



Best.-Nr.: 084303
Version 1.2
Stand: Mai 2019

Pulsweiten-Modulator PWM 200

Technischer Kundendienst

Für Fragen und Auskünfte stehen Ihnen unsere qualifizierten technischen Mitarbeiter gerne zur Verfügung.

ELV · Technischer Kundendienst · Postfach 1000 · 26787 Leer · Germany

E-Mail: technik@elv.de

Telefon: Deutschland 0491/6008-245 · Österreich 0662/627-310 · Schweiz 061/8310-100

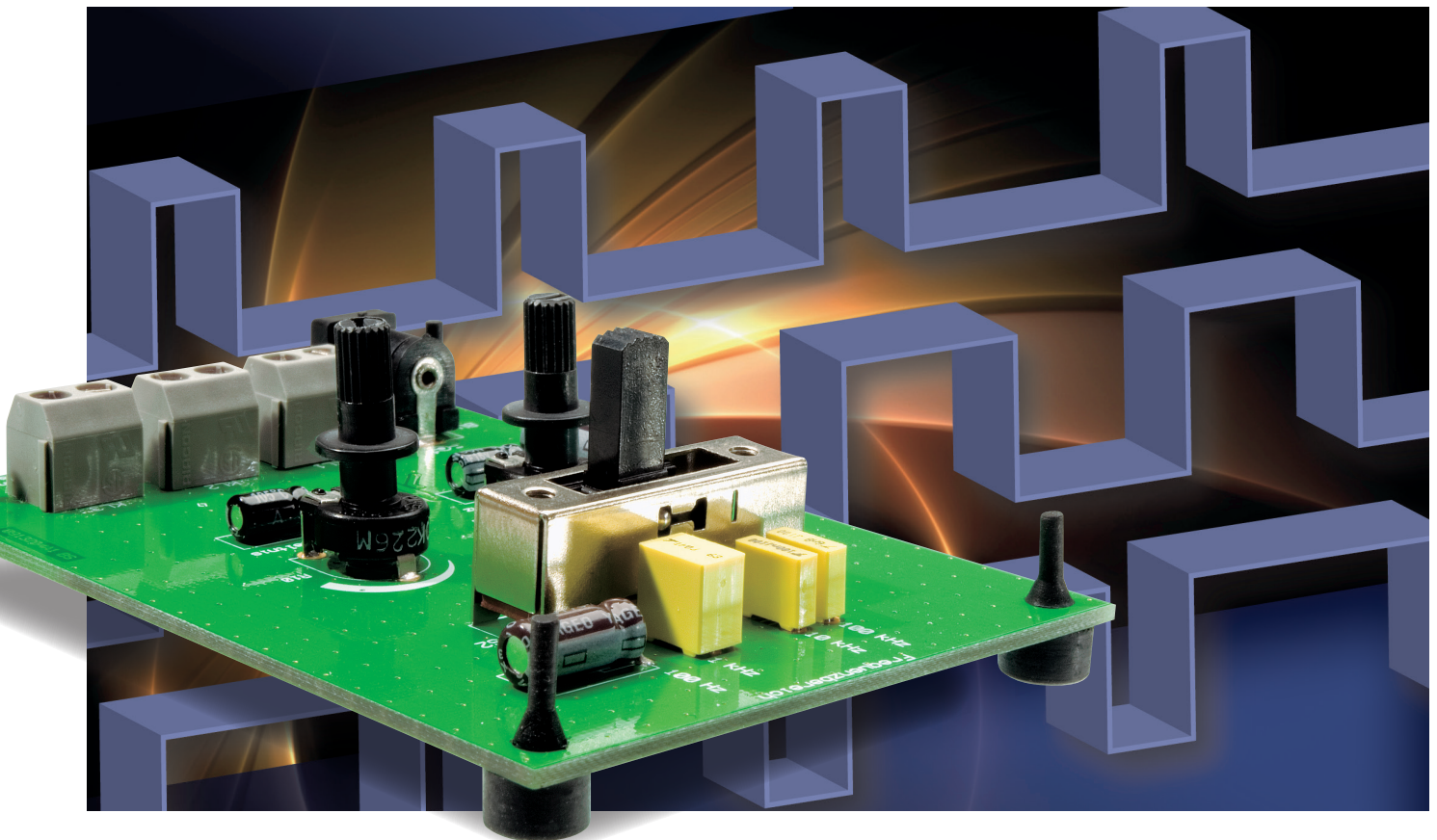
Häufig gestellte Fragen und aktuelle Hinweise zum Betrieb des Produktes finden Sie bei der Artikelbeschreibung im ELV Shop: www.elv.de ...at ...ch

Nutzen Sie bei Fragen auch unser ELV Techniknetzwerk: www.netzwerk.elv.de

Reparaturservice

Für Geräte, die aus ELV Bausätzen hergestellt wurden, bieten wir unseren Kunden einen Reparaturservice an. Selbstverständlich wird Ihr Gerät so kostengünstig wie möglich instand gesetzt. Im Sinne einer schnellen Abwicklung führen wir die Reparatur sofort durch, wenn die Reparaturkosten den halben Komplettbausatzpreis nicht überschreiten. Sollte der Defekt größer sein, erhalten Sie zunächst einen unverbindlichen Kostenvoranschlag.

Bitte senden Sie Ihr Gerät an: **ELV · Reparaturservice · 26787 Leer · Germany**



Alles geregelt – Pulsweiten-Modulator PWM 200

Der Pulsweiten-Modulator ist ein sehr universelles Werkzeug für die Lösung einer Vielzahl von Steuer- und Regelaufgaben. So können verlustarme Licht- und Motorsteuerungen ebenso einfach und kompakt realisiert werden wie auch digitale Funktionsgeneratoren.

Unser Pulsweiten-Modulator PWM 200 erzeugt ein PWM-Signal mit einer Frequenz von 10 Hz bis 100 kHz mit einem Tastverhältnis von 0 bis 100 %, das an einem Signalausgang und einem bis zu 3 A belastbaren Leistungsausgang zur Verfügung steht.

Gepulst statt in Wärme umgesetzt

Die Pulsweiten-Modulation, kurz PWM, wird in der Schaltungstechnik für eine Vielzahl von unterschiedlichen Steuer-

rungs- und Regelungsaufgaben eingesetzt. Beispiele hierfür sind u. a. die Regelung von Gleichstrommotoren, die LED- oder Glühlampen-Steuerung und die digitale Signalerzeugung.

Und der Modellbauer könnte kaum seine Motorsteuerung für Motoren, die unter Last 30, 40 oder 60 A „ziehen“, im Format einer halben Streichholzschachtel (Abbildung 1) unterbringen, wenn hier nicht ein leistungsfähiger Pulsweiten-Modulator sein Werk tun würde. Auch nahezu jeder Mikrocontroller hat einen programmierbaren PWM-Ausgang, um unmittelbar Leistungsstellglieder ansteuern oder PWM-Signale für andere Aufgaben bilden zu können. Mit 8 Bit sind hier bereits 255 verschiedene Impulsbreiten erzeugbar.

Verfügt der Prozessor nicht über einen internen D/A-Wandler, genügt hier ein einfaches RC-Glied, um eine Gleichspannung in definierter Höhe ausgeben zu können. Auch im

Technische Daten: PWM 200

Spannungsversorgung:	extern über Buchsenstecker oder Anschlussklemme
Betriebsspannung:	7–20 Vdc
Stromaufnahme:	ca. 30 mA
Frequenzbereich:	10 Hz – 100 kHz
Tastverhältnis:	0–100 %
Ausgang:	Signalausgang 5 Vdc/20 mA und Open-Drain-Ausgang 20 V/3 A
Abmessungen Platine (B x H x T):	65 x 91 x 2 mm

Audio-Bereich findet man den Pulsweiten-Modulator – ein digitaler Class-D-Verstärker ist prinzipiell nichts anderes!

Wie funktioniert's?

Ein Pulsweiten-Modulator erzeugt ein Rechtecksignal mit konstanter Frequenz, aber variablem Tastverhältnis. Das heißt, die Pulsweite wird innerhalb einer Signalperiode variiert. Abbildung 2 veranschaulicht dies. Nehmen wir einmal an, es ist ein Motor anzusteuern. Im ersten Abschnitt bekommt er, gemessen an der Pulsperiode, nur für kurze Zeit die volle Spannung, kann also während dieser Periode keine hohe Drehzahl erreichen. Durch die Trägheit der bewegten Teile bewegt er sich, eine geeignete Taktfrequenz vorausgesetzt, weiter, bis der nächste Impuls eintrifft. Ist dieser nun, wieder gemessen an der konstanten Pulsperiode (sprich Frequenz), länger, erhält der Motor länger die volle Spannung und wird sich schneller drehen. Welche Frequenz hierfür zu wählen ist, hängt vom Einsatzzweck ab. So kann z. B. eine zu niedrige Frequenz zu unrundem Motorlauf oder flackernder Beleuchtung führen, dies nennt man Schwingen. Die über die Impulsgrafik gelegte Kurve stellt den resultierenden (stilisierten und gemittelten) Spannungsverlauf am Motor dar. Die Spannung wird aus der Einschaltspannung (U_{ein}), der Ausschaltspannung (U_{aus}) sowie Ein- und Ausschaltzeit ($t_{\text{ein}}/t_{\text{aus}}$) nach folgender Beziehung gebildet:

$$U_m = U_{\text{aus}} + (U_{\text{ein}} - U_{\text{aus}}) \cdot \frac{t_{\text{ein}}}{t_{\text{ein}} + t_{\text{aus}}}$$

Welchen Vorteil hat diese Steuerung gegenüber einer konventionellen linearen Steuerung? Ganz einfach, die Verlustleistung des Reglers sinkt drastisch, er hat einen weit höheren Wirkungsgrad als ein linearer Regler!

Bei einer linearen Steuerung wird der Anteil der Gesamtleistung, die nicht an unseren Motor weitergegeben wird, nahezu komplett in Wärme umgesetzt, weshalb wir hier riesige Kühlkörper, Lüfter usw. zur Wärmeabführung einsetzen müssen.

Bei der PWM-Steuerung, die als Leistungsschalter meist MOSFETs einsetzt, produziert eigentlich nur noch der On-Widerstand des MOSFETs einen Verlust – der ist aber angesichts der extrem geringen On-Widerstände ebenfalls recht gering. Hier genügen dann sehr kleine Kühlkörper.

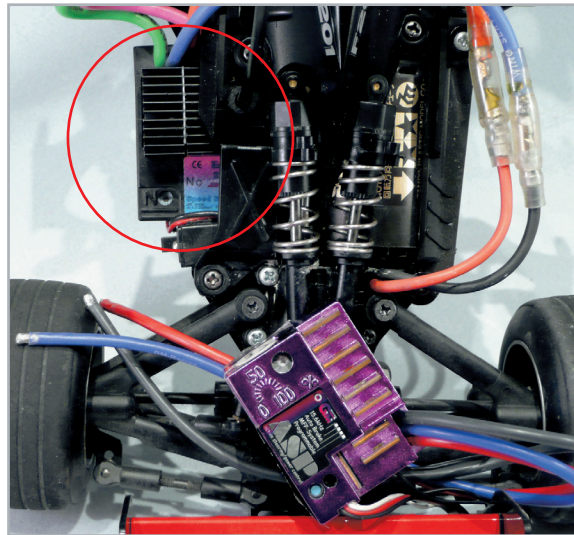


Bild 1: Typische PWM-Anwendung: der Fahrtregler für ein Modellfahrzeug. Oben links sieht man den eingebauten Fahrtregler (halb herausgezogen), der bis zu 80 A bewältigen kann. Ein ähnlicher Regler ist noch einmal unten zu sehen, anhand der Größenverhältnisse zu den Anschlusskabeln kann man die geringe Größe des auf PWM-Basis arbeitenden Reglers erkennen.

Ein Beispiel dazu: Der für kleine Fahrtregler im Modellbau, z. B. in den beliebten Koax-Mini-Hubschraubern (Abbildung 3), oft eingesetzte IRF 7413 hat bei 10 V nur einen On-Widerstand von 11 mΩ, weshalb er dann im Impulsbetrieb auch für Ströme bis 12 A trotz SMD-SO-8-Gehäuse und nur minimaler Kühlung durch eine kleine Kupferfläche der Platine einsetzbar ist. Bei diesem Typ ist sogar die obligatorische Freilaufdiode für induktive Lasten bereits integriert.

Auf diesen Grundlagen basiert der hier vorgestellte PWM 200. Er ist in einem weiten Frequenzbereich einstellbar, kann also an die Bedürfnisse verschiedenster Lasten angepasst werden, und die Pulsweite ist stufenlos zwischen 0 und 100 % einstellbar. Der Pulsweiten-Modulator gibt das erzeugte PWM-Signal sowohl direkt als auch über ein leistungsfähiges MOSFET-Stellglied aus, das sowohl ohmsche als auch induktive Lasten bis 3 A steuern kann.

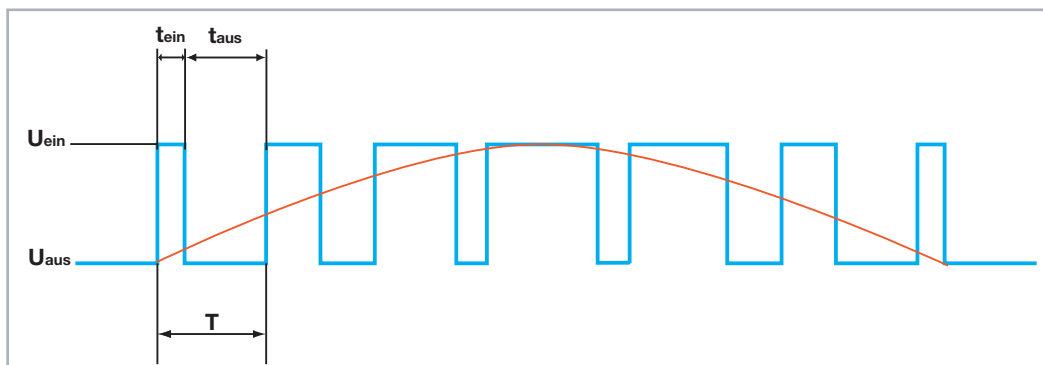


Bild 2: So funktioniert PWM. Je breiter der Impuls wird, desto höher ist die gemittelte Ausgangsspannung. Dabei bleibt hier die Periodendauer immer gleich.

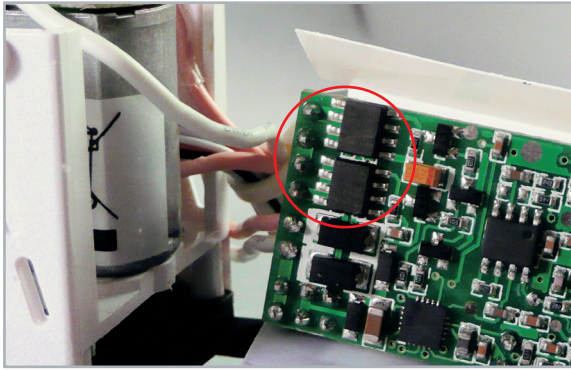


Bild 3: So weit kann die Miniaturisierung dank PWM gehen. Im Kreis die beiden 12-A-MOSFETs im SO-8-Gehäuse für die beiden Motoren eines Koax-Helis. Unten der Prozessor, der hier die Ansteuerung vornimmt.

Durch den übersichtlichen Aufbau und die vielseitige Verwendbarkeit ist die Schaltung sowohl für den ambitionierten Hobbyelektroniker als auch für den Einsteiger und die Ausbildung geeignet.

Schaltung

Die Schaltung des PWM 200 ist in Abbildung 4 zu sehen. Die Spannungsversorgung erfolgt entweder über die Hohlsteckerbuchse BU1 oder die Schraubklemme KL1. Über die Sicherung, die Verpolschutzdiode und den Ferrit L1 gelangt

die Versorgungsspannung zum Spannungsregler HT-7550-1, der für eine stabilisierte 5-V-Spannung sorgt. Die Kondensatoren C2 und C3 dienen der Störunterdrückung, C1 und C4 der Glättung. Dem Ferrit L1 wird in dieser Schaltung die Aufgabe zuteil, hochfrequente Störsignale zu unterdrücken.

Das Herzstück der Schaltung bilden IC2 (LM393) und IC3 (LT1719). Mit den Potentiometern R2 und R10 werden die Frequenzfeineinstellung und die Einstellung des Tastverhältnisses vorgenommen und mit dem Schiebeschalter S2 der Frequenzbereich gewählt.

Mit Hilfe von IC2 und der entsprechenden Peripherieschaltung ist ein Sägezahnoszillator realisiert. Das Potentiometer R2, die Widerstände R1 und R3, der Transistor T1 und die Spannungsreferenz-Diode D2 bilden eine einstellbare Konstantstromquelle, die die je nach gewünschtem Frequenzbereich mit S2 wählbaren Kondensatoren C5 bis C8 auflädt. Der Komparator A vergleicht diese Spannung mit der durch den Spannungsteiler vorgegebenen Spannung von 2,5 V. Wenn die Spannung über diese Schwelle steigt, schaltet der Ausgang auf Low-Potential. Da dieser Ausgang eine Open-Collector-Charakteristik aufweist, kann er nur nach Masse schalten. Sobald dies geschehen ist, liegen R6 und R5 parallel. Dadurch ändert sich die Schaltschwelle auf ca. 0,2 V.

Das Ausgangssignal des Komparators A wird auf den nachgeschalteten Komparator B übertragen. Bei diesem liegt die Schaltschwelle, bestimmt durch R7 und R8, bei 2,25 V. Der Ausgang des Komparators B geht praktisch zeitgleich mit dem des Komparators A auf Low-Potential. Der jeweils ge-

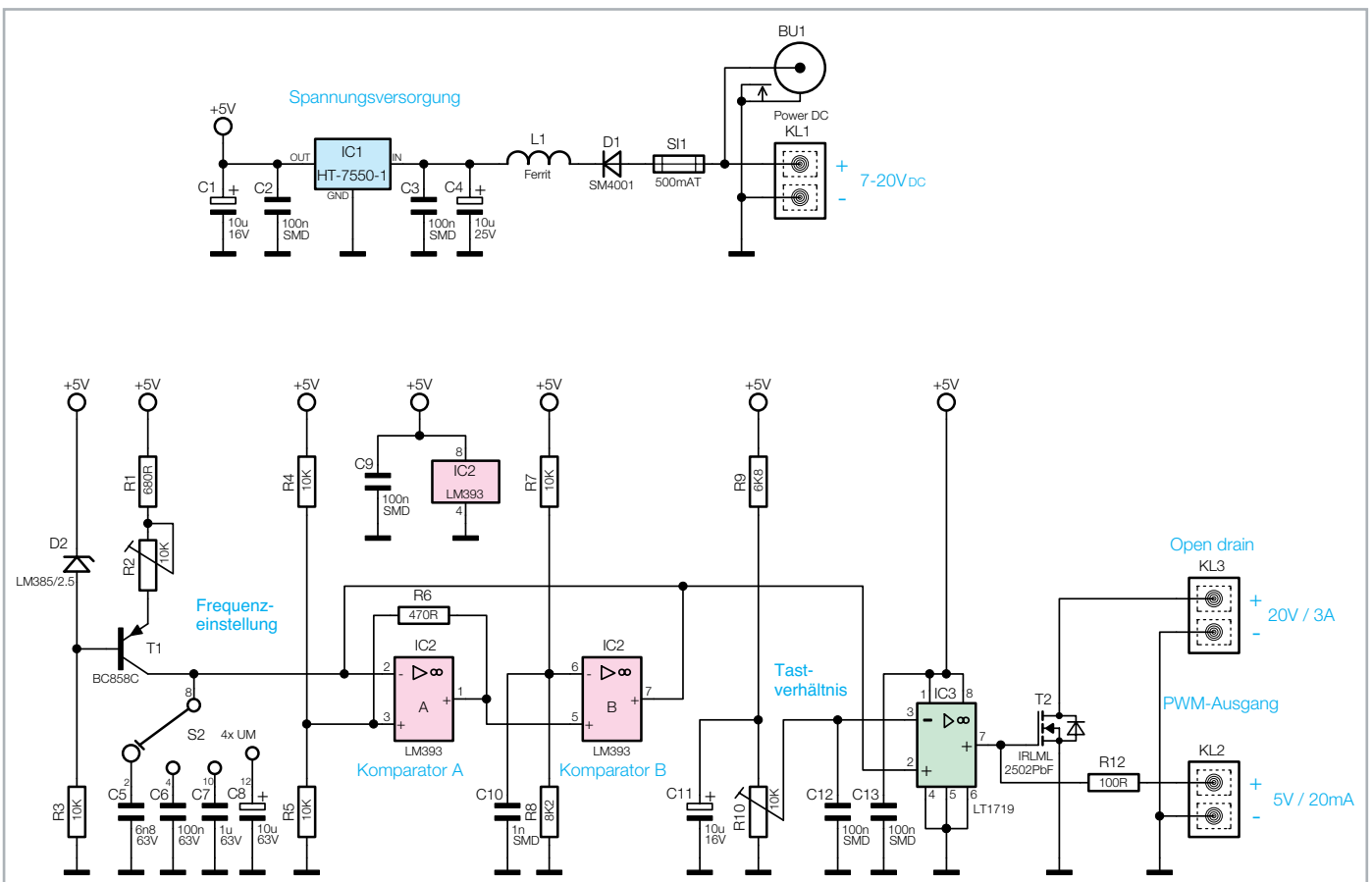


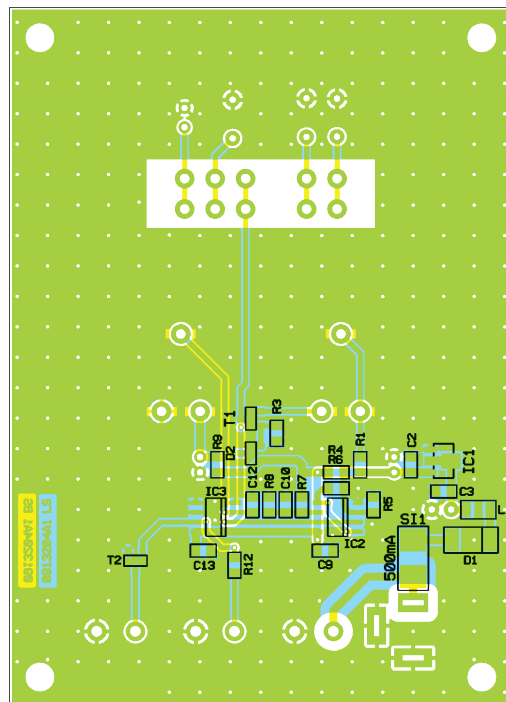
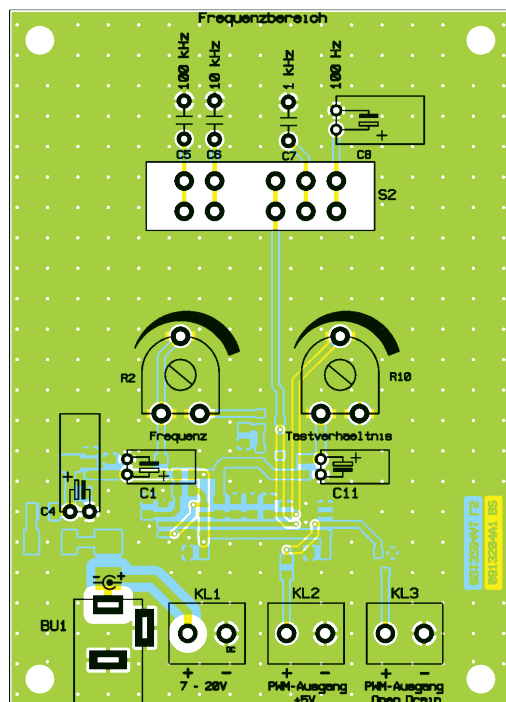
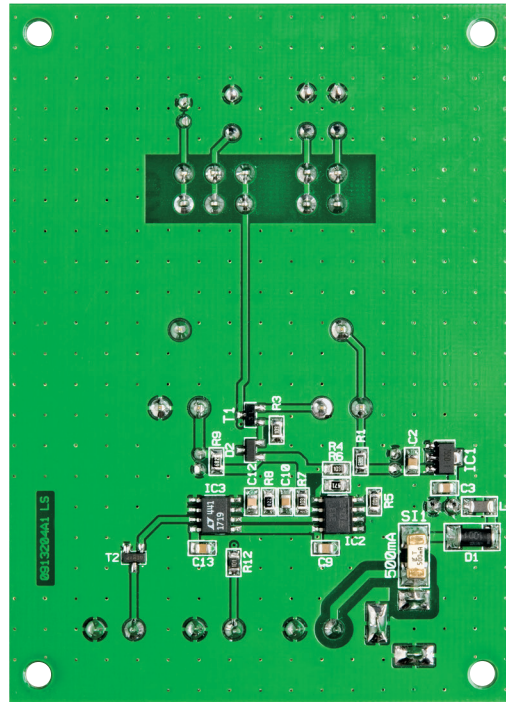
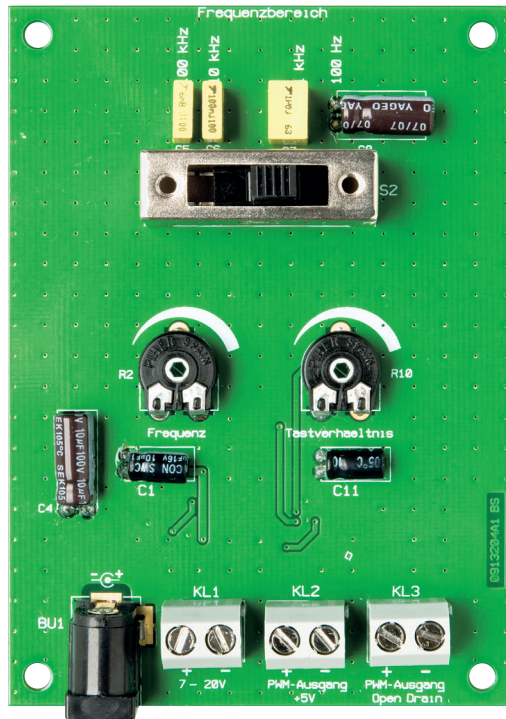
Bild 4: Die Schaltung des Pulsweiten-Modulators

wählte Kondensator C5, C6, C7 oder C8 wird durch den internen Transistor am Ausgang des Komparators B schlagartig entladen.

Die beiden Komparatoren wechseln nun in den Anfangszustand zurück. Somit beginnt der Ladevorgang des gewählten Kondensators wieder von Neuem.

An IC3 (Pin 2) steht nun eine Sägezahnspannung an, die es zu verarbeiten gilt. Durch den Spannungsteiler, realisiert durch

das Potentiometer R10 und R9, wird die Spannung am Minus-eingang des Komparators eingestellt. Somit verändert sich das Tastverhältnis und das generierte PWM-Signal wird nun entweder über den Widerstand R12 direkt an die Klemme KL2 oder über den Transistor T2 vom Typ IRLML2502PbF als Open-Drain-Ausgang an Klemme KL3 ausgegeben. Die Kondensatoren C9, C10, C12 und C13 dienen der Störunterdrückung, der Elko C11 der Glättung.



Platine des Pulsweiten-Modulators PWM 200 mit Bestückungsplan, links von der Oberseite, rechts von der SMD-Seite

Stückliste: Pulsweiten-Modulator PWM 200

Widerstände:

100 Ω /SMD/0805	R12
470 Ω /SMD/0805	R6
680 Ω /SMD/0805	R1
6,8 k Ω /SMD/0805	R9
8,2 k Ω /SMD/0805	R8
10 k Ω /SMD/0805	R3–R5, R7
PT10 für Sechskantachse, liegend, 10 k Ω	R2, R10

Kondensatoren:

1 nF/SMD/0805	C10
6,8 nF/63 V/MKT	C5
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C9, C12, C13
100 nF/63 V/MKT	C6
1 μ F/63 V/MKT	C7
10 μ F/16 V	C1, C11
10 μ F/25 V	C4
10 μ F/63 V	C8

Halbleiter:

HT7550/SMD	IC1
LM393/SMD	IC2
LT1719-CS8/SMD	IC3
BC858C	T1
IRLML2502PbF/SMD	T2
SM4001/SMD	D1
LM385-2,5V/SMD	D2

Sonstiges:

Chip-Ferrit, 1206, 1,2 k Ω bei 100 MHz	L1
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Schraubklemmleiste, 2-polig, print	KL1–KL3
Schiebeschalter, 4 Stellungen, print	S2
Sicherung, 500 mA, träge, SMD	SI1
2 Kunststoff-Steckachsen, 6 x 16,8 mm, Schwarz	
4 Gehäuse-GummifüÙe, zylindrisch (8 x 5 mm), Schwarz	

Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach, da bereits alle SMD-Bauteile bestückt sind. Diese sind lediglich auf Bestückungs- und Lötfehler hin zu kontrollieren.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt nur auf der Oberseite. Begonnen wird mit den Kondensatoren C1, C4, C5 bis C8 und C11, wobei bei den Elkos unbedingt auf die Polung (Minuspol ist am Elko gekennzeichnet) und die liegende Bestückung zu achten ist. Dazu sind vor der Bestückung die Anschlüsse vorsichtig in die richtige Richtung um 90 Grad abzubiegen.

Danach erfolgt die Montage des Schiebeschalters S2, der Potentiometer R2 und R10, des Buchsensteckers BU1 und der Schraubklemmen KL1 bis KL3, die ebenfalls gemäß des Bestückungsdrucks zu verlöten sind.

Als Letztes erfolgt das Einsetzen der mitgelieferten Drehachsen (siehe Abbildung 5) und der vier GummifüÙe (siehe



Bild 5: Die Steckachsen für die Potentiometer machen die Bedienung einfach.

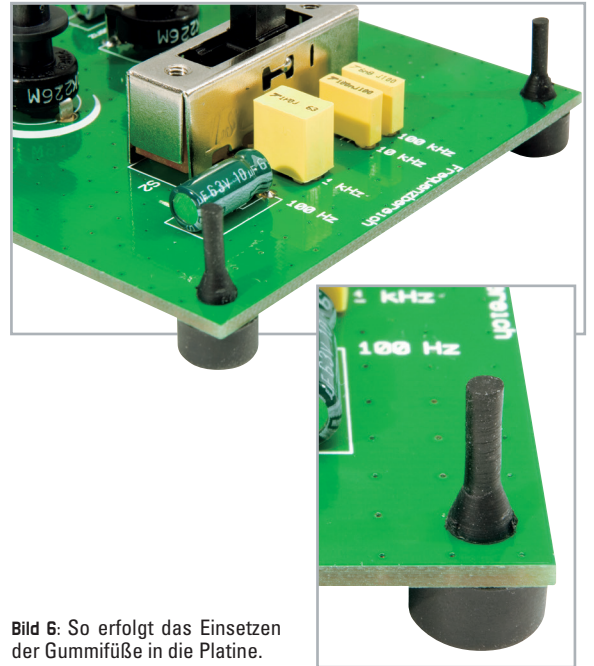


Bild 6: So erfolgt das Einsetzen der GummifüÙe in die Platine.

Abbildung 6). Damit ist der Nachbau abgeschlossen und es kann die Inbetriebnahme erfolgen.

Inbetriebnahme und Bedienung

Die Bedienung des PWM 200 erfolgt über den Schiebeschalter S2 (Auswahl des Frequenzbereiches) und die Potentiometer R2 (Frequenz-Feineinstellung) und R10 (Tastverhältnis). Dabei ist bei der Beschriftung für den Frequenzbereich auf der Platine jeweils die höchste einstellbare Frequenz des jeweiligen Bereiches angegeben. Die untere Frequenz des jeweiligen Bereiches entspricht etwa der höchsten Frequenz des angrenzenden Bereiches.

Für die genaue Einstellung der Frequenz und des Tastverhältnisses ist ein Oszilloskop bzw. ein Multimeter mit Frequenz- und Tastverhältnismessung erforderlich.

Für den PWM-Ausgang gelten folgende Ausgangsdaten: 5 V_{DC} max. 20 mA. Für die Belastung des Open-Drain-Ausgangs gilt: max. 20 V_{DC}/3 A. Dabei ist für die Nutzung ein gleicher Massebezug von Last und PWM 200 Voraussetzung. Bei der Nutzung des Open-Drain-Ausgangs ist bei ohmschen und induktiven Lasten deren jeweiliger Anlaufstrom zu beachten, der nicht über 3 A liegen darf.

Damit ist der PWM 200 gleichermaßen für die Ansteuerung kleiner Gleichstrommotoren wie auch von größeren LED-Anordnungen geeignet.

Entsorgungshinweis**Gerät nicht im Hausmüll entsorgen!**

Elektronische Geräte sind entsprechend der Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte über die örtlichen Sammelstellen für Elektronik-Altgeräte zu entsorgen!

