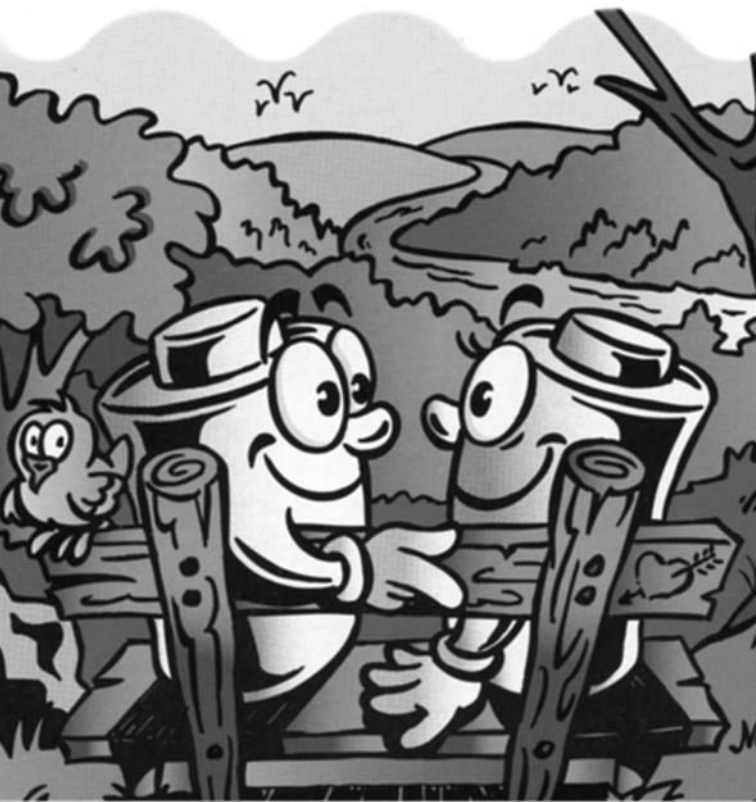


Energie in zakformaat



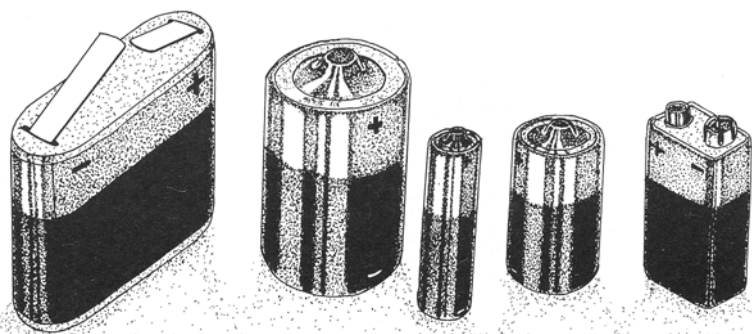
Oplaadbare batterijen of accu's zijn nog nauwelijks weg te denken. Moderne elektronica (laptops, MP3-players, GSM en camcorders) is synoniem geworden voor mobiele elektronica. De snelheid waarmee met succes nieuwe accu-technieken elkaar opvolgen is nauwelijks bij te houden. Van de prehistorische loodaccu (150 jaar geleden) tot aan de hedendaagse Lithium-Polymeer accu werd een lange weg afgelegd en nog is het niet gedaan. De mini-brandstofcel wordt gezien als de ontwikkeling voor de komende jaren. Misschien worden alle recente accu-ontwikkelingen daardoor met één ruk van de tafel geveegd. Energie in pocketformaat heeft de wind in de zeilen. Geen enkele accu-technologie kan echt als milieuvriendelijk beschouwd worden. Accu's slaan elektrische energie op door middel van een chemisch proces en er wordt bijzonder nonchalant omgesprongen met deze chemiecocktails. Ze zijn nochtans ronduit gevaarlijk en kindonvriendelijk. Meer dan tijd om klaarheid te scheppen in het accu-bos.

Even voorstellen: de accu families en hun (vervelende) kantjes

De accu-familie is nog vrij overzichtelijk. We onderscheiden drie hoofdtakken aan de familiestamboom: de loodaccu's, de nikkel-accu's en de lithium-accu's. Elk heeft zijn specifieke trekjes zoals de celspanning (U in Volt), de energieopslag of capaciteit (C in milliampère-uur of mAh), de laad/ontlaadstroom (deel of veelvoud van C, bijvoorbeeld 0,1 C of 10 C), aantal

laadcycli, het laadprotocol (wanneer is de accu vol?), de energiedichtheid (hoeveelheid energie-opslag per kg), het temperatuurbereik en de zelfontlading (zelfontlading per maand / bijvoorbeeld 10 %). Wat zou nu de ideale schoonzoon-accu zijn? De accufabrikanten doen er alles aan om deze parameters te optimaliseren. Zo willen ze een zo groot mogelijke celspanning, capaciteit, laadcycli en energiedichtheid met een zo klein mogelijke zelfontlading. Een accu moet vooral licht zijn en veel energie

kunnen opslaan. Het zal u daarom wellicht niet verwonderen dat het ontwikkelen van de lithium-accu's geleid heeft tot een grotere celspanning (3,6 V à 4,2 V), een grotere energiedichtheid en een kleinere zelfontlading (0,1% per maand). Alle accu's hebben iets huiselijks, ze zijn bijzonder gesteld op kamertemperatuur. Geen enkel type heeft het begrepen op te hoge temperaturen (40 °C is al nefast voor de levensduur). Ongebruikte accu's worden het best half opgeladen op kamertemperatuur bewaard. Let bij



VAN LINKS NAAR RECHTS: DE LANGZAAM IN ONBRUIK GERAAKTE PLATTE BATTERIJ, DE MONO-ACCU, DE PENLITE-ACCU, DE BABY-ACCU EN DE 9V BLOKACCU.

aankoop heel goed op de productiedatum. Accu's die een aantal jaren oud zijn verliezen voorgoed hun opslagcapaciteit. Bij aankoop zijn accu's normaal ongeladen en het is aan te raden ze zo snel mogelijk een stevige oplaadbeurt te geven.

De lood-accu

De oudste tak van de stamboom vormen de lood-zuur-accu's. Een oude rakker die we nog altijd tegenkomen als startaccu in de wagen. De 12 V auto-accu is eerder een anachronisme in de moderne wagen. Zijn robuustheid en lage prijs zijn hier wellicht niet vreemd aan. In de nabije toekomst zou de auto-industrie overschakelen naar de 36 V AGM-lood/zuur-accu (Absorbent Glass Mat). Deze innovatie zou samen gaan met de introductie van de KSG (Krukas-Startmotor-Generator). De KSG is een compacte 3-fasige asynchrone startmotor die na het starten als dynamo gebruikt wordt om de accu op te laden. De klassieke lood-zuur-accu's zijn gevuld met het agressieve zwavelzuur en moeten dus altijd netjes rechtop staan. Bij beschadiging (botsing) kan het agressieve zuur er uitlopen. Deze accu's hebben last van een vrij grote zelfontlading. Het liefst worden ze constant op spanning gehouden. Ze houden niet van volledige laadcycli (van diep tot vol). Deze accu heeft in zijn bloed(zuur)lijn gelukkig een opmerkelijke opvolger. In de gesloten loodaccu, ook loodgel-accu of gasdichte loodaccu genaamd, wordt

het verdunde zwavelzuur gebonden in silica-gel, een soort pudding. De behuizing is volledig gesloten en deze accu's doen het in alle standen. Ze zijn uitermate geschikt voor zonnecel-installaties, noodstroomvoorzieningen en alarminstallaties waar onderhoudsvriendelijkheid en een kleine zelfontlading heel belangrijk zijn. Ze zijn niet geschikt om grote startstromen te leveren en ze worden het liefst zachtjes bijgeladen. Ze zijn verkrijgbaar in 6 V (modelbouw) en 12 V uitvoering met capaciteiten tussen 1,3 en 65 Ah. We komen hier zeker nog uitvoerig op terug.

De nikkel-accu

De tweede filietak zijn de accu's gebaseerd op nikkel. De nikkel-cadmium-accu (NiCd) is de oudste en dateert uit de jaren tachtig van de vorige eeuw. Nikkel-cadmium bevat het zware metaal cadmium dat allesbehalve milieuvriendelijk is. Ondanks de goede prestaties zoals het functioneren over een groot temperatuurbereik en het leveren van grote stromen (= grote krachten) bij bijvoorbeeld draadloze schroevendraaiers zal deze accu - conform een Europese richtlijn - vanaf 2008 definitief verboden worden. Verdere ontwikkelingen voor de NiCd-accu's zijn dus niet meer aan de orde. Hij wordt voortaan vervangen door de nikkel-metaalhydride-accu (NiMH). De dekkingsgraad in het toepassingsgebied van de accu is echter niet volledig. De NiMH-accu

heeft onder andere een grotere zelfontlading, zijn lading lekt dus vlugger weg. De nikkel-accu's zijn het best bekend bij het brede publiek. Wanneer men het over herlaadbare batterijen heeft is de kans groot dat deze groep bedoeld wordt. Ze zijn verkrijgbaar in alle gangbare formaten. We onderscheiden 5 courante behuizingen. De eerste vier accu-types zijn cilindervormig (diameter x lengte) en leveren een standaardspanning van 1,2 V. Het zijn de potlood-accu (AAA / R03 / 11 x 45mm / 600-850 mAh), de penlite-accu (AA / R6 / 15 x 51mm / 1300-2300 mAh), de baby-accu (C / R14 / 26 x 60mm / 2200-4500 mAh), de mono-accu (D / R20 / 33 x 62mm / 5000-9000 mAh) en tenslotte de 9V-blok-accu (48,5 x 26,2 x 17mm / 160-250 mAh). De meest courante accu is de penlite. Deze oplaadbare batterij is verkrijgbaar in de meest uiteenlopende opslagcapaciteiten. De ene penlite-accu kan bijna twee maal zoveel energie opslaan als de andere (1300-2300 mAh). Daarmee komen ze in de buurt van de niet-oplaadbare alkaline-batterij (AA / LR6 / 2500 mAh / 1,5 V!). Let er op dat een stel accu's steeds dezelfde opslagcapaciteit hebben. Men zal omwille van de grotere autonomie geneigd zijn om een accu te kiezen met een zo groot mogelijke opgefokte opslagcapaciteit. Het is echter altijd geven en nemen. Voor wat hoort wat. De levensduur (= het aantal laad/ontlaadcycli) en de betrouwbaarheid nemen af bij hogere opslagcapaciteiten. Bij NiMH-accu's zou het heilzaam zijn de accu niet helemaal leeg (minimum 40 %) te trekken en ook niet tot het uiterste (80 %) opladen. Zo kan hij het makkelijk 7 jaar uitzingen. Bij volledig ontladen en opladen houdt hij het bij intens gebruik amper één jaar vol. Bij laptops kan men onder het menu 'instellingen/configuratiescherm/ energiebeheer' één of meerdere van deze parameters instellen. Een meer dan lonende bezigheid. Een laptop blijvend in het stopcontact houden is nefast voor de

levensduur. Rust roest is de lijfspreuk van elke accu. Opteer bij de keuze van een nieuw elektrisch toestel zoveel mogelijk voor toestellen die één en hetzelfde accutype gebruiken. Het komt de uitwisselbaarheid en het milieu ten goede.

De lithium-accu

Tenslotte belanden we bij de derde en jongste tak van de familie: de lithium-accu (Li+). Deze tak herbergt de lithium-ion (Li-ion) en de lithium-polymer (Li-po). Lithium is geen onbekende. Dit metaal werd reeds aangewend bij de lithium knoopcel batterijen. Die lijken op zilveren muntstukjes en leveren een standaardspanning van 3 V. Volgens hun afmetingen (diameter x hoogte) zijn ze beschikbaar met capaciteiten tussen 25 en 1000 mAh. Deze knoopcellen zijn niet herlaadbaar. De lithium-accu is nog niet verkrijgbaar als losse accu. Hij wordt direct ingebouwd in bijvoorbeeld laptops en wordt samen met geavanceerde beveiligingselektronica verpakt in een behuizing. Een lithiumcel is een overgevoelige batterij en moet beveiligd worden tegen overbelasting, overlading, dieptelading, temperatuur en kortsluiting. Een lithium-ion-accu mag bijvoorbeeld alleen bijgeladen wanneer de temperatuur van de accu in het gebied tussen 0 en 50 °C ligt. Indien deze accu te diep ontladen is moet hij heel voorzichtig opgeladen worden. Bij overlading kan de lithiumcel zichzelf opblazen als een ballon en zelfs ontploffen. De gassen die vrijkomen zijn allesbehalve gezond en kunnen ontbranden. Lithium reageert heel heftig op water en wordt best geblust met zand. Lithium-accu's vereisen een speciaal ontworpen laadregelaar. Je kan een nikkel-pack-accu (meerdere accu's samen in één pakket) niet zomaar vervangen door een lithium-pack. Nochtans kwam dit reeds voor bij GSM-toestellen. Men liet zich verleiden

door de grotere autonomie van dergelijke accu's maar vergat dat het mobieltje oorspronkelijk voorzien was van een nikkeltype-laadtoestel. Li-po-accu's hebben een bijkomend designvoordeel. Zo zou deze accu kunnen geïntegreerd worden in een deel van de behuizing. Hij laat een uiterst platte vormgeving toe. De Li-po-accu is duidelijk de Li-ion-accu aan het verdringen.

Laadapparatuur

Accu's die uitgeput geraken moeten bijgetankt worden. De opdracht voor een laadapparaat is vrij eenvoudig. Er moet zoveel stroom aan de accu worden toegevoegd totdat hij weer helemaal opgeladen is. Een goed laadapparaat weet wanneer te stoppen (stopcriterium). Zo houdt een laadapparaat nauwkeurig spanning, stroom en temperatuur in het oog. Het aanbod van laadapparatuur is zo uitgebreid dat het oppassen geblazen is. En rommel dat er voorhanden is! Van primitief tot uiterst intelligent, van 5 € tot 200 €, voor elk wat wils. De ene batterijlader heeft het al meer gemunt op de levensverwachting van de accu dan de andere. Drie accu-families impliceren al meteen drie soorten laadapparatuur. Maar daarmee is nog niet alles gezegd.

De nikkel laders

De nieuwe NiMH-laders zijn geschikt voor het laden van zowel NiCd- als NiMH-accu's maar niet omgekeerd. Wie nog beschikt over een oude NiCd-lader moet dus op zijn hoede zijn. Terwijl we nu toch rommel aan het opruimen zijn zetten we meteen ook de laders op zonne-energie buiten voor het groot huisvuil. We verzaken hier dus aan gratis groene stroom. De reden is vrij eenvoudig: Ni-accu's houden er niet van bijgeladen te worden met een te kleine stroom. Kleine laadstromen laten kristallen ontstaan en kristal-

vorming is verantwoordelijk voor de afname van de accu-capaciteit. Stromen kleiner dan 0,05C zijn zelfs behoorlijk schadelijk voor het aantal laad/ontlaad-cycli. Zo kan een nikkel-accu op één vijfde van zijn levensduur komen. Een kleine berekening ter illustratie. We willen een penlite-accu (AA / 1800 mAh) opladen via een PV-paneeltje. De minimumstroom dient omwille van de kristalvorming 0,1 C te zijn. $0,1 \times 1800 \text{ mAh} = 180 \text{ mA}$. Het PV-paneeltje dient dus minstens 14 uur lang minimaal 180 mA te leveren. Theoretisch is 10 uur voldoende maar het bijladen gebeurt niet verliesloos. Het rendement van een bijlaadbeurt is des te groter naarmate de oplaadstroom resoluter, dus groter is. Bij het laden met 0,1 C is het rendement slechts 70 %. Wanneer bijgeladen wordt met 0,5 C stijgt dit rendement al naar 80 % en bij 1 C is dit 90 %. Dus bijladen met te kleine stromen is sterk af te raden. Als we nu ons voorbeeld verder uitwerken kan 180 mA (=0,180 A) geleverd worden door een PV-paneel van minstens $0,180 \times 17 \text{ V} = 3 \text{ Watt}$. 17 V is de standaard spanning van een PV-paneel. Die 180 mA is de maximum stroom die een PV-paneel kan leveren bij ideale zonne-instraling (1000 Watt/m²). Dit betekent dat we minstens zullen moeten beschikken over een 10 Watt paneel. De afmetingen van zo een paneel bedragen 440 x 240 mm. Dus die kleine solarladers hebben een bedenkelijke reputatie. Bij een PV-paneel van 8 V zou $8 \text{ V} \times 0,18 \text{ A} = 1,44 \text{ Watt}$ reeds volstaan. Een PV-paneel van 5 W zou daarvoor reeds in aanmerking komen. Een 8 V PV-paneel is wel niet courant voorhanden. Meteen zijn we beland bij het meest eenvoudige laadapparaat voor het bijtanken van Nikkel-accu's.

Eenvoud siert

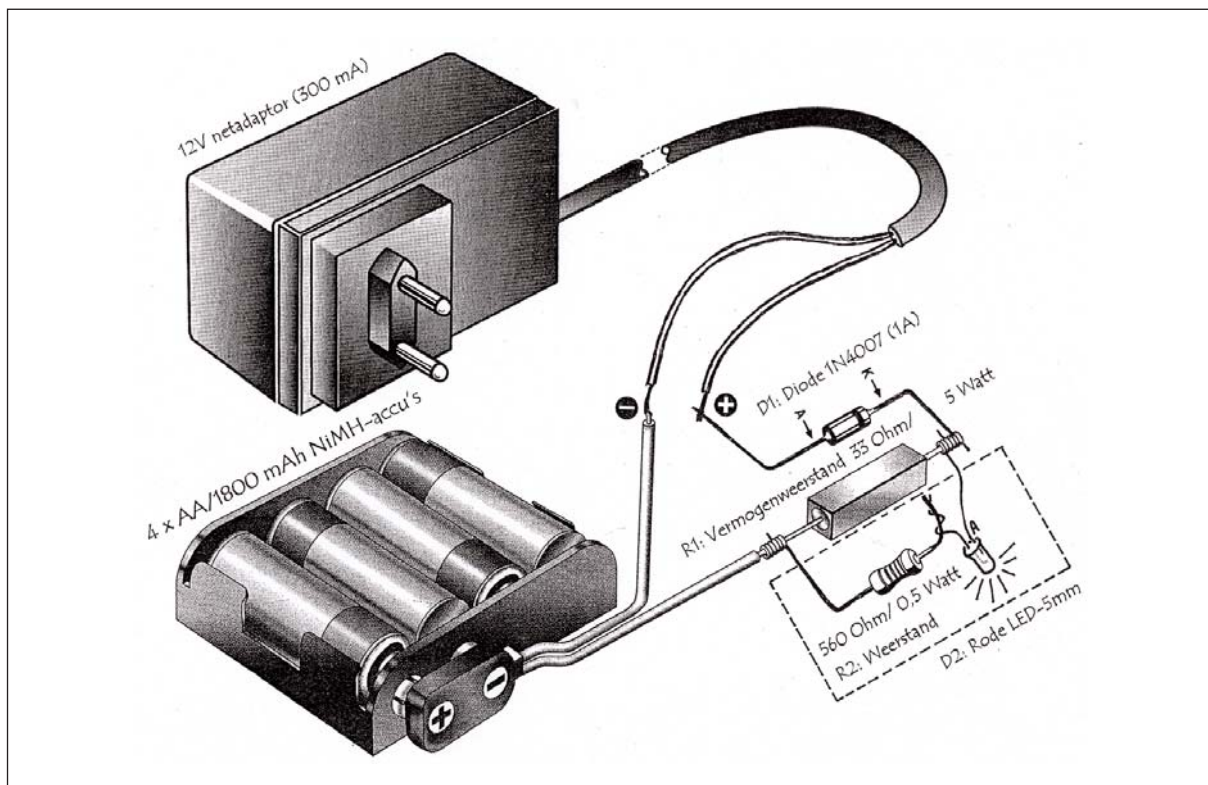
We nemen terug het voorbeeld van de NiMH-penlite-accu (AA / 1800 mAh). Deze accu kan dus 1 uur lang 1800

mAh (=1,8 A) aan stroom leveren of ook 4 uren een stroom van 450 mA (0,45 A) of ook nog 20 uren een stroom van 90 mA enz...zolang het product maar 1800 mAh blijft. Als we op veilig willen spelen laden we deze batterijen op met 0,1 C (=180 mA). Bijgevolg zal de accu minstens 10 uur moeten opgeladen worden maar omwille van de accu-verliezen houden we 14 uur aan. Bij een dergelijke stroom kan de accu niet stuk gaan, ook al vergeten we na oplading de accu uit de lader te halen. Dit is een typische eigenschap van de nikkel-accu's. Ze verteren relatief goed een overladingsduwtje want ze beschikken over een ruime ladingsreserve. Wanneer echter de accu nog half vol was en we beginnen vroegtijdig met een nieuwe oplaadbeurt dan zal de oplaadduur van 14 uur ook veel te lang zijn. Ook hier hoeven we ons geen zorgen te maken. Merken we nog op dat over een lege nikkel-accu 1,2 V staat en over een volle accu ook. Dus aan de spanning kunnen we nooit zien hoe het gesteld is met de laadtoestand van de nikkel-accu.

Aan de slag: een standaard laadtoestel voor nikkel-accu's

Als energiebron nemen we een universele 12 V netadaptor of stekkervoeding. Daarnaast hebben we nog een weerstand van 33 Ohm / 5 Watt, een diode van 1 A (1N4007) en een batterijhouder voor 4 NiMH penlite accu's nodig (4 x AA / BH341B-Velleman of 61 55 60-08 / 1,25 € bij www.conrad.be). Een universele AC/DC-netadaptor (230V AC / 12V DC-300 mA) kost ongeveer 10 €. Netadaptors zijn overal aanwezig en kunnen gemakkelijk gerecupereerd worden van één of ander elektrisch toestel. De netadaptor moet wel 300 mA stroom kunnen leveren. Wanneer de AC/DC-netadaptor vervangen wordt door een PV-paneel van minstens 10 W hebben we meteen een groene stroom oplader. Kleine PV-panelen zijn in verhouding duurder per Watt dan hun grotere broers. Misschien toch maar opteren voor een 55 Wp-paneel, want we hebben nog andere leuke plan-

netjes in petto. Een PV-paneel kost gemiddeld een 7 à 8 € per Watt-piek. Een PV-paneel levert een wat hogere spanning (17 V). Daarom moeten we de weerstand aanpassen naar 56 Ohm / 5 W. De weerstand kan je ten allen tijde zelf aanpassen. Zijn waarde is gelijk aan de spanning van de voedingsbron (netadaptor 12 V of PV-paneel 17 V). Trek daar 5,5 V van af en deel dit door 0,18 A (=180 mA). De 5,5 V is afkomstig van de som van 4 penlite accu's (4 x 1,2 V) plus het spanningsverlies over de diode (=0,7 V). Dit levert ons het volgend resultaat voor de netadaptor: 36 Ohm en 64 Ohm voor het PV-paneel. Deze waarden bestaan niet in de courante E12-reeks. Dus we nemen 33 Ohm en 56 Ohm. Met het bepalen van de weerstand is de kous echter nog niet af. We moeten ook nog bepalen hoeveel warmte (vermogen in Watt) deze weerstand zal ontwikkelen. Dit is de productterm van de spanning over de weerstand en de stroom door de weerstand. Zo moeten we $(12 V - 5,5 V) \times 0,18 A = 1,17 \text{ Watt}$ (dus minimum 2 Watt). In het PV-geval



OPBOUW VAN EEN STANDAARD LAADTOESTEL VOOR NIKKEL-ACCU'S.

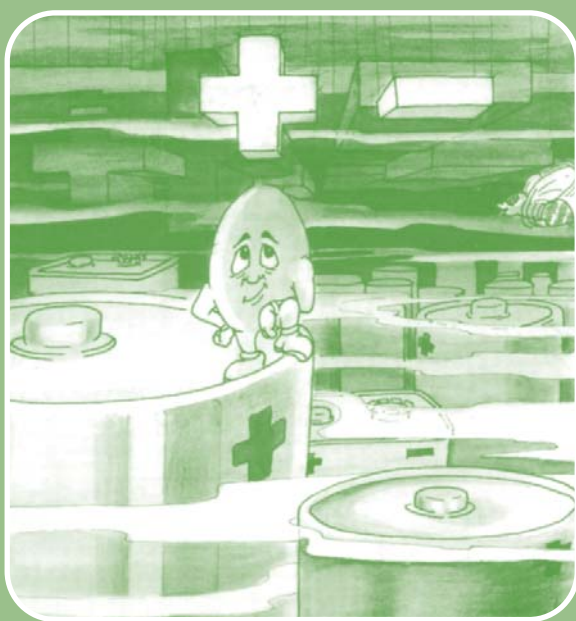
krijgen we $(17 \text{ V} - 5,5 \text{ V}) \times 0,18 \text{ A} = 2,05 \text{ Watt}$ (dus minimum 5 Watt). Deze weerstanden kunnen aardig warm worden! De diode zit er in als polariteitsbeschermer of tegen het verkeerd aansluiten van de adaptor. In het geval van het PV-paneel verhindert de diode dat de accu's tijdens de nacht zou leeglopen via het PV-paneel. In streeplijn staat nog een weerstand (560 Ohm / 0,5 W) en een LED getekend. Deze fungeren enkel als indicator dat de batterij aan het bijtanken is. Deze low-cost lader (maximum 12 €) laat je nooit in de steek. Omdat de netadapter een spanning levert van 12 V kunnen we ook moeiteloos onze accu's bijladen in de wagen via de sigarettenaanstekerplug. Wat wil je nog meer? Wanneer niet 4 maar 2 accu's moeten bijgeladen worden of indien een ander formaat van nikkel-accu moet bijgeladen worden moet steeds een andere weerstand en een andere batterijhouder gekozen worden. Maar met dit voorbeeld beschikt u over voldoende gegevens om u uit de slag te trekken. U ziet dat we er alle belang bij hebben om te kiezen voor zoveel mogelijk dezelfde accu-types.

Een vluggertje met het timergestuurde laadtoestel

Geduld is een schone maar zeldzame deugd. 14 uren wachten tot de accu's vol zijn lijkt een eeuwigheid. Dat moet sneller kunnen. Zoals we reeds zeiden houdt een nikkel-accu van een stevige oplaadbeurt. Stel dat we hem opladen met 0,4 C. In het geval van vier pen-lite-accu's (AA / 1800 mAh) betekent dit een laadstroom van 0,72 A, minstens twee en een half uur lang. Praktisch zal dit eerder 3 uur worden. We berekenen de weerstand opnieuw voor deze stroom en krijgen als resultaat: 9 Ohm (praktisch: 10 Ohm). Het vermogen van de weerstand = 4,7 Watt (praktisch: 10 Watt). De AC/DC-netadapter moet wel minimaal deze stroom kunnen leveren. We nemen daarvoor best een type die 12 V / 1 A aan kan. Een PV-paneel moet verstek laten bij dergelijke stromen. Bij dergelijke oplaadstromen moeten we waakzaam zijn. Overlading is nefast. Op de nonchalante mens kan men ook niet altijd rekenen. De netadapter wordt daarom in een schakelklok geplugd. De

goedkoopste types zijn de mechanische schakelklokken met indrukbare nokken. Deze schakelklok kan per 15 minuten ingesteld worden. Omdat de weerstand iets groter gekozen werd stellen we de klok in op 2 uur en 45 minuten. Ziezo, nu hebben we een timergestuurd laadtoestel. De netadapter wordt na het verstrijken van de ingestelde tijd spanningsloos gesteld. Dit soort laadtoestellen met ingebouwde timerfunctie zijn ook veelvuldig voorhanden. Ze worden verkocht voor één bepaald type accu. Maar er loert gevaar. We moeten er absoluut zeker van zijn dat de nikkel-accu volledig ontladen is want anders klopt de oplaadtijd weer helemaal niet. De grote oplaadstroom kan de accu ernstig beschadigen. De schakelklok kan uiteraard ook gebruikt worden voor het eenvoudigste langzaam standaard oplaadtoestel. Uiteindelijk zijn we beland aan de derde soort laadtoestellen. Het zijn de slimme of de microprocessor gestuurde laadtoestellen. Dit en nog veel meer laadplezier brengen we u de volgende keer. Er wordt ook aandacht besteed aan een volwassen tankstation op zonne-energie.

Willy Lievens



Accu's IN NEVELEN GEHULD.

Cursus: accu's slim herladen

Opladbare batterijen of accu's zijn niet meer weg te denken uit onze omgeving. Moderne elektronica (laptops, GSM, camcorders...) is synoniem voor mobiele elektronica. Geen enkele accu is echter milieuvriendelijk. Accu's slaan energie op door middel van een chemisch proces, maar er wordt zeer nonchalant omgesprongen met deze chemiecocktails. Ze zijn nochtans ronduit gevaarlijk en kindonvriendelijk. Redenen genoeg om klaarheid te scheppen in deze materie. We analyseren de accu-families, hun specifieke trekjes en de soorten laadtoestellen. We bekijken hoe we zelf een low-cost laadtoestel kunnen bouwen, met aandacht hierbij voor het laden van accu's op zonne-energie.

Data: zaterdag 4 juni 2005 van 9.30 tot 12.00 uur in de Volkshogeschool, Baliestraat 58 te Brugge.

Bijdrage: 10 € per persoon (15 € voor levensduo's).

Begeleiding: Willy Lievens (De Zonne-arc vzw)

Info: www.vormingplus.be/brugge

Tel: 050/ 33 01 12 of regio.brugge@vormingplus.be