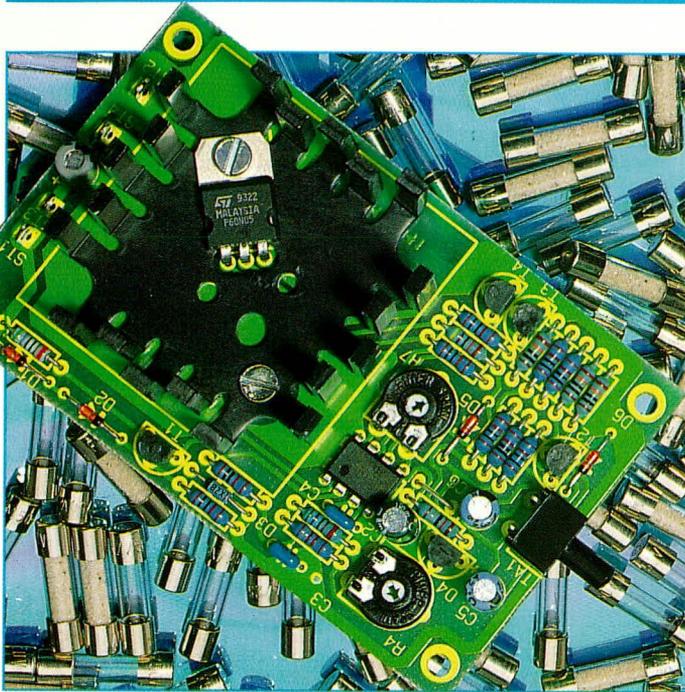


Elektronische Sicherung 0,5 - 10 A

Zum nachträglichen Einbau im Gleichspannungsnetzteil ist die hier vorgestellte Sicherung konzipiert. Durch den Einsatz eines modernen leistungsfähigen Power-MOS-FETs ist der Spannungsabfall selbst bei hohen Strömen nahezu vernachlässigbar.



Allgemeines

Die Aufgabe einer elektronischen Sicherung ist schwerpunktmäßig in 2 Bereiche zu unterteilen:

Zum einen soll damit die Stromversorgung (Netzgerät, Akku, Solar-Generator usw.) geschützt werden, während zum anderen eine elektronische Sicherung den Schutz eines angeschlossenen Verbrauchers übernehmen kann.

Neben der Auslöseschwelle, d. h. demjenigen Stromwert, bei welchem der Stromfluß unterbrochen wird, spielt die Auslösezeit eine wichtige Rolle. Vordergründig könnte man meinen, daß ein möglichst schnelles Ansprechen vorteilhaft wäre. Dies stimmt nur bedingt, da ein angeschlossener Stromverbraucher aufgrund von regulären, kurzzeitigen, im erlaubten Bereich befindlichen Stromspitzen und nicht zuletzt aufgrund von kleinen Störimpulsen nicht unbedingt ausgeschaltet werden soll.

Eine zu flink ansprechende Sicherung könnte den regulären Betrieb unerwünschterweise unterbrechen und zu Störungen führen, während eine zu träge, d. h. zu langsam ansprechende Sicherung unter Umständen zu spät den Verbraucher von der Stromversorgung trennt, wenn bereits ein irreversibler Schaden aufgetreten ist.

Welcher maximal zulässige Strom und welche Ansprechzeit (Ansprechverzögerung) beim Einsatz einer elektronischen Sicherung günstig ist, hängt letztendlich von den individuellen Gegebenheiten ab.

Die hier vorgestellte elektronische Sicherung ist für den nachträglichen Einbau in eine Stromversorgung, die bis zu einer Spannung von 42 V arbeitet, ausgelegt, bei einem verfügbaren Strombereich von 0,5 A

bis 10 A und einer Ansprechverzögerung von 200 µs bis 200 ms.

Schaltung

In Abbildung 1 ist die prinzipielle Funktionsweise und die Einbausituation unserer elektronischen Sicherung gezeigt. Von der Stromversorgung kommend, deren Ausgangsspannung zwischen 10 V und 42 V liegen kann, gelangt die positive Spannung auf den Platinenanschlußpunkt ST 1 und die negative Spannung auf ST 2 der elektronischen Sicherung. Während ST 1 direkt mit dem Ausgang ST 3 verbunden ist (der Verbraucher R_L könnte auch an ST 1 angeschlossen werden) ist ST 4 über einen elektronischen Schalter mit ST 2 und somit dem negativen Betriebsspannungsanschluß verbunden. Über ST 1 wird der elektronischen Sicherung die für ihren eigenen Betrieb erforderliche Versorgungsspannung zugeführt, die mindestens 10 V betragen muß, andererseits 42 V nicht überschreiten darf.

Kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen Schaltung, die in Abbildung 2 dargestellt ist. Über ST 1 gelangt die positive Betriebsspannung auf die Stromquelle, bestehend aus T 1 mit Zusatzbeschaltung. Der dort eingepreßte Strom von gut

einem Milliampere reicht zum Betrieb der in stromsparender Technologie aufgebauten Schaltung aus. Die Z-Diode D 3 sorgt für eine Begrenzung auf ca. 8,2 V, während über R 3 die Referenzspannungsquelle D 4 (1,235 V) gespeist wird. Die Kondensatoren C 1, C 2, C 4 dienen zur Stabilisierung und Störunterdrückung.

Mit dem Trimmer R 4 wird eine Teilspannung der mit D 4 generierten Referenzspannung abgegriffen und über R 5 auf den nicht-invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des als Komparator arbeitenden Operationsverstärkers IC 1 gegeben. Der invertierende (-) Eingang (Pin 2) erhält über R 19 und R 11 den Spannungsabfall zugeführt, der über den Innenwiderstand des Power-MOS-FETs T 5 abfällt. Dieser Innenwiderstand liegt bei typ. 17 mΩ (!) und ist hinreichend konstant. Aus diesem Grunde ist kein weiterer Shunt-Widerstand erforderlich, wie dies allgemein üblich ist, um eine Meßspannung, die dem fließenden Strom proportional ist, zu erhalten. In der vorliegenden Applikation kommen wir mit dem sehr niedrigen Innenwiderstand von T 5 aus, um die benötigte stromproportionale Meßspannung zu erhalten, mit dem besonders angenehmen Begleiteffekt, daß selbst bei 10 A Stromfluß der Spannungsabfall unter 0,2 V liegt.

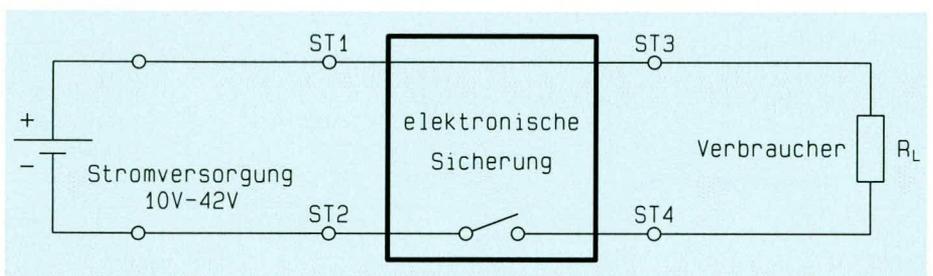


Bild 1: Prinzipieller Einsatz der elektronischen Sicherung

Im normalen Betriebsfall, d. h. wenn die Sicherung durchgeschaltet und noch nicht angesprochen hat, ist der Spannungsabfall über T 5 so gering, daß das Potential an ST 4 und damit an Pin 2 des IC 1 unterhalb des mit R 4 über R 5 auf Pin 3 des IC 1 gegebenen Potentials liegt. Der Ausgang (Pin 6) führt somit High-Pegel, und T 5 ist über R 18 durchgesteuert - der an ST 3, 4 angeschlossene Verbraucher ist mit der an ST 1, 2 angeschlossenen Betriebsspannung verbunden.

Steigt der Stromfluß auf einen unzulässig hohen Wert an, erhöht sich der Spannungsabfall an ST 5 auf einen Wert, der eine höhere Spannung an Pin 2 des IC 1 zur Folge hat als an Pin 3. Der Ausgang (Pin 6) wechselt auf Low-Pegel (ca. 0 V), und T 5 sperrt schlagartig.

Damit kurze Spannungsspitzen nicht zu einem ungewollten vorzeitigen Auslösen der elektronischen Sicherung führen, ist der Kondensator C 3 eingesetzt, der in der vorliegenden Dimensionierung eine Ansprechverzögerung von ca. 2 ms bewirkt.

In Tabelle 1 sind verschiedene Werte für andere Dimensionierungen mit den dann auftretenden Verzögerungszeiten ausgegeben, die bei Bedarf einsetzbar sind. D 5 und D 6 besitzen Schutzfunktionen für den Eingang des Operationsverstärkers. Mit R 7 wird der Nullpunkt des IC 1 eingestellt, um auch kleine Ströme im Bereich von 0,5 A mit der Schaltung verarbeiten zu können.

Tabelle 1

C 3	Zeit
10nF	200 µs
100nF	2 ms
1 µF	20 ms
10µF	200 ms

Im Falle, daß die elektronische Sicherung angesprochen und den Verbraucher von der Stromversorgung getrennt hat, kann mit der Taste TA 1 ein Reset herbeigeführt werden.

Bei stromloser Schaltung sind C 5, 6 entladen, so daß unmittelbar nach dem Anlegen der Betriebsspannung T 2 und T 3 über die entsprechenden Vorwiderstände R 12, R 15 durchgesteuert werden. T 4 sperrt und gibt T 5 frei, während gleichzeitig der Kollektor von T 2 über R 19 den Eingang Pin 2 des IC 1 auf Massepotential zieht, wodurch der Ausgang (Pin 6) High-Pegel annimmt und T 5 über R 18 durchsteuert - der angeschlossene Verbraucher ist aktiviert. Kurze Zeit später ist C 5 über R 14 aufgeladen und C 6 wieder entladen.

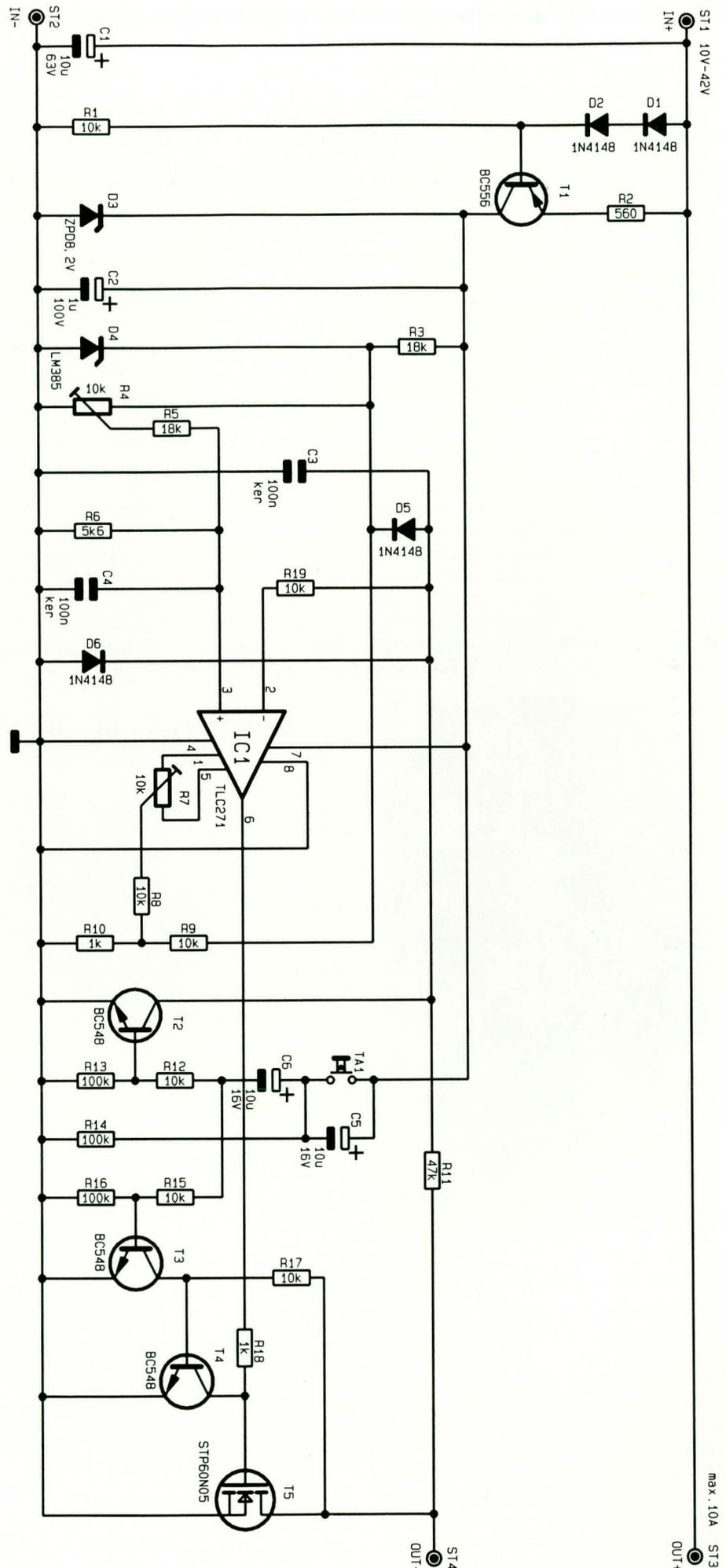


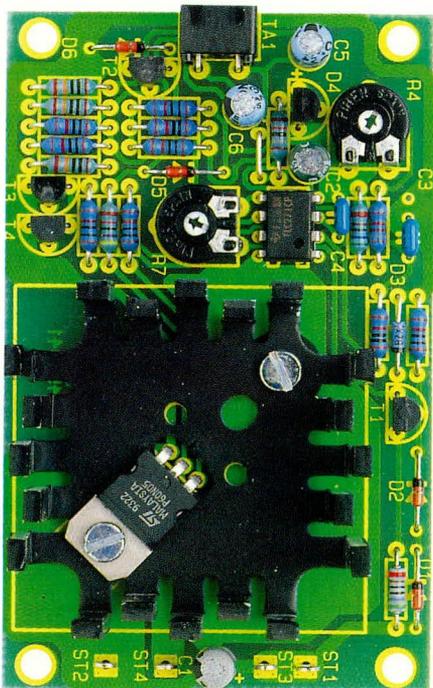
Bild 2: Schaltbild der elektronischen Sicherung

Spricht nun die elektronische Sicherung beim Überschreiten des vorgewählten Stromflusses an, so wechselt der Ausgang (Pin 6) des IC 1 von High- auf Low-Potential und T 5 sperrt. Daraufhin erhöht sich der Spannungsabfall an T 5 deutlich, wodurch eine Selbsthaltung der elektronischen Sicherung herbeigeführt wird.

Durch Betätigen von TA 1 erfolgt, wie bereits erwähnt, ein Reset, der allerdings nur zu einem sehr kurzzeitigen Aktivieren führt und nur dann dauerhaft T 5 durchsteuern läßt, wenn der dann fließende Strom sich im zulässigen Bereich bewegt.

Nachbau

Der Aufbau der Schaltung ist vergleichsweise einfach, zumal sämtliche Bauelemente auf einer einseitigen Leiterplatte mit den Abmessungen 55 mm x 88 mm Platz finden. Wir beginnen die Bestückung gemäß der Stückliste und dem Bestückungsplan mit den niedrigen Bauelementen wie Dioden (Polarität beachten), Widerständen sowie einer Brücke. Es folgt das Einsetzen der 4 Kleinleistungs-Transistoren



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte

sowie der Referenzspannungsdiode D 4, um im Anschluß daran die beiden Trimmer und die 4 Lötösen einzusetzen und auf der Leiterbahnseite zu verlöten.

Des weiteren sind die Kondensatoren einzusetzen, wobei auch bei den Elkos auf die richtige Einbaulage zu achten ist. C 3 wird gemäß Tabelle 1 in Verbindung mit den individuellen Anforderungen eingebaut. Als günstig hat sich ein Wert von 100 nF erwiesen mit einer daraus resultierenden Ansprechzeit von rund 2 ms.

Kommen wir als nächstes zur Montage des Power-MOS-FETs des Typs STP 60N05, bei dem es sich um einen speziellen Leistungs-FET handelt, mit außerordentlich geringem Innenwiderstand. Die Anschlußbeinchen sind 1 mm vom Gehäuseaustritt entfernt abzuwinkeln und durch die entsprechende Öffnung des Fingerkühlkörpers zu stecken, um anschließend die so entstandene Einheit gemäß der Abbildung auf die Platine zu setzen. Mit einer Schraube M3 x 8 mm, die von der Bestückungsseite aus durch die Befestigungsbohrung des Transistors und anschließend durch den Kühlkörper und die Leiterplatte gesteckt wird, nehmen wir die Montage vor, wobei eine Mutter M3 auf der Leiterplattenunterseite zum Festsetzen dient. Eine zweite Schraube M3 x 8 mm mit zugehöriger Mutter dient ebenfalls zur Verschraubung des Fingerkühlkörpers. Erst jetzt erfolgt das Verlöten der 3 Anschlußbeinchen des Transistors auf der Platinenunterseite mit anschließendem Kürzen der überstehenden Drahtenden, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen. Zu guter Letzt wird der Taster TA 1 eingesetzt und verlötet.

Stückliste: Elektronische Sicherung

Widerstände:

560Ω	R2
1kΩ	R10, R18
5,6kΩ	R6
10kΩ	R1, R8, R9, R12, R15, R17, R19
18kΩ	R3, R5
47kΩ	R11
100kΩ	R13, R14, R16
PT10, liegend, 10kΩ	R4, R7

Kondensatoren:

100nF/ker	C3, C4
1µF/100V	C2
10µF/16V	C5, C6
10µF/63V	C1

Halbleiter:

TLC271	IC1
BC556	T1
BC548	T2 - T4
STP60N05	T5
1N4148	D1, D2, D5, D6
ZPD8,2V	D3
LM385	D4

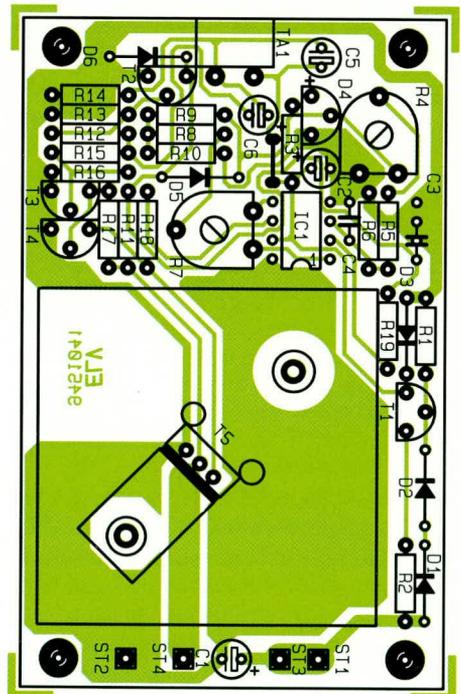
Sonstiges:

- 1 Print-Taster, abgewinkelt,
- 2 cm Silberdraht
- 4 Lötstifte mit Lötöse
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm
- 2 Muttern, M3
- 1 Finger-Kühlkörper

Inbetriebnahme und Abgleich

Zunächst empfiehlt es sich, den Nullpunkt des Operationsverstärkers IC 1 einzustellen. Hierzu werden die Eingänge des IC 1 (Pin 2 und 3) während dieser Messung überbrückt. An die Eingangsklemmen ST 1 (+) und ST 2 (Masse) wird eine Versorgungsspannung von 15 bis 20 V angelegt und mit einem Multimeter die Ausgangsspannung an Pin 6 des IC 1, bezogen auf ST 2, gemessen. ST 3 und ST 4 sind dabei unbeschaltet. Mit R 7 wird nun eine Spannung von 1 bis 2 mV eingestellt. Danach ist die Brücke an Pin 2 und 3 von IC 1 wieder zu entfernen.

Um die Abschaltchwelle mit R 4 einzustellen, wird nun eine Last an die Ausgangsklemmen ST 3, ST 4 angeschlossen, mit in Reihe liegendem Amperemeter, daß sich ein Stromfluß ergibt, der genau dem gewünschten Abschaltstrom entspricht. R 4 befindet sich dabei zunächst am Rechtsanschlag (im Uhrzeigersinn gedreht). Wenn es sich bei der angeschlossenen Last um einen ausreichend leistungsfähigen ohm-



Bestückungsplan der einfachen elektronischen Sicherung

sehen Widerstand handelt, kann durch Verändern der Eingangsspannung an ST 1, 2 der gewünschte Stromfluß herbeigeführt werden. Nun wird R 4 langsam entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, bis die elektronische Sicherung anspricht. Diese Position entspricht dann dem gewünschten Schwellwert und wird beibehalten.

Die elektronische Sicherung kann nun ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch zugeführt werden. **ELV**