

Manual

EN

Handleiding

NL

Manuel

FR

Anleitung

DE

Manual

ES

Lithium iron phosphate (LiFePO₄) battery

1 Safety guidelines and measures

1.1 General rules



Observe these instructions and keep them located near the Li-ion Battery for future reference. Work on the Li-ion Battery should be carried out by qualified personnel only.



While working on the Li-ion Battery wear protective eye-glasses and clothing.



Any uncovered battery material such as electrolyte or powder on the skin or in the eyes must be flushed with plenty of clean water immediately. Then seek medical assistance. Spillages on clothing should be rinsed out with water.



Explosion and fire hazard. Terminals of the Li-ion Battery are always a live; therefore do not place items or tools on the Li-ion Battery. Avoid short circuits, too deep discharges and too high charge currents. Use insulated tools. Do not wear any metallic items such as watches, bracelets, et cetera. In case of fire, you must use a type D, foam or CO2 fire extinguisher.



Never try to open or dismantle the Li-ion Battery. Electrolyte is very corrosive. In normal working conditions contact with the electrolyte is impossible. If the battery casing is damaged do not touch the exposed electrolyte or powder because it is corrosive.



Too deep discharges damage the Li-ion battery seriously and can even be dangerous. Therefore, use of an external safety relay is obligatory.



Li-ion Batteries are heavy. If involved in an accident they can become a projectile! Ensure adequate and secure mounting and always use suitable handling equipment for transportation. Handle with care because Li-ion Batteries are sensitive to mechanical shock.



If charged after the Li-ion battery was discharged below the Discharge cut-off voltage, or when the Li-ion battery is damaged or overcharged, the Li-ion battery can release a harmful mixture of gasses such as phosphate.

Non-compliance with operating instructions, repairs made with other than original parts, or repairs made without authorization render the warranty void.



1.2 Transportation warnings

The Li-ion battery must be transported in its original or equivalent package and in an upright position. If the battery is in its package, use soft slings to avoid damage. Do not stand below a Li-ion battery when it is hoisted. Never lift the battery at the terminals, only lift the battery at the handles.



Batteries are tested according to UN Handbook of Tests and Criteria, part III, sub section 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rev.5). For transport the batteries belong to the category UN3480, Class 9, Packaging Group II and have to be transported according to this regulation. This means that for land and sea transport (ADR, RID & IMDG) they have to be packed according to packaging instruction P903 and for air transport (IATA) according to packaging instruction P965. The original packaging satisfies these instructions.

1.3 Disposal of Li-ion batteries

Batteries marked with the recycling symbol must be processed via a recognized recycling agency. By agreement, they may be returned to the manufacturer. Batteries must not be mixed with domestic or industrial waste.



Non-spillable

2 General information about Lithium-iron-phosphate batteries

Lithium-iron-phosphate (LiFePO₄ or LFP) is the safest of the mainstream li-ion battery types. The nominal voltage of a LFP cell is 3,2V (lead-acid: 2V/cell). A 12,8V LFP battery therefore consists of 4 cells connected in series; and a 25,6V battery consists of 8 cells connected in series.

2.1 Rugged

A lead-acid battery will fail prematurely due to sulfation if:

- If it operates in deficit mode during long periods of time (i. e. if the battery is rarely, or never at all, fully charged).
- If it is left partially charged or worse, fully discharged.

A LFP battery does not need to be fully charged. This is a major advantage of LFP compared to lead-acid.

Other advantages are the wide operating temperature range, excellent cycling performance, low internal resistance and high efficiency (see below).

LFP is therefore the chemistry of choice for very demanding applications.

2.2 Efficient

In several applications (especially off-grid solar and/or wind), energy efficiency can be of crucial importance.

The round trip energy efficiency (discharge from 100% to 0% and back to 100% charged) of the average lead-acid battery is 80%.

The round trip energy efficiency of a LFP battery is 92%.

The charge process of lead-acid batteries becomes particularly inefficient when the 80% state of charge has been reached, resulting in efficiencies of 50% or even less in solar systems where several days of reserve energy is required (battery operating in 70% to 100% charged state).

In contrast, a LFP battery will still achieve 90% efficiency under shallow discharge conditions.

2.3 Size and weight

Saves up to 70% in space

Saves up to 70% in weight

2.4 Endless flexibility

LFP batteries are easier to charge than lead-acid batteries. The charge voltage may vary from 14V to 16V (as long as no cell is subjected to more than 4,2V), and they do not need to be fully charged. Therefore several batteries can be connected in parallel and no damage will occur if some batteries are less charged than others.



2.5 With or without Battery Management System (BMS)?

Important facts:

1. A LFP cell will fail if the voltage over the cell falls to less than 2,5V (note: recovery by charging with a low current, less than 0,1C, is sometimes possible).
2. A LFP cell will fail if the voltage over the cell increases to more than 4,2V.
3. The cells of a LFP battery do not auto-balance at the end of the charge cycle.

The cells in a battery are not 100% identical. Therefore, when cycled, some cells will be fully charged or discharged earlier than others. The differences will increase if the cells are not balanced/equalized from time to time.

In a lead-acid battery a small current will continue to flow even after one or more cells are fully charged (the main effect of this current is decomposition of water into hydrogen and oxygen). This current helps to fully charge other cells that are lagging behind, thus equalizing the charge state of all cells.

The current through a LFP cell however, when fully charged, is nearly zero, and lagging cells will therefore not be fully charged. Over time the differences between cells may become some so extreme that, even though the overall battery voltage is within limits, some cells will fail due to over- or under-voltage. Cell balancing is therefore highly recommended.

In addition to cell balancing, a BMS will:

- Prevent cell under voltage by timely disconnecting the load.
- Prevent cell overvoltage by reducing charge current or stopping the charge process.
- Shut down the system in case of over temperature.

A BMS is therefore indispensable to prevent damage to large Li-ion battery banks.



3 Installation

3.1 Short circuit protection

Single battery installation

The battery must be protected by a fuse.

Series connection

Up to four 12,8V batteries can be series connected.

The batteries must be connected to a BMS.

The string of batteries must be protected by a fuse.

Parallel or series parallel connection

Up to ten batteries or strings of batteries can be parallel connected.

The batteries must be connected to a BMS.

Each battery or string of batteries must be protected by a fuse, see figure 1.

Do not interconnect the intermediate battery to battery connections of two or more parallel strings of batteries.

3.2 Charging batteries before use

The batteries are approximately 50 % charged when shipped.

When charging series connected batteries, the voltage of the batteries or cells with the highest initial state of charge will increase when reaching the fully charged state, while other batteries or cells may lag behind. This may result in over voltage on the batteries or cells with the highest initial state of charge, and the charge process will be interrupted by the BMS.

We therefore recommend to fully charge new batteries before using them in a series or series-parallel configuration.

This can best be done by individually charging the batteries at a low rate (C/20 or less) with a charger or power supply set at 14,2 V. An absorption period of several hours at 14,2V is recommended to fully balance the cells.

Parallel connecting the batteries and simultaneous charging is also possible.

In this case every battery must be protected by a fuse and the recommended charge rate is again C/20 or less, with C being the capacity of one of the paralleled batteries.



4 Operation

4.1 Cell balancing and alarms

Each 12,8 V battery consists of four cells., and the internal cell balancing system will:

- a) Measure the voltage of each cell and divert an increasing part of the charge current when cell voltage exceeds 3,4 V, which will balance the cells.
- b) Give an over voltage (cell voltage > 3,7 V) or under voltage (cell voltage < 2,8 V) alarm to be processed by the BMS.
- c) Give an over temperature ($T > 50^{\circ}\text{C}$) alarm to be processed by the BMS.

Note: it follows from a) that the batteries must be regularly (at least once every three months) charged to at least $4 \times 3,4 = 13,6 \text{ V}$ in order to balance the cells.

4.2 Battery Management System (BMS)

Two BMS's are available to process the information from the batteries.

4.2.1 BMS 12/200

The BMS 12/200 is a simple all-in-one solution intended for 12 V systems only.

It includes all functions as described under section 4.1, plus an alternator current limiter.

For details, please see the datasheet and manual on our website.

4.2.2 VE.Bus BMS

This BMS is suitable for 12, 24 and 48 V systems.

For details and installation examples, please see the datasheet and manual on our website.



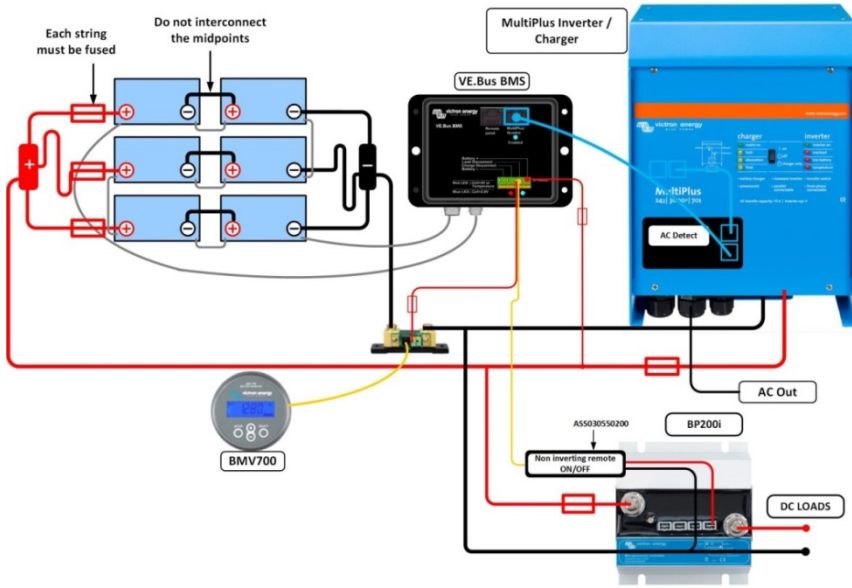


Figure 1: System example with VE.Bus BMS

1 Veiligheidsrichtlijnen en –maatregelen

1.1 Algemene voorschriften



Neem deze aanwijzingen in acht en bewaar deze in de buurt van de li-ionaccu om later nog te kunnen raadplegen. Werkzaamheden aan de li-ionaccu dienen enkele door gekwalificeerd personeel te worden uitgevoerd.



Draag bij het uitvoeren van werkzaamheden aan de li-ionaccu een veiligheidsbril en beschermende kleding.



Onbeschermd accumateriaal, zoals elektrolyt of poeder op de huid of in de ogen moet direct ruimschoots worden gespoeld met schoon water. Raadpleeg daarna een arts. Gemorst materiaal op kleding dient met water uitgespoeld te worden.



Explosie- en brandgevaar. De polen van de li-ion accu zijn altijd spanningsvoerend; plaats daarom geen voorwerpen of gereedschap op de li-ionaccu. Voorkom kortsluiting, te diepe ontlading en de hoge laadstromen. Gebruik geïsoleerd gereedschap. Draag geen metalen voorwerpen, zoals horloges, armbandjes, enz. Gebruik in geval van brand een schuim- of CO2-brandblusser van type D.



Probeer nooit om de li-ionaccu te openen of te demonteren. Elektrolyt is zeer agressief. Onder normale gebruiksomstandigheden is het contact met het elektrolyt onmogelijk. Als de behuizing van de accu beschadigd is, raak dan niet het blootliggende elektrolyt of poeder aan, omdat dit agressief is.



Een te diepe ontlading beschadigt de li-ionaccu zwaar en kan zelfs gevaarlijk zijn. Daarom is het gebruik van een extern veiligheidsrelais verplicht.



Lithium-ionaccu's zijn zwaar. Bij een ongeluk kunnen deze een projectiel worden! Zorg voor een goede en veilige montage en gebruik altijd een geschikte uitrusting voor het transport. Ga voorzichtig met lithium-ionaccu's om, omdat deze gevoelig zijn voor mechanische schokken.



Als de li-ionaccu wordt opgeladen nadat deze tot onder de uitschakelspanning was ontladen of als de li-ionaccu is beschadigd of overladen, dan kunnen uit de li-ionaccu een schadelijk mengsel van gassen, zoals fosfaat, ontsnappen.

Door het niet in acht nemen van de gebruiksaanwijzingen, het uitvoeren van reparaties met niet-originele onderdelen of het uitvoeren van reparaties zonder toestemming vervalt de garantie.



1.2 Transport- waarschuwingen



De li-ionaccu moet worden getransporteerd in de originele of gelijkwaardige verpakking en in rechtop staande positie.

Als de accu in de verpakking zit, gebruik dan zachte lussen om beschadiging te voorkomen. Ga niet onder een li-ionaccu staan als deze wordt getild. Til de accu nooit op aan de polen, enkel aan de handvaten.

De accu's worden getest volgens het UN handboek voor tests en criteria, deel III, lid 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rev.5). Bij het transport valt de accu's onder de categorie UN3480, klasse 9, verpakkingsgroep II en dient conform deze regels te worden getransporteerd. Dat betekent dat de accu bij transport over land of over zee (ADR, RID & IMDG) moeten worden verpakt conform de verpakkingsinstructie P903 en bij luchttransport (IATA) conform de verpakkingsinstructie P965. De originele verpakking voldoet aan deze instructies.

1.3 Afvalverwijdering van lithium-ionaccu's

Accu's die voorzien zijn van het recyclingsymbool moeten worden verwerkt door een erkend recyclingbedrijf. Door overeenkomst kunnen de accu's worden retour gestuurd naar de fabrikant. Accu's mogen niet worden weggegooid als huishoudelijk of industrieel afval.



Lekvrij

2 Algemene informatie over lithium-ijzerfosfaataccu's

Lithium-ijzerfosfaat (LiFePO₄ of LFP) is de veiligste van de voornaamste lithium-ionaccutypes. De nominale spanning van een LFP-cel is 3,2 V (loodzuur: 2 V/cel). Een 12,8 V LFP-accu bestaat daarom uit 4 in serie geschakelde cellen; en een 25,6 V LFP-accu bestaat uit 8 in serie geschakelde cellen.

2.1 Robuust

Een loodzuuraccu zal vroegtijdig uitvallen door sulfatering:

- Als deze gedurende langere periodes in de tekortmodus werkt (als de accu zelden of nooit volledig wordt geladen).
- Als de accu deels opgeladen of nog erger, volledig ontladen wordt gelaten.

Een LFP-accu hoeft niet volledig te worden opgeladen. Dit is een groot voordeel van LFP vergeleken met loodzuur.

Andere voordelen zijn een groot bereik van de bedrijfstemperatuur, uitstekende cyclusprestaties, een lage interne weerstand en een hoge efficiëntie (zie hieronder).

LFP is daarom de juiste keuze voor zeer veeleisende toepassingen.

2.2 Efficiënt

Energie-efficiëntie kan bij diverse toepassingen (vooral bij autonome zonne- en/of windenergie) van wezenlijk belang zijn.

De energie-efficiëntiecyclus (ontladen vanaf 100% tot 0% en terug naar 80% opgeladen) van de gemiddelde loodzuuraccu is 80%.

De energie-efficiëntiecyclus van een LFP-accu is 92%.

Het laadproces van loodzuuraccu's wordt vooral inefficiënt als de laadstatus van 80% is bereikt, hetgeen resulteert in een efficiëntie van 50% of nog minder in zonne-energiesystemen die een aantal dagen reserve-energie vereisen (accu die met een laadstatus van 70% tot 100% werkt).

Een LFP-accu heeft daarentegen nog een efficiëntie van 90% bij lichte ontladingen.

2.3 Afmeting en gewicht

Bespaart tot 70% aan ruimte

Is tot 70% lichter in gewicht

2.4 Eindeloze flexibiliteit

LFP-accu's zijn eenvoudiger op te laden dan loodzuuraccu's. Hun laadspanning varieert van 14 V tot 16 V (zolang er geen cel wordt blootgesteld aan meer dan 4,2 V) en ze hoeven niet volledig te worden opgeladen. Daarom kunnen er meerdere accu's parallel worden geschakeld en treedt er geen schade op als een aantal accu's minder opgeladen is dan andere.



2.5 Met of zonder BMS (Battery Management System, accubeheersysteem)?

Belangrijke feiten:

1. Een LFP-cel zal uitvallen als de spanning van de cel onder de 2,5 V daalt (opmerking: herstel door opladen met een lage stroom van minder dan 0,1 C is soms mogelijk).
2. Een LFP-cel zal uitvallen als de spanning van de cel boven de 4,2 V komt.
3. De cellen van een LFP-accu worden aan het einde van de laadcyclus niet automatisch uitgebalanceerd.

De cellen in een accu zijn niet 100% identiek. Hierdoor worden sommige cellen tijdens de laad-ontlaadcycli sneller volledig opgeladen of ontladen dan andere. De verschillen nemen toe als de cellen niet zo nu en dan worden uitgebalanceerd/geëgaliseerd.

In een loodzuuraccu blijft zelfs als één of meer cellen volledig zijn opgeladen een geringe stroom lopen (het grootste effect van deze stroom is het uiteenvallen van water in waterstof en zuurstof). De stroom helpt om andere, achterlopende cellen volledig op te laden, zodat de laadstatus van alle cellen wordt geëgaliseerd.

De stroom die door een volledig opgeladen LFP-cel stroomt, is echter vrijwel nul, zodat de achterlopende cellen niet volledig worden geladen. De verschillen tussen cellen kunnen op den duur zo groot worden dat, ook al blijft de totale accuspanning binnen de limieten, sommige cellen kapot gaan door over- of onderspanning. Celbalancering wordt daarom zeer aanbevolen.

Behalve celbalancering doet een BMS het volgende:

- Voorkomt onderspanning van de cel door de belasting vroegtijdig los te koppelen.
- Voorkomt overspanning van de cel door de laadstroom te verminderen of het laadproces te stoppen.
- Schakelt het systeem uit bij een te hoge temperatuur.

Een BMS is daarom onmisbaar om schade aan grote lithium-ionaccubanken te voorkomen.



3 Installatie

3.1 Kortsluitingsbeveiliging

Installatie met een enkele accu

De accu moet beveiligd zijn met een zekering.

Serie-aansluiting

Tot vier 12,8 V-accu's kunnen in serie worden aangesloten.

De accu's moeten worden aangesloten op een BMS.

De reeks accu's moet zijn beveiligd met een zekering.

Parallel of parallelle serie-aansluiting

Tot tien accu's of accureeksen kunnen parallel worden aangesloten.

De accu's moeten worden aangesloten op een BMS.

Elke accu of accureeks moet zijn beveiligd met een zekering, zie afbeelding 1.

Verbind de tussenliggende accu niet met accu-aansluitingen of twee of meer parallelle accureeksen.

3.2 Accu's vóór het gebruik opladen

De accu's zijn ca. 50 % opgeladen als deze worden verzonden.

Als in serie aangesloten accu's worden opgeladen, stijgt de spanning of de accu's of cellen met de hoogste beginlaadstatus als de accu volledig is opgeladen, terwijl andere accu's of cellen misschien achterlopen. Dit kan leiden tot overspanning bij de accu's of cellen met de hoogste beginlaadstatus en dan wordt het laadproces door het BMS onderbroken.

Daarom adviseren wij om nieuwe accu's vóór het gebruik in een serie-parallelle serie-configuratie volledig op te laden.

Dit kan het beste plaatsvinden door de accu's individueel op te laden met een lage spanning (C/20 of minder) met een lader of voeding die is ingesteld op 14,2 V. Een absorptieperiode van meerdere uren bij 14,2 V wordt geadviseerd om de cellen volledig te egaliseren.

Een parallelle aansluiting van de accu's en het gelijktijdig opladen is ook mogelijk. In dat geval moet elke accu zijn beveiligd met een zekering en bedraagt de aanbevolen laadspanning weer C/20 of minder, waarbij C de capaciteit is van één van de parallel aangesloten accu's.



4. Werking

4.1 Celbalancering en alarmen

Elke 12,8 V accu bestaat uit vier cellen en het interne celbalanceringsstelsel:

- a) meet de spanning van elke cel en leidt een steeds groter wordend gedeelte van de laadstroom om als de celspanning 3,4 V overschrijdt, waardoor de cellen worden geëgaliseerd.
- b) geeft een overspannings- (celspanning > 3,7 V) of onderspannings- (celspanning < 2,8 V) alarm af dat door het BMS moet worden verwerkt.
- c) geeft een overtemperatuurs- ($T > 50^{\circ}\text{C}$) alarm af dat door het BMS moet worden verwerkt.

Opmerking: dit is het gevolg van a) dat de accu's regelmatig (tenminste één keer in de drie maanden) worden opgeladen tot tenminste $4 \times 3,4 = 13,6$ V om de cellen te kunnen egaliseren.

4.2 Accubeheersysteem (Battery Management System, BMS)

Twee BMS staan ter beschikking om de informatie van de accu's te verwerken.

4.2.1 BMS 12/200

Het BMS 12/200 is een eenvoudig all-in-one-oplossing die enkel bedoeld is voor 12 V-systemen.

Het bevat alle functies zoals beschreven onder paragraaf 4.1 plus een wisselstroombegrenzer.

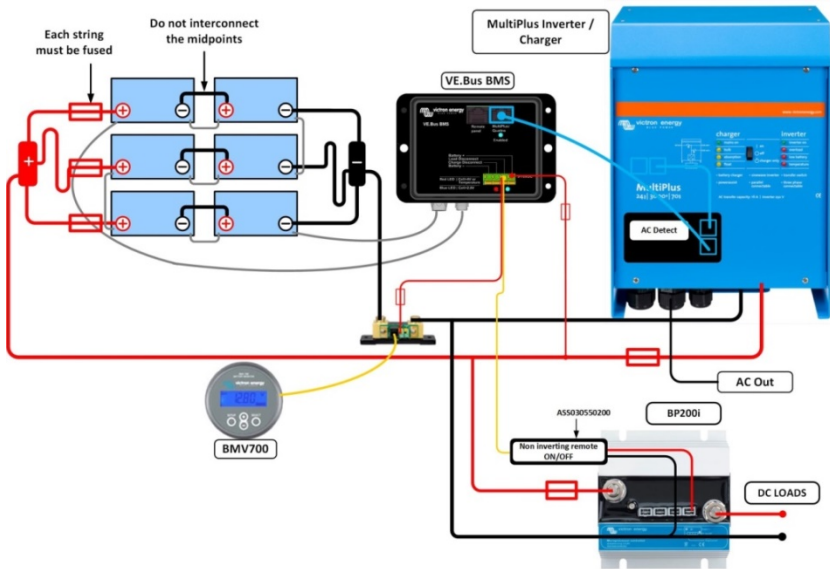
Zie voor meer informatie het datasheet en de handleiding op onze website.

4.2.2 VE.Bus BMS

Dit BMS is geschikt voor 12, 24 en 48 V-systemen.

Zie voor meer informatie en installatievoorbeelden het datasheet en de handleiding op onze website.





Abbeelding 1: Systemvoorbeeld met VE.Bus BMS

1 Règles et mesures de sécurité

1.1 Règles générales



Veillez respecter ces instructions et rangez-les à proximité de la batterie au lithium-ion afin de pouvoir les consulter ultérieurement. Seul du personnel qualifié doit travailler sur des batteries au lithium-ion.



Lorsque vous travaillez sur une batterie au lithium-ion, vous devez porter des vêtements et des lunettes de protection.



Tout élément de la batterie – tel que l'électrolyte ou la poudre – entrant en contact avec la peau ou les yeux doit être immédiatement rincé abondamment à l'eau. Ensuite, appelez un médecin. Tout élément renversé sur les vêtements doit être rincé avec de l'eau.



Risque d'explosion et d'incendie. Les bornes de la batterie au lithium-ion sont toujours sous tension, vous ne devez donc jamais mettre de pièces ou d'outils dessus. Évitez les courts-circuits, les décharges trop profondes et les courants de charge trop élevés. Utilisez des outils isolés. Enlevez tous les objets métalliques tels des montres, des bracelets, etc. En cas d'incendie, vous devez utiliser un extincteur à dioxyde de carbone ou à poudre, de type D.



Ne jamais essayer d'ouvrir ou de démonter la batterie au lithium-ion. L'électrolyte est un élément

extrêmement corrosif. Dans des conditions normales de travail, le risque de contact avec l'électrolyte est impossible. Si le boîtier de la batterie est endommagé, ne touchez pas l'électrolyte ou la poudre qui se dégage car il s'agit d'éléments extrêmement corrosifs.



Des décharges trop profondes peuvent endommager sérieusement la batterie au lithium-ion et elles peuvent même être dangereuses. C'est pourquoi, l'utilisation d'un relai de sécurité externe est obligatoire.



Les batteries au lithium-ion sont lourdes. Si elles sont impliquées dans un accident, elles peuvent se transformer en projectiles ! Assurez-vous que le montage soit adéquat et sûr, et utilisez toujours un équipement de manipulation adapté pour le transport. Manipulez les batteries au lithium-ion avec précaution car elles sont sensibles aux chocs mécaniques.



Si une batterie au lithium-ion est chargée, après avoir été déchargée en dessous de sa tension de coupure, ou si elle a été endommagée ou surchargée, il est possible qu'elle dégage un mélange dangereux de gaz tels que le phosphate.

Le non respect des instructions de fonctionnement, les réparations effectuées avec des pièces autres que celles d'origine, ou les réparations effectuées sans autorisation annuleront la garantie.



1.2 Avertissements quant au transport

La batterie au lithium-ion doit être transportée dans son emballage d'origine ou équivalent, et en position verticale.

Si la batterie se trouve dans son emballage, utilisez des sangles rembourrés pour éviter de l'endommager.

Ne pas rester sous une batterie au lithium-ion lorsqu'elle est hissée. Ne jamais soulever les batteries par leurs bornes. Les batteries doivent être soulevées par leurs poignées.

Les batteries sont testées conformément au Manuel d'épreuves et de critères des Nations Unies, partie III, sous-section 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Rév.5).

En ce qui concerne le transport, les batteries appartiennent à la catégorie UN3480, Classe 9, Groupe d'emballage II et elles doivent être transportées conformément à cette réglementation. Cela signifie que pour le transport terrestre et maritime (ADR, RID et IMDG), elles doivent être transportées conformément aux instructions d'emballage P903, et pour le transport aérien (IATA) conformément aux instructions d'emballage P965. L'emballage d'origine est conforme à ces instructions.



1.3 Mise au rebut des batteries au lithium-ion

Les batteries présentant le symbole de recyclage doivent être gérées par un centre de traitement spécialisé. Par convention, elles peuvent être renvoyées au fabricant. Les batteries ne doivent pas être mélangées avec les ordures ménagères ou les déchets industriels.



Étanche

2 Information générale concernant les batteries au phosphate de lithium de fer

Les batteries au phosphate de lithium de fer (LiFePO₄ ou LFP) sont les plus sûres parmi les batteries au lithium-ion traditionnelles. La tension nominale d'une cellule LFP est de 3,2 V (au plomb : 2 V/cellule). Une batterie LFP de 12,8 V est composée de 4 cellules connectées en série, et une batterie de 25,6 V est composée de 8 cellules connectées en série.

2.1 Robuste

Une batterie au plomb tombera en panne prématurément à cause de la sulfatation :

- Si elle fonctionne en mode déficitaire pendant de longues périodes (c'est à dire que la batterie est rarement ou jamais entièrement chargée).
- Si elle est laissée partiellement chargée, ou pire, entièrement déchargée.

Il n'est pas nécessaire de charger complètement une batterie LFP. Cela représente un avantage majeur de la batterie LFP par rapport à la batterie au plomb.

Ces batteries présentent d'autres avantages tels qu'une large plage de température d'exploitation, une performance excellente d'accomplissement de cycle, une résistance interne faible et une efficacité élevée (voir ci-dessous).

Une batterie LFP est donc la chimie de premier choix pour des applications très exigeantes.

2.2 Efficiente

Dans le cas de nombreuses applications (en particulier les applications autonomes solaires et/ou éoliennes), l'efficacité énergétique peut être d'une importance cruciale.

L'efficacité énergétique aller-retour – décharge de 100 % à 0 % et retour à 100 % chargée – d'une batterie au plomb moyenne est de 80 %

L'efficacité énergétique aller-retour d'une batterie LFP est de 92 %.

Le processus de charge des batteries au plomb devient particulièrement inefficace quand l'état de charge a atteint 80 %, donnant des efficacités de 50 % ou même moins dans le cas des systèmes solaires quand plusieurs jours d'énergie de réserve est nécessaire (batterie fonctionnant avec un état de charge de 70 % à 100 %).

En revanche, une batterie LFP atteindra 90 % d'efficacité dans des conditions de décharge légère.

2.3 Taille et poids

70 % de gain de place.

70 % de gain de poids.



2.4 Souplesse infinie

Les batteries LFP sont plus faciles à charger que celles au plomb. La tension de charge peut varier de 14 V à 16 V (tant qu'aucune cellule n'est soumise à plus de 4,2 V). Elles n'ont pas besoin d'être chargée entièrement. Par conséquent, plusieurs batteries peuvent être raccordées en parallèle, et si certaines batteries sont moins chargées que d'autres, cela ne provoquera aucun dommage.

2.5 Avec ou sans système de gestion de batterie (BMS) ?

Important :

1. Une cellule LFP sera défaillante si la tension sur les cellules chute en dessous de 2,5 V (remarque : la récupération est parfois possible en chargeant avec un courant faible, inférieur à 0,1 C).
2. Une cellule LFP sera défaillante si la tension sur la cellule dépasse 4,2 V.
3. Les cellules d'une batterie LFP ne s'équilibrent pas automatiquement à la fin du cycle de charge.

Les cellules dans une batterie ne sont pas 100 % identiques. C'est pourquoi, après un cycle, certaines cellules seront entièrement chargées ou déchargées avant d'autres. Les différences augmenteront si les cellules ne sont pas équilibrées/égalisées de temps en temps.

Pour une batterie au plomb, un léger courant continuera de circuler même après la charge complète d'une ou plusieurs cellules (l'effet principal de ce courant est la décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène). Ce courant aide à charger entièrement d'autres cellules qui sont déphasées dans leur chargement, et par conséquent il égalisera l'état de charge de toutes les cellules.

Cependant, le courant à travers une cellule LFP, lorsqu'elle est complètement chargée, est près de 0, donc les cellules déphasées ne seront pas chargées entièrement. À long terme, ces différences entre les cellules peuvent parfois devenir si importantes — même si la tension générale de la batterie se trouve dans ses limites — que certaines cellules deviendront défaillantes suite à une surtension ou sous-tension. L'équilibrage des cellules est donc hautement recommandé.

En plus de l'équilibrage des cellules, un BMS pourra :

- Empêcher la sous-tension de la cellule en déconnectant la charge juste à temps.
- Empêcher la surtension de la cellule en réduisant le courant de charge ou en arrêtant le processus de charge.
- Arrêter le système en cas de surchauffe.

Un BMS est donc indispensable pour éviter d'endommager les bancs de batteries au lithium-ion.



3 Installation

3.1 Protection contre les courts-circuits

Installation d'une seule batterie

La batterie doit être protégée par un fusible.

Raccordement en série

Jusqu'à quatre batteries de 12,8 V peuvent être raccordées en série.

Les batteries doivent être connectées à un BMS.

La file de batterie doit être protégée par un fusible.

Raccordement en parallèle, ou en parallèle-série

Jusqu'à dix batteries ou files de batteries peuvent être raccordées en parallèle.

Les batteries doivent être connectées à un BMS.

Chaque batterie ou file de batteries doit être protégée par un fusible. Voir figure 1.

Ne pas raccorder la batterie intermédiaire aux connexions de batterie de deux files de batteries ou plus.

3.2 Charger les batteries avant leur utilisation

Les batteries sont chargées à près de 50 % lorsqu'elles sont expédiées.

Lorsque des batteries connectées en série sont chargées, la tension des batteries ou des cellules présentant l'état de charge initial le plus élevé augmentera lorsqu'elle atteindra l'état de charge complet, tandis que d'autres batteries ou cellules peuvent restées à la traîne. Cela peut entraîner une surtension des batteries ou des cellules avec l'état de charge initial le plus élevé, et le processus de charge sera interrompu par le BMS.

Nous vous recommandons donc de charger entièrement les nouvelles batteries avant de les utiliser dans une configuration en parallèle-série ou série.

Cela peut être fait individuellement en chargeant les batteries à un taux faible (C/20 ou moins) avec un chargeur ou une alimentation établie à 14,2 V. Une période d'absorption de plusieurs heures à 14,2 V est recommandée pour équilibrer entièrement les cellules.

Il est également possible de connecter les batteries en parallèle et de les charger simultanément. Dans ce cas, chaque batterie doit être protégée par un fusible, et le taux de charge recommandé est de nouveau C/20 ou moins, C étant la capacité de l'une des batteries en parallèle.



4 Fonctionnement

Équilibrage des cellules et alarmes

Chaque batterie de 12,8 V comprend quatre cellules, et le système interne d'équilibrage des cellules :

- a) Mesurera la tension de chaque cellule et déviara une partie croissante du courant de charge lorsque la tension de la cellule dépasse 3,4 V, ce qui équilibrera les cellules.
- b) Déclenchera une alarme de surtension (tension de cellule > 3,7 V) ou sous-tension (tension de cellule < 2,8 V) qui sera traitée par le BMS.
- c) Déclenchera une alarme de surchauffe ($T > 50^{\circ}\text{C}$) qui sera traitée par le BMS.

Remarque : il découle du point a) que les batteries doivent être régulièrement chargées (au moins une fois tous les trois mois) à au moins $4 \times 3,4 = 13,6$ V afin d'équilibrer les cellules.

4.2 Système de gestion de batterie (BMS)

Deux BMS sont disponibles pour traiter l'information provenant des batteries.

4.2.1 BMS 12/200

Le BMS 12/200 est une simple solution tout-en-un conçue uniquement pour des systèmes de 12 V.

Il comprend toutes les fonctions décrites dans la section 4.1, plus un limiteur de courant alternatif.

Pour davantage de détails, veuillez consulter la fiche technique et le manuel sur notre site Web.

4.2.2 BMS de VE.Bus

Ce BMS est prévu pour des systèmes de 12, 24 et 48 V.

Pour davantage de détails et des exemples d'installation, consultez la fiche technique et le manuel sur notre site Web.



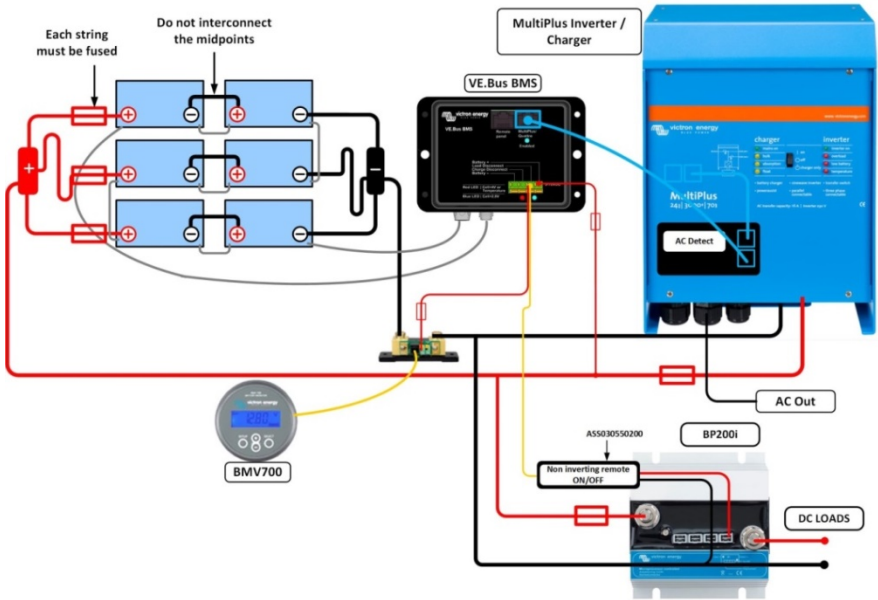


Figure 1 : Exemple de système avec un BMS de VE.Bus

1. Sicherheitsrichtlinien und Sicherheitsmaßnahmen

1.1 Allgemeine Regeln



Bitte beachten Sie diese Anweisungen und bewahren Sie sie zum späteren Nachschlagen in Nähe der Lithium-Ionen-Batterie auf.

Arbeiten an der Lithium-Ionen-Batterie sollten nur durch einen Fachmann durchgeführt werden.



Während der Arbeit an der Lithium-Ionen-Batterie tragen Sie bitte Schutzbrillen und Schutzkleidung.



Gelangt Material aus der nicht abgedeckten Batterie, wie zum Beispiel Elektrolyt oder Puder, in Kontakt mit der Haut oder den Augen muss es sofort mit viel sauberem Wasser ab- bzw. ausgespült werden. Ziehen Sie dann einen Arzt hinzu. Wenn etwas davon auf die Kleidung verschüttet wird, spülen Sie es mit Wasser ab.



Explosions- und Brandgefahr. Die Anschlüsse der Lithium-Ionen-Batterie stehen stets unter Spannung. Legen Sie daher niemals Gegenstände oder Werkzeuge auf der Lithium-Ionen-Batterie ab. Vermeiden Sie Kurzschlüsse, zu tiefe Entladungen oder zu hohe Ladeströme. Verwenden Sie isolierte Werkzeuge. Tragen Sie keine metallischen Gegenstände so wie Uhren, Armbänder, etc. am Körper. Verwenden Sie bei einem Feuer Feuerlöscher der Klasse D, Schaum oder CO₂-Feuerlöscher.



Versuchen Sie niemals, die Lithium-Ionen-Batterie zu öffnen oder zu zerlegen. Elektrolyt ist stark ätzend. Unter normalen Arbeitsbedingungen ist ein Kontakt mit dem Elektrolyt ausgeschlossen. Falls das Batteriegehäuse beschädigt sein sollte, berühren Sie nicht den austretenden Elektrolyt oder das Puder, da beides stark ätzend ist.



Wird die Lithium-Ionen-Batterie zu tief entladen wird sie dadurch stark beschädigt. Dies kann sogar gefährlich werden. Aus diesem Grund ist die Verwendung eines externen Sicherheitsrelais vorgeschrieben.



Lithium-Ionen-Batterien sind schwer. Bei einem Unfall können sie zu einem Geschoss werden! Achten Sie auf eine angemessene und sichere Befestigung und verwenden Sie stets die passende Transportausrüstung. Gehen Sie vorsichtig mit den Lithium-Ionen-Batterien um, sie sind stoßempfindlich.



Wenn eine Lithium-Ionen-Batterie wieder geladen wird, nachdem sie bis unter die Begrenzungsspannung für das Abschalten entladen wurde oder, wenn sie beschädigt oder überladen wurde, kann sie ein schädliches Gasgemisch wie zum Beispiel Phosphat absondern.

Bei einer Nicht-Befolgung der Bedienungsanleitung, bei Reparaturen mit anderen als den Originalbauteilen oder bei unfachmännischen Reparaturen erlischt die Gewährleistung.

1.2 Transporthinweise

Die Lithium-Ionen-Batterie ist in ihrer Originalverpackung bzw. in einer entsprechenden Verpackung in einer aufrechten Position zu transportieren. Befindet sich die Batterie in ihrer Verpackung, verwenden Sie weiche Riemen, um eine Beschädigung zu vermeiden. Stellen Sie sich nie unter eine Lithium-Ionen-Batterie, während diese hochgezogen wird. Heben Sie die Batterie niemals an den Anschlüssen sondern immer nur an den Griffen an.



Die Batterie sind gemäß dem UN-Handbuch über Prüfungen und Kriterien, Teil III, Unterabschnitt 38.3 (ST/SG/AC.10/11/Fassung 5) geprüft.

Für den Transport gehören die Batterien zur Kategorie UN3480, Klasse 9, Verpackungsgruppe II und beim Transport müssen diese Regelungen eingehalten werden. Das bedeutet, dass sie für den Transport über Land oder auf dem Wasser (ADR, RID & IMDG) gemäß der Verpackungsanleitung P903 und für den Luftransport (IATA) gemäß der Verpackungsanleitung P965 verpackt sein müssen. Die Originalverpackung erfüllt diese Vorgaben.

1.3 Entsorgung von Lithium-Ionen-Batterien

Batterien, die mit dem Recycling-Symbol gekennzeichnet sind, müssen bei anerkannten Recycling-Stellen abgegeben werden. Nach Absprache können sie auch an den Hersteller zurückgegeben werden. Batterien dürfen nicht in den Haus- oder Industrie- Müll.



Auslaufsicher

2 Allgemeine Informationen über Lithium-Eisenphosphat-Batterien

Die Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄ oder LFP)-Batterie ist der sicherste der regulären Lithium-Ionen-Batterietypen. Die Nennspannung einer LFP-Zelle beträgt 3,2 V (Blei-Säure: 2 V/Zelle). Eine 12,8 V LFP-Batterie besteht daher aus 4 in Reihe geschalteten Zellen und eine 25,6 V Batterie besteht aus 8 in Reihe geschalteten Zellen.

2.1 Robust

Eine Blei-Säure-Batterie wird in folgenden Fällen aufgrund von Sulfatierung vorzeitig versagen:

- Wenn sie lange Zeit in unzureichend geladenem Zustand in Betrieb ist (d. h., wenn die Batterie selten oder nie voll aufgeladen wird).
- Wenn sie im teilweise geladenen Zustand oder noch schlimmer, vollständig entladenen Zustand belassen wird.

Eine LFP-Batterie muss nicht voll aufgeladen sein. Darin liegt ein bedeutender Vorteil von LFP-Batterien im Vergleich zu Blei-Säure-Batterien.

Weitere Vorteile betreffen den breiten Betriebstemperaturbereich, eine exzellente Zyklisierung, geringe Innenwiderstände und einen hohen Wirkungsgrad (siehe unten).

Die LFP-Batterie ist daher die beste Wahl für den anspruchsvollen Gebrauch.

2.2 Effizient

Bei zahlreichen Einsatzmöglichkeiten (insbesondere bei netzunabhängigen Solar- und/oder Windkraftanlagen), kann der Energienutzungsgrad von ausschlaggebender Bedeutung sein.

Der Energienutzungsgrad eines Ladezyklus (Entladen von 100 % auf 0 % und Wiederaufladen auf 100 %) einer durchschnittlichen Blei-Säure-Batterie liegt bei ca. 80 %.

Der Energienutzungsgrad eines Ladezyklus einer LFP-Batterie liegt dagegen bei 92 %.

Der Ladevorgang einer Blei-Säure Batterie wird insbesondere dann ineffizient, wenn die 80 %-Marke des Ladezustands erreicht wurde. Das führt zu Energienutzungsgraden von nur 50 %. Bei Solar-Anlagen ist dieser Wert sogar noch geringer, da dort Energiereserven für mehrere Tage benötigt werden (die Batterie ist in einem Ladezustand zwischen 70 % und 100 % in Betrieb).

Eine LFP-Batterie erzielt dagegen noch immer einen Energienutzungsgrad von 90 %, selbst wenn sie sich in einem flachen Entladezustand befindet.

2.3 Größe und Gewicht

Platzeinsparung von bis zu 70 %

Gewichteinsparung von bis zu 70 %



2.4 Unendlich flexibel

LFP-Batterien lassen sich leichter aufladen, als Blei-Säure-Batterien. Die Lade-Spannung kann zwischen 14 V und 16 V variieren (so lange an keiner der Zellen mehr als 4,2 V anliegen). Außerdem müssen diese Batterien nicht voll aufgeladen werden. Aus diesem Grund lassen sich mehrere Batterien parallel schalten und es tritt keine Beschädigung auf, wenn einige Batterien weniger geladen sind, als andere.

2.5 Mit oder ohne Batterie-Management-System (BMS)?

Wichtige Fakten:

1. Eine LFP-Zelle versagt, wenn die Spannung über der Zelle auf unter 2,5 V abfällt (Hinweis: manchmal ist eine Wiederherstellung durch das Laden mit einem niedrigen Strom, unter 0,1 C, möglich).
2. Eine LFP-Zelle wird versagen, wenn die an der Zelle anliegende Spannung auf einen Wert über 4,2 V ansteigt.
3. Die Zellen einer LFP-Batterie führen am Ende des Ladezyklus keinen automatischen Ausgleich durch.

Die Zellen in einer Batterie sind nie zu 100 % gleich. Aus diesem Grund sind einige Zellen beim Zyklieren früher voll aufgeladen bzw. entladen, als andere. Diese Unterschiede werden stärker, wenn die Zellen nicht von Zeit zu Zeit ausgeglichen werden.

In einer Blei-Säure-Batterie fließt ein geringer Strom weiter, auch, wenn eine oder mehrere Zellen voll aufgeladen sind (der Haupteffekt dieses Stroms ist die Spaltung von Wasser in Wasser- und Sauerstoff). Mithilfe dieses Stroms werden die anderen Zellen, deren Ladezustand hinterherhinkt, ebenso geladen und so wird der Ladezustand aller Zellen ausgeglichen.

Der Strom, der durch eine LFP-Zelle fließt ist, wenn diese voll geladen ist, jedoch so gut wie Null. Weniger geladene Zellen werden aus diesem Grund nicht voll aufgeladen. Mit der Zeit kann der Unterschied zwischen den einzelnen Zellen so extrem groß werden, dass, obwohl die Gesamtspannung der Batterie innerhalb der Begrenzungen liegt, einige Zellen aufgrund von Über- bzw. Unterspannung versagen werden. Ein Zellenausgleich wird daher wärmstens empfohlen.

Abgesehen vom Zellenausgleich bietet ein BMS noch weitere Funktionen:

- Schutz der Zelle vor einer Unterspannung durch das rechtzeitige Abschalten der Last.
- Schutz der Zelle vor einer Überspannung durch Reduzierung des Ladestroms bzw. Abschalten des Ladevorgangs.
- Abschalten des Systems im Falle einer Übertemperatur.

Daher ist ein BMS für die Verhinderung von Schäden an großen Lithium-Ionen-Batterie-Banken unverzichtbar.



3 Installation

3.1 Schutz vor Kurzschlüssen

Installation einer einzelnen Batterie

Die Batterie muss durch eine Sicherung geschützt werden.

Anschluss in Serie

Es lassen sich bis zu vier 12,8 V Batterien in Serie anschließen.

Die Batterien müssen an ein BMS angeschlossen werden.

Der Batterie-Strang muss durch eine Sicherung geschützt werden.

Paralleler oder in Serie-parallel geschalteter Anschluss

Bis zu zehn Batterien oder Batteriestränge lassen sich parallel anschließen.

Die Batterien müssen an ein BMS angeschlossen werden.

Jede der Batterien bzw. jeder der Batteriestränge muss durch eine Sicherung geschützt werden. Man beachte auch Abbildung 1.

Verbinden Sie die dazwischen liegende Batterie nicht mit den Batterieanschlüssen von zwei oder mehr parallelen Batteriesträngen.

3.2 Laden der Batterien vor der Verwendung

Bei der Lieferung sind die Batterien etwa zu 50 % aufgeladen.

Beim Laden von in Serie geschalteten Batterien, wird die Spannung der Batterien bzw. Zellen mit dem höchsten anfänglichen Ladestatus ansteigen, wenn der vollständig geladene Zustand erreicht ist, während andere Batterien bzw. Zellen noch zurückliegen. Das kann dann zu einer Überspannung an den Batterien bzw. Zellen mit dem anfänglich höchsten Ladezustand führen. Der BMS unterbricht dann den Ladevorgang.

Aus diesem Grund empfehlen wir, neue Batterien zunächst vollständig aufzuladen, bevor diese bei in Serie bzw. in parallelen in Serie geschalteten Konfigurationen verwendet werden.

Dies erfolgt am besten durch das separate Laden der Batterien bei einem niedrigen Wert (C/20 oder geringer) und mit einem Ladegerät oder einer Stromversorgung, eingestellt auf 14,2 V. Es wird eine Konstanzspannungsphase von mehreren Stunden bei 14,2 V empfohlen, um die Zellen vollständig auszugleichen.

Es ist auch möglich, die Batterien parallel anzuschließen und sie gleichzeitig zu laden. In diesem Fall muss jede der Batterien durch eine Sicherung geschützt werden. Die empfohlene Laderate liegt wieder bei C/20 oder niedriger. Dabei steht C für die Kapazität einer der parallel geschalteten Batterien.



4. Betrieb

4.1 Zellenausgleich und Alarme

Jede 12,8 V Batterie besteht aus vier Zellen. Das interne Zellausgleichssystem wird:

- d) die Spannung einer jeden Zelle messen und einen ansteigenden Teil des Ladestroms umleiten, wenn die Zellenspannung 3,4 V überschreitet. Dadurch werden die Zellen ausgeglichen.
- e) einen Überspannungs- (Zellenspannung $> 3,7$ V) bzw. Unterspannungs- (Zellenspannung $< 2,8$ V) Alarm aussenden, der vom BMS verarbeitet wird.
- f) einen Übertemperatur- ($T > 50^{\circ}\text{C}$) Alarm aussenden, der vom BMS verarbeitet wird.

Hinweis: aus a) lässt sich schließen, dass die Batterien regelmäßig (mindestens einmal alle drei Monate) auf mindestens $4 \times 3,4 = 13,6$ V aufgeladen werden müssen, um die Zellen auszugleichen.

4.2 Batterie-Management-System (BMS)

Es stehen zwei BMS zur Verarbeitung der Informationen von der Batterie zur Verfügung.

4.2.1 BMS 12/200

Das BMS 12/200 ist eine einfache Komplettlösung. Es ist nur für 12 V Systeme geeignet.

Es enthält sämtliche in Abschnitt 4.1 beschriebenen Funktionen und verfügt außerdem noch über einen Strombegrenzer für Wechselstromgeneratoren. Weitere Einzelheiten hierzu finden Sie in dem zugehörigen Datenblatt und Handbuch auf unserer Website.

4.2.2 VE.Bus BMS

Dieses BMS ist für 12, 24 und 48 V Systeme geeignet.

Weitere Einzelheiten hierzu und Installationsbeispiele finden Sie in dem zugehörigen Datenblatt und Handbuch auf unserer Website.



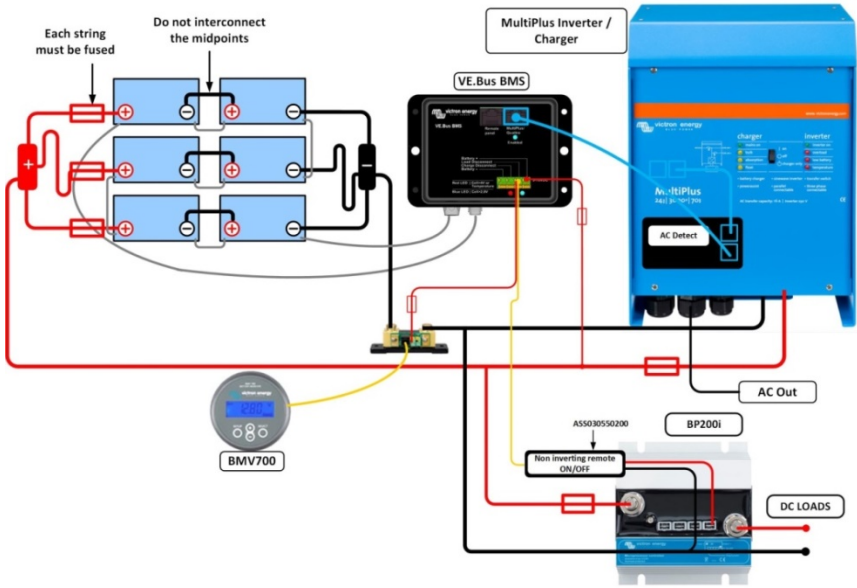


Abbildung 1: Systembeispiel mit VE.Bus BMS

1. Medidas y consejos de seguridad

1.1 Normas generales



Siga estas instrucciones y guárdelas a proximidad de la batería de Li-Ion para futura referencia.

Cualquier trabajo realizado sobre la batería de Li-Ion deberá llevarla a cabo personal cualificado exclusivamente.



Se deberá llevar ropa y gafas de protección cuando se trabaje en la batería de Li-Ion.



Las salpicaduras en la piel o en los ojos de materiales de la batería, como polvo o electrolito, deberán enjuagarse con agua limpia abundante inmediatamente. A continuación, deberá solicitarse asistencia médica. Los derrames sobre la ropa deberán limpiarse con agua.



Peligro de explosión e incendio. Los terminales de la batería de Li-Ion siempre tienen corriente, por lo que no se deben colocar objetos o herramientas sobre la misma. Evitar cortocircuitos, descargas demasiado profundas y corrientes de carga demasiado altas. Utilice herramientas aisladas. No lleve ningún objeto metálico, como relojes, pulseras, etc. En caso de incendio deberá usarse un extintor de espuma de tipo D o de CO₂.



No intente abrir o desmontar la batería de Li-Ion. El electrolito es muy corrosivo. En condiciones normales de trabajo, es imposible entrar en contacto con el electrolito. Si la carcasa de la batería estuviera dañada, no toque el electrolito o el polvo que contiene ya que es corrosivo.

Las descargas demasiado profundas dañan seriamente la batería de Li-Ion y pueden ser incluso peligrosas. Por lo tanto, el uso de un relé de seguridad externo es obligatorio.



Las baterías de Li-Ion son muy pesadas. En caso de estar presentes en un accidente pueden convertirse en un proyectil! Asegúrese de que está bien sujeta y utilice siempre equipos de manipulación adecuados para su transporte. Trátelas con cuidado, ya que las baterías de Li-Ion son sensibles a los golpes.



Si se carga después de haberse descargado por debajo de la Tensión de corte de descarga, o si estuviera dañada o sobrecargada, la batería de Li-Ion podría soltar una mezcla nociva de gases, como el fosfato.



El incumplimiento de las instrucciones de uso, las reparaciones realizadas con piezas no originales o por personal no autorizado anularán la garantía.



1.2 Advertencias sobre su transporte

La batería Li-Ion debe transportarse en su embalaje original o equivalente y en posición vertical.

Si la batería está en su embalaje, utilice eslingas acolchadas para evitar daños.

No se ponga debajo de una batería de Li-Ion cuando se esté izando. Nunca utilice los terminales para levantar la batería, utilice sólo las asas.



Las baterías se comprueban según el Manual de Pruebas y Criterios de la ONU, parte III, subsección 38.3

(ST/SG/AC.10/11/Rev.5).

Para su transporte, las baterías pertenecen a la categoría UN3480, Clase 9, Grupo de embalaje II y deberán transportarse según esta normativa. Esto significa que deberán embalarse para su transporte terrestre o marítimo (ADR, RID & IMDG) según las instrucciones de embalaje P903 y para transporte aéreo (IATA) según las instrucciones P965. El embalaje original cumple estas normativas.

1.3 Eliminación de las baterías Li-Ion

Las baterías marcadas con el símbolo de reciclaje deben eliminarse a través de una agencia de reciclaje acreditada. También pueden devolverse al fabricante llegando a un acuerdo con este. Las baterías no deben mezclarse con residuos domésticos o industriales.



No derramable

2 Información general sobre baterías de fosfato de hierro y litio

Las baterías de fosfato de hierro y litio (LiFePO₄ o LFP), son las baterías tradicionales de Li-Ion más seguras. La tensión nominal de una celda de LFP es de 3,2V (plomo-ácido: 2V/celda). Una batería LFP de 12,8V, por lo tanto, consiste de 4 celdas conectadas en serie; y una batería de 25,6V consiste de 8 celdas conectadas en serie.

2.1 Resistente

Una batería de plomo-ácido fallará prematuramente debido a la sulfatación si:

- funciona en modo de déficit durante largos periodos de tiempo (esto es, si la batería raramente o nunca está completamente cargada).
- Si se deja parcialmente descargada o, aún peor, completamente descargada.

Una batería LFP no necesita estar completamente cargada. Esta es una ventaja decisiva de las LFP en comparación con las de plomo-ácido. Otras ventajas son el amplio rango de temperaturas de trabajo, excelente rendimiento cíclico, baja resistencia interna y alta eficiencia (ver más abajo).

La composición química de las LFP son la elección adecuada para aplicaciones muy exigentes.

2.2 Eficiente

En varias aplicaciones (especialmente aplicaciones no conectadas a la red, solares y/o eólicas), la eficiencia energética puede llegar a ser de crucial importancia.

La eficiencia energética del ciclo completo (descarga de 100% a 0% y vuelta a cargar al 100%) de una batería de plomo-ácido normal es del 80%.

La eficiencia de ciclo completo de una batería LFP es del 92%.

El proceso de carga de las baterías de plomo-ácido se vuelve particularmente ineficiente cuando se alcanza el estado de carga del 80%, que resulta en eficiencias del 50% o incluso inferiores en sistemas solares en los que se necesitan reservas para varios días (baterías funcionando entre el 70% y el 100% de carga).

Por el contrario, una batería LFP seguirá logrando una eficiencia del 90% en condiciones de descarga leve.

2.3 Tamaño y peso

Ahorra hasta un 70% de espacio

Ahorra hasta un 70% de peso



2.4 Flexibilidad sin límites

Las baterías LFP son más fáciles de cargar que las de plomo-ácido. La tensión de carga puede variar entre 14V y 16V (siempre y cuando ninguna celda está sometida a más de 4,2V), y no precisan estar completamente cargadas. Por lo tanto, se pueden conectar varias baterías en paralelo y no se producirá ningún daño si algunas baterías están más cargadas que otras.

2.5 ¿Con o sin BMS (sistema de gestión de baterías)?

Datos importantes:

1. Una celda LFP fallará si la tensión sobre la misma desciende por debajo de 2,5 V (nota: la recuperación es a veces posible aplicando una carga baja inferior a 0,1C).
2. Una celda LFP fallará si la tensión sobre la misma aumenta por encima de 4,2V.
3. Las celdas de una batería LFP no se autoequilibran al finalizar el ciclo de carga.

Las celdas de una batería no son idénticas al 100%. Por lo tanto, al finalizar un ciclo, algunas celdas se cargarán o descargarán completamente antes que otras. Las diferencias aumentarán si las celdas no se equilibran/ecualizan de vez en cuando.

En una batería de plomo-ácido, incluso después de que una o más celdas se hayan cargado completamente, seguirá fluyendo una pequeña cantidad de corriente (el principal efecto de esta corriente es la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno). Esta corriente ayuda a cargar completamente aquellas celdas que todavía no lo estén, ecualizando así el estado de carga de todas las celdas.

Sin embargo, la corriente que pasa a través de una celda LFP cuando está completamente cargada es casi nula, por lo que las celdas retrasadas no terminarán de cargarse completamente. Con el tiempo, las diferencias entre celdas pueden llegar a ser tan importantes que, aun cuando la tensión global de la batería esté dentro de los límites, algunas celdas fallarán debido a una sobre- o subtensión. Por lo tanto, se recomienda encarecidamente el equilibrado de celdas.

Además de equilibrar las celdas, un BMS:

- Evitará la subtensión en las celdas desconectando la carga cuando sea necesario.
- Evitará la sobretensión en las celdas reduciendo la corriente de carga o deteniendo el proceso de carga.
- Desconectará el sistema en caso de sobrecalentamiento.

Por lo tanto, un BMS es indispensable para evitar daños en bancos de baterías Li-Ion de gran tamaño.



3 Instalación

3.1 Protección contra cortocircuitos

Instalación de una sola batería

La batería debe ir protegida con un fusible.

Conexión en serie

Se pueden conectar en serie hasta cuatro baterías de 12,8 V.

Estas deberán conectarse a un BMS.

La cadena de baterías deberán protegerse con un fusible.

Conexión en paralelo o en serie-paralelo

Se pueden conectar en paralelo hasta diez baterías o cadenas de baterías.

Estas deberán conectarse a un BMS.

Cada batería o cadena de baterías deberá protegerse con un fusible, ver figura 1.

No interconecte la batería intermedia a las conexiones de batería de dos o más cadenas de baterías en paralelo.

3.2 Cargar las baterías antes de su uso

En el momento de su envío, las baterías están cargadas al 50 % aproximadamente.

Al cargar baterías conectadas en serie, la tensión de las baterías o celdas con el estado de carga inicial más alto llegarán antes al estado de carga completa, dejando atrás las baterías o celdas con un estado de carga inicial inferior. Esto podría resultar en una sobretensión de las baterías o celdas más con el estado de carga inicial más alto, por lo que el BMS interrumpiría el proceso de carga.

Por lo tanto, recomendamos cargar las baterías nuevas completamente antes de incluirlas en una configuración en serie o en serie-paralelo.

Esto puede llevarse a cabo cargando las baterías individualmente a un ritmo bajo ($C/20$ o inferior) con un cargador o una fuente de alimentación a 14,2 V. Para equilibrar completamente las celdas se recomienda un periodo de absorción de varias horas a 14,2 V.

También es posible conectar las baterías en paralelo y cargarlas simultáneamente. En este caso, cada batería deberá ir protegida por un fusible y el ritmo de carga también sería de $C/20$ o inferior, siendo C la capacidad de una de las baterías conectadas en paralelo.



4 Funcionamiento

4.1 Equilibrado de celdas y alarmas

Cada batería de 12,8 V se compone de cuatro celdas, y el sistema interno de equilibrado de celdas:

- a) Medirá la tensión de cada celda y desviaré la parte sobrante de la corriente de carga cuando la tensión de la celda exceda los 3,4 V, lo que equilibrará las celdas.
- b) Enviará una alarma de sobretensión (tensión de la celda > 3,7 V) o subtensión (tensión de la celda < 2,8 V) al BMS para su procesamiento.
- c) Enviará una alarma de sobretemperatura ($T > 50^{\circ}\text{C}$) al BMS para su procesamiento.

Nota: se puede deducir de a) que las baterías deben cargarse periódicamente (al menos una vez cada 3 meses) hasta al menos $4 \times 3,4 = 13,6$ V para equilibrar las celdas.

4.2 Sistema de gestión de baterías (BMS)

Para procesar la información proveniente de la batería existen dos BMS distintos.

4.2.1 BMS 12/200

El BMS 12/200 es una sencilla solución todo-en-uno pensada para sólo para sistemas de 12 V.

Incluye todas las funciones descritas en la sección 4.1, además de un limitador de corriente de alternador.

Para más información, consulte la ficha técnica y el manual en nuestro sitio web.

4.2.2 VE.Bus BMS

Este BMS está pensado para sistemas de 12, 24 y 48 V.

Para más información y ejemplos de instalación, consulte la ficha técnica y el manual en nuestro sitio web.



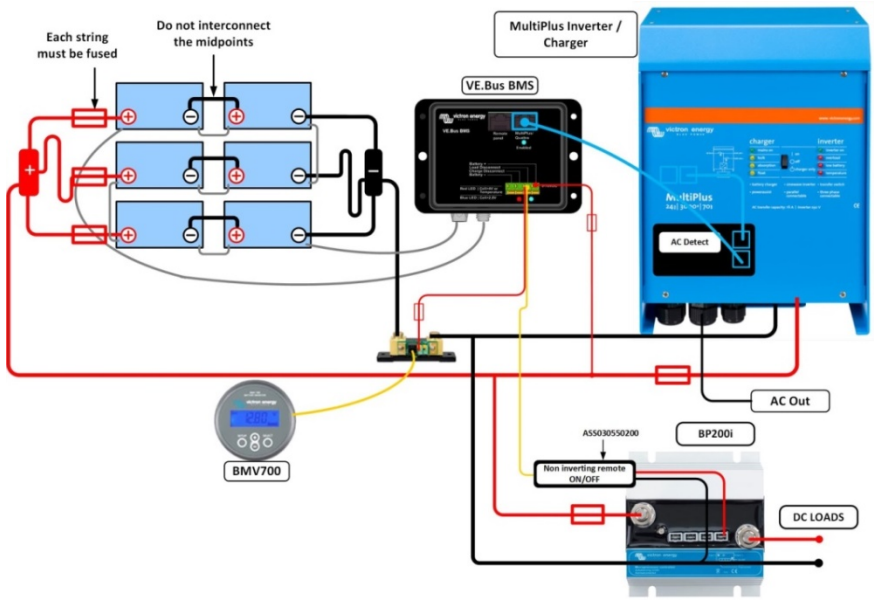


Figura 1: Ejemplo de sistema con el BMS del VE.BUS

Victron Energy Blue Power

Distributor:

Serial number:

Version : 00

Date : 23 March 2015

Victron Energy B.V.
De Paal 35 | 1351 JG Almere
PO Box 50016 | 1305 AA Almere | The Netherlands

General phone : +31 (0)36 535 97 00
Customer support desk : +31 (0)36 535 97 03
Fax : +31 (0)36 535 97 40

E-mail : sales@victronenergy.com

www.victronenergy.com