

# Multi-Akku-Lader MA 7000

**Gleichzeitiges Laden von bis zu sieben unterschiedlichen Akkus ist die Spezialität des Multi-Akku-Laders MA 7000.**

## Allgemeines

Genau auf die Belange des Anwenders, der mehrere Akkus verschiedener Kapazität und Spannung zur gleichen Zeit laden möchte, wurde das von ELV entwickelte bedienerfreundliche Ladegerät MA 7000 zugeschnitten.

Es können gleichzeitig bis zu sieben verschiedene Nickel-Cadmium und/oder Bleiakkus angeschlossen und geladen werden.

Über die an der Frontplatte angebrachten DIP-Drehschalter lassen sich für jeden der sieben Ausgänge sowohl der Ladestrom als auch die Akku-Nennspannung (entsprechend der Zellenzahl) individuell einstellen.

Damit ein möglichst breites Anwendungsspektrum erschlossen wird, stehen drei verschiedene Ausgangskategorien zur Verfügung.

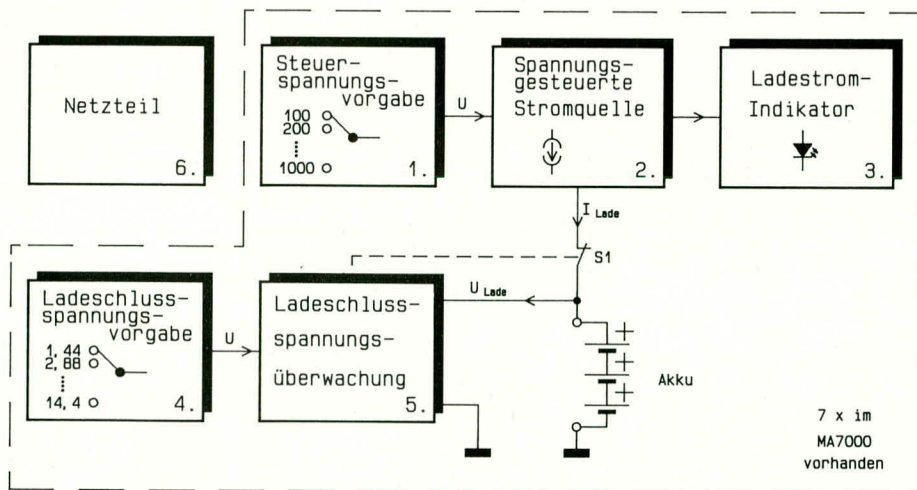
Von den insgesamt sieben Ausgängen sind vier speziell für NC-Akkus von 1,2 V bis 12 V (entsprechend 1 bis 10 Zellen) mit einem jeweils einstellbaren Ladestrom von 10 bis 200 mA ausgelegt. Für größere NC-Akkus stehen zwei weitere Ladekanäle zur Verfügung, mit Ladeströmen im Bereich von 100 mA bis 1 A. Zusätzlich bietet ein siebter Ladekanal eine Abstufung in 2 V-Schritten für ein- bis sechszellige Bleiakkus. Der Ladestrom ist von 100 mA bis 1 A einstellbar.

Durch die im Multi-Akku-Lader MA 7000 verwendete präzise Regelelektronik wird die aktuelle Zellenspannung der an-

geschlossenen Akkus während des Ladevorgangs fortlaufend überwacht. Aus diesem Grunde können die Akkus ständig am MA 7000 angeschlossen bleiben. Eine Überladung ist nicht möglich.

Ein weiterer Vorteil dieser Schaltungsauslegung besteht darin, daß die oftmals zeitraubende Entladephase bei Ladegeräten mit Zeitüberwachung zumindest teilweise entfällt. Sobald die Ladeschlussspannung erreicht ist, was bei einem nur teilladenen Akku entsprechend früher ist, wird der Ladestrom unterbrochen. Im Falle des Nachladens können die angeschlossenen Akkus innerhalb kürzester Zeit durchaus schonend hundertprozentig vollgeladen werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß speziell für NC-Akkus in gewissen Abständen eine Komplett-





**Bild 1: Blockschaltbild des Multi-Akku-Laders MA 7000**

Entladung erforderlich ist, um den sogenannten „Memory-Effekt“ und den dadurch bedingten Kapazitätsverlust auszuschließen. Für die 6 NC-Ladekanäle ist die Ladeschlußspannung mit  $1,2 \times$  Zellenspannung und für den separaten Blei-Ausgang mit  $1,15 \times$  Zellenspannung festgelegt.

Wird dies entsprechend berücksichtigt, so können an den NC-Ausgängen in den Stellungen 6 V und 12 V auch entsprechende Blei-Akkus angeschlossen und geladen werden, da die Nennspannungen bei diesen beiden Werten übereinstimmen (5 Zellen  $\hat{=}$  1,2 V ergeben genau wie 3 Zellen  $\hat{=}$  2,0 V in der Summe jeweils eine Gesamtspannung von 6,0 V. Entsprechendes gilt für 12 V).

Im umgekehrten Fall gilt gleiches für den siebten Ausgang, der speziell für Blei-Akkus ausgelegt ist. In den Stellungen 6 V und 12 V sind hier auch NC-Akkus anschließbar.

Ein Dauerbetrieb mit vertauschter Akkuzuordnung ist jedoch nicht empfehlenswert, da hierbei die akkotypischen Ladeschlußspannungsschwellen nicht genau eingehalten werden. Im erstgenannten Fall bedeutet dies, daß an den NC-Ausgängen angeschlossene Blei-Akkus zu spät oder gar nicht abgeschaltet würden. Durch rechtzeitiges manuelles Abklemmen wie bei einem Standard-Ladegerät kann diesem Umstand jedoch leicht Rechnung getragen werden. Im zweiten Fall würde die an dem Blei-Ausgang angeschlossene NC-Zelle zu früh abschalten, d. h. die volle Akkukapazität wird nicht ganz erreicht.

Für jeden Ladekanal ist eine Kontroll-LED auf der Frontplatte des MA 7000 angeordnet, die jederzeit über den gegenwärtigen Ladezustand informiert.

## Bedienung und Funktion

Ein Ladevorgang beim MA 7000 läuft wie folgt ab:

Wird ein entladener Akku angeschlos-

sen, erfolgt zunächst mit dem eingestellten Ladestrom eine Dauerladung. Dies wird durch das permanente Leuchten der zugehörigen Ladekanal-LED angezeigt.

Ab einer erreichten Akkukapazität von ca. 70 % wird automatisch auf Impuls-ladebetrieb umgeschaltet. Angezeigt wird dieser Ladezustand durch Blinken der zuständigen Ladekanal-LED.

Zu Beginn der Impuls-ladephase ist die Blinkfrequenz der LED und damit auch die Impulsfrequenz des Ladestromes relativ hoch. Je mehr der Akku sich seiner Endkapazität nähert, desto niedriger wird die Blinkfrequenz. Das Impuls-Pausen-Verhältnis ändert sich dahingehend, daß nur noch kurze Stromimpulse, gefolgt von etwas längeren Ruhephasen in den Akku eingespeist werden. Befindet sich der Akku in dieser Ladephase, kann er als nahezu 100 % aufgeladen betrachtet werden. Bei vollgeladenem Akku ist das Puls-Pausen-Verhältnis relativ groß (kurzer Impuls bei langer Pause), so daß der Akku auch ohne Schaden zu nehmen längere Zeit angeschlossen bleiben kann. Die Grundblinkfrequenz ist abhängig vom eingestellten Ladestrom und vom verwendeten Akkutyp.

## Zur Schaltung

Das MA 7000 besitzt sieben von der Grundfunktion her weitgehend identische Ladeausgänge, jedoch mit unterschiedlichen Ladeströmen bzw. Ladeabschaltgrenzen. Die betreffenden Schaltungen stimmen daher ebenfalls weitgehend überein.

Bevor wir uns mit der detaillierten Schaltungsbeschreibung der einzelnen Stufen des MA 7000 befassen, soll die Grundfunktion zunächst anhand eines

Block-/Prinzipschaltbildes verdeutlicht werden.

Abbildung 1 zeigt das Prinzipschaltbild des MA 7000. Die gestrichelt eingezeichneten Schaltungseinheiten sind pro Ladekanal einmal, d. h. siebenmal im Multi-Akku-Lader MA 7000 vorhanden.

Wir beginnen mit dem Block Nr. 2 der spannungsgesteuerten Stromquelle. Die Information über den zu liefernden Ladestrom bekommt der Block 2 von der Steuer-spannungsvorgabe in Block 1 in Form einer dem Ladestrom entsprechenden Steuer-spannung.

Der Block 3 beinhaltet den Ladestrom-indikator. Immer wenn ein Ladestrom fließt, wird dies von dem Ladestrom-indikator erkannt und über eine Leuchtdiode angezeigt.

Der von der Stromquelle (in Block 2) erzeugte Konstantstrom fließt nun über den Schalter S 1 zum angeschlossenen Akku. Die Akkuspannung wird ständig von der in Block 5 dargestellten Ladeschlußspannungsüberwachung kontrolliert.

Bei welcher Akkuspannung das MA 7000 den Ladestrom unterbrechen soll, wird von der Ladeschlußspannungsvorgabe in Block 4 vorgegeben.

Überschreitet die Akkuspannung den eingestellten Wert, so unterbricht die Spannungsüberwachung in Block 5 den Ladestrom über den Sperrschalter S 1.

Block 6 bildet das Netzteil, das nur einmal im MA 7000 vorhanden ist. Damit ist das Blockschaltbild soweit dargestellt und wir fahren mit der Beschreibung der Detailschaltbilder fort.

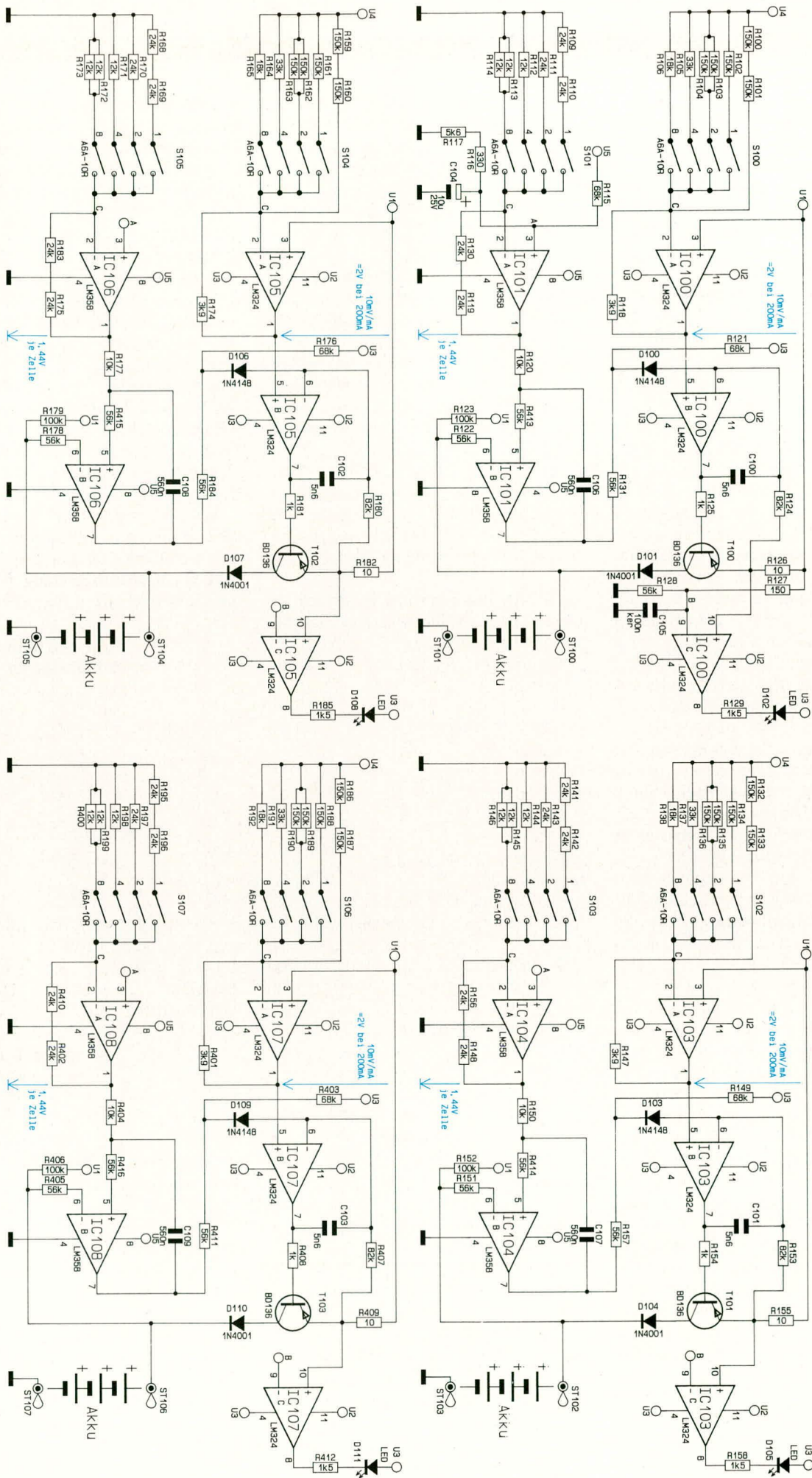
Abbildung 2 zeigt die Ladeschaltung der vier 200 mA-NC-Stufen. Diese vier Stufen sind vollkommen identisch aufgebaut. Die oben links dargestellte Ladestufe soll daher stellvertretend für alle vier Einheiten im Detail beschrieben werden.

Der Leistungstransistor T 100 in Verbindung mit dem Operationsverstärker IC 100 B sowie der passiven Zusatzschaltung bildet die spannungsgesteuerte Stromquelle. Der Widerstand R 129 stellt den sogenannten Shunt-Widerstand dar. Der an diesem Widerstand anliegende Spannungsabfall, welcher dem Stromfluß proportional ist, wird über R 124 dem IC 100 B an seinem invertierenden Eingang (Pin 6) zugeführt. Der Operationsverstärker vergleicht nun diese Spannung mit der an seinem nicht-invertierenden Eingang anliegenden Soll-Spannung und steuert über den Widerstand R 125 den Leistungstransistor T 100 an, bis beide Eingangsspannungen übereinstimmen. Als Resultat fließt dann der geforderte Ladestrom.

Der Kondensator C 100 dient zur hochfrequenten Schwingneigungsunterdrückung der Stromregelschaltung. Die Grenzfrequenz des Reglers wurde jedoch so ge-



**Bild 2:**  
Schaltung  
der vier  
identisch  
aufgebauten  
200mA-  
Ladestufen





wählt, daß die 100 Hz-Brummspannung der unstabilierten Betriebsspannung U 1 ausgeregelt wird, womit ein gleichmäßiger Stromfluß gewährleistet ist.

IC 100 A mit dem an seinem Pin 2 angeschlossenen Widerstandsnetzwerk bildet die Steuerspannungsvorgabe für die Stromquelle (vergleiche Block 1 im Blockschaltbild 1).

Der Ausgangsspannung des IC 100 A entsprechend geforderten Abstufung und damit auch der geforderten Stromstufung werden über den BCD-Schalter S 100 entsprechend gewichtete Ströme geschaltet und aufsummiert. Diese werden dann durch IC 100 A in Verbindung mit dem Gegenkoppelwiderstand R 118 in die zugehörige Spannung am Ausgang des OPs umgewandelt. IC 100 C bildet den im Blockschaltbild mit Block 3 bezeichneten Stromindikator. Überschreitet der Spannungsabfall am Widerstand R 126 diejenige Spannung, welche am invertierenden Eingang (Pin 9) durch den Referenzspannungsteiler R 127 und R 128 vorgegeben ist, so wird dies durch die Leuchtdiode D 102 signalisiert.

Das als Komparator geschaltete IC 101 B ist für die Ladespannungsüberwachung zuständig.

Die aktuelle Akkuspannung gelangt über den Widerstand R 122 auf den invertierenden Eingang dieses OPs. Ist die Spannung höher als die Referenzspannung an Pin 5 (nicht-invertierender Eingang), so wechselt der Ausgang des OPs von High- auf Low-Potential. Über den Widerstandsteiler R 121 und R 131 sowie die Entkoppeldiode D 100 wird daraufhin die Stromquelle gesperrt. Schaltungstechnisch entspricht dies dem im Blockschaltbild mit S 1 bezeichneten Schalter.

Die Widerstände R 131 sowie R 121 dienen zur Pegelanpassung, da der 4fach-Operationsverstärker IC 100 und der 2fach-OP IC 101 mit unterschiedlichen Betriebsspannungen versorgt werden. Durch den Kondensator C 106 wird eine dynamische Hysterese erzeugt. Gegenüber einer „herkömmlichen“ statischen Hysterese (Mitkopplung über einen Widerstand) wird bei dieser Schaltungsauslegung die exakt vorgegebene Ladeschlußspannung vom Akku erreicht. Die Ladeschlußspannungsvorgabe (siehe Block 4) wurde durch IC 101 A mit Zusatzbeschaltung inkl. der Widerstände und den Schalter S 101 realisiert. Das Funktionsprinzip ist gleich mit der zuvor beschriebenen Steuerspannungsvorgabe der Stromquelle. Auch hier werden gewichtete Ströme je nach Stellung des BCD-Schalters S 102 addiert und von IC 101 A in eine entsprechende Spannung umgewandelt.

Die Diode D 101 am Kollektoranschluß des Transistors T 100 verhindert bei

Stromausfall eine Entladung angeschlossener Akkus.

Ist kein Akku angeschlossen, wird die Klemmspannung über den Widerstand R 123 hochohmig auf U 1-Potential angehoben, wodurch sich definierte Zustände der gesamten Regelschaltung in diesem Betriebsmodus ergeben.

Damit sind die 4 baugleichen 200 mA NC-Stufen soweit beschrieben und wir wenden uns den in Abbildung 3 dargestellten 1 A-NC-Ladestufen zu.

Auch diese beiden Stufen sind weitgehend identisch mit den zuvor beschriebenen aufgebaut. Unterschiede bestehen aufgrund des größeren Ladestromes lediglich im Lastkreis der Stromquellen.

Der Shunt-Widerstand ist hier aus 5 parallelgeschalteten 10  $\Omega$ -Widerständen zusammengesetzt und als Längstransistor wird mit dem TIP 145 ein weitaus leistungsfähigerer Darlington-Typ verwendet.

Zur Rückstromsperrung ist mit der Diode des Typs 1N5401 eine leistungsfähigere Version eingesetzt.

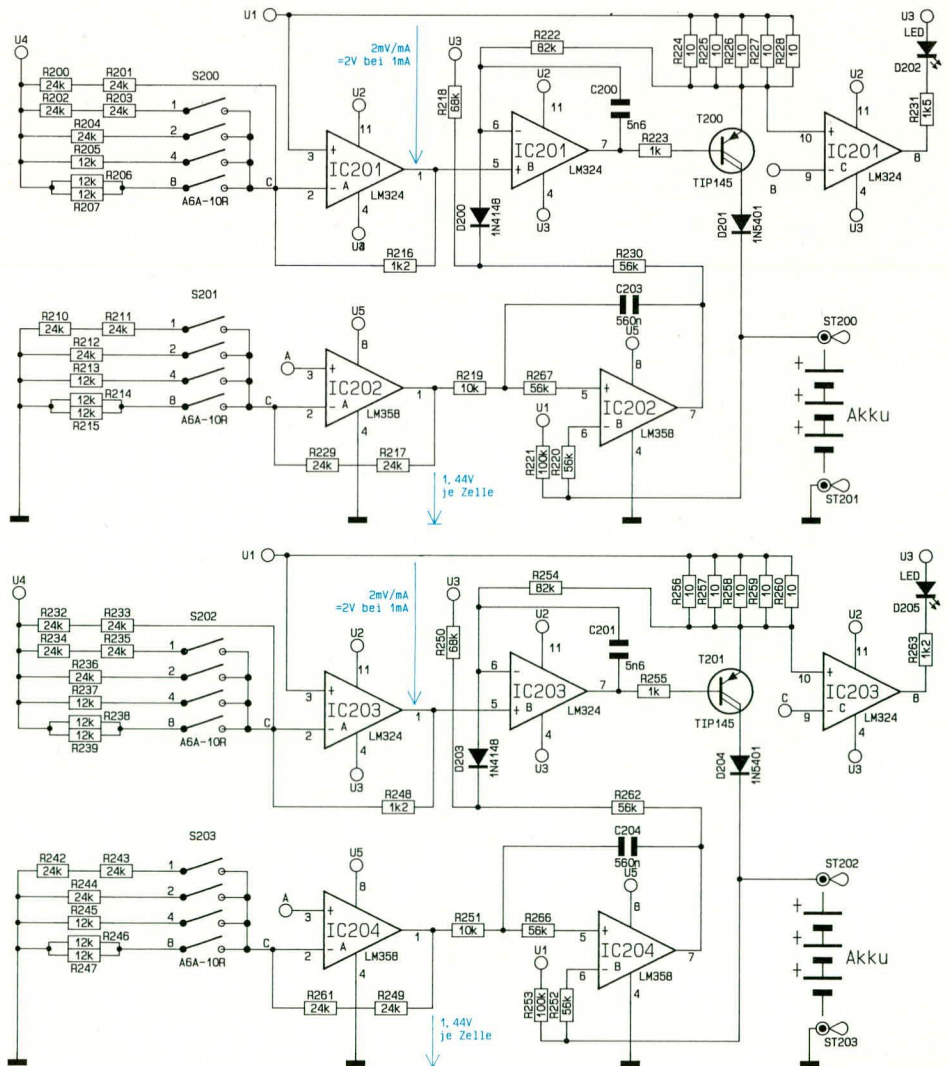
Abbildung 4 zeigt die 1 A-Blei-Ladestu-

fe. Die Ladeschlußspannung beträgt bei Blei-Akkus  $1,15 \times U_{nenn}$ . Daher ist die Dimensionierung des Ladeschlußspannungsreferenzteilers R 308 und R 309 gegenüber der NC-Stufe geändert.

Aufgrund der höheren Zellenspannung der Bleiakkus (2 V pro Zelle) im Gegensatz zu NC-Zellen (1,2 V pro Zelle) ergeben sich hier weniger Stufungen. Die nicht zulässigen S 301-Schalterstufen 6 bis 9 werden durch die Zusatzschaltung um IC 301 D gesperrt. Überschreitet die Ausgangsspannung des IC 302 A den Referenzspannungswert von 14 V (erzeugt über die Widerstandsteiler R 332 und R 338), so wird das von IC 301 erkannt und der Ausgang wechselt von high nach low. Über die Entkoppeldiode D 303 wird somit der Stromfluß unterbrochen.

In Abbildung 5 ist das Netzteil des MA 7000 dargestellt. Mit Hilfe zweier getrennter Sekundärwicklungen des 100 VA-Netztransformators werden insgesamt 5 unterschiedliche Betriebs-/Referenzspan-

**Bild 3: Schaltung der zwei 1 A-Ladestufen für NC-Akkus**





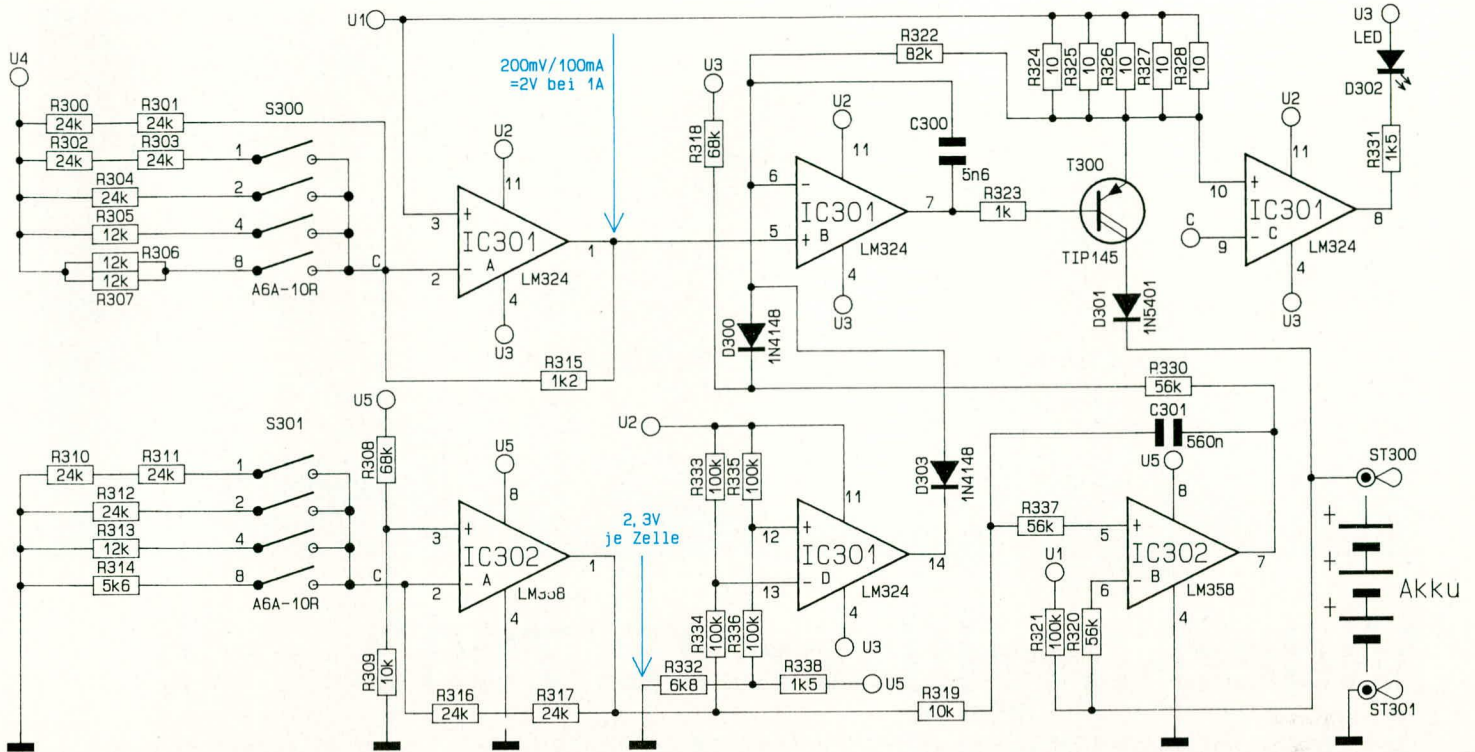


Bild 4: Schaltbild der 1 A-Ladestufe für Blei-Akkus

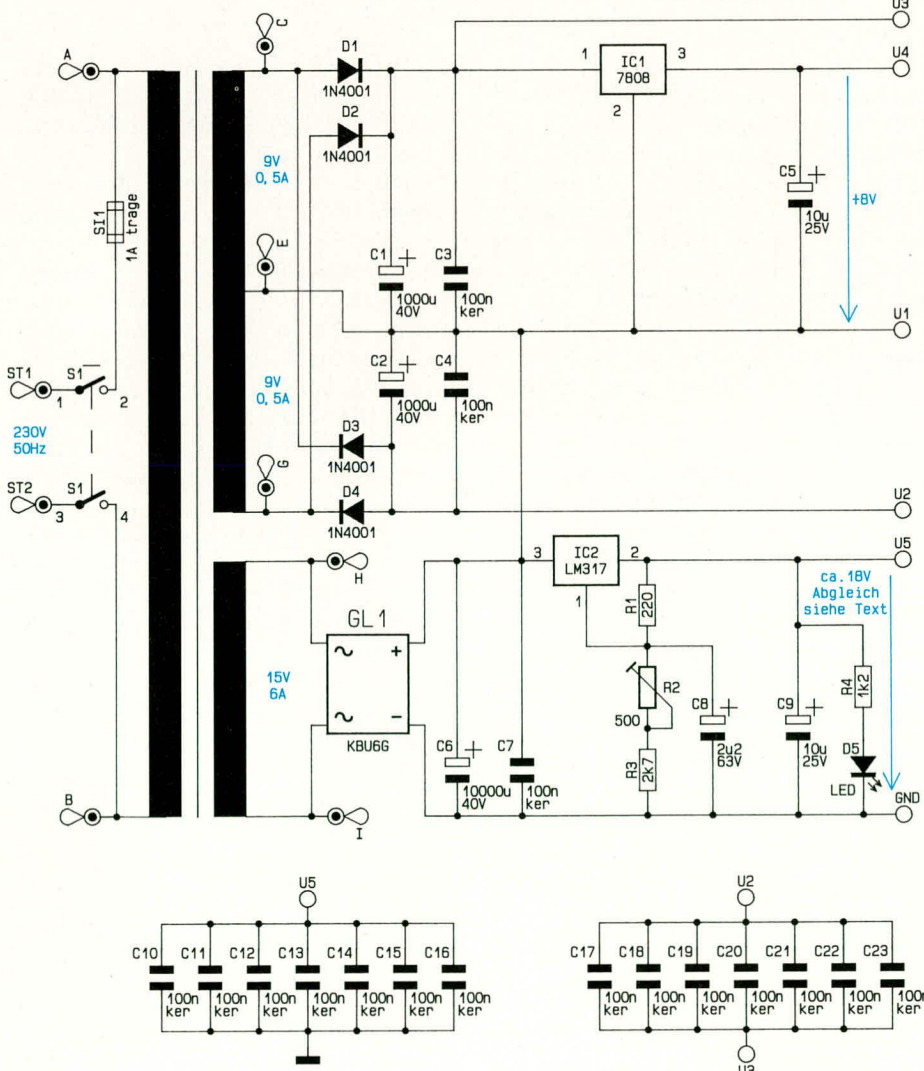


Bild 5: Netzteilerschaltung des MA 7000

nungen erzeugt. Der Ladestrom wird aus der 15 V/6 A-Wicklung dieses Transformators entnommen und nach der Gleichrichtung durch GL 1 sowie der Siebung mit C 8 und C 9 über den Anschluß U 1 den jeweiligen Stromquellen zugeführt. Mit Hilfe des einstellbaren Spannungsreglers IC 2 des Typs LM 317 wird eine stabilisierte Spannung zur Versorgung der 2fach-Operationsverstärker der einzelnen Ladestufen generiert, welche hier gleichzeitig als Referenzspannung dient.

Die im oberen Teil des Schaltbildes dargestellten Spannungen U 2 und U 3 werden zur Versorgung der einzelnen 4fach-Operationsverstärker herangezogen, welche in den jeweiligen Stufen die Funktionen der Steuerspannungsvorgabe, der Stromquelle sowie der Ladestromindikatorfunktion übernehmen.

Die durch IC 1 auf 8 V stabilisierte Spannung (gemessen gegenüber U 1) dient als Referenzspannung für die Steuerspannungsvorgabe (vergleiche Block 1 im Blockschaltbild 1).

Eine Besonderheit der Netzteilerschaltung besteht darin, daß die obere Primärwicklung und damit auch die daraus erzeugten Gleichspannungen auf das Potential der unstabilisierten Versorgungsspannung am Elko C 8 angehoben sind. Die im Schaltbild unten eingezeichneten Kondensatoren C 13 bis C 26 dienen zur Blockung in den einzelnen Ladestufen.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung des MA 7000 abgeschlossen. Im zweiten Teil dieses Artikels folgen dann Nachbau und Inbetriebnahme.