

## Casus 6: Een 'all new' portable extra boordnet

Je doet 'delivery's' en laatst heb je een jacht uit Griekenland gehaald met een 24V boordnet. Er waren 4 'dikke' Trojan loodaccu's van 6V aan boord, maar door achterstallig onderhoud was er in enkele accu's niet veel meer van de celcapaciteit over. Dan ga je met samengeknepen billen op weg en je wilde wat graag een portable power bank met een marifoon, AIS en een kaartleeslampje. Dit is realiseerbaar met een 'all new' systeem dat in één keer aan boord kan worden geplaatst. De voedingspanning voor dit emergency boordnet kan 12V zijn, maar 24V of 36V is ook mogelijk. In deze voorbeeld casus wordt een 24V naar 12V conversie installatie gebruikt.

### Ontwerpkeuzes en -criteria

De aanwezigheid van een 12V marifoon is de reden dat dit portable boordnet ook 12V als nominale spanning krijgt.

Voor marifonie, noodverlichting, nood-navigatieverlichting en een oranje-geel stroboscoop licht levert een 100Ah bij 12V accu voldoende lading om 2 dagen autonomie te verzorgen te beginnen vanaf het moment dat de stroomvoorziening geheel is uitgevallen en er geen energie te betrekken is van een zonnepaneel.

De cellen worden beschermd door een 80A circuit breaker tegen kortsluiting. Deze circuit breaker is tevens de hoofdschakelaar.

Voor noodgevallen wordt er een 50A Anderson connector als output opgenomen zodat er eventueel 0,5c aan stroom uit de accu kan worden gehaald. Houdt er rekening mee dat het gebruik van energie uit de Anderson connector niet is opgenomen in de autonomie beschouwing.

Andere aansluitingen verlopen via een vergrendelde connector en leveren een nominale spanning van 12V bij een maximum van 15A en zijn hierop afgezekerd.

Er komen 3 input connectoren voor respectievelijk:

- \* een zonnepaneel,
- \* een 12 tot 18V acculader op walstroom om de accu's te laden,
- \* een aansluiting op een 12V of 24V installatie.

Input van energie is altijd mogelijk, ook als de installatie niet is ingeschakeld.

Er komt een onderspanningsmelding zonder afschakeling of auditief signaal, met alleen een visuele melding.

### Alternatieven voor de te installeren capaciteit

Er zijn geen alternatieven om de geïnstalleerde capaciteit te verkleinen of te veranderen. De capaciteit wordt bepaald door de noodzakelijke duur van de autonomie.

Bij het toevoegen van een extra ingang voor een zonnepaneel kan de autonomie wel verlengd worden door de energie uit het paneel maar dit wordt beperkt door de effectiviteit van de opwekking door het paneel in verband met de plaatsing.

### De 'powerbank'

#### Accu type:

Vier 100Ah LFP cellen in serie. Bruto energie opslag: 1200 Wh, netto energieopslag: 1000Wh (beperking van de energieopslag in verband met de UPS functie waarbij de accu niet tot 100% wordt geladen).

### Laadsysteem:

Individuele celladers van 10A laadstroom per cel. (Mornsun URA\_LD-30WR3).

Bij 12V wordt maximaal 15A uit het boordnet opgenomen en dit levert niet waarschijnlijk een probleem op voor de dynamo.

Bij 24V komt de opgenomen stroomsterkte niet boven de 8A uit.

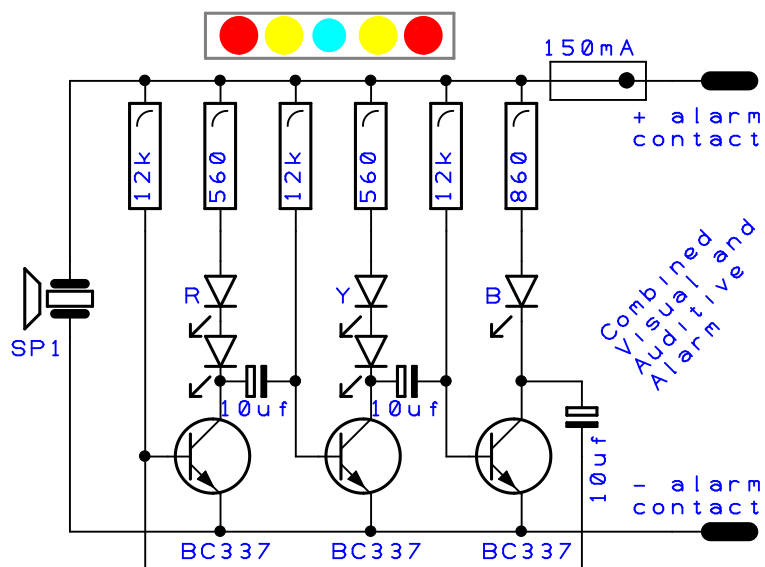
### Gebruikstemperatuur

Van 5°C tot 50°C waarbij optioneel de laagste temperatuur is beveiligd door een thermostatisch verwarmingssysteem.

### Onderspanning onderbreking

Voor 'noodvoedingen' hoort er geen onderspanning onderbreking te zijn, maar een visuele alarmering bij het bereiken van de onderspanning. Hiervoor is gekozen omdat de inzet van een 'noodvoeding' niet onderbroken mag worden tot het moment dat de accu geheel leeg is en het niet meer belangrijk is of de installatie de noodtoestand nog zal overleven. De standaard onderspanningmodule wordt gebruikt maar zonder het afschakel relais en in plaats daarvan een visuele en/of auditieve signalering. De schakeling met signalering komt achter het acryllaat glas van de deksel van de montage behuizing. Daarmee is het geheel waterdicht (IP67)

### Schema:



Het bouwen van dit soort dingen kreeg je wel eens als opdracht voor een practicum op de MTS. De werking van het geheel berust op een drempel detector die meet of de spanning van de accu niet onder een bepaalde waarde komt, in dit geval de laagste spanning die de accu mag hebben. Deze drempel detector is als module in gebruik in de voorgaande installaties en schakelt de accu af. In dit geval mag dat niet want de accu moet blijven leveren 'tot ie afborrelt' of 'verschrompelt als een droge pruim'. Alles wat er nog aan lading in de accu zit kan worden gebruikt en wordt gebruikt om een visuele alarmering te geven zodat je weet dat de accu weer geladen moet worden (als dat kan!). De drempel detector zet bij een spanning onder de drempel de alarmering aan. Die alarmering bestaat uit een drie traps 'looplicht'. De doorgewinterde elektronici noemen dat een 'ring counter' en gewone mensen noemen het een 'knight rider' licht. Eigenlijk is het geen looplicht maar een

'loopdonker'.

Bij het dalen van de spanning onder de drempelwaarde wordt de (te lage) spanning op de 3 transistors gezet en ze zullen alle 3 tegelijkertijd willen gaan geleiden zodat de bijbehorende LED's aan gaan. Zijn de 3 transistors 100% identiek dan zal dat ook gebeuren, maar transistors zijn bijna nooit 100% identiek. Daarom zal er één niet gaan geleiden de bijbehorende LED blijft donker. Dit geeft een puls naar de volgende transistor en nu wordt de LED bij die transistor donker en dat geeft... Enzovoort. Het lijkt een beetje op omvallende domino stenen, alleen deze dominostenen zullen zelf weer overeind gaan staan.

De LED's gaan van 'buiten naar binnen' uit en als de voedingspanning boven de drempelwaarde komt, stopt het 'zenuwen gedoe'. Als de accu helemaal leeg is, dan stopt het ook. De condensatoren van 10uF bepalen de tijd dat de LED's gedooft zijn. Door andere waarden te gebruiken gaat het verloop onregelmatiger worden en wordt het van een 'looplicht' meer een 'struikellicht'. Dit looplicht kan bij epileptici een insult veroorzaken! Dat is zeer zeldzaam maar niet onmogelijk!

## Bronnen voor lading

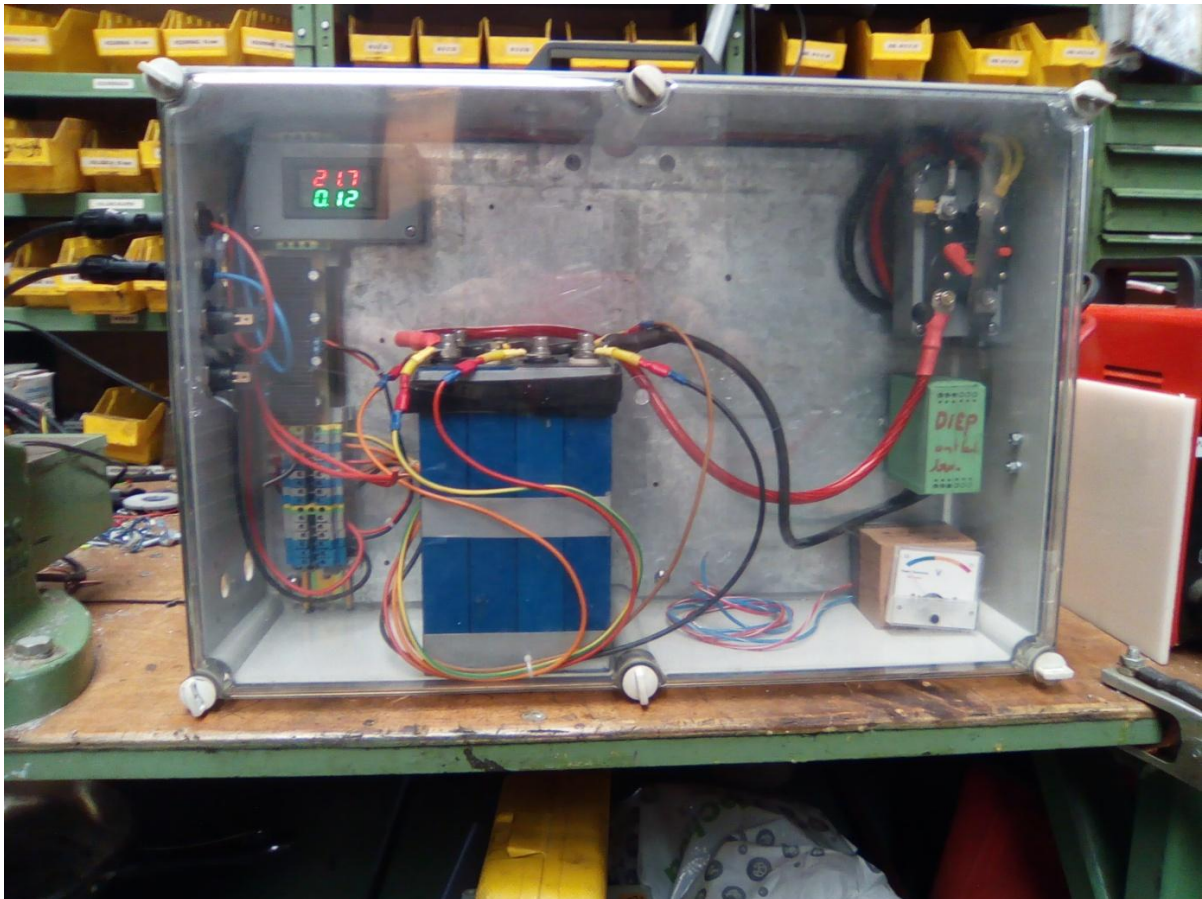
Twee inputs voor laden zijn beschikbaar:

2 MC4 connectoren (+ en -) voor direct aansluiten van een zonnepaneel.

1 XLR connector voor het aansluiten van een 'walstroom lader' of de aansluiting met het bestaande boordnet. Deze input is bij het prototype gebruikt voor de aansluiting op het 'sigaretten aansteker' contact van een auto om de cellen te laden.

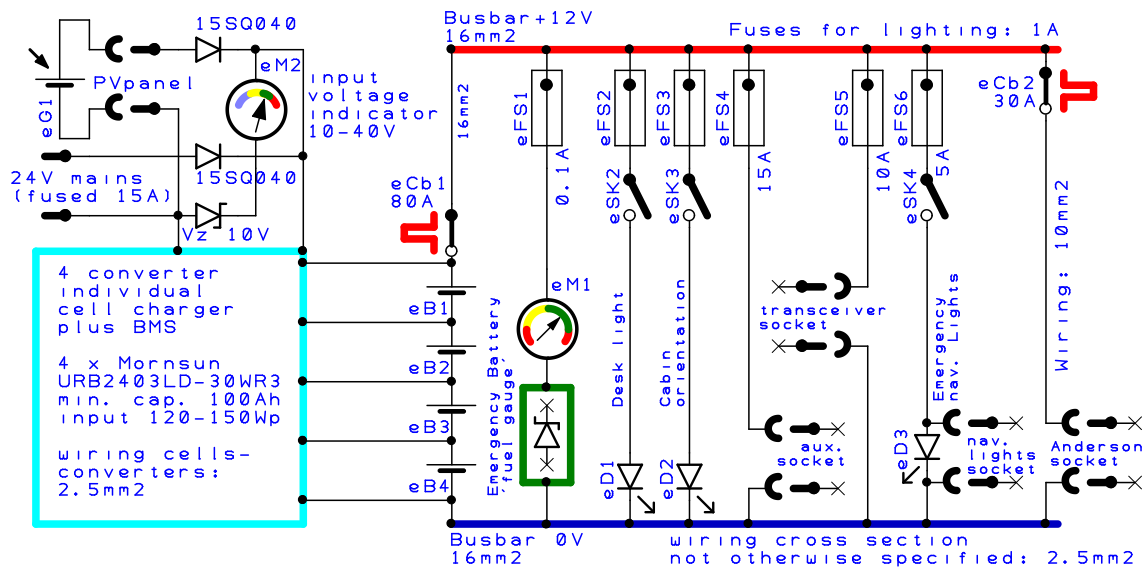
## Opgedane ervaring

Het prototype is met 4 Mornsun 15W converters en 4 72Ah cellen uitgerust en is in de auto als 'interieur ventilator accu' meegenomen naar Bretagne. Dit betekende dat ruim 14 uur opladen op 14,5V geen overladen teweeg bracht en ook geen schade door overladen veroorzaakte.



Prototype aangesloten op een notebook voeding.

### Schema



### BOM

1	Lader-BMS module 4 Mornsun 30W		URB2403LD-30WR3
4	LFP cellen 100Ah		
1	Set MC4 connectoren chassisdeel		Voor aansluiting zonnepaneel
1	3-polige XLR connector		

2	keercellen		15SQ040
1	Spanningsindicator inputspanning	eM2	0-30V met 10V zener
1	Thermische zekering/hoofdschakelaar	eCb1	80A
1	Thermische zekering	eCb2	30A
6	Zekeringhouders 20x5mm met zekeringen	eFS1 –eFS6	
1	Accuspanningmonitor	eM1	0-5V met 10V zener
1	Nummerplaatverlichting met LED	eD1	werkverlichting
1	Auto plafonnière met LED	eD2	oriëntatieverlichting
3	Drukknoppen (toggle)	eSK2 – eSK4	Waterdicht
2	ISO sockets voor marifoon en vrije aansluiting		
1	Stopcontact voor navigatie nood lichten	eD3	Met indicator LED
1	Anderson connector		Voor power output
	Soepele leiding 16, 10, 2,5mm <sup>2</sup>		
1	Waterdichte (IP67) montage kast met acryl deksel		

Montage van drukknooppn, Anderson connector, ISO sockets, noodnavigatieverlichting socket, 30A circuit breaker en ‘nummerplaatverlichting’ aan de rechter zijkant van de kast en met kt waterdicht monteren.

Aan de linkerkant van de kast: MC4 connectoren en XLR male connector. Indien gewenst met kit waterdicht maken.

## Casus 7: Een DC generator voor elektrisch aangedreven zeilboten

Ben je eenmaal overgegaan op elektrische 2<sup>e</sup> aandrijving van je zeilboot, dan heb je geen verbrandingsmotor met dynamo meer aan boord. Buiten een zonnepaneel heb je dan niet veel andere mogelijkheden om de accu te laden als je op het water bent. Nu zul je voornamelijk zeilen en niet veel op de motor varen en zodoende de tractieaccu niet veel belasten, maar zit je op binnenwater met stroming en tegenwind op een stuk waar je niet kunt opkruisen, dan maak je de lading in je accu snel op. Normaal zou je dan de motor starten en op de motor varen en meteen met de dynamo je accu laden. Als je geen inwendige verbrandingsmotor aan boord hebt kun je die keus niet meer maken. Zou je een kleine DC generator aan boord hebben, dan kun je die starten en de energie daarvan kunnen gebruiken voor zowel aandrijving en voor het laden van de accu.

### Ontwerpkeuzes en -criteria

Alles hangt af van de keuze voor de elektrische aandrijving. Je kunt 12V als spanning voor de aandrijving kiezen, maar bij 1,2kW of 1,5 pk kom je dan aan 100A aandrijfstromen (en een nog hogere aanloopstroom) en dat vraagt dikke kabels en een deskundig aangelegde installatie. Zelfs dan worden de 'koperverliezen' al snel hoog en alles wat er aan energie in de kabels gaat zitten, kan niet in de aandrijving zitten. Zo ontstaat er een reeks van 'verstandige keuzes' voor motorvermogen en accu spanningen:

500W – 1000W: 12V systeem, motorstroom tot 83A continu. 1000W is 1.341022 pk

1000W – 2000W: 24V systeem, motorstroom tot 83A continu. 2000W is 2.682044 pk

2000W – 3500W: 36V systeem, motorstroom tot 97A continu. 3500W is 4.693577 pk

3500W – 5000W: 48V systeem, motorstroom tot 104A continu. 5000W is 6.70511 pk

5000W – 6000W: 60V systeem, motorstroom tot 100A continu. 6000W is 8.046133 pk

In de buurt van de 100A motorstroom is een aansluitkabel van 25mm<sup>2</sup> goed als de accu dicht bij de motor staat. Dikker is beter en geeft minder spanningsval.

Kies je voor een systeem met een nog hogere spanning, dan kun je bij gelijkblijvende stroomsterkte nog meer vermogen 'op de schroef' brengen. Zestig Volt gelijkspanning geldt als een veilige spanning omdat die spanning geen gevaarlijk hoge stroom door het hart kan laten lopen waarbij het hart stil gaat staan. (Op voorwaarde dat de spanning niet met elektroden binnen de huid wordt aangebracht, daar gelden weer andere waarden voor.) Om die reden gaat het lijstje niet verder dan 60V. 'Kan dat niet dan?' Ja natuurlijk wel, maar ik ga geen adviezen geven die je boot in een 'elektrische stoel' kunnen veranderen.

Gebruik je een LFP accubank voor de aandrijving, dan moet de generator niet meer dan de maximum laadspanning kunnen leveren.

Voor een 12V systeem van 4 LFP cellen in serie is dat 13,6V

Voor een 24V systeem van 8 LFP cellen in serie is dat 27,2V

Voor een 36V systeem van 12 LFP cellen in serie is dat 40,8V

Voor een 48V systeem van 16 LFP cellen in serie is dat 54,4V

Voor een 60V systeem van 20 LFP cellen in serie is dat 68,0V

De generator levert door de belasting met de te laden accu een lagere spanning dan de onbelaste spanning. Raakt de accu volledig geladen en wordt de accu niet belast, dan kan de generator boven de maximale laadspanning komen. De cellen worden dan overladen en daarmee kun je ze kapot

maken of zul je de gebruiksduur in elk geval verkorten. Bereikt de generator de maximum laadspanning, dan moet deze (het liefst automatisch) worden gestopt.

Doordat de accu een buffer is voor de aandrijving, is het niet nodig om het gehele aandrijfvermogen door de generator te laten opwekken. Zou je dat wel doen, dan heb je een 'elektrische as' gemaakt en heb je accu's van een hele lage capaciteit nodig om de generator te starten (de generator is meestal van het 'dynastart' principe). Bij het varen op de e-motor zul je niet doorlopend het volle vermogen gebruiken, op  $\frac{3}{4}$  van het vermogen vaar je maar iets langzamer dan op vol vermogen. Bij een generatorvermogen van  $\frac{1}{2}$  het motorvermogen ben je goed voorzien en zul je bij een draaiende generator in combinatie met de accu de elektromotor kunnen gebruiken met als enige beperking de brandstofvoorraad van de generator.

Als voorbeeld: een 4kW Torqeedo op een 48V systeemspanning en een accubatterij van 16 x 100Ah cellen in serie, kan goed worden geladen met een 2,5kW generator. Je kunt een 5kW generator inzetten, dan draait de e-motor op de generator en wordt de accu ook nog geladen. Het brandstofverbruik zal dan hoog zijn en de laadtijd korter.

Bij een e-drive zeilboot is er een accu aan boord die in eerste instantie door walstroom en/of door een zonnepaneel kan worden geladen. Afvaren op de elektromotor kan altijd met een volle accu. Bij een hoog stroomgebruik (relatief aan de capaciteit van de accu) wordt de accu snel ontladen en moet de motor worden gestopt of de generator worden gestart.

Er zullen momenten zijn dat zowel de accu als de generator stroom aan de motor zullen leveren, er zullen momenten zijn dat de generator de gehele motorstroom voor zijn rekening neemt en er zullen momenten zijn dat de generator de motorstroom voor zijn rekening neemt en daarnaast de accu oplaadt. Als je zeilt zal na enige tijd de maximale laadspanning worden bereikt en slaat de motor af. (tenzij je een ander systeem gebruikt wat bijvoorbeeld een waarschuwingssignaal geeft als de hoogste laadspanning is bereikt).

### **Alternatieven voor de te installeren capaciteit**

Bij gebruik van een generator is het niet noodzakelijk een hoge capaciteit voor de accubank te kiezen. Een gering surplus op de capaciteit van de service accu is dan al voldoende. Dat surplus moet dan voldoende zijn om bijvoorbeeld de haven uit te varen. Is het daarna nodig om nog verder op de motor te varen, dan kan de generator worden gestart en het vermogen voor het varen van de generator worden betrokken.

Het is ook mogelijk de generator al in de haven te starten en met draaiende generator de haven uit te varen.

Wordt na het verlaten van de haven alleen gezeild, dan zou een zonnepaneel de accu weer langzaam op kunnen laden tot een voldoende lading om het boordnet van energie te voorzien. Is er onvoldoende zon dan kan de generator worden gestart om 'stroom te draaien'. Niet veel anders dan dat nu met een inboard verbrandingsmotor gebruikelijk is.

### **De 'powerbank'**

De systeemspanning bepaalt de vorm van de 'powerbank'. Bij gebruik van individuele celladers is er voor elke cel ook een BMS beschikbaar en is er in het gehele laadtraject een systeem dat tijdens het laden de celspanning zoveel mogelijk gelijk trekt.

Voor een eventuele conversie naar een lagere DC spanning voor 12V apparatuur zijn er step down converters beschikbaar.

## **Accu type:**

Li-ion accu's kunnen het best tegen 'half geladen laten' en hebben de voorkeur.

## **Laadsysteem:**

De generator laadt de accu serieel en het reeds aanwezige laadsysteem moet de cellen zoveel mogelijk tot een gelijke spanning per cel opladen ('balanceren'). Dit voorkomt dat het systeem zeer sterk verschillende celspanningen opbouwt bij het serieel laden. Het serieel laden kan daarom het best tijdens belasting plaatsvinden, omdat de afname van de lading van de cellen met de hoogste spanning in de serieschakeling het hoogst is.

## **Gebruikstemperatuur**

Voordat het laden via de generator wordt gestart moet men er zeker van zijn dat de celtemperatuur tenminste 5°C of hoger is.

## **Onderspanning onderbreking**

Dit is voor een generator niet van toepassing.

## **Overspanning onderbreking**

Omdat de cellen van de accu 'in serie' wordt geladen is het belangrijk dat de eind laadspanning van de gehele accubank niet wordt overschreden. Omdat niet zeker is of de cellen bij serieel laden over het hele laadtraject tot dezelfde spanning worden opgeladen ('onbalans'), moet bij serieel laden tevens individuele celladers worden ingezet om de cellen op een gelijke spanning te krijgen en te houden ('balanceren'). Verder is het goed als dit laden wordt gestopt voordat de maximum laadspanning van de accu wordt bereikt.

Voor 4 LFP cellen is dat bij 13.2V

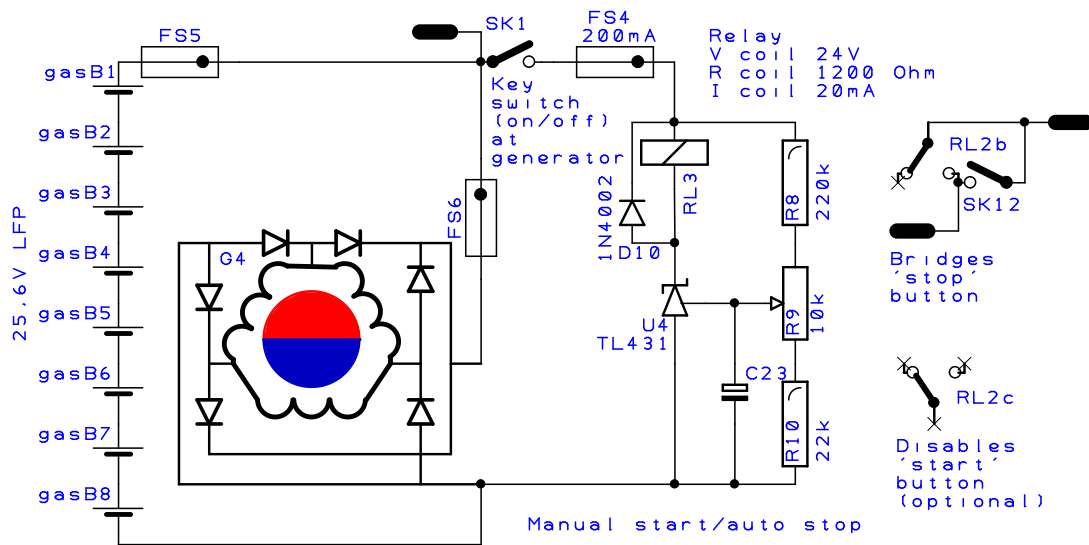
voor 8 LFP cellen is dat bij 26.4V

voor 12 LFP cellen is dat bij 39.6V

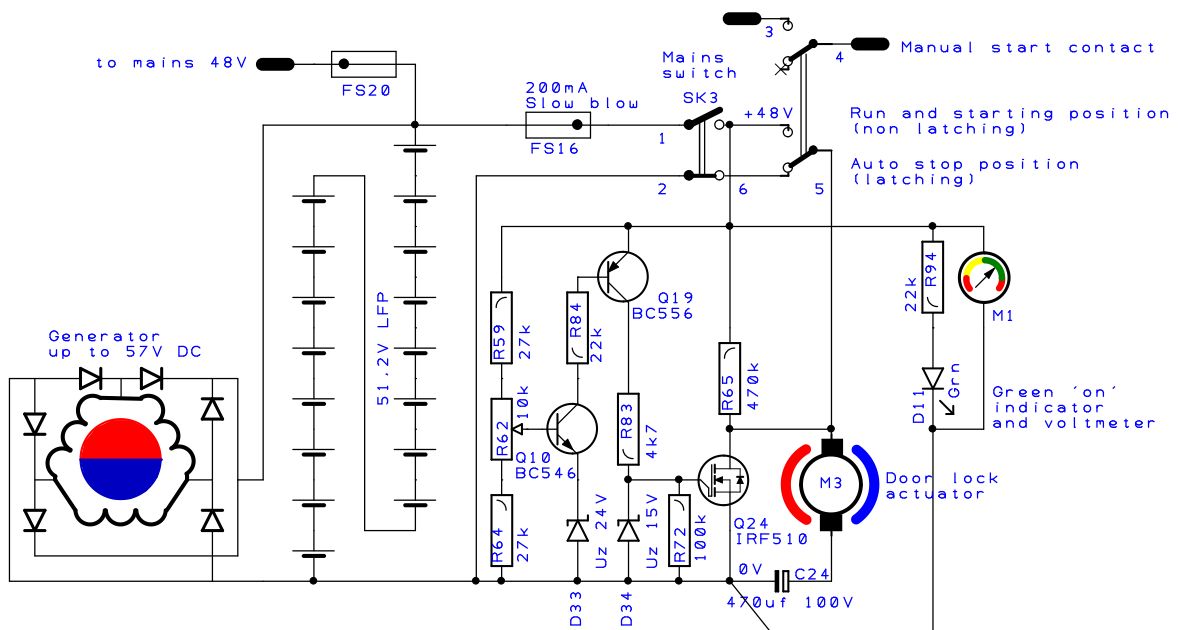
voor 16 LFP cellen is dat bij 52.8V en

bij 20 LFP cellen is dat bij 66V.

'Stoppen' is bij benzine generatoren relatief makkelijk: 'schakel de ontsteking uit' maar diesel generatoren hebben geen ontsteking en dan kun je die ook niet uitschakelen. Een dieselmotor met een mechanische injector pomp moet mechanisch worden uitgeschakeld.



Benzine generator, 24V nominaal spanning. Stopt bij 26,4V. Wordt deze spanning door belasting van de accubank niet gehaald, dan stopt de generator als de brandstof op is.



## Opgedane ervaring

Vierentwintig voeter, 1,6 ton, 4 kW Torqeedo R4, 16 x 100Ah LFP cellen, 16 individuele celladers max 4,5A laadstroom, 80Wp zonnepaneel.

2,5kW benzine generator met auto start en auto stop.

In de haven de generator voor de test met de hand gestart. Na het uitvaren van de haven generator handmatig gestopt en over op zeilvaart.

Van de Vale Plas naar Doesburg vv. Naar Doesburg (gemeente haven) stroom mee, onder zeil, elektromotor stand-by, vermogensopname 100W.

Van af Doesburg naar de Vale Plas tegen de stroom in, 'krib varen' onder zeil, bij het ronden van de krib kortdurend 4kW+ motorvermogen. Bij invaren naar de Vale Plas volgt een auto start van de

generator. Na 90 minuten auto stop door geheel opgeladen accu's tijdens zeilen. Op de e-motor de haven in en afgemeerd.



2,5kW 57VDC generator met 'auto start' en 'auto stop'.  
Het heet 'portable' te zijn, maar je tilt je een breuk!

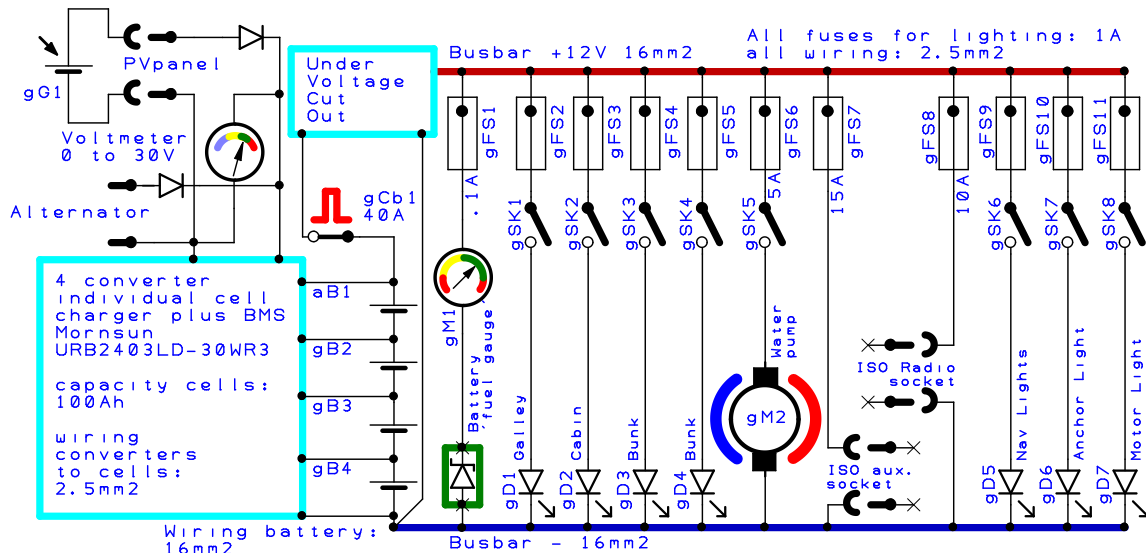


5kW 57VDC 302CC dieselgenerator op de werkbank.

Starten en stoppen gaat alleen handmatig. Hier moet een aangepaste bediening van de injectorpomp op worden gemaakt om de generator te stoppen als de laadspanning boven de 54V gaat komen.

## Scenario 8: Basis installatie schema voor een 'weekender' zeiljacht

Het is opvallend –maar wel logisch- dat van de meeste 'opknappertjes' de elektrische installatie het meeste opknapwerk behoeft. Dit opknapwerk aan de elektrische installatie varieert van: 'kabelschoenen controleren en oxide vrij maken' tot 'haal de hele zoi er maar uit en doe er nieuw in, want dit is kwalitatief uitermate teleurstellend'.



### BOM

1	Lader-BMS module 4 Mornsun 30W		URB2403LD-30WR3
4	LFP cellen 100Ah		
1	Under Voltage Cut Out module met relais		
1	Set MC4 connectoren chassisdeel		Voor aansluiting zonnepaneel
1	3-polige XLR connector		
2	keercellen		15SQ040
1	Spanningsindicator inputspanning	gM2	0-30V
1	Thermische zekering/hoofdschakelaar	gCb1	40A
1	Accuspanningsmonitor	eM1	0-5V met 10V zener
1	Anderson connector 50A		Voor power output naar schakelpaneel
	Soepele leiding 16, 10, 2,5mm <sup>2</sup>		

Dit schema gaat er van uit dat je ook na zonsondergang kunt binnenlopen en de voorgeschreven verlichting voert.

Alle verlichting in LED's. Het stroomverbruik voor dezelfde lichtsterkte is 10% van die van halogeen lampen.

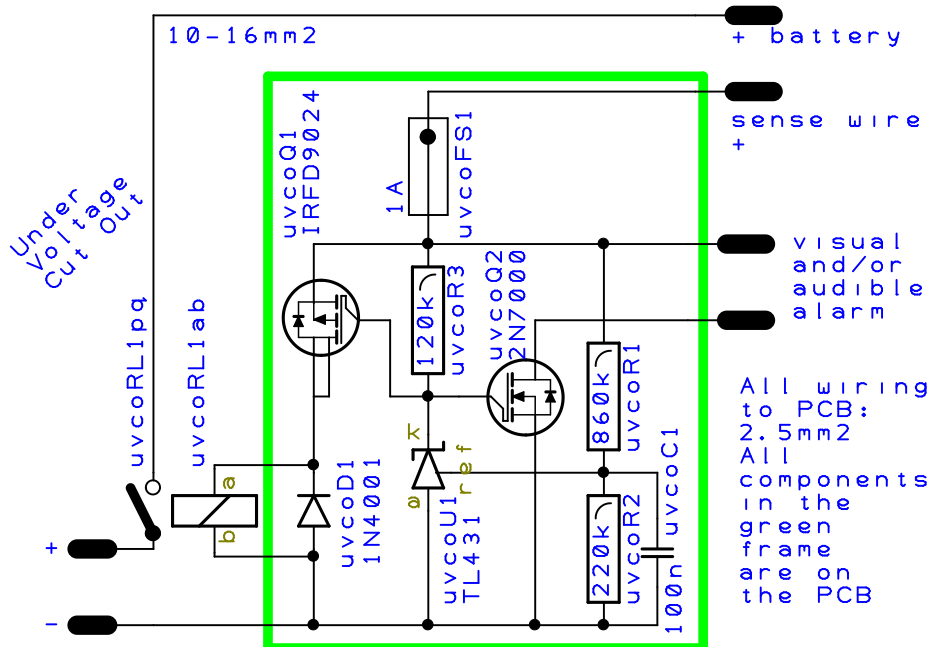
Er kan worden overnacht op een ankerplek buiten een haven indien er een rond schijnend wit toplicht als ankerlicht aanwezig is.

Er is een aansluiting om een portable marifoon op te laden (via auto stekker lader). Hier kan ook een USB lader op aangesloten worden (vast of via een autostekker).

Bij 70Ah accucapaciteit is er 24 uur autonomie. Bij een 12V dynamo op de motor of een lichtspoel met gelijkrichter op de bbm kan er 'stroom worden gedraaid'. Er kan een 70 tot 100Wp zonnepaneel worden geïnstalleerd zonder MPPT regelaar voor het opladen van de accu. Laden via een walstroom lader is mogelijk indien de motor dynamo is afgekoppeld.

Het schakelpaneel in de boot is naar eigen keuze. De toevoer naar het schakelpaneel verloopt via 10mm<sup>2</sup> maar bij een grote afstand tussen de accu en het schakelpaneel heeft 16mm<sup>2</sup> de voorkeur om de spanningsval te beperken.

Schema under voltage cut out:



De gehele installatie is voorzien van een diepontlading bescherming die alle verbruikers afschakelt indien de accuspanning onder de 12V komt.

EXTRA's:

Toegevoegde, gezekerde aansluiting voor noodstroom (blijft ook spanning voeren als de diep ontlading beveiliging de installatie afschakelt).

Coulomb counter met Peukert factor 1.

Verwarming met thermostaat voor laden bij temperaturen van onder de 5°C

Walstroamlader.

## Gegevens

Output:

Spanning boordnet: 12 tot 13,2V

Capaciteit LFP cellen: 100Ah

Netto energie opslag: 700Wh/2300kJ

Max. stroom output: 40A (gezekerd)

Data laders met BMS:

Laadstroom: max. 5A

Laadspanning: 3,3V per cel

Laadvermogen: 15W per cel

Thermisch beveiligd tegen kortsluiting en overbelasting

Input:

Ingangspanning laders: 9 tot 36V

Ingangstroom laders: 10mA (geladen accu)

Ingangstroom laders: 6,5A @12V (@ full load)

Efficiëntie laders: > 85% @ full load

Input/output scheiding: 1000V

De lader is zo ingericht dat deze altijd op het net kan worden aangesloten zonder dat er overlading plaatsvindt. Het is ook mogelijk de lader permanent op het zonnepaneel blijft aan gesloten.

De cellen mogen alleen worden geladen bij een celtemperatuur boven de 5°C.

Thermosstatische beveiliging optioneel.

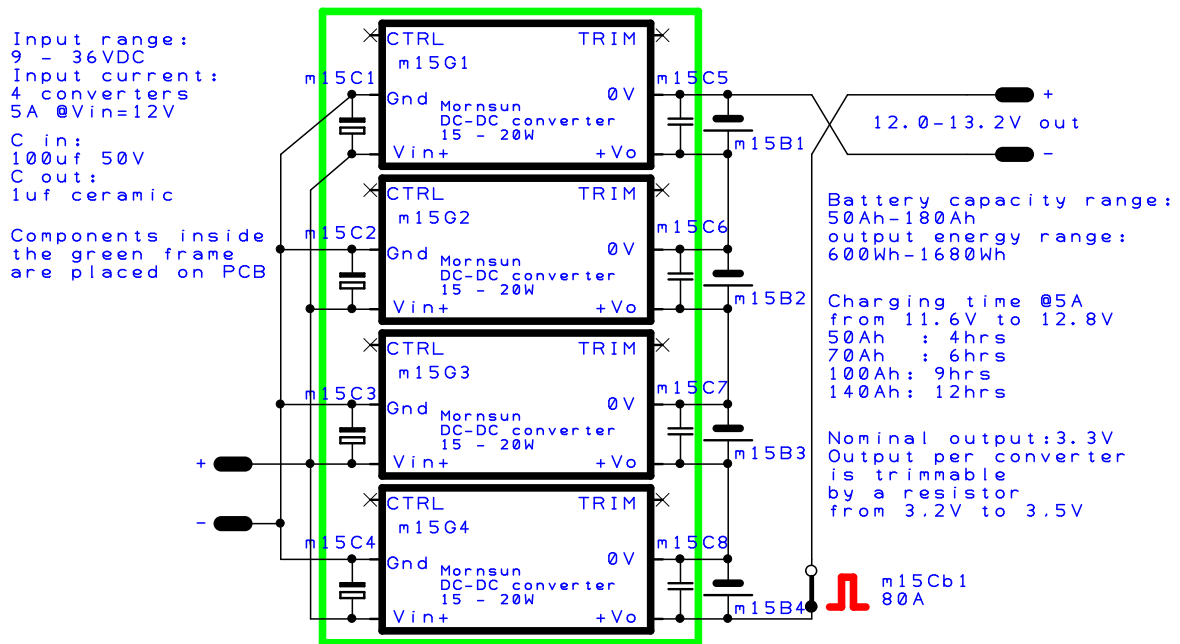
## Schema's

Het laadsysteem met de bewaking en besturing is modulair opgezet. De basis wordt gevormd door de individuele celladers. Deze vormen per cel een CV lader met een maximum spanning van 3,4V en zijn galvanisch gescheiden van de gemeenschappelijke ingang. Door de keuze van de eind laadspanning zijn de laders alleen geschikt voor accubatterijen van LiFePO<sub>4</sub> cellen.

Er zijn veel mogelijkheden voor de hoogte van de laadstroom door de keuze van de DC-DC converters. Zo zijn er Murata DC-DC converters die 50A laadstroom kunnen leveren, maar dan wel moeten worden gevoed uit 80V of meer en speciale koelblokken kennen. Van de prijs ga je 'gestrekt'!

### Schema 4 individuele cel laders module

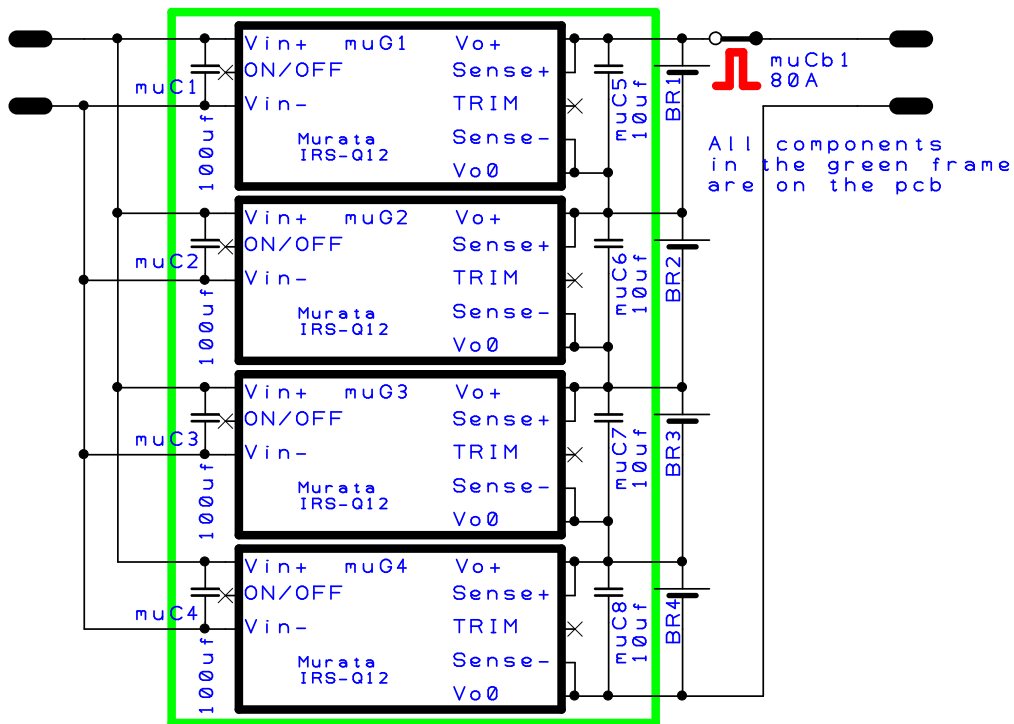
#### Mornsun converters 15W en 20W



### BOM

4	Elektrolytische condensatoren	m15C1 – m15C4	100uf 50V
4	Keramische multi layer condensatoren	m15C5 – m15C8	10uf 50V
4	Mornsun DC-DC converters	m15G1 – m15G4	URB_YMD-15WR3
	PCB, behuizing en montage materiaal		Naar eigen goeddunken

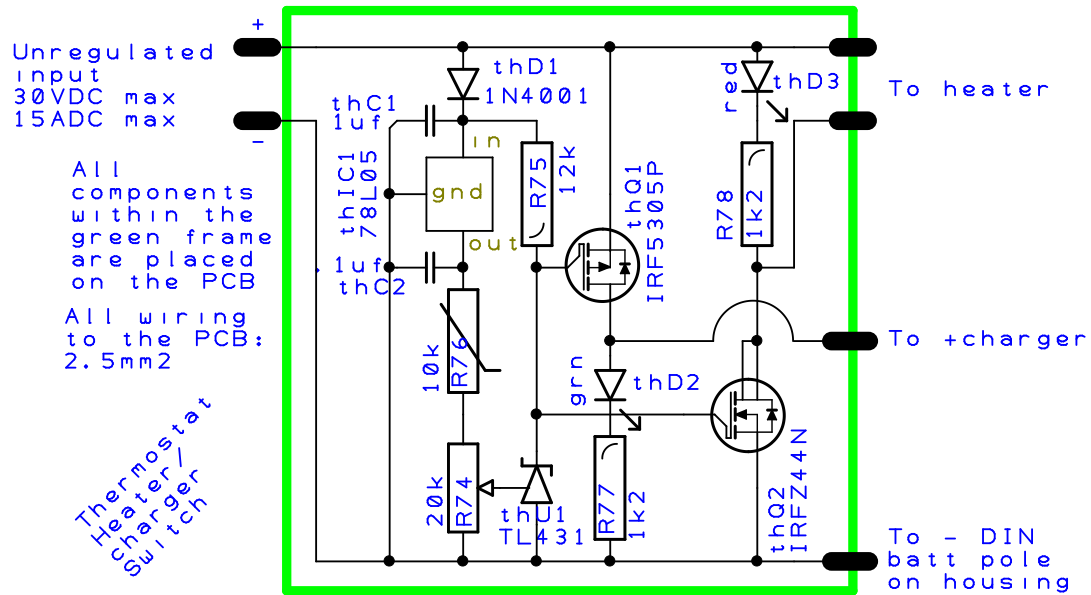
## Murata converters



## BOM

4	Keramische multi layer condensatoren	mu15C1 – mu15C4	100uf 50V
4	Keramische multi layer condensatoren	mu15C5 – m15C8	10uf 50V
4	Mornsun DC-DC converters	mu15G1 – m15G4	IRS-Q12
	PCB, behuizing en montage materiaal		Naar eigen goeddunken

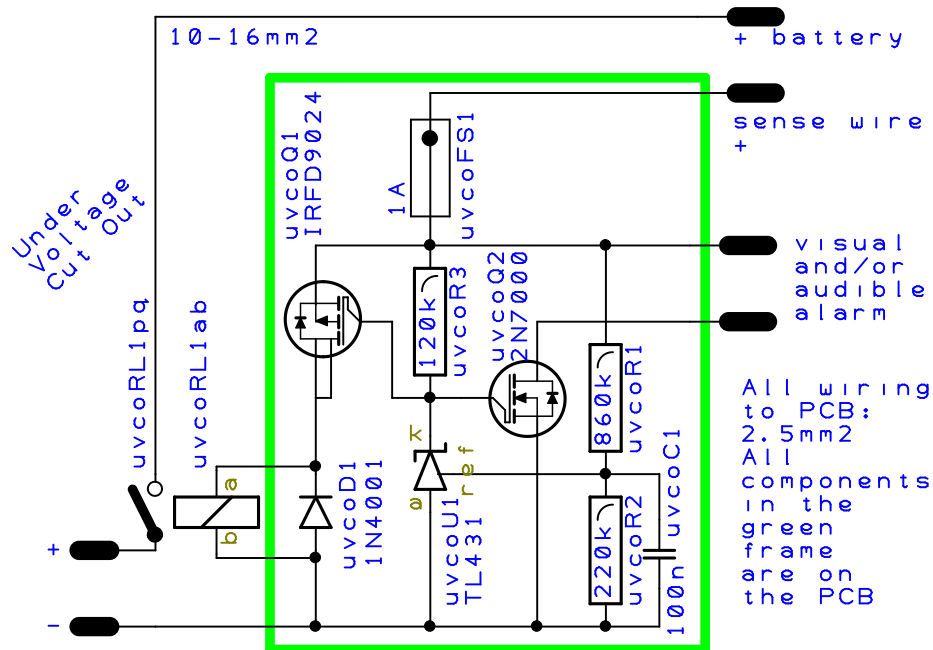
## Schema thermostatische schakelaar module



## BOM

1	Metaalfilmweerstand 1% 0.3W	1k2	R77
1	Metaalfilmweerstand 1% 0.3W	1k2	R78
1	Metaalfilmweerstand 1% 0.3W	12k	R75
1	Instelweerstand Cermet trimpotmeter	20k	R74
1	NTC weerstand	10k	R76
1	LED	Groen	thD2
1	LED	Rood	thD3
1	Silicium diode	1N4001	thD1
1	P-channel MOSFET	IRF5305P	thQ1
1	N-channel MOSFET	IRFZ44N	thQ2
1	5V spanningsregelaar		thIC1
1	Programmeerbare zenerdiode	TL431	thU1
3	Printkroonsteentjes	2,5mm <sup>2</sup>	
PCB, montage materiaal, behuizing: naar eigen inzicht en mogelijkheden			

## Schema Under Voltage Cut Out module

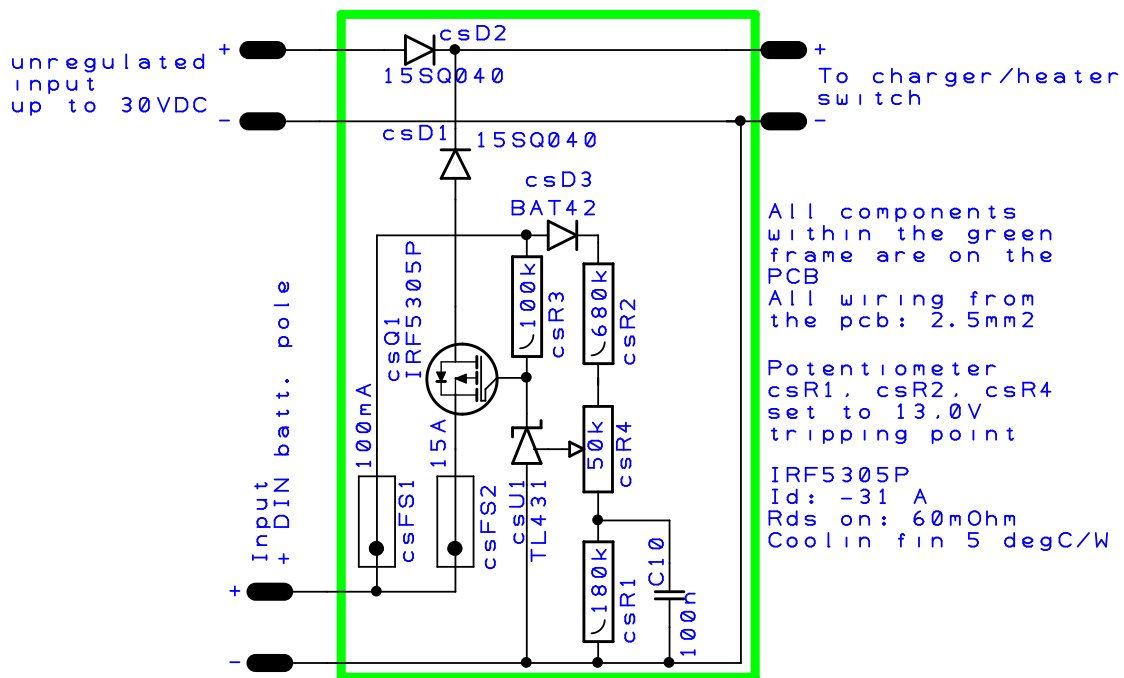


## BOM

onderdeel	Schema nummer	Type
Zekeringhouder met zekering	uvcoFS1	20x5 1A
Metaalfilm weerstand 1%	uvcoR1	860k
Metaalfilm weerstand 1%	uvcoR2	220k
Metaalfilm weerstand 1%	uvcoR3	120k
Keramische condensator	uvcoC1	100nf 50V
Silicium diode	uvcoD1	1N4001
Programmeerbare zenerdiode	uvcoU1	TL431
Autorelais 12V en relaisvoet	uvcoRL1pq & ab	80A relais maakcontact
MOSFET (Id 1A)	uvcoQ1	IRFD9024
MOSFET (Id 300mA)	uvcoQ2	2N7000
2 x printkroonsteentje		2,5mm <sup>2</sup>
Soepele leiding		10 of 16mm <sup>2</sup>
Soepele leiding		2,5mm <sup>2</sup>
Diverse kabelogen/kabelschoenen		

Onderdelen en behuizing verkrijgbaar bij elektronica zaken of Aliexpress

## Schema Charge sequencer module



## BOM

2	Keercellen	csD1-csD2	15SQ040
1	Signaal diode	csD3	BAT42
2	Zekeringhouders 20x5mm	csFS1-csFS2	met zekering
1	Metaalfilmweerstand 1%	csR1	180k
1	Metaalfilmweerstand 1%	csR2	680k
1	Metaalfilmweerstand 1%	csR3	100k
1	Trim potentiometer	csR4	50k
1	Meerlaags keramische condensator	C10	100n 50V
1	P-chan MOSFET	csQ1	IRF5305P
1	Programmeerbare zenerdiode	csU1	TL431

Alle te gebruiken leidingen: 2,5mm<sup>2</sup>

MOSFET met een koelvin van 5 °C/W

De potentiometer schakeling moet worden afgeregeld op een omklappunt van 13V. Dat wil zeggen pas als de toevoerende spanning op de accu boven de 13V komt, wordt de lader ingeschakeld. Onder een 'dynamo spanning' van 13V wordt niet geladen. Laden via de ingang voor een zonnepaneel kan altijd.