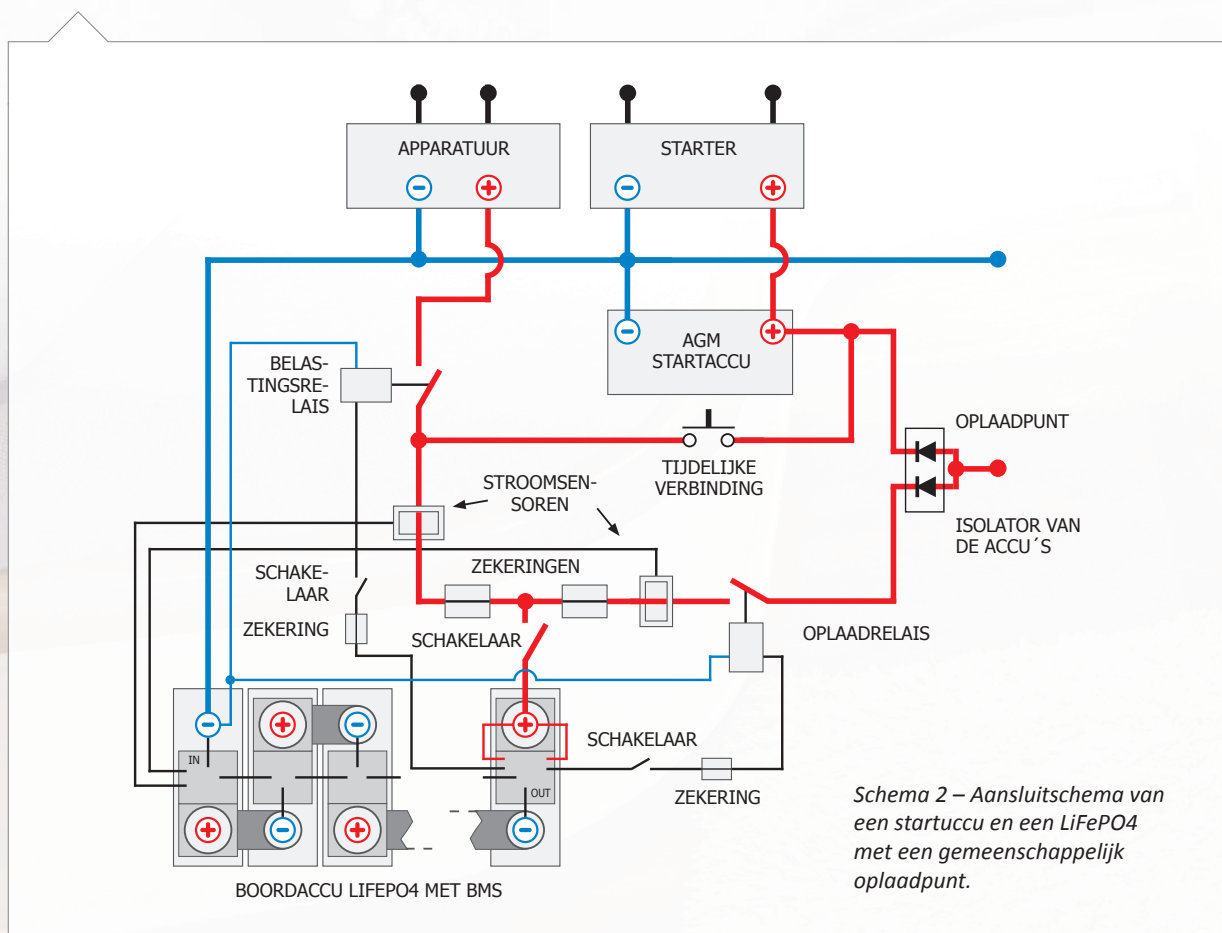
LiFePO4 als **parallele boordaccu**

De elektrische systemen van boten bestaan meestal uit een afzonderlijke startaccu voor de verbrandingsmotor en één of meer boordaccu's voor het verbruik op de boot (verlichting, apparatuur, airconditioning, lieren enz.). Boordaccu's worden het vaakst vervangen door een LiFePO4, soms worden ze tegenwoordig ook al direct als LiFePO4 ontworpen. Binnen het systeem gezorgd worden voor de juiste op- en ontladingsregimes van de afzonderlijke accu's, evenals voor hun wederzijdse samenwerking. We voeren hier twee aansluitingsvoorbeelden aan:

A

Het tezamen opladen van accu's, die door diodes van elkaar gescheiden worden, met de mogelijkheid de verbindingduur in te stellen:
Een eenvoudige aansluiting, waar beide accu's tegelijkertijd worden opgeladen vanuit een gemeenschappelijk oplaadpunt (een alternator, MPPT zonne-regulator, oplader vanuit het

netwerk of een eigen elektriciteitscentrale enz.). Overloop tussen de accu's wordt voorkomen door een diode-isolator. Om de accu's elkaar eventueel in nood te laten vervangen kan gebruik gemaakt worden van een verbindingknop of een tijdschakelaar - zie schema 2.

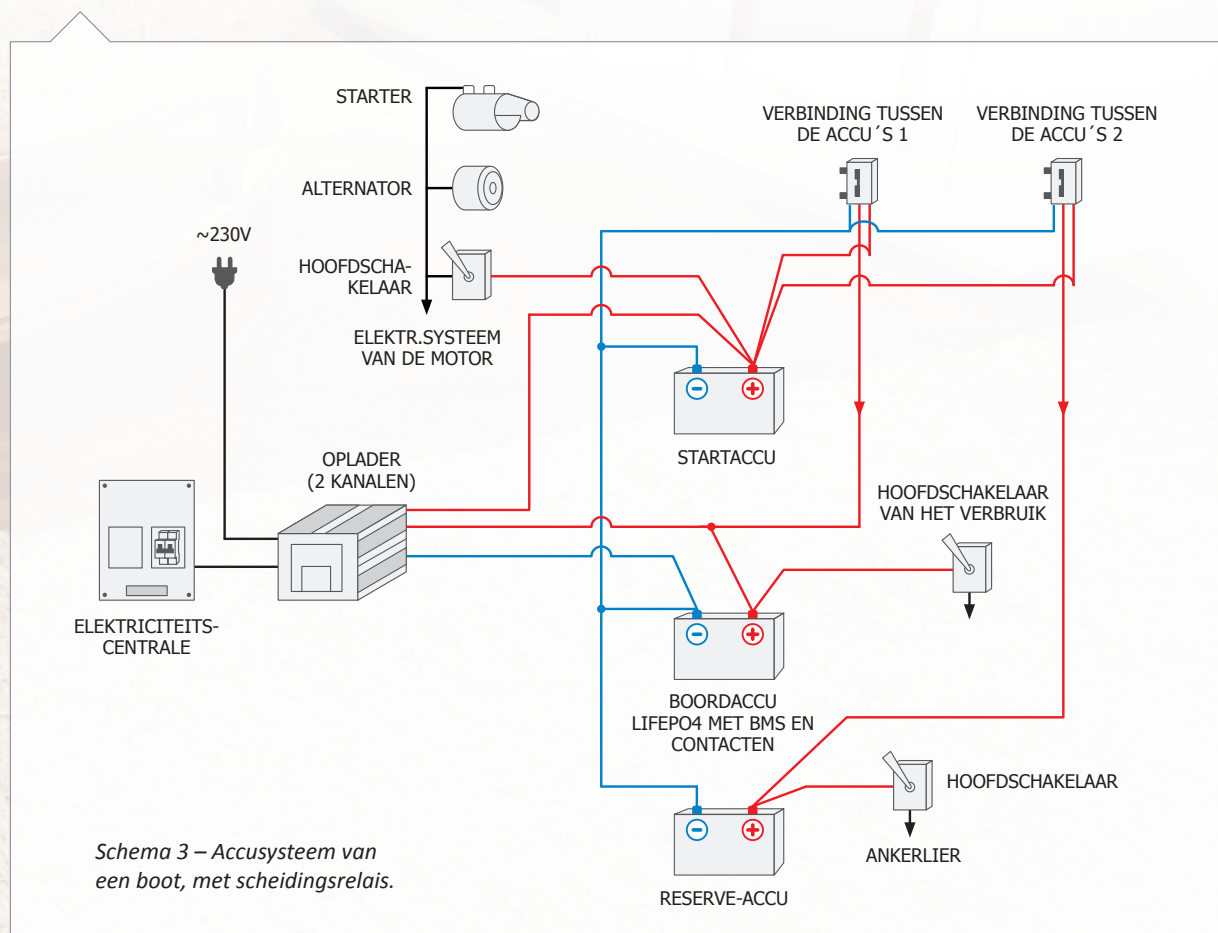


B

Het opladen van de accu's wordt gereguleerd door een scheidingsrelais (dat de verbinding tussen de accu's vormt):

Dit relais bepaalt de prioriteit van het opladen van de accu's. Wanneer de ene accu (meestal de startaccu) de vastgestelde spanning bereikt, wordt de oplaadstroom ook naar een volgende accu gestuurd (de boordaccu / een accu voor belangrijke systemen). Zodra ook deze is

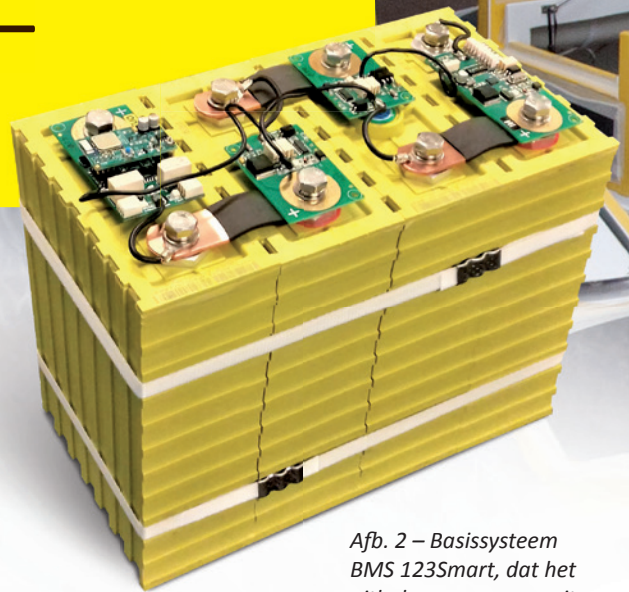
opgeladen kunnen eventueel nog meer accu's volgen (minder belangrijke boordsystemen, reserve). De afstemming van het opladen van de afzonderlijke accu's aan de hand van hun belangrijkheid en capaciteit kan verder ondersteund worden door oplaadbronnen op te splitsen voor verschillende accu's (bijv. netwerkopladers met twee uitgangen, opsplitsing van zonnepanelen enz.) – zie schema 3.



Schema 3 – Accusysteem van een boot, met scheidingsrelais.

Accu-management – BMS 123Smart

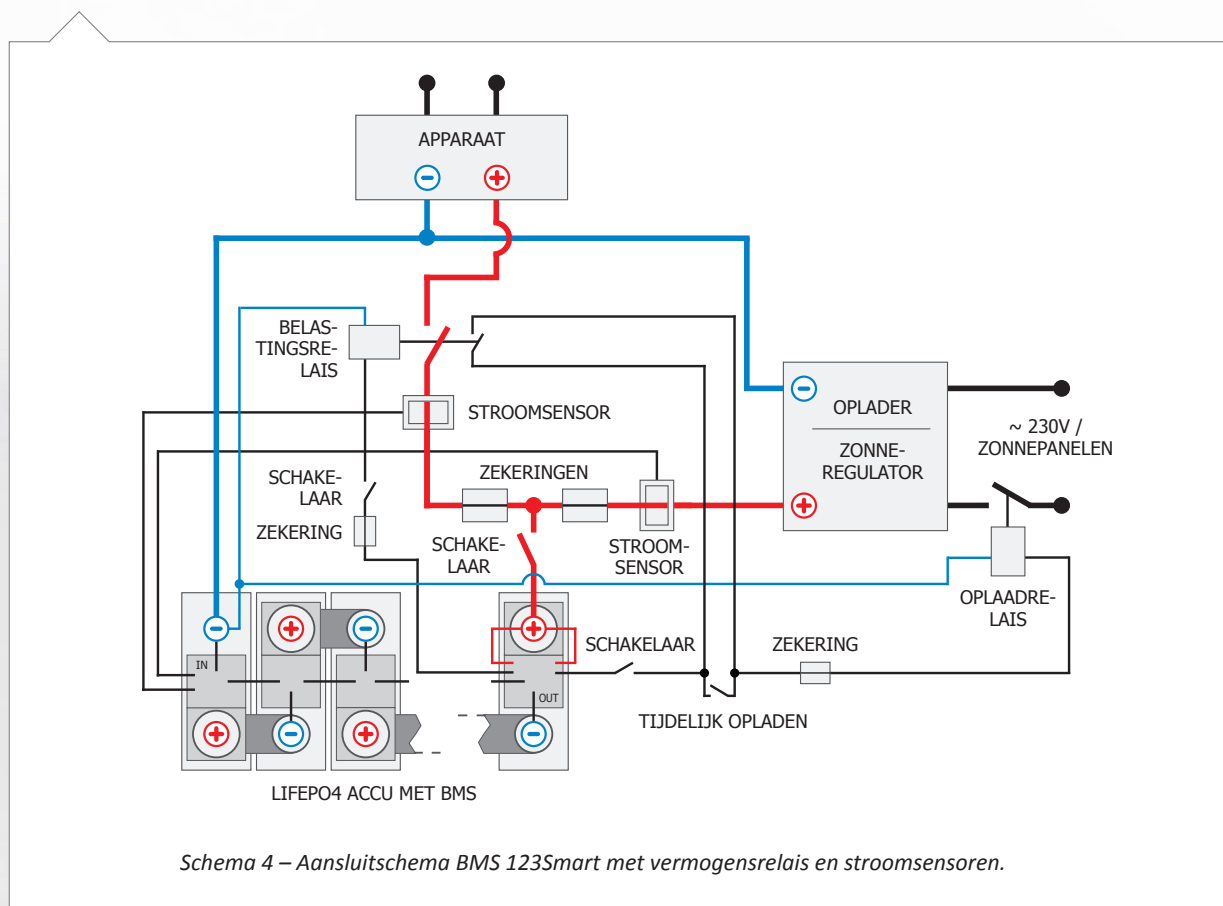
Er bestaan meerdere managementsystemen (BMS) voor LiFePO₄ accu's. Het door ons geteste en aangeboden systeem BMS 123Smart beschikt over zeer goede technische ondersteuning door de producent en wordt dankzij feedback van klanten regelmatig geactualiseerd.



Afb. 2 – Basissysteem BMS 123Smart, dat het uitbalanceren en monitoren van cellen mogelijk maakt.

Het systeem is additief voor verschillende aantallen cellen, biedt een geschikt scala aan instellingsmogelijkheden, een uitbreidingsmodule en communicatiemogelijkheden. Het is geschikt als standaard bescherming en voor het instellen, aansturen en monitoren van boordaccu's voor de meest gebruikelijke doeleinden. Het is belangrijk dat de accuset en het BMS,

incl. alle hiermee samenhangende zekeringen en schakelementen voor het op- en ontladen, op de juiste manier op elkaar worden aangesloten en dat dit geheel goed geïntegreerd wordt in het systeem van de boot. De standaard oplossing bestaat uit het gebruik van vermogensrelais, die worden aangestuurd door de output van de OUT-module van het BMS. Vermogensrelais hebben in het

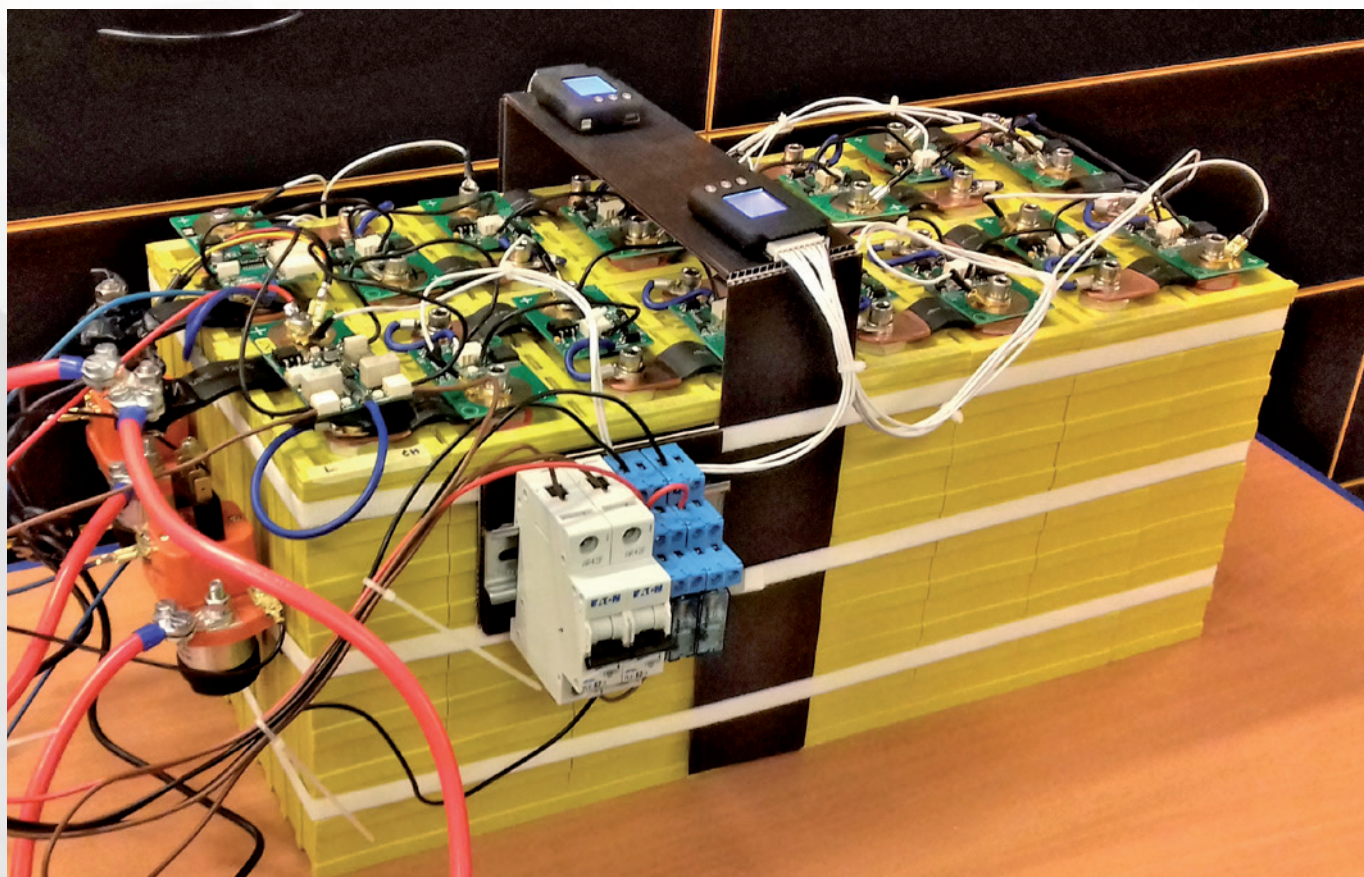


Schema 4 – Aansluitschema BMS 123Smart met vermogensrelais en stroomsensoren.



algemeen een iets hoger eigen verbruik. In de standaard aansluiting blijft het oplaadrelais ook ingeschakeld wanneer het relais de belasting vanwege overschrijding van de limiet uitschakelt, hetgeen er onder bepaalde omstandigheden toe kan leiden dat de accu verder ontladtd. Dit kan men voorkomen door bijv. het oplaadrelais te blokkeren met behulp van een hulpschakelcontact en een belastingsrelais,

in combinatie met een parallelle schakelaar voor gedwongen opladen – zie schema 4. Op soortgelijke wijze kan op de uitgang van de accu-oplader ook het eventuele retourverbruik van deze oplader voorkomen worden. Momenteel werken we aan de introductie van de verkoop van een oplossing met een energetisch zuinig bistabiel relais 2x120A van producent BMS 123Smart.



Afb. 3 – Compleet accusysteem met BMS 123Smart, zekeringen, krachtrelais en CellLogery, klaar om in het elektriciteitssysteem geïnstalleerd te worden.

Meer mogelijkheden voor het management en de monitoring van accu's

Om voor een maximale veiligheid te zorgen kan het accu-management het best verdubbeld worden door een tweede beschermings- en monitoringselement toe te voegen. In sommige gevallen kan de genoemde oplossing gebruikt worden als alternatief voor BMS 123Smart.

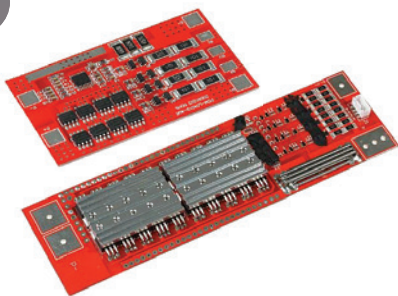
A



Aanvullende monitoring van de celspanning met alarm en met de functie van reserve bij het loskoppelen van de accu:

Bij vervanging van de accu kan de bestaande boordmonitoring behouden blijven. Vanwege de kleine reikwijdte van de spanningswijzigingen op LiFePO4 accu's kan het vóórkomen, wanneer alleen de algehele spanning gemeten wordt, dat het systeem niet voldoet. Een geschikte aanvullende beveiliging is bijv. CellLogger. Dit systeem is in staat iedere cel nauwkeurig te monitoren incl. het opslaan van de gegevens. Bij de ingestelde waarden gaat een alarm af en met behulp van de output kan het oplaad- of verbruiksrelais worden uitgeschakeld, op soortgelijke wijze als bij BMS 123Smart. Helaas is dit unieke product niet meer beschikbaar en moet een andere installatie met soortgelijke functies gevonden worden.

B



SBM modules (Simple Battery Management):

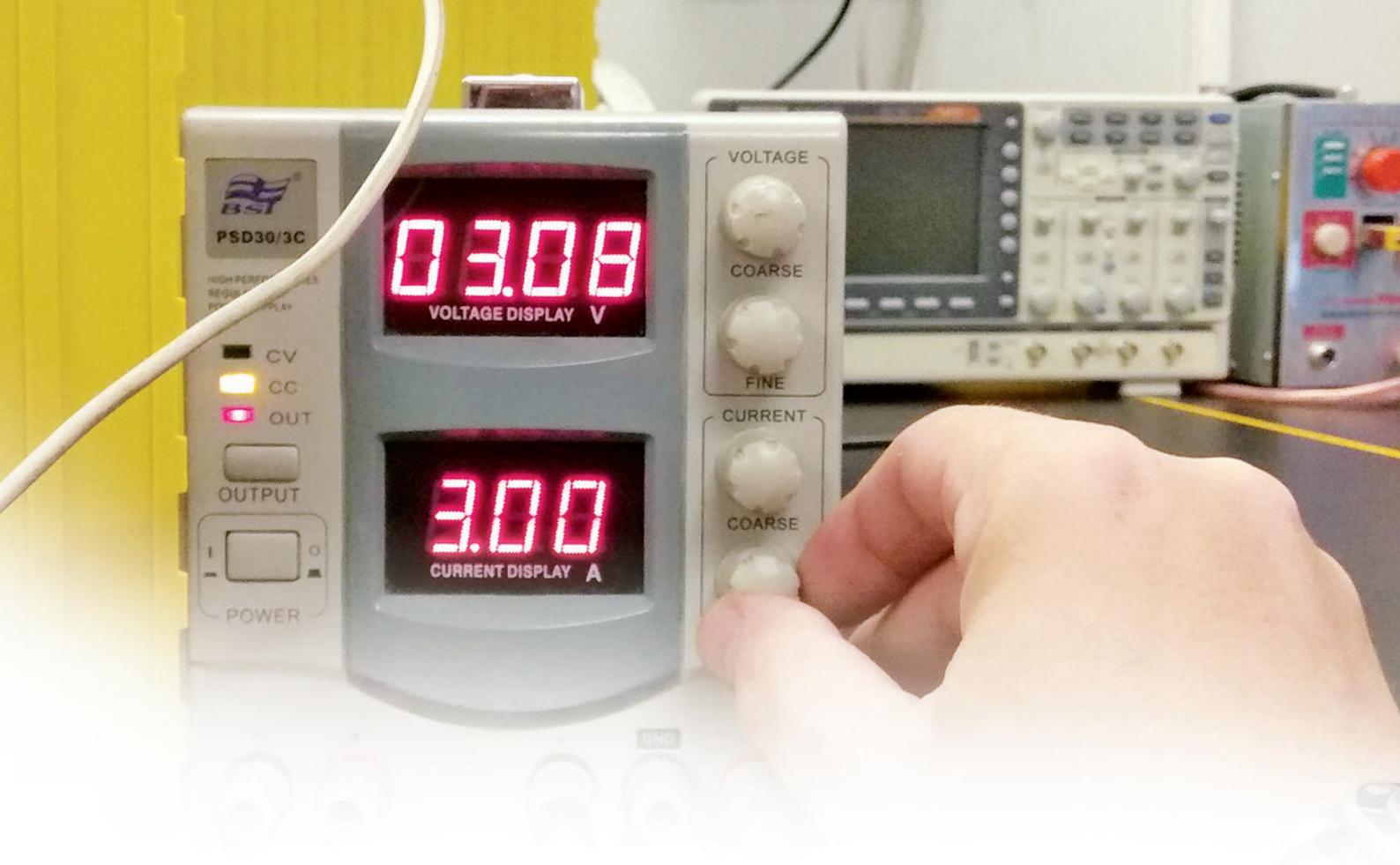
De eenvoudigste manier om accu's te beschermen. Iedere cel is met behulp van een geleider verbonden met een centrale module met uitschakelcontact, dat loskoppelt wanneer bij willekeurig welke cel de waarde van de onder- of bovenlimiet bereikt wordt. Via het contact wordt de accu beschermd tegen overbelasting en te veel opladen. SBM modules beschikken over de capaciteit tot passief uitbalanceren, de balansstromen zijn echter zeer klein (enige tientallen mA).

C



CBM (Cell Balancing Module) - versterking van de balansstromen op de cellen:

Snel opladen kan tot disbalans van de cellen leiden en de benodigde balansstromen kunnen tijdelijk groter zijn dan de basisversies van BMS of SBM mogelijk maken. In dergelijke gevallen wordt de oplader uitgeschakeld totdat de beschikbare balansstromen de accu weer in balans gebracht hebben. Dit leidt tot ongewenste cycli van het oplaadrelais, tot verlenging van de oplaadduur en bij het gebruik van zonne-energie ook tot verliezen. Balansstromen kunnen vergroot worden door gebruik van een CBM (Cell Balancing Module, d.w.z. een set van resistors op iedere cel, die voorkomen dat de cel, die het snelst wordt opgeladen, teveel wordt opgeladen). De cel die het snelst wordt opgeladen „wacht“ totdat alle overige cellen eenzelfde spanning bereikt hebben.



D



Verlaging van de oplaadstroom voordat de volledige capaciteit van de accu bereikt wordt:

Een andere mogelijke oplossing bestaat uit het aanpassen van de oplaadstroom aan de mogelijkheden van de accu en zijn management. Sommige opladers beschikken over een functie die het mogelijk maakt de oplaadstroom tegen het einde van de oplaadcyclus te verlagen. Dan raken de absorptie- en balansmogelijkheden van de cellen niet overbelast. Het opladen kan ook sprongsgewijs beëindigd worden, zodra de eerste cel de gewenste spanning bereikt, zonder op de overige cellen te „wachten“. De verschillen tussen hun capaciteiten zullen minimaal zijn, toch wordt geadviseerd de cellen van tijd tot tijd met behulp van een oplader voor de afzonderlijke cellen te kalibreren.

E



Actief uitbalanceren van de cellen:

Een actief balanssysteem (een intercellulaire pomp) versterkt in ieder regime van de accu de zwakkere cellen met behulp van stroom uit de sterkere cellen. Het systeem functioneert op het principe van vereffening van de potentiaal. De balansstromen kunnen enkele Ampères bedragen. Het systeem zorgt er niet voor dat de accu bij het bereiken van limietwaarden wordt losgekoppeld.

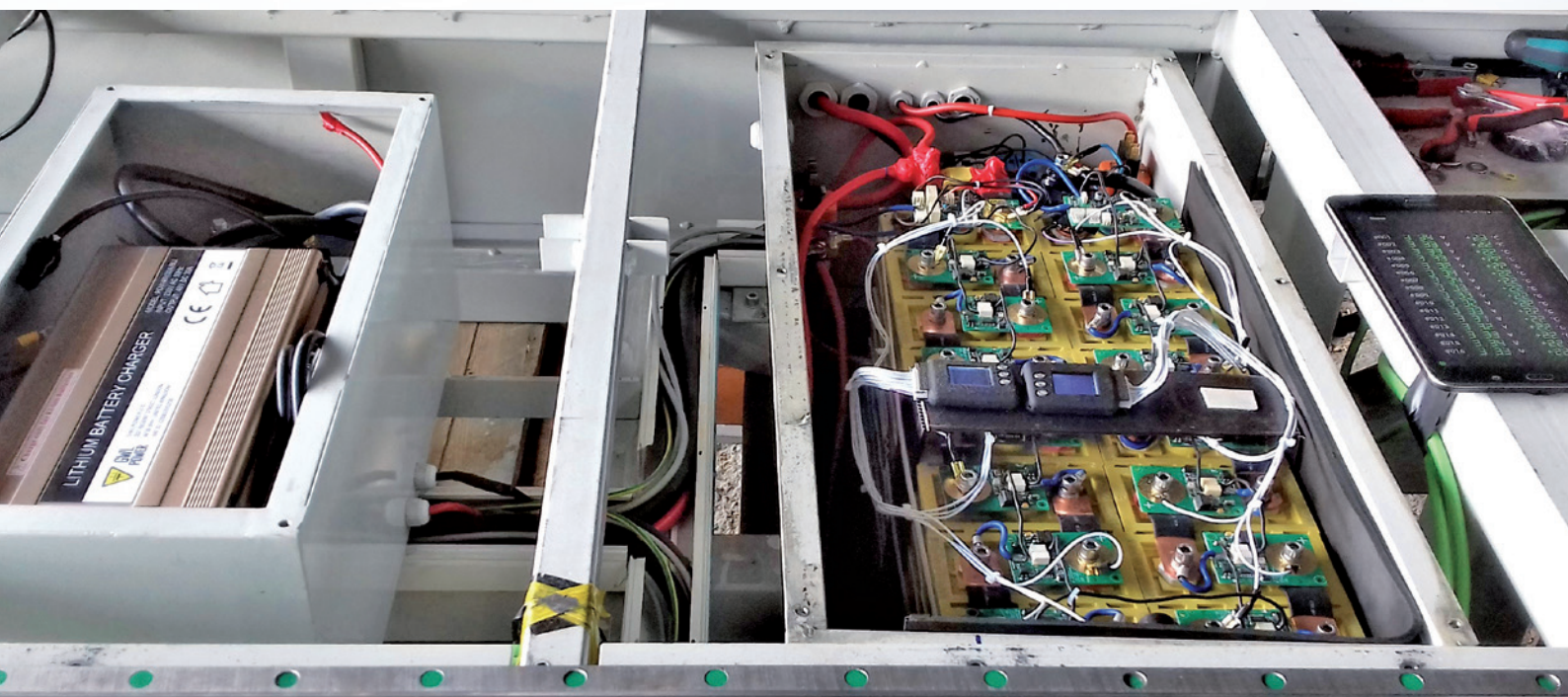
Het beste „management“ bestaat uit een reserve in de capaciteit van de accu en uit het voorzichtig op- en ontladen met behulp van uitsluitend de aanbevolen of nog kleinere stroomwaarden. Ervaring wijst uit dat juist gekozen, zorgvuldig geïnstalleerde en op deskundige wijze geëxploiteerde accu's (periodiek doormeten, correctie-opladen, betrouwbare spanningsmonitoring) ook uitstekend kunnen functioneren zonder het uitbalanceren van de cellen.

Aanvullende mogelijkheden, voordelen en gebruiksprincipes van LiFePO4 accu's

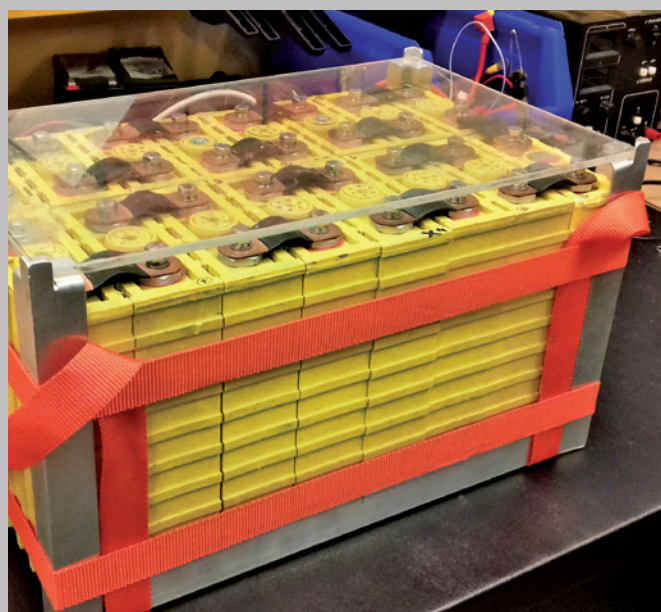
In de praktijk komen we vaak tegen dat oorspronkelijke accu's (NiCd, Pb) vervangen worden door nieuwe LiFePO4 accu's, bij kleinere boten ten behoeve van de hoofdmotor (botenverhuur aan recreanten, vissers), bij grotere boten ten behoeve van een hulpmotor (noodmotor) in aanvulling op de verbrandingsmotor. Voor al deze realisatiemogelijkheden gelden soortgelijke werkwijzen en technische principes als omschreven in de voorgaande hoofdstukken.

LiFePO4 prisma-accu's vormen voor boten een geschikt en veilig alternatief. Ze hebben geen last van zelfontlading of het geheugeneffect, ontploffen of ontbranden zelfs niet onder extreme omstandigheden en er bestaat geen risico van contaminatie met elektrolyt of elektrolytdampen. Met de eenvoudige montage van een klein aantal basiscellen kan een opslagplaats voor elektrische energie gecreëerd worden met een grote capaciteit en een lange levensduur. De variabiliteit in afmetingen en de capaciteit van de basiscellen maken het mogelijk de op de boot voor de accu beschikbare ruimte optimaal te benutten.

LiFePO4 accu's kunnen bij kortsluiting gedurende langere tijd extreem veel stroom leveren en daardoor schade veroorzaken. Het optreden van dergelijke situaties dient daarom zorgvuldig voorkomen te worden, met name door onder spanning staande delen van de accu's af te schermen, de voorgeschreven zekeringen aan te brengen en te voorzien in mogelijkheden voor handmatige loskoppeling. Montagewerkzaamheden aan de accu's mogen uitsluitend worden uitgevoerd met behulp van geïsoleerde gereedschappen en in de nabijheid van de terminal van de accu mogen geen metalen voorwerpen achtergelaten worden, die op de terminal zouden kunnen vallen.



Afb. 5 – Voorbeeld van de installatie van de accu en de oplader in een beperkte ruimte.



LiFePO₄ cellen kunnen niet langdurig gebruikt worden, wanneer de chemische platen zich in horizontale positie bevinden, d.w.z. wanneer ze op hun zijde met de grootste oppervlakte liggen. Het systeem dient in de boot vastgezet te worden en moet beschermd worden tegen mechanische beschadiging en het binnendringen van water en stof.

Let op, bij monolithische 12 V accu's zijn de cellen zodanig aangebracht, dat de hierboven omschreven regel niet voor deze accu's geldt.

Afb. 4 – Voorbeeld van een samengestelde accu met frame, montagebanden en dekplaat.



De technologie van LiFePO₄ accu's is zeer geschikt en veilig voor toepassing op boten, discutabel is alleen het gebruik als startaccu. In de meeste gevallen dient de accu voorzien te worden van een managementsysteem (BMS). De reikwijdte van dit BMS is afhankelijk van het toepassing van de accu en de kennis en zorgvuldigheid van de gebruiker. Het geheel van accu en BMS dient op de juiste manier in het systeem van de boot geïntegreerd te worden en er moet voor veiligheidsloskoppeling gezorgd worden. Gereguleerde LiFePO₄ accu's verdragen diepe ontlading en grote belastingsstromen. Door middel van reserve-capaciteit en zorgvuldig gebruik kunnen hun levensduur en betrouwbaarheid verlengd worden tot tientallen jaren.



Your complete power solutions.

EVPower a.s., Průmyslová 11, 102 19 Prague 10, Czech Republic
e-mail: export@gwlpower.eu, phone: +420 277 007 500

www.ev-power.eu

