

# Universelles Ladegerät für Auto-Akkus



*Mit verhältnismäßig wenig Aufwand bei gutem Wirkungsgrad kann mit der hier vorgestellten Schaltung ein Ladegerät für Auto-Akkus aufgebaut werden, dessen Stromstärke von 0 bis 5 A stufenlos einstellbar ist. Eine zusätzliche Spannungsüberwachung sorgt dafür, daß bei Erreichen einer Spannung von 14,4 V der Ladestrom automatisch langsam reduziert wird und lediglich eine Erhaltungsladung bestehen bleibt.*

## Allgemeines

Besonders in der dunklen Jahreszeit werden die Akkus im Auto stärker beansprucht, da der Anteil der Fahrten im Dunkeln im allgemeinen sehr hoch ist und im Stadtverkehr dem Akku nur wenig Möglichkeit gegeben wird, sich wieder aufzuladen. Um sich vor überraschenden Startschwierigkeiten seines Kfz zu sichern, stellen wir Ihnen hier eine Schaltung vor, die trotz ihrer Leistungsfähigkeit im Aufbau sehr günstig ist.

Vorzugsweise sollte das Gerät in ein passendes Kunststoffgehäuse eingebaut und fest in der Garage installiert werden, so daß der Auto-Akku in regelmäßigen Zeitabständen problemlos nachgeladen werden kann.

## Zur Schaltung

Die Dioden D 3 bis D 6 erzeugen in Verbindung mit den beiden Festspannungsreglern IC 1 und IC 2 sowie den Kondensatoren C 1 bis C 6 die für die Regelelektronik erforderliche Versorgungsspannung von +12 V und -12 V.

Das Regelprinzip beruht nun darauf, daß der Strom über eine Phasenanschnittsteuerung geregelt wird, wobei der Zündwinkel des Triacs Tc 1 den erforderlichen Gegebenheiten über eine Regelelektronik angepaßt wird. Im einzelnen geschieht dies wie folgt:

Die an dem Referenzwiderstand R 1 abfallende Spannung ist nach dem Ohm'schen Gesetz dem durchfließenden Strom direkt proportional. Über die RC-Kombination R 8/C 8 wird aus dieser Spannung der arithmetische Mittelwert gebildet, der über den Widerstand R 9 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2 gegeben wird. OP 2 vergleicht nun diese Spannung mit der an dem invertierenden (-) Eingang anliegenden Spannung, die mit dem Poti R 10 ein-

gestellt wird und über R 13 auf den OP gelangt. Der Ausgang von OP 2 stellt sich nun so ein, daß zwischen den beiden Eingängen sich die Spannung zu Null ergibt. Für die eigentliche Steuerung ist jedoch noch der im folgenden beschriebene Schaltungsteil erforderlich.

Der Transistor T 1 stellt in Verbindung mit den Widerständen R 19 bis R 21, den Kondensatoren C 11 und C 12 sowie der Diode D 9 einen Sägezahngenerator dar, der immer exakt im Nulldurchgang der Versorgungswechselspannung startet und dessen Amplitude von Masse aus in Richtung der negativen Versorgungsspannung läuft, wobei die max. Amplitude dieses Sägezahngenerators von untergeordneter Bedeutung ist.

In dem Moment, wo die am Kollektor von T 1 anstehende Sägespannung, die über D 11 vom OP 2 auf den nicht invertierenden Eingang von OP 4 gelangende Vergleichsspannung unterschreitet, gibt der Ausgang des OP 4 auf die Basis von T 2 einen Steuerimpuls, der daraufhin durchschaltet und über die R/C-Kombination R 24/C 14 sowie über D 7 das Gate des Triacs Tc 1 mit einem Zündimpuls beaufschlagt, woraufhin der Triac durchsteuert.

Je negativer die am Ausgang von OP 2 anstehende Vergleichsspannung ist, desto später unterschreitet die am Kollektor von T 1 anstehende Sägespannung die am nicht invertierenden (+) Eingang des OP 4 anstehende Spannung und desto später zündet der Triac Tc 1. Dies hat zur Folge, daß der in den Akku hineinfließende Strom kleiner wird.

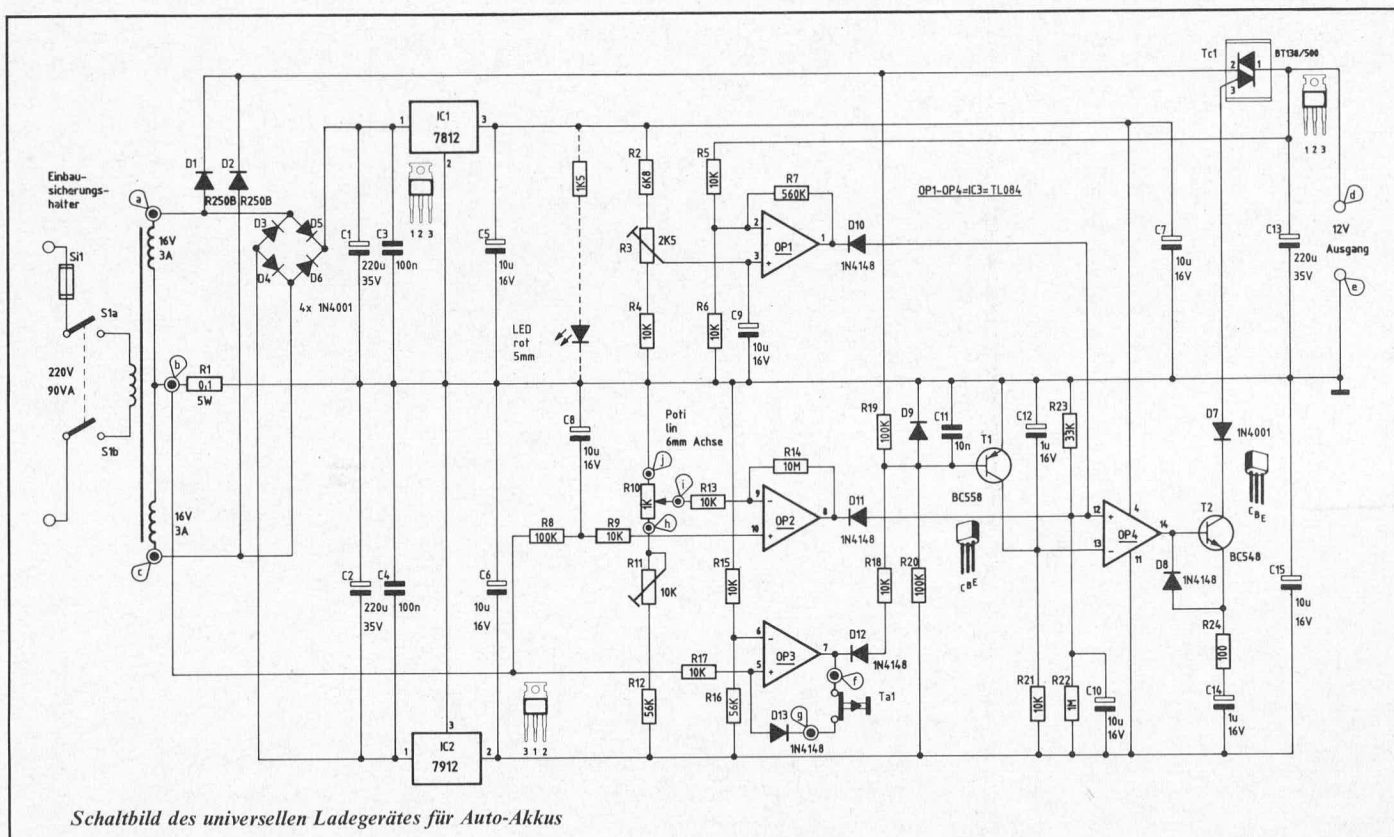
Ein früherer Zündzeitpunkt hat umgekehrtmaßen zur Folge, daß der in den Akku hineinfließende Strom sich erhöht.

Im folgenden wollen wir einmal einen kompletten Regelzyklus durchspielen:

Das Stromeinstellpoti R 10 sei auf einen Wert von 1 A eingestellt. Beträgt jetzt der mittlere in den Akku hineinfließende Strom etwas mehr als die eingestellten 1 A, so ist die über R 8/C 8 und R 9 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2 gelangende Spannung von ihrem Absolutwert her gesehen größer, auf die Masselinie bezogen, jedoch negativer als die Spannung, die am invertierenden (-) Eingang von OP 2 anliegt. Daraufhin strebt der Ausgang des OP 2 in Richtung negativer Versorgungsspannung, wodurch über die Diode D 11 der nicht invertierende (+) Eingang des OP 4 weiter nach unten gezogen wird und die am invertierenden (-) Eingang von OP 4 anstehende Sägezahnspannung diesen Wert später erreicht. Dies hat zur Folge, daß sich der Zündwinkel weiter nach hinten verschiebt, und der Stromfluß in den Akku geringer wird.

An diesem Verhalten sehen wir, daß ein zu großer Strom in der Regelelektronik sofort erkannt und zurückgeregelt wird, während im umgekehrten Fall ein zu kleiner Strom den Zündwinkel weiter nach vorne verschiebt, so daß der mittlere in den Akku hineinfließende Strom der mit dem Poti R 10 eingestellten Spannung proportional ist.

Damit nun der Akku nicht überladen werden kann, ist ein weiterer Operationsverstärker aufgebaut, der in Verbindung mit den Widerständen R 2 bis R 7 dem Kondensator C 9 sowie der Diode D 10 die Ausgangsspannung überwacht und den Ladestrom automatisch reduziert, sobald die Akkuspannung einen Wert von 14,4 V, das entspricht einer Zellenspannung von 2,4 V,



erreicht hat. Bei den in Kraftfahrzeugen eingesetzten Blei-Akkumulatoren, ist nämlich eine Zellenspannung von 2,4 V ein guter Anhaltspunkt dafür, daß der Akku seine volle Kapazität beim Aufladevorgang erreicht hat.

Sobald die Spannung einen höheren Wert annimmt, überschreitet die am invertierenden Eingang des OP 1 anliegende Spannung den mit R 3 eingestellten Wert, der am nicht invertierenden (+) Eingang von OP 1 ansteht, wodurch der Ausgang des OP 1 in Richtung negativer Versorgungsspannung strebt und den Zündzeitpunkt des Triacs

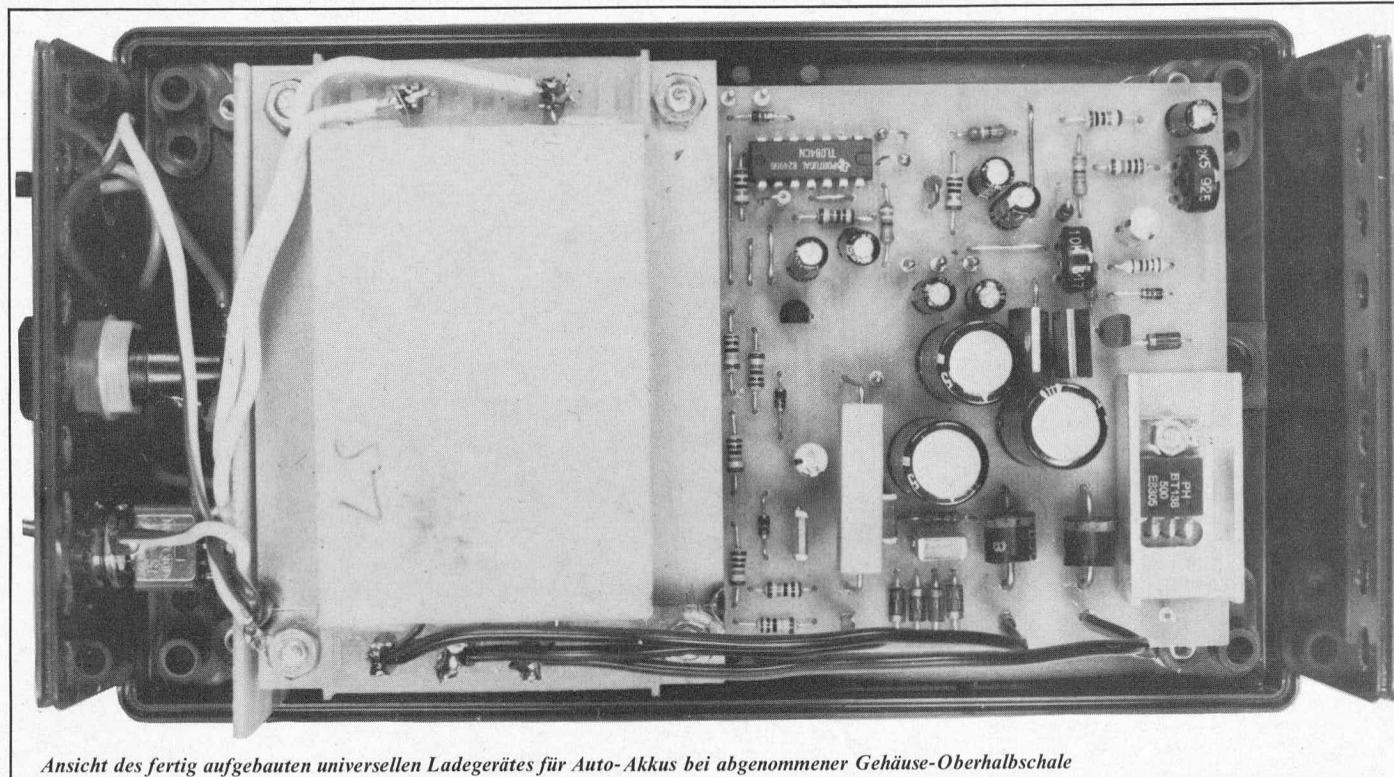
Tc 1 weiter nach hinten schiebt. Wie wir bereits weiter vorstehend gesehen haben, reduziert sich durch diese Maßnahme der mittlere in den Akku hineinfließende Ladestrom.

Geht man davon aus, daß die Verbindungsleitungen zwischen Ladegerät und Akku einen sehr geringen, vernachlässigbaren Widerstand aufweisen (Querschnitt mind. 6 mm<sup>2</sup> besser 10 mm<sup>2</sup>), wird die Spannung an R 3 auf 7,2 V (gemessen über C 9) eingestellt, was einer max. Ausgangsspannung von 14,4 V entspricht. Sind die Verbindungsleitungen zwischen Ladegerät und

Akku jedoch etwas länger, kann über R 3 eine geringfügig höhere max. Ausgangsspannung eingestellt werden, so daß der Spannungsabfall auf den Verbindungsleitungen zum Akku berücksichtigt wird.

Mit Hilfe des Trimmers R 11 ist die Spannung am Stromeinstellpoti R 10 auf einen Wert von 200 mV einzustellen (gemessen über den beiden äußeren Potianschlüssen).

An dieser Stelle wollen wir darauf hinweisen, daß die Schaltung ausschließlich zum Laden von Auto-Akkus o. ä. geeignet ist und keineswegs zur Versorgung von elek-





tronischen Geräten, da die Ausgangsspannung impulsförmig ist und die Elektronik nur arbeiten kann, wenn am Ausgang ein Akku angeschlossen ist. Bei offenen Ausgangsklemmen stellt sich am Ausgang eine in weiten Grenzen schwankende, undefinierte Spannung ein.

Durch die impulsförmigen Ströme, die zum Laden von Auto-Akkus besonders geeignet sind, ist es erforderlich, den Stromregler mit einer Zeitkonstanten von ca. 1 Sek. an seinem Eingang zu beschalten (R 8/C 8). Hierdurch ergibt sich ein langsames, sehr kontinuierliches Regelverhalten, das jedoch nicht sehr große und sehr kurze Überlastungen wie sie z. B. beim Kurzschluß der Ausgangsklemmen auftreten, zum Schutz der Elektronik schnell genug ausregeln kann. Aus diesem Grund ist ein weiterer Operationsverstärker (OP 3) eingesetzt, der die Spannung direkt am Referenzwiderstand R 1 überwacht und im Kurzschlußfall über D 12 und R 18 den Sägezahngenerator stoppt, so daß keine weiteren Zündimpulse auf den Triac Tc 1 gelangen.

Durch kurzes Betätigen des Reset-Tasters kann die Schaltung ihren normalen Betrieb wieder aufnehmen — vorausgesetzt, der Kurzschluß wurde vorher beseitigt.

Abschließend wollen wir noch erwähnen, daß am Triac Tc 1 immer nur positive Halbwellen anstehen, so daß zum Schalten ein Thyristor ausreichen würde. Aufgrund der verhältnismäßig großen impulsartigen Ströme haben wir uns jedoch für einen Triac entschieden, der sich im Dauertest z. B. auch in der ELV-Lötstation bestens bewährt hat und der daher für diesen Anwendungsfall hervorragend geeignet ist.

### Zum Nachbau

Bis auf den Transformator können sämtliche Bauelemente auf einer einzigen Platine untergebracht werden. Besonders angenehm ist es in diesem Zusammenhang, daß auf den Einsatz von großflächigen Kühl-

körpern verzichtet werden kann, da die Schaltung einen ausgezeichneten Wirkungsgrad aufweist, der nicht zuletzt auf den Schaltbetrieb zurückzuführen ist und kein Längstransistor im Linearbetrieb hohe Verlustleistungen verarbeiten muß.

Die Bauteile werden anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt, die abschließend noch einmal sorgfältig zu kontrollieren ist.

Der Transformator wird mit drei isolierten, flexiblen Leitungen mit einem Querschnitt von mind. 1,5 mm<sup>2</sup> an die Platine gelötet. Die Ausgangsklemmen sind ebenfalls über zwei möglichst kurze flexible isolierte Leitungen, die auch einen Querschnitt von mind. 1,5 mm<sup>2</sup> aufweisen sollten, mit der Platine zu verbinden.

Damit die Netzspannung führenden Leitungen nicht das Blechpaket des Trafos berühren können, ist eine kleine Isolierplatte (ca. 105 mm x 65 mm) zwischen Trafo und der Gehäusestirnseite durch die die Netzzuführung läuft einzufügen.

Die Netzzuleitung ist zunächst über einen Einbausicherungshalter und dann über einen 2poligen Kippschalter zu führen, um dann auf die Primärseite des Netztransformators zu gelangen.

Wird die Schaltung in ein Gehäuse eingebaut, so sind alle von außen berührbaren Metallteile, wie Kippschaltheil, Befestigungsschrauben usw. mit dem Schutzleiter des 3adrigen Netzkabels zu verbinden. Zu beachten ist noch, daß die Elektronik ausreichend belüftet werden muß, so daß entsprechende Lüftungslöcher bzw. Lüftungsschlitze im Gehäuse angebracht werden sollten deren Durchmesser kleiner als 4 mm sein sollte. Es muß sichergestellt werden, daß man von außen keinen Kontakt mit berührungsgefährlichen Teilen bekommen kann.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist sorgfältig zu achten.

### Stückliste: Universelles Ladegerät für Auto-Akku

#### Halbleiter

IC1 .....	7812
IC2 .....	7912
IC3 .....	TL084
Tc1 .....	BT 138/500
D1, D2 .....	R250B
D3-D7 .....	1N4001
D8-D13 .....	1N4148
T1 .....	BC 558
T2 .....	BC 548

#### Kondensatoren

C1, C2 .....	220 µF/35 V
C3, C4 .....	100 nF
C5-C10 .....	10 µF/16 V
C11 .....	10 nF
C12, C14 .....	1 µF/16 V
C13 .....	220 µF/35 V
C15 .....	10 µF/16 V

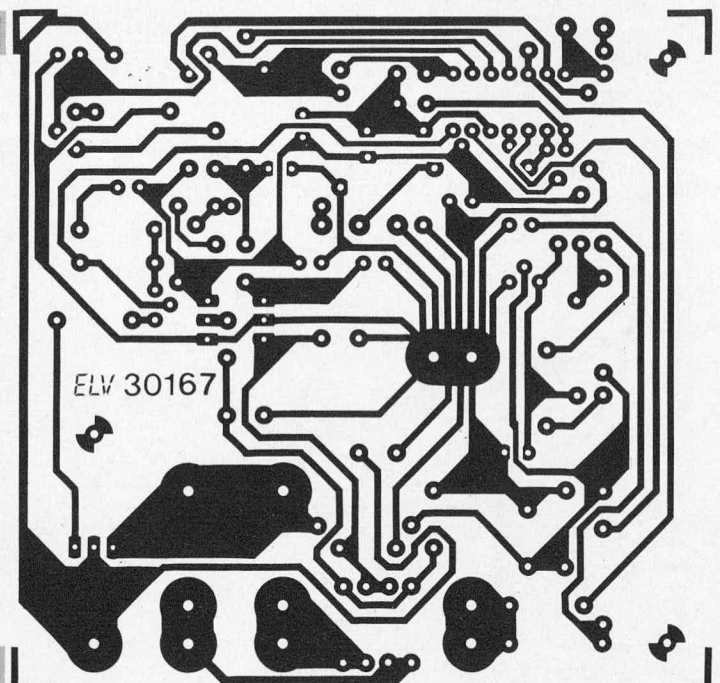
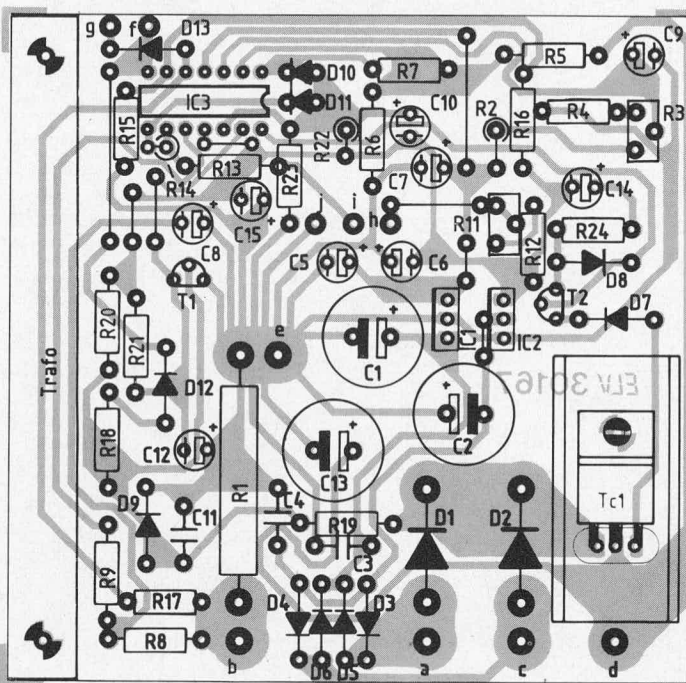
#### Widerstände

R1 .....	0,1 Ω, 5 Watt
R2 .....	6,8 kΩ
R3 .....	2,5 kΩ, Trimmer, stehend
R4 .....	10 kΩ
R5, R6 .....	10 kΩ
R7 .....	560 kΩ
R8 .....	100 kΩ
R9 .....	10 kΩ
R10 .....	1 kΩ, Poti, lin, 6 mm
R11 .....	10 kΩ, Trimmer stehend
R12 .....	56 kΩ
R13 .....	10 kΩ
R14 .....	10 MΩ
R15-R18 .....	10 kΩ
R16 .....	10 kΩ
R17 .....	18 kΩ
R19, R20 .....	100 kΩ
R21 .....	10 kΩ
R22 .....	1 MΩ
R23 .....	33 kΩ
R24 .....	100 Ω

#### Sonstiges

S 1 .....	Schalter 2 x um
Sil .....	0,1A
Transformator .....	prim 220 V, 90 VA sek 2 x 16V/3A

- 2 Polklemmen
- 1 Taster, Öffner
- 4 Schrauben M 4 x 55 mm
- 1 Schraube M 3 x 10 mm
- 12 Muttern M 4
- 1 Mutter M 3
- 1 U-Kühlkörper SK 13
- 10 Lötnägel
- 1 Lötöse 4,2 mm
- 1 Einbausicherungshalter
- 1 Netzkabel, 3adrig
- 1 Netzkabeldurchführung



Bestückungsseite der Platine des universellen Ladegerätes für Auto-Akkus

Leiterbahnseite der Platine des universellen Ladegerätes für Auto-Akkus