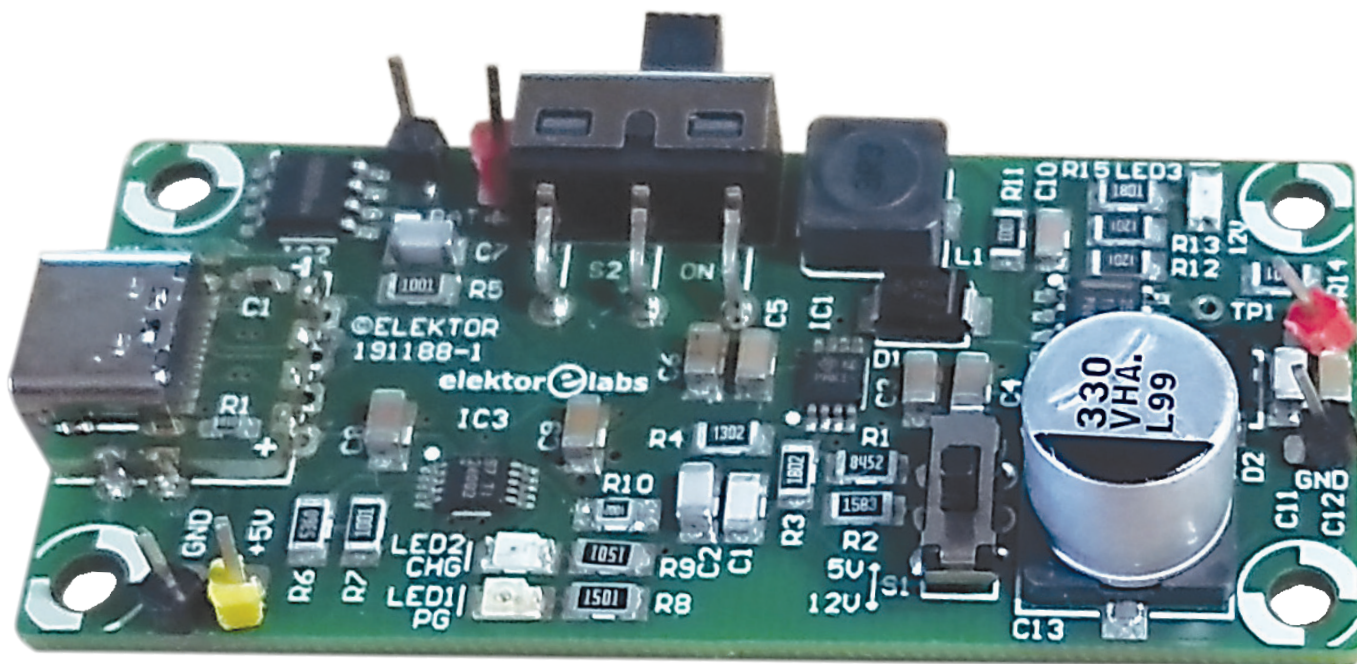


Zelfbouw LiPo-supercharger kit

van prototype tot productie

Mathias Claußen (Elektor)

GreatScott! – een op doe-het-zelf-elektronica gericht YouTube-kanaal met meer dan 1,4 miljoen abonnees – en Elektor presenteren een oplaadbare LiPo-voeding voor zelfbouw. De handige kit biedt gebruikers een instap in de wereld van SMD-solderen, met zorgvuldig gekozen 1206-componenten en een gedeeltelijk voorgemonteerde print. Het ontwikkelen van de kit stelde ons voor enkele interessante uitdagingen, en daarom willen we de lessen die we hebben geleerd tijdens het ontwikkelen van het product met u delen.



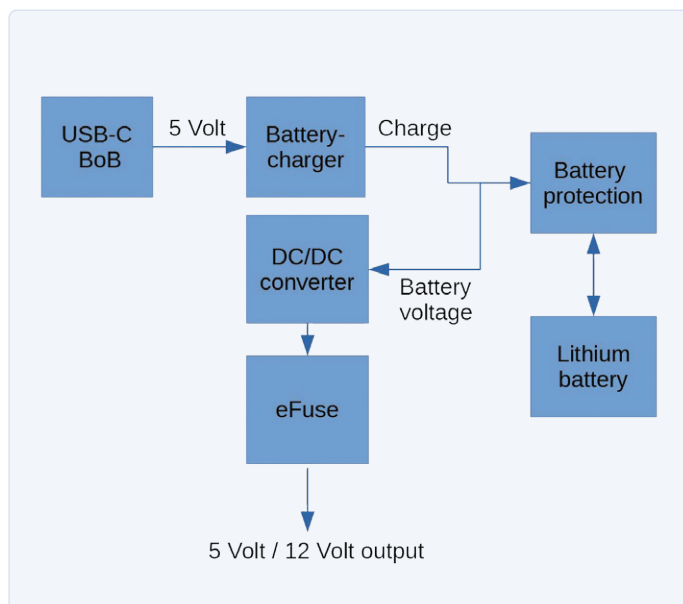
SPECIFICATIES

- › Ingang: 5 V $\pm 10\%$
- › Uitgang: 5 V/1,5 A of 12 V/0,75 A
- › Enkelcel lithium-accu

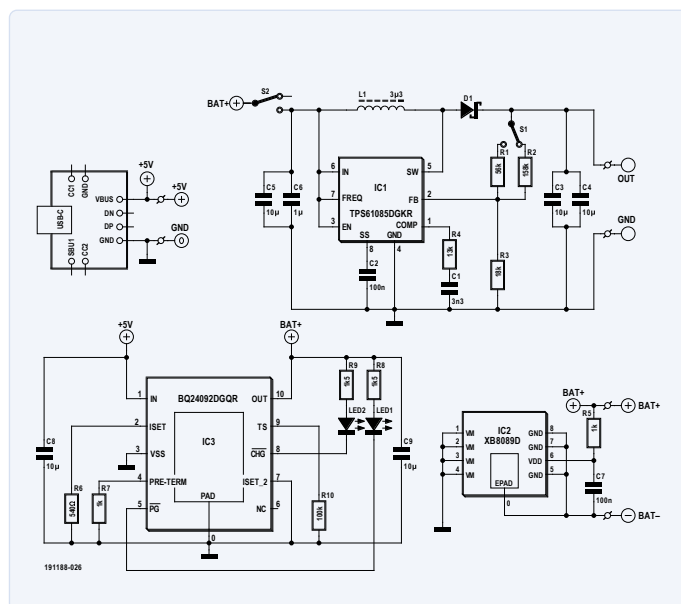
GreatScott! en Elektor ontmoetten elkaar tijdens productronica 2019 om een nieuw project te bespreken: een zelfbouw-voeding met een oplaadbare lithium-accu. De meesten van ons gebruiken de vertrouwde labvoeding voor onze projecten. Maar als u werkt aan

ontwerpen die uiteindelijk de werkbank verlaten, zoals een autonoom rijdende modelauto of een buitensensor, dan zijn lange voedingskabels niet de beste oplossing. Dergelijke projecten resulteren meestal in een set batterijen die met tape bij elkaar worden gehouden en met hotmelt op een goedkope DC/DC-omzetter worden gelijmd als geïmproviseerde mobiele voeding. Om een robuuster systeem met extra beveiliging te ontwikkelen, bundelden GreatScott! en Elektor hun krachten om een oplaadbare accu-voeding te ontwikkelen die

met goed verkrijgbare lithium-accu's werkt. Het team besloot meteen al dat het een zelfbouw-project moest worden met SMD-componenten om het solderen daarvan te leren en om te demonstreren dat SMD-solderen geen 'zwarte magie' is die voorbehouden blijft aan goed opgeleide tovenaars. Tijdens de ontmoeting bleek dat GreatScott! al enkele schetsmatige schema's en berekeningen had voorbereid. Het verschil met andere voedingen is de uitgang die door de gebruiker tussen 12 V en 5 V kan worden omgeschakeld.



Figuur 1. Blokschema.



Figuur 2. Schema van de eerste versie.

Blokschema

Om een lithium-acculader annex voeding te bouwen, moeten de functieblokken op de juiste manier worden aangesloten. **Figuur 1** toont de blokken die bij het ontwerp zijn betrokken. Het eerste blok is de USB-connector, zodat een USB-lichtnetadapter kan worden gebruikt om de schakeling te voeden. Hier gebruiken we een print die uitsluitend passieve componenten bevat en waar alle benodigde signalen langs de randen toegankelijk zijn. Deze wordt later bovenop de hoofdprint geplaatst en kan worden hergebruikt voor andere projecten waar USB-C van pas komt. Dit blok wordt gevolgd door de laadschakeling voor de Li-accu die de ingangsspanning gebruikt om een aangesloten accu te laden.

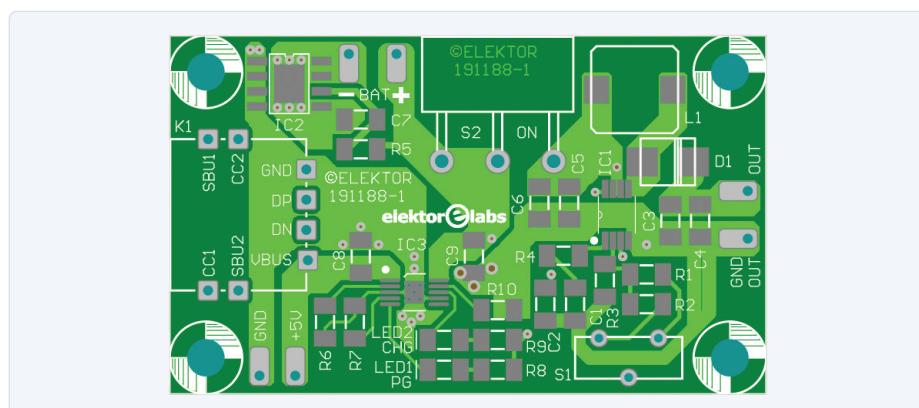
Om schade aan de aangesloten accu te voorkomen, hebben we de nodige beveiliging toegevoegd (in figuur 1 als apart blok getekend) om overstroom, overbelasting, diepe ontlading en verkeerde polariteit te voorkomen. In het midden ziet u de DC/DC-omzetter die aan zijn uitgang 5 V of 12 V levert. Het laatste blok na de DC/DC-omzetter is een eFuse die de uitgangsstroom beperkt om schade aan de DC/DC-omzetter te voorkomen. Wanneer deze blokken op de juiste manier worden aangesloten is het resultaat een draagbare oplaadbare voeding.

Standaardonderdelen

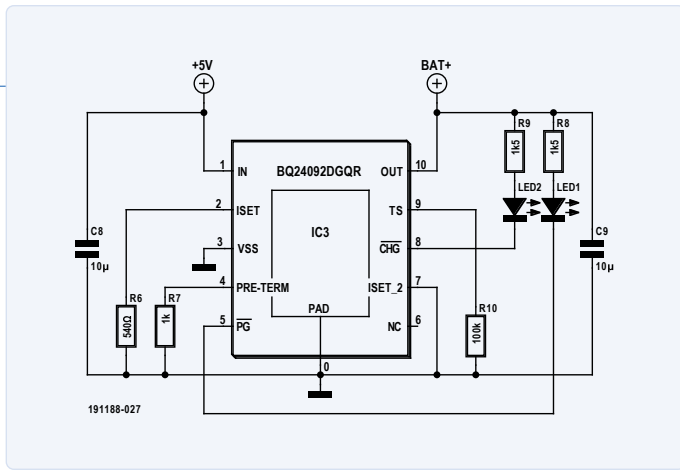
De onderdelenlijst is geoptimaliseerd voor onderdelen uit China – dat leek in december 2019 redelijk eenvoudig, aangezien goederen

van en naar het Chinese vasteland in grote hoeveelheden voor een lage prijs konden worden getransporteerd. De meeste onderdelen kunnen ook bij Europese leveranciers worden gekocht. De belangrijkste IC's voor dit project zijn van een bekend merk, Texas Instruments. Slechts één IC was alleen bij Chinese distributeurs verkrijgbaar, maar dat lijkt geen probleem. Voor het laden wordt een BQ24092DGQR van Texas Instruments gebruikt die geschikt is voor oplaadbare lithium-ion- en lithium-polymeeraccu's. Om een uitgangsspanning van 12 V of 5 V te krijgen, wordt een TPS61085DGKR, ook van Texas Instruments, gebruikt die als DC/DC-boost-converter werkt. Andere onderdelen zoals condensatoren, weerstanden en spoelen zijn allemaal verkrijgbaar bij Europese distributeurs. Over het algemeen zijn in het

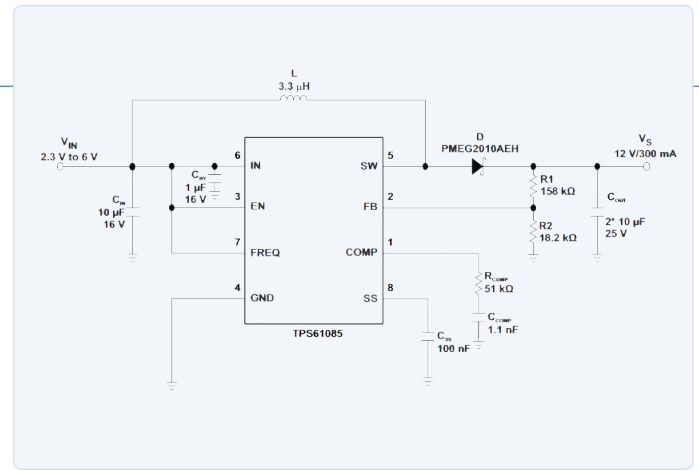
ontwerp standaardcomponenten gebruikt. Een medewerker van het Elektor-lab nam het schema, de onderdelenlijst en de eerste berekeningen onder zijn hoede. Met deze gegevens was het ontwerpen van een print snel gedaan en werd het eerste prototype besteld. Net voor de kerstdagen van 2019 was het gereed om te testen. Het schema is te zien in **figuur 2** terwijl de bijbehorende print in **figuur 3** wordt getoond. De eerste test door GreatScott! was veelbelovend. De print zou geproduceerd kunnen worden – maar zo simpel was het niet. Rond die tijd begon COVID-19 de wereld op zijn kop te zetten en toeleveringsketens te beïnvloeden; standaardcomponenten verdwenen steeds meer uit de schappen. Bovendien bleken er twee grote problemen in het ontwerp te zitten.



Figuur 3. Print-layout voor de eerste versie.



Figuur 4. Schema van het laadgedeelte.



Figuur 5. Schema van de DC/DC-converter.

Een nul te veel en gebraden IC's

Een eerste test wees uit dat voeding vanuit van een oplaadbare accu prima werkte, maar het opladen daarvan niet. Aangezien een BQ24092DGQR is geïnstalleerd, kenden we dit verschijnsel van een ander prototype. **Figuur 4** toont het schema van de laadschakeling. Weerstand R10 is nodig om deze chips te kunnen gebruiken zonder sensorweerstand in een accupack. Afhankelijk van het type BQ2409x dat wordt gebruikt, kan de waarde 10 kΩ of 100 kΩ zijn, en hier is de waarde 10 keer groter dan wat de BQ24092DGQR verwacht. Dat heeft tot gevolg dat de accu niet wordt opgeladen omdat het laad-IC denkt dat de temperatuur buiten het toegestane bereik ligt. De oplossing is simpel: R10 wordt 10 kΩ in plaats van 100 kΩ.

Het tweede probleem was ernstiger. Tijdens het testen ging de DC/DC-omzetter kapot als er een hoge stroom werd getrokken. Aangezien in het schema van figuur 1 slechts een beveiligings-IC is opgenomen dat de stroom van de accu beperkt tot 10 A, betekent dit dat er ongeveer 37 W in de DC/DC-boosttrap kan worden verstookt. Bij 5 V uitgangsspanning komt dat neer op 7,4 A die de belasting in theorie onder ideale omstandigheden zou kunnen trekken. Omdat de omstandigheden nooit ideaal zijn, wil dat zeggen dat de DC/DC-omzetter zo overbelast kan worden dat dat hij intern gebraden wordt. Er moest een beveiliging worden geïnstalleerd voor de DC/DC-omzetter – maar laten we eerst kijken hoe een DC/DC-omzetter eigenlijk werkt.

De werking van een DC/DC-omzetter

Het doel van een DC-DC-omzetter is om een DC-uitgangsspanning te genereren die lager of hoger is dan de DC-ingangsspanning. Met AC-ingangsspanningen is dit vrij

eenvoudig omdat u een transformator kunt gebruiken waarvan de uitgangsspanning afhankelijk is van de wikkolverhouding. DC-spanningsomzetters daarentegen moeten vóór de conversie eerst een soort wisselspanning genereren uit de DC-ingangsspanning. Verbazingwekkend genoeg bestonden dergelijke converters al vóór het halfgeleidertijdperk, meestal mechanisch en veel groter dan wat er in moderne elektronica te vinden is. Een korte beschrijving is te vinden op Wikipedia [1].

In moderne elektronica hebben DC-spanningsomvormers maar een paar externe componenten nodig, omdat de meeste functies in een klein IC zijn geïntegreerd. Als de uitgangsspanning lager is dan de ingangsspanning, hebben we met een zogenaamde buck-converter te maken. Als een lage ingangsspanning in een hogere uitgangsspanning moet worden omgezet, doen we dat met een boost-converter. De hier gebruikte TPS61085DGKR is een boost-converter die 5 V of 12 V genereert uit een ingangsspanning in een bereik van 3...4,2 V. **Figuur 5** maakt aanschouwelijk hoe dit werkt. Tussen ingang V_{IN} en uitgang V_S bevindt zich een serieschakeling van spoel L en diode D . Tussen de uitgang en massa is de condensator C_{out} aangesloten. De IC-pin SW is tussen de spoel en de diode aangesloten; in het IC zit daar een schakelaar naar massa. Als de schakelaar gesloten is, staat de ingangsspanning U_{IN} over de spoel. De stroom I_L via de SW-schakelaar naar massa neemt toe en creëert een magnetisch veld in de spoel. Diode D voorkomt dat condensator C_{out} zich kan ontladen terwijl de schakelaar gesloten is.

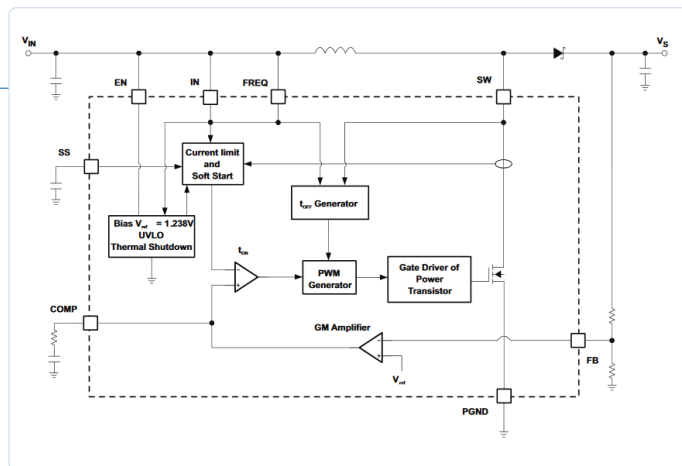
Zodra de schakelaar wordt geopend, probeert de spoel de energie die is opgeslagen in het magnetische veld weer kwijt te raken. De spanning op SW stijgt snel tot meer dan de

ingangsspanning (dus de polariteit van de spoel wordt omgekeerd) totdat deze spanning hoger is dan die over de uitgangscapacitor; dan gaat de diode in geleiding. De stroom loopt in de richting van de belasting en laadt condensator C_{out} op tot de som van de spoelspanning en de ingangsspanning – tot de energie van het magnetische veld is uitgeput. Door de schakelaar te sluiten begint het hele proces opnieuw. Als dit proces zich permanent blijft herhalen, hebben we een uitgangsspanning die groter is dan de ingangsspanning.

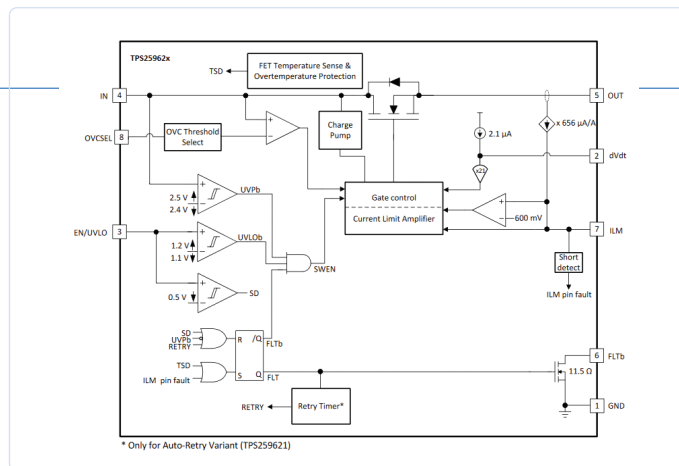
We werpen nu een blik op het inwendige blokschema van het converter-IC (**figuur 6**) om te zien hoe de timing die nodig is voor de boostwerking en een stabiele uitgangsspanning moet worden geregeld. De geïntegreerde schakelaar – hier in de vorm van een FET – verbindt de 'uitgang' van de spoel met massa. Om de juiste timing voor de interne FET te genereren, wordt de uitgangsspanning vergeleken met een referentiespanning V_{ref} die bij dit IC 1,238 V bedraagt. Hiertoe kunnen we een spanningsdeler gebruiken die is aangesloten op de feedbackingang FB en waarvan de deelspanning 1,238 V bedraagt wanneer de uitgang 12 V of 5 V is. Als de spanning op de feedbackpin hoger is dan 1,238 V, zorgt de interne logica ervoor dat de gegenereerde uitgangsspanning wordt verlaagd totdat de feedbackpin weer precies 1,238 V voert. Er zijn intern beveiligingen ingebouwd om de stroom door de interne FET te beperken, een onderspanning-afschakeling te verzorgen en de DC/DC-converter helemaal uit te schakelen als het IC te warm wordt.

Overstroom en beveiliging

Als de uitgang van de converter zware belastingen of zelfs een kortsluiting aanstuurt, leidt dat tot overbelasting van de interne FET en de schakeling daaromheen, met als gevolg



Figuur 6. Intern blokschema van de DC/DC-converter.



Figuur 7. Intern blokschema van de eFuse.

het plotselinge overlijden van het IC. Om dit te voorkomen, kunnen er op twee plaatsen beveiligingen worden toegevoegd, namelijk voor de converter en aan de uitgang. Als snelle oplossing met minder componenten zou het voor de hand liggen om de stroom en het vermogen te beperken die in de DC/DC-converter worden gestuurd. Als beschermend element zouden we een polymeer-component met positieve temperatuurcoëfficiënt (een herstelbare polyfuse) kunnen gebruiken die de stroom naar de DC/DC-converter beperkt. Dat lijkt wellicht een oplossing om de converter te beschermen, maar ten gevolge van het werkingsprincipe van de DC/DC-converter worden hierdoor ongewenste bijwerkingen veroorzaakt.

Als eerste poging hebben we zo'n polyfuse op de print gemonteerd. Dit beschermde de DC/DC-converter weliswaar op korte termijn tegen schade, maar veroorzaakte ongewenste oscillaties. Om dat te begrijpen hoeven we niet uitgebreid aan een prototype te meten; goed nadenken volstaat. Een herstelbare polyfuse begrenst de stroom door een verhoging van zijn interne weerstand bij

toenemende temperatuur. Omdat de zekering zelf een gedefinieerde weerstand heeft, zal de stroom erdoorheen de interne temperatuur verhogen. Hoe groter de stroom door de zekering, des te hoger diens temperatuur wordt en de resulterende weerstand van de zekering. Deze weerstand beperkt uiteindelijk de stroom door de zekering.

Als de uitgang van de DC/DC-converter fors belast wordt, zal de ingangsstroom ook een hoge waarde hebben. De polyfuse wordt daardoor warm en krijgt een hogere weerstand, waardoor de stroom erdoorheen wordt beperkt. De grotere weerstand van de polyfuse zal ook leiden tot een hogere spanningsval met als gevolg een lagere ingangsspanning voor de converter. De stroom in de converter is nu begrensd zodat die niet kapot kan gaan, maar moet nu de uitgangsspanning en het geleverde vermogen in stand houden met een nog lagere ingangsspanning, waardoor er voor de goede werking meer stroom nodig is. Deze grotere stroom zal de weerstand in de polyfuse nog verder verhogen met als gevolg een nog grotere spanningsval over de zekering.

Dit leidt op zijn beurt tot een nog lagere ingangsspanning voor de converter. Op een gegeven moment zakt de ingangsspanning onder de drempel van de onder spanning-afschakeling en wordt de DC/DC-boostconverter uitgeschakeld. In uitgeschakelde toestand is het stroomverbruik lager. Hierdoor kan de polyfuse afkoelen en wordt diens weerstand lager. En dus tot een geringere spanningsval over de polyfuse, resulterend in een hogere ingangsspanning voor de converter. Deze zal weer opstarten en het hele verhaal begint van voren af aan, met oscillatie als gevolg. Dit wordt uiteraard aan de uitgang merkbaar, in de vorm van spikes en andere 'viezigheid' op de uitgangsspanning. Een polyfuse aan de ingang is dus geen ideale oplossing, maar een zekering aan de uitgang is dat wel. Bij een enkele uitgangsspanning en een enkele stroomlimiet super-simpel. Met twee uitgangsspanningen en twee verschillende stroomlimieten kan een enkele polyfuse echter geen afdoende bescherming bieden voor beide spanningen en beide stromen. Een veelzijdiger oplossing voor dit probleem, vooral bij veranderende



**HAMMOND
MANUFACTURING®**

hammfg.com/small-case

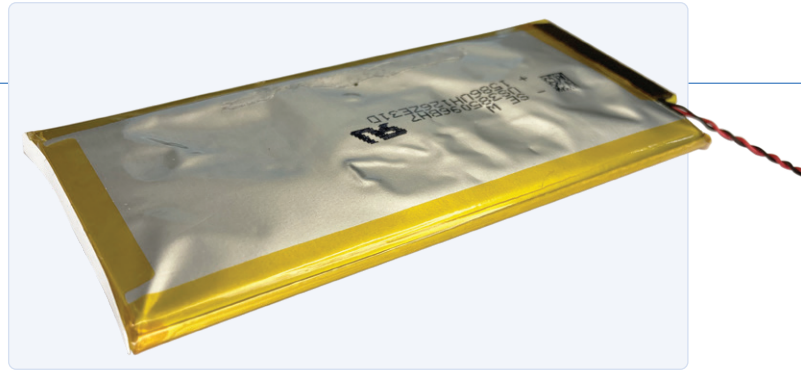
5000+ modellen van kunststof,
spuitgegoten en geëxtrudeerde
behuizingen op voorraad

eusales@hammfg.com • + 44 1256 812812





Figuur 8. Beschadigde en opgeblazen platte batterij.



Figuur 9. Beschadigde batterij van een mobiele telefoon.

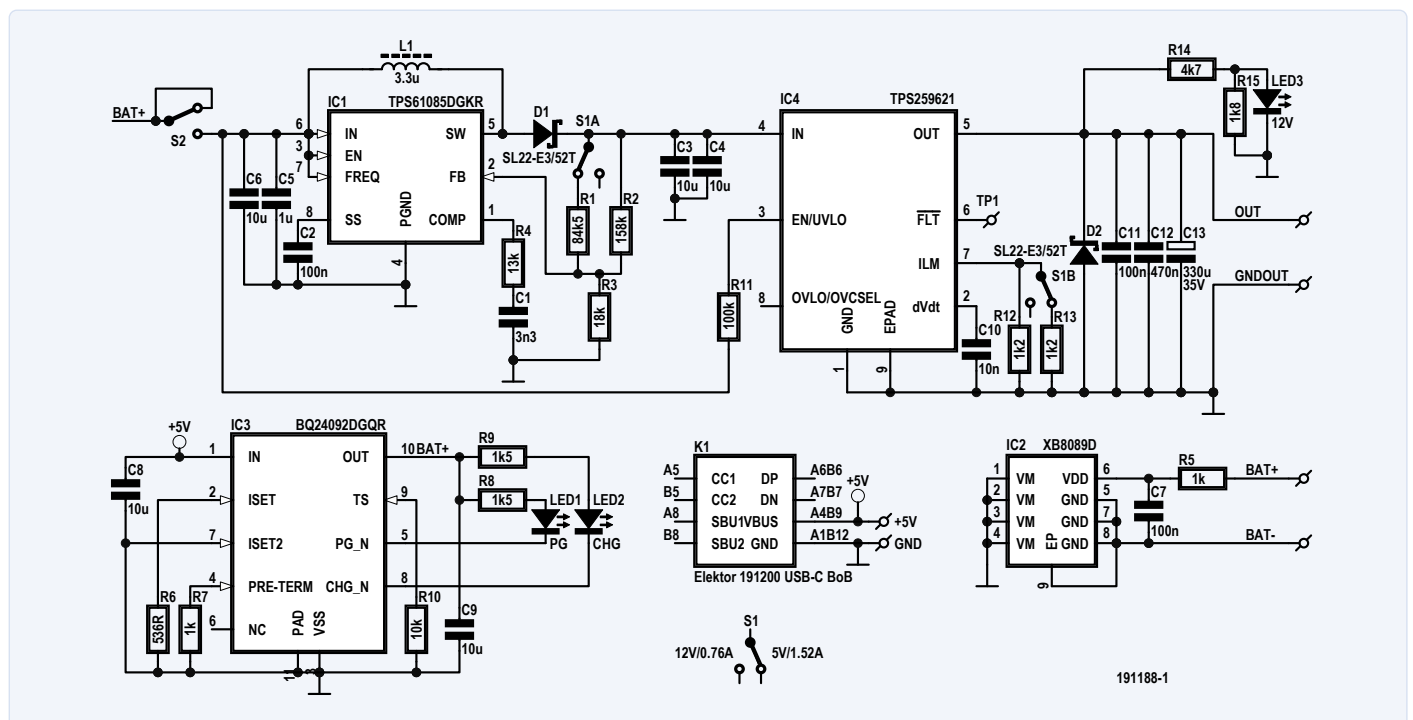
spanningen en stromen, is een eFuse, die al in een online Elektor-artikel [2] is genoemd. Na te hebben rondgesnuffeld voor eFuses voor een ingangsspanning van 5 V tot 12 V die 0,5 A tot 2 A verdragen, hebben we gekozen voor de Texas Instruments TPS259621DDAR. Zoals u in **figuur 7** ziet, bieden deze IC's meer dan alleen een simpele overstrombeveiliging: ze kunnen ook worden gebruikt voor over- en onderspanningsbeveiliging. In figuur 2 hebben gezien dat er een schakelaar is om de uitgangsspanning te kiezen. Omdat de stroomlimiet ook wordt ingesteld via weerstandswaarden en afhankelijk van de ingestelde spanning wordt gewijzigd om de DC/DC-converter te beschermen, kunnen we met één schakelaar die twee onafhankelijke kanalen veranderen en zowel de uitgangsspanning als de stroomlimiet in één

keer instellen. Zo'n dubbelpolige schakelaar vormt een goede oplossing voor de instelbare overstrombeveiliging.

Lithium-accu's: gemakkelijk te laden, maar ook brandgevaarlijk

Tegenwoordig worden in de meeste draagbare elektronische apparaten op lithium gebaseerde accu's gebruikt. Door de vooruitgang in de accutechnologie bieden die cellen een grote vermogensdichtheid per volume en per gewicht. Terwijl voor oudere oplossingen zoals NiCd en NiMh complexere schakelingen nodig zijn voor het laden en het einde van het laadproces te detecteren, zijn oplossingen op lithiumbasis eenvoudiger. Als de cel niet volledig leeg is en een restspanning heeft van ongeveer 2,5 V, wordt voor het opladen een CC/CV-benadering gebruikt – eerst een

constante stroom met een laad-eindspanning en beëindiging van het laden als een gedefinieerde spanning wordt bereikt. Voor lithium-ion en lithium-polymeer is dat typisch 4,15 V. De BQ24092DGQR doet precies dit tijdens het opladen van een aangesloten accu, door een begrensde stroom van maximaal 1 A totdat de celspanning 4,15 V bereikt. Ook is de chip voorzien van een oplaadtimer die het laden na een bepaalde tijd stopt, voor het geval dat de accu de waarde van 4,15 V niet bereikt. Een extra beveiliging, optioneel ondersteund door het oplaad-IC, is temperatuurbewaking. Hoogwaardige laders en accupacks zijn voorzien van temperatuurbewaking, meestal een temperatuurgevoelige weerstand, om oververhitting van de batterijen tijdens het opladen te voorkomen. Omdat in ons geval veel verschillende typen en merken accu's



Figuur 10. Het definitieve schema van de LiPo-supercharger.

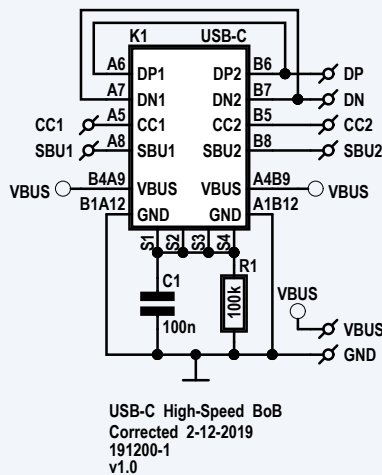
kunnen worden aangesloten, is het niet zinvol om deze optie hier te implementeren. Als om welke reden dan ook deze bewaking niet wordt gebruikt, moet in plaats daarvan een weerstand worden gemonteerd die ervoor zorgt dat de lader zonder temperatuurbewaking werkt. U moet wel de juiste weerstand berekenen, anders wordt er niet geladen. Wanneer incompatibele lithium-accu's, zoals lithium-ion-fosfaat typen (LiFePo), worden aangesloten kunnen deze vlam vatten. Zorg ervoor dat u hoogwaardige cellen gebruikt, want een beschadigd exemplaar kan uitzetten of heet worden en mogelijk zelfs vlam vatten. **Figuur 8** toont enkele beschadigde lithium-accu's die hun oorspronkelijk platte vorm hebben verloren en bijna rond zijn geworden. **Figuur 9** toont een beschadigde cel van een mobiele telefoon, die met genoeg kracht is uitgezet om een vastgelijmd display van het chassis los te maken.

Definitieve specificaties

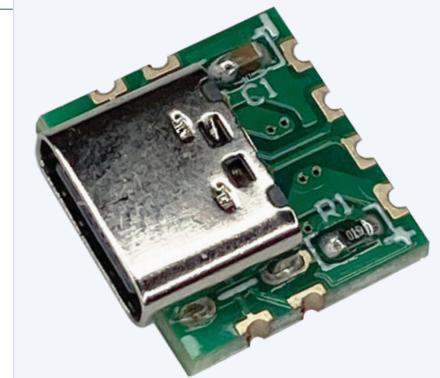
Nu moeten nog de parameters voor de eFuse worden vastgelegd. Waarden van 1,5 A bij 5 V en 0,75 A bij 12 V liggen in het veilige bereik voor de DC/DC-converter. Ook moet de laadstroom voor de aangesloten accu worden ingesteld. De BQ24092DGQR biedt maximaal twee laadstroominstellingen, afhankelijk van de configuratie van de pinnen ISET en ISET2. ISET2 ligt aan massa en dat betekent dat de chip de stroominstelling van ISET gebruikt. Met een weerstand van 536 Ω resulteert dit in een laadstroombegrenzing van 1 A voor de aangesloten accu. Zorg ervoor dat u een accu aansluit die deze laadstroom probleemloos kan verwerken!

Een beetje feedback en afronding van de print

Nadat de eFuse aan het ontwerp was toegevoegd, moest één ding worden besproken. Het originele schema had geen visuele indicatie of de uitgangsspanning was ingesteld op 5 V of 12 V. GreatScott! en Elektor concludeerden dat een extra LED als indicator de bruikbaarheid van het product aanzienlijk zou vergroten. We waren ook van mening dat de visuele feedback kan voorkomen dat er per ongeluk 12 V wordt aangesloten op een systeem dat slechts 5 V verdraagt. De schakeling om '12 V' te signaleren werkt met een LED en twee weerstanden. Hierdoor licht de LED alleen op als er 12 V op de uitgang staat. De tweede PCB-revisie werkte zoals verwacht. Om het ontwerp af te ronden moesten de laatste wijzigingen aan de tekst en het logo worden toegevoegd, referenties op de



Figuur 11. Schema van de USB-C BoB.



Figuur 12. De USB-C BoB.

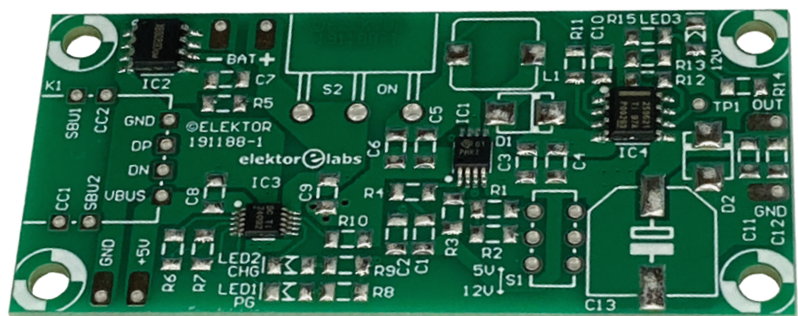
juiste plaats gezet en al het materiaal naar de productie gestuurd. **Figuur 10** toont het uiteindelijke schema van de zelfbouw LiPo-supercharger. **Figuur 11** toont het schema van de USB-C BoB.

Van prototype tot productie

Het in het lab ontwikkelen van producten en het bouwen van prototypes is iets anders dan de productie daarvan met geautomatiseerde machines en serviceproviders. We hebben het nog niet gehad over de kleine USB-C BoB (**figuur 12**) die op de hoofdprint wordt gemonteerd en een eigen projectnummer heeft. Omdat een USB-C-aansluiting voor voeding en data niet alleen voor dit product van pas komt, is daarvoor een kleine universeel inzetbare print ontworpen en geproduceerd. Alle belangrijke aansluitingen voor voeding en data-overdracht met USB2.0-snelheid zijn als halfronde soldeereilandjes aan drie zijanten toegankelijk.

Dat betekende weliswaar dat ze handig in het gebruik waren, maar niet zo gemakkelijk te produceren. De losse PCB's waren zo klein dat ze moeilijk machinaal verwerkt konden worden. Om dit probleem op te lossen,

moest het productiebedrijf enkele technische maatregelen nemen om ze met hun machines te kunnen hanteren. Niettemin: ze zijn geproduceerd en zitten in de kit. Maar als u een kleine print ontwerpt met halfronde soldeereilandjes aan drie zijden, moet u eerst contact opnemen met de fabrikant en vragen wat de extra fabricagekosten zijn. Bovendien: voor een SMD-kit moeten de componenten in de kit afzonderlijk worden verpakt of georganiseerd. Omdat dit met de hand moet gebeuren, kunnen de kosten oplopen. Uiteindelijk kan het goedkoper zijn om een volledig geassembleerde print aan te bieden in plaats van een kit met onderdelen. Omdat het in dit specifieke geval ook om een SMD-soldeeroefening ging, zijn alleen die IC's voorgesoldeerd die niet met de hand gesoldeerd kunnen worden. Wanneer u uw Gerber-bestanden en pick&place-gegevens aan een producent geeft, kunt u voor verrassingen komen te staan... In bijna de laatste fase van het proces hebben we een prototype ontvangen. Terwijl weerstanden, spoel, LED's en alle andere onderdelen correct in zakjes waren verpakt, zorgde de print voor een verrassing. Enkele componenten waren voorge-



Figuur 13. Print met foutief soldeermasker.



USB-C PD EN DE WEERSTANDEN

Wanneer u een 'klassieke' USB-A-naar-USB-C kabel aansluit op een klassieke 5V/1A plug-in voeding, gaat het opladen prima. Dat is echter niet het geval bij USB-C PD (Power Delivery). Bij micro-USB worden gewoon VCC en GND gebruikt voor de voeding, maar bij USB-C PD zijn twee extra weerstanden nodig voor de instelling van de stroom. De zelfbouw LiPo-supercharger van GreatScott! gebruikt de bewezen micro-USB-aansluiting, wat betekent dat USB-C PD-adapters de schakeling in de meeste gevallen niet kunnen voeden.

Verpakking en handleiding

Tijd om het eindproduct te bekijken. In **figuur 14** ziet u de verpakte kit. Nadat alle onderdelen voor de kit zijn geproduceerd en verpakt, kunnen we niet volstaan met alles samen met een korte handleiding in een plastic zak te verpakken en te verzenden. Als u overstapt van het prototype naar productie voor de verkoop, moet u ook nadenken over



Weerstand:

R1 = 84,5k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R2 = 158k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R3 = 18k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R4 = 13k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R5,R7 = 1k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R6 = 536Q, 1%, 0,25W, SMD 1206
R8,R9 = 1k5, 1%, 0,25W, SMD 1206
R10 = 10k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R11 = 100k, 1%, 0,25W, SMD 1206
R12, 13 = 1k2, 1%, 0,25W, SMD 1206
R14 = 4k7, 1%, 0,25W, SMD 1206
R15 = 1k8, 1%, 0,25W, SMD 1206

Condensatoren:

C1 = 3n3, 5%, 50V, NP0, SMD 1206
C2,C7,C11 = 100n, 5%, 50V, C0G, SMD 1206
C3,C4,C6,C8,C9 = 10μ, 10%, 25V, X7R,
SMD 1206

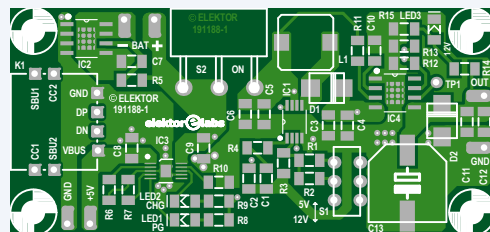
C5 = 1μ, 10%, 50V, X7R, SMD 1206
C10 = 10n, 5%, 50V, X7R, SMD 1206
C12 = 470n, 10%, 50V, X7R, SMD 1206
C13 = 330μ, 20%, 35V, SMD 10,3x10,3

Spoelen:

L1 = 3 μ 3, 20%, 3,5A, 35m Ω , SMD
7.3x7.3x4.5 mm

Halbleiters:

D1,D2 = SL22-E3/52T, SMD SMB
LED1 = 11-21/GPC-AM2P1/2T, LED groen,
SMD 1206
LED2,LED3 = 15-21SDRC/S530-A2/TR8, LED
rood, SMD 1206
IC1 = TPS61085DGKR, SMD VSSOP-8
IC2 = XB8089D, SMD SOIC-8-EP
IC3 = BQ24092DGQR, SMD MSOP-10-EP
IC4 = TPS259621DDAR, SMD SQ-PowerPad-8



Diversen:

PC1...PC6 = pinheader, male, 1x1
S1 = schakelaar dubbelpolig 2-standen, THT,
9,1x3,5 mm (K2-2235D-F1)
S2 = schakelaar enkelpolig 2-standen, 250VAC,
3A (XKB, SS-12D06L5)
K1 = USB-C BoB, Elektor 191200-1
print 191188-1 v2.1



Weerstand:

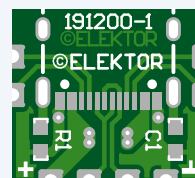
R1 = 100k, 1%, 100mW, SMD 0603

Condensator:

C1 = 100n, 10%, 100V, X7R, SMD 0603

Diversen:

K1 = USB-Type C, printconnector,
max. stroom 3A, SMD/THT
print 191200-1 v1.0



afgedrukt op 200% ware grootte

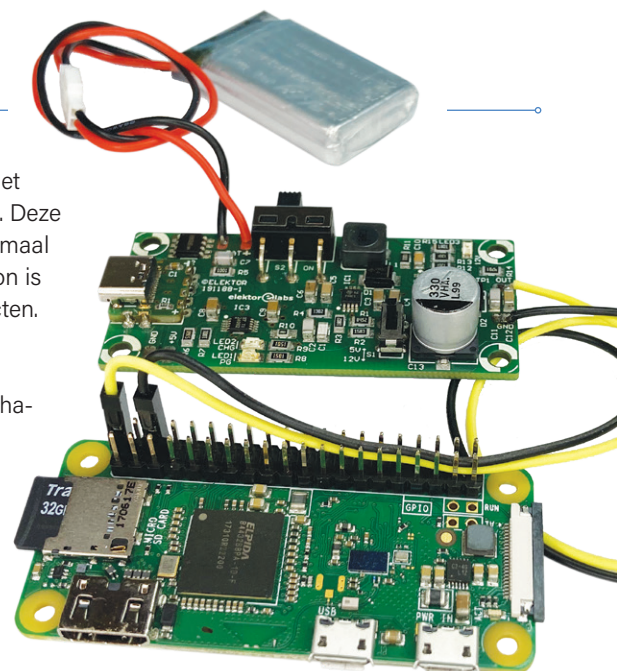
de verpakking en hoe u de koper van een handleiding kunt voorzien. Afhankelijk van de landen waar u producten verkoopt, kunnen er bepaalde regels voor het afdrucken van handleidingen in de betreffende talen gelden. Bij de zelfbouw LiPo-supercharger krijgt de koper zowel een geprinte QR-code met een link naar de instructies, als alle benodigde componenten (voorgesorteerd in geïmprecieerde zakjes). Door alleen de QR-code mee te sturen, konden we papier besparen en de planeet een beetje groener houden. In **figuur 15** ziet u wat er in de kit zit. U kunt een bouwvideo van GreatScott! bekijken op YouTube [3]. En als u twijfels hebt over het solderen van SMD-componenten, bekijk dan zijn tutorial [4]. Een oplaadbare accu is niet inbegrepen. Maar u kunt een geschikt exemplaar kopen in een online-shop, of u kunt er een gebruiken die u bij de hand hebt. Zorg ervoor dat de accu een laadstroom van 1 A verdraagt, en dat het een enkelcel lithium-ion- of lithium-polymeer-accu is.

Neem de tijd voor de montage, en wees een beetje geduldig. SMD-componenten, zelfs van formaat 1206, kunnen zich vrijwel onzichtbaar maken als ze van de werkbank vallen of zich achter andere onderdelen verschuilen. Als de bouw en een eerste test zijn afgerond, is de LiPo-supercharger klaar voor gebruik. Met schakelaar S2 op de print kunt u de accu van de DC/DC-omvormer aan- of afkoppelen. Zo kunt u de uitgang uitschakelen en bespaart u ook nog eens stroom, want zelfs een onbelaste DC/DC-omzetter kan enkele mA stroom trekken. Nadat u een accu hebt aangesloten, moet u die eerst helemaal laten opladen. LED1 van de LiPo-supercharger geeft aan dat de spanning die via de USB-C-connector binnen-

komt, in een geldig bereik ligt. Tijdens het opladen zie u dat LED2 gaat branden. Deze LED licht niet op als de accu helemaal is geladen. Uw draagbare energiebron is dan klaar voor gebruik voor uw projecten.

De reis is het doel

Een draagbare stroombron met omschakelbare uitgangsspanning is buitengewoon handig. **Figuur 16** toont een Raspberry Pi Zero die wordt gevoed door de zelfbouw LiPo-supercharger. Als u een krap budget hebt en geen zin in solderen, kunt u natuurlijk verder klungelen met hotmelt, plakband, zwevende bedrading en goedkope Chinese componenten. Met deze kit kunt u echter alles zelf in elkaar zetten, wat door de SMD-soldeerervaring die u daarbij opdoet dubbel aantrekkelijk is. Een kant-en-klare oplossing die u uit een doos haalt en meteen kunt gebruiken, is veel minder leuk dan zelfbouw. Deze kit lijkt in dat opzicht op een Lego-project – u wilt het zelf maken en niet alleen maar hoeven uit te pakken. De reis is het doel en als u klaar bent, hebt u een handige draagbare stroombron die kan



Figuur 16. Een Raspberry Pi Zero die wordt gevoed door de LiPo-supercharger.

worden gebruikt voor de volgende projecten. U kunt alle schema's vinden op de Elektor Labs-pagina bij dit project [5]. En als u hulp nodig hebt, kunt u daar ook een bericht posten. ◀

191188-B-04

Een bijdrage van

Idee: **GreatScott!**
Ontwerp: **Ton Giesberts**
Auteur: **Mathias Claußen**

Redactie: **Jens Nickel, C.J. Abate**
Vertaling: **Eric Bogers**
Illustraties: **Patrick Wielders**
Layout: **Giel Dols**



GERELATEERDE PRODUCTEN

- > **GreatScott! – DIY LiPo Supercharger Kit**
www.elektor.nl/diy-lipo-supercharger-kit-by-greatscott
- > **Weller WE 1010 digitaal soldeerstation (Education Kit)**
www.elektor.nl/weller-we-1010-digital-soldering-station-education-kit
- > **Fumetractor met LED-verlichting**
www.elektor.nl/fumetractor-with-led-light

Vragen of opmerkingen?

Heeft u technische vragen of opmerkingen? Stuur een e-mail naar de auteur via mathias.claussen@elektor.com of neem contact op met de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

WEBLINKS

- [1] **Mechanische DC/DC-omzetter:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Vibrator_\(electronic\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Vibrator_(electronic))
- [2] **S. Cording, "The Modern Fuse,"** *ElektorMagazine.com*, 12.08.2020: www.elektormagazine.com/articles/modern-fuse
- [3] **GreatScott!, "DIY LiPo Supercharger! (Charge, Protect, 5V/12V Boost V2),"** 06.12.2020: <https://youtu.be/6LxRnf6sQnQ>
- [4] **GreatScott!, "How to Solder Properly: Through-hole (THT) & Surface-Mount (SMD),"** 03.09.2017: www.youtube.com/watch?v=VxMV6wGS3NY
- [5] **Elektor Labs-pagina bij dit project:** www.elektormagazine.com/labs/diy-lipo-supercharger-kit-by-greatscott