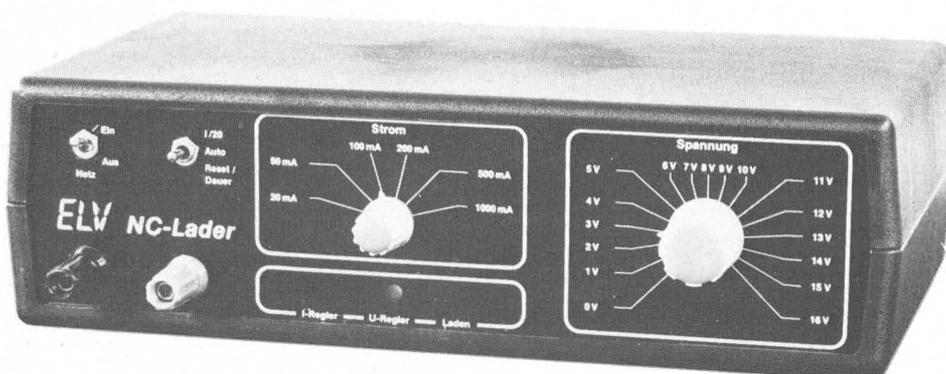


Automatisches Komfort-Ladegerät für Nickel-Cadmium-Akkus



Die hier vorgestellte Ladeeinrichtung ist auf die speziellen Eigenschaften von Nickel-Cadmium-Akkumulatoren zugeschnitten, wobei eine automatisch gesteuerte Schnellladung innerhalb einer Stunde ermöglicht wird. Spannung und Strom sind getrennt regelbar.

Allgemeines

Die allgemein im Modellbau und in der Funktechnik eingesetzten Nickel-Cadmium-Akkumulatoren, kurz NC-Akkus genannt, erfordern grundsätzlich eine andere Behandlungsweise als z. B. Bleiakkumulatoren, sofern man nicht die normalerweise hohe Lebensdauer der NC-Akkus gefährden will.

Ein NC-Akku mit einer Kapazität von 1 Ah kann z. B. über 10 Stunden mit 100 mA entladen werden. Die Aufladung geschieht dann im allgemeinen über 14 Stunden mit einem Zehntel der Kapazität, d. h. mit 100 mA.

Häufig wird jedoch gewünscht, die Aufladung in möglichst kurzer Zeit durchzuführen. Dies ist bei den gebräuchlichen NC-Akkus durchaus möglich, sofern man die wesentlichen Eigenschaften dieses Akkutyps berücksichtigt.

Die Hauptforderung beim Ladevorgang besteht darin, daß der Akku nicht mit hohen Strömen überladen wird, wodurch sich der innere Gasdruck und die Erwärmung der einzelnen Zellen dramatisch erhöht und den Akku innerhalb kürzester Zeit zerstören kann.

Ein NC-Akku kann ohne weiteres mit 100 % seiner Kapazität, d. h. im oben genannten Beispiel, mit 1 A geladen werden. Eine Erwärmung und eine starke Erhöhung des inneren Gasdrucks tritt erst dann auf, wenn die zugeführte Leistung nicht mehr im Akku gespeichert werden kann, sondern in Wärme umgesetzt wird.

Die hier vorgestellte Schaltung beruht nun darauf, daß grundsätzlich immer weitgehend leere NC-Akkus angeschlossen und dann für ca. 1 Stunde mit 100 % ihrer Nennkapazität geladen werden. Nach Ablauf 1 Stunde schaltet der NC-Lader automatisch auf $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes um, wodurch sich

eine Erhaltungsladung ergibt. Dieser Strom kann ohne weiteres praktisch unbegrenzt in den NC-Akku eingespeist werden, ohne daß dieser Schaden nimmt.

Anzumerken ist noch, daß durch die schnelle Ladung die volle Kapazität des Akkus innerhalb 1 Stunde nicht aufgebaut werden kann, sondern lediglich ca. 80 % zur Verfügung stehen. Aus Sicherheitsgründen sollte der Ladevorgang mit dem vollen Strom nicht länger als 1 Stunde dauern. Um die volle Kapazität zu erreichen, muß der Akku dann noch ca. 5 Stunden mit $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes gespeist werden, wobei, wie vorstehend bereits erwähnt, die Zeitdauer nach oben hin praktisch unbegrenzt ist.

In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig darauf hinzuweisen, daß die angeschlossenen Akkus möglichst weit entladen sind, denn bei Anschluß eines fast vollen Akkus würde dieser schon nach kurzer Zeit die zugeführte Leistung nicht mehr verarbeiten können und in Wärme umsetzen, die den Akku dann zerstören kann. Dies kann sogar soweit gehen, daß der Akku explodiert.

Funktionsbeschreibung

Mit dem links oben auf der Frontplatte befindlichen Netzschalter wird das Gerät eingeschaltet.

Mit dem rechts daneben befindlichen dreistelligen Kippschalter kann die Art des Ladevorganges gewählt werden:

1. Es wird ständig mit $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes geladen.
2. Der Ladevorgang wird automatisch gesteuert, d. h., es wird für 1 Stunde mit dem vollen Nenn-Strom geladen und danach automatisch auf $\frac{1}{20}$ des Nenn-Stromes umgeschaltet. Der Schnell-Ladevorgang wird durch kurzes Betätigen dieses Tasters auf Stellung Reset/Dauer gestartet.

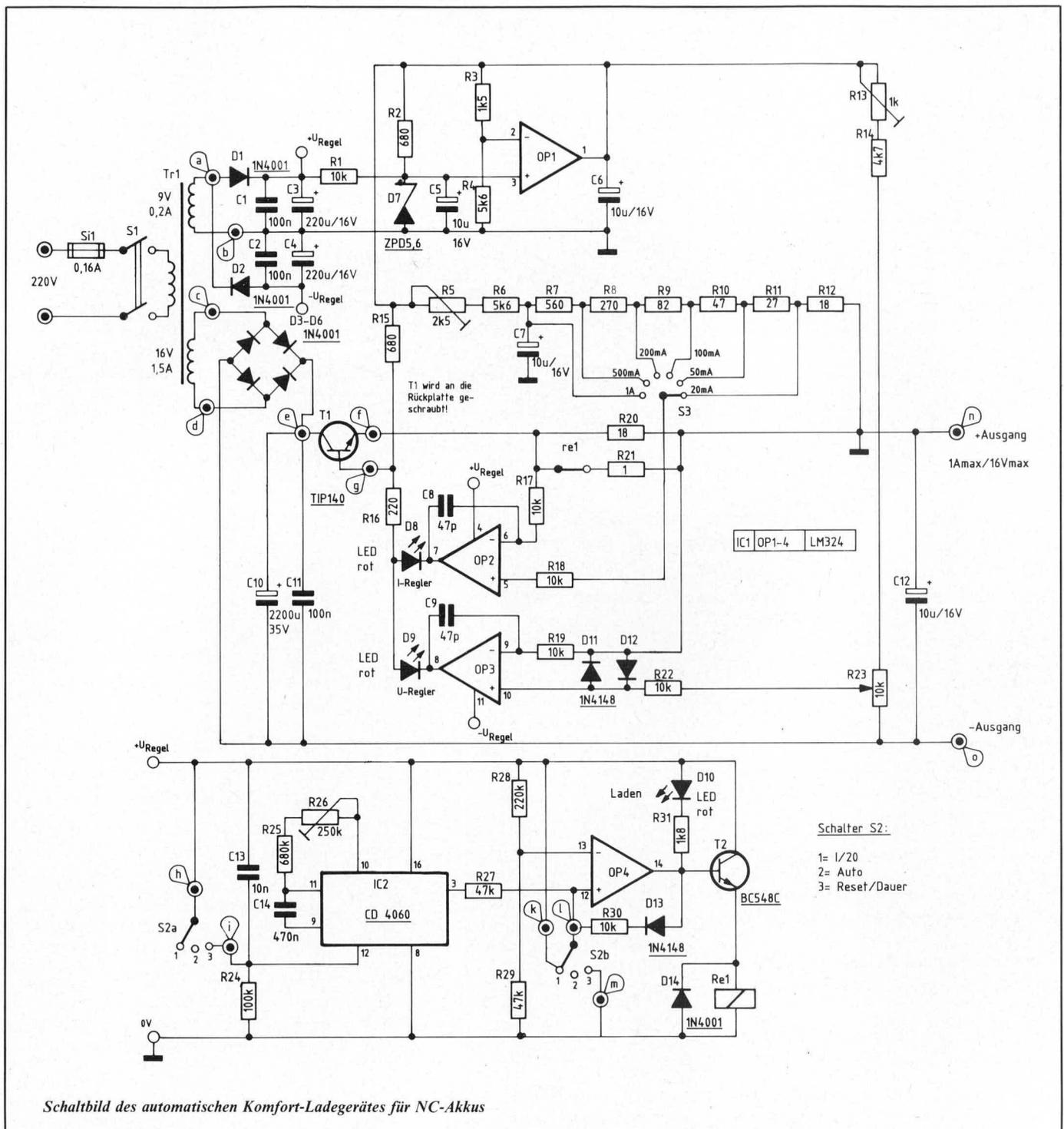
3. In dieser Stellung wird ohne zeitliche Begrenzung mit dem vollen Strom geladen.

Die Entnahmebuchsen befinden sich links unten auf der Frontplatte.

Rechts daneben, unterhalb des Drehschalters zur Einstellung des gewünschten Schnell-Ladestromes, befinden sich drei Leuchtdioden, die anzeigen, ob der Stromregler zum einwandfreien Laden in Betrieb ist, oder ob der Spannungsregler bereits eine Begrenzung aufgrund von Überspannungen vorgenommen hat. Die dritte LED

Technische Daten:

Spannungseinstellung 0-16 V	
Strombereiche:	
Wahlschalter in Stellung 1 (I/20)	
1 mA	10 mA
2,5 mA	25 mA
5 mA	50 mA
Wahlschalter in Stellung 2 (Automatik)	
Befindet sich der Wahlschalter in Stellung 2 (Automatik), so wird nach Ablauf einer Stunde von „Dauerstrom“ auf „I/20“ automatisch umgeschaltet, so daß der Akku jetzt einen Erhaltungsladestrom zugeführt bekommt.	
Wahlschalter in Stellung 3 (Reset/Dauer)	
20 mA	200 mA
50 mA	500 mA
100 mA	1000 mA



leuchtet solange der Schnell-Ladevorgang andauert.

Der U-Regler zur Einstellung der max. Ladespannung befindet sich ganz rechts auf der Frontplatte. Mit diesem Regler können Spannungen von 0 bis 16 V eingestellt werden. Normalerweise sollte sich dieser Regler ganz am rechten Anschlag befinden. Wünscht man hingegen eine Begrenzung der Ladespannung, ist dies mit dem U-Regler vorzunehmen.

Aus den vorstehend beschriebenen Eigenschaften des NC-Laders ist ersichtlich, daß sich dieses Gerät auch ohne weiteres als Netz-Gerät einsetzen läßt, zumal über die Schalterstellung Reset/Dauer auch Ströme von 1 A entnommen werden können, bei Spannungen, die mit dem U-Regler von 0-16 V einstellbar sind.

Zur Schaltung

Der Leistungsteil des NC-Laders besteht aus der Trafowicklung 16 V/1,5 A, in Zusammenhang mit den Gleichrichterioden D 3 bis D 6, den Kondensatoren C 10 bis C 12 sowie dem Endstufentransistor T 1.

Die eigentliche Regelungselektronik wird durch die beiden Operationsverstärker OP 2 (I-Regler) und OP 3 (U-Regler) dargestellt.

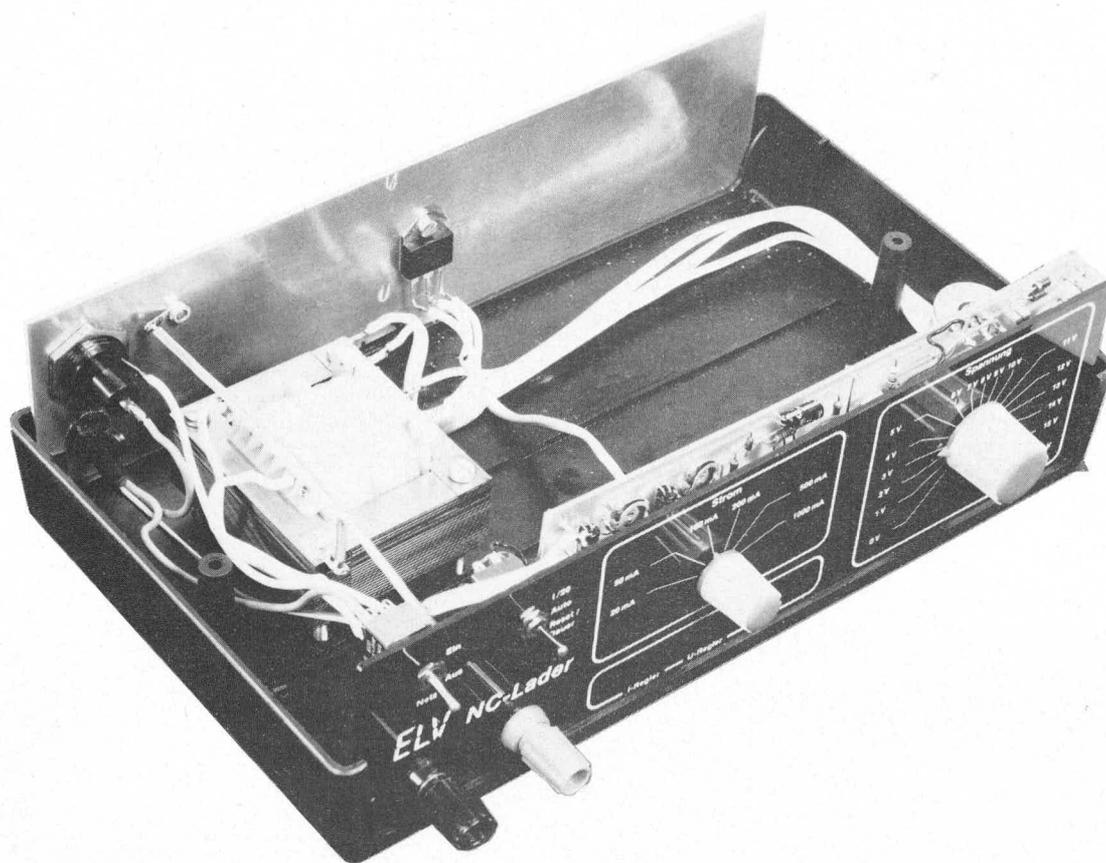
Die Versorgung der Regelungselektronik wird über die zweite Trafowicklung von 9 V/0,2 A in Zusammenhang mit den Gleichrichterioden D 1 und D 2 sowie den Kondensatoren C 1 bis C 4 vorgenommen. In Verbindung mit D 7 sowie dem OP 1 mit Zusatzbeschaltung, wird eine Referenzspannung aufgebaut, die über dem Kondensator C 6 an Pin 1 des OP 1 ansteht.

Über R 13, R 14 in Verbindung mit R 23, wird diese Referenzspannung zur Spannungseinstellung mit Hilfe des OP 3 eingesetzt, dessen Ausgang über D 9 den Endstufentransistor T 1 ansteuert.

Über R 5, R 6 gelangt diese Referenzspannung darüber hinaus auf die Spannungsteilerkette R 7 bis R 12, die in Verbindung mit dem Drehschalter S 3 die Einstellung des Ladestromes vornimmt. Über R 18 gelangt der mit S 3 eingestellte Spannungswert, der einem entsprechenden Stromwert entspricht, auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 2, der zur Stromregelung über D 8 auf den Endstufentransistor T 1 wirkend dient.

Über R 17 gelangt dann die zweite Information (Spannungsabfall an R 20/R 21) auf den invertierenden (-) Eingang des OP 2.

Schalter S2:
1= 1/20
2= Auto
3= Reset/Dauer



Ansicht des geöffneten automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus

Die eigentliche Regelung ist damit schon beschrieben. Solange das Relais Re 1 stromlos bleibt, ist der Ruhekontakt re 1 geschlossen und es fließt der mit S 3 eingestellte Schnell-Ladestrom – vorausgesetzt, daß mit R 23 (Spannungseinstellpoti) eine ausreichend große Spannung eingestellt wurde.

Nach Ablauf 1 Stunde (S 2 steht hierbei auf „auto“) zieht Re 1 an und der Kontakt re 1 öffnet sich, wodurch der Ladestrom auf $\frac{1}{20}$ reduziert wird.

Die Zeitdauer von 1 Stunde wird mit Hilfe des IC 2 realisiert, das einen internen Oszillator sowie einen Teiler durch 2^{14} besitzt, wobei die Oszillatorfrequenz durch R 25, R 26 in Verbindung mit C 14 festgelegt wird. Mit R 26 kann diese Frequenz geringfügig eingestellt werden, so daß der Zustandswechsel von „low“ nach „high“ an Pin 3 des IC 2 exakt nach 1 Stunde auftritt. Hierdurch wird OP 4 so angesteuert, daß dessen Ausgang Pin 14 ebenfalls auf „high“ geht und T 2 durchsteuert (Re 1 zieht an – der Schnell-Ladevorgang wird abgebrochen und der Strom auf $\frac{1}{20}$ reduziert).

Über D 13 und R 30 wird eine Selbsthaltung herbeigeführt, die erst durch Betätigen der Reset-Funktion gelöscht werden kann (S 2).

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich besonders einfach, da sämtliche Bauelemente bis auf Sicherung, Netzschalter und Trafo auf einer Platine Platz finden.

Zunächst werden die Brücken, die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in ge-

wohnter Reihenfolge eingelötet. Beim Einbau der Halbleiter, besonders beim IC 2, ist entsprechende Vorsicht geboten, damit keine Zerstörung durch Überhitzung oder statische Aufladung (IC 2) auftreten kann.

Befestigt wird die Platine, indem sie über zwei links und rechts an der Unterkante angeschraubte Alu-Winkel mit der Gehäuseunterschale verbunden wird, wobei der Abstand zwischen Leiterplatte und Frontplatte ca. 10 mm betragen sollte, so daß die Leuchtdioden möglichst direkt an die Frontplatte anstoßen bzw. max. 3 mm von ihr entfernt sind.

Das Netzkabel ist über den in die Rückwand eingeschraubten Sicherungshalter auf den Netzschalter und von dort auf den Transformator zu führen. Besonders wichtig ist es, auch den Schutzleiter (gelb/grün) korrekt anzuschließen. Er ist sowohl mit dem Netzschalterhals über eine Lötöse mit einem Innendurchmesser von 6 mm anzuschließen als auch an den Transformator, die Aluminium-Rückplatte und die beiden Befestigungswinkel für die Leiterplatte, d. h., es sind alle von außen zugänglichen Metallteile mit dem Schutzleiter zu verbinden.

Der Transformator, der ebenfalls mit dem Schutzleiter verbunden wurde, ist über vier Schrauben und zwölf Muttern im hinteren Teil des Gehäuses mit der unteren Halbschale zu verschrauben.

Damit ist der Nachbau des NC-Laders, der auch als Netzgerät eingesetzt werden kann, beendet.

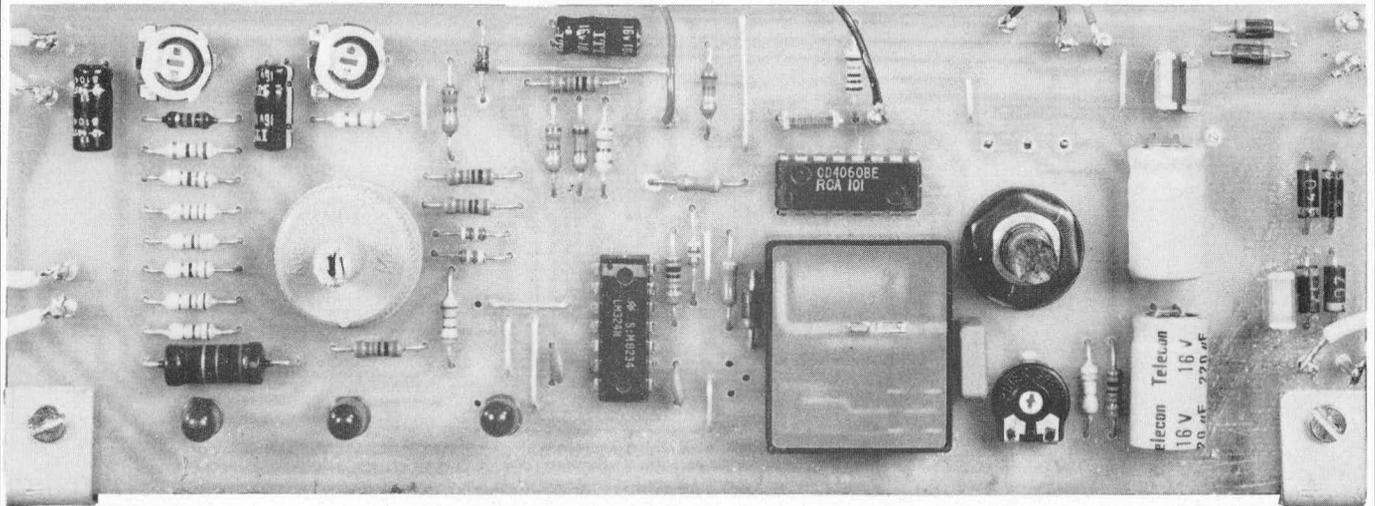
Abgleich/Einstellung

Die Einstellung des max. möglichen Ausgangsstromes geschieht mit Hilfe des Trimmers R 5. Hierzu wird der Ausgang über ein Amperemeter mit minimal 1 A Meßbereich kurzgeschlossen. Der Stromeinsteller S 3 ist in Stellung 1 A zu bringen und das Spannungseinstellpoti R 23 im Uhrzeigersinn zu drehen (Rechtsanschlag). Mit R 5 wird jetzt der Ausgangsstrom auf 1 A eingestellt. Damit sind auch alle anderen Strombereiche automatisch, von geringfügigen Abweichungen einmal abgesehen, kalibriert.

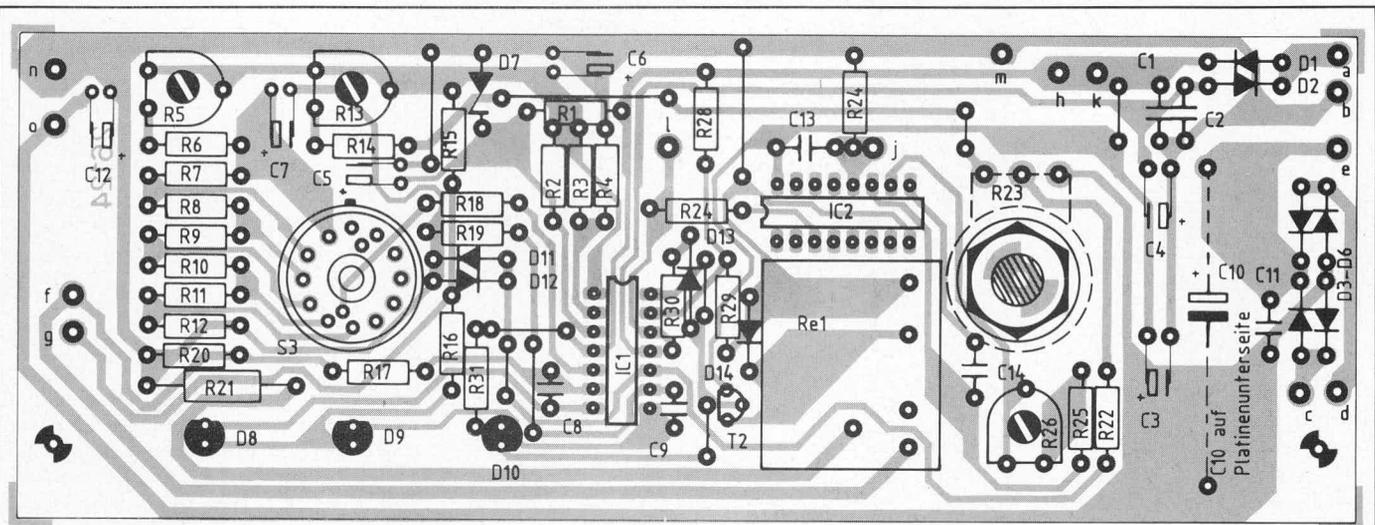
Für die Einstellung des max. Ausgangsspannungswertes wird jetzt das Amperemeter entfernt und durch ein Voltmeter (20 bis 30 V Vollausschlag) ersetzt. Mit R 13 wird jetzt bei Rechtsanschlag von R 23 eine Ausgangsspannung von 16 V eingestellt.

Die Zeitdauer des Schnell-Ladevorganges kann mit R 26 in gewissen Grenzen variiert werden, wobei ein Wert von 1 Stunde möglichst nicht überschritten werden soll. Zunächst ist S 2 in Stellung 3 (Reset/Dauer) zu bringen. Nachdem S 2 in Stellung „auto“ gebracht wird, ist die Zeit zu messen, bis die Leuchtdiode „laden“ D 10 verlischt. Gleichzeitig zieht das Relais Re 1 an. Ist die Zeitdauer zu kurz, muß mit R 26 ein größerer Widerstandswert eingestellt werden, während bei zu langer Zeitdauer der Widerstandswert von R 26 durch Verdrehen zu verkleinern ist.

Damit ist die Kalibrierung des NC-Laders beendet und dem Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.



Ansicht der fertig bestückten Platine des automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus



Bestückungsseite der Platine des automatischen Komfort-Ladegerätes für NC-Akkus

Stückliste:
NC-Lader

Halbleiter:

- IC1 LM 324
- IC2 CD 4060
- T1 TIP 140
- T2 BC 548
- D1-D6, D14 1 N 4001
- D7 ZPD 5,6
- D8-D10 LED, rot, 5 mm
- D11-D13 1 N 4148

Widerstände

- R1 10 k Ω
- R2 680 Ω
- R3 1,5 k Ω
- R4 5,6 k Ω
- R5 2,5 k Ω , Trimmer liegend
- R6 5,6 k Ω
- R7 560 Ω
- R8 270 Ω
- R9 82 Ω
- R10 47 Ω

- R11 27 Ω
- R12 18 Ω
- R13 1 k Ω , Trimmer liegend
- R14 4,7 k Ω
- R15 680 Ω
- R16 220 Ω
- R17-R19, R30 10 k Ω
- R20 18 Ω
- R21 1 Ω , 1 Watt
- R22 10 k Ω
- R23 ... 10 k Ω , Poti, lin, 6mm Achse
- R24 100 k Ω
- R25 680 k Ω
- R26 250 k Ω , Trimmer liegend
- R27, R29 47 k Ω
- R28 220 k Ω
- R31 1,8 k Ω

Kondensatoren:

- C1, C2, C11 100 nF
- C3, C4 220 μ F/16 V
- C5, C6, C7, C12 10 μ F/16 V
- C8, C9 47 pF
- C10 2200 μ F/35 V liegend

- C13 10 nF
- C14 470 nF

Sonstiges

- S1 Kippschalter 2 x um
- S2 Kippschalter 2 x um mit Mittelstellung
- S3 Präzisions-Drehschalter ITT 6x2
- Si1 0,16 A mittelträge
- Re1 Kartenrelais 12 V, liegend, 1 x um, 8 A
- Tr1 prim: 220 V, 26 VA
sek: 9 V, 0,2 A
16 V, 1,5 A

- 14 Lötstifte
- 1 Einbausicherungshalter
- 2 Alu-Befestigungswinkel
- 1 Glimmerscheibe Für TO 3 P
- 1 Isolierrippel
- 6 Schrauben M 3 x 10 mm
- 6 Muttern M 3
- 4 Schrauben M 4 x 40 mm
- 12 Muttern M 4
- 3 Lötösen 3 mm
- 1 Lötöse 4 mm
- 1 Lötöse 6 mm