



# Pulsweiten-Modulator für DC-Verbraucher PWM 100

**Der universell einsetzbare Pulsweiten-Modulator erlaubt die stufenlose, nahezu verlustleistungsfreie Einstellung der Drehzahl von Gleichstrommotoren oder der Helligkeit von Glühlampen (z. B. Halogenlampen) im Spannungsbereich von 12 V bis 15 V bei einem maximalen Laststrom von 10 A. Eine Schutzschaltung bewahrt das Gerät bei einem Kurzschluß am Ausgang oder bei Überlast vor Schaden.**

## Allgemeines

Pulsweiten-Modulatoren (PWM) sind in vielen Bereichen der Elektronik zu finden. Der Ausgang eines PWM liefert ein Rechteck-Signal, dessen Tastverhältnis von Puls zu Pause einstellbar ist (z. B. mit einem Poti). Ein angeschlossener Verbraucher wird entsprechend dem Puls-Pausenverhältnis periodisch eingeschaltet.

Somit läßt sich die Helligkeit von Niedervolt-Lampen oder z. B. die Drehzahl von Gleichstrommotoren stufenlos einstellen. Der die Last unmittelbar schaltende Transistor wird bei diesem Funktionsprinzip entweder völlig gesperrt oder voll durchgesteuert, so daß am Transistor nur im eingeschalteten Zustand eine geringe Ver-

lustleistung entsteht. Bei einem Einsatz eines MOS-FET-Transistors mit einem sehr geringen Einschaltwiderstand können so ohne aufwendige Kühlung problemlos bis zu 10 A geschaltet werden.

Die hier vorgestellte Schaltung stellt einen universell einsetzbaren Pulsweiten-Modulator für den Spannungsbereich 12 V bis 15 V und einem maximalen Ausgangsstrom von 10 A! dar.

Damit können schon recht leistungshungrige Verbraucher, wie kleine Elektrowerkzeuge, Modellfahrzeuge, Modelleisenbahnen, 12V-Halogenlampen-Systeme und weitere Niederspannungsantriebe, bequem und stufenlos gesteuert werden.

Durch die Verwendung eines speziell für solche Anwendungen entwickelten ICs ist der Schaltungsaufwand sehr gering.

Ein besonders erwähnenswertes Feature

dieser Schaltung ist die elektronische Sicherung, die bei einer Überlastung den Ausgang abschaltet, z. B. wenn der Motor der Hobby-Kreissäge stehen bleibt, weil das Sägeblatt klemmt. Erst nach kurzer Unterbrechung der Betriebsspannung ist das Gerät wieder aktiv.

Diese Funktion läßt sich mittels eines Jumpers deaktivieren, da z. B. bei Betrieb mit Halogen-Lampen der Einschaltstrom

### Technische Daten: PWM 100

Spannungsversorgung:  
 ..... 12 V bis 15 V DC  
 Stromaufnahme (ohne Last): ... 40 mA  
 max. Ausgangsstrom: ..... 10 A  
 Stromsicherung: ca. 10 A (abschaltbar)  
 Abmessungen  
 (Gehäuse): ..... 120 x 60 x 30 mm

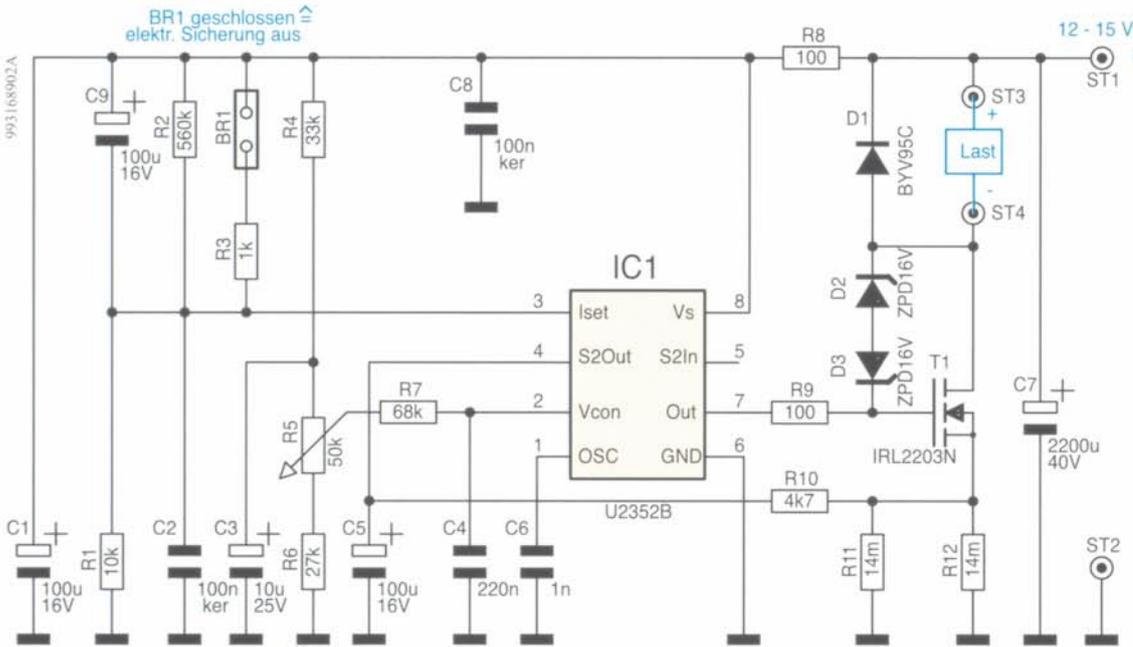


Bild 1: Schaltbild des PWM 100

im kalten Zustand der Lampe so hoch ist, daß die Sicherung sofort ansprechen würde.

### Schaltung

Das Schaltbild des Pulsweiten-Modulators ist in Abbildung 1 dargestellt. Hauptbestandteil der Schaltung ist die integrierte Schaltung IC 1 vom Typ U2352B. Dies ist ein speziell zur Ansteuerung von MOS-FETs entwickelter Schaltkreis, der alle wesentlichen Komponenten eines PWM wie Oszillator, Referenzspannungserzeugung und Komparator beinhaltet (siehe Blockschaltbild, Abbildung 2). Eine detaillierte Beschreibung des „Innenlebens“ würde den Rahmen dieses Artikels sprengen.

Weitergehende Informationen (Datenblatt) über den U2352B finden Sie im Internet unter: <http://www.temic-semi.de>

Zur Funktionsbeschreibung der kompletten Schaltung des PWM 100:

Über die Anschlußpunkte ST 1 (+) und ST 2 (-) wird die Betriebsspannung zugeführt, die im Bereich von 12 V bis 15 V liegen darf. Der Elko C 7 sorgt mit seiner relativ hohen Kapazität für eine ausreichende Pufferung der Betriebsspannung.

IC 1 besitzt zur Spannungsstabilisierung eine integrierte 6,8V-Z-Diode, wobei R 8 als Vorwiderstand arbeitet. C 1 und C 8 dienen zur Stabilisierung dieser Spannung.

Der an Pin 1 von IC 1 angeschlossene Kondensator C 6 bestimmt die Oszillationsfrequenz, die in unserem Fall bei ca. 1 kHz liegt.

Mittels einer Gleichspannung an den beiden Steuereingängen Pin 2 und Pin 3 werden die Pulsdauer des Ausgangssignals sowie der Abschaltstrom bestimmt. Mit

dem Poti R 5 ist die Spannung an Pin 2 und somit das Tastverhältnis des Ausgangssignals veränderbar. Die Widerstände R 4 und R 6 legen die untere bzw. obere Grenze des Einstellbereichs fest. Der Tiefpaß an Pin 2, bestehend aus R 7 und C 4, dient der Unterdrückung von Störsignalen. Das PWM-Ausgangssignal (Pin 7) gelangt über den Widerstand R 9 auf das Gate des Leistungs-MOS-FETs T 1, der den an ST 3 und ST 4 angeschlossenen Verbraucher schaltet. Die Dioden D 1 bis D 3 schützen das Gate des MOS-FETs vor Spannungsspitzen.

Der Wert für den Abschaltstrom wird mit dem Spannungsteiler R 2 und R 1 festgelegt. Der Elko C9 sorgt dafür, daß beim Anlegen der Betriebsspannung die elektronische Sicherung kurzzeitig außer Betrieb ist, um Fehlfunktionen zu vermeiden.

Wird die Brücke BR 1 geschlossen, wird über R 3 das Potential an Pin 3 auf ca. 6 V angehoben, und die elektronische Sicherung ist ebenfalls deaktiviert.

Die Funktion dieser Sicherung ist schnell erklärt: Über die beiden parallel geschalteten Shuntwiderstände R 11 und R 12 wird eine Spannung abgegriffen, die proportional zum fließenden Laststrom ist. Über den Tiefpaß R 10 und C 5 gelangt diese Spannung an Pin 4, der intern u. a. mit einem Komparator (K 2, siehe Blockschaltbild des ICs, Abbildung 2) verbunden ist. Ist diese Vergleichsspannung höher als die Spannung an Pin 3, dann wird die

Sicherung aktiv und der Ausgang abgeschaltet. Erst, wenn die Schaltung für einen kurzen Zeitraum (> 5 Sekunden) von der Betriebsspannung getrennt wird, setzt die Sicherung bei Wiederanlegen der Betriebsspannung zurück, und das Gerät ist wieder betriebsbereit, sofern die Ursache des Auslösens der Sicherung beseitigt wurde.

### Nachbau

Der Nachbau des Pulsweitenmodulators gestaltet sich aufgrund des geringen Bauelementaufwands recht einfach und er-

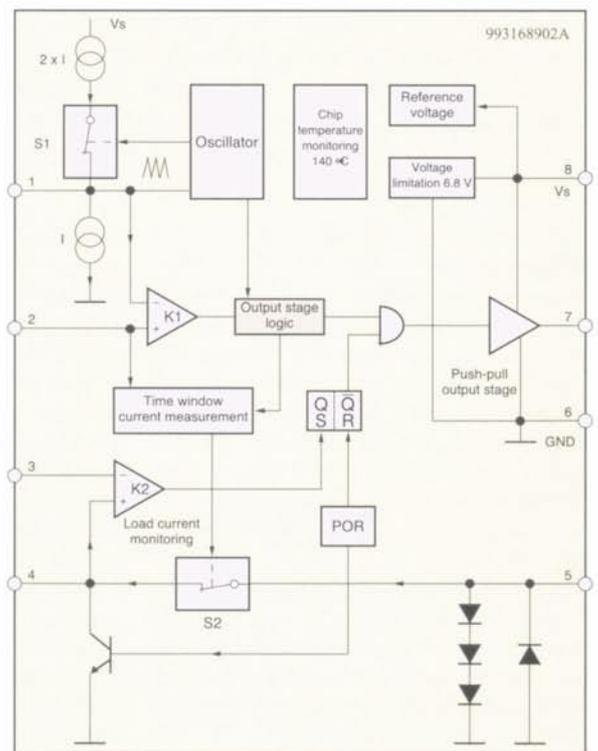
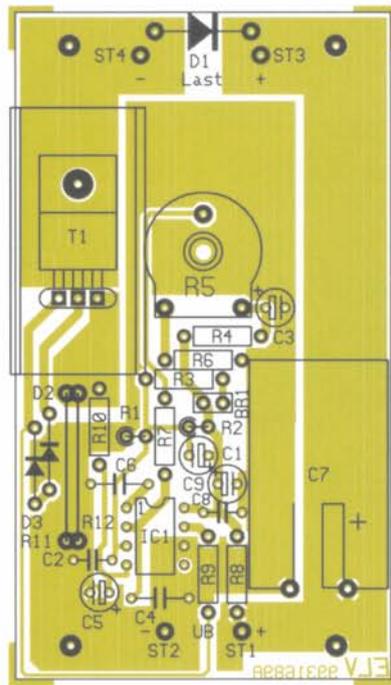
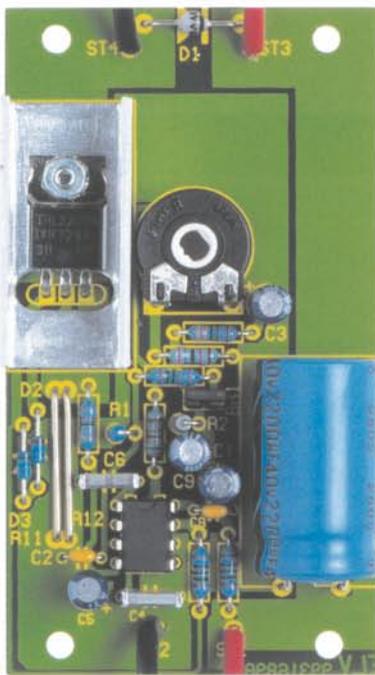


Bild 2: Blockschaltbild des U2352



Ansicht der fertig bestückten Platine des PWM 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

folgt auf einer einseitigen Platine mit den Abmessungen 90 x 50 mm.

Entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplans beginnt die Bestückung mit dem Einsetzen der niedrigen Bauteile (Widerstände, Dioden usw.), gefolgt von den höheren Bauteilen. Nach dem Verlöten der Anschlußdrähte auf der Platinenunterseite werden die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten.

Bei den Elkos und den Dioden ist bei der Bestückung unbedingt auf die richtige Polung zu achten. Der Widerstandsdraht (Konstantendraht) der Shunts R 11 und R 12 ist entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und so einzulöten, daß er max. ca. 1 mm über der Platine steht (Abstand wegen der, wenn auch geringen, Wärmeentwicklung).

Die Länge des Widerstandsdrahtes bestimmt wesentlich das Abschaltverhalten der Sicherung, deshalb sollte der Widerstandsdraht mit reichlich Zinn und nicht höher als hier angegeben eingelötet werden.

Der MOS-FET T 1 ist liegend zu montieren und zusätzlich auf einen Kühlkörper zu schrauben (siehe Platinenfoto). Zur Befestigung dienen eine Schraube M 3 x 8 mm, Fächerscheibe und Mutter. Für die Brücke BR 1 wird eine 2pol. Stiftleiste eingelötet, die zur Aufnahme des Jumpers dient.

Zum späteren Anschluß der Telefonbuchsen versieht man nun die Platinenanschlußpunkte ST 1 bis ST 4 jeweils mit einem ca. 2 cm langen Stück Litze 0,75 mm<sup>2</sup> (rot an +). Nach sorgfältiger Kontrolle der Platine auf Bestückungsfehler und eventuelle Lötzinnbrücken, kann der Einbau ins Gehäuse erfolgen.

Die fertig aufgebaute Platine wird im Gehäuseunterteil mit vier Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm befestigt und anschließend die Steckachse (25 mm) auf das Poti R 5 gesteckt.

In die beiden Gehäuseseiteile sind jeweils eine schwarze und eine rote Telefonbuchse einzuschrauben, wobei die roten Buchsen jeweils den „+“-Anschluß kennzeichnen. Anschließend werden die Telefonbuchsen unter Zuhilfenahme von reichlich Lötzinn mit den Litzen verlötet, die zu den Platinenanschlußpunkten ST 1 bis ST 4 führen.

Jetzt erfolgt das Verschrauben beider Gehäusehälften miteinander und das Befestigen des Drehknopfs.

#### Hinweise zur Inbetriebnahme:

Aufgrund der Impulsweitensteuerung treten im Betrieb verhältnismäßig hohe Spitzenströme auf. Diese liegen in der Größenordnung des Maximalstromes, obwohl der arithmetische Mittelwert viel geringer ist. Dies kann dazu führen, daß beim Einsatz stabilisierter Netzgeräte mit elektronischer Sicherung bzw. Stromregelung als Stromversorgung der Schaltung ein vorzeitiges Ansprechen dieser Sicherungen erfolgt.

Abhilfe schafft im allgemeinen ein möglichst großer Elko (100000 µF/ 25 V), der parallel zur Spannungsversorgung zu schalten ist. Die Zuleitung zum PWM 100 bzw. die Verbindung zum Verbraucher sollte einen ausreichenden Leiterquerschnitt aufweisen (min. 1,5 mm<sup>2</sup>).

Werden als Verbraucher Niedervolt-Halogen-Lampen angeschlossen, empfiehlt es sich, die elektronische Sicherung durch Stecken des Jumpers BR 1 außer Betrieb

### Stückliste: Pulsweiten-Modulator für DC-Verbraucher PWM 100

#### Widerstände:

22 mm Manganindraht	
0,659 Ω/m, 14 mΩ	R 11, R 12
100Ω	R 8, R 9
1kΩ	R 3
4,7kΩ	R 10
10kΩ	R 1
27kΩ	R 6
33kΩ	R 4
68kΩ	R 7
560kΩ	R 2
PT 15, liegend, 50kΩ	R 5

#### Kondensatoren:

1nF	C 6
100nF/ker	C 2, C 8
220nF	C 4
10µF/25 V	C 3
100µF/16 V	C 1, C 5, C 9
2200µF/40 V	C 7

#### Halbleiter:

U2352B	IC 1
IRL2203 N	T 1
BYV 95 C	D 1
ZPD 16 V	D 2, D 3

#### Sonstiges:

Stiftleiste, 1 x 2polig	BR 1
Telefonbuchsen, 4 mm, rot	
Telefonbuchsen, 4 mm, schwarz	
1 Jumper	
1 Kühlkörper, SK13	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8 mm	
4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5 mm	
1 Mutter, M3	
1 Fächerscheibe, M3	
1 Kunststoff-Steckachse, ø 6 x 25mm	
1 Drehknopf 29 mm für 6mm-Achsen, grau	
1 Knopfkappe, 29 mm, grau	
1 Pfeilscheibe, 29 mm, grau	
1 Gewindestift mit Spitze, M3 x 4mm	
1 Kunststoff-Element-Gehäuse G436, bearbeitet und bedruckt	
5 cm Widerstandsdraht	
10 cm flexible Leitung, 0,75 mm <sup>2</sup> , rot	
10 cm flexible Leitung, 0,75 mm <sup>2</sup> , schwarz	

zu setzen. Der Einschaltstrom einer Halogen-Lampe im kalten Zustand kann so hoch, daß die elektronische Sicherung sofort anspricht. Eine zusätzlich in Reihe zum Verbraucher geschaltete Sicherung (z. B. 10 A träge) sorgt dann für die notwendige Sicherheit. Diese „übersteht“ den kurzen Stromstoß unbeschadet und sichert dennoch wirkungsvoll bei längerer Überlastung die PWM-Schaltung. **ELV**