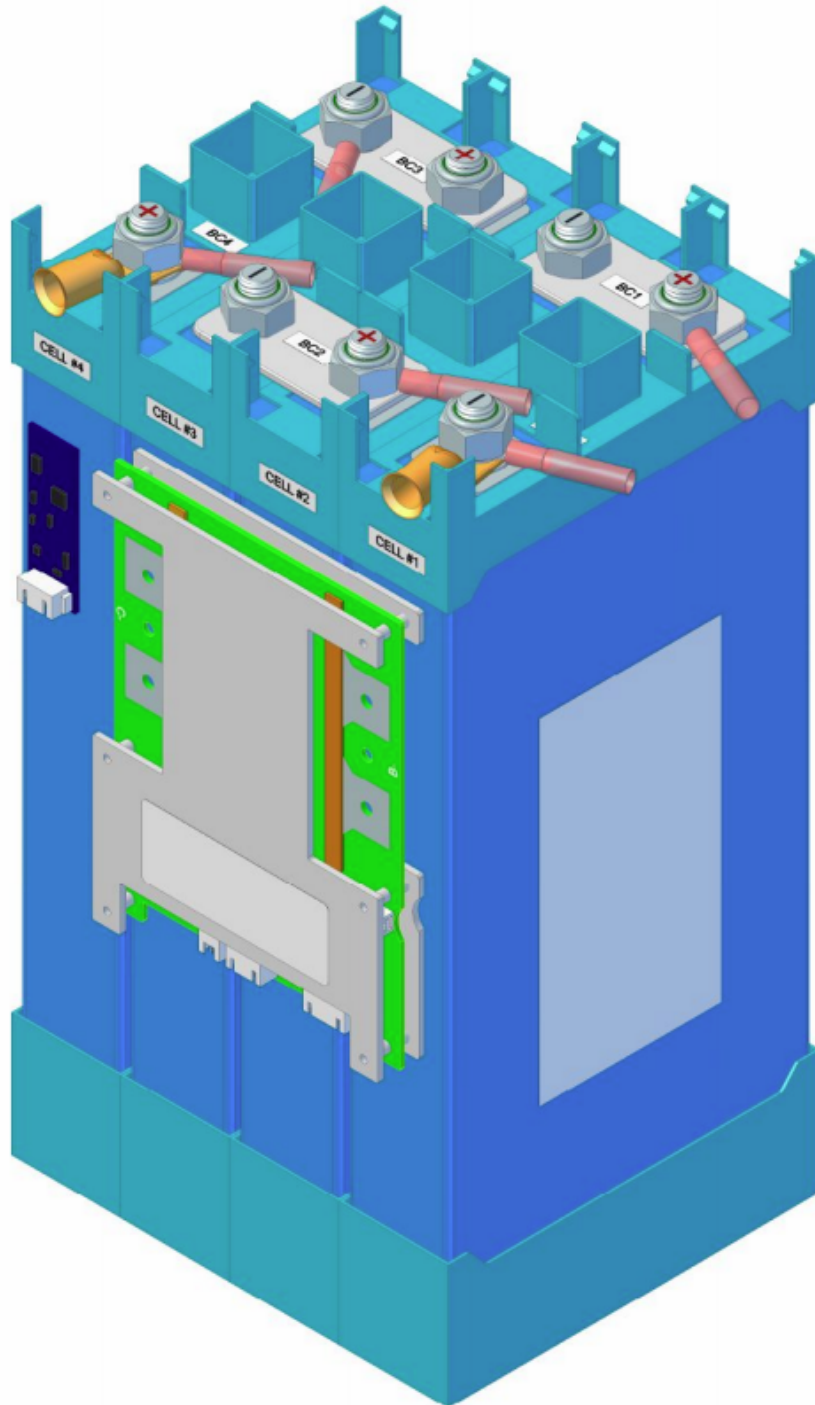


# BMS och battericeller allmän information



# 1. Introduktion

## 1.1 Vad är en BMS

Ett batteri hanteringssystem, eller BMS, är en elektronisk enhet som skyddar, balanserar och hanterar uppladdningsbara battericeller.

# 2. Allmän information gällande BMS och celler

## 2.1 Säkerhet

Batterienergi ansvarar inte för säkerheten och det är viktigt att man gör sin egen riskanalys. Ett batteri är alltid "live" och risken för kortslutning och dess konsekvenser ökar för varje cell som kopplas i serie eller parallellt.

Det är viktigt att man planerar och gör sin egen riskbedömning beroende på arbete och vidtar lämpliga åtgärder för att hantera riskerna.

Exempel på åtgärder är:

- Förvara metallverktyg skiljt från exponerade terminaler
- Använd isolerade verktyg vid arbete med battericellerna
- Använd skyddskläder och skyddsglasögon
- Användning av säkringar mellan celler för att minska risken vid kortslutning
- Se till att alla elektriska anslutningar är skruvade ordentligt och att de inte riskerar komma i kontakt med närliggande kontakter/busbars
- Gör batteriet beröringssäkert genom att exempelvis isolera kontaktytor
- Placera cellerna så att risken för oönskad kortslutning minskas

Batterisystem är ingen leksak. Låt aldrig barn eller husdjur utan tillsyn vistas i närheten av batterisystemet om det finns utsatta delar.

## 2.2 Komponenter som behövs

- **Battericeller** (*vi rekommenderar våra egna celler på [batterienergi.se](http://batterienergi.se)*)
- **Bus bar** Det enklaste tillvägagångssättet är därför att köpa bussar av rätt storlek med dina battericeller (Batterienergi:s LifePO4 celler inkluderar busbars).
- **Säkringar**
- **BMS**, som levereras med följande punkter:
  - Balanseringsledning
  - Temperatursensor/er
  - Bluetooth-modul inkl. kablage

- **En kapsling för batteriet.**

→ 1/2 "plywood är ett populärt val.

→ Batterilådor med snap-top-plast kan köpas

De har låslock, justerbara avdelare, två handtag, urtag för monteringsrem och genomgångar för stora batterikablar.

Ska batteripaketet användas utomhus eller i marin miljö så ställs högre krav på kapslingen.

Batteripaketet ska alltid säkras upp på ett sådant sätt att batteriet inte kan glida/tappas/röra på sig så att celler och/eller person kan skadas.

## 2.2.2 Förbrukningsvaror

- **Ringskoanslutningar** (*behövs för att ansluta BMSens kablage till batteriet*).
- **krympslang**
- **aluminiumtejp** (*behövs för att säkra temperatursensorn/erna mot cellerna*)
- **Dubbelsidig tejp** (*valfritt; mellan battericellerna för att förhindra dem från att glida runt, och också som ett bekvämt sätt att fästa BMS på batteripaketet. Vi rekommenderar 3M™*)
- **små buntband** *för kabelhantering*
- **Kraftiga buntband** (*Valfritt; för montering av BMS till batteripaketet*)

## 2.3 Toppbalansering

Innan batteripaketet monteras måste cellerna vara balanserade. Observera att den här processen tar lite tid. Det kan ta några dagar, beroende på hur många celler du tänkt använda och hur laddningstillståndet i varje cell är innan de skickades. Vanligtvis levereras celler vid lägre än 50% laddningsnivå pga. lagkrav vid frakt, men räkna inte med detta.

1. Anslut alla celler parallellt **Var extremt försiktig så att alla celler är anslutna med rätt polaritet.**

2. Konfigurera strömförsörjningen till 3,65V, och ställ in strömmen till cirka 1/10 C (t.ex.: För ett 100Ah batteri, ställ strömmen till 10 ampere). Lägre strömmar fungerar men tar längre tid. Högre strömmar kan fungera, men kan påverka noggrannheten, eftersom urladdnings-kurvorna varierar beroende på aktuell urladdnings-%.

3. Om strömförsörjningen inte har en spänningsavläsning, anslut en kalibrerad multimeter till den positiva och negativa polen på strömförsörjningen för att tillgodose att den är 3,65V.

**Detta måste övervakas.**

4. Om strömförsörjningen inte har en strömvälsläsning (i ampere), anslut en digital strömmätare i serie med kretsen för att säkerställa att lämplig strömstyrka används.

5. Stäng av strömmen till labbaggregatet.

6. Anslut batteriets positiva ledning till den positiva polen på strömförsörjningen.

7. Anslut batteriets minusledning till den negativa terminalen för strömförsörjningen.

8. Slå nu på strömförsörjningen.

9. Vänta tills ström-avläsningen går till noll eller nära noll på strömmätaren. Det kan ta **många** timmar, i vissa fall dagar beroende på kapacitet och strömförsörjning. Om spänningen någonsin överstiger 3.65V, sluta omedelbart.

10. Nu är dina celler balanserade.

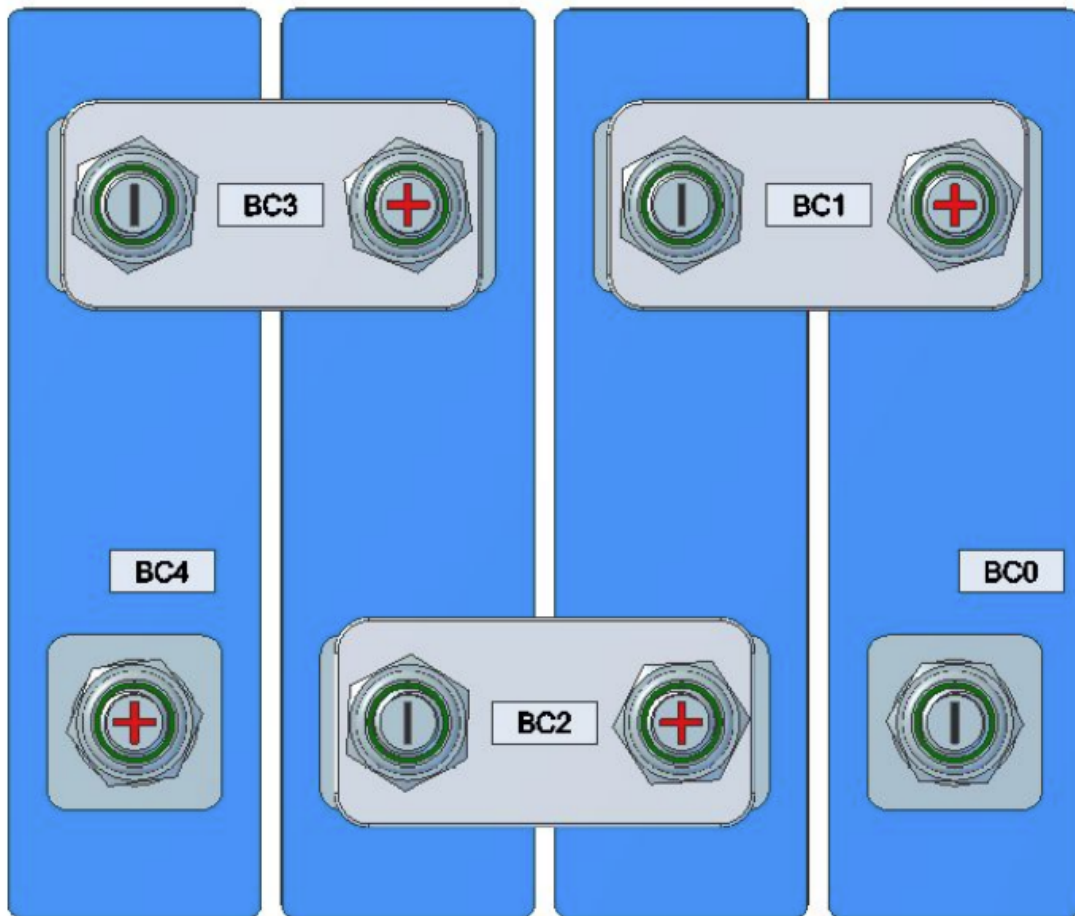
**WARNING:** Om polariteten i laboratoriets strömförsörjning omvänds av misstag, kan en dragkamp mellan batterierna och aggregatet inträffa. Batterierna kommer att vinna och nätaggregatet kommer sannolikt att vara permanent skadad. **Var försiktig.**



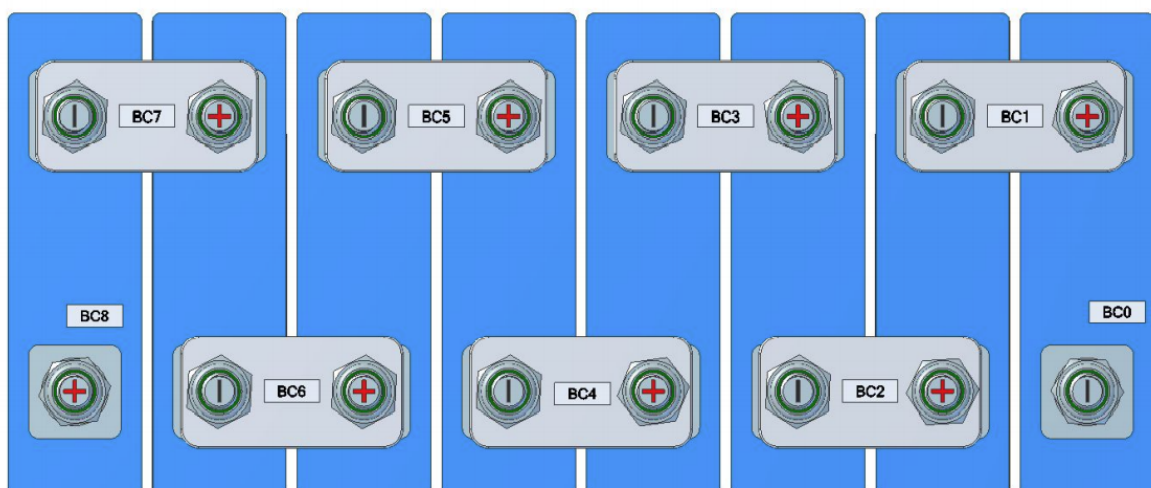
**Figur 2.3.1:** Topp balanserande celler parallellt kopplade

## 2.4.1 Ordning av celler

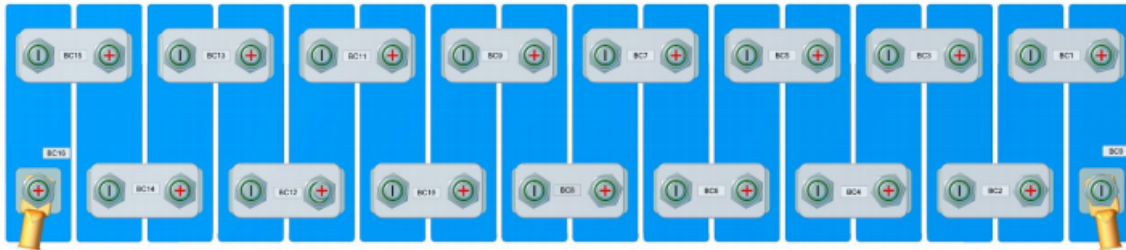
Här är illustrationer av hur celler ofta ordnas vid seriekoppling.



Figur 2.4.1.1 12v 4-cells batteri konfiguration



Figur 2.4.1.2 : 24V 8-cells batteri konfiguration



**Figur 2.4.1.3** : 48V 16-cells batteri konfiguration

Märkning är viktigt t.ex. tuschpenna (eller en etikettskrivare) för att märka varje cell och varje terminal på batteriet BC0, BC1, BC2 osv.. Detta kommer att minska risken för att göra misstag vid anslutning och återanslutning av kablage. Vissa celltillverkare märker inte + och - terminaler bra. Överväg att använda en röd markering för att markera + terminalen.

**WARNING:** Om du placerar en kopparskena i fel läge kommer det att orsaka kortslutning.



Muttrarna på cellerna kan dras med föreslaget vridmoment på maximalt 8 Nm.

**Varning:** Kläm inte balans trådarna under en mutter så höljet på kabeln skadas! Risk för kortslutning!



### 2.4.3 BMS montage

BMSen bör monteras nära battericellerna. Se till att den är monterad inom räckhåll till negativa cell nummer 1:s terminal (den som ska märkas BC0).

### 2.4.3 BMS anslutningar

1. BMSens B- kabel ansluts BC0 (huvudnegativa polen på paketet)
2. Balanstrådarna ansluts till BMSen via kontakt
3. BMSens C-terminal ansluts till lastens negativa anslutning (eller helst genom ett kabelfördelningsblock / Huvudbrytare)

### 2.4.4 Positiv belastningsanslutning

Den mest positiva anslutningen på batteriet ansluts till lastens positiva anslutning (typiskt, genom ett kraft fördelningsblock/Huvudbrytare/säkringsbox). Använd alltid korrekt säkring mellan + pol och last/fördelningsblock.



Exempelbild på typiskt strömskena

## 2.4.5 Temperatursensor



Temperaturgivaren tjänar ett syfte, och det är att förlänga batteriets livslängd när temperaturen är för hög eller för låg. Kom ihåg att litiumbatterier inte fungerar bra vid extrema temperaturer.

BMSen kan skydda battericellerna i fyra olika scenarier (var och en har sin egen trigger och släpptemperaturer och fördröjningstider):

1. Undvik laddning vid extremt låga temperaturer
2. Undvik urladdning vid extremt låga temperaturer
3. Undvik laddning vid extremt höga temperaturer
4. Undvik urladdning vid extremt höga temperaturer

Saken att betona här är att BMSen måste reagera på celltemperaturen, **inte temperaturen i omgivningen**. Så temperaturgivaren måste tejpas fast på cellerna.

Här är några generella riktlinjer:

- Tejpa temperaturgivaren på en battericell på sidan.
- Tejpa inte sensorn på plastbitarna som kan finnas på ovansidan av cellerna.
- Att placera sensorn mellan celler i mitten av batteripaketet är bättre än att placera den överst eller längst ner.
- Använd bra tejp som sitter fast under batteriets livslängd. Aluminiumtejp eller åldersbeständig byggtejp är bra val.

Anslut nu temperaturgivaren till BMSen om den tidigare var fränkopplad.

## 2.4.7 Övervakning

För system med flera BMSer och batteripaket kan det vara önskvärt att använda en extern batterimonitor för att visualisera hela systemet som en enda enhet.

### 2.4.7.1 Bluetooth-modul (För de BMSer Batterienergi.se säljer som har det)

För att använda, koppla bara in den 4-poliga kontakten i BMSen. BMSen måste anslutas till batteriet med balanskablar anslutna för att Bluetooth-modulen ska fungera.

Observera att andra Bluetooth-moduler inte är kompatibla. För bästa mottagning, montera modulen högt, helst en bit bort från metall. Montera den inte inuti ett metallhölje.

Bluetooth-modulen kan vara ansluten till BMSen under långa perioder. Den går in i ett djupt viloläge när det inte används och drar i princip ingen ström alls.

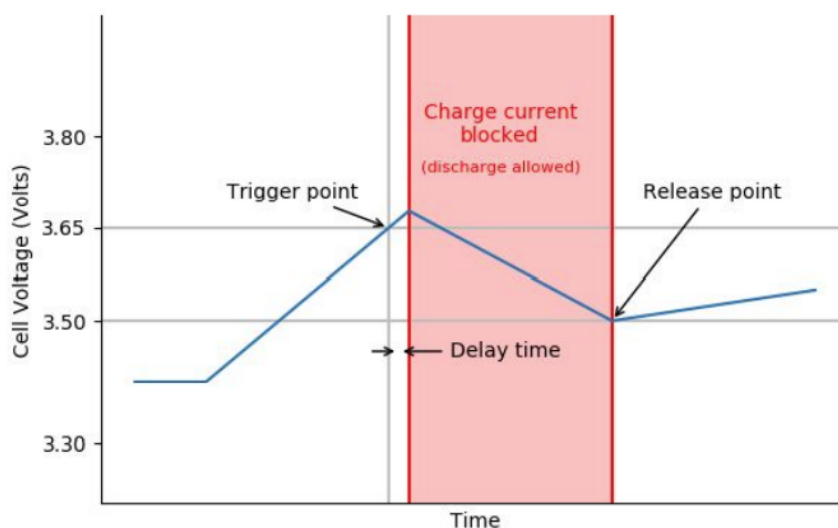
Ladda ned XiaoXiang-appen (JBD) från App Store/Google Play till din mobila enhet för att kunna läsa av data från ditt batteri och övervaka laddningsstatus.

## 3. BMS-parametrar

### 3.1 Skyddsparametrar (Typiska värden, förinställt på BMSen)

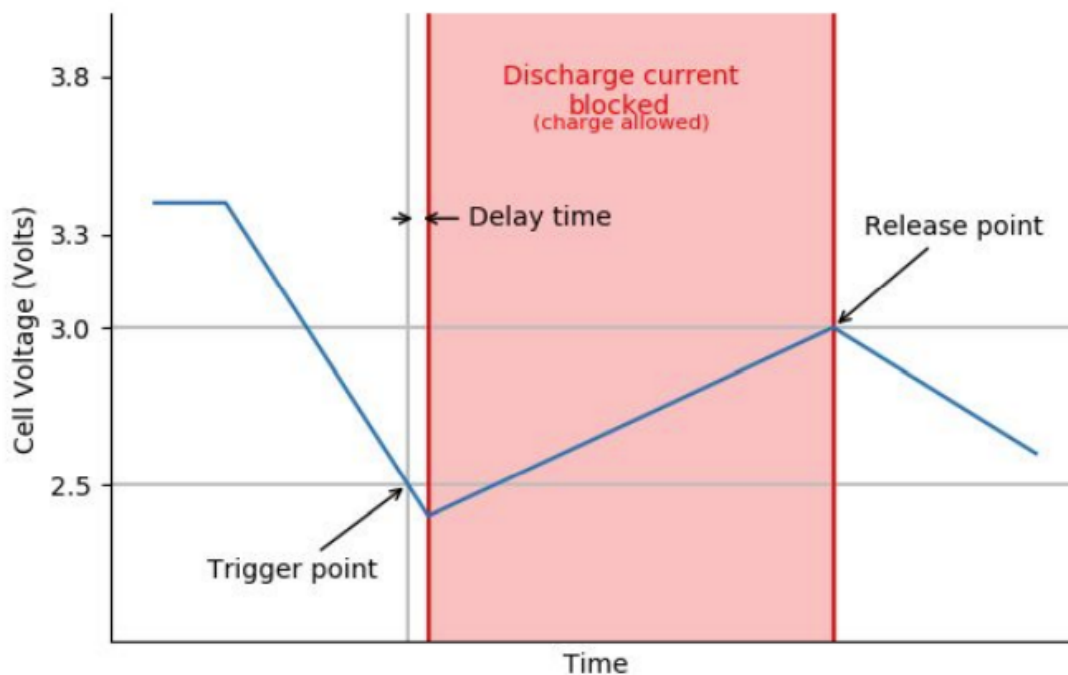
#### 3.1.1 Cellöverspänning

Kopplar bort laddningsströmmen om någon cellspänning överskrider utlösarrvärdet. Ansluts igen när alla celler faller under frisläppningsvärdet.



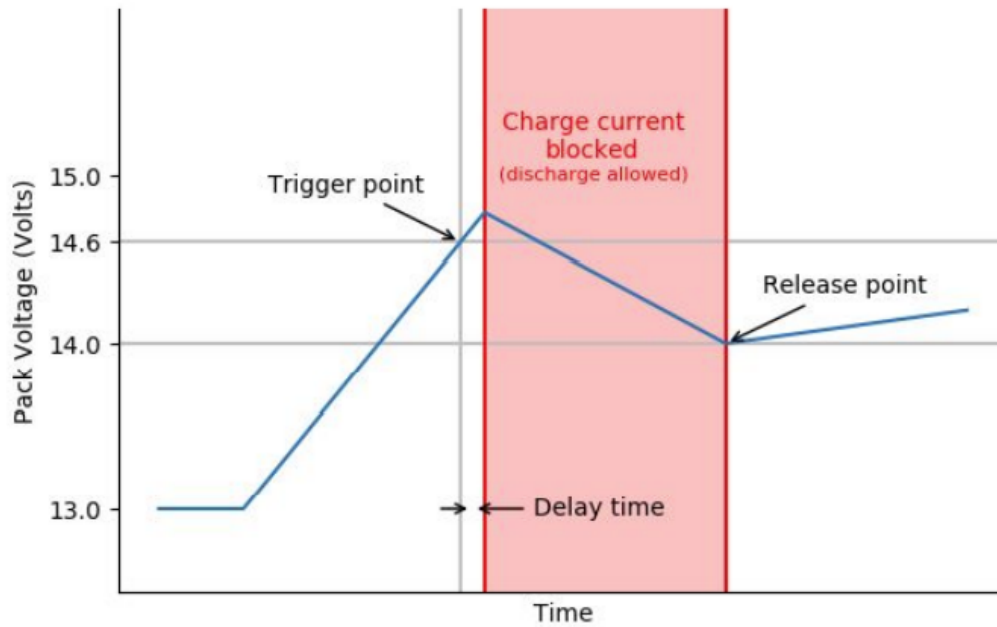
#### 3.1.2 Cell underspänning

Stänger av urladdningsströmmen om någon cellspänning går under utlösarrvärdet. Ansluts igen när alla celler stiger över frisläppningsvärdet.



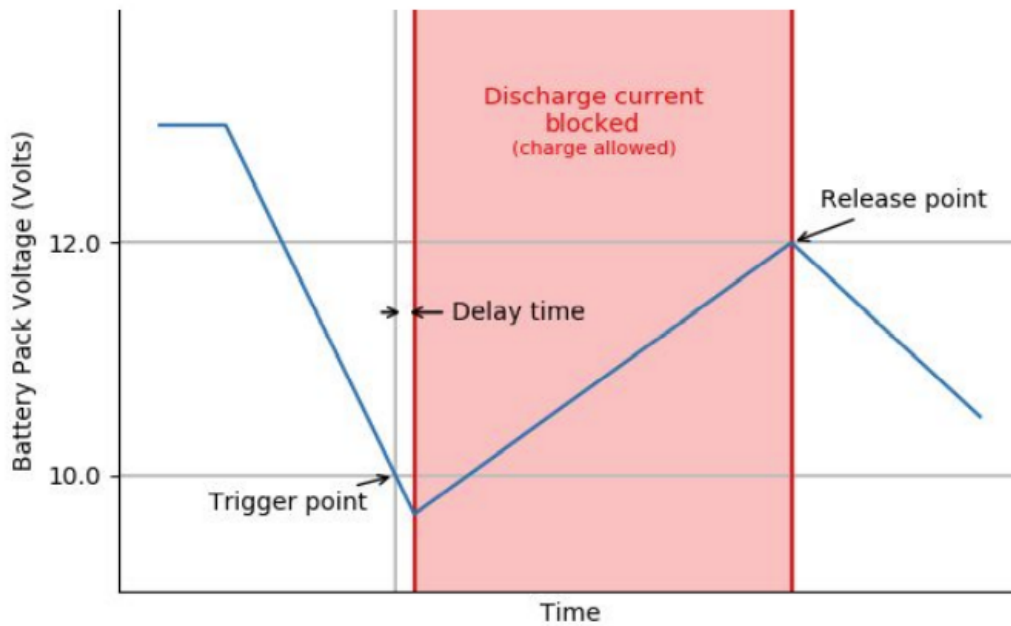
### 3.1.3 Batteri överspänning

Stänger av laddningsströmmen om hela paketet överskrider utlösavärdet.  
Ansluts igen när förpackningen sjunker under frisläppningsvärdet.



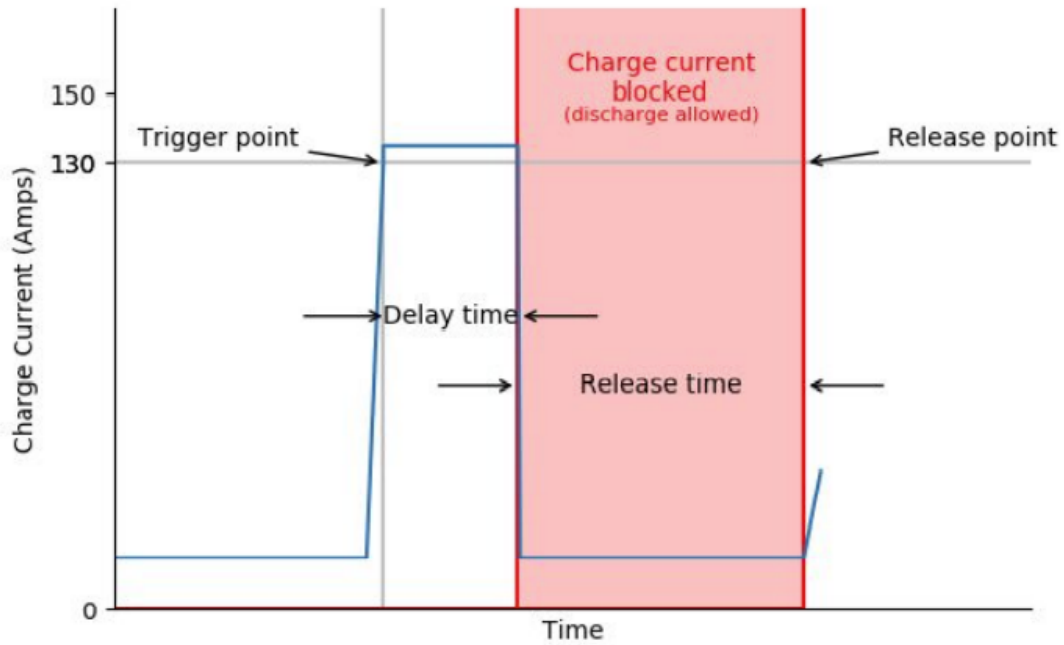
### 3.1.4 Batteri underspänning

Stänger av urladdningsströmmen om hela batteripaketet faller under utlösavärdet.  
Återansluts när paketet överstiger frisläppningsvärdet.



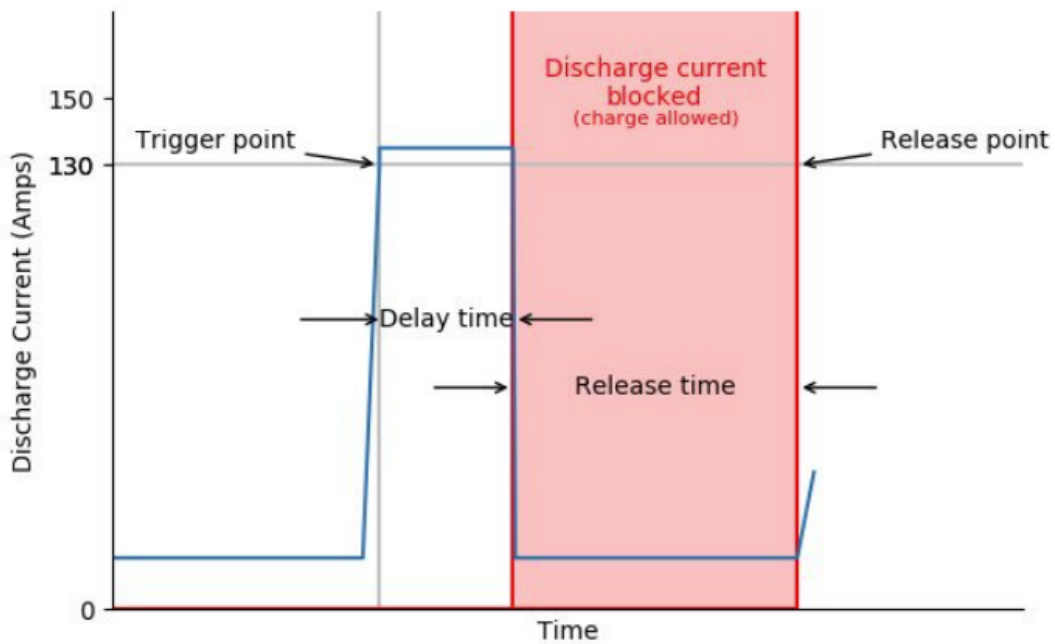
### 3.1.5 Laddning överström

Stänger av laddningsströmmen om strömmen överstiger triggervärdet i [fördröjning] sekunder.  
Ansluts igen efter [frigöringsvärde] sekunder.



### 3.1.6 Urladdning överström

Stänger av urladdningsströmmen om strömmen överstiger triggervärdet i [fördröjning] sekunder.  
Ansluts igen efter [frigöringsvärde] sekunder.



### 3.1.7 Ladda övertemperatur

Stänger av laddningsströmmen om sondens temperatur överstiger utlösningvärdet.  
Ansluts igen efter att temp sjunker under frigöringsvärdet.

### 3.1.8 Ladda undertemperatur

Stänger av laddningsströmmen om sondens temp sjunker under utlösningvärdet.  
Återansluts efter att sondtemperaturen stiger över frigöringsvärdet.

### 3.1.9 Utsläpp övertemperatur

Stänger av urladdningsströmmen om sondens temperatur överstiger utlösningvärdet.  
Ansluts igen efter att temp sjunker under frigöringsvärdet.

### 3.1.10 Utsläpp under temperatur

Stänger av urladdningsströmmen om sondens temp sjunker under utlösningvärdet.  
Återansluts efter att sondtemperaturen stiger över frigöringsvärdet.

## 3.2 Kapacitetsparametrar (För bluetooth BMS)

Dessa parametrar används för att visa batterikapaciteten och för att beräkna laddningstillståndet.

### 3.2.1 Designad kapacitet

Detta bör ställas in på battericellernas kapacitet, i amp-timmar (Ah). har man flera celler parallellkopplade får man addera ihop Ah men vid vanlig seriekoppling kan man ställa in den till cellens Ah-värde.

**OBS:** Denna parameter påverkar bara laddningstillstånd (För visning i appen). Om den är inställd för lågt kommer laddningstillståndet att nå noll % innan batteriet faktiskt är noll procent. procenten blir aldrig negativ.

## 3.3 Balansparametrar

### 3.3.1 Startspänning

BMS kommer inte att börja sin balanseringsrutin förrän cellspänningen / cellerna är över denna spänning. Vanligtvis ställs denna parametern längst upp på batteriets spänningskurva. Denna är förinställd till rätt spänning redan, rör inte i onödan.

**OBS RÖR EJ ÖVRIGA PARAMETRAR OM DU INTE VET VAD DU GÖR, RISK FÖR SKADA PÅ BATTERIPAKETET**

## Standardinställningar BMS 4 celler (om man fipplar bort sig)



BMS read



open  
configuration



save  
configuration



BMS write

### General

Number of cells



### Capacity configuration

Total battery Capacity



mAh

Total cycle Capacity



mAh

Cell full Voltage



mV

Cell minimal Voltage



mV

Cell Self-Discharge Rate



%

Cell 80% Cap. Voltage



mV

Cell 60% Cap. Voltage



mV

Cell 40% Cap. Voltage



mV

Cell 20% Cap. Voltage



mV



  
BMS read

  
open  
configuration

  
save  
configuration

  
BMS write

## Balancer configuration

Start Voltage

3400  mV

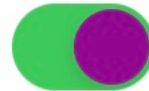
Delta to balance

15  mV

Balancer Enabled



Bal. only when charging



  
BMS read

  
open  
configuration

  
save  
configuration

  
BMS write

## Function configuration

Switch enable if your BMS has additional Switch to control the protection board



Load Detect if on, you need to disconnect the load after short circuit to make output working again



LED Enabled for BMS with LED soldered on only. Turns them on



LED Cap. display SOC level on LED (5 Led - 100%)





BMS read



open configuration



save configuration



BMS write

## Protections

	Trigger Value		Release Value		Delay [s]
Cell over voltage	3650	mV	3600	mV	2
Cell under voltage	2500	mV	2800	mV	2
Batt over voltage	14800	mV	14600	mV	2
Batt under volt.	10000	mV	10200	mV	2
Charge over curr.	130000	mA	32	s	10
Discharge over curr.	130000	mA	32	s	10
Charge over temp	65	°C	55	°C	2
Charge under temp	-1	°C	2	°C	2
Discharge over temp	75	°C	70	°C	2
Discharge under temp	-10	°C	0	°C	2

## NTC settings

- NTC1
  NTC2
  NTC3
  NTC4
  NTC5
  NTC6
  NTC7
  NTC8

## 4. Periodiskt underhåll

### 4.1 Periodisk kabelkontroll

Utför regelbundet en kabelkontroll:

1. Se till att kablarna inte har lossnat. Använd en skiftnyckel eller hylsa för att dra åt eventuella anslutningar eller terminaler som har lossnat.
2. Se till att inga ledningar har klämt sig eller sträckts; speciellt de tunna balansledningarna.
3. Syns några öppna kardeler på någon kabel, koppla genast från batteripaketet och byt ut skadat kablage.

### 4.2. Periodisk spänningskontroll

Om batteripaketet inte har använts på 6-12 månader rekommenderas det att man kontrollerar cellspänningarna med en multimeter. Om de är låga (under 3V) laddar du batteriet.

Kontrollera även att cellspänningen mellan cellerna inte skiljer sig för mycket (mer än cirka 0,1v), ladda isåfall batteriet fullt så att BMSen får en chans att balansera cellerna.

## 5. Felsökning och vanliga frågor

**Fråga:** Vad är viloströmmen? Vad kan jag göra för långvarig lagring?

**Svar:** Den vilostrom är som följer:

- 5,5 milliampere med allt avstängt när BMS är aktiv, men ingen Bluetooth.
- 15 milliampere med Bluetooth aktiv (efter cirka 10 sekunder sjunker den till 0,8 milliampere. Återanslutning väcker den igen).
- 0,8 milliampere när BMS är inaktiv.

Så förutsatt att ditt batteripaket är på 100 Amperetimmar, skulle BMSen kunna köras i 17 år. Detta bevisar att BMS kan anslutas under långa perioder utan någon rädsla för att batteriet tappar effekt pga. självurladdning.

Att koppla ur balansanslutningen till BMSen säkerställer fullständig avstängning

OBS: Cellens självurladdningshastighet kommer alltid att leda till att batteriet tappar spänning över tiden, vilket kan vara flera procent per månad beroende på vilka celler du valt. Detta är enkel kemi och fysik; det finns inget som du eller BMSen kan göra för att undvika att battericellerna inte laddar ur sig själv över tid, förutom att ibland fylla på batterierna.

**Fråga:** Jag kan inte få bluetooth ihopkopplad med min telefon. Hjälp!

**Svar:** Para bluetooth modulen via Appen, inte vi inställningar i telefonen.

**Fråga:** Min Android-enhet säger "Parning Avvisad". Vad betyder det?

**Svar:** Detta kan lösas genom att ställa in enhetens läge känslighet för "High". Se också till att GPS-platsen är aktiverad på telefonen.

**Fråga:** Varför?

**Svar:** Jag vet inte, jag använder en iPhone.

**Fråga:** OK, men varför?

**Svar:** Android 5 och kräver senare åtkomst tillstånd till (grov) lokaliseringstjänster. Annars kan den inte skanna för Bluetooth-produkter. Förutom genom att tillåta åtkomst kan platstjänsterna också behöva aktiveras. Notera att GPS-funktionen kan stängas av efter att ha aktiverat platstjänster. Tänk på att detta är en Google Android-telefon. BMSen kräver inte att denna information fungerar, Googles ursäkt är att de inte längre använder MAC-adresser som identifierare mellan enheter och att de nu använder GPS. Vilket är förmodligen skitsnack. Det är förmodligen en ursäkt för att samla mer info som de lagrar i sin gigantiska databas. Men det finns inte mycket som kan göras åt det.

**Fråga:** Ska jag balansera cellerna under laddning eller urladdning?

**Svar:** Laddning medan balansering är vanligtvis mer effektivt, eftersom cellernas deltavolt är störst vid den övre delen av spänningspektrumet. (Detta är förinställd på din BMS köpt av batterienergi.se).

**Fråga:** Mitt batteri är urladdat till den grad att underspänning cutoff har gått in. Nu kan jag inte ladda från solcellerna, för min MPPT-kontroller drivs från batteripaketet, vilket är i underspänningsskydd. Hur gör jag återhämta sig från detta?

**Svar:** Det finns två metoder för att återhämta sig från denna catch-22 scenario:

Men först stäng av alla laster (växelriktare, lampor osv.) Eftersom vi måste återuppliva batteriet till den punkt där skyddet mot låg spänning hävs. Detta kan vara flera volt ovanför den punkt där avbrottet inträffade.

1. Den första metoden är att helt enkelt ladda batteripaketet med en AC-DC-laddare på landström. AC-DC laddaren har inga problem att ladda batteriet, medan solcellens MPPT bara laddas om batteriet inte är i urladdningsskyddsläge. Om du inte har tillgång till landström, använd antingen den andra eller den tredje metod nedan.

2. Den andra metoden är att "starta" batteripaketet med ett annat batteri, som kan vara en blysyrbil eller AGM djupcykelbatteri. Se bara till att spänningen i startbatteriet har samma nominella spänning eftersom batteriet behöver laddas.

**Fråga:** Varför laddas inte batteriet fullt?

**Svar:** BMSen kontrollerar inte laddningsspänningen. Detta måste konfigureras i inställningarna för din laddare.

**Fråga:** Kan jag använda en bly-syra laddare för att ladda en LiFePO4 batteri? Eller behöver jag en som stöder LiFePO4?

**Svar:** Ja, det är ett djupt ämne.

"en blysyra-laddare" kan vara många olika saker.  
smart, dum, justerbar / programmerbar ....

Kort svar är ja, batteriet tål det.

Långt svar, möjliga misslyckanden:

- Vissa laddar inte med tillräckligt hög spänning.
- Vissa kommer att överbelastas av batteriets låga inre motstånd (på samma sätt som generatorer.)
- Vissa laddar för högt om de gör en utjämnings-cykel.
- Dumma oreglerade laddare laddar för högt.

Att ladda för högt kan skada ansluten utrustning. Eftersom BMSen kopplar bort batteriet vid övervolt, finns allt i övriga elsystemet fortfarande ihopkopplat mot laddaren. När BMS kopplar bort cellerna för överspänning är laddaren fortfarande aktiv och ansluten till resten av systemet, vilket kan resultera i en skadlig, oreglerad spänning.

Vi föreslår att du endast använder reglerade laddare och / eller strömförsörjningar. Ställ in den övre spänningsgränsen på 14-14,4v för 4 cellpaket.

Om laddaren endast erbjuder batteriprofiler, välj inställningen för AGM-batterier.

En lab-CC / CV-strömförsörjning (konstant ström, konstant spänning) är också en bra laddare.  
Ställ in CV på  
14-14.4v

Om det inte finns några andra alternativ än en dum laddare, anslut ett hälsosamt blybatteri parallellt med systemet. Om litumpaketet kopplas bort kommer blybatteriet att fortsätta att reglera systemet.

**Fråga:** Någon sa att du inte behöver en BMS.

**Svar:** Även om du tror att du inte kan överladda för att din smarta laddare stannar vid 13.8, kan obalanserade celler leda till att man överladdar en enda cell långt innan den totala batterispänningen når till 13,8v. Detta kan ge katastrofala följder (brand).

Sammanfattningsvis **använd alltid en BMS** med litiumbatterier.

## Bilaga Ordlista

**AC:** växelström. Inom ramen för detta dokument betyder detta väggkraft (eller landström, i marin- / husbilsnäring).

**Balansera:** Processen för att utjämna spänningarna mellan serie celler inom ett batteri. Denna process kan vara passivt eller aktivt.

**BMS:** Battery Management System.

**Bus bar:** Korta, tjocka bitar av metall som förbinder enskilda celler tillsammans inom ett batteri. Idealiskt gjord av koppar. Samlingsckenor bör vara dimensionerade till den maximala förväntade strömmen i kretsen och bör alltid vara helt åtdragna och kontrolleras regelbundet. (Levereras med battericellerna till batteri energis celler)

**CC / CV:** Konstant-ström, konstant spänning. Detta är en topologi av strömförsörjning med förmåga att reglera både ström och spänning (även om endast ett av dessa lägen skulle aktiveras åt gången). Utbudet kommer att ha kontroller för båda, vanligtvis rattar, som definierar maximal spänning och ström. När den är på, strömförsörjningen kommer att vara i ett av två lägen: konstantström eller konstant spänning. Vanligtvis läget indikeras av lysdioder. I läge med konstant spänning kommer spänningen att regleras och strömmen varierar beroende på lastens behov. När du är i konstantströmsläge kommer strömmen att vara regleras och spänningen kan variera beroende på lastens behov. Dessa strömförsörjningar är annonseras vanligtvis som labnättaggregat och används vanligtvis under prototyp tillverkning av elektronik.

**Cutoff:** Ett kännetecken för BMS, vilket kommer att koppla bort batteriet från laddaren och / eller last när ett fel tillstånd uppstår.

**Laddning:** När elektrisk ström flyter in batterierna.

**DC:** likström. Batterier arbetar med likström.

**Urladdning:** När elektrisk ström flyter ut batterierna i lasten.

**Belastning:** Den del av en krets som förbrukar elektrisk energi. I detta sammanhang av detta dokument är en belastning vanligtvis de saker som drivs av batteriet och / eller solpanelerna (t.ex. lampor, matlagning, utrustning, datorer och telefoner).

**Parallellt:** I samband med batterier, är en parallellkrets när flera battericeller är förbundna med deras positiva anslutningar anslutna och deras negativa anslutningar anslutna. Detta ökar batteriets nuvarande kapacitet, men inte spänningen.

**Självurladdning:** Ett batteri naturliga tendens att förlora energi över tiden, även när ingen last appliceras. Det orsakas av kemiska reaktioner i den positiva elektroden, negativa elektroden och / eller elektrolyten. Alla uppladdningsbara batterier uppvisar detta beteende, även om vissa kemikalier är mindre mottagliga för det.

Högre temperaturer kan påskynda självurladdningen.

**Serie:** I samband med batterier, är en seriekrets när flera battericeller är anslutna i en kedja, så varje cells positiva terminal är ansluten till nästa cells negativa terminal. Detta ökar spänning, men inte strömkapaciteten.

**Termisk rusning:** En farlig återkopplingscykel som uppstår när batterierna vänder överskottsenergi till värme, vilket i sin tur släpper ut syre, vilket i sin tur ger mer värme. Detta kan resultera i luftning, utbuktning, eld, och explosioner, beroende på batterikemi. LiFePO4 anses vara den säkraste typen av litiumceller där termisk rusning är extremt sällsynt även vid misshandel av battericellerna såsom kortslutning och punktering av cellerna.