

ELV-Serie Modellbau

NC-Akku-Schnellladeautomat

Konzipiert für den Einsatz „im freien Feld“ können mit diesem Gerät Akkus in kürzester Zeit aus der Auto-Batterie wieder aufgeladen werden. Zunächst wird zum Erreichen von genau definierten Anfangsbedingungen eine Schnell-Entladung vorgenommen. Die erforderliche Ablaufsteuerung erfolgt hierbei automatisch.

Allgemeines

Im Modellbau ist der Anteil von Elektroantrieben in Schiffmodellen bekanntermaßen dominierend. Aufgrund der immer besser werdenden Motore und besonders der Akkus, kommt dieser Antriebsart im Flugmodellbau wachsende Bedeutung zu. Je höher die Ansprüche an die Leistung eines Modells sind, desto kürzer ist im allgemeinen die Betriebsdauer mit einer Akkuladung. Häufig ist es daher wünschenswert, einen Akku-Satz „im freien Feld“ in möglichst kurzer Zeit aus dem Auto-Akku wieder aufzuladen.

Einige Hersteller von NC-Akkus haben neuartige, entsprechend schnell ladefähige Typen entwickelt, bei denen die Ladezeitdauer von normalerweise 14 Stunden, bis auf 0,5 Stunden verkürzt werden kann. Die einladbare Leistung ist bei einer Ladedauer von 0,5 Stunden jedoch auf 60 bis 80 % begrenzt. Durch Weiterladen mit „normalem“ Ladestrom kann die gespeicherte Energie allerdings wieder auf 100 % erhöht werden.

Bedienung und Funktion

Die Schaltung ist geeignet, schnell ladefähige NC-Akkus innerhalb von 0,5 Stunden wieder aufzuladen.

Hierzu wird das Gerät zunächst an einen 12 V Auto-Akku angeschlossen, dessen Spannung zwischen 10 V und 15 V schwanken darf. Durch eingebaute Schutzdioden ist die Schaltung vor Verpolung gesichert.

Der dreistellige Kippschalter zur Stromeinstellung, befindet sich zunächst in Mittelstellung. Hierdurch wird die Elektronik in ihren Ausgangszustand gesetzt.

Der aufzuladende NC-Akku wird jetzt an die beiden Ausgangsklemmen angeschlossen, wobei auf korrekte Polarität sorgfältig zu achten ist. Die Zellenzahl kann zwischen 1 und 7, entsprechend einer Akku-Nennspannung von 1,2 V bis 8,4 V, liegen.

Mit dem Poti R 27 wird die Nennspannung des angeschlossenen NC-Akkus eingestellt. Dies ist für den Entladevorgang erforderlich, damit die Elektronik den Abschaltzeitpunkt anhand der Entladespannung bestimmen kann, wobei die Steuerung vollautomatisch erfolgt.

Solange sich der dreistellige Kippschalter in Mittelstellung befindet, sind die beiden Endstufentransistoren für den Lade- (T 7) bzw. Entladevorgang (T 6) gesperrt und in

den angeschlossenen NC-Akku fließt weder ein Strom hinein noch wird ihm einer entnommen.

Mit dem Kippschalter S 1 können zwei verschiedene Lade- bzw. Entladeströme eingestellt werden. Obwohl es zahlreiche verschiedene schnell ladefähige Akku-Typen auf dem Markt gibt, dürften zwei Ladeströme ausreichen. Die Dimensionierung der Schaltung ist auf die wohl am häufigsten vorkommenden Akku-Nennkapazitäten von 1,2 Ah sowie 1,8 Ah ausgelegt. Dies entspricht einem Schnellladestrom von $1,2 \text{ Ah}/0,5 \text{ h} = 2,4 \text{ A}$ bzw. $1,8 \text{ Ah}/0,5 \text{ h} = 3,6 \text{ A}$. Letztgenannter Strom stellt auch gleichzeitig den maximal mit dieser Schaltung zu verarbeitenden Strom dar.

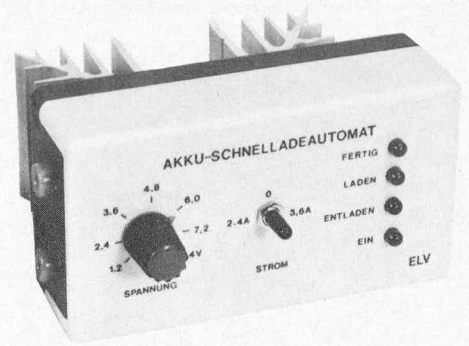
Grundsätzlich können beim Aufbau der Schaltung diese beiden Ströme individuell den jeweils vorhandenen NC-Akkus angepaßt werden. Hierzu sind lediglich R 2 bzw. R 4 zu vergrößern.

Sobald der Kippschalter S 1 in eine der beiden zur Festlegung des Strombereichs dienenden Stellungen gebracht wird, startet der Entladevorgang mit dem gewählten Strom. Der Entladestrom ist gleich dem Ladestrom.

Sobald die Entladeschlußspannung erreicht wird, bricht die Elektronik automatisch den Entladevorgang ab und startet den halbstündigen Schnellladevorgang.

Die Entladezeitdauer wird individuell von der Elektronik gesteuert und ist abhängig von der Restladung, die noch im angeschlossenen NC-Akku vorhanden war. Die Zeitdauer der Schnellladung hingegen ist genau auf 0,5 Stunden festgelegt. Dies entspricht optimalen Schnellladebedingungen bei 20fachem Nennladestrom, entsprechend der doppelten Akku-Kapazität. Ein schnell ladefähiger NC-Akku mit einer Nennkapazität von 1,8 Ah wird also für eine halbe Stunde mit $2 \times 1,8 \text{ A} = 3,6 \text{ A}$ aufgeladen.

Eine definierte und vollständige Entladung ist unbedingt erforderlich, damit bei dem anschließenden Schnellladevorgang ein Überladen ausgeschlossen wird. Grundsätzlich besteht zwar auch die Möglichkeit anhand der Überwachung der Ladespannung oder auch der Temperatur, während des Schnellladevorganges den Ladezustand des angeschlossenen NC-Akkus zu überprüfen und anhand der entsprechenden Informationen den Schnellladevorgang zu unterbrechen. Für den rauen Einsatz „im



freien Feld“, bietet die hier vorgestellte Version mit vorheriger Entladung, praxisnahe und einfache Bedienbarkeit.

Zur Schaltung

Die Versorgung der Steuer- und Regelelektronik wird über einen 6 V-Festspannungsregler des Typs 78L06 (IC 1) in Verbindung mit der Schutzdiode D 2 sowie den Kondensatoren C 1 bis C 3 stabilisiert.

Die Leuchtdiode D 3, dient in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 19 zur Einschaltkontrolle.

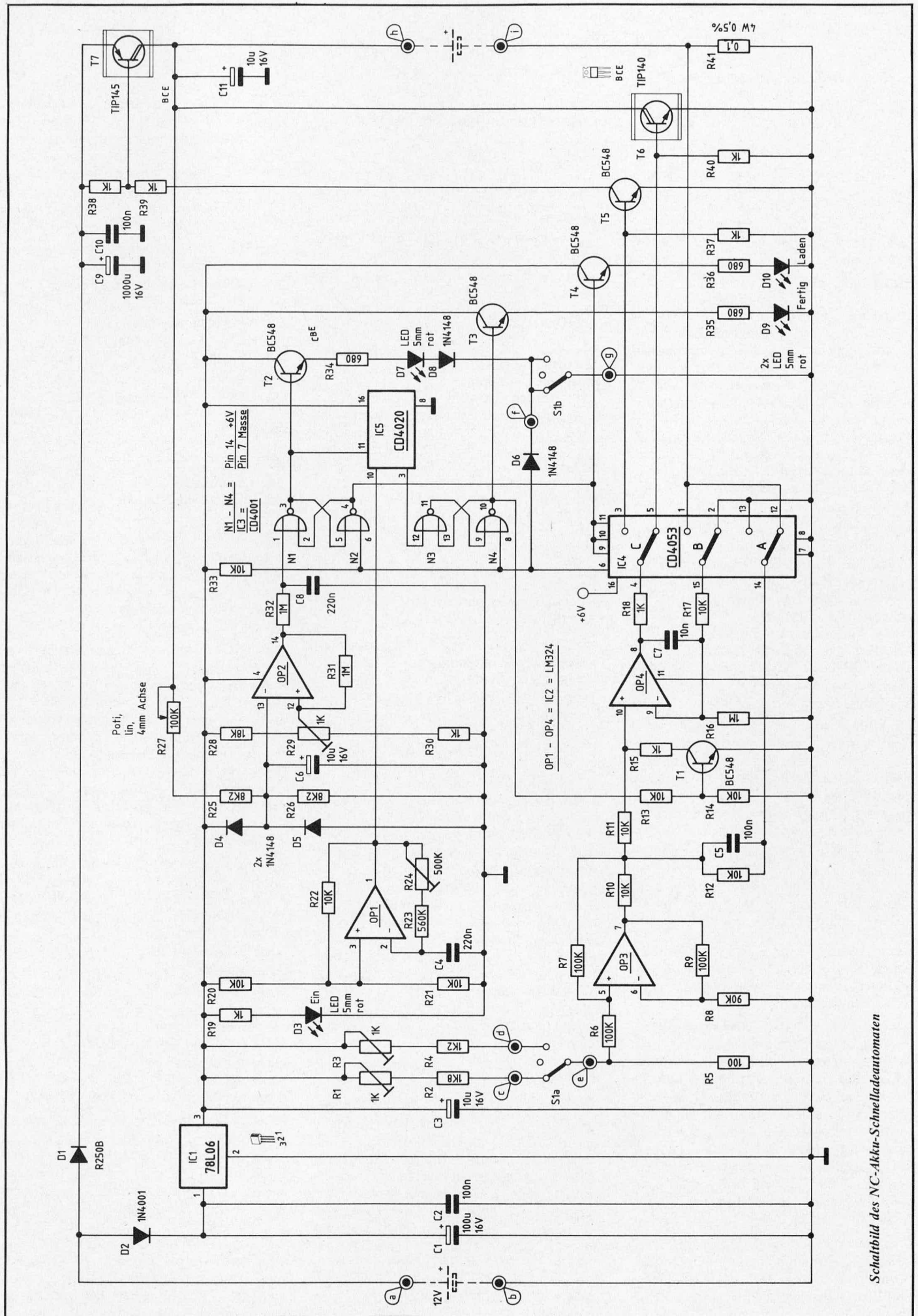
Über R 1/R 2 bzw. R 3/R 4 werden in Verbindung mit dem Kippschalter S 1 und dem Widerstand R 5 die Referenzspannungen für die beiden Ladeströme aus der stabilisierten 6 V-Spannung erzeugt.

Je nach Stellung von S 1 gelangt eine der beiden Referenzspannungen über R 6 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 3, der in Verbindung mit R 6 bis R 10 als Konstantstromquelle geschaltet ist. Der Verbindungspunkt der beiden Widerstände R 7 und R 10 stellt den Ausgang dieser Konstantstromquelle dar. Da über R 11 in den Eingang (Pin 10) des OP 4 sowie bei gesperrtem Transistor T 1 über R 15 kein Strom abfließen kann, wird praktisch der gesamte von der Gesamtstromquelle gelieferte Strom in den Widerstand R 12 geleitet. Je nach Stellung des elektronischen Umschalters „A“ liegt der Fußpunkt von R 12 an der unteren oder an der oberen, zum Minuspol des zu ladenden NC-Akkus, hinweisenden Seite des Referenzwiderstandes R 41.

Da ein Konstantstrom durch einen Festwiderstand hindurchgeleitet eine Konstantspannung ergibt, haben wir auf diese Weise erreicht, daß wir durch Umschalten des elektronischen Schalters „A“ die Referenzspannung wahlweise an die eine oder an die andere Seite des Referenzwiderstandes R 41 legen können, ohne daß der Spannungsabfall an diesem Widerstand in die Referenzspannung eingeht. Die Umschaltung selbst ist grundsätzlich erforderlich, da sich der Spannungsabfall an R 41 bei der Umschaltung vom Entlade- auf den Ladevorgang ebenfalls umkehrt.

Über R 11 gelangt die an R 12 abfallende konstante Referenzspannung auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 4 (Pin 10).

OP 4 stellt den eigentlichen Regelverstärker der Elektronik zur Konstanthaltung des Entlade- bzw. Ladestromes dar. Er ver-



Schaltbild des NC-Akku-Schnellladeautomaten

gleich die an seinem nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 10) anliegende Referenzspannung mit der am Referenzwiderstand R 41 abfallenden Meßspannung, die dem Entlade- bzw. Ladestrom direkt proportional ist. Über den elektronischen Umschalter „B“ sowie über R 17 gelangt der entsprechende Spannungsabfall an R 41 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 9) des OP 4.

Der Ausgang des OP 4 (Pin 8) steuert über R 18 sowie den elektronischen Umschalter „C“, entweder den Endstufentransistor T 6 zur Entladung des angeschlossenen NC-Akkus direkt an, oder über T 5 und R 39 den für den Ladevorgang dienenden Endstufentransistor T 7.

Im IC 4 des Typs CD 4053 sind drei elektronische Umschalter (A, B, C) integriert, die in der vorliegenden Schaltungskonzeption gleichzeitig über die Ablaufsteuerung geschaltet werden. In Mittelstellung von S 1 b liegt der Inhibit-Eingang dieses IC's über R 33 auf „high“. Hierdurch sind die im normalen Betrieb als Umschalter dienenden drei integrierten Schalter alle gleichzeitig gesperrt. In der vorliegenden Schaltung wird dadurch eine Unterbrechung von Lade- sowie Entladestrom erreicht.

Sobald der Schalter S 1 in eine der beiden Arbeitsstellungen gebracht wird, beginnt die Entladung des angeschlossenen NC-Akkus. Die elektronischen Schalter im IC 4 befinden sich hierbei in der eingezeichneten Schaltstellung. Der Entlade-Endstufentransistor T 6 wird hierbei vom Regel-OP 4 über R 18 angesteuert. Die Basis von T 5 liegt über R 37 auf Masse-Potential, so daß T 5 und deshalb auch der Lade-Endstufentransistor T 7 gesperrt sind.

Sobald die Akku-Spannung auf ca. 0,9 V pro Zelle absinkt, schaltet der OP 2 von „low“ auf „high“ und der vorher über S 1 b freigegebene mit N 1/N 2 aufgebaute Speicher, wird über Pin 1 gesetzt, d. h., der Ausgang von N 1 (Pin 3) geht auf „low“, wodurch das Zähler-IC 5 freigegeben wird. Der Eingang des IC 5 erhält aus dem mit OP 1 aufgebauten Oszillator eine Frequenz von 4,55 Hz. Nach Ablauf von genau 30 Minuten schaltet der letzte Teiler Ausgang des IC 5 (Pin 3) von „low“ auf „high“ und der zweite Speicher, aufgebaut mit den Gattern N 3 und N 4, wird über seinen Eingang Pin 12 gesetzt. Der Ausgang von N 4 (Pin 10) nimmt hierbei „high“-Potential an. Über R 13 wird dadurch T 1 angesteuert, der daraufhin durchschaltet.

Die über R 11 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 10) des OP 4 gelangende Referenzspannung, wird hierdurch nach dem Durchschalten von T 1 über R 15 erheblich reduziert. Der vorher genau eine halbe Stunde lang fließende hohe Schnelladestrom sinkt auf einen unkritischen Wert, und der angeschlossene NC-Akku kann unbesorgt mehrere Stunden weiter aufgeladen werden oder aber auch direkt nach dem halbständigen Schnelladevorgang wieder seiner Verwendung zugeführt werden.

Über die Leuchtdioden D 3 (Einschaltkontrolle), D 7 (Entladevorgang), D 9 (Fertig-Normalladen) sowie D 10 (Schnelladevorgang), wird der jeweilige Betriebszustand angezeigt.

Zum Nachbau

Bei der Konzipierung dieser verhältnismäßig aufwendigen, hochwertigen Schaltung, wurde von Anfang an darauf geachtet, daß das spätere Gerät praxisnah einsetzbar ist. Hierzu zählt selbstverständlich nicht allein die betriebssichere und robust aufgebaute Schaltung, sondern genauso eine möglichst kompakte Bauweise, damit das überwiegend im „freien Feld“ eingesetzte Schnelladegerät keinen unnötigen Platz benötigt.

Beim Aufbau ist daher besonders sorgfältig vorzugehen, da beim Layout kein unnötiger Platz verschenkt werden durfte.

Die Bestückung der Leiterplatte ist in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorzunehmen, wobei zahlreiche Widerstände stehend einzubauen sind.

Der große Leistungskühlkörper wird nach der Montage der beiden Endstufentransistoren in ca. 5 mm Abstand vom Gehäuse angeschraubt und die Transistoren mit der im Gehäuse verschraubten Leiterplatte verbunden, nachdem diese einer abschließenden sorgfältigen Überprüfung unterzogen wurde.

Die Kollektoren der beiden Transistoren sollten mit zwei Glimmerscheiben und Isolnippeln sowie etwas Wärmeleitpaste gegenüber dem Leistungskühlkörper isoliert werden. Eine versehentliche Berührung des an den Auto-Akku angeschlossenen Schnelladegerätes mit Kfz-Chassisteilen ist normalerweise unkritisch.

Zu beachten ist beim gesamten Aufbau, daß bei voller Ausnutzung der Leistung des Schnelladegerätes (3,6 A max.) die Endstufentransistoren eine große Leistung verarbeiten müssen und daher der gesamte Kühlkörper extrem heiß werden kann. Man sollte daher das Gerät möglichst berührungssicher aufstellen. Sowohl Eingangs- als auch Ausgangsbuchsen werden mit flexiblen isolierten Leitungen mit einem Querschnitt von mind. 0,75 mm² verbunden. Auf die Polarität des angeschlossenen Akkus ist zu achten. Die Schaltung selbst ist zwar gegen Verpolung beim Anschluß an den zur Speisung dienenden Auto-Akku gesichert, jedoch ist ein Schutz des zu ladenden NC-Akkus bei Verpolung nicht vorgesehen, da dies schaltungstechnisch gesehen, einen nicht unerheblichen zusätzlichen Aufwand bedeuten würde. Man bedenke allein die Entladeschlußspannung von 0,9 V beim Einschluß einer einzigen Zelle und die Durchflußspannung einer Siliciumdiode von bereits 0,7 V.

Kalibrierung

Die Einstellung der vier im Gerät enthaltenen Trimmer ist mit einem einfachen Voltmeter möglich.

Zunächst wird die Schaltung mit einer Versorgungsspannung von 10 bis 15 V beaufschlagt.

Der Schalter S 1 befindet sich hierbei in Mittelstellung.

An die beiden Ausgangsbuchsen zum Anschluß des NC-Akkus ist jetzt eine Spannung von 8,4 V anzulegen. Das Poti R 27 wird auf Rechtsanschlag gedreht (voller

Widerstand). Über dem Widerstand R 26 sollte jetzt eine Spannung von ca. 0,45 V gemessen werden, die im Bereich von 0,4 bis 0,5 V schwanken darf.

R 29 wird zunächst auf Linksanschlag gedreht. Gleichzeitig mißt man die Spannung an Pin 14 des OP 2, die bei ca. 0 V liegen sollte. R 29 wird langsam im Uhrzeigersinn gedreht, wobei die Ausgangsspannung des OP 2 sorgfältig beobachtet wird. In dem Moment, in dem die Ausgangsspannung des OP 2 (Pin 14) auf ca. + 5 V springt, sollte R 29 in dieser Stellung belassen werden.

Da mit R 31 eine geringe Hysterese erzeugt wird, muß dieser Einstellvorgang immer vom Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) des Trimmers R 29 beginnen.

Die zweite Einstellung bezieht sich auf die Zeiteinstellung des Trimmers R 24. Am Ausgang des OP 1 wird eine Frequenz von 4,55 Hz mit R 24 eingestellt. Man kann auch die Periodendauer entsprechend 220 msek messen.

Steht kein entsprechender Frequenz- bzw. Periodenzähler zur Verfügung, wird R 24 ungefähr in Mittelstellung gebracht und die Zeitdauer des Schnelladevorganges gemessen. Bei einer Zeitdauer von mehr als 30 Minuten ist R 24 auf kleinere Werte einzustellen, während bei zu kurzer Schnelladedauer R 24 auf größere Werte eingestellt werden muß. Sollte der Einstellbereich von R 24 nicht ausreichen, kann der Widerstand R 23 ggf. geändert werden.

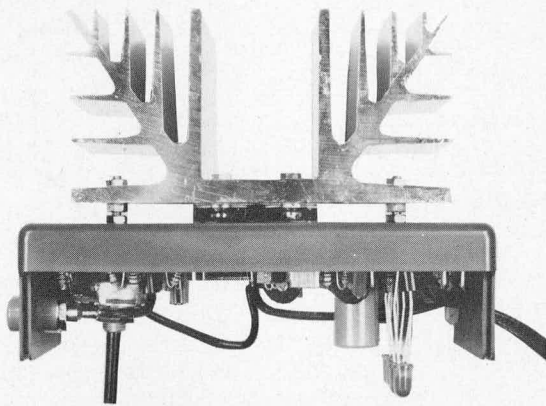
Zur Einstellung des Schnelladestromes können die Ausgangsklemmen, nachdem das Gerät eingeschaltet wurde, kurzzeitig für die Dauer des Einstellvorganges mit Hilfe eines entsprechenden Amperemeters überbrückt werden. Mit R 1 bzw. R 3 kann der gewünschte Ladestrom eingestellt werden.

Eine separate Einstellung des Entladestromes ist nicht erforderlich, da dieser dem Ladestrom, von geringfügigen Abweichungen einmal abgesehen, entspricht.

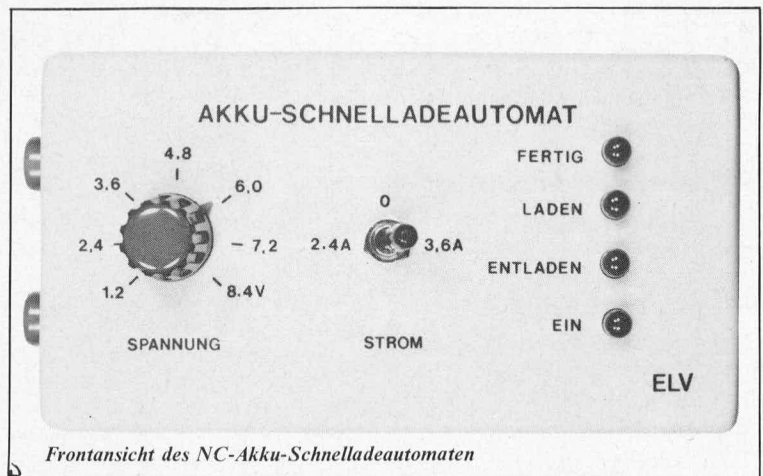
Möchte man den Strombereich verkleinern, können die Widerstände R 2 oder R 4 vergrößert werden. Bei einem Schnelladestrom von 1,5 A für einen Akku mit einer Kapazität von 0,75 Ah muß der Wert von R 2 z. B. 3,3 k Ω betragen.

Soll der max. zu verarbeitende Strom 2 A nicht überschreiten, so kann auch der Widerstand R 41 von 0,1 Ω auf 0,22 Ω vergrößert werden. Hierdurch wird bei kleineren Schnelladeströmen der Spannungsabfall in ausreichender Größe gehalten. Er sollte jedoch an R 41 grundsätzlich 0,5 V nicht überschreiten und 0,1 V nicht unterschreiten.

Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß auch ein Schnelladevorgang mit einer Zeitdauer von 60 Minuten mit diesem Gerät durchführbar ist. Die angeschlossenen NC-Akkus werden hierbei weniger stark beansprucht. Die Schnelladeströme entsprechen dann der Akku-Kapazität (z. B. 1,8 Ah = 1,8 A Schnelladestrom). Die Kapazität von C 4 ist auf 470 nF zu erhöhen und die Frequenz an Pin 1 des OP 1 auf 2,28 Hz, entsprechend 440 msek. Periodendauer, einzustellen.



Ansicht des fertig aufgebauten NC-Akku-Schnellladeautomaten mit abgenommenen Gehäuseoberteil



Frontansicht des NC-Akku-Schnellladeautomaten

Stückliste: NC-Akku-Schnellladeautomat

Halbleiter

IC1	78L06
IC2	LM 324
IC3	CD 4001
IC4	CD 4053
IC5	CD 4020
T1-T5	BC 548
T6	TIP 140
T7	TIP 145
D1	R 250 B
D2	1N4001
D3	LED, rot, 5 mm
D4-D6	1N4148
D7	LED, rot, 5 mm
D8	1N4148
D9, D10	LED, rot, 5 mm

Kondensatoren

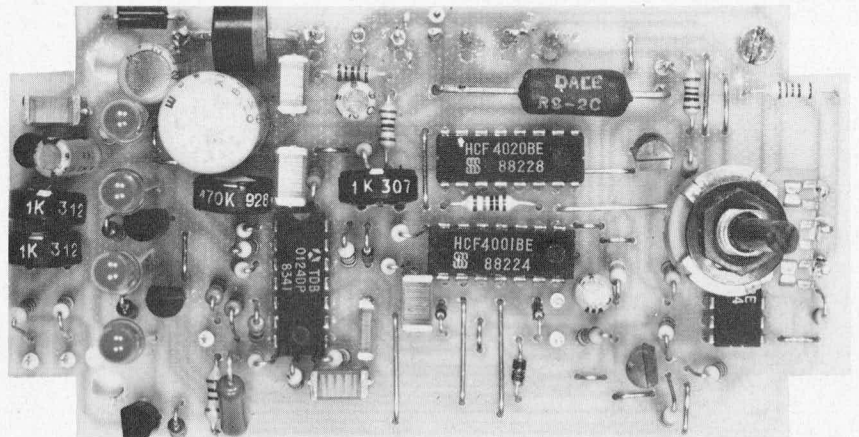
C1	100 μ F/16 V
C2	100 nF
C3	10 μ F/16 V
C4	220 nF
C5	100 nF
C6	10 μ F/16 V
C7	10 nF
C8	220 nF
C9	1000 μ F/16 V
C10	100 nF
C11	10 μ F/16 V

Widerstände

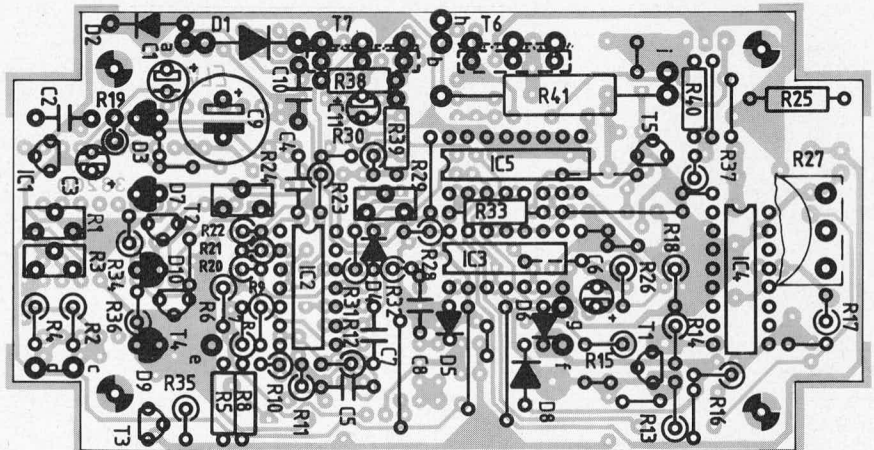
R1	1 k Ω , Trimmer, stehend
R2	1,8 k Ω
R3	1 k Ω , Trimmer, stehend
R4	1,2 k Ω
R5	100 Ω
R6, R7, R9	100 k Ω
R8	90 k Ω
R10-R14	10 k Ω
R15	1 k Ω
R16	1 M Ω
R17	10 k Ω
R18, R19	1 k Ω
R20-R22	10 k Ω
R23	560 k Ω
R24	500 k Ω , Trimmer, stehend
R25, R26	8,2 k Ω
R27	100 k Ω , Poti, lin, 4 mm Achse
R28	18 k Ω
R29	1 k Ω , Trimmer, stehend
R30	1 k Ω
R31, R32	1 M Ω
R33	10 k Ω
R34-R36	680 Ω
R37-R40	1 k Ω
R41	0,1 Ω /0,5%/4 Watt

Sonstiges

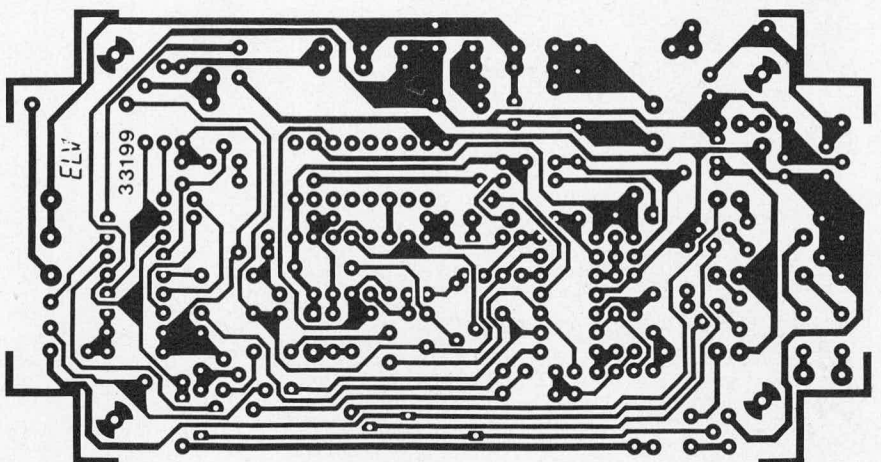
S1	Schalter 2 x um mit Mittelstellung
2 x Bananenbuchsen	
1 x Spannungsdrehknopf (14 mm) mit Deckel und Pfeilscheibe	
1 x Kühlkörper SK 88	
2 x Glimmerscheiben TO 3P	
2 x Isolierrippel	
18 x Lötstifte	
4 x Schrauben M3 x 16 mm	
8 x Muttern M3	
4 x Schrauben 3 x 6 mm	
1 x Knopf-Adapter 4/6 mm	
2 x Batterieanschlußklemmen	
2 m flexible Leitung 2 x 0,75 mm ²	
20 cm Silberdraht	



Ansicht der fertig bestückten Platine des NC-Akku-Schnellladeautomaten



Bestückungsseite der Platine des NC-Akku-Schnellladeautomaten



Leiterbahnseite der Platine des NC-Akku-Schnellladeautomaten