



Modellbau-Schnellladegerät für 12V-Betrieb

Zum Schnellladen von 6- und 7zelligen Modellbau-Antriebsakkus ist dieses „intelligente“ Ladegerät geeignet. Der Anschluß des in einem robusten Metallgehäuse untergebrachten Gerätes erfolgt an die Kfz-Zigarettenanzünderbuchse.

Allgemeines

Im Bereich der Modellbau-Antriebsakkus erfolgt meistens eine sehr hohe Stromentnahme, so daß die im Akku gespeicherte Energie nur für eine kurze Nutzungsdauer zur Verfügung steht. Wichtig sind daher kurze Ladezeiten und somit eine schnelle Verfügbarkeit der Energiequelle.

Da kurze Ladezeiten nur durch hohe Ladeströme erreichbar sind, ist ein intelligentes Schnellladekonzept gefragt, bei dem der Akku bei Erreichen von 100 % Ladungsinhalt sicher vor Überladung geschützt wird.

Üblicherweise werden Modellfahrzeuge im Freien eingesetzt, so daß ein am Kfz-Bordnetz anschließbares Ladegerät Vorteile bietet.

Die meisten Modellbau-Antriebsakkus bestehen aus 6 oder 7 Zellen mit Nennspannungen von 7,2 V bzw. 8,4 V. Das solide Alu-Profilgehäuse dient aufgrund seiner Ausgestaltung mit starken Wandungen gleichzeitig als Kühlkörper. Ausge-

stattet mit einem Akku-Management-IC von TEMIC ist das ELV-Schnellladegerät speziell zum Laden von 6- und 7zelligen Akkus ausgelegt.

Bei diesem Chip erfolgt die Ladeerkennung in erster Linie durch Spannungsgradientenmessung. Sobald am Ende der Ladekurve die Steigungsgeschwindigkeit der Akkuspannung nicht mehr zunimmt, wird der Schnellladevorgang beendet und der Akku durch Übergangsladung auf 100% seiner speicherbaren Kapazität gebracht.

Ist die zweite Ableitung der Steigung bei einem Akku nicht auswertbar, so erfolgt die Beendigung des Ladevorgangs nach dem Verfahren der negativen Spannungsdifferenz ($-\Delta U$). Somit steht eine zweite Sicherheitsstufe zum Schutz vor Überladung zur Verfügung. Durch die im allgemeinen vorher zum Tragen kommende Spannungsgradienten-Auswertung wird eine besonders schonende Ladung erreicht, da der Schnellladevorgang bereits beendet wird, bevor eine starke Erwärmung des Akkus auftritt.

Das Blockschaltbild in Abbildung 1 zeigt

die komplexe interne Struktur des von ELV eingesetzten Ladecontrollers. Dieser Chip enthält sämtliche aktiven Komponenten, die zum Aufbau eines hochwertigen Ladegerätes erforderlich sind.

Damit Übergangswiderstände an Akkuklemmen bzw. Anschlußleitungen die Messung nicht beeinflussen, erfolgt die Spannungsabtastrung grundsätzlich im stromlosen Zustand.

Der Eingangsmeßbereich des integrierten AD-Wandlers liegt zwischen 0,1 V und 4 V, wobei der Schnellladevorgang erst startet, wenn die Spannung an Pin 9 des Chips 1,6 Volt übersteigt.

Durch diese Schutzfunktion ist es möglich, tiefentladene Akkus bzw. Akkus, die über einen längeren Zeitraum nicht genutzt wurden, mit einem geringen Strom zu formieren.

Wird innerhalb von 10 Min. nach dem Start des Formierungsvorgangs keine Spannung aufgebaut, d. h. 1,6 Volt an Pin 9 des U 2407 erreicht, erkennt das Ladegerät diesen Akku als defekt. Sobald die Spannung am AD-Wandlereingang 1,6 V über-

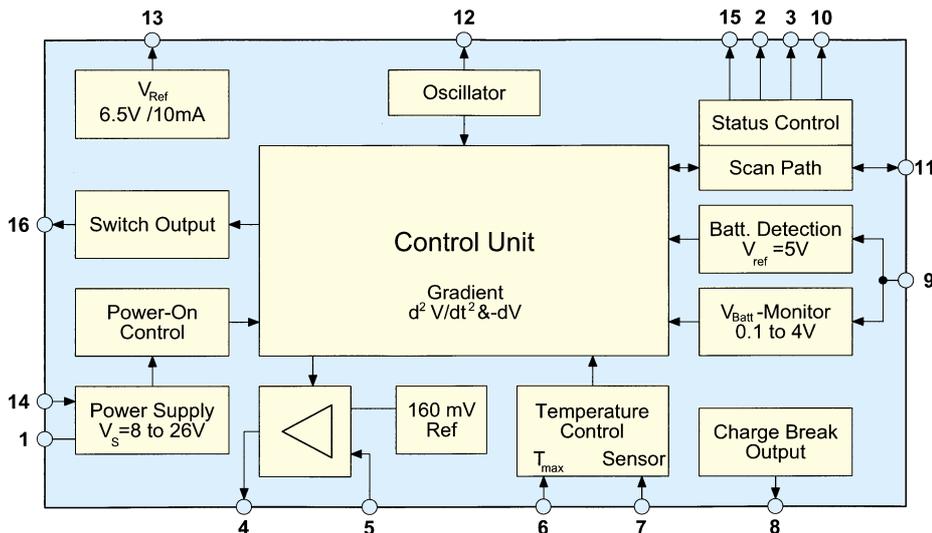


Bild 1: Interne Struktur des U 2407 B

steigt, beginnt dann automatisch der Schnellladevorgang.

Nach dem Start des Schnellladens wird innerhalb der ersten 3 Minuten die Spannungsgradientenauswertung deaktiviert, da zu Beginn ebenfalls eine Steigungsumkehr innerhalb des Ladespannungsverlaufs auftritt. In dieser Ladephase erfolgt die Ladeerkennung jedoch weiterhin nach dem $-\Delta U$ -Verfahren, um einen bereits geladenen Akku sicher zu erkennen.

Der an Pin 12 des Chips extern zugängliche RC-Oszillator bestimmt sämtliche Zeitabläufe innerhalb des U 2407. Bezogen auf einen der Nennkapazität entsprechenden Ladestrom soll die Oszillatorfrequenz ca. 800 Hz betragen.

Ausgehend von einem Ladestrom von 3,2 A und einer maximalen Akku-Nennkapazität von 2,2 Ah ist in unserer Schaltung

eine Oszillatorfrequenz von ca. 1,2 kHz erforderlich.

Abbildung 2 zeigt den Ladeablauf mit dem zugehörigen Ladespannungsverlauf am Akkupack.

Solange am Meßeingang (Pin 9 des U 2407) die Spannung unter 0,1 V liegt, ist der Controller zurückgesetzt. Zwischen 0,1 V und 1,6 V (tiefentladener Akku) wird mit einem sehr geringen Strom (in der Größenordnung des Erhaltungsladestroms) der Akku für den Schnellladevorgang vorbereitet. Ab 1,6 V am Meßeingang beginnt dann der Schnellladezyklus, wobei die Spannungs-Gradientenauswertung die ersten 3 Minuten deaktiviert ist.

Am Ende der Ladekurve, wenn der Akku den größten Teil der ladbaren Energie gespeichert hat, erfolgt die Auswertung der Steigungsumkehr innerhalb der Ladekur-

ve, und die Übergangsladephase wird eingeleitet.

Aufgrund eines Puls/Pausenverhältnisses von 1 zu 3 erfolgt die Übergangsladung mit 25% des ursprünglichen Ladestroms.

Die zum Abschluß folgende Impuls/Erhaltungsladung wird mit 1/256 Stromimpulsen vorgenommen und ist zeitlich unbegrenzt.

Abbildung 3 zeigt das Puls/Pausenverhältnis des Ladestromes in den unterschiedlichen Ladephasen.

Untergebracht ist die zum größten Teil in SMD-Technologie realisierte Schaltung in einem Metallgehäuse, das gleichzeitig als Kühlkörper dient. Die Stromversorgung erfolgt über einen Zigarettenanzünderstecker aus dem Kfz-Bordnetz. Zum Anschluß des Akkus ist das Ladegerät direkt mit einem Akku-Steckverbinder ausgestattet.

2 Leuchtdioden zeigen den Betriebszustand des Ladegerätes an. Während die grüne LED bei Schnellladung blinkt und bei Übergangs- und Erhaltungsladung ständig leuchtet, wird ein defekter Akku durch Blinken der roten Leuchtdiode angezeigt.

Zum Schutz bei verpoltem Akku ist das Ladegerät mit einer Kfz-Euro-Flachsicherung ausgestattet, die ohne Öffnen des Gerätes auswechselbar ist.

Schaltung

Da bei unserem „intelligenten“ Modellbau-Ladegerät alle wichtigen Baugruppen im U 2407 integriert sind, hält sich der Schaltungsaufwand in Grenzen (Abbildung 4).

Die aus dem Kfz-Bordnetz (Zigarettenanzünder) kommende Versorgungsspan-

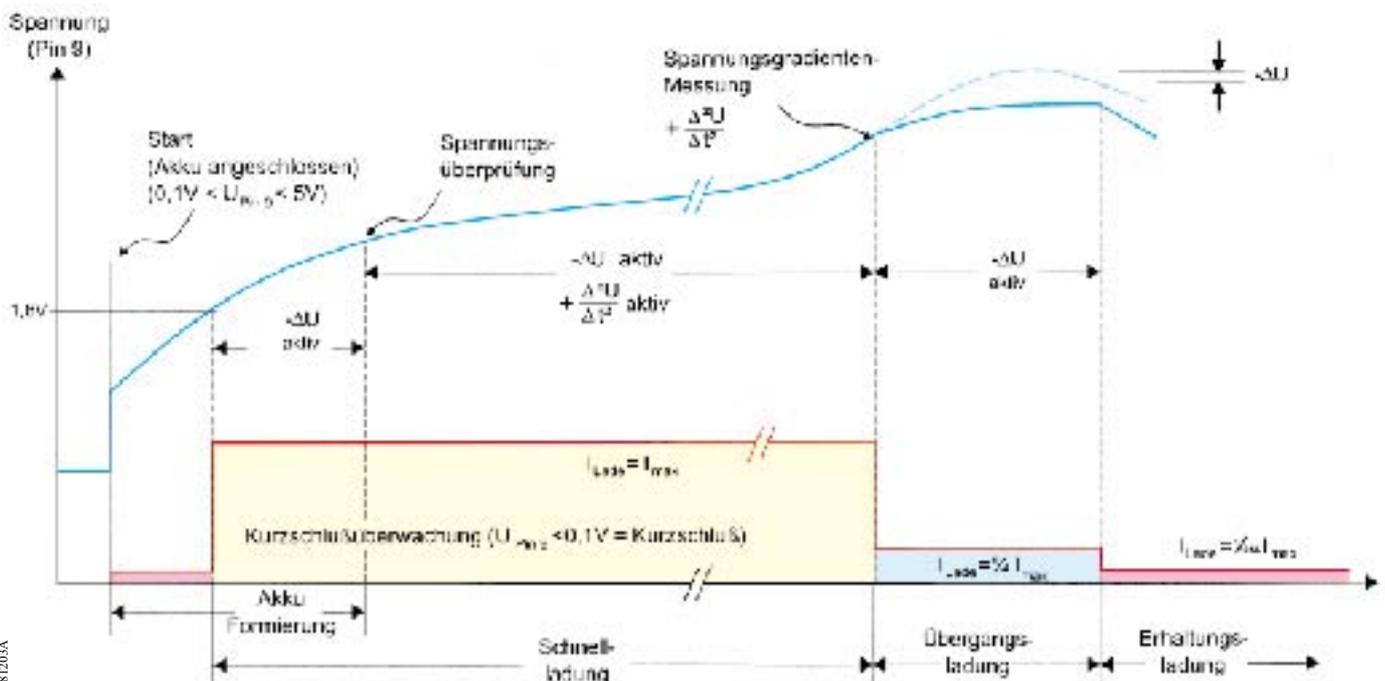


Bild 2: Ladeablauf mit zugehörigem Spannungsverlauf am Akku

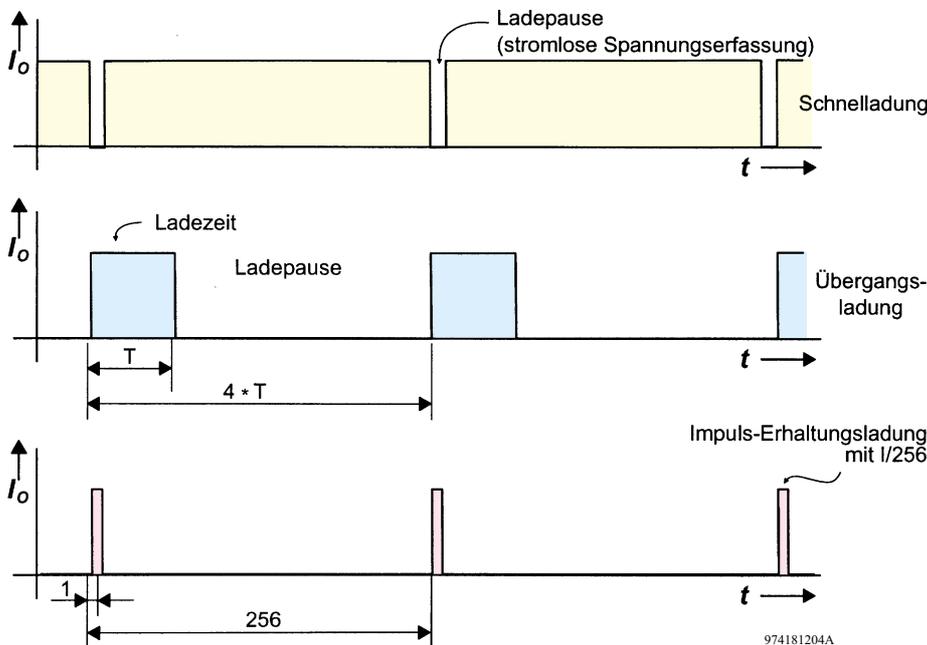


Bild 3: Puls/Pausenverhältnis des Ladestromes

nung wird der Schaltung mit dem Pluspol an ST 1 und dem Minuspol an ST 2 zugeführt. Um beim Sicherungswechsel einem Kurzschluß (z. B. zum Gehäuse) vorzubeugen, befindet sich die Sicherung SI 1 im Minuszweig.

Während die mit T 1 aufgebaute Ladeendstufe direkt an die Betriebsspannung angeschlossen ist, wird der Ladechip (IC 1) über R 5 versorgt. Der Elko C 5 dient in diesem Zusammenhang zur Pufferung.

Der Meßeingang des chipinternen AD-Wandlers ist an Pin 9 des U 2407 (IC 1) extern zugänglich und liegt ohne angeschlossenen Akku und bei gesperrter Ladeendstufe über R 13 auf Massepotential. Der Controller befindet sich dann im zurückgesetzten Zustand.

Sobald ein Akkupack mit dem Pluspol an ST 3 und mit dem Minuspol an ST 4 angeschlossen wird, liegt die Spannung über den Spannungsteiler R 12, R 13 am Meßeingang an. Zwischen 313 mV und

5 V-Akkuspannung, entsprechend 100 mV und 1,6 V am Meßeingang, wird von einem tiefentladenen Akku ausgegangen, der nicht mit vollem Ladestrom beaufschlagt werden darf.

Die grüne Ladekontroll-LED blinkt, jedoch die Ladeendstufe bleibt gesperrt. Über den Ausgang von IC 1 zur Ansteuerung der Ladekontroll-LED wird nun der Transistor T 4 zyklisch durchgesteuert und der Akku über R 6 mit einem geringen Strom beaufschlagt. Sobald die Akkuspannung 5 V übersteigt, startet der Schnellladevorgang.

Über die Transistoren T 2 und T 3 wird die als Linearregler arbeitende Ladeendstufe (T 1) vom Ausgang (Pin 4) des Chips gesteuert.

Der aktuell fließende Ladestrom wird über den Shunt-Widerstand R 1 im Massezweig gemessen und die an Pin 5 des Bausteins anliegende Spannung mit einer chipinternen Referenzspannung von 160 mV verglichen.

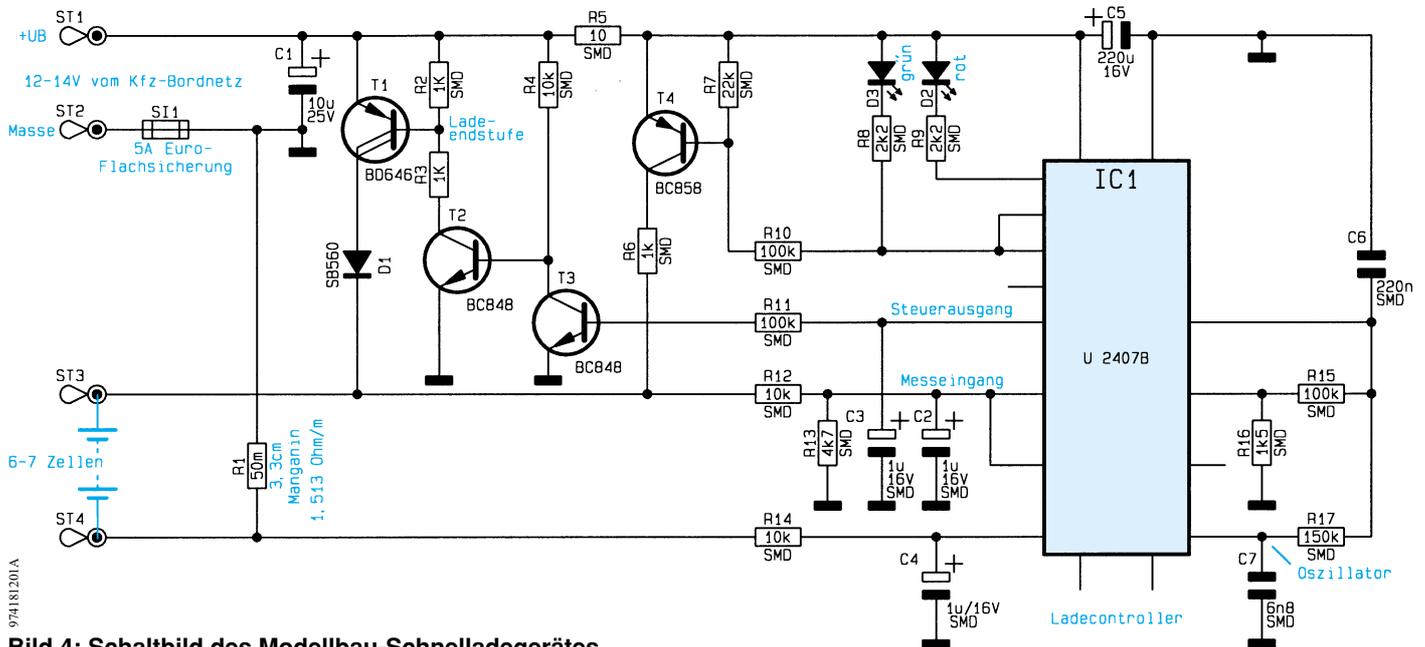


Bild 4: Schaltbild des Modellbau-Schnellladegerätes

Die Schottkydiode D 1 verhindert bei fehlender Eingangsspannung ein Entladen des angeschlossenen Akkupacks.

An Pin 12 des U 2407 ist der mit einer RC-Kombination (R 17, C 7) zu beschaltende chipinterne Taktoszillator extern zugänglich.

Die Statusanzeige des Ladegerätes erfolgt durch zwei an Pin 2, 3 und 10 angeschlossene Leuchtdioden. Die rote LED zeigt einen defekten Akku durch Blinken an, und die grüne LED blinkt bei Schnellladung und leuchtet ständig bei Übergangs- und Erhaltungsladung.

An Pin 13 liefert der Controller eine Referenzspannung von 6,5 Volt, die maximal mit 10 mA belastet werden darf.

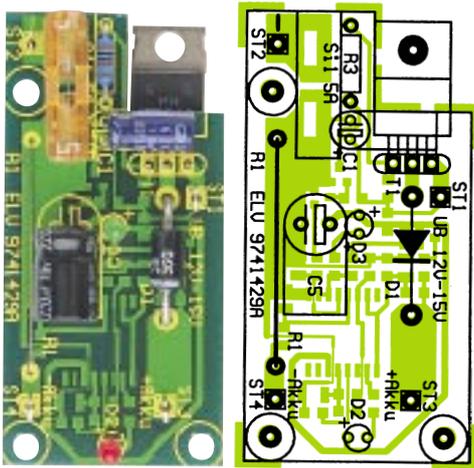
Nachbau

Bei etwas Erfahrung im Aufbau von elektronischen Schaltungen ist der Nachbau dieses interessanten Ladegerätes trotz SMD-Technologie nicht schwierig. Es ist empfehlenswert, zuerst mit der Bestückung der SMD-Bauelemente an der Lötseite der Platine zu beginnen, wobei jedoch ein Minimum an Spezialwerkzeugen zur Verfügung stehen sollte.

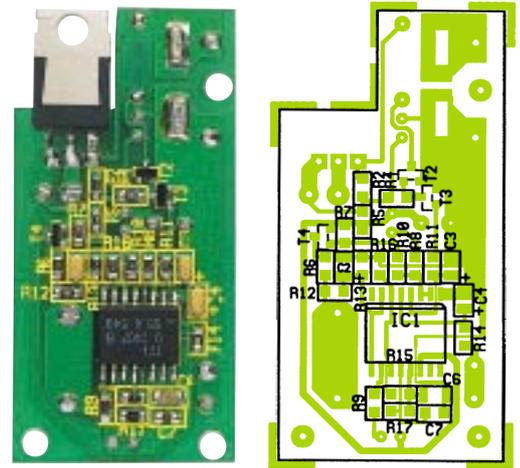
Neben einer SMD-Pinzette zum Aufnehmen der winzigen Bauelemente, sind ein LötKolben mit möglichst kleiner Spitze (bleistiftspitz) und dünnes SMD-Lötzinn zu nennen. Des Weiteren kann eine Lupe oder eine Lupenleuchte das Arbeiten mit den Miniaturbauelementen erheblich erleichtern.

Damit die kleinen Bauteile nicht verlorengelangen, ist ein Streifen doppelseitiges Klebeband zur provisorischen Aufnahme hilfreich.

Bevor die SMD-Bauelemente nacheinander auf die Platine gesetzt werden, ist



Platinenfoto der Oberseite mit zugehörigem Bestückungsplan



Platinenfoto der SMD-bestückten Seite mit zugehörigem Bestückungsplan

jeweils ein Lötpad leicht vorzuverzinne. Danach ist das Bauteil zu plazieren und am vorverzinnten Lötpad anzulöten. Erst wenn die Position des Bauteils exakt stimmt, sind die weiteren Anschlüsse zu verlöten.

Die Reihenfolge der Verarbeitung spielt bei den Bauteilen für die Oberflächenmontage keine Rolle. Wichtig ist bei den am Pluspol gekennzeichneten Elkos und beim Ladecontroller des Typs U 2407 die korrekte Polarität.

Das Gehäuse des Chips ist an der Pin 1 zugeordneten Seite leicht angeschragt. Zusätzlich weist Pin 1 eine Punktmarkierung auf. Der Chip ist wie bei den einfachen Bauteilen zuerst mit einem Anschlußbeinchen am vorverzinnten Lötpad anzulöten. Erst wenn das Bauelement exakt fixiert ist, erfolgt das Verlöten sämtlicher Anschlußpins. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß keine Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Pins entstehen.

Danach erfolgt die Bestückung der größeren bedrahteten Bauteile auf der Platinenoberseite. Hierbei beginnen wir mit

dem Einpressen von 4 Lötstiften mit Öse (zum Anschluß der zweipoligen Versorgungsleitung und des Ladekabels) in die zugehörigen Platinenbohrungen. Die Lötstifte sind an der Platinenunterseite mit reichlich Lötzinn festzusetzen.

Als dann erfolgt das Einlöten der Schottky-Leistungsdioden D 1 und des bedrahteten Widerstandes R 3 entsprechend dem Rastermaß.

Die Elektrolytkondensatoren C 1 und C 5 sind in liegender Position polaritätsrichtig einzulöten.

Der 50mΩ-Stromshunt R 1 wird aus 3,5 cm Manganindraht mit 1,513 Ω/m hergestellt. Nach dem Verlöten des auf der Platinenoberfläche aufliegenden Widerstandsdrabtes bleiben ca. 3,3 cm, entsprechend 50 mΩ, wirksam.

Die 5 A-Kfz-Sicherung wird mit 2 Kabelschuhen (6,3 mm) bestückt und von oben in die zugehörigen Bohrungen der Platine gesteckt. Unter Zugabe von reichlich Lötzinn erfolgt dann das Verlöten an der Platinenunterseite. Mit einem scharfen

Seitenschneider sind die Anschlußenden der Kabelschuhe auf ca. 2 mm Länge zu kürzen.

Der Lade-Endstufentransistor T 1 ist, wie auf dem Platinenfoto zu sehen, von der Lötseite zu montieren.

Als letzte Bauteile bleiben nur noch die beiden Leuchtdioden zur Statusanzeige übrig. Diese sind polaritätsrichtig so einzulöten, daß von der LED-Spitze bis zur Platinenoberseite gemessen ein Abstand von 10 mm entsteht.

Nach einer gründlichen Überprüfung hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler kann der Einbau der Platine in das im wesentlichen aus einem Kühlkörper bestehende Gehäuse erfolgen. Dabei ist eine isolierte Montage des Leistungstransistors (T 1) mit einer Glimmerscheibe und einem Isoliernippel besonders wichtig.

Um eine Beschädigung der Glimmerscheibe zu verhindern, darf das Schraubgewinde des Kühlkörpers keinen Grat aufweisen. Gegebenenfalls ist ein vorhandener Grat mit einem 6 mm-Bohrer zu entfernen.

Zur besseren thermischen Kopplung wird die Glimmerscheibe auf beiden Seiten mit Wärmeleitpaste dünn bestrichen.

Der korrekte Platinenabstand wird durch 3 Distanzrollchen M3 x 5 mm sichergestellt.

Die vom Kfz-Bordstecker kommende Leitung ist mit dem Pluspol an ST 1 und mit dem Minuspol an ST 2 anzulöten.

Ausgangsseitig ist das Ladegerät standardmäßig mit einem Steckverbinder für 8,4 V-Antriebsakkus zu bestücken. Der Pluspol der Akkuzuleitung ist an ST 3 und der Minusanschluß an ST 4 anzulöten.

Nach Aufschrauben der Gehäuseabdeckung sind die Anschlußleitungen jeweils mit einer Zugentlastungsdurchführung zu sichern und an der Gehäuseunterseite sind 4 Gummifüße aufzukleben. Für das schonende Schnellladen von Modellbau-Antriebsakkus steht nun ein innovatives Ladegerät zur Verfügung.



Stückliste: Modellbau-Schnelladegerät für 12V-Betrieb

Widerstände:

3,5 cm Manganindraht, 1,513 Ω/m (50 mΩ)	R1
10Ω/SMD	R5
1kΩ	R3
1kΩ/SMD	R2, R6
1,5kΩ/SMD	R16
2,2kΩ/SMD	R8, R9
4,7kΩ/SMD	R13
10kΩ/SMD	R4, R12, R14
22kΩ/SMD	R7
100kΩ/SMD	R10, R11, R15
150kΩ/SMD	R17

Kondensatoren:

6,8nF/SMD	C7
220nF/SMD	C6
1µF/16V/SMD	C2-C4
10µF/25V	C1
220µF/16V	C5

Halbleiter:

U2407B/SMD	IC1
BD646	T1
BC848	T2, T3

BC858	T4
SB560	D1
LED, 3 mm, rot	D2
LED, 3 mm, grün	D3

Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse	ST1-ST4
Euro-Flachsicherung, 5A	SI1
2 Kfz-Flachsteckhülsen	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5mm	
7 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm	
3 Distanzrollen, M3 x 5mm	
1 Glimmerscheibe, TOP-66	
1 Isoliernippel	
1 Gehäuseabdeckung, gebohrt und bedruckt	
1 Flachkühlkörper, bearbeitet	
4 Gummi-Klebefüße	
20 cm Schalllitze, 2adrig, mit Modellbausteckverbinder	
1,5 m Schalllitze, 2adrig, mit Bordnetzstecker für Kfz	
1 Tube Wärmeleitpaste	
2 Zugentlastungs-Durchführungen	