

# NC-Akku-Ladegerät

## für die ELV-Akku-Lade-Zustandsüberwachung

*Nachdem wir im „ELVjournal“ 1/93 eine Akku-Lade-Zustandsüberwachung, die auf einem intelligenten Akku-Management-IC der Firma Philips basiert, vorgestellt haben, folgt nun ein geeignetes, vom Akku-Monitor gesteuertes Ladegerät.*



### Allgemeines

Zur Erweiterung der Akku-Ladezustandsüberwachung aus dem „ELVjournal 1/93“ dient ein spezielles Ladegerät, das die unterschiedlichen Betriebszustände des SAA 1500 berücksichtigt und entsprechende Steuersignale liefert. Hierdurch entsteht eine optimale Kombination aus Lade- und Überwachungseinheit. Darüber hinaus wird das Ladegerät von der Lade-Zustandsüberwachung je nach Energieinhalt des Akkus aktiviert und abgeschaltet. Als weiteres Feature sorgt das hier vorgestellte Ladegerät für die Erhaltungsladung bei einem 100 % vollgeladenen Akku, wobei auch hier der zentrale Baustein der Akku-Lade-Zustandsüberwachung die Steuerung übernimmt.

Bezüglich des Ladevorgangs kennt der integrierte Schaltkreis SAA 1500 zwei unterschiedliche Betriebszustände. Zum einen besteht die Möglichkeit, den Akku bzw. Akkusatz mit einem Ladestrom entsprechend 1/10 der Nennkapazität in 16 Stunden aufzuladen, und zum anderen kann der Energiespender in 30 Minuten (schnellladen) mit einem Ladestrom, der dem 2,2fachen der Nennkapazität entspricht, „vollgepumpt“ werden. Je nachdem, ob dem PN-Eingang (ST 6) der Lade-Zustands-

überwachung vom Ladegerät eine Frequenz < 14 kHz oder eine Frequenz > 20 kHz zugeführt wird, unterscheidet der Baustein die beiden Lademodi.

Abgesehen von Spezialanwendungen in Elektrowerkzeugen oder Camcordern können Standard-Akkus nicht mit einem derart hohen Ladestrom, wie es der SAA 1500 im Schnell-Lademodus voraussetzt, geladen werden. Selbst schnellladefähige Standard-Akkus dürfen allenfalls in einer Stunde aufgeladen werden, wobei es dann immer empfehlenswert ist, durch eine Akkuteperaturüberwachung den Innendruck nicht unkontrolliert ansteigen zu lassen.

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien haben wir uns für ein Ladegerätekonzept entschieden, das sicherlich die Bedürfnisse der meisten Anwender berücksichtigt und im Normal-Lademodus (Ladezeit ca. 16 Stunden) arbeitet. Für Anwender, die gerne selber ein Ladegerät im Schnell-Lademodus entwickeln möchten, dürfte dieser Artikel sicherlich auch interessant sein, da einige schaltungstechnische Besonderheiten zu beachten sind.

Das Ladegerät ist in einem Steckdosengehäuse untergebracht und für die am häufigsten verwendeten NC-Akkus, die Mignonzellen, mit einer Kapazität von 500 bis 600 mA/h ausgelegt. Akkusätze mit bis zu 10 in Reihe geschalteten Zellen, ent-

sprechend einer Spannung von 12 V, können aufgeladen werden, wobei das Ladegerät keine Bedienungselemente besitzt, da es vollständig von der Ladezustandsüberwachung gesteuert wird.

Über eine 5polige DIN-Steckverbindung wird der Kontakt zwischen dem Ladegerät und den Akkus mit der angeschlossenen Zustandsüberwachung hergestellt.

Doch nun wollen wir uns mit der in Abbildung 1 dargestellten Schaltungstechnik des Ladegerätes näher befassen.

### Schaltung

Die vom integrierten Netzstecker des Steckergehäuses kommende 230V-Netzwechselspannung gelangt über die Sicherung SI 1 auf die Primärwicklung des Netztransformators TR 1. Sekundärseitig steht dann eine Spannung von 15 V~ bei 100 mA Last zur Verfügung.

Mit Hilfe des nachfolgenden Brückengleichrichters D 1 bis D 4 erfolgt die Gleichrichtung der sekundärseitigen Wechselspannung, wobei der Pufferelko C 1 die Glättung der unstabilisierten Betriebsspannung vornimmt.

Zur Versorgung der in IC 2 integrierten Logikgatter dient eine über den Vorwiderstand R 1 zur Verfügung gestellte und mit der Z-Diode D 5 stabilisierte Spannung.

C 2 übernimmt in diesem Zusammenhang die Pufferung der stabilisierten Gleichspannung.

Da Nickel-Cadmium-Akkus üblicherweise mit einem konstanten Strom zu laden sind, wurde mit den Bauelementen T 1, R 2 bis R 4 sowie D 6 bis D 8 eine Konstantstromquelle realisiert, die jedoch einen etwas höheren Strom als den Ladestrom liefern muß, da die Leuchtdioden der Akku-Zustandsüberwachung mit zu berücksichtigen sind. Während die Dioden D 6 bis D 8 die Spannung an der Basis des Transistors T 1 konstant halten, wird der Strom durch die parallel geschalteten Widerstände R 3 und R 4 auf ca. 80 mA eingestellt. Der Lademodus der Akku-Zustandsüberwachung wird durch eine an ST 6 (PN) angelegte Frequenz, die bei Schnell-Ladung > 20 kHz und bei Normal-Ladung < 14 kHz betragen muß, ausgewählt.

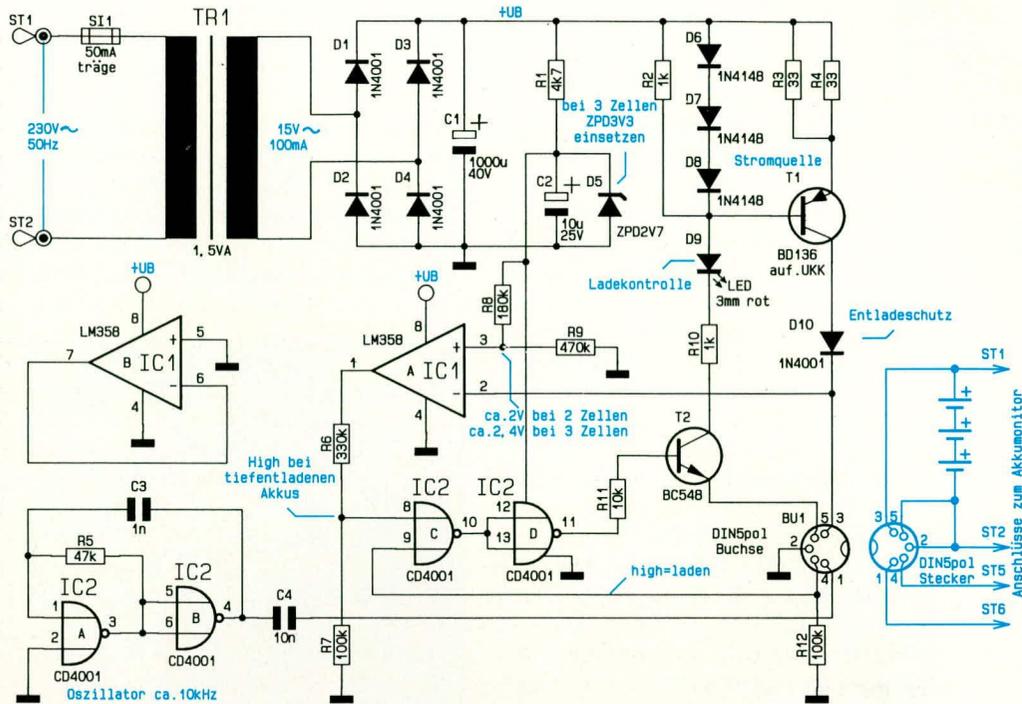
Eine mit den beiden CMOS-Gattern IC 2 A und IC 2 B aufgebaute Oszillatorschaltung generiert eine Rechteckfrequenz von ca. 10 kHz, die über den Koppelkondensator C 4 und Pin 1 der 5poligen DIN-Buchse der Akku-Zustandsüberwachung an ST 6 (PN) zur Verfügung gestellt wird. Eine galvanische Trennung zwischen Oszillator und SAA 1500 ist besonders wichtig, da der Eingangspin des Akku-Monitors auch bei ausgeschaltetem Ladegerät bzw. Netzausfall niemals Low-Potential annehmen darf. Der SAA 1500 würde bei einem Low-Signal in den Testmode umschalten und die Information über den aktuellen Energieinhalt des Akkus verlieren.

Der eigentliche Ladevorgang wird vom SAA 1500 über den Enable-Ausgang (ST 5) gesteuert. Dieser Tristate-Ausgang wird mit Pin 4 der 5poligen DIN-Buchse verbunden, wobei R 12 als Pull-down-Widerstand fungiert.

Über die beiden NOR-Gatter IC 2 C und IC 2 D wird der Treiber-Transistor T 2 angesteuert, der wiederum über R 10 und die LED D 9 die Konstantstromquelle aktiviert.

Der Ladestrom kann jedoch erst dann fließen, wenn über eine Lötbrücke im Anschlußstecker ein einwandfreier Massekontakt zwischen Ladegerät und Überwachungsschaltung hergestellt wurde. Diese Schutzmaßnahme ist besonders wichtig, da ein Anlegen der Ladespannung, bevor ein einwandfreier Massekontakt hergestellt ist, zum Absturz bzw. Reset des im SAA 1500 integrierten Mikrocontrollers führen kann. Auch in diesem Fall wäre die Information über den Energieinhalt des Akkusatzes nicht mehr verfügbar.

Sobald der Akkusatz 100 % Ladung erreicht hat, schaltet der SAA 1500 auf Erhaltungsladung um. In diesem Betriebszustand wird der Enable-Ausgang des SAA 1500 und somit der Ladevorgang alle 10 Sekunden für 0,5 Sekunden aktiviert.



**Bild 1: Schaltbild des NC-Akku-Ladegerätes**

Der jeweils aktuelle Lademodus wird durch die Ladekontroll-LED (D 9), die bei Normal-Ladung ständig leuchtet und bei Erhaltungsladung im 10 Sekundenrhythmus blinkt, signalisiert. Während der Erhaltungsladung bzw. bei einem Netzausfall sorgt die Diode D 10 für den sicheren Entladeschutz.

Der bis hierhin beschriebene Ladevorgang kann natürlich nur funktionieren, wenn die Akkus maximal bis zur Entladeschlussspannung (ca. 1 V je Akku) entladen sind, da sonst der SAA 1500 nicht mehr in der Lage ist, über den Enable-Ausgang den Ladevorgang zu steuern.

Auch wenn eine Tiefentladung (annähernd 0 V) für NC-Akkus schädlich ist, kann dieser Zustand in der Praxis, z. B. durch eine lange Lagerung im ungeladenen Zustand, durchaus vorkommen. In diesem Fall muß das Ladegerät den Start des Ladevorgangs übernehmen. Hierzu wird mit dem Komparator IC 1 A die Akkuspannung an Pin 3 der DIN-Buchse abgefragt, und mit einer an Pin 3 des Komparators anliegenden Referenzspannung von ca. 2 V (bei 2 Zellen) verglichen. Die Referenzspannung wird dabei mit Hilfe eines Spannungsteilers (R 8, R 9) von der mit D 5 stabilisierten Betriebsspannung abgeleitet.

Steigt jetzt während des Ladevorgangs die Akkuspannung wieder über die an Pin 3 des Komparators anliegende Referenzspan-

nung an, so wechselt der Komparatorausgang auf Low-Potential und die Akku-Zustandsüberwachung übernimmt von nun an wieder die alleinige Steuerung des Ladevorgangs.

#### Wichtiger Hinweis:

Das intelligente Ladekonzept der Akku-Zustandsüberwachung setzt voraus, daß der zu ladende Akku ständig mit der Elektronik des Akku-Monitors verbunden bleibt. Auch ein kurzzeitiges Anschließen der Schaltung ans Ladegerät ohne Akkus führt in der Regel zur Zerstörung des SAA 1500. Die zu ladenden Akkus sorgen in diesem Konzept für die erforderliche Spannungsbegrenzung.

#### Zum Nachbau

Die gesamte Elektronik des Ladegerätes einschließlich des Netztransformators findet auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 58 x 103 mm Platz, die in einem Steckergehäuse untergebracht ist.

Bevor wir jedoch mit dem Aufbau des Gerätes bzw. mit dem Bestücken der Leiterplatte beginnen, wollen wir bereits an dieser Stelle darauf hinweisen, daß die lebensgefährliche Netzwechselfrequenz direkt auf der Leiterplatte frei zugänglich ist. Für den Betrieb ist es daher unbedingt erforderlich, daß sich die Schaltung in einem dafür vorgesehenen berührungssicheren, geschlossenen Kunststoffgehäuse befindet.

Eine Inbetriebnahme mit geöffnetem Gehäuse darf daher nur von Personen, die

aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind, vorgenommen werden. In diesem Fall ist ein Sicherheits-Trenntransformator vorzuschalten. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Vorschriften sind unbedingt zu beachten!

Wir beginnen die Bestückung der Leiterplatte mit den Drahtbrücken, den Widerständen und Dioden, deren Anschlußbeinchen abzuwinkeln und durch die entsprechenden Bohrungen der Platine zu stecken sind. Die Anschlußbeinchen werden anschließend an der Lötseite leicht abgewinkelt, damit sie nach dem Umdrehen der Platine nicht mehr herausfallen können. Im Anschluß erfolgt das Festlöten und Abschneiden der überstehenden Drahtenden, wobei unbedingt darauf zu achten ist, daß die Lötstellen selbst nicht angeschnitten werden.

Als nächstes erfolgt das Einsetzen der beiden integrierten Schaltkreise. Die Seite des IC-Gehäuses, die dem Anschluß Pin 1 zugeordnet ist, weist eine Kerbe auf.

Während die Folienkondensatoren beliebig herum eingesetzt werden dürfen, ist bei den beiden Elektrolytkondensatoren C 1 und C 2 unbedingt auf die richtige Polarität zu achten.

Als dann erfolgt das Einsetzen der beiden Hälften des Platinensicherungshalters, des Netztrafos sowie der 5poligen DIN-Buchse. Auch diese Bauelemente sind an der Printseite sorgfältig zu verlöten.

Der Leistungstransistor T 1 wird, wie es auch auf der Abbildung zu sehen ist, liegend in einem U-Kühlkörper direkt auf der Leiterplatte montiert.

Die Platinenanschlußpunkte ST 1 und ST 2 erhalten jeweils einen Lötstift mit Öse

### Komplett bestückte Leiterplatten (oben) und Bestückungsplan (unten) des NC-Akku-Ladegerätes

zur Zuführung der Netzspannung.

Sind die Bestückungsarbeiten soweit abgeschlossen, sollte anschließend die Platine sorgfältig auf eventuelle kalte Lötstellen, Lötzinnspritzer und Bestückungsfehler hin untersucht werden.

Im Anschluß hieran werden die Kontaktstifte des im Gehäuseunterteil integrierten Netzsteckers jeweils mit einer Lötöse und zugehörigem Federring bestückt und mit je einer zugehörigen Mutter fest verschraubt.

Danach werden 2 ca. 50 mm lange Kabelenden auf ca. 8 mm Länge von der Isolation befreit und so durch die Lötösen von ST 1 und ST 2 gefädelt/gedrillt, daß später ein versehentliches Lösen auszuschließen ist. Unter Zugabe von ausreichend Lötzinn sind anschließend die verdrillten Kabelenden festzulöten.

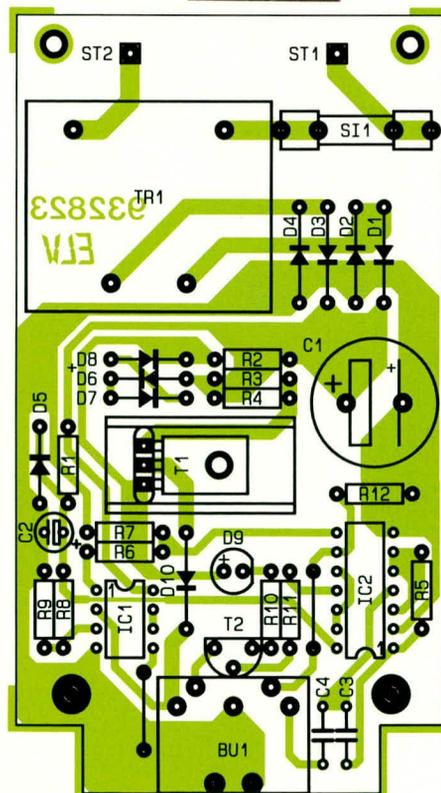
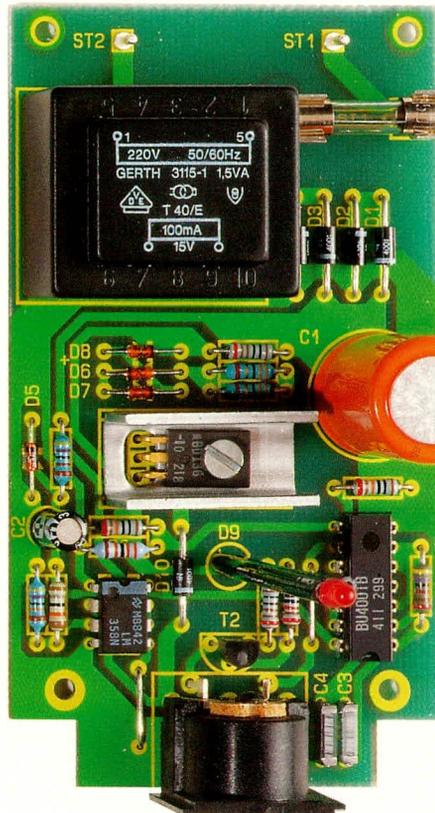
Die freien Kabelenden werden dann ebenfalls auf ca. 8 mm Länge abisoliert und durch die Lötösen des Netzsteckers gedrillt. Auch hier erfolgt unter Zugabe von ausreichend Lötzinn ein sorgfältiges Verlöten.

Die Anschlußbeinchen der Leuchtdiode D 9 werden mit Silberdraht verlängert und anschließend mit einem Abstand von 54 mm, gemessen zwischen dem Anschlußbeinchenaustritt des Bauteils und der Platinenoberseite, eingelötet. Um die Gefahr eines Kurzschlusses an der LED zu ver-

meiden, sind zuvor die Beinchen mit Isolierschlauch zu schützen.

Nachdem die Bestückungsarbeiten soweit abgeschlossen sind, wird die Netzsicherung in den Sicherungshalter gedrückt und die Platine mit den beiliegenden M3-Schrauben in der unteren Gehäusehälfte befestigt.

Im letzten Arbeitsschritt erfolgt das Aufsetzen und Verschrauben des Gehäuseoberteils. Danach steht nach abschließender Prüfung dem Einsatz des Ladegerätes nichts mehr im Wege. **ELV**



### Stückliste: NC-Akku-Ladegerät

#### Widerstände:

33Ω .....	R3, R4
1kΩ .....	R2, R10
4,7kΩ .....	R1
10kΩ .....	R11
47kΩ .....	R5
100kΩ .....	R7, R12
180kΩ .....	R8
330kΩ .....	R6
470kΩ .....	R9

#### Kondensatoren:

1nF .....	C3
10nF .....	C4
10µF/25V .....	C2
1000µF/40V .....	C1

#### Halbleiter:

LM358 .....	IC1
CD4001 .....	IC2
BC548 .....	T2
BD136 .....	T1
1N4148 .....	D6 - D8
1N4001 .....	D1 - D4, D10
ZPD2,7V .....	D5*
LED, 3mm, rot .....	D9
ZPD 3,7 V .....	D5*

#### Sonstiges:

Trafo 15V/100mA .....	TR1
Sicherung 50mA, träge .....	SI1
DIN-Buchse 5pol. ....	BU1
Lötstifte mit Lötöse .....	ST1, ST2
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 U-Kühlkörper SK12	
1 Zylinderkopfschraube M3 x 6mm	
4 Zylinderkopfschrauben M3 x 5mm	
1 Mutter M3	
2 Federringe M3	
2 Lötösen 3,2mm	
1 DIN-Stecker 5polig	
15cm flexible Leitung, 1,5mm <sup>2</sup>	
15cm Silberdraht, blank	
2 x 54mm, Isolierschlauch	
150cm 4adrig, abgeschirmte Leitung	

\* siehe Schaltbild