



Elektronische Sicherung/Relais

Diese Schaltung kann gleich zwei Funktionen erfüllen: Sie ist sowohl als einstellbare elektronische Sicherung für den Bereich bis 3,5 A als auch als elektronisches Relais einsetzbar. In der Funktion als elektronische Sicherung können DC-Verbraucher bzw. Spannungsquellen im Niedervoltbereich (bis 24 V) vor Überlastung geschützt werden. Als zusätzliche Option ist über einen Steuereingang (Logikpegel) der Einsatz der Schaltung als elektronisches Relais realisierbar. Durch den Einsatz eines sehr niederohmigen High-Side-MOSFET-Schalters entsteht praktisch keine Verlustleistung.

Sichern und schalten

Eine elektronische Sicherung ist, ob im Labor, im Service oder in einem elektronischen Gerät eingesetzt, eine sehr sinnvolle Einrichtung. Sie schützt Spannungsversorgung und angeschlossene elektronische Schaltung gleichermaßen – die eine vor schädlicher Überlastung durch zu hohen Laststrom, die andere vor Zerstörung infolge einer Fehlfunktion.

Insbesondere beim Aufbau und Test eigener Schaltungen ist, sofern das eingesetzte Stromversorgungsgerät nicht über eine einstellbare Stromabschaltung verfügt, solch eine Sicherungsschaltung sehr nützlich. Sie spart in dieser Phase viele, inzwischen ganz und gar nicht mehr billige Schmelzsicherungen und ist, aufgrund der fein einstellbaren Abschaltswelle, genau an die Bedürfnisse der Last anpassbar. Aber auch als Ergänzung eines noch nicht mit einer solchen Einrichtung ausgestatte-

ten Netzgerätes tut eine solche Sicherung gute Dienste.

Während früher „dicke“ Leistungstransistoren, später effizientere MOSFETs als Schaltelement eingesetzt wurden, verfügen wir heute über moderne Schaltbauelemente, die die Verluste durch das Schaltelement erheblich verringern.

Bei der hier vorgestellten Schaltung kommt ein moderner integrierter High-Side-Schalter mit einem $R_{ds(on)}$ von nur 20 m Ω zum Einsatz, so fällt selbst bei voller Belastung mit den hier konzipierten 3,5 A bei max. 24 V_{DC} keine nennenswerte Verlustleistung an. Die Abschaltswelle ist stufenlos einstellbar, das Zurücksetzen erfolgt bequem über einen externen Schalter, etwa einen Reset-Taster oder einen Prozessor-Schaltausgang.

Durch eine einfache Schaltungserweiterung ist der Halbleiter-Schalter von außen steuerbar. Damit ist, zusätzlich zur Sicherungsfunktion, die Schaltung auch als elektronisches Relais nutzbar. Ein Verbraucher

kann mittels einer Steuerspannung oder eines externen Schalters verschleißfrei ein- bzw. ausgeschaltet werden und wird zudem noch durch die Sicherungsfunktion geschützt.

Funktion, Inbetriebnahme und Bedienung

Alle wichtigen Funktionsbausteine und Bedienelemente der elektronischen Sicherung sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Komponenten im gestrichelten Feld sind optional, d. h. sind nicht für die grundsätzliche Funktion erforderlich. Ohne diese externe Beschaltung muss der Jumper JP 1 geschlossen sein. Hierzu werden die Kontakte von JP 1 durch Auflöten von etwas Lötzinn miteinander verbunden, also eine gewollte Lötzinnbrücke hergestellt. Dies vermeidet unabsichtliches Öffnen des Jumpers.

Die Eingangsspannung der Schaltung kann im Bereich von 6 V bis 24 V liegen. Die Einstellung des Ansprechstroms erfolgt durch den Trimmer R 5. Dieser sollte zunächst auf Rechtsanschlag (I_{max}) gestellt werden.

Die genaue Einstellung auf den gewünschten Strom erfolgt, indem man den für die jeweilige Aufgabe maximalen Strom fließen lässt und den Trimmer langsam nach links dreht, bis die Spannung abgeschaltet wird, d. h. die Sicherung anspricht. Ein Reset (Zurücksetzen) kann auf drei verschiedene Arten erfolgen:

1. durch Betätigen des Tasters TA 1 oder Kurzschließen der Kontakte KL 2
2. durch kurzzeitiges Unterbrechen der Betriebsspannung U_B
3. im Relaisbetrieb: durch einen High-Low-Wechsel am Steuereingang KL 1

Möchte man die Schaltung zusätzlich als elektronische Relais nutzen, ist zunächst die Lötzinnbrücke von JP 1 zu entfernen. Eingeschaltet wird der Verbraucher durch Anlegen einer Spannung (3 V bis 24 V) an die Kontakte KL 1. Hierbei ist auf die richtige Polarität zu achten. Diese Steuerspannung kann z. B. von einer Mikrocontrollerschaltung kommen, oder man verbindet den Plus-Eingang von KL 1 über einen Schalter mit + U_B (KL 3), wie es in Abbildung 1 alternativ dargestellt ist.

Hinweis:

Die Ansprechzeit der Schaltung ent-

Technische Daten: ESI 200

Spannungsbereich:	6–24 V _{DC}
Stromaufnahme (ohne Last):	8 mA
Auslösestrom: ...	0–3,5 A (einstellbar)
Relaisfunktion:	Steuereingang (3–24 V)
$R_{ds(on)}$:	20 m Ω
Abmessungen (Platine): .	36 x 65 mm

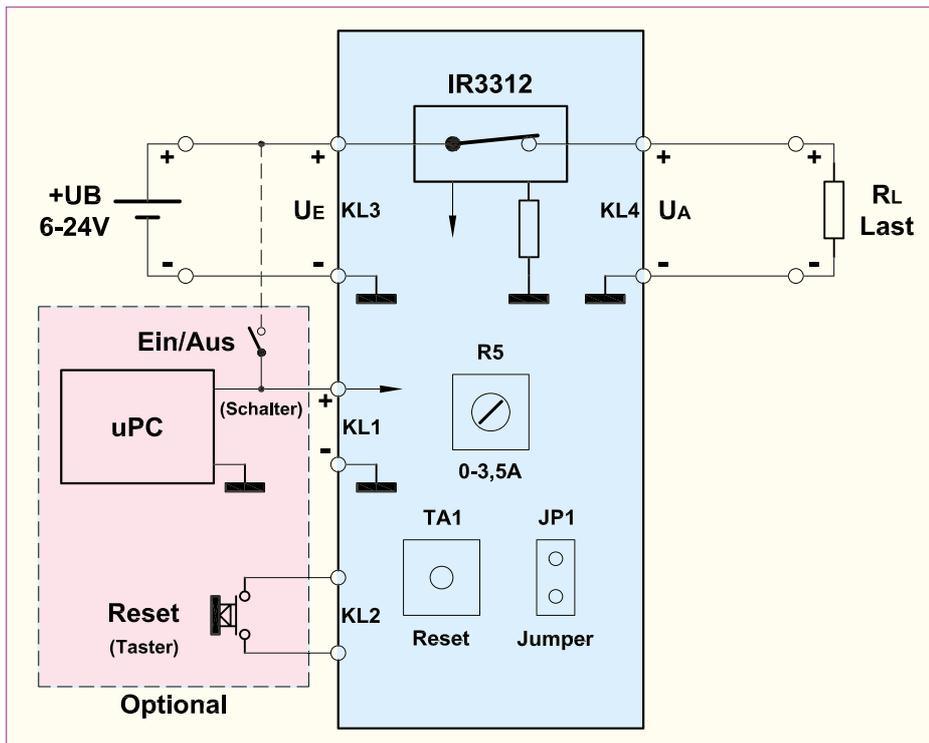


Bild 1: Funktionsbausteine und Bedienelemente

spricht etwa der einer flinken bis mittelträgen Sicherung. Dies vermeidet zum einen das versehentliche Abschalten aufgrund eines erhöhten, jedoch nur sehr kurz auftretenden Einschaltstroms und zum anderen Schäden durch einen zu lange fließenden Überstrom, wie es bei einer trägen Sicherung der Fall wäre. Das Einsatzgebiet ist vorwiegend der Schutz von empfindlichen elektronischen Komponenten. Bei Verbrauchern mit einem sehr hohen Einschaltstrom, wie er z. B. bei Halogenlampen auftritt, kann es zu einer Fehlfunktion (Abschalten im Einschaltmoment) kommen. Deshalb ist die Schaltung für diese Art von Verbrauchern nicht geeignet.

Schaltung

Das Schaltbild der elektronischen Sicherung ist in Abbildung 3 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist IC 4, ein High-Side-Schalter vom Typ IR3312S in MOSFET-Technologie. Das „Innenleben“ ist im Blockschaltbild (Abbildung 2) dargestellt. Neben einem Ein- und Ausgang (Pin 3, Pin 5) besitzt IC 4 einen Steuereingang (Pin 1) zum Ein- und Ausschalten und einen Anschluss für einen externen Widerstand (Pin 2). Bereits für sich allein genommen ist dieses IC schon eine elektronische Sicherung, denn eine programmierbare Schutzschaltung verhindert eine Überlastung von IC 4. Über die Größe des Widerstandes (R_1) an Pin 2 (I_{fb}) wird der Abschaltstrom programmiert. Sehr praktisch hierbei ist, dass die Spannung über R_1 proportional zum momen-

tan fließenden Laststrom ist. R_1 ist so dimensioniert, dass eine automatische Abschaltung bei ca. 7 A erfolgt. Nebenbei bemerkt – IC 4 ist für Ströme von bis zu 30 A ausgelegt!

Wir wollen aber schon bei einem geringeren Laststrom und vor allem bei einer frei definierbaren Schwelle den Strom abschalten. Hierzu messen wir die Spannung über dem Widerstand R_1 und vergleichen diese mit einer durch den Trimmer R_5 einstellbaren Spannung. Das Vergleichen übernimmt der Komparator IC 1 A. Ist der maximale Strom erreicht, also die Spannung über R_1 hat einen bestimmten Wert

überschritten, wechselt der Ausgang des Komparators von Low- auf High-Pegel. Hierdurch wird das aus IC 3 A und IC 3 C realisierte Flipflop gesetzt. Der Ausgang von IC 3 A wechselt auf „high“. Im Normalfall liegt dieser Ausgang auf „low“. Das NOR-Gatter IC 3 B mit seinen drei Eingängen müssen wir als UND-Gatter betrachten, bei dem die Eingänge negiert sind. Dies bedeutet, dass der Ausgang (Pin 6) von IC 3 B nur dann High-Pegel führt, wenn alle drei Eingänge auf „low“ liegen. Im Normalfall führt der Ausgang (Pin 6) dann High-Pegel, und der Transistor T 1 schaltet durch. Der Steuereingang (Pin 1) von IC 4 liegt so auf Masse, wodurch der interne MOSFET von IC 4 durchschaltet. Im Fehlerfall (Flipflop gesetzt) ist T 1 nichtleitend, infolgedessen ist der Verbraucher an KL 4 (Last) abgeschaltet.

Ein Reset (Zurücksetzen der „Sicherung“) erfolgt durch kurzes Betätigen des Tasters TA 1, hierdurch wird das Flipflop an Pin 2 von IC 3 A zurückgesetzt. Hat die interne Schutzschaltung von IC 4 angesprochen, was in der Regel bei einem Kurzschluss am Ausgang der Fall ist, wird durch den High-Pegel an Pin 4 von IC 3 B der Transistor T 1 nicht mehr angesteuert. Dieses wirkt sich auf IC 4 in gleicher Weise aus wie das kurzzeitige Unterbrechen der Betriebsspannung U_B , das einen internen Reset von IC 4 auslöst.

Kommen wir nun zum Relais-Betrieb, bei dem der Verbraucher gezielt ein- bzw. ausgeschaltet werden kann.

Für diese Funktion muss der Jumper offen sein (keine Lötzinnbrücke). Legt man eine Spannung im Bereich von 3 V bis 24 V an den relativ hochohmigen Steuereingang KL 1 an, so schaltet der Transistor T 2 durch, woraufhin Low-Pegel an Pin 3

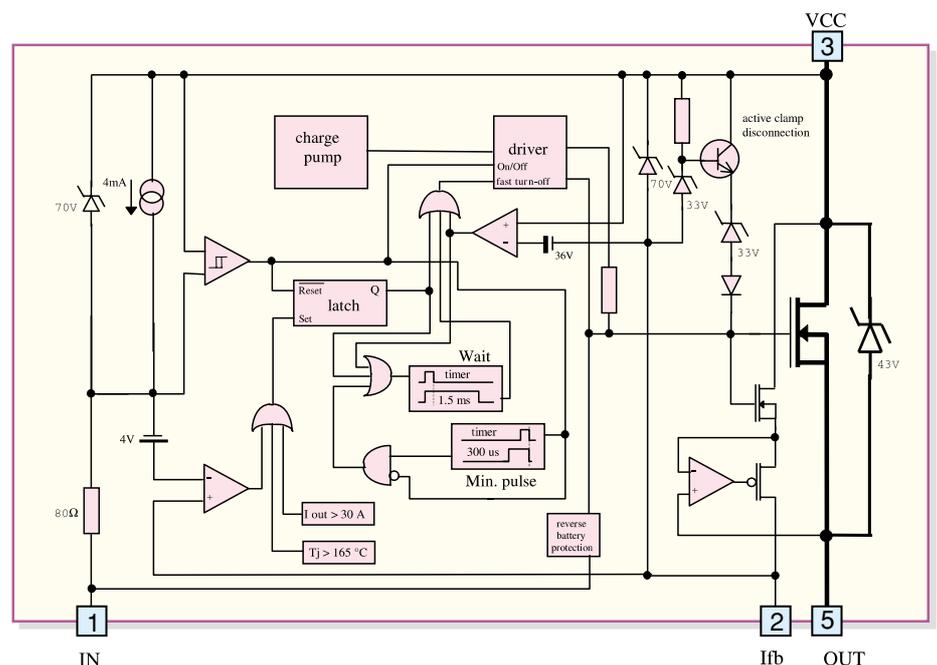


Bild 2: Blockschaltbild IR3312S

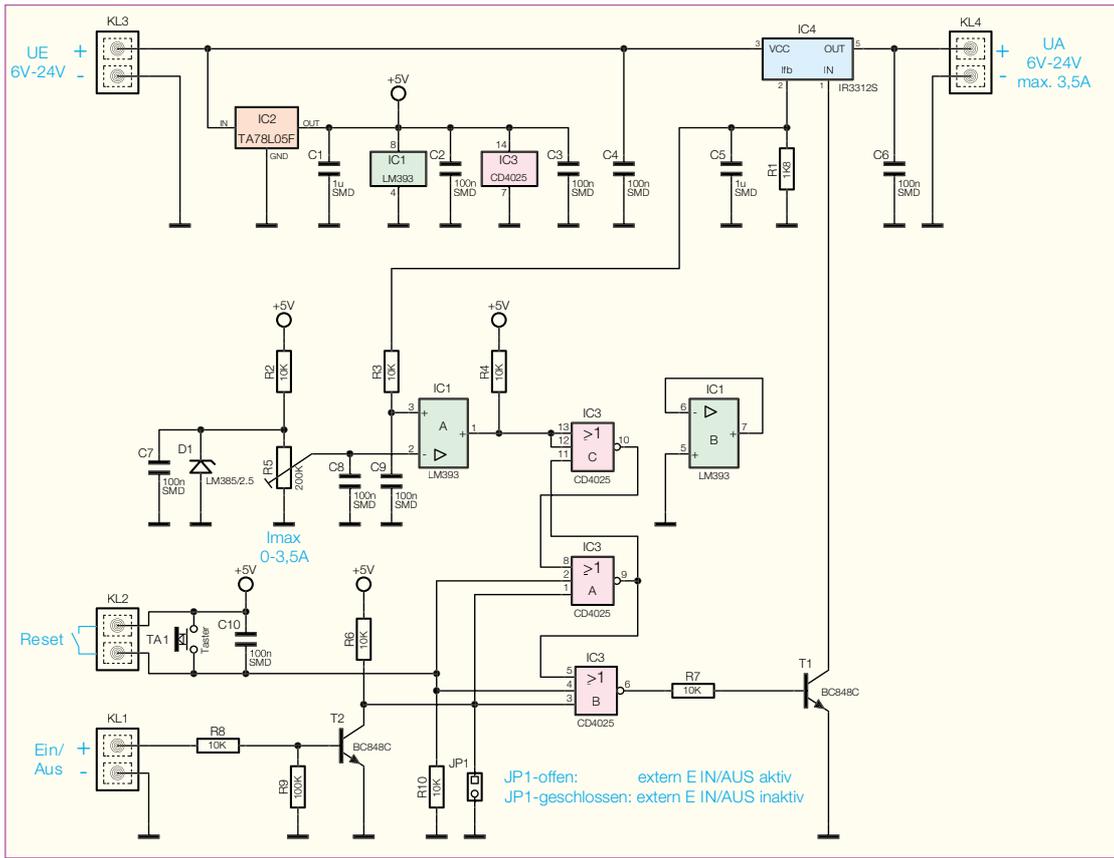


Bild 3: Schaltbild der Elektronischen Sicherung

von IC 3 B anliegt, und der Transistor T 1 durchschaltet. Tritt im Relais-Betrieb ein Fehlerfall auf, erfolgt ein Reset durch kurzzeitiges Unterbrechen der Steuerspannung.

Für die Spannungsversorgung der Steuerelektronik wird die Eingangsspannung mit IC 2 auf 5 V stabilisiert.

**Stückliste:
Elektronische Sicherung**

Widerstände:

- 1,8 kΩ/SMD/0805 R1
- 10 kΩ/SMD/0805 R2–R4, R6–R8, R10
- 100 kΩ/SMD/0805 R9
- SMD-Cermet-Trimmer, 200 kΩ R5

Kondensatoren:

- 100 nF/SMD/0805 ... C2–C4, C6–C10
- 1 µF/SMD/1206 C1, C5

Halbleiter:

- LM393/SMD IC1
- TA78L05F/SMD IC2
- CD4025/SMD IC3
- IR3312S/SMD IC4
- BC848C T1, T2
- LM385-2,5 V/SMD D1

Sonstiges:

- Mini-Schraubklemmleiste, 2-polig, print KL1, KL2
- Schraubklemmleiste, 2-polig, print KL3, KL4
- Mini-Drucktaster, 1 x ein TA1

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur noch die Schraubklemmen bestückt werden müssen und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt.

Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Nach dem Einsetzen und Verlöten der Schraubklemmen (Kabelöffnungen nach außen) mit reichlich Lötzinn ist der Nachbau bereits abgeschlossen.

Soll die Schaltung in ein Gehäuse eingebaut werden, steht hierfür ein passendes unbearbeitetes Gehäuse zur Verfügung, bei dem dann noch entsprechende Bohrungen für Ein- und Ausgangsleitungen einzubringen sind.

Die Schraubklemmen dürfen in diesem Fall nicht bestückt werden, da deren Einbauhöhe für das Gehäuse zu hoch ist.

Die Anschlussleitungen werden hier dann direkt in die entsprechenden Bohrungen der Platine geführt und mit reichlich Lötzinn verlötet.

Damit ist das praktische Gerät einsatzbereit und kann nun zwischen eine Spannungsversorgung (das kann auch ein Akku oder eine Batterie sein) und das zu versorgende Gerät geschaltet werden.

Ansicht der fertig bestückten Platine der Elektronischen Sicherung mit zugehörigem Bestückungsplan

