

Tiefentladungsschutz für 12V-Akkus

Da eine Tiefentladung besonders bei Bleiakku sehr schädlich ist, trennt die hier vorgestellte Schaltung bei Erreichen der Entladeschlussspannung von 10,5 V die Verbindung zwischen Akku und Verbraucher auf. Trotz des maximalen Laststromes von bis zu 16 A benötigt die Schaltung weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Last einen nennenswerten Eigenstrom.

Allgemeines

Akkus mit unterschiedlicher Technologie, Bauart und Kapazität sind in immer mehr Anwendungen des täglichen Lebens zu finden. Sobald jedoch die kostengünstige Speicherung großer Mengen an elektrischer Energie, wie z. B. bei der Nutzung regenerativer Energien (Sonne, Wind), gefordert ist, kommt man um den aus jedem Kraftfahrzeug bekannten Bleiakku kaum herum.

Auch wenn an einen Solarakku andere Anforderungen als an eine Starterbatterie gestellt werden, so sind die grundsätzliche Technologie und der Aufbau vergleichbar.

Die Lebensdauer von Akkus, auch als galvanische Sekundärzellen bezeichnet, wird entscheidend durch die Wartung und Pflege beeinflusst. Bei ungünstigen Betriebsverhältnissen und bei unzureichender Wartung kann der „teure“ Energie-

spender bereits nach kurzer Betriebszeit irreversibel geschädigt sein.

Eine Tiefentladung ist besonders schädlich für den Bleiakku. Je länger ein Bleiakku im vollständig entladenen Zustand verbleibt, desto mehr feinkristallines Bleisulfat wird in grobkristallines Bleisulfat umgewandelt.

Dieses grobkristalline Bleisulfat läßt sich beim Ladevorgang nicht mehr zurückbilden. Die Folge ist eine erhebliche Erhöhung des Innenwiderstandes, so daß der Akku nur noch eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr brauchbar ist. Bei einem „sulfatierten“ Bleisammler wird ein Großteil der beim Ladevorgang zugeführten Energie nicht mehr gespeichert, sondern in Wärme umgesetzt. In Folge innerer Kurzschlüsse bricht oft auch die Ladespannung teilweise oder sogar ganz zusammen.

Um einer Tiefentladung vorzubeugen, ist eine Schutzschaltung erforderlich, die bei Erreichen der Entladeschlussspannung

die Verbindung zwischen Akku und Verbraucher auftrennt.

Nach DIN 72311 beträgt die Entladeschlussspannung eines Bleiakkus bei 20stündiger Entladung 1,75 V je Zelle, d. h. bei einem 12V-Akku sind das 10,5 V.

Da die Klemmenspannung des Akkus ohne Belastung wieder etwas ansteigt, muß die Schutzschaltung über eine ausreichend große Hysterese verfügen, d. h. der Verbraucher darf erst wieder zugeschaltet werden, wenn eine erheblich höhere Spannung als die Entladeschlussspannung an den Klemmen überschritten wird.

Des weiteren ist es wichtig, daß die Schutzschaltung weder bei eingeschaltetem noch bei ausgeschaltetem Verbraucher einen nennenswerten Eigenstrom verbraucht.

Sämtliche zuvor aufgestellten Forderungen vereint die ELV-Tiefentladungsschutzschaltung in nahezu idealer Weise.

Die Schaltung ist für Lastströme von 16 A ausgelegt, trennt bei Unterschreiten von 10,5 V die Verbindung zwischen Akku und Verbraucher und schaltet den Verbraucher erst bei Überschreiten von 12V-Klemmenspannung wieder zu.

Der Eigenstromverbrauch ist mit <1,5 mA ausgesprochen gering.

Schaltung

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, werden zur Schaltungsrealisierung nur ein bipolares Lastrelais, ein 2fach-Operationsverstärker, eine Referenzspannungsquelle, 2 Transistoren und wenige externe Komponenten benötigt.

Die Akkuspannung wird der Schaltung an den 6,3mm-Kabelschuhanschlüssen ST 1 (Pluspol) und ST 3 (Minuspol) zugeführt.

Während die mit T 1 und T 2 aufgebaute Schaltstufe direkt die Akkuspannung erhält, erfolgt die Versorgung der übrigen Komponenten über das mit R 9 und C 5 aufgebaute Siebglied (Tiefpaß).

Die temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle des Typs LM 385 (IC 1) liefert 1,23 V und wird über den Strombegrenzungswiderstand R 1 mit Spannung versorgt. Nach der Pufferung mit IC 2 A steht die Referenzspannung an Pin 1 des Operationsverstärkers niederohmig zur Verfügung.

Über den zur Unterdrückung der Störstrahlungsempfindlichkeit dienenden, mit R 2 und C 4 aufgebauten, Tiefpaß gelangt die Referenzspannung direkt auf den invertierenden Eingang des mit IC 2 B aufgebauten Komparators.

Der nicht invertierende Eingang des Komparators wird über den mit R 3 bis R 5 aufgebauten, einstellbaren Spannungsteiler mit einer zur Akkuspannung proportionalen Spannung versorgt. R 6 und C 3 bil-

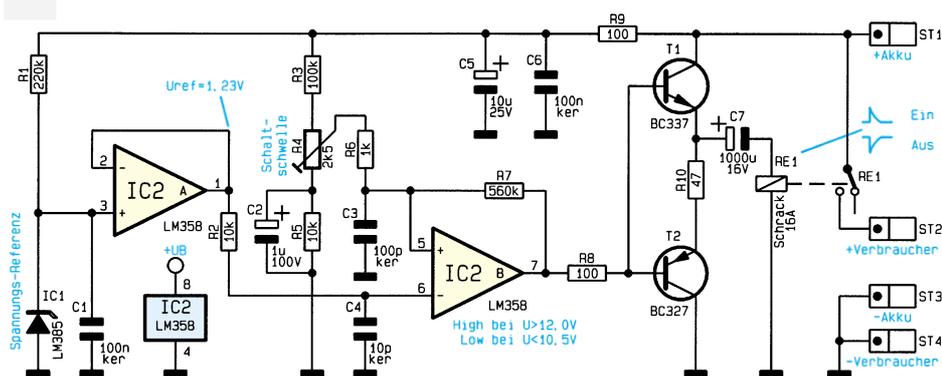


Bild 1: Schaltbild des Tiefentladungsschutzes für 12V-Akku

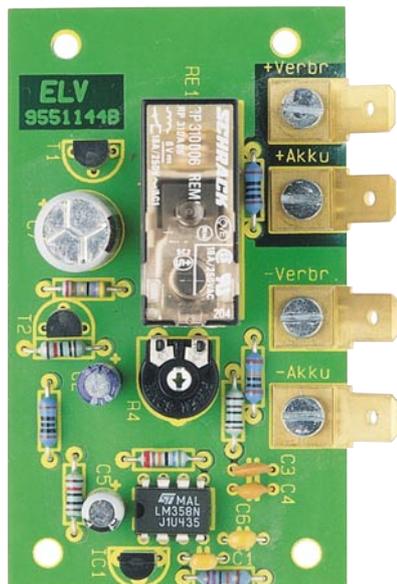
den einen Tiefpaß und dienen auch hier zur Erhöhung der HF-Störstrahlungsfestigkeit.

Sobald die zur Akkuspannung proportionale Meßspannung die Referenzspannung am invertierenden Eingang übersteigt, wechselt der Ausgang des Komparators (Pin 7) von „low“ nach „high“. R 7 sorgt in Verbindung mit R 3 bis R 6 für die erforderliche Schalthysterese, so daß der Komparatorausgang (Pin 7) erst bei Überschreiten einer erheblich höheren Spannung (12V-Akkuspannung) wieder von „high“ nach „low“ wechselt.

Die beiden in Kollektorschaltung (Emitterfolger) arbeitenden Transistoren T 1 und T 2 werden über R 8 direkt mit dem Komparator-Ausgangssignal angesteuert.

Beim Low-High-Wechsel erfolgt über T 1 ein schlagartiges Aufladen des Elkos C 7, worauf das Relais einen positiven Stromimpuls erhält und anzieht.

Wechselt der Komparator-Ausgang von „high“ nach „low“, so sperrt T 1, und T 2 schaltet durch. Durch die jetzt nahezu schlagartige Entladung des Elkos C 7 erhält das Relais einen negativen Stromimpuls zum Zurücksetzen.



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte

Der Verbraucher wird mit dem Pluspol an ST 2 und dem Minuspol an ST 4 angeschlossen.

Nachbau

Diese kleine Schaltung besteht nur aus wenigen Bauelementen und ist daher schnell aufgebaut. Auf der Leiterplatte mit den Abmessungen 76 x 44 mm sind keine Drahtbrücken erforderlich.

Zuerst sind die Anschlußbeinchen der 9 1%igen Metallfilmwiderstände 1 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln, durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen und an der Platinenunterseite zu verlöten.

Stückliste: Tiefentladungsschutz

Widerstände:

47Ω	R10
100Ω	R8, R9
1kΩ	R6
10kΩ	R2, R5
100kΩ	R3
220kΩ	R1
560kΩ	R7
PT10, liegend, 2,5kΩ	R4

Kondensatoren:

10pF/ker	C4
100pF	C3
100nF/ker	C1, C6
1µF/100V	C2
10µF/25V	C5
1000µF/16V	C7

Halbleiter:

LM385	IC1
LM358	IC2
BC337	T1
BC327	T2

Sonstiges:

Bipolares Lastrelais, 16A	RE1
Kfz-Flachstecker, 6,3mm	ST1-ST4
4 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm	
4 Muttern, M3	
4 Zahnscheiben, M3	

Danach sind die Keramikkondensatoren so tief wie möglich einzusetzen und zu verlöten. Überstehende Drahtenden werden, wie auch bei den nachfolgend einzusetzenden Bauelementen, so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Als dann sind die beiden Transistoren und das Referenzspannungselement zu bestücken.

Beim Einlöten der 3 Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf die korrekte Polarität zu achten. Üblicherweise ist bei den Elkos der Minuspol gekennzeichnet.

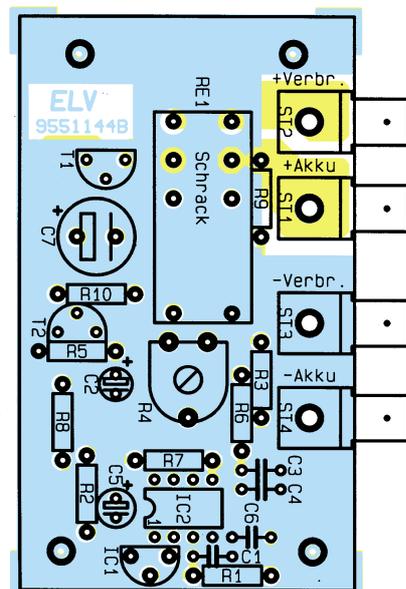
Das bipolare 16A-Lastrelais ist mit ausreichend Lötzinn festzusetzen, während beim Einlöten des Einstelltrimmers R 4 eine zu große Hitzeeinwirkung zu vermeiden ist.

Der 2fach-Operationsverstärker (IC 2) ist so einzulöten, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Zuletzt werden die vier 6,3mm-Kabelschuhanschlüsse jeweils mit einer Schraube M3 sowie den zugehörigen Zahnscheiben und Muttern entsprechend der Abbildung montiert.

Der Abgleich der Komparatorschalt-schwelle ist ausgesprochen einfach und schnell erledigt. Zuerst ist der Schleifer des Trimmers R 4 entgegen dem Uhrzeigersinn an den Linksanschlag zu drehen. Danach wird anstatt des Akkus eine stabilisierte Spannung von 10,5 V angelegt. Anschließend ist der Schleifer des Trimmers so weit im Uhrzeigersinn zu drehen, bis das Relais RE 1 abschaltet.

Nach erfolgreich durchgeführtem Abgleich und dem sorgfältigen Einbau in ein passendes Kunststoffgehäuse steht dem Einsatz der Akku-Spannungsüberwachung nichts mehr entgegen. **ELV**



Bestückungsplan des Tiefentladungsschutzes für 12V-Akku