

Ga je op zoek naar een accu voor aan boord, dan zijn er verschillende opties. Denk aan een AGM-accu, een semi-tractie accu, een gel-accu of een lithium accu. Rob Ramsey (zeilwereld) heeft veel ervaring opgedaan over accu's, en betoogt ons in een serie aan artikelen waarom hij koos voor een lithium-accu, en dan specifiek een LiFePO4

Hieronder in de inhoud opgave, de artikelen die Rob heeft beschreven in zeilwereld, ik heb deze samengevat in één document wat je hier kunt uitprinten en op de bank kunt lezen. Aan de inhoud heb ik niets veranderd.

Inhoudsopgave

LifePO4-accu's een goed idee of niet?	3
<i>Wel of geen lithium accu?</i>	<i>6</i>
Aan de absorptielading, of niet?	7
Samenvattend laden accu	8
Laden van een LifePO4 accu	9
<i>De BMS balanceert</i>	<i>9</i>
<i>Aan de absorptielading, of niet?.....</i>	<i>13</i>
Samenvattend laden accu.....	13
Lifepo4 laden via dynamo	15
<i>Laden met de dynamo.....</i>	<i>15</i>
<i>De oplossingen</i>	<i>16</i>
<i>Het schema voor laden van startaccu.....</i>	<i>17</i>
lifepo4 laden met alternatieve laadbronnen	19
<i>Alternatieve laadbronnen</i>	<i>20</i>
<i>Sneller laden met twee bronnen.....</i>	<i>21</i>
<i>De BMS balanceert</i>	<i>22</i>

<i>Aan de absorptielading, of niet?</i>	27
Samenvattend laden accu.....	27
lifepo4 Hoe vol is de accu.....	29
<i>Hoe vol is mijn accu?</i>	29
<i>Twee kenmerken van lood-accu's</i>	30
<i>De Shunt</i>	31
<i>Installatie LFP-accu aan boord</i>	31
De installatie op de Tosca van Rob Ramsey.....	33
<i>Inrichting accubakken</i>	34
<i>Apparaten praten met elkaar</i>	35
<i>Vanuit huis alles in de gaten houden</i>	37

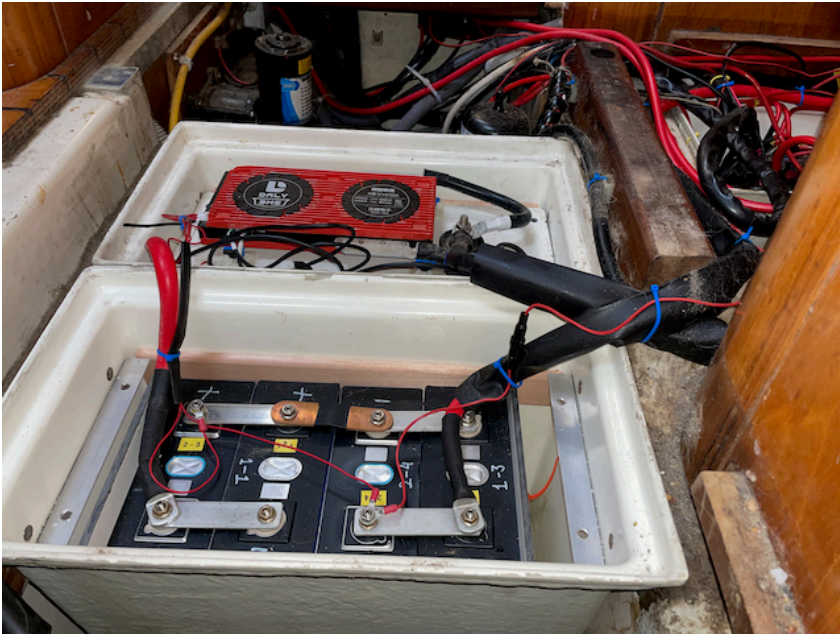
Tekst: Rob Ramsey

LifePO4-accu's een goed idee of niet?

Je hebt 300Ah aan mooie AGM-accu's op de boot. Meer dan genoeg toch? Je kunt ze alleen tot maximaal tot de helft ontladen, anders beschadigen ze. Hou je nog 150Ah over, dat is ook zat. Maar met het laden duurt de laatste 15% heel erg lang waardoor ze in de praktijk vaak maar tot 85% worden opgeladen. Op dat moment hou je dus nog zo'n 100Ah over. Toch moet je ze wel regelmatig tot 100% opladen, anders gaan ze een stuk minder lang mee.

Laten we dan eens kijken naar lithium accu's (specifiek LiFePO₄, de enige veilige oplossing). Deze kun je ontladen tot 20%, en een keertje hierover heen gaan is geen probleem. Ze laden lineair op tot 100%, dus geen gedoe met dat laatste stukje. Hij is dus tot 240Ah probleemloos te gebruiken. Een stuk makkelijker, en bovendien een stuk kleiner. Extra bonus: de spanning blijft heel, heel erg lang, vrijwel gelijk, 13 tot 13,5 volt. Daar kan een AGM-accu niet tegenop.

Ik heb zelf drie 315Ah accubakken vervangen door twee accubakken van 560Ah. Van iets meer dan 100Ah bruikbare stroom, ging ik naar ruim 450Ah. Ze gaan zeker 2.000 ontladingen mee, aangezien ik gemiddeld twee weken tot één volledige ontlading. De accu komt dus in het testament voor mijn dochter, en vervolgens nog eens in haar testament voor mijn kleinzoon.



De twee bakken waar de lithium accu's (LFP-accu) in zitten. Bij de bovenste zit de BMS (Battery Management System) er bovenop

Belangrijke spelregels

Tot zover het simpele deel. Lithium LiFePO₄ accu's kunnen veel hebben, maar er zijn wel een aantal belangrijke spelregels. Als er een individuele cel (er zitten er vier in serie in een 12V accu) verder wordt ontladen dan 2 volt, gaan ze direct kapot. Daarnaast beschadigt de accu bij 4,2 volt of hoger. Daarom heb je een soort verzekeringspolis nodig voor je accu: het Battery Management System (BMS). Deze BMS sluit je accu af als de spanning te laag of te hoog wordt, in de praktijk is dit meestal bij minder dan 2,5 volt of meer dan 3,7 volt per cel. Het is natuurlijk niet de bedoeling dat het zover komt, de boordapparatuur moet al ingrijpen voordat de BMS dit doet. De BMS is echt een laatste redmiddel.

Veel LFP-accu's worden geleverd met een ingebouwde BMS, leveranciers noemen dit 'drop-ins'. AGM eruit, LFP erin en klaar. Maar omdat je de overige apparatuur dan niet hebt aangepast, grijpt de BMS snel in. Daalt de stroom onder 10V (4×2,5V), dan krijg je geen

waarschuwing van de BMS. Je licht, autopilot en dure navigatiescherm gaan allemaal tegelijk uit, en niet meer aan. De ervaren schipper kent die truc: je houdt gewoon de spanning in de gaten, dan weet je toch waar je aan toe bent?

Let op! Bij het ontladen blijft de spanning van een LFP-accu heel erg constant. Dus hoe ver ben je nu als de spanning van 13,15 gedaald is naar 13,12 volt? Je weet niet hoeveel procent, en dus hoeveel Ah, je nog over hebt. Als de accu bijna leeg is, dan daalt de spanning ineens enorm snel en komt deze binnen een paar minuten onder de 2,5 volt per cel. ‘Ploep’, alles op zwart.

Bij laden geldt hetzelfde, maar dan andersom. De laadspanning blijft heel lang vrijwel constant, rond de 98% schiet hij ineens als een raket omhoog. Opnieuw: ‘ploep’, alles op zwart. Als je aan het laden bent met de dieselmotor (de dynamo), en de stroom er ineens vanaf gaat, dan is je dynamo stuk. Die kan de hoeveelheid stroom die hij nog heeft nergens kwijt, en gaat dus in rook op. Het kan gebeuren dat je dynamo die hoge spanning even op je boordnet zet, dan is het maar afwachten of je autopilot en navigatieapparatuur daar tegen kan.



Rob's hele set in 3 accubakken, onderaan 2 bakken voor de lithium accu's en boven de accubak met de elektronica

WEL OF GEEN LITHIUM ACCU?

Wat is nu eigenlijk mijn betoog, wel of geen lithium accu? Ik vind de LFP-accu echt geweldig, maar je moet je van tevoren bedenken dat deze wat eisen stelt aan je overige apparatuur. Onder andere:

- De acculader
- De dynamo
- De startaccu
- De informatie over de laadgraad van de accu

Om die reden kost een LFP-accu meer dan alleen de accu zelf. Een ‘drop-in’ accu alleen is hier geen goede oplossing op. In een korte reeks artikelen ga ik hier verder op in de komende tijd. De volgende keer sta ik verder stil bij het laden van de accu.

Ben je benieuwd wat voor zeiler Rob is? [Klik dan hier, hij stond eerder al eens in de spotlight!](#)

Aan de absorptielading, of niet?

Je LFP-accu heeft zelf het liefst dat hij wordt opgeladen tussen 3,5 en 3,65 volt, daarna mag je het opladen stoppen. Meestal is dit niet zo’n probleem, maar als je veel aan de walstroom ligt, dan is je accu voortdurend stampvol. Dat vindt een LFP-accu niet erg prettig, die wordt namelijk liever niet volledig opgeladen.

Dus wat is wijsheid? Als je goede (en dat is wat anders dan dure) LFP-accu’s hebt gekocht dan zijn ze goed op elkaar afgestemd. Een of twee keer per jaar balanceren (laden tot 3,6V of 3,65V per cel) is genoeg, maar je hebt een aardige kans dat zelfs dat niet nodig is. Dus wijsheid is, normaal opladen tot 3,5V of 3,55V per cel (14 volt – 14,2 volt) en dan geen absorptielading. Als je geen mogelijkheid hebt de absorptie in je lader uit te zetten, zet dan de kortst mogelijke absorptietijd aan. Als die tijd nog steeds meer dan een uur is, laadt dan liever tot 3,5 volt per cel.

Tenslotte heeft je lader ook nog de ‘float’-fase. Dit is een kleine druppel lading die speciaal voor lood-accu’s is om ze afgetopt te houden. Lood-accu’s lopen namelijk langzaam maar zeker leeg, en zijn juist graag vol. Hier heeft een LFP-accu geen last van, de ‘float’ is hier dus niet nodig. Helaas is het bijna nooit mogelijk deze functie in je lader uit te zetten. Meestal kun je de float-spanning wel instellen,

daarom raad ik aan deze in te stellen op een spanning die lager is dan de rust-spanning van je LFP accu: 3,35V per cel (13,2V voor een 12V accu).

Kun je je lader niet, of niet goed, instellen? Dan is het advies: koop een nieuwe lader die wel kan worden ingesteld. En dan het liefst een lader met een LiFePO4 instelling. Het bovenstaande geldt natuurlijk ook voor een omvormer-lader (bijv. de Victron Multicomact).

Samenvattend laden accu

Kort resumerend, voor een 12V accu (voor 24V gewoon met twee vermenigvuldigen):

- Bulk: 14V tot 14,2V (lager, tot 13,8 mag ook)
- Absorptie: uit of zo kort mogelijk
- Float: 13,2V

Volgende keer meer over laden van de accu's. Rob legt ons dan uit over het laden met de dynamo van de motor.

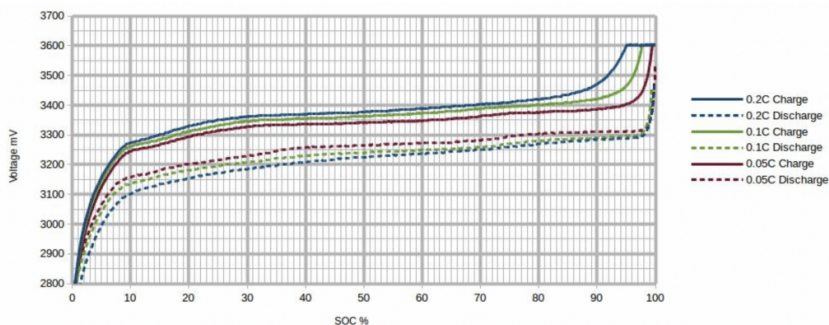
Laden van een LifePO4 accu

Rob Ramsey heeft je de vorige keer warm gemaakt voor een Lithium accu (LifePO4 ofwel LFP), ook zette hij je meteen onder een koude douche. Je kunt namelijk niet zomaar je oude accu vervangen door een LFP-accu. In dit artikel gaat hij uitgebreider in op wat eigenschappen voor het behandelen van deze accu en het laden.

Zoals in het vorige artikel aangegeven geeft een LFP-accu heel lang vrijwel dezelfde spanning af. Maar als hij vrijwel leeg is én als hij vrijwel vol is, schiet de spanning ineens als een raket omhoog of omhoog. De BMS (Battery Management System) is de verzekeringspolis van de accu: hij sluit de accu af als de spanning te laag of te hoog dreigt te worden. Hij waarschuwt niet, maar het is ineens ‘Pats!’ en je zit zonder stroom.

De BMS balanceert

Het is niet het enige wat de BMS doet. In een 12V accu zitten 4 cellen. Die cellen kunnen in de loop der tijd een beetje uit elkaar gaan lopen en meer of minder leveren dan de andere cellen. Aangezien je BMS op celniveau bewaakt is het de zwakste cel die bepaalt wat je accucapaciteit is. Dit betekent dat de andere cellen best nog flink wat over kunnen hebben als je BMS de accu afsluit omdat één cel onder de 2,5V zakt. De BMS ‘balanceert’ de cellen dus ook, hij zorgt er voortdurend voor dat alle cellen op een gelijk niveau staan.

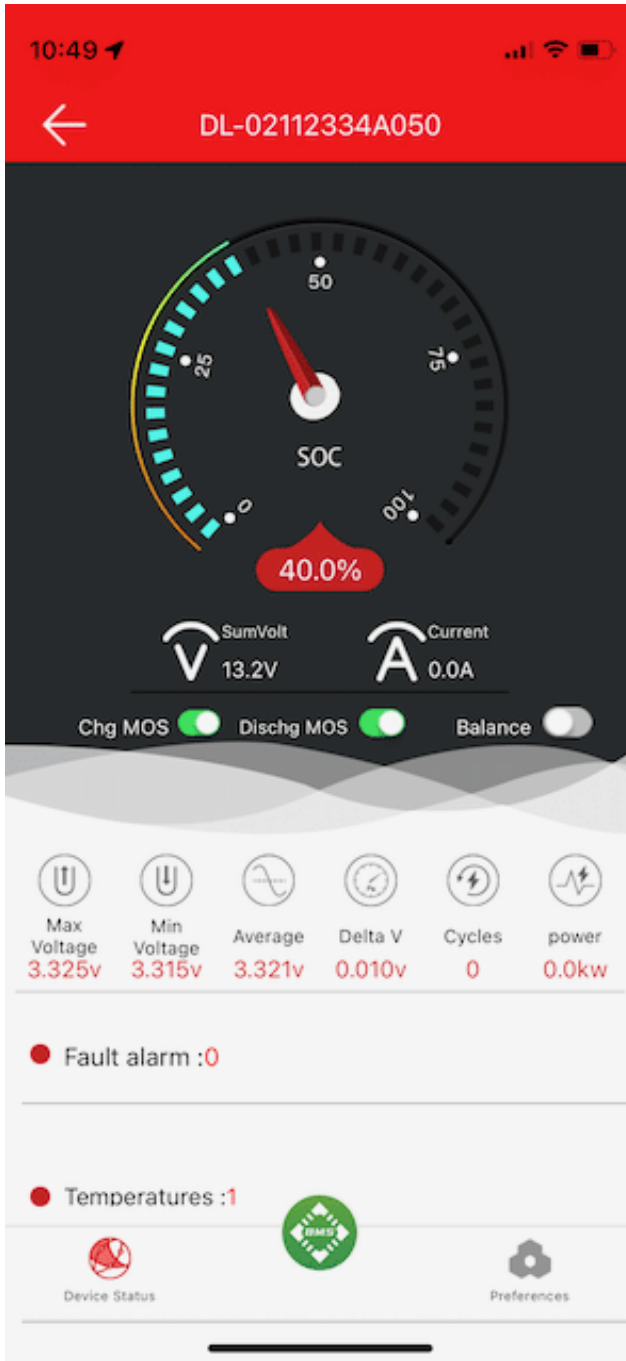


stroomcurve van LFP accu

De

Daarvoor moet je BMS de spanning van de cellen lezen. Als de accu op 50% staat dan is het verschil tussen de zwakke en de sterke cel misschien maar 1 millivolt. Een verschil tussen cellen kan het beste worden bepaald als de celspanning in de raket-fase zit, dus als de spanning heel snel oploopt tijdens het laden. Immers, de zwakke cel zal nog op 3,55 volt staan terwijl de sterkste al op 3,63 staat. Het verschil in capaciteit is minimaal maar in spanning is deze best goed meetbaar. En dan kan je BMS wat stroom van de sterke naar de zwakke cel brengen zodat ze ‘gebalanceerd’ zijn.

Dit is relevant omdat je moet weten tot welke spanning je de accu moet opladen. In het algemeen is elke cel zo’n 98% vol als je hem oplaadt tot 3,5 of 3,55 volt. Om het balanceren makkelijker te maken voor je BMS, is het slim zelfs tot 3,65 volt te gaan. Je ziet dat bij sommige lader-leveranciers met LFP instellingen: de accu’s worden opgeladen (‘Bulk’) tot 3,65 volt en met ‘Absorption’ een of twee uur daar gehouden zodat de BMS kan balanceren.



De app van de BMS toont de status per cel

10:50



DL-02112334A050

Chg MOS

Dischg MOS

Balance



Max Voltage
3.325v



Min Voltage
3.315v



Average
3.321v



Delta V
0.010v



Cycles
0



power
0.0kw

● Fault alarm :0

● Temperatures :1

T1: 30°C

● battery strings:4

1

3.315v

2

3.325v

3

3.322v

4

3.322v

● Battery code:

SH39F003

● Software version:

010100



Device Status



Preferences

Aan de absorptielading, of niet?

Je LFP-accu heeft zelf het liefst dat hij wordt opgeladen tussen 3,5 en 3,65 volt, daarna mag je het opladen stoppen. Meestal is dit niet zo'n probleem, maar als je veel aan de walstroom ligt, dan is je accu voortdurend stampvol. Dat vindt een LFP-accu niet erg prettig, die wordt namelijk liever niet volledig opgeladen.

Dus wat is wijsheid? Als je goede (en dat is wat anders dan dure) LFP-accu's hebt gekocht dan zijn ze goed op elkaar afgestemd. Een of twee keer per jaar balanceren (laden tot 3,6V of 3,65V per cel) is genoeg, maar je hebt een aardige kans dat zelfs dat niet nodig is. Dus wijsheid is, normaal opladen tot 3,5V of 3,55V per cel (14 volt – 14,2 volt) en dan geen absorptielading. Als je geen mogelijkheid hebt de absorptie in je lader uit te zetten, zet dan de kortst mogelijke absorptietijd aan. Als die tijd nog steeds mer dan een uur is, laadt dan liever tot 3,5 volt per cel.

Tenslotte heeft je lader ook nog de 'float'-fase. Dit is een kleine druppel lading die speciaal voor lood-accu's is om ze afgetopt te houden. Lood-accu's lopen namelijk langzaam maar zeker leeg, en zijn juist graag vol. Hier heeft een LFP-accu geen last van, de 'float' is hier dus niet nodig. Helaas is het bijna nooit mogelijk deze functie in je lader uit te zetten. Meestal kun je de float-spanning wel instellen, daarom raad ik aan deze in te stellen op een spanning die lager is dan de rust-spanning van je LFP-accu: 3,35V per cel (13,2V voor een 12V accu).

Kun je je lader niet, of niet goed, instellen? Dan is het advies: koop een nieuwe lader die wel kan worden ingesteld. En dan het liefst een lader met een LiFePO₄ instelling. Het bovenstaande geldt natuurlijk ook voor een omvormer-lader (bijv. de Victron Multicomact).

Samenvattend laden accu

Kort resumerend, voor een 12V accu (voor 24V gewoon met twee vermenigvuldigen):

- Bulk: 14V tot 14,2V (lager, tot 13,8 mag ook)
- Absorptie: uit of zo kort mogelijk
- Float: 13,2V

Volgende keer meer over laden van de accu's. Rob legt ons dan uit over het laden met de dynamo van de motor

Lifepo4 laden via dynamo

Rob Ramsey neemt ons mee in de wereld van de Lithium accu (LifePO4 ofwel LFP). In de afgelopen twee artikelen heeft hij ons kennis laten maken met deze accu en heeft hij het behandelen en laden van de accu besproken. Deze keer gaat hij dieper in op het laden met de dynamo van de motor.

Laden met de dynamo

Zoals in het eerste artikel is beschreven kan een Lithium (LifePO4 ofwel LFP) accu een dynamo vernietigen door de BMS de accu te laten afkoppelen. De dynamo zit dan met een flinke hoeveelheid stroom die hij niet kwijt kan en het gevolg is dat er rook uit komt (en, zo leerde ik van mijn vader, die rook is de werkzame stof en krijg je er niet in terug).

Maar er is nog een probleem. Onze dynamo's zijn gemaakt om een tijdje te laden en het dan rustig aan te doen. Immers, als je je motor start gebruik je maar een klein beetje van de accu en dat zit er zo weer in. Je accu vraagt weinig, vooral bij de laatste 15% van het laden, en je dynamo kan dat aan. Maar LFP-accu's zijn anders, zij zijn extreem hongerig. 60 Ampère? No problemo. 600 Ampère? Ook goed, kom maar. Dat betekent dat de dynamo de hele tijd maximaal stroom levert aan je LFP-accu en daar was je dynamo nou net niet voor gemaakt. Hij wordt heter en heter, uiteindelijk ontsnapt de rook.



De bak met accu's en de BMS van 250 Ampère bovenop. En dan is de dynamo ook onvriendelijk voor je LFP-accu, die een tijd wil laden met een bepaald voltage en dan, als hij vol is, verwacht dat je stopt. Een lood-accu te veel laden is niet zo'n probleem maar een LFP-accu.. (noot: strikt genomen verhoogt de weerstand van een lood-accu naarmate hij voller wordt en voor een LFP accu geldt dat nauwelijks).

De oplossingen

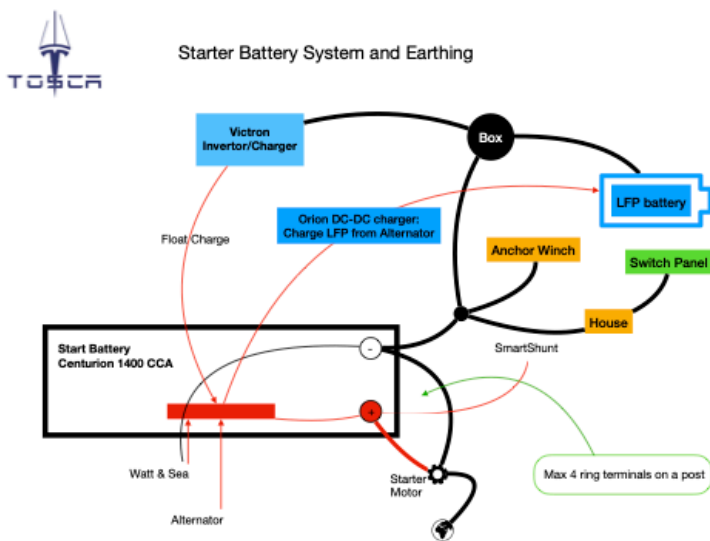
We zijn dus op zoek naar een manier om:

1. Te zorgen dat de accu niet plotseling wordt losgekoppeld;
2. Dat de hongerigheid van de LFP-accu wat wordt ingedamd;
3. Dat de dynamo zich kan houden aan het laadpatroon dat goed is voor een LFP-accu.

En dat kan. Er zijn meer manieren maar de meest eenvoudige en overzichtelijke vind ik een DC-DC lader. Dat is een acculader die vanuit de ene accu een andere accu kan opladen.

Het schema voor laden van startaccu

Het schema is vrij simpel: de dynamo is aangesloten op de start-accu (en dat is een lood-accu, niet een LFP-accu). De start-accu is met een DC-DC lader verbonden met de LFP-accu. Klaar. De DC-DC lader kun je programmeren zodat die het LFP laadpatroon gebruikt (zie het vorige artikel), de DC-DC lader beperkt de stroomafname van de dynamo zodat die niet te heet wordt. Mocht de BMS ingrijpen en de accu afsluiten, dan kan de dynamo zijn stroom gewoon kwijt in de start-accu.



Schema voor het laden met de dynamo op de startaccu aan boord van *Tosca*

Ik heb, in mijn geval, ook de startaccu verder helemaal los staan van de huisbank (geen 'combiner', diodes enzovoorts ... is allemaal van vroeger) – alleen de DC-DC lader zit ertussen. Als de nood aan de man komt (en dat kan bij mij eigenlijk niet want de start-accu is uitsluitend start-accu) dan gebruik ik liever een startkabel om de start-accu te verbinden met de LFP-accu.

Voor de volledigheid twee dingen: met de DC-DC lader gebruik je niet de maximale capaciteit van de dynamo. In mijn geval heb ik een 60A dynamo en een 30A DC-DC lader. Dat is goed zo, het beschermt mijn dynamo. Maar soms wil ik zo snel mogelijk laden dus ik heb een tweede DC-DC lader tussen mijn startaccu en huisbank die ik met een schakelaar aan- en uit kan zetten. 'Turboladen' staat erbij en dat is voor beperkte duur (ongeveer een uur).

Tweede is dat een dynamo beschermd kan worden met een 'alternator regulator'. Een prachtig ding (als je een goeie koopt) die je dynamo beschermt maar ook het maximale eruit haalt. Als je dynamo heet wordt dan schroeft hij de afname terug om je dynamo te beschermen. Goed (maar prijzig) idee waardoor je een grotere DC-DC lader kunt gebruiken.

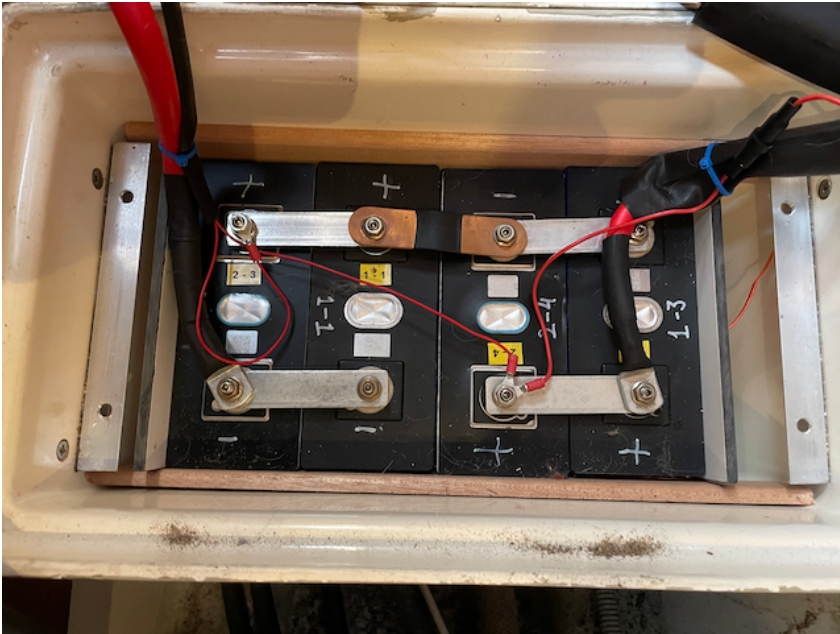
In het volgende artikel gaan we in op laden met stroom uit andere bronnen.

lifepo4 laden met alternatieve laadbronnen

Rob Ramsey neemt ons mee in de wereld van de Lithium accu (LifePO4 ofwel LFP). In de afgelopen drie artikelen heeft hij ons kennis laten maken met deze accu, heeft hij het behandelen en laden van de accu besproken en weten we hoe je een LFP-accu oplaadt met de dynamo van de motor. Deze keer meer over het laden van de accu met verschillende alternatieve laadbronnen.

In de vorige artikelen hebben we het laden met de walstrooplader en de dynamo behandeld. Maar er zijn nog andere alternatieve laadbronnen, zoals solar, wind, water en generator. Kern hiervan is tenminste dat de lader daarvan kan worden geprogrammeerd (de generator voedt vermoedelijk de walstrooplader dus daar is het al voor geregeld).

Wat belangrijk is, en waarom Lithium (LiFePO4 ofwel LFP) een grote stap vooruit is, is dat deze laadmethoden zelden de accu's volledig zullen opladen. Voor loodaccu's een probleem aangezien ze pas lang meegaan als ze regelmatig volledig opgeladen zijn. Maar voor LFP-accu's absoluut geen probleem. Erger, LFP-accu's worden er niet blij van als ze altijd volledig zijn opgeladen. Ze houden ervan goed gebruikt te worden. Dit artikel kan daarmee lekker kort worden gehouden: zorg dat de lader van je bron kan worden ingesteld zoals in het artikel over laders is beschreven en klaar.



Een van de twee accubakken waar de helft van de accu's inzit. Hier liggen twee 280 Ah accu's parralel

Alternatieve laadbronnen

Nu is de grote vraag, kunnen de verschillende bronnen ook tegelijk worden gebruikt? We testen het uit: de zon schijnt, de wind waait en we zeilen met 7 knopen. De solar, windgenerator én sleepgenerator doen het allemaal tegelijk. Het is geen probleem voor de LFP-accu's.

Nu een snelle rekensom: stel je hebt 300w aan solar, een 600w windgenerator en een 300W sleepgenerator: 1200w totaal, of maximaal 100A bij 12 volt. Aanbevolen wordt veelal een laadstroom van 0,5C.

Huh? Als je een accu hebt van 100Ah dan is 100A (zonder 'h') gelijk aan 1C (een maal de capaciteit). Laden met 0,5C is dus laden met 50A. Maar de accu kan ook vaak (lees de handleiding bij uw LFP-accu) 1C of zelfs 2C aan. Heb je dus een LFP-accu van 100Ah dan

laad je normaal – als je dat redt – met 50A (0,5C) maar in bovengenoemd voorbeeld is 100A (1C) ook goed mogelijk.

Sneller laden met twee bronnen

Overigens blijkt er vaak een misverstand te zijn over laden met verschillende bronnen. Stel, je hebt je lader ingesteld op 14 volt. De accu is leeg dus laten we overdreven stellen: rond de 10 volt. De acculader probeert de accu op 14 volt te brengen maar dat lukt niet, dat gaat even duren. Dus in eerste instantie brengt hij je accu op 10,1 volt, over een tijdje wordt dat 10,2 enzovoorts.

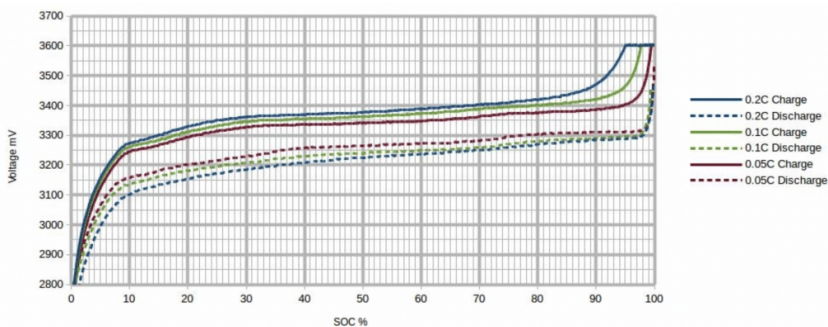
Nu zet je er een tweede lader op, die ook probeert de accu op 14 volt te brengen. Ondanks het feit dat er al een acculader bezig is, ziet de tweede lader ook 10,1 volt. De tweede lader probeert de accu daarom ook op 14 volt te brengen. Twee (of meer) laders kan dus gewoon. Pas als ze bijna op 14 volt zitten ga je merken dat de laders niet exact hetzelfde zijn. Lader één kan zien dat de accu op 13,99 volt zit, terwijl lader twee dit al leest als 14 volt. Hierdoor stopt lader twee met laden, en gaat lader één nog even door. Maar dat is gerommel in de marge en kan geen kwaad.

Rob Ramsey heeft je de vorige keer warm gemaakt voor een Lithium accu (LifePO4 ofwel LFP), ook zette hij je meteen onder een koude douche. Je kunt namelijk niet zomaar je oude accu vervangen door een LFP-accu. In dit artikel gaat hij uitgebreider in op wat eigenschappen voor het behandelen van deze accu en het laden.

Zoals in het vorige artikel aangegeven geeft een LFP-accu heel lang vrijwel dezelfde spanning af. Maar als hij vrijwel leeg is én als hij vrijwel vol is, schiet de spanning ineens als een raket omlaag of omhoog. De BMS (Battery Management System) is de verzekeringspolis van de accu: hij sluit de accu af als de spanning te laag of te hoog dreigt te worden. Hij waarschuwt niet, maar het is ineens ‘Pats!’ en je zit zonder stroom.

De BMS balanceert

Het is niet het enige wat de BMS doet. In een 12V accu zitten 4 cellen. Die cellen kunnen in de loop der tijd een beetje uit elkaar gaan lopen en meer of minder leveren dan de andere cellen. Aangezien je BMS op celniveau bewaakt is het de zwakste cel die bepaalt wat je accucapaciteit is. Dit betekent dat de andere cellen best nog flink wat over kunnen hebben als je BMS de accu afsluit omdat één cel onder de 2,5V zakt. De BMS ‘balanceert’ de cellen dus ook, hij zorgt er voortdurend voor dat alle cellen op een gelijk niveau staan.



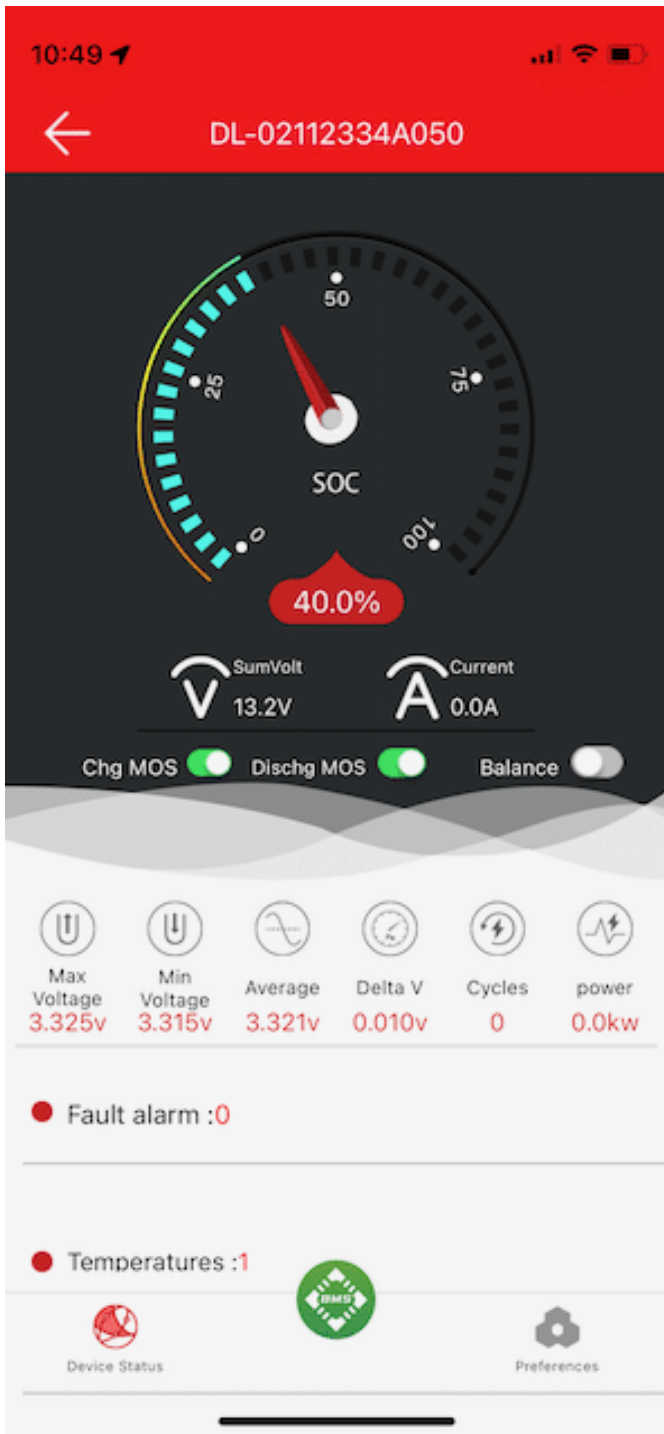
De

stroomcurve van LFP accu

Daarvoor moet je BMS de spanning van de cellen lezen. Als de accu op 50% staat dan is het verschil tussen de zwakke en de sterke cel misschien maar 1 millivolt. Een verschil tussen cellen kan het beste

worden bepaald als de cel-spanning in de raket-fase zit, dus als de spanning heel snel oploopt tijdens het laden. Immers, de zwakke cel zal nog op 3,55 volt staan terwijl de sterkste al op 3,63 staat. Het verschil in capaciteit is minimaal maar in spanning is deze best goed meetbaar. En dan kan je BMS wat stroom van de sterke naar de zwakke cel brengen zodat ze 'gebalanceerd' zijn.

Dit is relevant omdat je moet weten tot welke spanning je de accu moet opladen. In het algemeen is elke cel zo'n 98% vol als je hem oplaadt tot 3,5 of 3,55 volt. Om het balanceren makkelijker te maken voor je BMS, is het slim zelfs tot 3,65 volt te gaan. Je ziet dat bij sommige lader-leveranciers met LFP-instellingen: de accu's worden opgeladen ('Bulk') tot 3,65 volt en met 'Absorption' een of twee uur daar gehouden zodat de BMS kan balanceren.



De app van de

BMS toont de status per cel

10:50



DL-02112334A050

Chg MOS

Dischg MOS

Balance



Max Voltage
3.325v



Min Voltage
3.315v



Average
3.321v



Delta V
0.010v



Cycles
0



power
0.0kw

● Fault alarm :0

● Temperatures :1

T1: 30°C

● battery strings:4

1

3.315v

2

3.325v

3

3.322v

4

3.322v

● Battery code:

SH39F003

● Software version:

010100



Device Status



Preferences

Aan de absorptielading, of niet?

Je LFP-accu heeft zelf het liefst dat hij wordt opgeladen tussen 3,5 en 3,65 volt, daarna mag je het opladen stoppen. Meestal is dit niet zo'n probleem, maar als je veel aan de walstroom ligt, dan is je accu voortdurend stampvol. Dat vindt een LFP-accu niet erg prettig, die wordt namelijk liever niet volledig opgeladen.

Dus wat is wijsheid? Als je goede (en dat is wat anders dan dure) LFP-accu's hebt gekocht dan zijn ze goed op elkaar afgestemd. Een of twee keer per jaar balanceren (laden tot 3,6V of 3,65V per cel) is genoeg, maar je hebt een aardige kans dat zelfs dat niet nodig is. Dus wijsheid is, normaal opladen tot 3,5V of 3,55V per cel (14 volt – 14,2 volt) en dan geen absorptielading. Als je geen mogelijkheid hebt de absorptie in je lader uit te zetten, zet dan de kortst mogelijke absorptietijd aan. Als die tijd nog steeds mer dan een uur is, laadt dan liever tot 3,5 volt per cel.

Tenslotte heeft je lader ook nog de 'float'-fase. Dit is een kleine druppel lading die speciaal voor lood-accu's is om ze afgetopt te houden. Lood-accu's lopen namelijk langzaam maar zeker leeg, en zijn juist graag vol. Hier heeft een LFP-accu geen last van, de 'float' is hier dus niet nodig. Helaas is het bijna nooit mogelijk deze functie in je lader uit te zetten. Meestal kun je de float-spanning wel instellen, daarom raad ik aan deze in te stellen op een spanning die lager is dan de rust-spanning van je LFP accu: 3,35V per cel (13,2V voor een 12V accu).

Kun je je lader niet, of niet goed, instellen? Dan is het advies: koop een nieuwe lader die wel kan worden ingesteld. En dan het liefst een lader met een LiFePO4 instelling. Het bovenstaande geldt natuurlijk ook voor een omvormer-lader (bijv. de Victron Multicomact).

Samenvattend laden accu

Kort resumerend, voor een 12V accu (voor 24V gewoon met twee vermenigvuldigen):

- Bulk: 14V tot 14,2V (lager, tot 13,8 mag ook)
- Absorptie: uit of zo kort mogelijk
- Float: 13,2V

Volgende keer meer over laden van de accu's. Rob legt ons dan uit over het laden met de dynamo van de motor

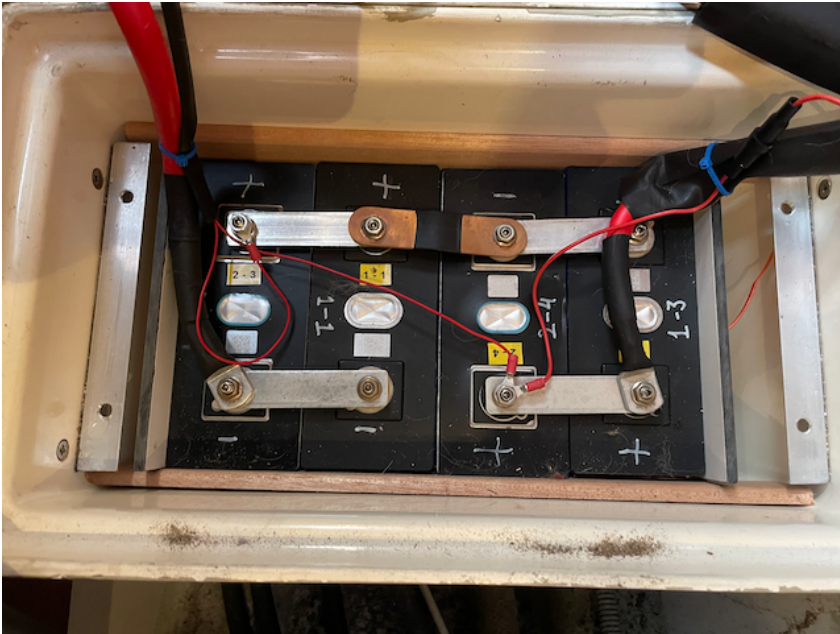
lifepo4 Hoe vol is de accu

Rob Ramsey neemt ons mee in de wereld van de Lithium accu (LifePO4 ofwel LFP). In de afgelopen drie artikelen heeft hij ons kennis laten maken met deze accu, heeft hij het behandelen en laden van de accu besproken en weten we hoe je een LFP accu oplaadt met zowel de dynamo van de motor als met alternatieve laadbronnen. Deze keer gaan we kijken hoe vol de accu eigenlijk is.

Hoe vol is mijn accu?

Het is belangrijk om een goed gevoel te hebben bij de ‘state of charge’ van LFP-accu’s. Hoe vol zijn ze nog? Je kunt hierbij de spanning van de lood-accu gebruiken, dan heb je een aardige indicatie. Maar eerder in deze serie gaf ik al aan dat dit niet werkt bij LFP-accus.

Een andere manier om de ‘state of charge’ te bekijken is met het metertje dat telt hoeveel Ampère in- en uit de accu is gegaan. Dit is de Battery Monitor, een soort boekhouder van je accu. Dit metertje laat op basis van de bij installatie aangegeven accucapaciteit hoeveel procent de accu nog heeft.



Twee 280Ah accu's parallel

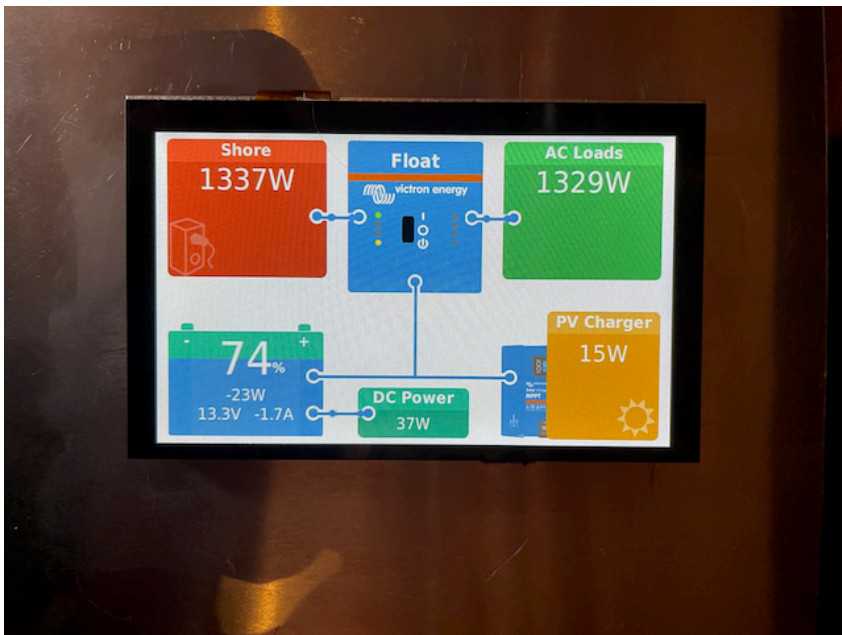
Dit houdt in: 30 Ampère uit een 150Ah accu betekent dat deze nog voor 80% vol zit. Meestal is het dan aan de gebruiker om te zien dat 50% eigenlijk 'leeg' betekent. Er is nogal wat kritiek op deze meters. Dat komt door twee kenmerken van lood-accu's.

Twee kenmerken van lood-accu's

1. Ten eerste de efficiëntie. Je stopt 100Ah in de accu en haalt er maximaal 90Ah uit. Efficiëntie is dan 90%, dat moet worden ingesteld in de accumulator. Maar er zijn geen twee lood-accu's met dezelfde efficiëntie, dus soms is het een beetje gissen. Meestal zweeft het rond de 80%.
2. Het tweede heet de Peukert getal. Het aantal Ah's dat de accu terug kan geven is afhankelijk van hoeveel je vraagt. Haal je er gedurende één uur 100A uit, dan zegt Peukert dat er minder uit de accu wordt gehaald dat wanneer er gedurende 100 uur 1A uit wordt gehaald. Hoe harder je zuigt, hoe minder je krijgt. Dat kan veel schelen. Daar moet je accumulator dan mee om kunnen gaan.

De Shunt

Het is om deze twee redenen dat deze meters veelal onbetrouwbaar worden geacht. Er is overigens nog een derde reden: het meten gebeurt met een 'shunt', een dingetje dat tussen de min-pool van de accu en de rest van de boot zit. Zo kan de shunt alle in- en uitgaande stroom meten. Maar vaak is er later nog wat bijgekomen in de boot en dat is rechtstreeks op de min-pool gezet. Je raadt het al, de shunt weet daar niets van en neemt dat dus niet mee in de meting. Gevolg: onbetrouwbare weergave.



Hoe vol is mijn accu?

Scherm met de status van de accu's, het verbruik en het laden

De grap is, dat een LFP-accu een efficiëntie heeft van 98% of meer en op de keper beschouwd vrijwel geen last heeft van Peukert. De Battery Monitor is dus veel nauwkeuriger dan bij een lood-accu.

Velen zeggen: nu *wel*bruikbaar en ik sluit me daarbij aan.

Installatie LFP-accu aan boord

Ik heb nu alles uitgelegd over de werking en het laden van de accu's. Volgende keer neem ik jullie mee in het laatste onderdeel: de installatie van de LFP-accu. Hiervoor gebruik ik het voorbeeld van hoe ik dit heb geïnstalleerd op mijn *Tosca*.

De installatie op de Tosca van Rob Ramsey

Rob Ramsey neemt ons mee in de wereld van de Lithium accu (LiFePO4 ofwel LFP). Lees de afgelopen vijf artikelen hieronder terug. En lees verder om te ontdekken hoe Rob de installatie op zijn zeiljacht heeft gedaan.

In de voorgaande artikelen heb ik de principes van, en rondom lithium (LiFePO4 ofwel LFP) beschreven. Het is het resultaat van bijna een jaar onderzoek waarbij het aantal kwakzalvers, in mijn beleving, 20 tot 40 keer zo hoog is als het aantal bronnen dat weet waar ze over praten. En als je dan door hebt naar wie je moet luisteren, dan zijn het erg technische mensen die Jip en Janneke taal niet beheersen. Ik heb op mijn zeiljacht *Tosca* op basis van de principes in de voorgaande artikelen de elektriciteitsvoorziening vervangen.

Voordat ik daarop in ga vertel ik dat ik, waar mogelijk, apparatuur van Victron gebruik. Ik krijg geen geld of spullen van Victron, geen advies, ik heb geen aandelen en ik heb geen familie of vrienden bij Victron. Maar ik vind het geweldig dat Victron apparaten met elkaar praten zodat het geheel goed samenwerkt en het is (prijzige) kwaliteit. 'That's it'.



De

binnenkant van de aluminium doos met electronica voor gegevensuitwisseling

Ik had al een Victron MultiCompact 1600 omvormer-lader. Die is goed instelbaar, daarover later meer.

Inrichting accubakken

Ik heb acht 280Ah LifePO4 cellen gekocht in China, de zg, 'EVE'-cellen. Die passen precies in mijn accubakken (ik heb er drie). Vervolgens heb ik er telkens twee parallel gezet en vier van die parallelsetjes in serie: 12V en 560Ah dus. Daar zit een DALY (uit China) BMS op van max. 250A. Dat zit in twee van de drie accubakken. In de derde accubak (ik heb hiervoor alleen ruimte in de bilge) heb ik de laadapparaten en de shunt ingebouwd.

De plus-draad van de accu komt eerst een grote schakelaar tegen (zodat ik de accu handmatig kan afsluiten). De min-draad komt eerst een Victron 500A smartshunt tegen en vanaf de shunt loopt een dun draadje terug naar de plus-pool van de accu voor nauwkeurige meting van de accuspanning.

In de accubak zit verder een 100V/50A solar MPPT, een Smart ORION DC-DC lader, 30A, die tussen de startaccu en de LFP-accu is gekoppeld, een tweede DC-DC lader (een domme deze keer, niet smart) die met een schakelaartje aan en uit kan worden gezet (“Turboladen” vanaf de dynamo). Scheidingsdiodes, battery combiners en dergelijke, heb ik uitgeschakeld. De start-accu heb ik rechtstreeks met de startmotor verbonden.

Apparaten praten met elkaar

Interessant is, dat de ‘Smart’-apparaten van Victron met elkaar praten. Dus voor het laden door de MultiCompact (walstroom) wordt het voltage gebruikt van de beste meter: de shunt. En dat is voor LFP echt relevant: 1/10° volt is belangrijk.

Ook interessant is dit: als ik lang aan de walstroom lig, dan wil ik toch zoveel mogelijk gebruik maken van de zonne-energie. Mijn Victron MultiCompact is ingesteld zodat de walstroom uit staat en 220V via de omvormer loopt. De MultiCompact ontvangt van de shunt stroom, spanning en ‘State of Charge’ (percentage volheid van de accu). Als dat percentage onder de 20% zakt, dan zet de MultiCompact de walstroom aan en laadt hij de LFP-accu’s helemaal op. Daarna zet hij de walstroom weer uit. Ik hoef er dus niet op te letten en lange periodes van dikke bewolking vormen aan wal geen probleem.

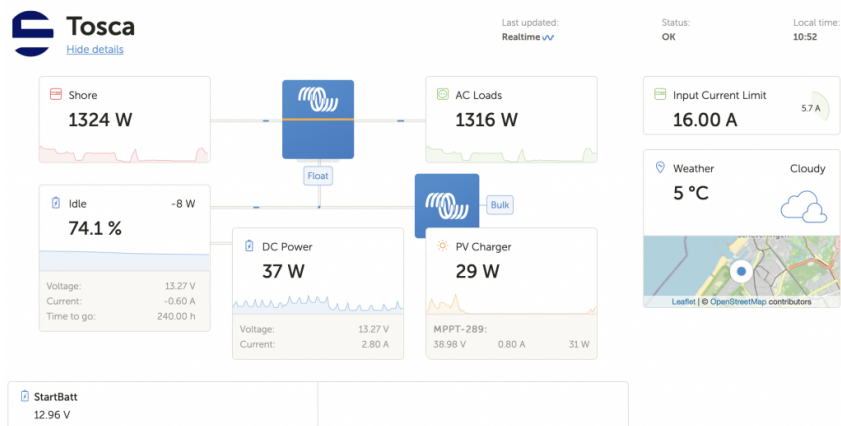


De
Victron MultiCompact met daaronder een scherm voor de laadstatus van de LFP accu's. De aluminium doos kan naar boven scharnieren. Tot slot heeft Tosca een Watt & Sea 500W sleepgenerator. Die heeft zijn eigen lader en is wat lastiger in te stellen. Dus ik heb die extra veilig (lagere spanning) ingesteld.

Heb ik een generator? Ik zie het nu van een dure inbouwgenerator niet in. Alle bovenstaande bronnen moeten in het overgrote merendeel van de scenario's kunnen voorzien. Daarom heb ik een goedkope draagbare generator van 900W die, in geval van nood, aan het walstroomcontact wordt aangesloten. Die laadt dan via de MultiCompact de accu's op.

Vanuit huis alles in de gaten houden

Om het geheel af te ronden, en omdat ik er veel van weet door mijn bedrijf, heb ik een Raspberry Pi computer aan de Victron apparaten gekoppeld (voorwaar geen eenvoudige klus) die op een eigen schermpje de stand van zaken laat zien én dat ook naar Victron stuurt zodat ik thuis of elders via het internet kan zien wat die stand van zaken is. De Raspberry Pi verzorgt ook een deel van de communicatie tussen de Victron apparaten, die anders via Bluetooth loopt.



Via

het internet kan ik de status van de boot in de gaten houden

Ter afsluiting: het is een enorm project geworden waarbij met name het vergaren van goede kennis veel tijd heeft gekost. Onderwerpen als zekeren, plaatsen, comprimeren van accu's, busbars, boutjes voor in de LFP-accu, temperatuur, specificaties van randapparatuur, instellingen, welke voltages, handmatig balanceren et cetera et cetera. Ik weet dus veel meer dan wat in deze artikelenreeks is weergegeven.

Maar dan zou ik moeten overwegen een boek van meer dan 500 pagina's te schrijven, en die zijn er al zat (toch, Nigel Calder?).

Ik geniet gewoon van mijn zorgeloze accu's en geef deze kennis graag door!

Nadat Rob dit artikel had ingestuurd, ontvingen we nog een kleine verrassing. Een allerlaatste slot stuk over de LFP-accu. Een filosofie van Rob over de wereld van accu's en tevens een kleine samenvatting van de serie. Binnenkort te lezen op Zeilwereld!

