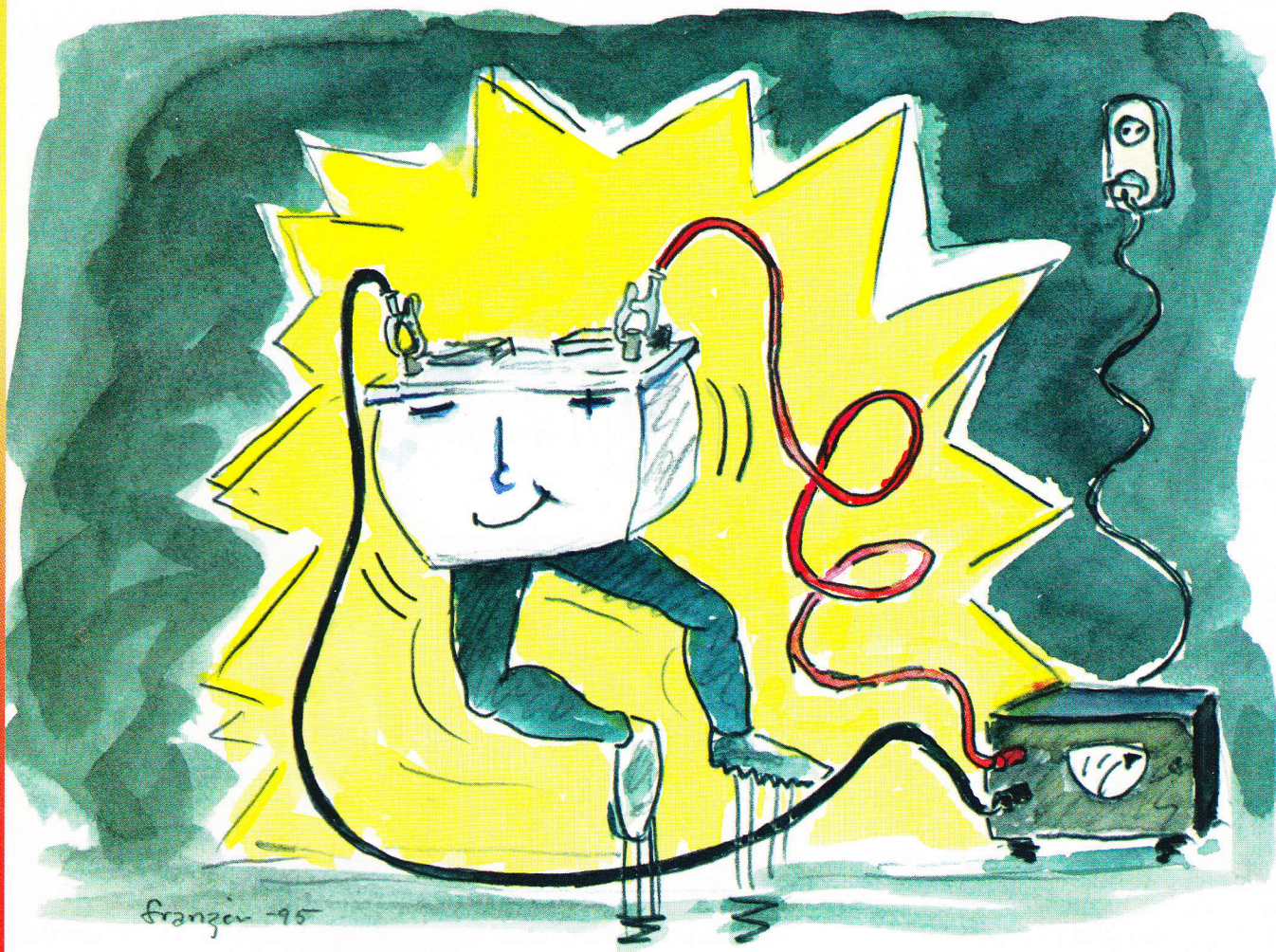




LADDARE FÖR BLYACKUMULATOR

I detta nummer fortsätter Elektronikvärlden sin serie byggprojekt med en laddare avsedd för blyackumulatorer.

Det här bygget passar dig som behöver en tillförlitlig backup till ett larm eller en styrutrustning. Bygget kan även användas som en del i ett regelsystem mellan till exempel solceller eller en vindsnurra och blyackumulatorer.

Av Nils-Åke Petersson

Laddningsbara batterier till små mobila system som telefoner, datorer och leksaker är oftast av typen NiCd (Nickelkadmium), Lithium eller NIMH (Nickel Metallhybrid). Dessa batterityper finns i standardstorlekar och kan ofta ersätta de gamla icke uppladdningsbara.

När energibehovet ligger i området 0,1Ah - 5Ah är ofta dessa batterityper ett bra val. Många telefon- och datortillverkare utformar sina egna slimmade batteripackar och lämnar inget utrymme för alternativ.

En stor nackdel med NiCd-batteriet är den snabba egenurladdningen. Ett batteri som ligger stilla i 4 månader förlorar typiskt halva sin kapacitet. Det är inte enkelt att ladda ett NiCd-batteri till 100% men det finns det gott om laddare på marknaden som försöker!

I stationära energisystem som UPS:er, larm eller i energikrävande mobila system som truckar, elbilar osv används ofta blyackumulatorer som har hög kapacitet och relativt lägre pris.

Blybatteriet har fördelen med lägre egenurladdning och fungerar bättre vid låga temperaturer. Det här med syrelekage och explosionsfarliga gaser från blybatterierna tillhör historien.

De flesta moderna slutna blybatterier är helt positionsoberoende och kräver minimal ventilation. Genom användningen som bilbatteri har blyackumulatören, i energiklassen över 40Ah, knappast någon konkurrent. Försök att sätta ihop ett NiCd-paket på 12V 65Ah för 600kr! Även mindre blyackumulatorer 0,5 - 10Ah har ett fördelaktigt pris i förhållande till NiCd-batterierna.

Ladda en blyack

är väl ingen konst!

För de flesta är väl bilens elsystem det närmaste man kommer en blyackumulator och dess laddare. Nya bilbatterier är ofta "underhållsfria" och många kompletterar sin hemmaverkstad med en, ofta billig laddare som kan kopplas in vintertid om batteriet tjuvar. Därmed tänker man inte så mycket på hur batteriet egentligen laddas, eller borde laddas för att hålla så länge som möjligt.

I andra energisystem där säkerhets- och ekonomiska aspekter har större betydelse blir laddningsprocessen och underhållet av batterierna av avgörande betydelse.

För att ladda ett blybatteri till 100% kapacitet, på bästa sätt, måste hänsyn tas både till batteriets aktuella laddningstillstånd och temperaturen. Dessutom är frågan hur lång tid en laddningscykel får ta?

Antag att du har ett batteri med **märk-kapaciteten (C)** 2,5Ah. Kapaciteten är ett mått på hur länge (t) batteriet kan leverera en bestämd ström (I), $C = I \cdot t$. Innebörden av att märkkapaciteten är 2,5Ah är dock inte att batteriet kan lämna 2,5 A under en timme. Batteriets **verkliga kapacitet** beror nämligen både på strömuttagets storlek och temperaturen.

Ofta är märkkapaciteten angivet vid 20 grader C och som ett strömuttag under 20 timmar vilket motsvarar strömmen **C/20** (i det här fallet $2,5/20=0,125$ A). Ett högre strömuttag till exempel **C/5** ger sämre kapacitet och ett lägre strömuttag till exempel **C/100** ger i allmänhet bättre kapacitet.

Motsvarande begrepp används när man skall beskriva hur uppladdningen av batteriet bör gå till. Ett 2,5 Ah batteri som laddas med 500 mA innebär **laddningsgraden C/5** ($C/5=500$ mA). Om samma batteri istället laddas med 25 mA (under längre tid) motsvarar detta laddningsgraden **C/100**. Vilket är bäst i det här fallet?

En sak är säker: För att återställa ett urladdat batteri till 100% måste det i praktiken överladdas. Laddningsförloppet kan illustreras i ett diagram. (**figur 1**)

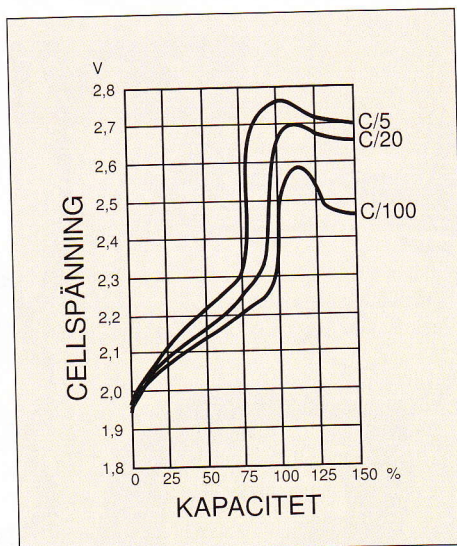
När ett rejält urladdat batteri laddas med konstant ström stiger cellspänningen först relativt långsamt. När återuppladdningen nått mellan 80 och 95% av full kapacitet (beror på laddningsströmmen) kommer en överladdningsreaktion som syns genom att cellspänningen stiger snabbt. Denna spänningsstegring är ett tecken på att batteriet håller på att bli fullt. Vid ca 110% kapacitet sjunker cellspänningen igen beroende på att batteriet håller på att förstöras.

För att komma upp i 100% måste således batteriet överladdas. För att detta skall ske med minimal cellförstörelse måste laddaren skifta över till en underhållsladdning med konstant spänning just när överladdningsreaktionen sätter in.

Detta är speciellt viktigt för icke-slutna blybatterier eftersom överladdningen

innebär en omedelbar förlust av vatten (väte och syrgas avges). För slutna batterier sker en rekombination och ingen vätskeförlust äger rum vid rimlig överladdning.

För att uppnå 100% kapacitet med snabbladdning (till exempel C/5) krävs en rejäl överladdningsreaktion nära gränsen till sjunkande cellspänning. För bästa livs-



Figur 1: Laddningskurva för olika laddström (Data från Unitrode).

längd och minimal cellförstörelse bör laddningsfaktorn vara lägre än C/100.

Det beror på applikationen om man tvingas göra avkall på livslängd i utbyte mot kort laddningstid. En bra laddare bör ge möjlighet att bestämma detta.

Underhållsladdning

Ett fulladdat batteri skall underhållas med en konstant spänning – **hållspänningen**.

Nivån skall vara sådan att den kompenserar för självurladdningen men inte så hög att överladdning successivt bryter ner battericellerna.

Kravet på hållspänningen är tufft! Batteritillverkaren Sonnenschein anger en hållspänning på 2,30 V/cell ## 30mV vid 20 grader C ## 5C ! En expert på laddare (från UNITRODE) påstår att ett modernt slutet blyackumulatorbatteri som underhållsladdas riktigt kan fungera i 10 år medan endast 5% avvikelse i laddningsspänningen kan **halvera** livslängden! En bra laddare måste således ha en noggrann spänningsstabilisering.

Temperaturstyrd laddare!

Blyackumulatorcellen har en negativ temperaturkoefficient på ca 4mV/grad C per 2V cell.

Antag att cellspänningen är 2,3V vid 20

grader C. Vid 45 grader C blir den då $25 \cdot 4 \text{ mV} = 100 \text{ mV}$ lägre dvs 2,2V. Om inte laddaren tar hänsyn till detta kommer batteriet att överladdas vid hög temperatur. Vid låg temperatur får batteriet motsvarande för låg spänning. I båda fallen med sämre kapacitet och kortare livslängd som resultat.

Hur skall då en

laddare se ut

Den enklaste laddaren är en spänningsregulator. (**Figur 2**)

En reglerkrets som LM317 kan justeras till hållspänningen $6 \cdot 2,30 \text{ V} = 13,8 \text{ V}$.

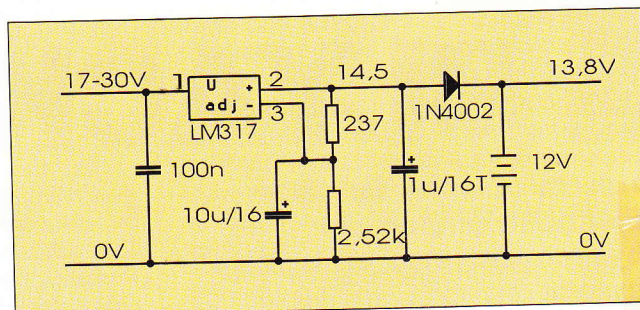
Den här laddaren saknar finesser men kan räcka till i många sammanhang. Batteriet underhållsladdas med någorlunda rätt spänning.

Om nätspänningen faller fungerar batteriet som reservkraft. Ingen spänningsjustering sker dock i förhållande till temperaturen. Laddströmmen kommer att bli olika stor beroende på hur mycket batteriet laddats ur när spänningen kommer tillbaka. Det är inte troligt att batteriet återuppladdas till full kapacitet eftersom detta kräver en viss överladdning.

I ett större och mera komplext system kan man givetvis sköta laddning och övervakningen med systemets mikroprocessor. Många enchipprocessorer har inbyggd AD-omvandlare som kan utnyttjas för att styra laddningsförloppet. Det är dock inte så ofta man ser denna lösning eftersom datorresurserna alltid är begränsade och den extra programvaran kostar.

I såväl digitala som analoga system där man behöver en tillförlitlig lösning på reservkraften satsar man därför ofta på någon av de specialkretsar som finns.

De flesta tillgängliga kretsarna för

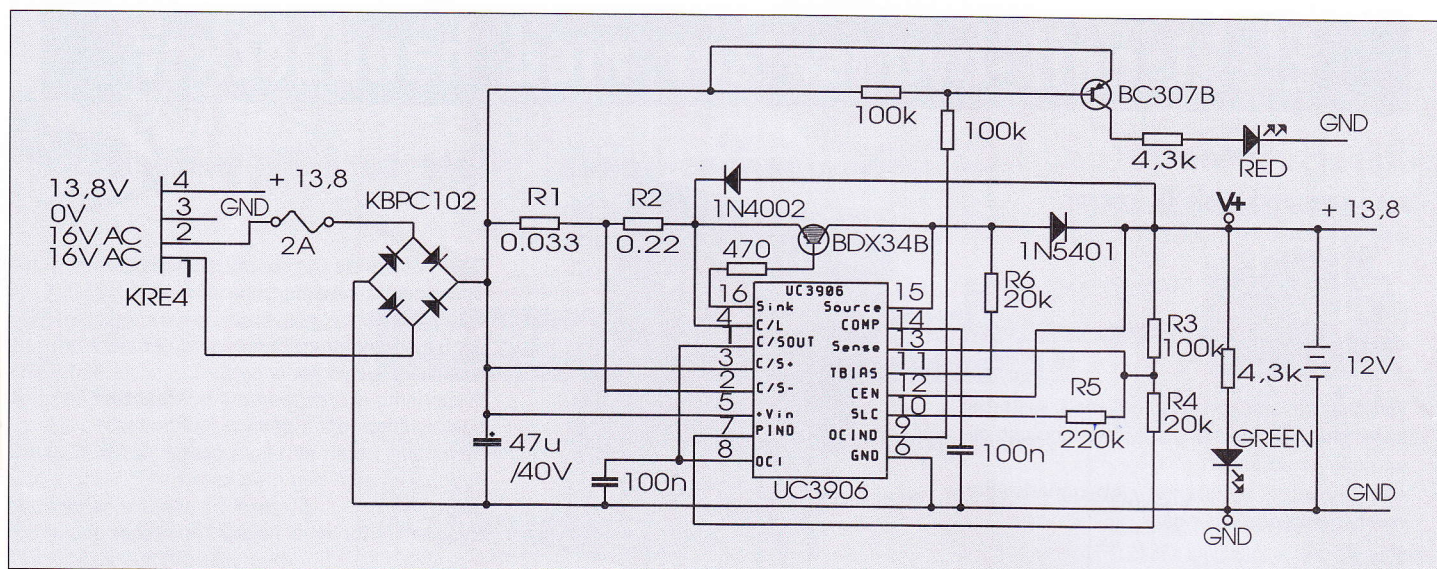


Figur 2: Enkel laddare med LM317.

laddningsövervakning är visserligen för NiCd-batterier men det finns kretsar även för blyackumulatorer.

Den krets vi valt att använda heter UC3906 som kommer från UNITRODE. Den har faktiskt funnits på marknaden i över 10 år och är fortfarande populär.

UC3906 integrerar det mesta av den elektronik som krävs för att konstruera en laddare som arbetar med valfri laddningsfaktor, för full kontroll av överladdningsförloppet och för en precis och temperatur-



Figur 3: Krafttaggregat med backup.

kontrollerad underhållsladdning. Som framgår av grundschemat (figur 3) krävs endast ett fåtal yttre komponenter.

Reservkraft med blyackumulator

Så här kan schemat se ut där UC3906 används både som reglerkrets och laddningsregulator för reservkraft till ett elektroniskt system (figur 3).

Framför själva kretsen sitter en likriktare vilket innebär att "krafttaggregatet" kan matas direkt med växelspanning.

Antag nu att nätspänningen varit bortkopplad en antal timmar. Batteriet, i det här fallet på 6,5Ah, har fungerat som backup till den anslutna elektroniska utrustningen och batterispänningen sjunkit ett par volt under hållspänningen 13,8V. Så kommer spänningen tillbaka genom transformatorn och nu skall batteriet laddas upp.

Kretsen känner spänningen över **R1 + R2** vilket bestämmer den maximala strömmen dvs laddningsgraden vid konstant strömmatning. Med en formel kan I_{max} beräknas som: $I_{max} = 250mV / (R1+R2) = 1000 mA$.

För ett batteri på 6,5 Ah motsvarar detta en laddningsfaktor C/6,5 såvida inte apparaten själv drar ström. I det här fallet drar vår apparat hela 500 mA vilket innebär att batteriet får 500mA vilket innebär en laddningsfaktor på C/13 med apparaten i funktion, dvs en ganska snabb återuppladdning.

Spänningsdelaren **R3 + R4** fastställer den nivå som motsvarar underhållsspänningen V_f (float voltage). Beräkningen av spänningsdelaren kan ske med formeln: $V_f = 2,3 (1 + R3/R4)$ där faktorn 2,3 är kretsens referensspänning.

För att uppnå full kapacitet måste dock spänningen tillåtas stiga till V_{oc} som är en kontrollerad nivå för överladdning.

$V_{oc} = V_f + 2,3 * R3/R5$. I databladet för det batteri man använder står i allmänhet

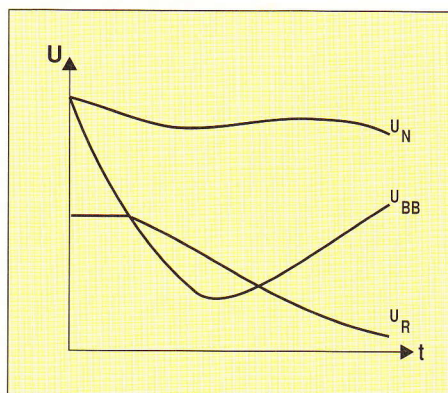
vilken nivå som tillåts vid överladdning av batteriet (2,7 V per cell är vanligt).

I vårt fall har vi valt $R5 = 220k$ vilket ger $V_{oc} = 13,8 + 1,0 = 14,8V$.

När spänningen kommer upp till $0,95 * V_{oc}$ startar laddaren överladdningsfasen och ställer då ut V_{oc} till batteriet. Efter en relativt kort stund kan inte batteriet ta mer laddning och strömmen sjunker. När den kommer ner under en fastställd nivå I_{oc} som bestäms av formeln $25mV / R1 = 758mA$ (därav 500 mA till apparaten) övergår laddaren till underhållsladdning med utspänningen V_f .

Laddaren håller nu denna spänning för varje belastning från 0 A upp till I_{max} .

En laddare som i exemplet ovan kan givetvis dimensioneras för andra batteri-



Figur 4: Referens- och urladdningskurvor.

spänningar som 6 eller 24V med olika kapacitet och för olika strömbehov.

När är batteriet slut?

I en utsliten blyackumulator sjunker spänningen snabbt vid belastning. Ett vanligt sätt att testa ett batteris kondition är därför att mäta hur snabbt spänningen sjunker.

Denna metod kan anpassas till varje

specifik tillämpning och kan ofta göras "on line".

Det finns alltid något tillfälle då batteriet belastas maximalt. Det kan vara en pump som startar eller siren som kopplas in. I detta läge sjunker spänningen och man kan bestämma sig för hur snabbt den får sjunka. Med hjälp av en komparatorkoppling jämför man batterispänningen med den fastställda referenskurvan. Om batteriets kondition är dåligt kommer spänningskurvorna att korsas varandra (figur 4).

Normalt ligger batterispänningen **UN** över referenskurvan **UR**. Vid kraftigt strömtag kan batterispänningen göra en tillfällig dykning. Om spänningen sjunker otillåtet snabbt, som **UBB** i diagrammet, kommer kurvorna att korsas och en komparator slår då om till ett varningsläge.

Det här är ett enkelt men ändå tillförlitligt sätt att automatiskt övervaka blyackumulatorkonditionen.

Artikeln är hämtad från bygghandboken "Laddningsregulator för blybatterier".

Beställ och bygg

Tillsammans med handboken finns en komplett byggsats till ett reglerkort för laddning av blyackumulatörer.

Pris: 395:- (inkl. moms).

Beställ direkt från **Belganet Dataelektronik, 370 12 HALLABRO. Tel 0457-52175.**