

# Ni-Cd Lader

■ Nikkel-Cadmium batterier er efterhånden blevet så billige, at det betaler sig at benytte dem fremfor almindelige tørellementer. Men hvordan får man ladet disse Ni-Cd celler op? Vi har bygget en lille universallader der kan klare dette.

## Elementerne

Lad os, inden vi går i gang med den egentlige konstruktion, se lidt på, hvad en Ni-Cd celle er. Anoden, det vil sige den positive del af nikkel-cadmium cellen består af nikkel-III-hydroxid og katoden, det er den negative side, består af metallisk cadmium. Når cellen aflades, reduceres anoden til nikkel-II-hydroxid, medens katoden bliver oxideret til cadmium-hydroxid. Fordelen ved denne proces er, at den er reversibel, den kan altså gå den modsatte vej, hvilket sker, når cellen lades op. Mellem anoden og katoden er en elektrolyt bestående af kaliumhydroxid, og dens kemiske sammensætning ændrer sig normalt ikke ved op- og afladning.

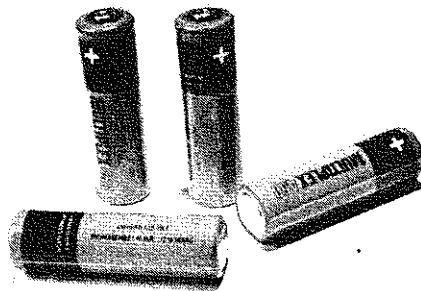
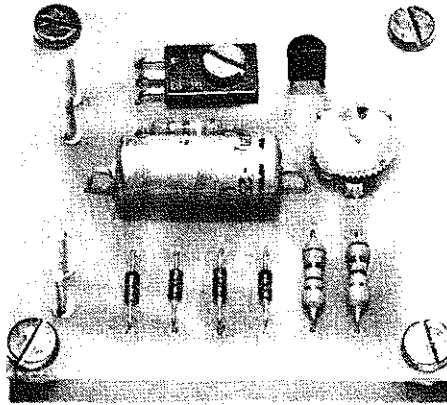
Når en Ni-Cd celle lades op, sker det ved, at man tvinger en strøm i modsat retning gennem cellen, således at den oxid, der er "ophobet" i katoden, nu oxiderer nikkel-II-hydroxid anoden. Denne proces må ikke forløbe for hurtigt, hvilket betyder, at ladestrømmen må begrænses. Bliiver den ikke det, kan man risikere, at ilten fra katoden i stedet for at oxidere nikkelen afgives til omgivelserne som fri ilt, hvorved cellens kapacitet mindskes. For de forskellige fabrikater angiver man sædvanligvis et anbefalet ladestrom, som garanterer at cellen ikke bliver ødelagt ved "overladning". Det er derfor vigtigt, at den angivne strøm ikke overskrides.

## Opladeren

Ni-Cd celler kan oplades på mange forskellige måder. Den mest almindelige — og den simpilste — er, at sætte cellen direkte til en halvølgeensrettet vekselspænding gennem en faldmodstand. Et sådant system ses skitseret på figur 1. Strømmen gennem cellerne bestemmes af faldmodstanden, samtidig med at dioden sørger for, at der kun afsættes effekt i cellerne i den halve tid.

Denne oplademetode har imidlertid flere ulemper. For det første vil ladestrømmen ikke være konstant hele tiden, og man kan altså ikke direkte beregne, hvornår cellerne er fuldt opladede. For det andet er transformatorens udgangsspænding bestemmende for, hvor mange (og hvor få) celler, der kan lades i serie, således at man ikke direkte kan bruge den samme oplader til alle formål.

En anden metode til opladning er at br-



Sådan ser en typisk Ni-Cd celle ud. På cellen opgives det almindeligvis, hvad den anbefalede ladestrom og tid er. Her skal der altså lades med 45 mA i 12 til 15 timer.

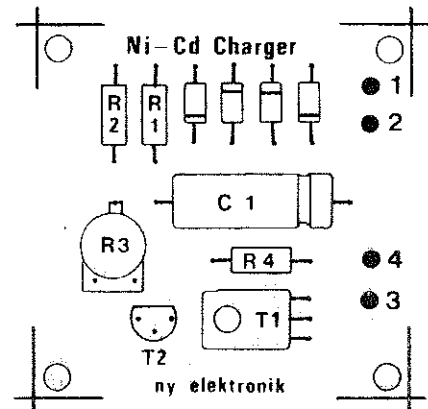
ge en såkaldt konstantstrømsgenerator. Diagrammet over sådan en er vist i figur 2. Fordelene ved at anvende en konstantstrømsgenerator er flere. For det første er man sikker på, at ladestrømmen hele tiden er konstant, og man kan ud fra de oplysninger, fabrikanten giver, beregne, hvornår cellerne er fuldt opladede. For det andet er antallet af celler, der kan tilsluttes, vilkårligt, således at opladeren kan bruges universielt. Naturligvis vil indgangsspændingen også her sætte en øvre grænse for antallet af celler. Endelig, for det tredje, vil en konstantstrømsgenerator sikre, at eventuelle kortslutninger i ledningerne mellem oplader og celler ikke vil skade opladeren.

## Diagrammet

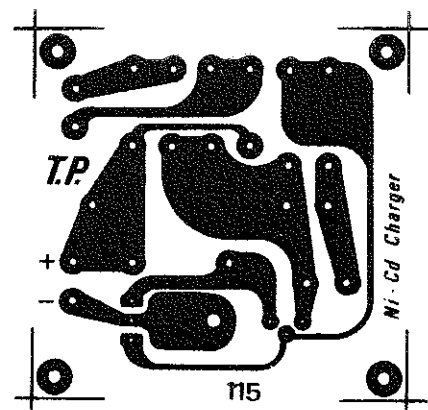
Som omtalt viser diagrammet figur 2 en konstantstrømsgenerator. Virkemåden er ganske enkel. I ensretteren D ensrettes spændingen fra transformatoren, der sluttes til over punkterne 1 og 2. Spændingen over D udglattes en smule med C1. Den

negative spænding ledes herefter igennem et modstandsnetværk bestående af R1, R2 og R3, hvorefter spændingen går gennem T1, der er den egentlige regulator. Basis på T1 er gennem R4 lagt til positiv spænding, og ser man i første omgang bort fra T2, vil T1 være mættet, så længe udgangsstrømmen er mindre end basisstrømmen gange strømforstærkningen for den pågældende transistortype.

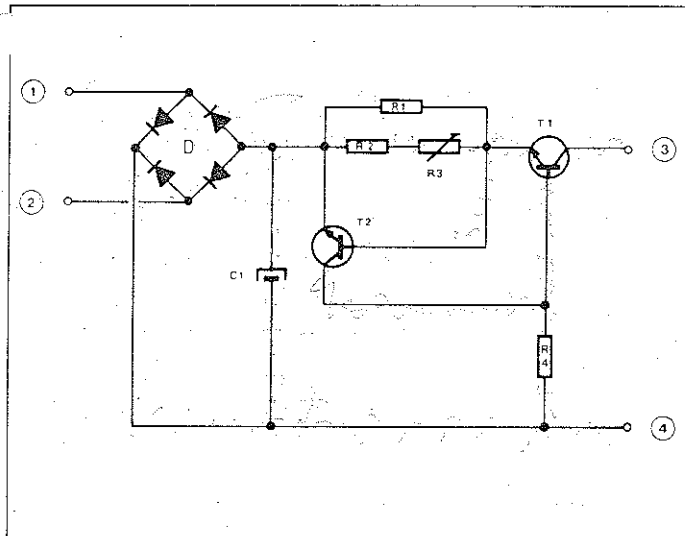
Over modstandsnettet sidder T2. Hvis spændingsfaldet over modstandene er mindre end 0,6 volt vil T2 være lukket, og basispotentialen på T1 påvirkes ikke. Hvis spændingen over basis-emitter på T2 stiger over 0,6 volt, vil der gå en strøm gennem T2, og derved vil potentialen på basis af T1 falde. Herved mindskes udgangsstrømmen gennem T1, og T2 sørger således for, at udgangsstrømmen hele tiden er



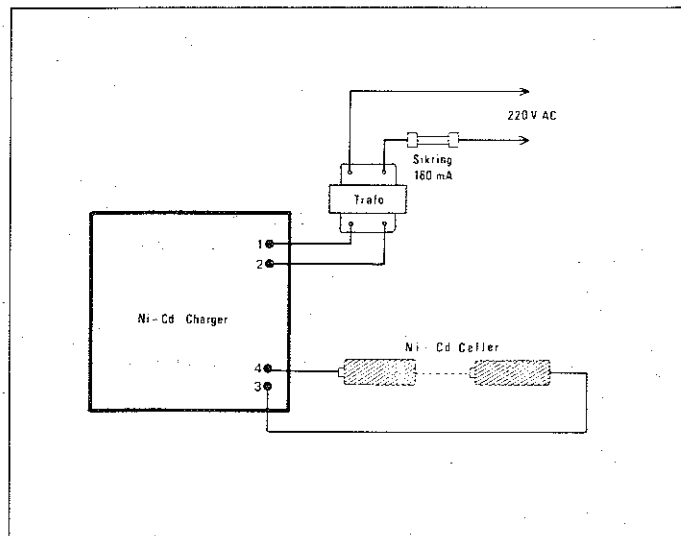
Figur 3. Printtegning over konstantstrømsgeneratoren. T1 skal monteres langs printet, så kobberarealet køler. Ved strømme over 100 mA skal man bruge køleplade på T1.



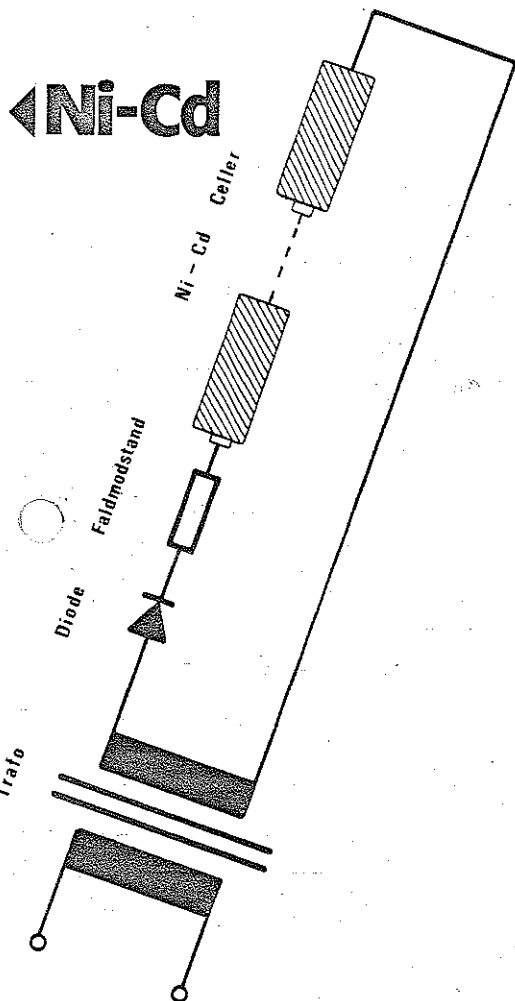
Figur 4. Komponentplacering. Hvis alle komponenter vendes som på figuren, skulder der ikke være problemer med at få opstillingen til at fungere.



Figur 2. Diagram over konstantstrømsgeneratoren der bruges som oplader. Med R3 kan man regulere udgangsstrømmen som indpasses med R1. Cellernes positive ende skal vende mod stift nummer 4, den negative mod stift 3.



Figur 5. Således forbindes Ni-Cd laderen. Cellernes positive ende skal vende mod stift 4. Transformatorens spænding kan vælges frit (C1's gennemslagsspænding må dog ikke overskrides). Der kan lades samme antal celler som spændingen på transformatoren, dvs. 12 volt trafo kan maksimalt lade 12 celler.



Figur 1. Dette er et typisk kredsløb for opladning af Ni-Cd celler. Ulempen er, at ladestrømmen ikke hele tiden er konstant, og man ved derfor ikke eksakt, hvor meget cellerne er opladet efter en givet ladetid.

konstant (idet T2 opretholder et spændingsfald på 0,6 volt over modstandsnettet).

Ved at ændre på R1's værdi kan man indpasse strømområdet, så det passer til, hvad ens celler kræver af strøm. Det er ganske let at beregne, hvad R1 skal være. Den maksimale strøm er givet ved:

$$I_{\max} = (600/R1) + 33.3 \text{ mA}$$

og den minimale strøm er:

$$I_{\min} = (600/R1) + 5.08 \text{ mA}$$

Eksempel:

Hvis R1 = 18 ohm, kan strømmen ved hjælp af R3 reguleres i området fra I max = (600/18) + 33.3 = 66.6 mA til I min = (600/18) + 5.08 = 38.4 mA.

Hvis man ønsker højere ladestrøm, skal R1 blot gøres mindre. Gøres R1 større, bliver strømmen mindre. For hver værdi af R1 kan man så med de angivne udtryk finde reguleringsområdet. På denne måde bliver det meget let at tilpasse spændingsgeneratoren, så den netop kan levere den strøm, man har brug for. Dog skal man være opmærksom på, at T1 vil udvikle en del varme, og man må montere en køleplade på T1, hvis man ønsker at bruge mere end 100 mA.

### Praktik

På figur 3 ses det lille print vi har lavet til opstillingen. Komponenterne skal placeres, som det vises på figur 4. Der skulle ikke være nogen ben i at samle opstillingen, blot må man være opmærksom på, at vende komponenter som dioder, transistorer og elektrolytter rigtigt.

Man bør i øvrigt bemærke sig, at T1 er monteret, så den ligger langs printet. Hvis ladestrømmen bliver over 100 mA, skal T1 som beskrevet have monteret en køle-

plade, og det er da mest hensigtsmæssigt, at lade T1 stå lodret.

Når det hele er loddet sammen, skal printet forbindes som det er vist på figur 5. Transformatoren skal kunne levere en strøm af nogenlunde samme størrelse som den ønskede ladestrøm, og spændingen kan vælges frit, blot den ligger under ca. 20 volt. (Spændingen på transformatoren kan godt vælges højere, men så skal C1 erstattes med en elektrolyt med højere gennemslagsspænding).

På stifterne 3 og 4 tilsluttes de Ni-Cd celler man ønsker at oplade. Her er det vigtigt at vende + på cellerne mod stift 4. Antallet af celler, der kan lades, er stort set lig med transformatorens spænding. En 12 volt transformator kan altså maksimalt lade 12 celler, en 6 volt trafo kan maksimalt lade 6 osv. Man kan naturligvis lade et færre antal end det maksimalt mulige, og udgangen tåler endog at blive kortvarigt kortsluttet.

Opstillingen fungerer sandsynligvis med det samme; der sluttet spænding til, og den kan anvendes til alle typer af nikkels-cadmium celler, idet strømmen jo kan tilpasses som beskrevet. Med denne enhed har man altså en universelt anvendelig Ni-Cd lader. □

Torben Petersen

### Komponenter

- R1 = 18 ohm (kan tilpasses. Setekst)
- R2 = 18 ohm
- R3 = 100 ohm trimme
- R4 = 3,9 kohm
- C1 = 100 µF/25V
- T1 = BD 165 NPN power
- T2 = BC 337-16 NPN
- D = 4x1N4148 (ved I<sub>max</sub> < 150 mA)
- Print = 0115