

Loodaccu-protector

Beschermt tegen te ver ontladen

Over het algemeen zijn loodaccu's vrij probleemloos in het gebruik. We mogen ze niet overladen, dat is waar, maar daar zorgt de acculader voor. Maar we mogen ze tijdens het gebruik ook niet te diep ontladen. De hier voorgestelde beschermingsschakeling voor loodaccu's helpt ons daarbij.

Jochen Brüll
(Duitsland)

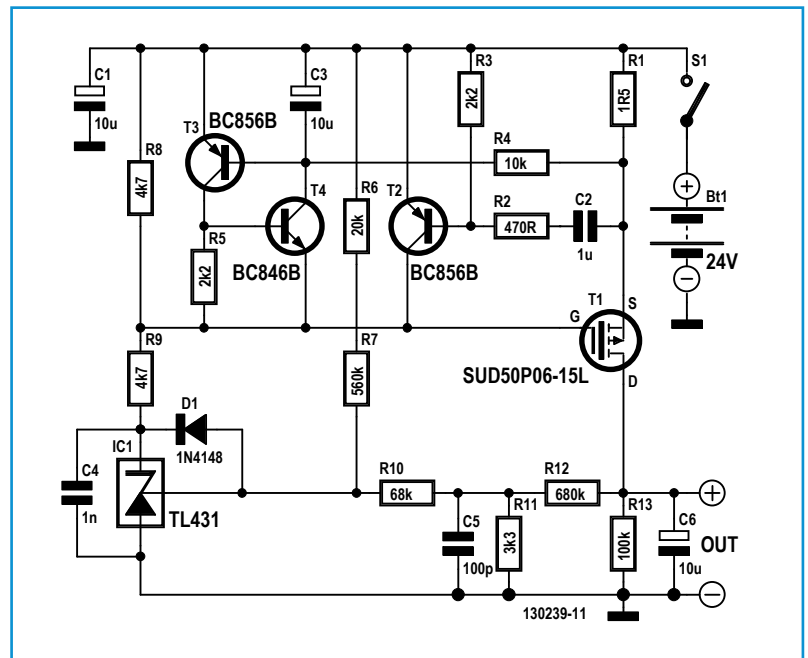
Afgezien van de loodaccu's in auto's of andere voertuigen moeten we bij kleine, snoerloze apparaten meestal zelf in de gaten houden wanneer de accu zijn eindspanning heeft bereikt. We moeten de belasting dan zelf uitschakelen. We hebben voor het onderhoud van onze accu dus niet alleen een laadapparaat nodig, maar ook elektronica die verhindert dat de accuspanning onder zijn eindwaarde daalt. Dat laatste is het doel van deze accu-protector.

Toepassing

De auteur heeft veel ervaring op het gebied van EMC en werkt daarom graag met analoge elektronica, die minder gevoelig is voor storingen uit de omgeving dan microcontrollers. De schakeling in **figuur 1** bevat dan ook geen enkel digitaal IC. Ze is ontwikkeld als bescherming voor lood-gel-accu's, waarmee meetapparatuur autonoom, potentiaalvrij en accusparend kan worden gevoed. Het is heel slecht voor de accu's als hun spanning lange tijd onder de kritische waarde van 1,8 V per cel blijft. Het is zelfs verstandiger om de te voeden elektronica nog iets eerder uit te schakelen. Deze schakeling beschermt de accu's ook nog tegen te grote inschakelstromen.

De hier gepresenteerde uitvoering van de schakeling is heel geschikt voor het voeden van bijvoorbeeld sensorsystemen. Bij de auteur werkt deze schakeling al ruim zes jaar probleemloos in een systeem met twee in serie geschakelde lood-gel-accu's van elk 12 V met een capaciteit van 1,2 Ah. Bij de hier gegeven dimensionering is de beschermingsschakeling geschikt voor continue uitgangsströmen tot 400 mA.

Als verbreekcontact S1 gesloten is en de belasting is nog niet ingeschakeld, dan wordt



Figuur 1. De schakeling van de accu-protector: pure analoge elektronica.

T1 opengestuurd, omdat er bij een voldoende hoge accuspanning stroom loopt door de kathode van IC1. Dit trekt de gate van T1 via R9 naar massa. Dus staat er dan spanning op de uitgang.

Begrenzing van de inschakelstroom

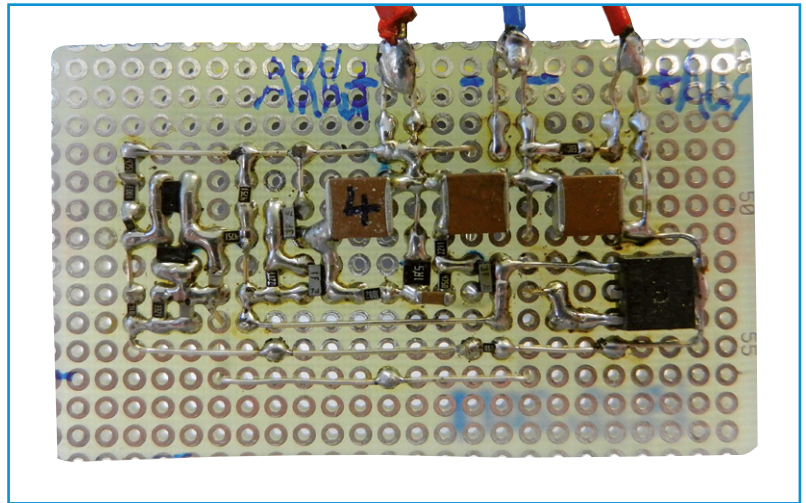
De meeste apparaten die met 24 V gevoed worden, beschikken over een schakelende netvoeding. In het ingangscircuit van zo'n voeding zit meestal een elco van enkele mF, die bij het inschakelen wordt opgeladen. Dat kan leiden tot een flinke stroompiek. Om nu te voorkomen dat zo'n stroomstoot de accuspanning kort laat dalen tot beneden de schakeldrempel van de beschermingsschakeling, wordt de inschakelstroom begrensd. Deze begrenzing werkt in twee fasen:

- Direct nadat de op de uitgang aangesloten belasting is ingeschakeld, loopt de belastingsstroom door T1 en R1. Over R1 ontstaat dan een spanningsval die enkele honderden μs lang de gate van T1 zo positief maakt dat er geen stroom $>600\text{ mA}$ kan lopen. T1 en T2 werken op dat moment als stroombron. In deze tijd wordt een eventueel aanwezige elco in de belasting opgeladen. Daarna moet de stroom weer gedaald zijn tot een waarde van minder dan 400 mA .
- In de tweede fase wordt gecontroleerd of er nog steeds te veel stroom loopt. Daarvoor wordt C3 via R4 opgeladen door de spanningsval over R1. Bij een te grote belastingsstroom zal dan na verloop van tijd T3 opengestuurd worden, waardoor de met T3 en T4 opgebouwde, als thyristor werkende schakeling inschakelt. Dat heeft dan tot gevolg dat de gate-spanning van T1 kortgesloten wordt. Die spert dan en de belasting wordt uitgeschakeld, totdat deze thyristor wordt gereset door het indrukken van toets S1. De tijd tot het inschakelen van deze beveiliging tegen te grote stromen is afhankelijk van de op dat moment lopende belastingsstroom. Bij een stroom van 650 mA duurt dit ongeveer $0,6\text{ s}$ en bij een stroom van 6 A wordt de belasting al na ongeveer 30 ms afgekoppeld.

Beveiliging tegen te lage spanning

Zoals al eerder opgemerkt mag een loodaccu niet te lang bij een te lage spanning gebruikt worden. Voor een lange levensduur is het zelfs nuttig de accu al af te koppelen als hij nog niet helemaal 'leeg' is, maar er geen noemenswaardige lading meer beschikbaar is. Bij de twaalf cellen van deze schakeling voor 24 V is gekozen voor een uitschakelspanning U_B van 22 V . De accu's worden dus voor de veiligheid niet verder ontladen dan tot $1,83\text{ V}$ per cel. Deze beveiliging werkt als volgt:

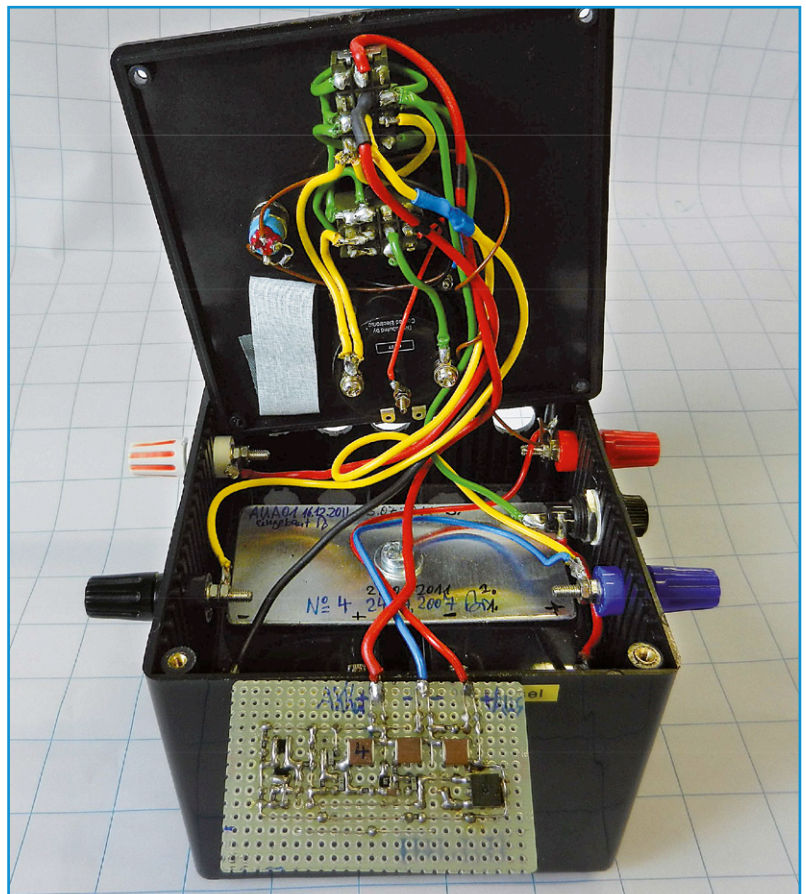
Als U_B daalt tot minder dan 22 V , dan wordt de spanning uit de spanningsdeler die bestaat uit R6, R7, R10 en R11 op de feedback-ingang van IC1 kleiner dan de referentiewaarde van $2,5\text{ V}$. Dan loopt er door de kathode van IC1 en dus ook door R9 geen stroom meer, zodat



de gate van T1 door R8 naar U_B getrokken wordt en T1 gaat sperreren. Om te voorkomen dat de schakeling gaat oscilleren, omdat bij het uitschakelen de celspanning weer iets zal toenemen, is met R12 gezorgd voor een hysteresis van ongeveer 1 V . De belasting kan daardoor pas weer ingeschakeld worden als

Figuur 2. Opbouw op gaatjesprint in SMD-techniek.

Figuur 3. Inbouw in een behuizing.

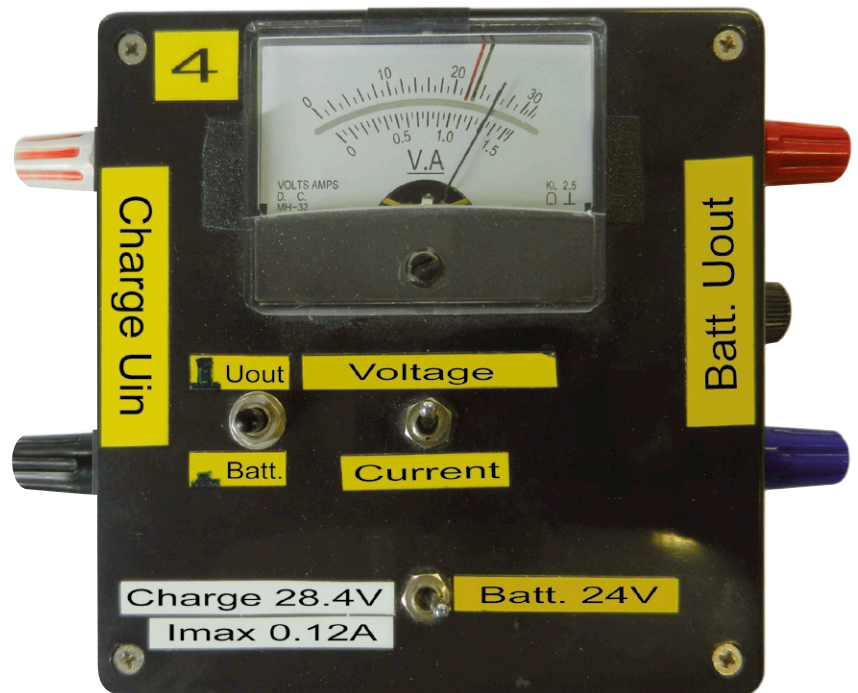


de accu wordt opgeladen en zijn spanning weer is toegenomen tot een waarde >23 V.

De opbouw

De schakeling is eenvoudig. Ze kan heel gemakkelijk met conventionele, bedrade componenten op een stuk gaatjesprint worden opgebouwd. De auteur heeft ze zelfs in SMD-techniek opgebouwd op gaatjesprint (zie **figuur 2**). Hij heeft de print ingebouwd in een behuizing met een omschakelbare volt/ampèremeter (zie **figuur 3**). Deze kan als een compacte module (**figuur 4**) tussen de accu en de verbruiker worden geplaatst.

Over de componenten hoeven we weinig te zeggen. Als er een equivalent voor T1 gebruikt moet worden, let er dan op dat dit een P-kanaals MOSFET is, waarvan de source moet worden verbonden met R1. Voor R6, R7 en R10 kunnen het beste weerstanden met een tolerantie van 1 % worden gebruikt. Om de schakeling te dimensioneren voor een accu van 12 V moeten we andere weerstandswaarden kiezen: $R6 = 33$ k Ω , $R7 = 220$ k Ω en $R9 = 2,2$ k Ω . Omdat T1 alleen schakelt, hoeven we hem niet te koelen. Zelf bij 6 A wordt er niet meer dan 400 mW in gedissipeerd.



Omdat deze stroom nooit langer dan 30 ms zal lopen, is zelfs voor R1 een 0,5-W-type voldoende.

(130239)

Figuur 4.
Het kant-en-klare prototype van de loodaccu-protector.