

De ideale batterij is een onderdeel dat helaas niet bestaat. Waarschijnlijk zal er ook nooit een batterij komen die klein is, een zeer grote stroom kan leveren, geen zelfontlading heeft en die een oneindige capaciteit heeft. Toch is er technisch veel meer haalbaar dan menigeneen denkt. Door verschillende technologieën te combineren, is een batterijsysteem te optimaliseren zodat de nadelen voor bepaalde applicaties kleiner worden. Speciale puls condensatoren kunnen bijvoorbeeld er voor zorgen dat uit een kleine batterij toch kortstondig een grote stroom gehaald kan worden.



Lange levensduur en veel energie

Optimaliseren van batterijsystemen

Alarmsystemen, RFID-transponders, standalone GSM/GPS apparatuur, peilzenders, slimme meters of de E-CALL-systemen van personenauto's hebben een batterij nodig met een stabiele spanning, een lage zelfontlading en de capaciteit om snel een grote energiepuls af te geven. Kenmerkend voor deze draadloze systemen is het energieprofiel waarbij na een korte actieve gebruikperiode er aansluitend een langere stand-by tijd is - een tijd waarin de batterij een stroom moet leveren van micro ampères. Als na deze vaak lange tijd het draadloze systeem ontwaakt, moet er veelal onmiddellijk een grote energiepuls geleverd worden voor het aansturen van een actuator, het opbouwen van een draadloze verbinding, etc.

Een belangrijke speler die heel veel roet in het eten gooit bij batterijen, is de inwendige weerstand. Deze neemt langzaam toe naarmate de batterij leeg raakt met als gevolg dat de uitgangsspanning daalt naarmate de batterij meer belast wordt. Bij niet oplaadbare lithiumbatterijen (de batterij die ideaal is voor applicaties die heel lang op een batterij moeten

kunnen werken) treedt nog een effect op dat zorgt voor het verhogen van de inwendige weerstand. Dit effect heet passivering (zie kader 1) en ontstaat wanneer de batterij lange tijd niet gebruikt wordt of slechts een zeer kleine stroom moet leveren. In de batterij ontstaat een dunne slecht geleidende laag die voor verhoging van de inwendige weerstand zorgt. Bij belasting zorgt deze verhoging van de R_i er voor dat de uitgangsspanning (klemspanning) aanzienlijk lager is dan de bronspanning (EMK). Het lijkt dan of de batterij leeg is, terwijl hij dat chemisch gezien nog lang niet is. Gelukkig is deze toename van de R_i tijdelijk. Een hogere stroom zorgt er voor dat de laag afgebroken wordt en de R_i weer afneemt. Om te voorkomen dat de applicatie last heeft van het dalen van de voedingsspanning bij een kortstondige zware belasting (doordat er gekozen is voor een batterij met een R_i die eigenlijk te hoog is voor deze belasting of dat we last hebben van passivering), kan de batterij aangevuld worden met een supercondensator (supercap). Deze moet de kortstondige energievraag opvangen en kan dat beter dan normale

elektrolytische condensator. De supercap heeft een tien of zelfs honderd keer hogere energiedichtheid dan normale elektrolytische condensatoren. Een supercap is ook beter dan oplaadbare batterijen omdat de oplaad- en onlaadtijden ook korter zijn en ze veel meer laadcycli aan kunnen. Aan het gebruik van supercaps kleeft alleen een groot nadeel en dat is de zelfontlading. Een geladen supercap is na 3 maanden compleet leeggelopen, een eigenschap waar terdege rekening mee gehouden moet worden wanneer de applicatie jarenlang op eenzelfde batterij moet werken. Het is immers niet wenselijk dat de batterij leegloopt door de zelfontlading van de supercap. Voor dit soort applicaties is deze methode om stroompulsen op te kunnen vangen, dan ook niet geschikt.

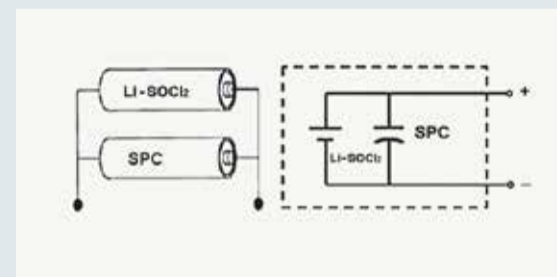
Super puls capacitor

De werking van de supercap is hoofdzakelijk gebaseerd op elektrostatische lading. Een variant daarop met een chemisch werkingsprincipe is de superpuls condensator

Passivering

Dit is een fenomeen van primaire lithiumbatterijen (ER-batterijen) veroorzaakt door reactie van de lithium-metaanode en het elektrolyt. Een dunne passiveringslaag vormt zich op het oppervlak van de anode. Dat begint al op het moment dat het elektrolyt tijdens productie in de cel wordt geïnjecteerd. Deze laag is belangrijk omdat deze de zelfontlading minimaliseert. De passiveringslaag ontstaat als de batterij niet noemenswaardig wordt belast en resulteert dus in een langere houdbaarheid.

Tijdens het ontladen met een elektrische belasting, zal de stroom de laag afbreken. Onder normale omstandigheden beïnvloedt de dunne passiveringslaag de prestaties van de batterij niet. Door een langere opslagperiode kan de laag te dik worden en dat kan de prestaties wel negatief beïnvloeden. De snelheid van de ontwikkeling van de passiveringslaag is afhankelijk van de externe omstandigheden. Lange onbelaste periodes van maanden of jaren en opslagtemperaturen boven kamertemperatuur (23...25°C) versterken de groei. Een gepassiveerde batterij kan een spanningsvertraging vertonen wanneer deze plotseling behoorlijk elektrisch wordt belast: er ontstaat een spanningsdip. In dergelijke gevallen werkt bijvoorbeeld een slimme energiemeter die lange tijd stand-by staat, mogelijk niet correct. De uitleeselektronica start mogelijk niet op en de gegevensoverdracht kan mislukken. Een goede oplossing voor dergelijke gevallen is om een SPC te gebruiken in combinatie met een ER-batterij.



Afbeelding 1. De primaire niet oplaadbare batterij wordt aangevuld met een SPC die parallel geschakeld wordt.



Afbeelding 2. Van een combinatie van een ER-batterij en een SPC.

(SPC) die onder andere gemaakt wordt door EVE Energy. Dit component wordt voornamelijk gebruikt als onderdeel van een speciaal batterijpakket en hebben een operationeel temperatuurbereik van -40 tot +85 °C.

De superpuls condensatoren zijn ontladingscomponenten bedoeld om een kortstondige hoge stroom te leveren. De unieke chemische lithiumstructuur van een SPC is gebaseerd op patenten van EVE. De hermetisch afgesloten en gesealde behuizing is voorzien van een veiligheidsventiel. Dat maakt het ontwerp superieur veilig, zelfs in toepassingen waar traditionele supercondensatoren niet kunnen worden gebruikt zoals bij gasmetingen. De ATEX-goedgekeurde SPC is een ideale oplossing om de uitlezing van een slimme meter te activeren. Het veiligheidsventiel maakt het batterijpakket immers explosie veilig.

De celspanning is 3,6 V en er is geen nadeel van het passiveringseffect, waaraan niet-oplaadbare lithiumbatterij wel lijden. De zelfontlading blijft onder de 2 %, waardoor het mogelijk is om langer stand-by te blijven en snel te activeren om kortstondig een grote stroom in het elektrisch circuit te pompen.

Combineren

De niet-oplaadbare batterijen van het type ER bieden een grote energiedichtheid en met een parallel geschakelde SPC wordt een grote pulscapaciteit gegarandeerd (afbeelding 1). Door de combinatie houdt de primaire lithiumbatterij de SPC volledig opgeladen. Afbeelding 2 toont een voorbeeld van een ES-batterijen van EVE. Deze wordt gevormd door een SPC en een ER lithium thionyl-chloride (Li-SOCl₂) batterij (zie kader 2). Er zijn echter verschillende combinaties te maken door het aantal ER-batterijen achter de SPC te variëren om een hogere capaciteit te krijgen of door meerdere SPC's gelijktijdig in te zetten.

De figuur 3 laat zien dat de spanningsvertraging veroorzaakt door passivering van Li-SOCl₂-cellen wordt opgevangen door het snel ontladen van de SPC; de systeemspanning komt nooit onder de werkspanning van het apparaat. De meting is uitgevoerd met behulp van een continue belastingstroom van 10 mA met een ES-pakket bestaande uit een ER14250 batterij en een SPC1520 super puls capacitor.

Andere metingen tonen aan dat de lekstroom van het EVE

ES-pakket bij +25 °C onder 1 µA ligt, terwijl dit bij +85 °C nog steeds onder 5 µA ligt. De combinatie kan daarom beschouwd worden als stabiel onafhankelijk van de omgevingstemperatuur. De levensverwachting kan 10...15 jaar bedragen en het pakket kan een pulsstroom van maximaal 1 A leveren. Dankzij de veilige constructie kan het worden gebruikt in een gevoelige ATEX omgeving. Het gecombineerde product biedt met succes een oplossing voor zowel hoge energiedichtheid (grote capaciteit) als hoge vermogensdichtheid (hoge pulsstroom).

Voordelen

Zoals al verteld, heeft het vele voordelen om een SPC in te zetten in plaats van een supercap. In vergelijking met deze twee technologieën bieden de op lithiumchemie gebaseerde SPC-systemen de volgende voordelen:

- Hogere celspanning van 3,6 V versus 2,7 V
- Veel kleinere inwendige weerstand $R_i < 150 \text{ m}\Omega$ versus 400 mΩ
- Hogere capaciteit >270 F versus max. 100 F
- Veel hogere energiedichtheid
- Tientallen factoren minder lekstroom en dus een extreem veel langere levensduur van de batterij
- Veel breder werktemperatuurbereik
- Veel langere levensduur (ca. 15 jaar)
- Veel veiliger batterijpakket (UL1642 UN38.3)

Tot slot

De ideale batterij mag dan wel niet bestaan, met de combinatie van een primaire lithiumbatterij en een SPC zijn we in ieder geval weer een stukje opgeschoven. Een batterij die heel lang mee kan gaan wanneer er een minimale belasting is, maar die toch zo af en toe een relatief grote belasting aan kan, is met deze combinatie mogelijk. Wel neemt de SPC extra ruimte in (afbeelding 4), maar dat moeten we maar voor lief nemen.

Voor meer informatie zie www.etotaal.nl/achtergrond. Artikel "Lange levensduur en veel energie".

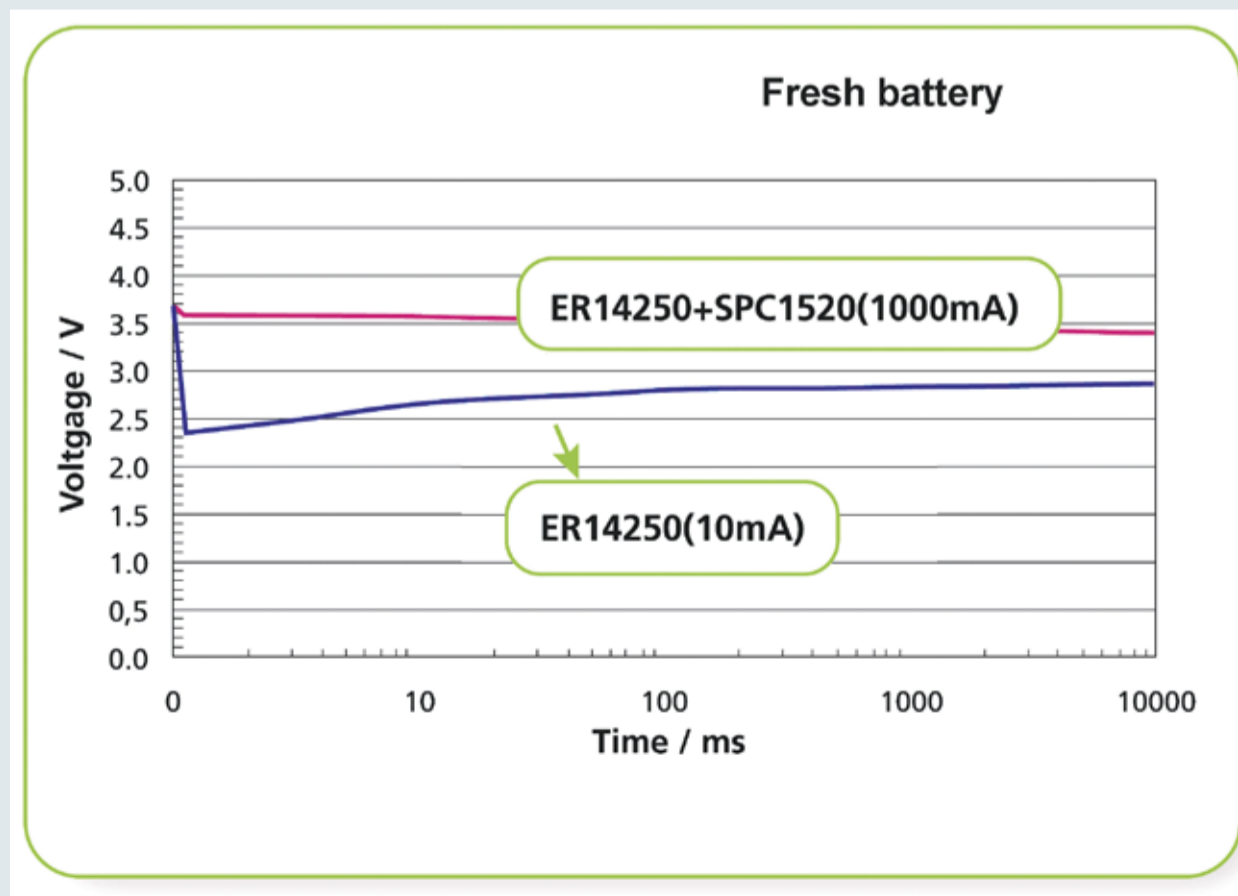
www.elincom.nl

Twee soorten

Lithium thionyl-chloride batterijen hebben een metaalhoudende lithiumkoolstof anode en een vloeibare kathode bestaande uit een poreuze stroomcollector gevuld met thionyl-chloride (SOCl₂). De nominale spanning is 3,6 V, de spanning bij nullast is 3,66 V en tijdens belasting 3,4...3,6 V. Deze primaire batterij heeft momenteel de hoogste spanning en energiedichtheid van 1280 Wh/dm³, de langste opslag van 10...20 jaar en de laagste zelfontlading van 1% bij 20 °C. De batterij kan werken in een breed temperatuurbereik van -60...+85 °C en er zijn zelfs uitvoeringen geschikt tot +150 °C. Deze batterijen zijn ideaal om voor lange termijn voeding te bieden aan elektrische apparaten en met name elektriciteit-, water-, warmte- en gasmeters. Ze worden ook veel ingezet als back-upstroombron voor geheugen-IC's.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen stroombatterijen (spiral cells), die een hogere stroompuls kunnen leveren maar een kleinere energiedichtheid hebben en capaciteitsbatterijen (bobbin cells) met een hogere capaciteit maar een lagere toelaatbare stroompuls. De capaciteitscellen zijn veiliger, maar kunnen last hebben van het passiveringseffect en het pulsvermogen kan daardoor mogelijk niet genoeg zijn om een tijdelijke grote stroom naar het apparaat te voeren.

Door de ER-capaciteitsbatterijen en de SPC technologie met elkaar te verenigen, zijn de voordelen ook te combineren. De primaire lithiumbatterij heeft voldoende capaciteit en houdt de SPC volledig opgeladen, terwijl de SPC in staat is om de pulslading snel naar het systeem te voeren



Afbeelding 3. Spanningsverloop van een ER batterij die vlak na t=0 met 10 mA constant belast wordt en hetzelfde bij een combinatie van een ER-batterij en een SPC bij een kortstondige belasting van 1 A en vervolgens een constante belasting van 10 mA.



Afbeelding 4. Afhankelijk van de belastingspuls die verwacht wordt kan er uit verschillende SPC's gekozen worden.