

NC-Multi-Lader mit 12 V-Speisung

Durch kontrolliertes Laden mit gezielter Vorentladung kann die Lebensdauer von Nickel-Cadmium-Akkus bis um den Faktor 10 verlängert werden. Besonders interessant ist auch das 12 V-Versorgungskonzept, wodurch der NC-Multi-Lader besonders für den mobilen Einsatz z. B. am Kfz-Bordnetz interessant ist.

Allgemeines

Batteriebetriebene Geräte erfreuen sich großer Beliebtheit und sind aus der modernen Technik nicht mehr wegzudenken, sei es im Spielzeug, in der Konsumerelektronik (Walkman, tragbarer CD-Player usw.) oder in der modernen Telekommunikation.

Doch der Einsatz von Batterien ist aber auch mit Problemen behaftet. Zum einen ist der Batterieeinsatz bei höherem Stromverbrauch ein recht teures Unterfangen, und zum anderen stellen uns die Altbatterien aufgrund des zum Teil beträchtlichen Schwermetallanteils vor immer größer werdende Entsorgungsprobleme. Daher bietet es sich nicht nur aus ökonomischer, sondern besonders auch aus ökologischer Sicht an, wiederaufladbare Nickel-Cadmium-Akkus einzusetzen.

Für eine entsprechend lange Lebensdauer benötigen NC-Akkus die richtige Pflege, die jedoch mit den üblicherweise eingesetzten Billig-Ladegeräten keinesfalls erreicht wird. Diese Geräte verfügen meistens über keinerlei „Intelligenz“ und ar-

beiten nur mit einem Vorwiderstand zur Strombegrenzung.

Besonders beim Nachladen halbentleerter Akkus besteht die Gefahr einer Überladung, was wiederum für den Akku genauso schädlich wie eine Tiefentladung ist. Auch bei sorgfältigem Umgang mit diesen Ladegeräten sind in der Regel nur 300 bis 500 Ladezyklen möglich, bevor durch Ladefehler die Lebensdauer des Akkus vorzeitig beendet wird. Häufig wird ohne entsprechende Kontrolle der Akku schon nach wenigen Ladezyklen irreversibel geschädigt.

Ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Problem stellt der bei Nickel-Cadmium-Akkus gefürchtete „Memory-Effekt“ dar. Werden Sinter-Zellen wiederholt nicht bis zur Entladeschlussspannung genutzt, sondern nur teilentladen, so kann durch den anschließenden Ladevorgang nicht mehr die volle Kapazität erreicht werden. Der Akku „erinnert“ sich sozusagen daran, nur eine Teilkapazität abzugeben zu haben. Dieser Effekt kann jedoch meistens durch einen mehrere Ladezyklen dauernden Lade-Entladevorgang rückgängig ge-

macht werden. Diagramm 1 zeigt dazu den typischen Spannungsverlauf bei einem ausgeprägten Memory-Effekt.

Ein ähnlicher Effekt tritt auf, wenn Sinter-Zellen dauernd einem Ladestrom ausgesetzt sind, wie dies z. B. bei Erhaltungsladung mit einem geringen Strom der Fall ist. Hier weist die Entladekurve eine zweite, niedrigere Potentialstufe auf.

Ein Überladen des Akkus führt in der Zelle zu einem unzulässig hohen Druck- und Temperaturanstieg und hat irreversible Kapazitätsverluste zur Folge. Ein typischer Spannungs-, Druck- und Temperaturverlauf von Nickel-Cadmium-Akkus ist in Diagramm 2 zu sehen.

Weiterhin kann ohne geeignete Lademaßnahme die recht hohe Selbstentladung bei der Lagerung von NC-Zellen zu Nutzungseinschränkungen führen. Ein normaler NC-Akku ist üblicherweise in 100 bis 200 Tagen auch ohne Nutzung völlig entladen, so daß in dem Moment, wenn der Akku benötigt werden soll, häufig sein Ladezustand unbekannt ist.

Da die Restkapazität eines Akkus meistens nicht bekannt ist, ist es auch nicht empfehlenswert, mehrere universell eingesetzte Zellen oder Zellen verschiedener Hersteller bzw. unterschiedlichen Alters in Reihe zu laden.

Werden jetzt die ganzen zuvor beschriebenen Faktoren bei der Entwicklung eines Ladegerätes berücksichtigt, so kann die Lebensdauer der Zellen bis hin zu 3000 Lade-Entladezyklen verlängert werden, und es stehen immer optimal einsatzbereite Akkus zur Verfügung. Zusätzlich wird Geld gespart und die Umwelt entlastet.

Doch kommen wir nach den allgemeinen Erläuterungen nun zum NC-Multi-Lader.

Das Konzept des NC-Multi-Laders

Das Konzept des NC-Multi-Laders berücksichtigt alle eingangs beschriebenen Faktoren bei minimalem technischen Schaltungsaufwand und ermöglicht somit ein Ladegerät mit hervorragendem Preis-/Leistungsverhältnis.

Das Gerät besitzt 4 unabhängige Lade-

schächte für 1,2 V-Rundzellen sowie zusätzlich die Anschlußmöglichkeit von 2 unabhängigen 9 V-Blockakkus. Jeder einzelne Ladeschacht bzw. Ladeanschluß wird dabei durch eine eigene Elektronik überwacht und gesteuert. Statusanzeigen geben jederzeit Aufschluß über die in den einzelnen Schächten eingelegten Akkus.

Die immer auf optimaler Ladung gehaltenen Akkus können ständig im Ladegerät verbleiben und werden erst dann entnommen, wenn sie wirklich benötigt werden. Da auch die Erhaltungsladung beim NC-Multi-Akku-Lader ohne die sonst übliche Dauerladung mit geringem Strom funktioniert, besteht nicht die Gefahr, den Memory-Effekt zu erzeugen. Vor dem Lade-prozeß können eventuell vorhandene Restladungen beseitigt werden, so daß auch hierdurch dem gefürchteten Memory-Effekt regenerativ entgegengewirkt wird.

Besonders vorteilhaft ist auch, daß Akkus aus verschiedenen Verbrauchern mit unterschiedlicher Kapazität und Restladung zu jeder Zeit unabhängig voneinander aufladbar sind.

Bedienung

Bei der ausgesprochen einfachen und komfortablen Bedienung des Gerätes konnte auf Bedienelemente wie Schalter vollständig verzichtet werden. Allein der Zeitpunkt, wann der Akku in den Ladeschacht eingelegt wird, entscheidet darüber, ob eine definierte Vorentladung stattfindet oder ob

sofort der Ladevorgang startet.

Jedem der 4 Ladeschächte für 1,2 V-Akkus sind eine rote und eine grüne Leuchtdiode zugeordnet. Während jeweils die grünen LEDs den Ladevorgang signalisieren, sind die roten Statusanzeigen für den Entladevorgang zuständig.

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung, ohne eingesetzten Akku, beginnen die roten LEDs der einzelnen Ladeschächte mit einer Frequenz von ca. 0,2 Hz zu blinken. Wird jetzt z. B. in Ladeschacht 1, in dem Moment, wenn die rote Entlade-LED leuchtet, ein Akku eingesetzt, so beginnt die LED ständig zu leuchten und der Akku wird bis zur Entladeschlußspannung von 1 V vorentladen. Danach startet automatisch der Lade-prozeß, signalisiert durch die grüne LED, und die rote erlischt zugleich.

Der Akku wird jetzt bis zur Ladeschlußspannung von 1,45 V geladen, und der NC-Multi-Lader schaltet danach den betreffenden Kanal ab. Sinkt jetzt die Akkuspannung auf einen Wert unter 1,35 V, wird automatisch wieder bis zur Ladeschlußspannung nachgeladen. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, bis der Akku entnommen wird, d. h. es steht immer ein optimal geladener Energiespeicher zur Verfügung.

Die Zellenspannung von NC-Akkus variiert mit der Temperatur, d. h. sie nimmt bei hohen Temperaturen ab. Die zugrunde gelegten Abschaltkriterien gelten für einen Akku-Temperaturbereich bis maximal

Diagramm 1: Spannungsverlauf einer NC-Zelle bei einem ausgeprägten Memory-Effekt, wobei die gestrichelte Linie den normalen Spannungsverlauf andeutet.

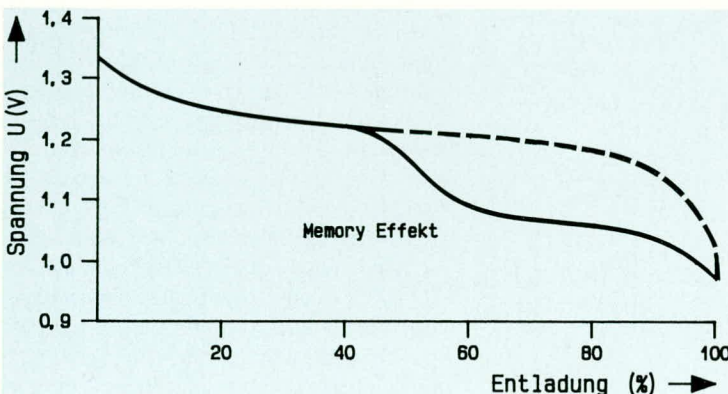
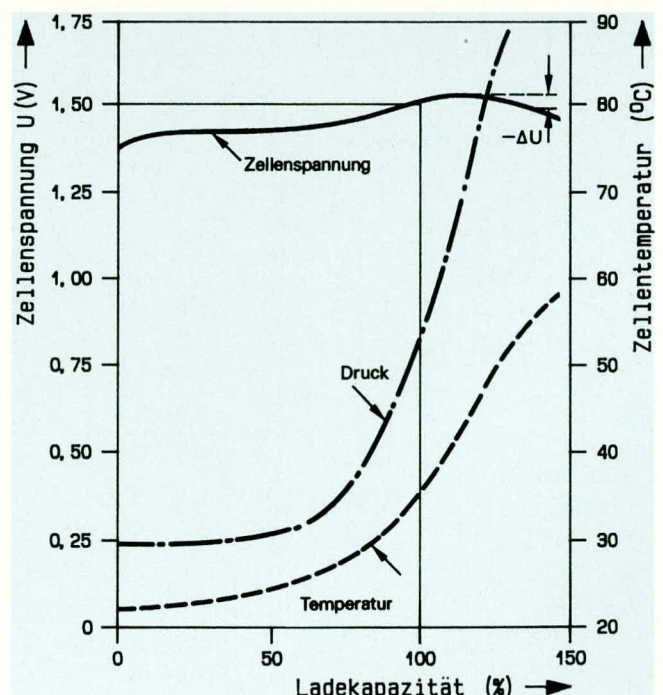


Diagramm 2: Spannungs-, Temperatur- und Druckverlauf einer mit 1 C geladenen Zelle



35°C. Bei Umgebungs- bzw. Ladetemperaturen über 35°C sollte daher die Ladezeit zusätzlich überwacht werden.

Neben dem zuvor beschriebenen Lade-Modus mit automatischer Vorentladung besteht auch die Möglichkeit, einen nicht vollständig entleerten Akku nachzuladen. Dazu wird der Akku in dem Moment, wenn die langsam blinkende rote Status-LED nicht leuchtet, eingesetzt (Lade-Mode ohne Vorentladung).

Neben den vier zuvor beschriebenen Ladeschächten für 1,2 V-Rundzellen stehen zusätzlich noch zwei getrennte 9 V-Ladeanschlüsse ohne die Möglichkeit einer Vorentladung zur Verfügung. Diese Ladeanschlüsse verfügen dementsprechend auch nur über eine grüne LED, die jeweils den Ladevorgang anzeigt.

Eine Vorentladung des 9 V-Blockakkus ist nicht erforderlich bzw. sinnvoll, da die bei einer Nennspannung von 8,4 V liegenden Blockakkus bereits bei 7 V die Entladeschlussspannung erreicht haben, und somit in der Praxis nur völlig entleerte Akkus aufgeladen werden. Weiterhin kann es bei den Blockakkus nicht vorkommen, daß die in Reihe geschalteten Zellen unterschiedlich belastet wurden. Die sieben in Reihe geschalteten Zellen weisen somit immer den gleichen Entlade- bzw. Ladezustand auf.

Für den stationären Betrieb des NC-Multi-Laders empfiehlt sich das neue ELV-Steckernetzgerät 12 V/500 mA mit VDE- und GS-Zeichen, wobei aufgrund des 12 V-Versorgungskonzeptes für den mobilen Einsatz auch das KFZ-Bordnetz zur Spannungsversorgung herangezogen werden kann.

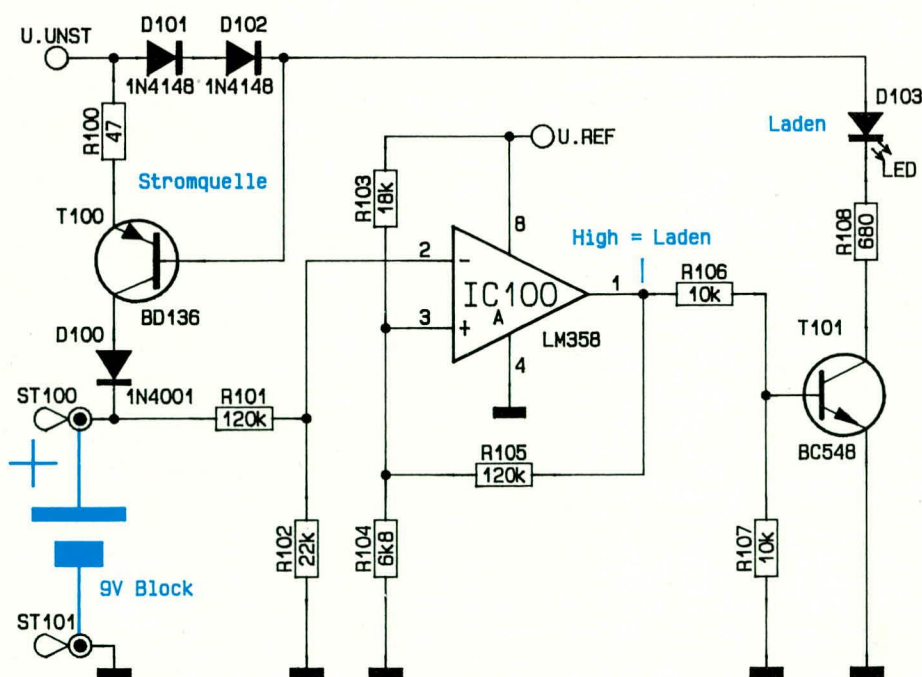


Bild 1: Schaltbild des 9 V-Ladereglers

Schaltung

Das Gesamtschaltbild des NC-Multi-Laders besteht aus 3 Teilschaltbildern. Während Abbildung 1 die Schaltung zum Laden eines 9 V-Blockakkus zeigt, ist in Abbildung 2 der Schaltungsteil zum Laden bzw. Entladen einer Mignon- oder Babyzelle zu sehen. Bild 3 zeigt das Netzteil mit Referenzspannungserzeugung.

9V-Laderegler

Wir beginnen die Beschreibung mit dem in Bild 1 dargestellten 9 V-Ladeweig, der insgesamt zweimal vorhanden ist. Während die Bauelementebezeichnung des ersten Kanals alle im Bereich von 100 ff. liegen, befinden sich die Bauteile des zweiten Kanals im Bereich von 200 ff.

Zunächst wird die Akkuspannung mit Hilfe des Spannungsteilers R 101, R 102 heruntergeteilt und auf den invertierenden Meßeingang des Komparators IC 100 A gegeben. Der nicht invertierende Eingang des Komparators erhält über den Spannungsteiler R 103, R 104 eine von der Referenzspannung abhängige Gleichspannung. Zusätzlich sorgt der Rückkopplungswiderstand R 105 für eine definierte Schalthysterese.

Wird jetzt ein entleerter 9 V-Akku angeschlossen, so wird die Spannung am invertierenden Eingang unterhalb der Spannung an Pin 3 (nicht-invertierenden Eingang) liegen, und der Ausgang (Pin 1) nimmt High-Potential an.

Gleichzeitig wird über den Spannungsteiler R 106, R 107 der Treibertransistor T 101 durchgesteuert und über R 105 die

Komparatorschwelle angehoben. Bei durchgeschaltetem Treibertransistor wird gleichzeitig über die Leuchtdiode D 103 die mit D 101, D 102, R 100, T 100 und D 100 realisierte Stromquelle aktiviert und über D 100 der Akku geladen.

Erreicht jetzt der Akku die Ladeschlussspannung von 10,15 V (7 Zellen á 1,45 V), so wechselt der Ausgang des Komparators auf Low-Potential und sperrt den Ladeprozess. Gleichzeitig wird jetzt über R 105 am nicht-invertierten Eingang die Komparatorschwelle nach unten verlagert, so daß erst bei Unterschreiten von 9,5 V der Ladezyklus neu beginnt.

1,2 V-Laderegler

Die 4 Kanäle für 1,2 V-Zellen mit Vorentladungsmöglichkeit sind etwas komplizierter und bestehen im wesentlichen aus 2 geschickt zusammengeschalteten Komparatorstufen. Durch eine trickreiche Schaltungstechnik konnte aber auch hier der Schaltungsaufwand auf ein absolutes Minimum begrenzt werden. Abbildung 2 zeigt diesen Schaltungsteil, wobei auch hier die 4 Kanäle völlig identisch aufgebaut sind.

Die Bauelementebezeichnungen befinden sich im Bereich von 300 ff, 400 ff, 500 ff und 600 ff. Abgebildet wurde in diesem Fall auch nur der erste Kanal. Während mit IC 200 A der Ladekomparator mit Hysterese realisiert wurde, bildet IC 200 B mit externer Beschaltung einen zweiten Komparator zur gezielten Vorentladung. Gleichzeitig arbeitet dieser Komparator mit dem RC-Glied (Tiefpaß) R 306, C 300 als Oszillator zur automatischen Lade-Mode-Abfrage.

Zunächst betrachten wir die Schaltung ohne angeschlossenen Akku. Über die Widerstände R 304, R 306 wird der Elko C 300 langsam entladen, d. h. die Gleichspannung am invertierenden Eingang steigt langsam an.

Überschreitet die Spannung an Pin 6 nun die mit R 307, R 308 eingestellte Komparatorschwelle, wechselt der Ausgang (Pin 7) auf Low-Pegel. Über die Diode D 303 wird der Ladezweig und über den Spannungsteiler R 316, R 317 der Transistor T 303 gesperrt.

Bei gesperrtem Transistor T 303 wird über die Diode D 307 der Transistor T 302 und somit der Entladezweig aktiviert. Die Katode der Diode D 301 wird nahezu auf Massepotential gezogen, und an der Anode stellt sich eine Spannung von ca. 0,7 V ein. Über R 306 wird der Elko C 300 geladen, bis die Spannung an Pin 6 die mit R 307 und R 308 eingestellte Komparatorschwelle unterschreitet. Der Ausgang von IC 200 B wechselt auf High-Pegel, und der Entladezweig wird wieder gesperrt. Solange kein Akku angeschlossen ist, wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang.

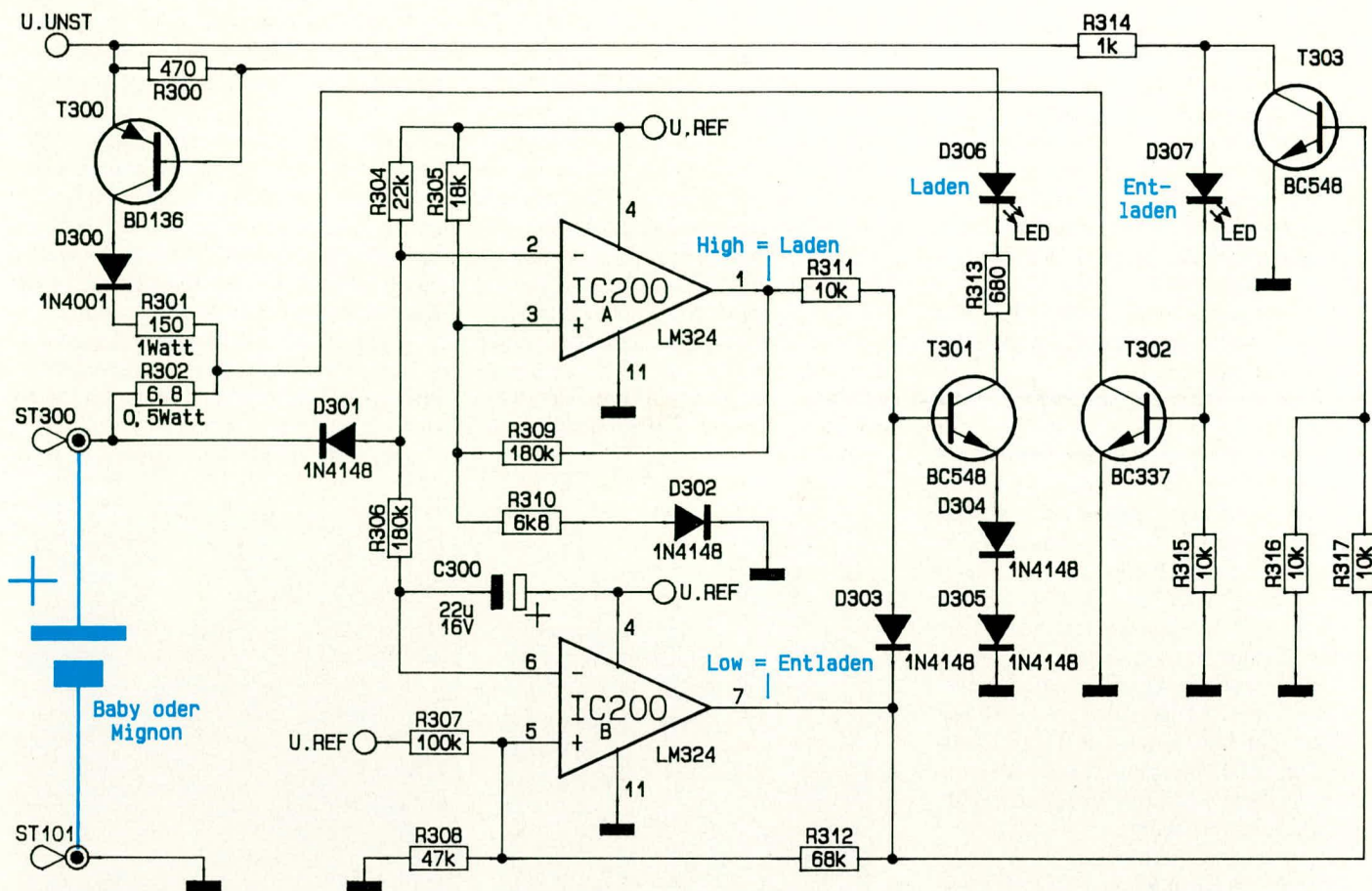


Bild 2: Schaltbild des 1,2 V-Ladereglers mit automatischer Vorentlademöglichkeit

Mit angeschlossenem Akku spielt die mit R 307, R 308 und Rückkopplungswiderstand R 312 eingestellte Komparatorschwelle eine entscheidende Rolle. Nehmen wir z. B. an, der anzuschließende Akku weist eine Spannung von 1,2 V auf und soll vorentladen werden. Dazu wird der Akku in dem Augenblick, wenn der Entladezweig aktiv ist, in den Akkuschacht gesteckt. Der Komparatorausgang führt zu diesem Zeitpunkt Low-Pegel, und über den Rückkopplungswiderstand R 312 wird zusammen mit dem Spannungsteiler R 307, R 308 die Komparatorschwelle auf 1 V zuzüglich Schwellenspannung der Diode D 301 gelegt.

Unterschreitet jetzt beim Entladeprozeß die Spannung am invertierenden Eingang die Schwellenspannung am „+“-Eingang, so wechselt der Komparatorausgang auf High-Pegel und unterbricht den Entladezyklus bei ca. 1 V-Zellenspannung. Gleichzeitig wird über R 312 die Komparatorschwelle auf einen Wert von ca. 3 V gelegt. Dieser Spannungswert kann natürlich mit angeschlossenem Akku am invertierenden Eingang nicht wieder erreicht und somit der Entladezyklus kein zweites Mal gestartet werden.

Kommen wir als nächstes zum Ladezweig, der mit dem Komparator IC 200 A und externer Beschaltung realisiert ist. Ge-

messung wird die Akkuspannung über der mit R 304 vorgespannten Diode D 301 am invertierenden Eingang des Komparators IC 200 A. Solange die Akkuspannung unterhalb der Ladeschlußspannung bleibt, nimmt der Ausgang des Komparators IC 200 A High-Pegel an. Bei durchgeschaltetem Treibertransistor (T 301) wird über die Status-LEDD 306 der Ladetransistor T 300 durchgeschaltet und dem Akku über die Diode D 300 und den Strombegrenzungswiderständen (R 301, R 302) der Ladestrom eingepreßt.

Bei Erreichen der Ladeschlußspannung von 1,45 V wechselt der Komparatorausgang von high nach low und der Ladevor-

gang wird beendet. Gleichzeitig wird über den Rückkopplungswiderstand R 309 die Komparatorschwelle nach unten verändert, so daß erst bei Unterschreiten von 1,35 V der Ladezyklus von neuem beginnt. Die Diode D 302 dient in diesem Zusammenhang zur Temperaturkompensation der Diode D 301.

Netzteilschaltbild

Abbildung 3 zeigt das recht einfache Netzteil und die Referenzspannungserzeugung. Die Versorgungsspannung von üblicherweise 13,8 V wird der Schaltung an ST 1 und ST 2 zugeführt und gelangt über die Verpolungsschutzdiode D 1 auf den

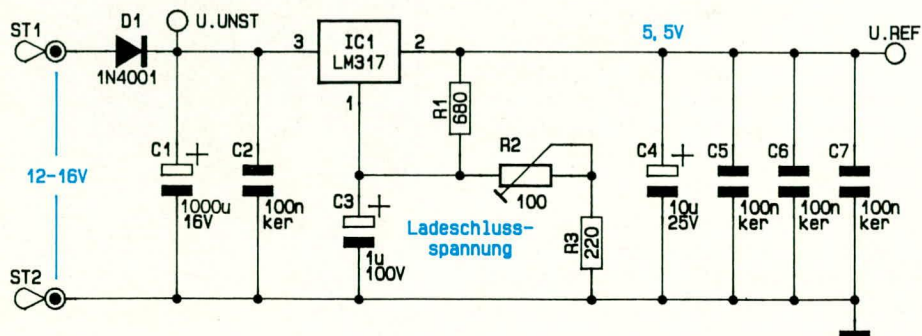


Bild 3 zeigt das Netzteil mit Referenzspannungserzeugung

Pufferelko C 1 sowie auf Pin 3 des einstellbaren Spannungsreglers IC 1.

Während die Ladeendstufen direkt mit der gepufferten unstabilierten Spannung betrieben werden, erfolgt die Generierung der Referenzspannung mit dem einstellbaren Spannungsregler IC 1. Die Referenzspannung wird mit R 2 so eingestellt, daß der Ladeprozeß exakt bei 1,45 V gemessen am Akku beendet wird.

Die Kondensatoren C 2 bis C 7 dienen zur allgemeinen Stabilisierung und zur Störunterdrückung.

Nachbau

Der Nachbau des NC-Multi-Laders ist trotz der recht hohen Bauteildichte auf den beiden doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatten einfach und innerhalb kurzer Zeit erledigt. Dank der Durchkontaktierungen sind auf den Leiterplatten auch keine Drahtbrücken erforderlich.

Beim Nachbau beginnen wir mit dem Einsetzen der Akkukontakte und Führungsschienen im Spezialgehäuse. Danach werden sämtliche Minusanschlüsse über einadrige, isolierte Leitungen bzw. Schaltdraht miteinander verbunden.

Des weiteren besitzen die 1,2 V-Ladeschächte getrennte Pluskontakte für Mignon- und Babyzellen, die bei unserer Schaltung jeweils über ein kurzes Stück Schaltdraht zu einem gemeinsamen Kontakt zusammengeführt werden. Dies ist ohne weiteres möglich, da nicht Ladezeit und Ladestrom die ausschlaggebende Rolle zur Kennzeichnung eines vollgeladenen Akkus spielen, sondern die Ladeschlussspannung, und diese ist sowohl bei Mignon- als auch bei Baby-NC-Akkus gleich. Im Anschluß an diese Verdrahtung erhalten wir somit eine gemeinsame Masse und 6 getrennte Plusanschlüsse.

Besonders wichtig für eine einwandfreie Funktion des Ladegerätes sind geringe Übergangswiderstände zwischen Akku und den Anschlußkontakten, d. h. oxidierte Akkukontakte sollten vor dem Laden gereinigt werden. Bei hohem Übergangswiderstand zwischen Akku und Kontakt leuchtet die entsprechende Ladekontroll-LED nicht mit voller Helligkeit.

Nach den ersten Gehäusevorbereitungen beginnen wir nun mit dem Bestücken der beiden Leiterplatten, wobei wir uns genau an die Stückliste, den Bestückungsplan sowie den Bestückungsaufdruck auf der Leiterplatte halten.

Nachfolgend gehen wir noch auf einige Besonderheiten im Rahmen des Nachbaus ein. Wir beginnen mit der Anzeigenplatine:

Zuerst werden die Anschlußbeinchen der Transistoren so tief wie möglich durch die entsprechenden Bohrungen der Leiterplat-

te gedrückt und anschließend in einem Arbeitsgang verlötet.

Es folgen die Dioden und Widerstände, die ausnahmslos stehend einzusetzen und ebenfalls an der Printseite zu verlöten sind.

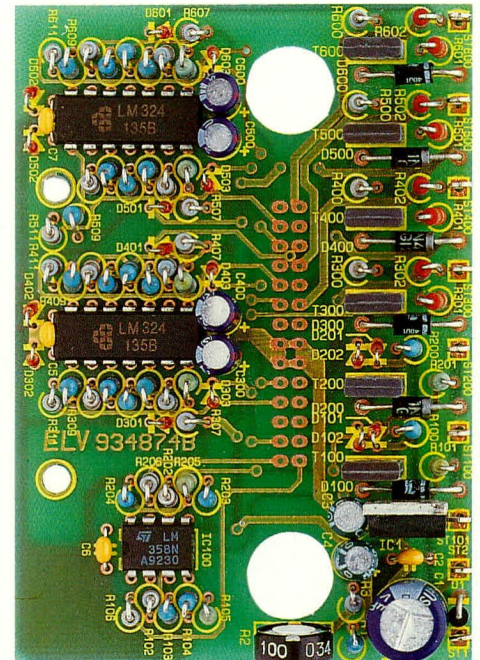
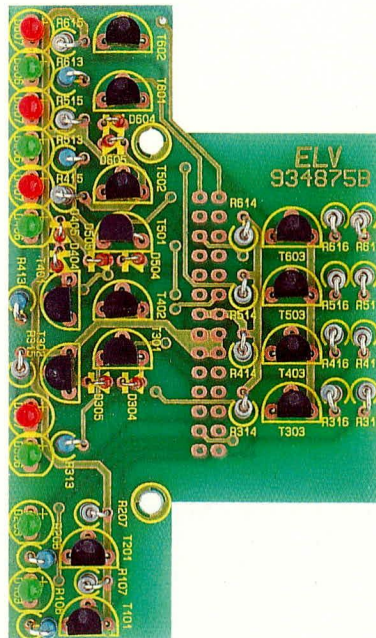
Die Gehäuse der Leuchtdioden weisen an der Katodenseite eine Abflachung auf, die mit dem Leiterplattenaufdruck in Übereinstimmung gebracht wird. Als zusätzliche Orientierungshilfe ist dem Anodenanschluß ein längeres Anschlußbeinchen zugeordnet. Die Anzeigeelemente werden mit einem Abstand von 1 mm, gemessen zwischen dem Anschlußbeinchenaustritt des Bauelements und der Platinenoberseite, eingelötet.

Sämtliche überstehende Drahtenden werden so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

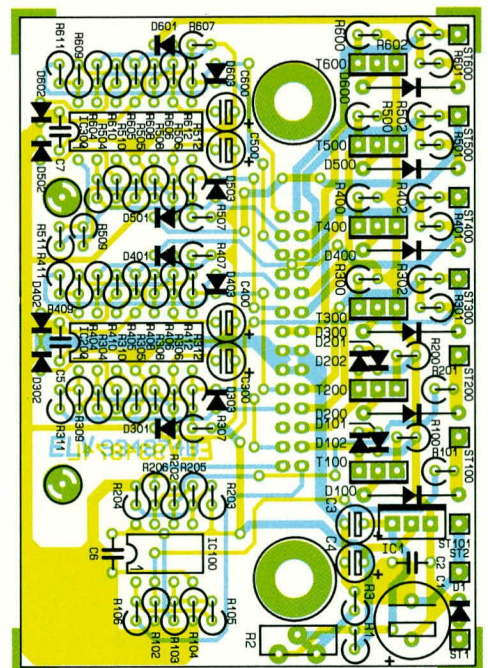
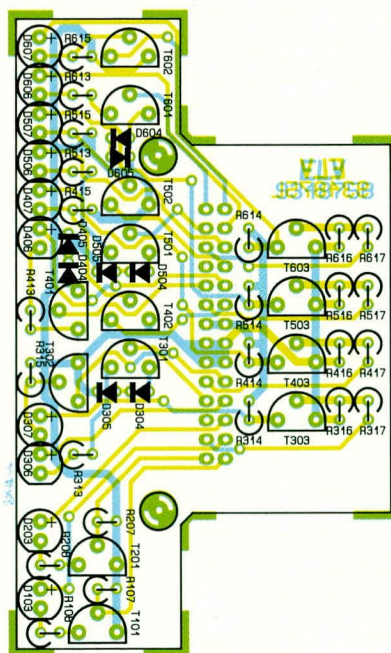
Nach dem Bestücken der Anzeigenplatine wenden wir uns der Hauptplatine zu. Hier werden zuerst die 3 integrierten Schaltkreise eingesetzt, wobei auf die richtige Einbaulage zu achten ist, d. h. die Kerbe des Bauelements muß mit der Kerbe im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Während die 4 Keramik Kondensatoren beliebig herum eingesetzt werden dürfen, ist bei den Elektrolytkondensatoren auf die richtige Polarität zu achten.

Die Widerstände der Basisplatine wer-



Fertig aufgebaute Leiterplatten des NC-Multi-Laders



Bestückungsplan der Anzeigen- und Basisplatine des NC-Multi-Laders

den ebenfalls stehend eingesetzt und an der Lötseite sorgfältig verlötet.

Bei den Dioden werden nur die 6 im Ladezweig eingesetzten Leistungsdioden liegend eingelötet, während alle übrigen Dioden stehend zu bestücken sind.

Es folgt das Einsetzen der 6 Leistungs-Ladetransistoren sowie des einstellbaren Spannungsreglers IC 1. Diese Bauelemente werden mit 5 mm Abstand zwischen Bauteilunterseite und Platinenoberfläche eingelötet.

Nach dem Einlöten der 9 Lötstifte mit Öse sowie des stehenden Trimmers R 2 werden beide Leiterplatten über 2 vorkonfektionierte 14adrige, 5 cm lange Flachbandleitungen miteinander verbunden.

Nun löten wir an die Platinenanschlüßpunkte ST 101, ST 100, ST 200, ST 300, ST 400, ST 500 und ST 600 jeweils ein Stück isolierten Schaltdraht. Diese Kabelabschnitte sollen, in der aufsteigenden Reihenfolge der Pins, folgende Länge auf-

weisen: 12 cm, 17 cm, 24 cm, 13 cm, 19 cm, 21 cm und 26 cm. Beide Anschlußenden jeder Leitung werden 3 mm weit abisoliert, verdreht und vorverzinkt; danach erfolgt das Anlöten an die entsprechenden Lötösen.

Anschließend wird über die 12 V-Versorgungsleitung eine Knickschutztülle gezogen und die Minus-Leitung an ST 2 und die Plus-Leitung an ST 1 angelötet.

Sind die Aufbauarbeiten soweit abgeschlossen, erfolgt eine gründliche Überprüfung der Leiterplatten hinsichtlich kalter Lötstellen, Lötzinnspritzern und Bestückungsfehlern.

Ist die Überprüfung der Leiterplatten soweit zur Zufriedenheit ausgefallen, wird die Platinenkonstruktion in den dafür vorgesehenen Platz des Gehäuses abgesenkt, wobei die Status-LEDs der Anzeigenplatine in die entsprechenden Gehäusebohrungen ragen müssen.

Anschließend wird die Basisplatine ca.

1 cm in Richtung der Akkuschächte verlagert und die Anzeigenplatine durch die runden Öffnungen der Basisplatine mit 2 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm festgesetzt. Danach wird die Knickschutztülle der Versorgungsleitung in die dafür vorgesehene Gehäuseaussparung gedrückt und die Leitung mit der zugehörigen Zugentlastungsschelle festgesetzt.

Die Basisplatine wird in die Endposition gebracht und ebenfalls mit 2 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm verschraubt.

Kommen wir nun zur Verbindung der Platinenanschlüßpunkte ST 100 bis ST 600 mit den einzelnen Akku-Anschlußkontakten. Zuerst wird die von ST 101 kommende Leitung an den gemeinsamen Masseanschluß gelötet. Danach erfolgt das Anlöten der von ST 100 kommenden Leitung an die positive Klemme des am nächsten an der Platine angeordneten 9 V-Block-Akku-Anschlusses und das Anlöten der von ST 200 kommenden Leitung an den positiven Anschluß des zweiten 9 V-Ladeanschlusses.


Anschließend wird ST 300 mit dem Plusanschluß des ersten 1,2 V-Ladeschachts, ST 400 mit dem Plusanschluß des zweiten Ladeschachts usw. verbunden. Auch hier ist der erste Ladeschacht in der Nähe der Leiterplatte angeordnet und der vierte Schacht am weitesten von der Platine entfernt.

Nachdem alle Aufbau- und Verdrahtungsarbeiten abgeschlossen sind, erfolgen die Inbetriebnahme und der Abgleich der gemeinsamen Referenzspannung.

Nach dem Anlegen der Versorgungsspannung (ca. 12 V bis 6 V) wird der Minuspol eines Gleichspannungsmeßgerätes an die Schaltungsmasse angeschlossen und mit der Plusklemme die Ausgangsspannung des Spannungsreglers IC 1 (Pin 2) gemessen. Mit Hilfe des Trimmers R 2 wird nun die Referenzspannung auf exakt 5,5 V abgeglichen, was wiederum einer Ladeschlussspannung von 1,45 V am Akku entspricht.

Damit ist bereits der Abgleich des NC-Multi-Laders abgeschlossen. Wer noch ein übriges tun möchte, kann einen Akku in einen beliebigen Ladeschacht einsetzen und während des Ladevorgangs den Abschalt- punkt direkt am Akku überprüfen.

Nach erfolgtem Abgleich und einem ersten Funktionstest wird das Gehäuseunterteil aufgesetzt und mit den beiliegenden Gehäuseschrauben ordnungsgemäß verschraubt.

Als letzter Arbeitsschritt bleiben nur noch die freien Enden der Versorgungsleitung entweder mit einem Kfz-Bordstecker oder mit einer anderen günstigen Steckverbindung, z. B. zum Anschluß eines Netzteils, zu versehen. Dem Einsatz des akkuscho-nenden Ladegerätes steht damit nichts mehr im Wege. 

Stückliste: NC-Multi-Lader mit 12V Speisung

Widerstände:

6,8Ω/0,5W	R302, R402, R502, R602
47Ω	R100, R200
150Ω/1W	R301, R401, R501, R601
220Ω	R3
470Ω	R300, R400, R500, R600
680Ω	R1, R108, R208, R313, R413, R513, R613
1kΩ	R314, R414, R514, R614
6,8kΩ	R104, R204, R310, R410, R510, R610
10kΩ	R106, R107, R206, R207, R311, R315 - R317, R411, R415 - R417, R511, R515 - R517, R611, R615 - R617
18kΩ	R103, R203, R305, R405, R505, R605
22kΩ	R102, R202, R304, R404, R504, R604
47kΩ	R308, R408, R508, R608
68kΩ	R312, R412, R512, R612
100kΩ	R307, R407, R507, R607
120kΩ	R101, R105, R201, R205
180kΩ	R306, R309, R406, R409, R506, R509, R606, R609
PT10, stehend, 100Ω	R2

Kondensatoren:

100nF/ker	C2, C5 - C7
1µF/100V	C3
100µF/16V	C4
22µF/16V	C300, C400, C500, C600
470µF/16V	C1

Halbleiter:

LM324	IC200, IC300
-------------	--------------

LM358	IC100
LM317	IC1
BD136	T100, T200, T300, T400, T500, T600
BC548	T101, T201, T301, T303, T401, T403, T501, T503, T601, T603
BC337	T302, T402, T502, T602
1N4001	D1, D100, D200, D300, D400, D500, D600
1N4148 ...	D101, D102, D201, D202, D301 - D305, D401 - D405, D501 - D505, D601 - D605
LED, 3mm, grün	D103, D203, D306, D406, D506, D606
LED, 3mm, rot	R307, R407, R507, R607

Sonstiges:

9 Lötstifte mit Lötöse
1 Gehäusedeckel
1 Gehäuseoberteil
1 Gehäuseunterteil
1 Kabelknickschutz
1 Kabelschelle als Zugentlastung
1 KFZ-Bordspannungsstecker
4 Akku-Kontakte, Minus-Pol
4 Akku-Kontakte (Plus-Pol, oben)
4 Akku-Kontakte (Plus-Pol, unten)
2 Akku-Federkontakte, kurz
1 Akku-Federkontakt, lang
4 Knippingschrauben 2,9 x 6,5mm
2 Knippingschrauben 2,9 x 12mm
3 Knippingschrauben 2,9 x 16mm
150cm, 2adrige, flexible Leitung, 2 x 0,4mm ²
140cm flexible Leitung, ST1, 2,22mm ²
8cm Silberdraht