

Nikkel-cadmium akkumulatører

Af OZ2UA Poul Skelmose, Brosbølvej 25, 6880 Tarm

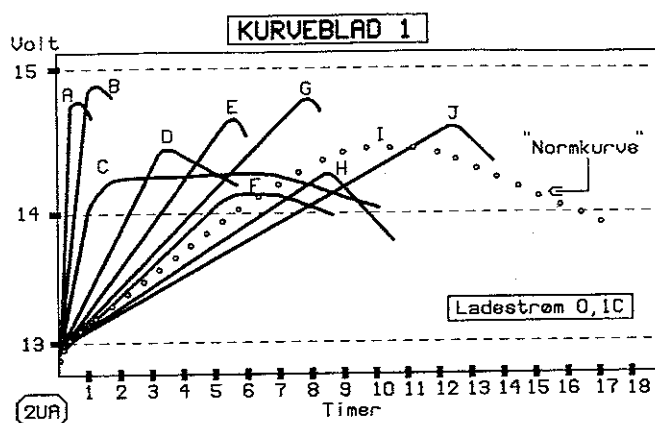
Behandlingen af Nikkel Cadmium akkumulatører er et evigt aktuelt emne. Når jeg nu vover at komme med et indlæg skyldes det, at disse akkumulatører igennem mange år var en del af min tilværelse. Under arbejdet med dem er der i tidens løb blevet aflejret en del erfaringer. Det er dem, jeg nu graver frem, og understøtter med tekster og kurver fra fabrikanter håndbøger. Det er mit håb, at nogen vil læse videre, og derved forhåbentlig undgå at skulle betale for de samme fejltagelser, som jeg allerede har betalt rigelig for. Først lidt om hvilke akkumulatører det drejer sig om, og hvad de blev brugt til:

Starten

I 1956 blev jeg hyret som filmkorrespondent ved Danmarks Radio-TV. Bortset fra mine første tre filmkameraer blev udstyret drevet af Nikkel-cadmiumakkumulatører. Med videoepoken blev der for alvor stillet store krav til akkumulatørernes ydeevne. At de var korrekt opladede var et 'must'. Løb en akkumulator tør for strøm under en optagelse, kunne det være totalt invaliderende for et indslag. Til et standard udstyr hørte 3 stk. 12 volt, 4 amperetimer batterier og 2 stk. 12 volt 1,5 amperetimer batterier. Vi korrespondenter bekostede selv udstyret. Mine kolleger købte den (kostbare) lader, der hørte til. Men jeg mente, at disse hurtiglader gav en for brutal behandling af batterierne, og besluttede derfor at bygge nogle mere skånsomme ladere selv. Nå ja, så var der også en pæn sum penge at spare. Ladestrømmen valgte jeg til 0,1 C. Laderne forsynedes med en anordning til vedligeholdelsesladning og automatisk afladning; altså kort og godt det, der var gældende 'på bjerget'.

Hvordan gik det så? Jeg må bryde sammen og tilstå: Mildest talt elendigt! Bedre blev det ikke af, at jeg havde anbragt laderne i en vindueskarm mod syd. Der kunne mine akkumulatører så ligge og svede i sommervarmen. Det var oplagt mord! Da mit første sæt akkumulatører stod af, kunne mine kolleger køre videre med deres 'mishandlede' batterier. At jeg spillede klog medførte, at jeg i utide måtte punge ud med omkring 10.000 kr til et nyt batterisæt.

Heldigvis, men lige sent nok, faldt jeg over en artikel i OZ Nr. 1 1983: 'Røgt og pleje af Nikkel-Cadmium akkumulatører', skrevet af OZs tekniske redaktør OZ1AWJ. Heri fandt jeg inspirationen til at fordybe mig i emnet og bad biblioteket skaffe noget litteratur. Det blev til to håndbøger fra henholdsvis General Electric og Varta. Der skulle ikke megen læsning til, før jeg blev klar over, at jeg havde gjort alt det forkert, der kunne gøres forkert!



I tidens løb har jeg tegnet utallige ladekurver. Hver gang en opladning ikke levede op til kravene, prøvede jeg at finde årsagen, men det var ikke så ligetil en sag. Det var først, da jeg fik bøgerne i hånden, at jeg fandt forklaringer på alt, næsten.

En religion

Dette med en ladestrøm på 0,1 C er blevet noget af en religion. Vi troede vel alle, at det var den sande lære og det sundeste for en akkumulator. Det overraskede i hvert fald mig, at det ikke er tilfældet, og ikke nok med det, i 'troslæren' er der også andre mindre heldige kapitler. Først bør der her lige nævnes, hvad '0,1 C' står for: 'C' betyder elementets Capacitet. En ladestrøm på 0,1 C vil sige, at strømmen er 1/10 af den opgive kapacitet. For en 450 mAh akkumulator er ladestrømmen således 45 mA.

At der i almindelighed anbefales en ladestrøm på 0,1 C skyldes først og fremmest markedsføringshensyn. Det er jo ikke smart at forbrugeren, foruden at skulle betale den høje pris for akkumulatørerne, også skal investere i en dyr lader med automatik. En 0,1 C-lader er billig, og så ødelægges akkumulatøren ikke, hvis den skulle blive efterladt i laderen i måneder. Begge de nævnte håndbøger er enige om, at automatisk ladeudkobling ved 0,1 C er ganske overflødig. Det er tankevækkende, at 0,1 C er den laveste tilrådelige ladestrøm. Gøres den mindre, ældes akkumulatøren hurtigere, hvorimod en højere ladestrøm forlænger akkumulatørens levetid. (Varta bog side 118). Monoblokke - det er dem med stakkeknappceller - tåler ikke højere ladestrøm end 0,1 C.

Opladning

Se kurveblad 1: Det første problem, der melder sig under opladningen, er at afgøre, hvornår akkumulatøren er fuldt opladet. Nuvel, man kan jo aflade den totalt og derefter lade i 14 timer med 0,1 C, hvis

ellers temperaturen ligger omkring 25 grader C, ellers 'passer pengene ikke'. Kurvebladet tydeliggør, at der er problemer med at bestemme opladetiden. Spændingsniveauet er en upålidelig indikator til aktivering af ladeudkoblingen, fordi der i praksis vil forekomme så mange uforudsigelige ladeforløb. Men kurverne afslører dog et fælles træk, og det er et spændingsfald, når opladningen nærmer sig 100%. Det er oplagt at udnytte spændingsfaldet til at udkoble laderen. Systemet er omsider ved at vinde indpas under benævnelsen 'Delta V'. Det, jeg kalder normkurven, er den kurve jeg fik ud af at oplade en total afladet brugt akkumulator med 0,1 C, og indplote spændingsforløbet i løbet af ladetiden. Hvis du på bundlinien opsøger den ladetid, som fabrikanten opgiver; det er almindeligvis 14 timer, og derfra går vinkelret op på kurven, vil du have et sted på dens 'østflanke'. Spændingen er her mindre end maksimalværdien, den er reduceret p.g.a. stigende temperatur og tryk i cellerne. Altså, hvis laderen er konstrueret til udkobling ved højeste spænding, er akkumulatoren ikke fuld opladet: Der mangler 40 % ladetid.

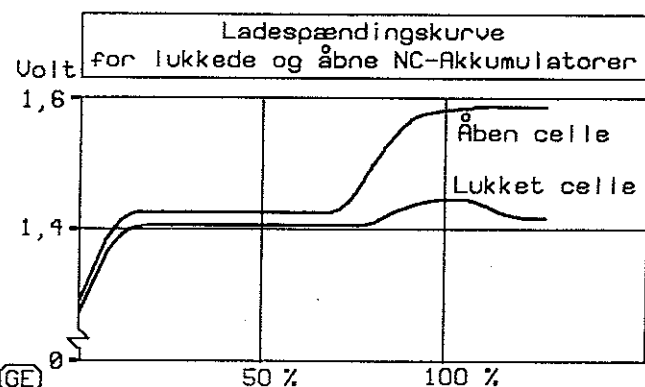
Kurve A viser en akkumulator der efter fuld opladning har ligget i 20 minutter og derefter sat til opladning igen.

Kurve B viser hvad der sker, hvis akkumulatoren efter opladning har ligget nogle timer. Den er nu blevet yderligere afkølet, og trykket inde i den er faldet. Resultatet er en højere spænding end ved kurve A.

Kurve C viser en kraftig overopladet akkumulator, der er blevet opladet igen. Ikke alene spændingen er lav, men også den energi, der kan hentes ud af den, er kraftigt reduceret. De øvrige kurver er fra opladninger ved forskellige temperaturer og af kun delvis afladede akkumulatore.

Kurvebladet giver altså et billede af de afvigelser, vi normalt kommer ud for. Hvor meget spændingen dykker, afhænger af akkumulatorens konstruktion. Sidder cellerne tæt sammen, og er de lukket inde i et hylster, falder kurven brat, som vist her. Ligger cellerne frit, kan de lettere afgive varme, og kurvedykket bliver mindre udpræget.

KURVEBLAD 2

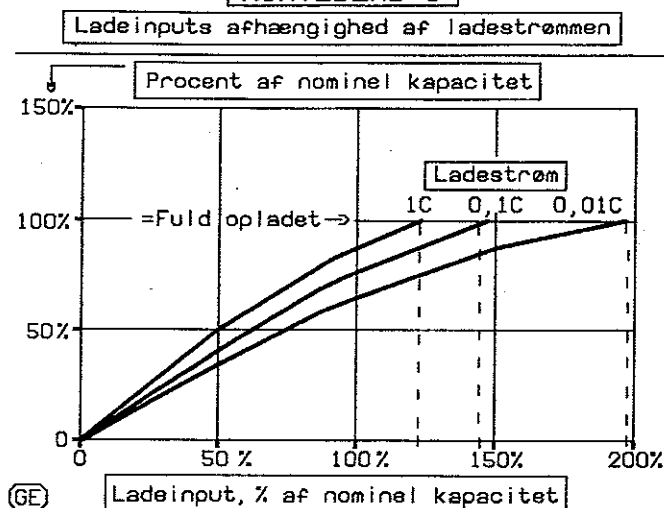


Ladeinput i forhold til nominal kapacitet.

NC typer

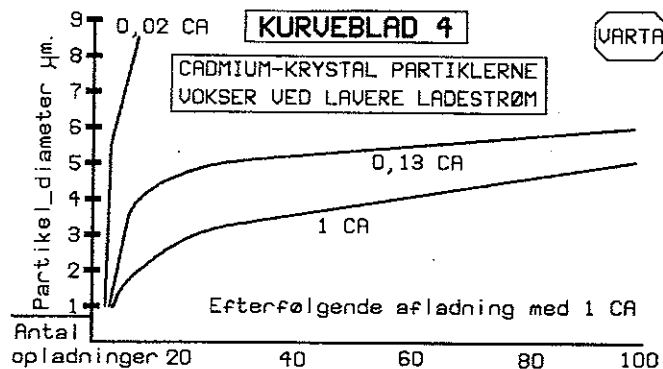
Se kurveblad 2: Der er to hovedtyper af NC-akkumulatore. De forseglede typer; det er dem vi normalt bruger, og så de åbne typer, de, der ligner blyakkumulatore med skruelåg. De skal på flere områder behandles forskelligt. Her skal blot nævnes forskellen i ladespændingsforløbet: Udkobling af laderen ved spændingsmaksimum er for den åbne type helt korrekt. Det er fordi de gasser, der skulle give trykførelsen og dermed faldet i spændingen, forsvinder ud i den fri luft. Spændingsmaksimumudkoblingen er åbenbart ukritisk gået i arv til de forseglede typer.

KURVEBLAD 3



Kurveblad 3: På kurven kan aflæses, hvor meget ladeinput der skal tilføres en akkumulator, før den er fuldt opladet. Ved f. eks. 1 C vil den punkterede linie ramme den nederste linie ved 125%. Det betyder, at der skal tilføres akkumulatoren 25 % mere effekt, end det, den skal afgive. De 25 % tabes i den kemiske proces og udvikler varme.

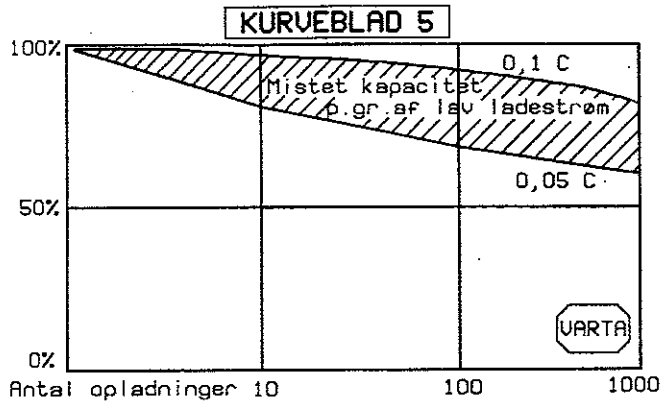
KURVEBLAD 4



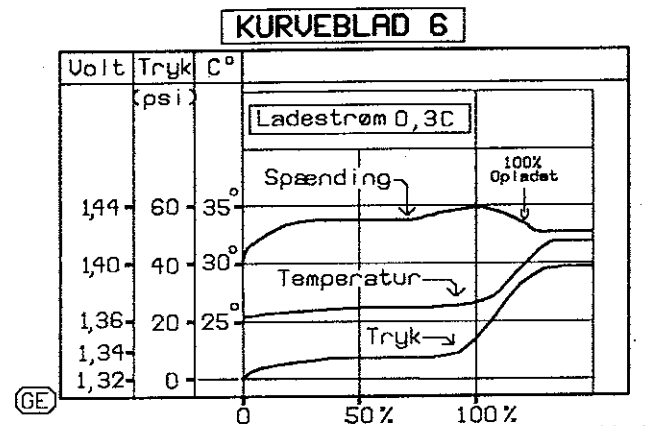
Kurveblad 4: Kurvebladet viser hvor hurtig krystalpartiklerne, der skal passere gennem separatoren, vokser i størrelse, når ladestrømmen nedsættes. Ved en ladestrøm på 0,02 C er størrelsen forøget 9 gange efter kun 10 opladninger. De store partikler klumper sig sammen på elektroderne og nedsætter derved elementets kapacitet. På grund af størrelsen har de tendens til at blive hængende i separatorens

masker. Efterhånden opbygges der en kortslutning. Saver du et sådant element igennem på langs, vil du finde partiklerne som en rustrød masse. Et ohmmer afslører en total kortslutning.

Partikelstørrelsen reduceres ved at vælge en ladestrøm højere end 0,1 C. Samtidig forlænges så akkumulatorens levetid.



Kurveblad 5: Det skraverede område viser, hvor meget kapacitet en akkumulator yderligere mister ved at ladestrømmen nedsættes fra 0,1 C til 0,05 C.



Tilført ladeeffekt i % af nominal kapacitet. Ved ca. 130% er Akkumulatoren fuld opladet.

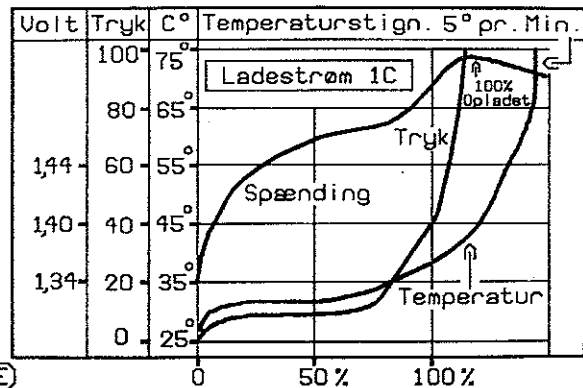
Spændingsfaldet på en batteripakke vil være mere markant, og temperaturen er højere.

Kurveblad 6: Kurven illustrerer, hvad der sker med spænding, tryk og temperatur i akkumulatoren med en ladestrøm på 0,3 C: Temperatur- og trykkurverne flader ud, inden de når faretruende højder. Akkumulatoren kan tåle 14 dages opladning uden at lide nævneværdig overlast. Selv om leverandørerne angiver, at automatisk ladningsovervågning er unødvendig, foretrækker jeg det alligevel.

Kurveblad 7: Ved ladning med 1 C eller mere stiger både tryk og temperatur til betænkelige værdier ved overoplading. Der er fare for, at akkumulatorens sikkerhedsventil vil åbne. Både spænding og temperatur skal overvåges. Det kræver en kompliceret lader.

KURVEBLAD 7

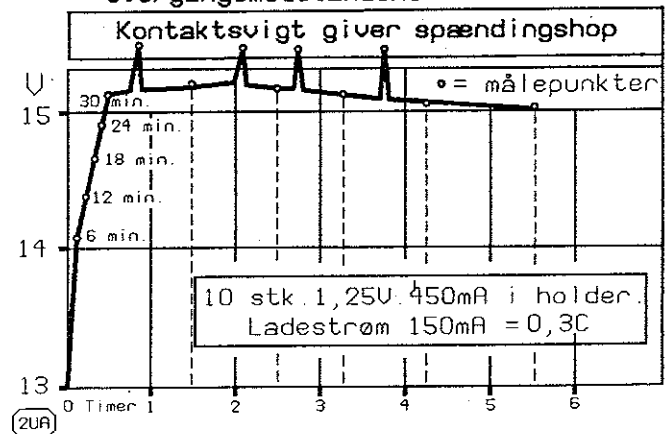
LADESTRØM PÅ 1C, ELLER HØJERE, KRÆVER OVERVÅGNING AF SPÆNDING OG TEMPERATUR



Tilført ladeeffekt i % af nominal kapacitet.

KURVEBLAD 8

Den høje ladespænding skyldes overgangsmodstandene i holderen



Kurveblad 8: Ladning af elementer i en holder giver problemer med kontaktsvigt. Kontaktfladene er små, og elementerne arbejder, bl.a. på grund af temperaturstigningen. Det kan være problematisk med en spændingsovervåget opladning. Faren for, at laderen slår fra i utide, er overhængende. Den høje ladespænding skyldes overgangsmodstanden i holderens kontakter.

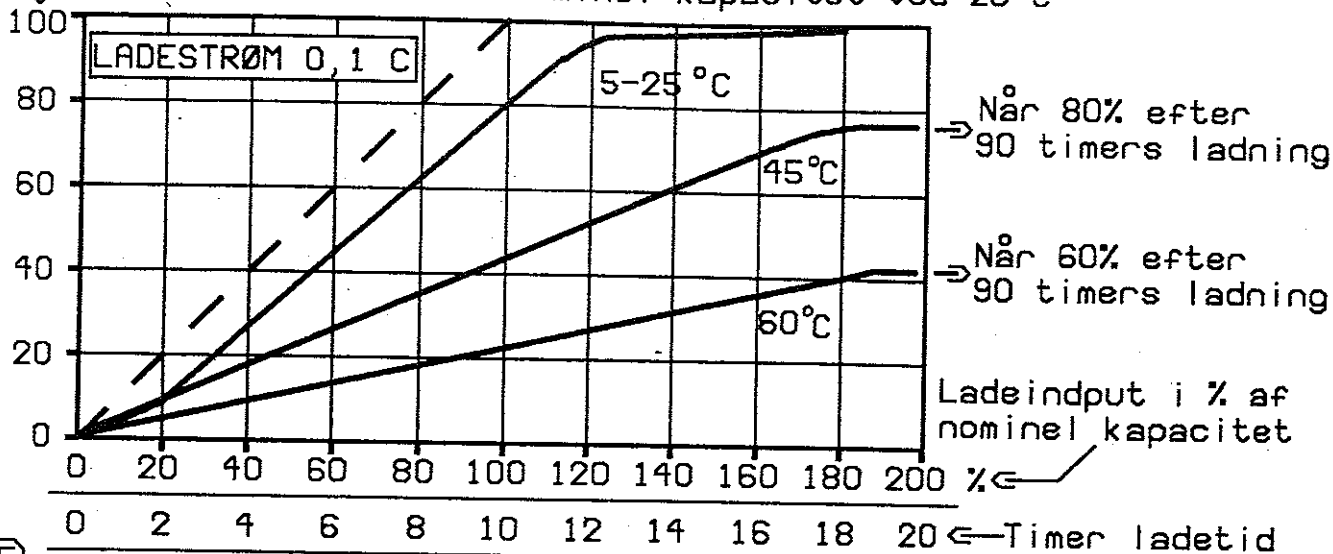
Kurveblad 9: Akkumulatorens temperatur har stor indflydelse på, hvor hurtigt en opladning kan gennemføres. Undgå at oplade i fuld sol. Temperaturen inde i akkumulatoren bliver meget let 45 grader, og så vil en opladningen vare 90 timer, og ladningen kommer kun op på 80%.

Kurveblad 10: Kemien i en Nikkel-Cadmium akkumulator reagerer kraftig på temperaturen. Kurven her viser, hvor hurtigt en akkumulator aflades, når temperaturen stiger. Ikke nok med det, dens levetid bliver reduceret. En stigning fra 20 til 40 grader forøger nedbrydningshastigheden af separatoren

KURVEBLAD 9

LADNINGSACCEPT VED FORSKELLIGE TEMPERATURER

√ Ladetilstand i % af nominal kapacitet ved 25 C

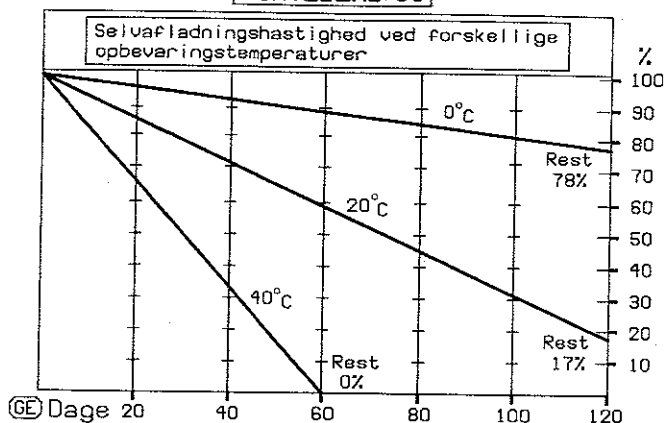


GE

med fire gange: Den opløses hurtigere i elektrolytten. Når den er helt væk, kortslutter elementet. Et godt råd er derfor: Lad ikke en akkumulator eller håndstationen ligge i bilruden. Om sommeren kan temperaturen inde i akkumulatoren meget let overstige 40 grader. Det er et oplagt sted at aflive sine akkumulatører. Opbevar akkumulatoren koldt. Er den ikke i brug i længere tid, er det en god ide at lægge den i køleskabet eller i en plastikpose, og så i dybfryseren. Men husk, den skal have en temperatur på over plus 5 grader, inden der må lades på den.

vask': Efter afladning lades den op igen med 0,1 C i 28-36 timer. Kuren skal måske gentages, før alt er glemt.

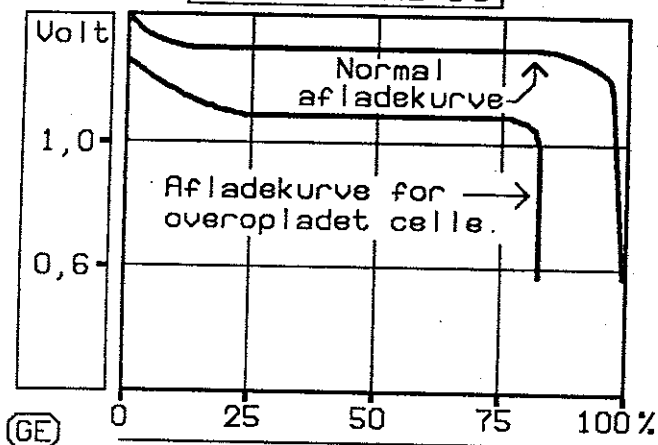
KURVEBLAD 10



Kurveblad 11: Et overopladet batteri afgiver væsentlig mindre energi end et korrekt ladet. Er næste opladning normal, er den oprindelige ydeevne tilbage.

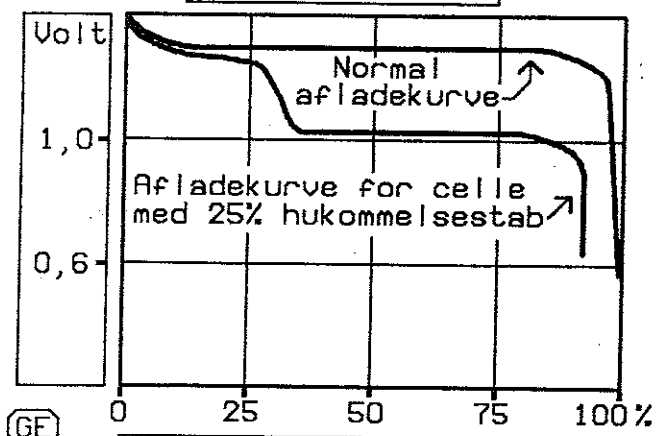
Kurveblad 12: 'Hukommelse' opstår, når et element ikke udnyttes fuldt ud. Dens ydelse indskrænker sig til det, den er blevet vænnet til. Skaden kan dog udbedres. Den skal blot gennemgå en 'hjerne-

KURVEBLAD 11



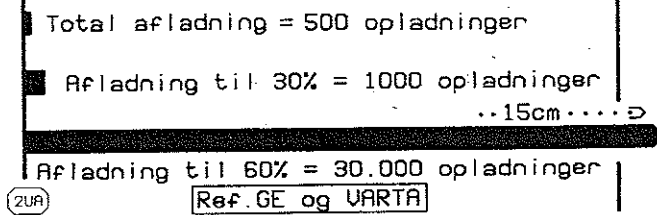
GE

KURVEBLAD 12



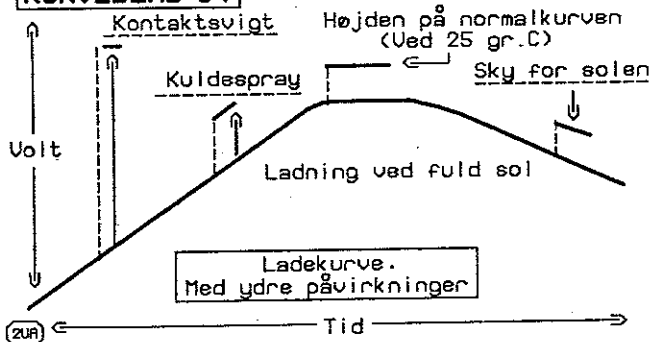
GE

SØJLEBLAD 13



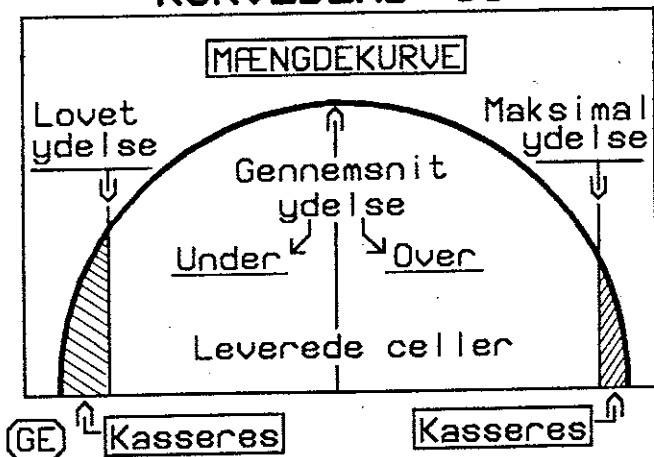
Kurveblad 13: Totalafladning af en NC-akkumulator er en dårlig forretning. Det er både General Electric og Varta enige om. Søjlerne taler for sig selv. Eventuelle hukommelsesproblemer klares med en gang hjernevask som omtalt ovenfor.

KURVEBLAD 14



Kurveblad 14: Hvis en opladning spændingsovervåges, må det sikres, at der ikke sker væsentlige ændringer af omgivelsestemperaturen. Kurven her er 'trykket noget' på grund af solvarme. Der kom utrolig hurtig respons på et kort pust med en kuldespray.

KURVEBLAD 15



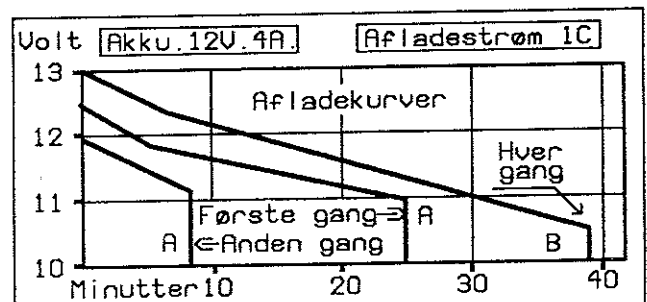
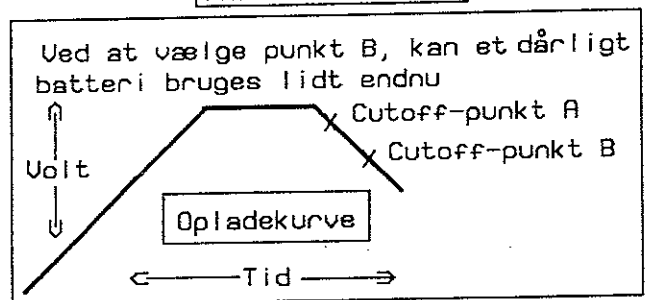
Kurveblad 15: Det er måske den mest ubehagelige kurve af dem alle, fordi vi ikke kan stille noget op mod den! Du skal forestille dig, at tegningen er en dyngede NC-celler. De skraverede felter angiver, hvor meget der skal fjernes fra dyngen for at blive kasseret. Men alligevel er der stadig en stor spredning i cellernes ydelse fra venstre til højre. Kurven afslører,

hvorfor det næsten er usandsynligt, at alle elementer i et batteri er identiske. Til krævende opgaver foretages der en sortering. Men trods det vil der med tiden opstå ubalance.

Den kurve, jeg på kurveblad 1 betegner som en norm, ligner ikke den kurve, der almindeligvis optræder i litteraturen. Grunden er den, at sidstnævnte kurve viser ladespændingsforløbet for et enkelt nyt element, opladet ved de normerede 25 grader. Denne kurve oplever vi måske aldrig i praksis. Ulykkeligtvis er kurven fejlagtigt blevet opfattet som en norm, der kan konstrueres ladere efter; men virkeligheden er en ganske anden. Den er, at elementer er koblet i serie til et batteri. I et batteri ligger elementerne tæt sammen, og det øger den varmeudvikling, der medvirker til at trykke spændingskurven nedad imod slutningen af ladeforløbet. Endelig er elementerne kun nye i en brøkdelen af deres liv. I resten af livsforløbet udvikler de individuelle spændingsprofiler. Alt dette må naturligvis tages med i overvejelserne, når en lader skal konstrueres. Ubalancen cellerne imellem tiltager med alderen; den afslører sig bl.a. i udfladningen på ladespændingstoppen. Den er navnlig udpræget på et ældre batteri, der har været helt afladet. Udfladningerne er et produkt af forskelle i celledspændingerne. Mens nogle spændinger er på vej op fra venstre, er andre på vej ned ad højre flanke. Endelig vil nogle celler have en højere spænding end den, som kurven viser. Formodentlig har ikke en eneste celle lige netop den spænding, som kurven viser. Uligheden afsløres også i afladespændingerne, som det kan ses på skemaet.

Man kan opleve elementer, der er utrolig sejlivede. Lykken er at få et batteri, hvor sådanne elementer har fundet sammen!

KURVEBLAD 16



SKEMA			
CELLE	A	B	C
Nr. 1	1,305	1,247	1,214
Nr. 2	1,247	1,182	1,128
Nr. 3	1,261	1,119	1,055
Nr. 4	1,261	1,200	1,154
Nr. 5	1,220	1,153	-0,234
Nr. 6	1,228	1,219	1,174
Nr. 7	1,247	1,175	1,124
Nr. 8	1,277	1,207	1,167
Nr. 9	1,251	1,177	1,037
Nr. 10	1,315	1,257	1,224

A=ubelastet. B=belastet m. 4A.
C=belastet til 10V. total

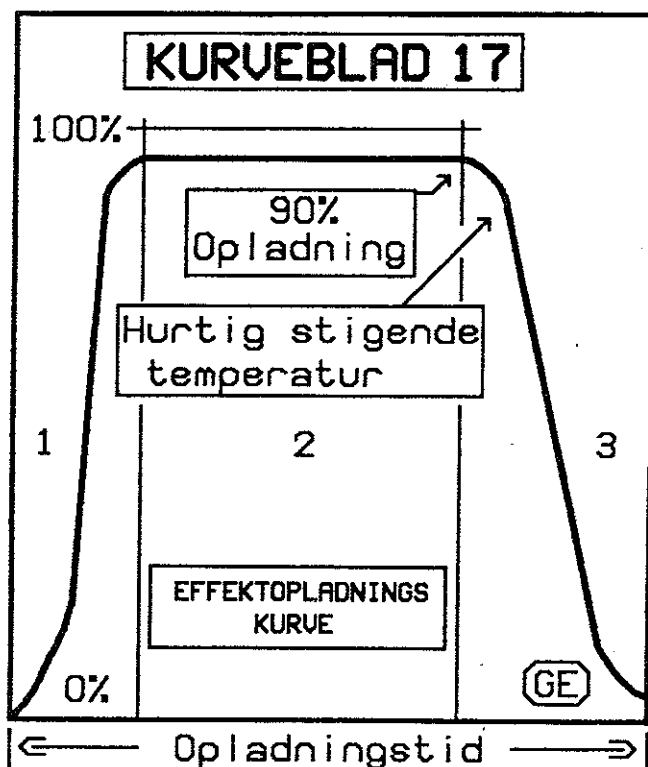
Kurveblad 16: Opladning af et 'træt' batteri. Afladningstiden er 38 minutter; den ville være 1 time, hvis batteriet var i orden. Ladeudkølingen foregår ved punkt B. Vælges punkt A i stedet, går batteriet ud efter 25 minutter. Oplades akkumulatoren igen til punkt A, holder batteriet kun 8 minutter. Vælges derimod punkt B hver gang, holder batteriet også hver

gang 38 minutter. En nærmere undersøgelse af batteriet afslørede, at en af cellerne bliver ompolariseret under afladningen. Et blik på skemaet vil afsløre, at det er meningsløst at aflade et brugt batteri som f.eks. her til 10 volt og så forvente, at resultatet er 1 volt pr.celle. For øvrigt fungerede akkumulatoren igen udmærket, da den defekte celle var udskiftet.

Kurveblad 17: Pas på at tyde denne kurve korrekt. Kurven viser hvor meget genbrugseffekt, der optages i elementet i forhold til input. I starten af opladningen, det er område 1, går størstedelen af den tilførte effekt til at omstille kemien fra en afladesituation til opladningsfasen. At kurven stiger, viser, at efterhånden som tiden går, bliver mere og mere af den tilførte effekt konverteret til anvendelig energi. I tidsforløb 2 kan næsten al tilført energi nyttiggøres. Kurven ligger tæt op mod 100 % linien. I fase 3 falder virkningsgraden igen. I denne periode kniber det for elektroderne at konsumere den tilførte energi hurtigt nok. Den uudnyttede energi omsættes til varme. Til sidst blokerer varme og tryk for en yderligere opladning. De sidste procenter mangler. Men det kan en top-opladning råde bod for: Når opladningen er færdig, får batteriet lov til at køle lidt af. Du må såmænd godt vente til næste dag. Efter hvileperioden sættes den til ladning igen. Spændingskurven bliver nu noget, der ligner A eller B på kurveblad 1. En top-opladning ses ofte anbefalet af udstyrsleverandørerne.

Nye typer akkumulatore (Nikkel Metal-Hydrid)

Et plus ved NiMH batterier er, at de har 30-40 % mere kapacitet end NC batterierne. En ulempe er, at



de har en forholdsvis stor lækstrøm: De aflader sig selv totalt på kun 14 dage. Højeste afladestrøm er 3 gange C; NC-Akkumulatorer tåler væsentlig mere. Hvor der kræves en høj strømstyrke f.eks. i modeljernbaner, kan der kun bruges NC-Akkumulatorer. Væsentlige grunde til, at de nye typer er blevet udviklet, er ønsket om få mere effekt med samme vægt, og at slippe for tungmetallet cadmium, der giver forureningsproblemer. Ladetiden ved 0,1 C er 15 timer. NiHM typerne tåler ikke dyb afladning. De tåler kun et begrænset antal overladninger. De taber kapacitetet hver gang, og klemspændingen formindskes. NiMH batterierne skulle ikke lide af hukommelsesproblemer. Følsomheden for overladning stiller større krav til ladeagregatet. Anbefalingen lyder på, at laderen detekterer spændingsfaldet ved fuld opladning og så kobler ud, altså en Delta-V lader. Faldet i spændingen er mindre end på NC-typerne. NiHM er væsentlig dyrere end NC-typerne. Prisen pr. Watt-time opgives til at være ca. 50 % højere. Det er prisen for at få 40 % mere effekt til rådighed pr. opladning.

Efterskrift

Efter at have afsluttet skriveriet, kom junior, Bo, OZ1LDH (han overtog i sin tid mit TV-job) og præsenterede mig for bogen: 'The Video Battery Handbook'. Bogen er udgivet af firmaet Anton Bauer, USA/England, og henvender sig primært til TV-fotografer. Bo har lånt bogen med hjem fra TV Midt-Vest. Her, som på de andre TV-stationer, er akkumulatoropladninger en daglig foreteelse og en stadig kilde til diskussion. Forfatteren til bogen gør en del ud af at advare mod de livsforkortende faktorer, og er også inde på det emne, jeg omtaler omkring kurveblade 4 og 5. I den forbindelse angiver han, at hvis en akkumulator konsekvent sættes på vedligeholdelsesladning, vil den ældes meget hurtigt; dens levetid reduceres med 80 %. Som noget nyt nævner han, at nyere typer højeffektive NC-akkumulatorer ikke tåler den lave ladestrøm på 0,1 C. Allerede efter 10 ganges opladning er batteriets kapacitet faldet med 50 %. Ulykken er dog ikke større, end at batteriet er oppe på mærkerne igen efter to hurtigopladninger.

I betragtning af, hvor mange år NC-akkumulatorerne har eksisteret, undrer det forfatteren, at der ikke forlængst er ryddet ud i de utallige misforståelser og myter, der huserer omkring dem. 'More fiction than fact' som han udtrykker det. Facts er der ellers nok af, så har du ønsker om at fordybe dig yderligere i emnet, kan jeg anbefale dig, at du får biblioteket til at skaffe de omtalte bøger hjem. Du får over 500 siders læsning. De er alle skrevet på engelsk.

Henvisninger

Varta s. 47+48: Krystalstørrelse med forskellige ladestrømme.

Varta s. 110: Vedligeholdelsesladning nedsætter kapaciteten. Kan genskabes ved flere normale opladninger eller opladning i dobbelt tid.

Varta s. 113+114+116: Kortslutning p.g.a. voksende krystalpartikler.

Varta s. 117+118: Afladning 60 % - 30 % - total, mere om levetid.

Varta s. 118: Temperatur 40 gr.C: levetiden reduceres med mere end 50 %.

GE s. 7-6: Lav ladetilstand kan betyde kortslutning. Kortslutningen kan ikke brændes over p.g.a. utilstrækkelig strøm.

GE s. 7-8: Memory effekt p.g.a lav overladningsgrad.

GE s. 7-10: 30.000 opladninger med 30 % afladning.

GE s. 4-27: Cellevariationer med kurver.

GE s. 4-3: Kurver over tryk og temperatur ved opladning.

GE s. 3-38: Total afladning farlig ved flere celler i serie p.g.a kapacitetsvariationer. Omvendt polarisering udvikler ilt, der forårsager trykforøgelse i en celle. Ved ofte gentagelser kan cellen blive ødelagt.

GE s. 4-38: Ladeudkobling ved max. spænding er ideel at bruge ved åbne NC-akkumulatorer. **OZ**

Priser på Kenwood pr. 1.1.96

Fra din Kenwood forhandler gennem 25 år
Vi ved noget om teknikken.
RADIOAMATØRVENLIGE PRISER, 2 års gratis service.

Type	pris dansk moms	pris tysk moms (*)
TH22E	1995,-	1900,-
TH79E	3995,-	3695,-
TM241E	2695,-	2495,-
TM441E	2995,-	2755,-
TM251E	3595,-	3295,-
TM451E	3695,-	3395,-
TM733E	5695,-	5200,-
TM742E	6995,-	6300,-
TM255E	7895,-	7300,-
TM455E	8295,-	7600,-
TS790E	17700,-	16300,-
TS50	7995,-	7300,-
TS60	8400,-	7300,-
TS690	11500,-	10600,-
TS450AT	12995,-	11900,-
TS850AT	14000,-	12995,-
TS870	18750,-	17250,-
TS950SDX	35700,-	32900,-
R5000	9500,-	8700,-

(*) + gebyr ca. 156,-.

Varer i vor Flensborg afd. købes med tysk moms.

Priserne gælder for alle EF borgere.

HUSK DU KAN KØBE ALLE VARER fra vor butik med tysk moms.

WERNER RADIO
BREDGADE 5 · 5450 OTTERUP · TLF. 64 82 33 33