

Nikkel Metaalhydride accu's.

Om te beginnen ga ik een aantal definities uitleggen en daarna mijn conclusies opschrijven. Als je geen zin hebt om het hele verhaal te lezen dan kan je het bij de definities en conclusies laten. Wil je echter weten hoe ik tot deze conclusies ben gekomen dan moet je het hele verhaal lezen.

Celspanning.

De celspanning wordt weergegeven in Volts, afgekort als V.

Net als NiCad cellen hebben NiMH cellen een nominale celspanning van 1,2V. Dit betekent dat de celspanning gedurende het grootste deel van de onlaadtijd ongeveer 1,2V is. Normaal is de maximale celspanning van een volle cel ongeveer 1,45V en een helemaal lege cel 0,9V. Het is niet goed voor de chemie in de cel om hoger te gaan dan 1,45V of lager dan 0,9V.

In het begin van het ontladen zal de spanning vrij snel zakken tot net boven de 1,2V. Dan zal de spanning langzaam zakken tot ongeveer 1,1V. De cel is nu bijna leeg en nu zal de spanning steeds sneller gaan zakken tot 0V toe als je niet stopt met ontladen. Wanneer je een lege cel even laat liggen zal de spanning vrij snel weer terug naar ongeveer 1,1V gaan. Hij lijkt dan nog niet helemaal leeg te zijn maar als je dan weer stroom gaat gebruiken stort de spanning heel snel in.

De CAPACITEIT (afgekort als C) wordt weergegeven in Ampère uur of milli Ampère uur, dit wordt afgekort als Ah of mAh. (let op de schrijfwijze, dit is de juiste!)

De Laad- en Ontlaadstroom worden weergegeven in Ampère, afgekort als A. Je ziet ook vaak mA staan dit staat voor milli Ampère, 1mA is één duizendste Ampère (0,001A).

Een andere manier om de laad- of ontladstroom weer te geven is als een functie van de capaciteit. Dan krijg je bijvoorbeeld een laadstroom van 1/10 C en een ontladstroom van 2C. Dit is een laadstroom van één tiende van de capaciteit en een ontladstroom van 2 maal de capaciteit. Voor een cel van 3000mAh betekent dit dus laden met 300mA en ontladen met 6000mA.

NiMH accu's opladen:

Voor het overgrote deel is dit hetzelfde als bij NiCad accu's.

Langzaam laden, dit is laden met een vrij kleine stroom, in het algemeen tussen de 0,1 en 0,2 C.

Voordelen:

Eenvoudige goedkope lader nodig.

Accu komt echt helemaal vol.

De kans op problemen door overladen is klein. Ook al is de accu vol dan kan hij zonder gevaar voor ontploffingen of zo nog enige tijd aangesloten blijven op de lader.

Weinig warmteontwikkeling tijdens eventueel overladen.

Nadelen:

Lange laadtijd.

De toch al kleine delta piek is nog kleiner waardoor het lastig tot vrijwel onmogelijk kan zijn om deze te gebruiken om de lader te stoppen als de accu vol is. Hierdoor is de kans op overladen erg groot en NiMH kan niet best tegen overladen. Ook overladen met deze kleine stromen is niet goed voor de levensduur van NiMH accu's.

Versneld laden, dit is laden met een stroom tussen de 0,5 en 1C.

Voordelen:

Kortere laadtijd.

De chemische reacties verlopen snel maar niet te snel. Al het actieve materiaal van de platen kan nog meedoen aan de reacties en wordt vrijwel optimaal benut.

Veel duidelijkere delta piek, hij is bruikbaar om de lader te stoppen als de accu vol is.

Nadelen:

Zwaardere en meestal ingewikkeldere dus duurdere lader nodig

Grotere kans op schade door overladen. Als de accu vol is moet het laden gestopt worden. De kans op schade is vrij groot wanneer dan toch doorgedaan wordt met laden.

Meer warmteontwikkeling tijdens (over)laden.

Waarschuwing! Anders dan NiCad's worden NiMH accu's altijd een beetje warm tijdens het laden. Hoe sneller je laad des te warmer wordt de accu. Wanneer de accu vol is wordt alle laadenergie die je er dan nog in stopt in warmte omgezet. Hierdoor zal de accu heel snel warm worden en zelfs zo heet kunnen worden dat de waterstof uit het metaalhydride vrij komt. Hierdoor kan de druk in de cel snel oplopen en het ventiel open gaan. De druk kan dan niet te hoog oplopen omdat er waterstof weg kan. Dit gaat ten koste van de capaciteit.

Snel laden, dit is laden met een laadstroom groter dan 1C.

Voordelen:

Veel kortere laadtijd.

Nadelen:

Nog zwaardere dus duurdere lader nodig.

Hele grote kans op schade door overladen. De lader moet echt stoppen als de accu vol is.

Veel warmte ontwikkeling tijdens (over)laden. Dit vergroot nog eens de kans op schade. Zie ook de waarschuwing bij versneld laden.

Niet al het actieve materiaal krijgt de tijd mee te doen aan de chemische reacties omdat die te snel moeten verlopen. Om deze reden zal er minder energie in de accu opgeslagen kunnen worden. In het ergste geval kan dit tot 20% minder zijn! Dit is veel meer dan bij NiCad's.

Het wordt heel sterk afgeraden om NiMH accu's met grotere stromen dan ongeveer 1C te laden.

Zeer snel laden (turbo laden), dit is laden met hele hoge stromen, veel groter dan 1C tot soms wel 5C toe.

Voordelen:

Veel kortere laad tijd.

Nadelen:

De chemische reacties kunnen niet zo snel verlopen dat alle energie die door de lader in de accu wordt gestopt ook echt wordt opgeslagen. Hierdoor wordt de accu al erg warm tijdens het laden in plaats van pas als de accu vol is.

De gassen die tijdens het laden ontstaan kunnen niet snel genoeg "opgeslagen" worden waardoor de druk in de cellen op zal lopen. De druk kan zelfs zo snel oplopen dat het veiligheidsventiel niet voldoende af kan blazen. Hierdoor is er een reëel gevaar dat een cel open scheurt of zelfs ontploft. Omdat er in NiMH bij deze hoge laadstromen zowel waterstof als zuurstof (samen is dat knalgas) ontstaat kan het ontploffen van een NiMH cel dus echt gevaarlijk zijn.

NiMH accu's moet je feitelijk NOOIT op deze manier opladen. Het is gevaarlijk en kost je absoluut je accu!

Accu opslaan:

Korte tijd opslaan, een paar dagen tot enkele weken.

Voor kortere tijd kunnen we een NiMH accu gewoon wegleggen op een droge plek en bij kamertemperatuur. Het is wel aan te bevelen de accu los te koppelen van het apparaat om elke belasting uit te sluiten. Wanneer het apparaat een echte aan/uit schakelaar heeft is los koppelen niet noodzakelijk. De accu kan geladen of ongeladen weggelegd worden.

De zelf ontlading van NiMH accu's is duidelijk groter dan van NiCad accu's. Onder "normale" omstandigheden kan die zelfontlading wel 10% per maand zijn. De mate van zelfontlading is afhankelijk van de laadtoestand en de temperatuur. Een volledig geladen NiMH accu zal sneller leeg raken door zelfontlading dan een gedeeltelijk geladen accu. Dit komt door chemische processen die in de accu plaats vinden. Om deze reden is het beste om een NiMH tot maximaal ongeveer 70% te laden en dan op te bergen. De zelfontlading kan je ook verkleinen

door de accu in de koelkast te bewaren. Let wel op dat hij droog blijft en niet bevriest. Je kan de accu in een goed dicht geknoopte plastic zak doen met een zakje silicagel of vochtvreter erbij. Je moet wel zorgen dat je cellen nooit kunnen bevriezen. Als dat wel gebeurt kunnen ze binnenin kapot vriezen en onbruikbaar worden. Een accu uit de koelkast moet voor gebruik eerst op kamertemperatuur komen, 24 uur van te voren uit de koelkast halen is prima. Daarna kan hij geladen worden en weer gebruikt worden. Na een langere opslagtijd kan het nodig zijn om de accu eerst één of twee keer te laden en ontladen. Een ongeladen accu hoeft tijdens de opslag periode niet geladen te worden maar voordat hij weer in gebruik genomen wordt moet hij eerst enkele malen geladen en ontladen worden. Hoe vaak dit moet gebeuren hangt af van de opslagtijd en kan oplopen tot wel vier of vijf keer.

Lange tijd opslaan, enkele maanden tot jaren.

NiMH accu's die lange tijd niet gebruikt worden kunnen het beste vrijwel leeg opgeslagen worden. Een lading van ongeveer 10% is prima. Dit omdat de zelfontlading dan het kleinst is en ze dan tussentijds niet geladen hoeven te worden. Net als bij NiCad's moeten NiMH accu's na langdurige opslag opnieuw geformeerd worden. Dit gebeurt op dezelfde manier als bij NiCad's. Toch zal de capaciteit minder zijn geworden en zal de accu ook niet meer in staat zijn net zo veel stroom te leveren als voor de langdurige opslag. Ook voor NiMH accu's is langdurige opslag eigenlijk niet goed. Ze zijn gemaakt om gebruikt te worden.

Gebruikstemperaturen.

NiMH accu's werken het beste bij kamer temperatuur. Het temperatuur gebied waar ze het beste presteren is iets groter dan van NiCad's namelijk tussen de 15°C en 45°C. Vooral bij het lager worden van de temperatuur gaan de ontlad eigenschappen snel achteruit.

Anders dan bij NiCad's heeft het laden veel minder te lijden onder de temperatuur. Zowel hete als koude cellen kunnen geladen worden. Maar je moet er wel op letten dat de temperatuur van de cellen nooit boven de 70°C uit komt. Ook moet je de laadstroom bij temperaturen onder de 15°C en boven de 45°C lager maken dan 0,5C. Hoe hoger of hoe lager de temperatuur hoe lager de laadstroom. Onder de 0°C of boven de 55°C kan je NiMH beter niet meer laden.

NiMH accu's zullen het langst en het best werken als ze gebruikt en behandeld worden zoals hierboven omschreven. Er zijn echter mensen die anders met hun accu's omgaan. Dit zou voordelen hebben maar gaat wel ten kosten van de levensduur van de accu's. Het hoe en waarom wordt in de rest van het verhaal duidelijk.

De Ontdekking van de NiMH accu (een stukje historie).

Deze accu's bestaan al sinds de zeventiger jaren! Nou ja, in een laboratorium als een soort van "eigenaardigheid". Ze zijn ontdekt tijdens onderzoek voor de ruimtevaart.

In de ruimtevaart wordt veel gebruik gemaakt van brandstofcellen. Deze kunnen veel energie leveren en hebben nog een paar handige eigenschappen. Brandstof cellen kunnen met verschillende soorten brandstof werken maar de meeste energie levert waterstof en zuurstof als brandstof. In de spaceshuttle zitten dus een paar flinke tanks waar waterstof en vloeibare zuurstof in zit. Dit wordt in de brandstofcellen samengevoegd waarbij water en elektriciteit ontstaat. Zo leveren ze behalve elektriciteit ook al het water dat in de spaceshuttle nodig is.

Er is echter één (groot) probleem en dat is de opslag van de waterstof. Waterstof moleculen zijn de kleinste moleculen die bestaan en die zijn nergens mee tegen te houden. Ze gaan overal doorheen dus kan je het nergens definitief in opslaan. Dat is één probleem maar ook het feit dat je een heleboel waterstof nodig hebt en je maar relatief weinig ergens in kan krijgen is een groot probleem. Om de grootste hoeveelheid gas ergens in te krijgen moet je het vloeibaar maken. Dat vloeibaar maken is bij waterstof niet eenvoudig. Propaan wordt bijvoorbeeld al vloeibaar bij -42°C. Maar waterstof wordt pas vloeibaar bij -253°C waardoor het gigantisch veel energie kost. En dan is er ook nog het probleem dat een liter vloeibare waterstof relatief weinig energie bevat. Stel in een liter benzine zit een hoeveelheid energie van 100. Dan zit er in een liter vloeibare waterstof maar

een hoeveelheid energie van 27! Met andere woorden je hebt ruim 3 liter vloeibare waterstof nodig om evenveel energie te krijgen als 1 liter benzine. Daar komt bij dat de waterstof moleculen overal doorheen kunnen komen. Dus als je een tank vol vloeibare waterstof hebt zal die langzaam maar zeker leeglopen omdat de moleculen gewoon door de metalen cilinder heen ontsnappen. Dat duurt natuurlijk heel lang en is afhankelijk van de wanddikte van die cilinder maar toch gebeurt het. Hier op de aarde kunnen we opslagcilinders maken met een flinke wanddikte maar dat is in de ruimtevaart een groot probleem. Het weegt veel te veel!

De onderzoekers moesten dus op zoek naar andere (betere) methodes voor de opslag van waterstof. Men heeft ontdekt dat je waterstof IN diverse metalen kan opslaan en dan kan je behoorlijk veel waterstof kwijt. Er is heel veel onderzoek gedaan naar welke metalen de meeste waterstof konden opnemen maar ook weer vrij makkelijk af konden geven. Nikkel bleek zo'n metaal te zijn. Nikkel kan vrij grote volumes aan waterstof opnemen en bij geringe verwarming tot zo'n 40°C á 50°C weer vrij makkelijk afgeven.

Tijdens de experimenten ontdekte men dat er een spanningsverschil ontstond tussen de waterstof en het metaal. De waterstof opslagcel bleek als een soort batterij te werken die zelfs behoorlijke stromen kon leveren. Dit was lastig want men moest nu ook letten dat er geen "kortsluiting" ontstond want door die hoge stromen kon de boel nogal warm worden.

Men is dit effect in het lab gaan onderzoeken om iets te vinden om de problemen op te lossen. Zo ontdekte men dat het proces omkeerbaar was, je kon de batterij dus weer "opladen". Helaas was er nog geen mogelijkheid om er iets "nuttigs" mee te doen. De zaak was te groot en te zwaar. Ook de temperaturen waren nogal kritisch. Het waterstof komt al bij vrij lage temperaturen vrij en waterstof is een heel erg brandbaar gas dus gevaarlijk. Lange tijd was het dus alleen in een laboratorium mogelijk om een NiMH accu te laten werken. Het onderzoek naar metalen voor de opslag van waterstof bleef echter doorgaan. Er zijn diverse "nieuwe" metalen ontdekt die dezelfde of zelfs nog betere eigenschappen hebben als nikkel. Op dit moment zijn er metalen die tot wel 1000 maal het eigen volume aan waterstof kunnen opslaan. Veel hiervan bestaan uit een mengsel van diverse metalen en behoren tot de zogenaamde "rare earth" (zeldzame aarde) metalen. De ontdekking hiervan komt weer uit de wereld van de supergeleiding. Een aantal van deze metalen houden het waterstof bij hogere temperaturen vast dan nikkel andere juist weer bij lagere. Sommige kunnen goed gesinterd worden andere weer niet. Zo waren er lichtere metalen en ook zwaardere en zo zijn er nog meer eigenschappen die een voordeel of juist een nadeel waren.

De "accu eigenschappen" waren niet vergeten en door de ontdekking van de diverse metalen kon men verder experimenteren. Uiteindelijk heeft dit tot gevolg gehad dat er een veilige en goed bruikbare Nikkel Metaalhydride accu op de markt is gekomen.

Tot zover de "historie".

Opbouw van een NiMH cel.

De positieve elektrode van een NiMH cel is gemaakt van nikkelhydroxide. De negatieve pool is het waterstofgas. Waterstof is moeilijk ergens in vast te houden en het is niet mogelijk om aan dit gas een "draadje te solderen". Om deze reden wordt het gas opgeslagen in een "rare earth" metaal. Dit is een mengsel van diverse metalen, welke mengsels dat precies zijn wordt door de diverse fabrikanten angstvallig geheim gehouden. Elke fabrikant heeft zo zijn eigen mengsel(s), het ene werkt beter dan het andere wat ook weer afhankelijk is van het gebruik. De eigenschap van dit metaal mengsel is dat het waterstof IN zich kan opslaan en vasthouden. Zelfs bij vrij hoge temperaturen, tot wel 70°C, kan het de waterstof vasthouden. Wanneer er in dit metaal waterstof is opgeslagen heet het een metaalhydride.

Het elektrolyt dat in NiMH cellen wordt gebruikt is kaliumhydroxide(KOH). In zuivere vorm is KOH erg gevaarlijk maar het is verdunt in water, 30% KOH en 70% H₂O zodat het wat minder gevaarlijk is. Toch moet je opletten dat je het niet op je handen of kleding krijgt als er iets uit een cel lekt. Het kan brandwonden en kapotte kleding veroorzaken. Wanneer je accupakket op is moet je het ook bij het chemisch afval depot inleveren en NIET in de vuilnisbak gooien.

Om te voorkomen dat de elektrodes elkaar raken zit er een kunststof separator tussen. Meestal wordt hier een

soort nylon of polyethyleen voor gebruikt. Om toch de elektronen en ionen door te kunnen laten moet de separator wel poreus zijn. Met speciale technieken maakt men hele dunne folie's die heel erg veel minuscule gaatjes bevatten. Hierdoor is de folie poreus maar kunnen de elektrodes elkaar toch niet raken. Ondanks wat vele mensen denken kunnen deze kunststoffen wel degelijk verouderen en een soort van verteren. Vooral in een zuurstof rijke omgeving gebeurt dit relatief snel. Daarom moeten we voorkomen dat er in de cellen zuurstof ontstaat. Zuurstof ontstaat alleen tijdens het overladen, wanneer we dat niet doen wordt dit gevaar dat de levensduur bedreigt veel kleiner.

Er zijn diverse manieren waarop de elektrodes samen gevoegd worden en in een behuizing worden gemonteerd. Dat hangt af van de soort cel en de fabrikant. Het kan bijvoorbeeld als volgt gedaan worden. De positieve elektrode is een hele dunne nikkel folie. De negatieve elektrode is ook een dunne folie van een metaalhydride. Er worden stroken van die folie op elkaar gelegd met de separator ertussen. Daarna wordt het geheel opgerold en in een metalen bus gedaan. Er wordt een kleine hoeveelheid elektrolyt toegevoegd. De elektrode van metaalhydride wordt verbonden met het metalen huis en vormt de min pool. De elektrode van nikkel wordt verbonden met de bovenkant van de cel en vormt de plus pool. De deksel met daarin het veiligheidsventiel wordt gemonteerd waarna de cel klaar is voor gebruik.

Wat gebeurt er tijdens het laden?

Tijdens het opladen van een NiMH cel wordt een klein beetje waterstof uit de metaalhydride vrijgemaakt en aan de positieve elektrode gebonden. Het nikkeldihydroxide wordt daardoor omgezet in nikkeloxyhydroxide. Bij deze chemische reacties komt een klein beetje warmte vrij waardoor de temperatuur van de cel iets zal oplopen. Dit zal maar enkele graden Celsius zijn en daardoor bijna niet voelbaar aan de buitenkant van een cel. Wanneer je een accupakket samenstelt kan de temperatuur van dat pakket tijdens het laden iets hoger oplopen en kan je voelen dat het pakket net handwarm wordt. Dat is helemaal normaal, geeft dus niets en kan geen kwaad.

Een helemaal lege cel heeft een spanning van net even boven de 1V. Tijdens het laden loopt de spanning langzaam op en als de cel vrijwel vol is gaat de spanning sneller oplopen. De celspanning piekt bij ongeveer 1,4V of net iets daarboven om daarna weer iets terug te lopen. Dit is wat men de delta piek noemt. Omdat deze piek relatief eenvoudig te detecteren is wordt hij veel gebruikt als het punt waarop de lader moet stoppen met laden omdat de accu vol is. In feite is het een heel klein beetje te laat want de accu is vol op het punt waarop de spanning op z'n hoogst is. De lader stopt pas wanneer de spanning al weer iets gedaald is. Dit is geen probleem en zal de accu niet beschadigen.

Om directe schade tijdens kleine beetjes overladen te voorkomen is de positieve elektrode kleiner dan de negatieve elektrode. Hierdoor is de positieve elektroden eerder helemaal geladen dan de negatieve. De temperatuur zal op gaan lopen en de delta piek zal optreden. De lader hoort nu te stoppen. Ga je echter toch door met laden dan zal er geen energie meer opgeslagen kunnen worden omdat de positieve elektrode al vol is. Aan de positieve elektrode gaat, door het ontbinden van water uit het elektrolyt, zuurstof en waterstof ontstaan. Die zuurstof is niet best voor het inwendige van de cel dus moet het zo snel mogelijk "verdwijnen". De waterstof en de zuurstof zal door de poreuze separator heen gaan naar de negatieve pool. Die is nog niet helemaal geladen en er is dus nog actief. Aan de negatieve pool zal de waterstof met de zuurstof gerecombineerd worden waardoor weer water ontstaat en een hoop warmte! Daardoor loopt dus de temperatuur van de cellen zo snel op als de accu vol is. Zo ontstaat dus een kringloop en wordt directe schade voorkomen.

Toch zal de zuurstof op den duur de separator en het nikkel aantasten en zal de cel langzaam maar zeker steeds slechter worden. Ook zal de warmte waterstof uit het metaalhydride los kunnen doen komen waardoor de druk in de cel oploopt. Als de druk te hoog dreigt te worden gaat er een veiligheidsventiel open en kan het gas weg. Helaas betekent dat bijna direct capaciteitsverlies want de negatieve elektrode (de waterstof) wordt kleiner. Omdat de negatieve elektrode iets groter is zal dat bij een heel klein beetje gasverlies nog meevallen maar je bent dan wel de overlaad beveiliging zoals hierboven beschreven kwijt.

Met welke stroom je kunt overladen is afhankelijk van hoeveel groter de negatieve elektrode is en van nog

meer constructieve dingen. Daar hebben wij dus geen enkele invloed op het hangt volledig af van de fabrikant. De meeste fabrikanten houden rekening met overladen met maximaal 0,1C, een enkeling met overladen met maximaal 0,2C. Dat houdt dus in dat je, wanneer je met 0,5C tot 1C laad, je vrijwel niet mag overladen omdat het "ingebouwde beveiligingssysteem" dan niet voldoende werkt. De waterstof en zuurstof kunnen dan niet snel genoeg gerecombineerd worden en de druk in de cel zal snel oplopen met alle mogelijke gevolgen van dien.

Hoe lang laden?

Je moet laden tot de accu vol is, maar hoe bepaal je dat? De meest eenvoudige methode is er voor zorgen dat de accu helemaal leeg is en daarna met 0,1C gedurende 10 uur opladen. 10 maal 0,1C is 1C dus zou de accu helemaal vol moeten zijn. Helaas pindakaas maar dat gaat niet op. Zoals bij alles er treed altijd verlies op dus ook hier. Voor de chemische reacties die tijdens het laden in de cel plaats vinden is ook energie nodig. Een deel van de energie die tijdens het laden in de cel wordt gestopt gaat dus op aan deze chemische reacties.

Theoretisch is er voor die chemische reacties ongeveer 33% van de energie nodig en wordt er dus ongeveer 67% effectief opgeslagen. We moeten dus 33% langer laden om de accu echt vol te krijgen. Dat houdt in dat we 13,3 uur moeten laden om een lege NiMH cel met 0,1C laadstroom helemaal vol te krijgen. Helaas zijn er nog meer verliezen dus moeten we ook hierom iets langer laden. Omdat een korte tijd overladen met deze lage stroom maar weinig kwaad kan kunnen we veilig van 14 tot 15 uur uitgaan.

Om deze reden is het niet erg zinvol om te meten hoeveel je in een accu hebt gestopt tijdens het laden. Een 1000mAh cel zal zo ongeveer 1400mAh nodig hebben om helemaal vol te komen als hij leeg is. Het geeft je een indicatie maar meer ook niet. Het zegt niets over hoeveel je er daadwerkelijk uit zult krijgen en dat is veel belangrijker.

Wij modelbouwers zijn allemaal (wat) ongeduldig dus eerst de accu helemaal ontladen en dan gedurende 14 tot 15 uur opladen zien we meestal niet zitten. Daarom willen we de accu laden ook al is hij nog niet helemaal leeg. Gek genoeg is dat ook beter voor de accu. Hoe verder hij ontladen wordt hoe korter hij mee gaat. Dat effect is niet zo erg als bij loodaccu's maar toch is het bij NiMH ook zo.

We willen de accu dus sneller laden en dat kan gelukkig ook. We moeten er dan wel voor zorgen dat het overladen tot het absolute minimum wordt beperkt omdat het bij deze grote stromen vrij snel schade kan veroorzaken. Om het laden op tijd te stoppen prefereren veel fabrikanten de temperatuur methode. Tussen de cellen van het accupakket wordt een temperatuursensor gemonteerd. Wanneer de accu vol is zal hij snel warmer worden. De lader meet dit met de sensor en stopt het laden. Het is een veilige manier die heel goed werkt. De meeste professionele NiMH laders in b.v. laptop computers werken zo. Ook kan de delta piek gebruikt worden. Helaas is die duidelijk kleiner (slechts 5 tot 10mV per cel) dan de delta piek van NiCad. De meeste oudere NiCad laders kunnen deze kleinere piek niet detecteren en zullen het laden niet op tijd stoppen. De modernere laders hebben vaak een NiMH stand en kunnen dan die kleinere piek wel detecteren.

Met een goede lader kunnen we nu veilig gaan laden met een grotere stroom dan 0,1C. We kunnen nu zonder gevaar tot 1C gaan. Een bijkomend voordeel van die hogere laadstroom is de delta piek ook groter wordt. Ik heb onlangs met een (engels talige) vertegenwoordiger van een accu groothandel gesproken. Hij vertelde mij dat diverse fabrikanten nu NiMH cellen op de markt brengen of gaan brengen die ook op 2C nog veilig geladen kunnen worden. Natuurlijk alleen met een goede lader die echt op tijd stopt met laden!

Nog sneller laden kan wel maar is weinig zinvol en gevaarlijk voor de cellen. Bij nog hogere stromen worden de verliezen steeds groter. Ook kunnen de chemische reacties gewoon niet sneller dan een bepaalde snelheid verlopen. Ga je dan toch nog meer laadstroom door de cel jagen dan wordt alleen maar die stroom opgeslagen die door de reacties verwerkt kan worden. De rest gaat als warmte verloren. Hierdoor wordt de cel alleen maar warmer tijdens het laden en daar heb je niets aan. Hoe snel de reacties kunnen verlopen hangt af van hoe de cel in elkaar zit en van de gebruikte materialen. Allemaal dingen waar wij niets aan kunnen veranderen.

Daarom kunnen we ons het beste houden aan de adviezen van de fabrikanten en ons beperken tot laadstromen van maximaal 1C en binnen niet al te lange tijd misschien 2C.

Laden van koude of warme accu's.

In tegenstelling tot NiCad kan je NiMH ook nog vrij goed laden als ze warm of juist koud zijn. De beste temperatuur voor het laden is tussen de 15°C en de 40°C. Tussen deze temperaturen kan je met de reeds genoemde stromen goed laden en zal het hoogst mogelijk laad redement behaald kunnen worden. Is de temperatuur van de accu hoger of lager dan kan je nog wel laden maar dan moet je het langzamer doen, de maximum laadstroom is dan 0,5C. Hoe hoger of lager de temperatuur hoe langzamer je moet laden. Dit omdat de chemische reacties bij lagere temperaturen steeds langzamer gaan verlopen. Bij hogere temperaturen kan de accu te warm worden omdat tijdens het laden ook al warmte ontstaat. Boven de 60°C en onder de 0°C kan je beter niet meer laden om schade aan de cellen te voorkomen.

Wat gebeurt er tijdens het ontladen?

Tijdens het ontladen komt de waterstof uit de nikkeloxyhydroxide vrij en wordt weer in het metaalhydride opgeslagen. Voor deze reacties is warmte nodig, hierdoor zou de accu tijdens het ontladen koud moeten worden. Dat effect zullen we vrijwel nooit merken. Bij lage ontladstromen is die afkoeling heel gering en zal vrijwel niet te meten zijn. Bij hogere ontladstromen komt door de elektrische verliezen juist warmte vrij waardoor de temperatuur uiteindelijk zelfs zal oplopen.

Wanneer de lader gestopt is met laden is de celspanning rond de 1,4V. Dit zal vrij snel weer terugzakken naar een spanning tussen de 1,3V en 1,35V. Op deze spanning zal de accu lange tijd blijven steken zolang de accu niet ontladen wordt.

Afhankelijk van de ontladstroom zal de celspanning in korte tijd terug zakken naar iets boven de 1,2V. Als je met 0,1C ontlad kan het wel een minuut of 10 duren voordat dit gebeurt is. Ontlaad je met 10C of nog hoger dan duurt het misschien maar 30 seconden of nog korter.

Wanneer de celspanning tijdens het ontladen tot net boven de 1,2V is gezakt blijft die spanning gedurende een lange tijd rond deze spanning. Heel langzaam zakt de spanning enkele tienden van een Volt tot even onder de 1,2V. Wanneer de cel bijna leeg is gaat de spanning vrij plotseling sneller zakken. Dat gaat steeds sneller en wanneer de celspanning ongeveer 1V is geworden moet je stoppen met ontladen want dan is hij leeg. Ga je toch door met ontladen dan zal de spanning heel snel verder dalen, uiteindelijk wordt hij 0V.

Het bovenstaande geldt voor alle ontladstromen met. De spanning wordt (iets) lager naarmate de ontladstroom hoger wordt. Ook zal de spanning steeds sneller dalen naarmate de ontladstroom groter wordt.

Hoe hoog de ontladstroom van een cel kan zijn hangt helemaal af van de constructie van de cel en wordt dus bepaald door de fabrikant. De meeste cellen kunnen zonder problemen tot wel 5C leveren. Er zijn ook cellen te koop die tot wel 20C gaan.

Let er wel op dat de bruikbare capaciteit minder wordt naarmate de ontladstroom hoger wordt. Bij een ontlading met 5C zal de capaciteit dalen tot iets van 80%. Een 3000mAh accu zal dus maar een capaciteit leveren van ongeveer 2400mAh als hij ontladen wordt met 15Amp. Dit effect wordt steeds groter naarmate de ontladstroom hoger wordt. De cellen die met 20C ontladen worden zullen misschien maar 40% van de oorspronkelijke capaciteit kunnen leveren. Dit heeft niets met een geheugeneffect of zo iets te maken maar gewoon met de cel chemie en de verliezen die bij deze stromen in de cellen optreden.

Ook bij het ontladen heeft de temperatuur invloed op de capaciteit. Tussen de 15°C en 30°C is de volledige capaciteit beschikbaar. Wordt de temperatuur hoger dan zal het minder worden. Bij 50°C is het tot ongeveer 80% gedaald. Boven de 50°C wordt het "gevaarlijk" voor de NiMH cellen dus wordt afgeraden deze cellen bij deze temperaturen te gebruiken.

Bij lagere temperaturen gaat de capaciteit eerst langzaam en later sneller achteruit. Bij 10°C is de capaciteit gedaald tot ongeveer 80%. Bij 0°C is het al tot 60% gedaald en bij -20°C is er nog maar 15% van de capaciteit over. De cellen zijn dan zo goed als onbruikbaar en er is een groot gevaar dat de cellen bevroren wat zeer schadelijk voor ze is. IJskristallen kunnen de separator en de dunne elektrodes kapotmaken met alle gevolgen

van dien.

Om de cel chemisch stabiel te houden moeten we ook voorkomen dat de cellen te ver ontladen worden. Bij een langzame ontlading moeten we stoppen met ontladen wanneer de celspanning tot ongeveer 0,9V gedaald is. Bij hogere stromen kunnen we een lagere spanning aanhouden maar lager dan 0.7V per cel moeten we niet gaan. Wanneer regelmatig de cel te ver ontladen wordt zal de positieve elektrode daardoor beschadigt kunnen raken. Het wordt dan moeilijker voor de nikkelhydroxide om waterstof te binden en nikkeloxyhydroxide te vormen. Dat betekent dat de capaciteit van de cel minder wordt, het laadrendement wordt daardoor ook minder. Je moet dus langer laden om de cel vol te krijgen.

Wanneer de belasting van de accu los wordt gehaald moet de spanning binnen korte tijd weer oplopen tot ongeveer 1V per cel. Wanneer de cellen echt ver ontladen zijn zal die spanning heel langzaam oplopen en misschien de 1V niet meer halen. Deze cellen moet je niet direct met een hoge stroom gaan laden. Om schade te voorkomen moet je ze eerst met een lage laadstroom van ongeveer 0,1C opladen tot de spanning duidelijk boven de 1V per cel uitkomt. Daarna kan je weer sneller gaan laden.

NiMH cellen worden voor dezelfde toepassingen gebruikt als de NiCad cellen. Ze hebben ook voor een deel vergelijkbare eigenschappen. Toch zijn er een aantal belangrijke verschillen waardoor je NiCad's niet zo maar door NiMH kan vervangen.

Het meest belangrijke verschil is de capaciteit van de cellen. Een NiMH cel kan tot ongeveer 30% meer energie opslaan dan een NiCad cel van dezelfde afmetingen.

Ook het laden gaat niet helemaal op dezelfde manier. De delta piek is duidelijk kleiner en daarom minder geschikt om als stopteken te gebruiken. De meeste fabrikanten geven de voorkeur aan de temperatuur methode. De laatste tijd hebben de laderfabrikanten niet stil gezeten en zijn er laders op de markt gekomen die wel de delta piek kunnen detecteren. Deze laadmethode is zo vertrouwd voor iedereen dus wil iedereen hem blijven gebruiken en dat kan nu dus ook.

De eerste NiMH cellen konden ook duidelijk minder hoge stromen leveren dan hun NiCad broertjes. Ook dat is vrijwel over, er zijn nu ook NiMH cellen die stromen tot wel 20C kunnen leveren. Je moet er wat voor over hebben want het gaat wel ten koste van de levensduur!

De levensduur van NiMH is helaas korter dan van NiCad. Op de juiste manier behandeld kan een NiCad cel tot wel 1000 keer geladen en ontladen worden. De eerste NiMH kwamen niet verder dan 200 tot 300 keer.

Doordat de ontwikkelingen ook hier niet stil staan kunnen de moderne cellen al zeker 500 keer geladen en ontladen worden. Waarschijnlijk zal dat ook nog wel meer worden.

Denk er wel aan dat die levensduur door ons modelbouwers vrijwel nooit zal worden gehaald. Dooradat wij meestal veel sneller laden en ontladen zal die levensduur duidelijk minder zijn. Mensen die hun cellen echt "mishandelen" zullen hun cellen soms al weg moeten doen als ze maar net 50 keer geladen en ontladen zijn. Dit is natuurlijk een uiterste maar het komt wel degelijk voor.

Tot zover dit (toch wel) vreselijk lange verhaal over de NiMH cellen. Als ik nog wat vergeten ben dan laten jullie mij dat wel weten hoop ik.

Ernst Grundmann