

Bleiakku-Protektor

Schützt vor Tiefentladung

Bleiakkus unterschiedlichster Bauart sind eigentlich ziemlich anspruchslos. Man darf sie nicht überladen – okay – dafür sorgt das Ladegerät. Sie dürfen im Betrieb aber auch nicht tiefentladen werden. Hierzu braucht man Extra-Elektronik wie den hier vorgestellten Protektor für Bleiakkus.

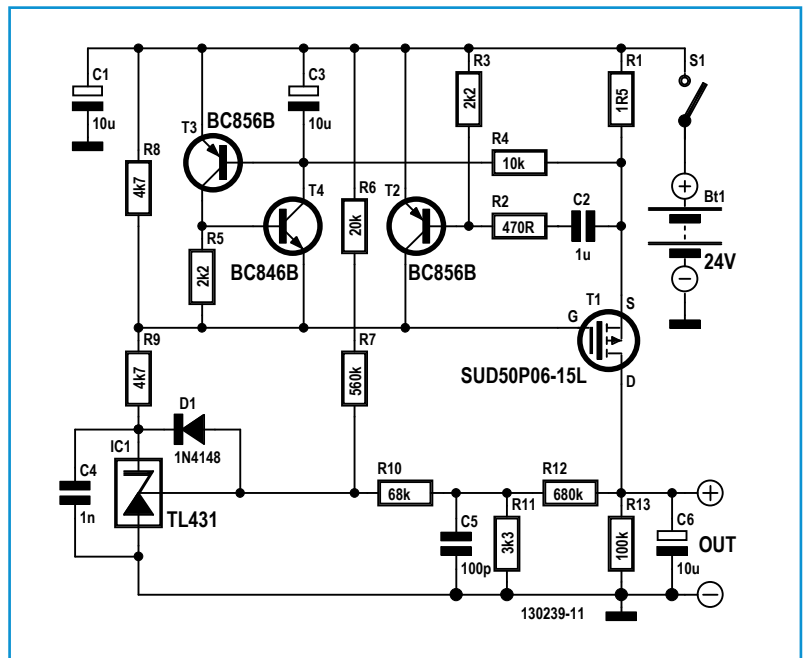
Von **Jochen Brüll** (D)

Wenn es nicht gerade um die Bleiakkus in Autos oder sonstigen Fahrzeugen geht, dann muss man sich bei netzunabhängig betriebenen Verbrauchern kleiner Leistung in der Regel selbst darum kümmern, dass die Last abgeklemmt wird, sobald die Entladeschlussspannung eines Akkus erreicht wird. Man benötigt also nicht nur eine Ladeschaltung, sondern auch eine Elektronik, die verhindert, dass die Akkuspannung unter diesen Wert sinkt. Um den letzten Aspekt geht es hier.

Anwendung

Der Autor hat viel Erfahrung im Bereich EMV und deshalb eine Vorliebe für den störungsarmen Einsatz analoger Elektronik anstelle der in gestörten Umgebungen eher empfindlichen Mikrocontroller. Die Schaltung von **Bild 1** kommt daher ohne ein einziges digitales IC aus. Der Autor entwickelte einen Schutz für Blei-Gel-Akkus, die Messtechnik autonom, potentialfrei und akkuschonend versorgt, denn die Akkus würden es übelnehmen, wenn ihre Spannung längere Zeit unter die kritische Schwelle von 1,8 V pro Zelle fallen würde. Besser sogar, man schaltet die damit versorgte Elektronik noch etwas frühzeitiger ab. Außerdem verhindert die Schutzschaltung auch noch zu große Einschaltstromstöße.

In der vorliegenden Form eignet sich die Schaltung zum Beispiel für die Versorgung von Sensortechnik. Mit zwei in Serie geschalteten Blei-Gel-Akkus mit je 12 V und einer Kapazität von 1,2 Ah versieht die Anordnung beim Autor schon seit mehr als sechs Jahren ohne einen Ausfall ihren Dienst. Die Schutzschaltung ist in der angegebenen Dimensionierung für Dauerströme bis zu 400 mA am Ausgang geeignet.



Ist der Öffner S1 geschlossen (Normalbetrieb) und noch keine Last eingeschaltet, dann ist T1 durchgeschaltet, da das etwas zweckentfremdete IC1 bei ausreichend hoher Akkuspannung an seiner Kathode Strom fließen lässt und so das Gate von T1 über R9 auf Masse zieht. Am Ausgang liegt daher Spannung an.

Bild 1. Die Schaltung des Akku-Protektors ist reine Analogelektronik.

Einschaltstrombegrenzung

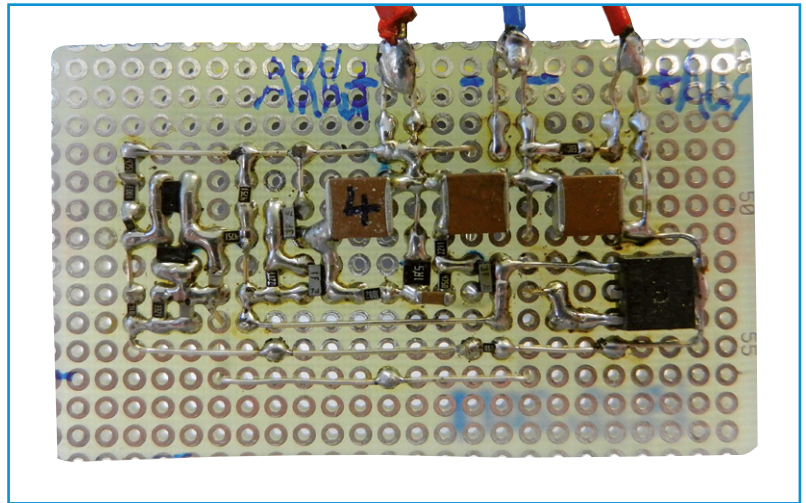
Die meisten mit 24 V versorgten Geräte beziehen die jeweils für ihre eigene Elektronik benötigten Versorgungsspannungen über ein Schaltnetzteil. Hier sitzt im Eingangskreis normalerweise ein Elko von bis zu einigen mF, der beim Einschalten geladen wird und einen ordentlichen Stromstoß produzieren kann. Damit nun solch ein Stromstoß nicht die Akkuspannung kurz einbrechen und daher die

Unterspannungsabschaltung triggern kann, wird dieser auf ungefährliche Werte begrenzt. Die Begrenzung hat zwei Phasen:

- Direkt nachdem die am Ausgang angeschlossene Last eingeschaltet wird, fließt der Laststrom über T1 und R1. An R1 entsteht ein Spannungsabfall, der für etliche hundert μ s das Gate von T1 soweit positiver werden lässt, dass kein Strom >600 mA fließen kann. T1 und T2 operieren in dieser Zeit als Stromquelle. In dieser Zeit wird ein eventueller Elko der Last aufgeladen. Danach sollte der Strom wieder auf Werte unter 400 mA abgesunken sein.
- In einer zweiten Phase wird nun überprüft, ob weiterhin zu viel Strom fließt. Hierfür wird C3 über R4 durch den Spannungsabfall über R1 aufgeladen. Bei zu hohem Laststrom wird dann mehr oder weniger schnell T3 durchschalten und damit die aus T3 und T4 aufgebaute und als Thyristor fungierende Schaltung zünden. Dies hat dann zur Folge, dass die Gate-Spannung von T1 kurzgeschlossen wird, dieser sperrt und die Last solange abgeschaltet bleibt, bis man durch Betätigung des Öffners S1 diesen Thyristor wieder zurücksetzt. Die Zeit bis zum Auslösen der Überstromsicherung hängt vom fließenden Laststrom ab. Bei einem Strom von 650 mA dauert das etwa 0,6 s und bei einem Strom von 6 A wird die Last schon nach etwa 30 ms abgetrennt.

Unterspannungsschutz

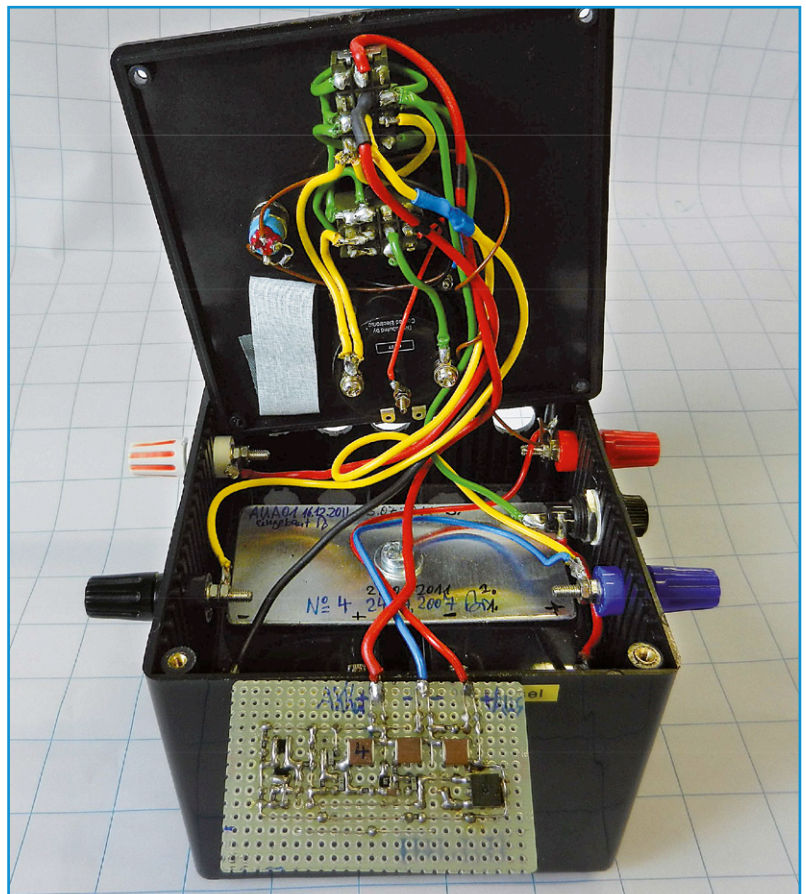
Wie schon erwähnt, sollte ein Bleiakku nicht zu lange mit Unterspannung betrieben werden. Es ist für eine lange Lebensdauer sogar sinnvoll, den Akku dann schon abzutrennen, wenn der Akku noch nicht komplett „leer“ ist, aber keine nennenswerte Ladung mehr entnommen werden kann. Bei den zwölf Zellen dieser 24-V-Lösung wurde die Abschaltspannung auf einen Wert von $U_B = 22$ V festgelegt. Die Akkus werden also sicherheitshalber auf nicht weniger als 1,83 V pro Zelle entladen. Dieser Schutz funktioniert so: Sinkt U_B unter 22 V, dann unterschreitet die durch den Spannungsteiler aus R6, R7, R10 und R11 generierte Spannung am Feedback-Eingang von IC1 den Referenzwert von 2,5 V. Folglich fließt durch die Kathode von IC1 und somit auch



durch R9 kein Strom mehr, weshalb das Gate von T1 über R8 auf U_B gezogen wird und T1 somit abschaltet. Damit es nun nicht zu einem permanenten Ein- und Ausschalten kommt, wenn U_B aufgrund der fehlenden Last wieder etwas steigt, ist mit R12 für eine Hysterese von etwa 1 V gesorgt. Die Last kann daher

Bild 2. Aufbau auf Lochrasterplatine in SMD-Technik.

Bild 3. Einbau in ein Gehäuse.

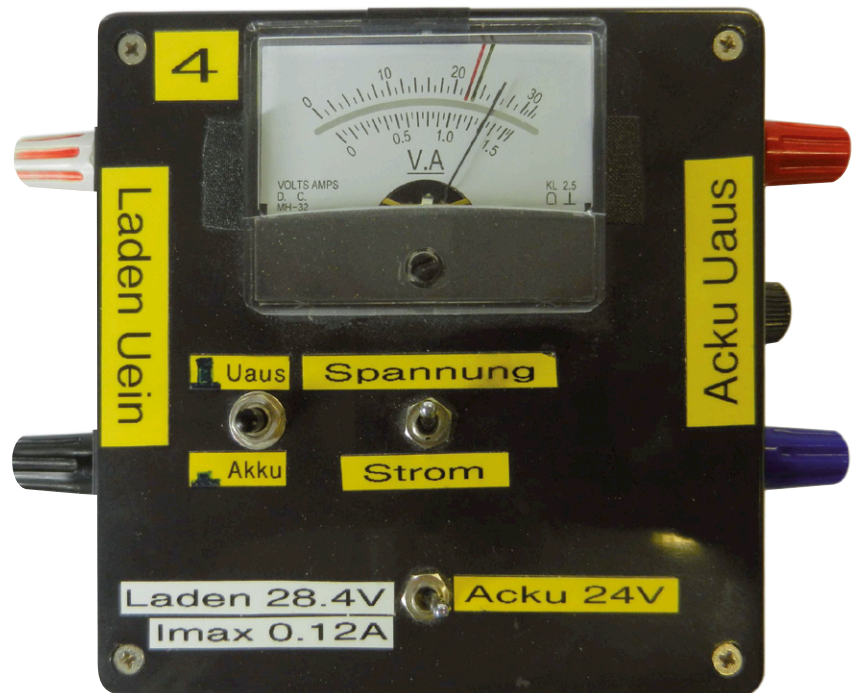


erst wieder eingeschaltet werden, wenn der Akku aufgeladen wird und seine Spannung wieder auf Werte >23 V angestiegen ist.

Aufbau

Die Schaltung kann man sehr leicht mit konventionellen bedrahteten Bauelementen auf einem Stück Lochrasterplatine aufbauen. Der Autor hat sie, wie in **Bild 2** zu sehen, sogar in SMD-Technik auf einer Lochrasterplatine aufgebaut. Die Platine hat er in ein Gehäuse eingebaut (**Bild 3**), das mit einem umschaltbaren Volt-/Amperemeter bestückt ist. Es kann als kompaktes Modul (**Bild 4**) zwischen Akku und Verbraucher eingeschleift werden.

Zu den Bauteilen gibt es nicht viel zu sagen. Man muss lediglich darauf achten, dass es sich bei T1 um einen p-Kanal-MOSFET handelt, dessen Source mit R1 verbunden ist, falls man ein gleichwertiges Ersatzexemplar verwendet. Für R6, R7 und R10 empfehlen sich Widerstände mit einer Toleranz von 1 %. Möchte man die Schaltung für einen 12-V-Akku dimensionieren, dann erreicht man dieses durch andere Widerstandswerte: R6 = 33 k Ω , R7 = 220 k Ω und R9 = 2,2 k Ω . Da T1 lediglich schaltet, muss man ihn nicht küh-



len. Selbst bei 6 A entsteht an ihm nur eine Verlustleistung von 400 mW. Da dieser Strom aber längstens für 30 ms fließen kann, reicht selbst für R1 eine 0,5-W-Ausführung.

(130239)

Bild 4.
Der fertige Prototyp des Bleiakku-Protectors.