

Einstellbarer 1-kW-AC-Motortreiber

Steuerung in drei Modi: Schwingungspakete, Phasenabschnitt oder Phasenanschnitt

Entwicklung: **Elektor Labs Indien**

Dieser kostengünstige und einfach zu realisierende Motortreiber wurde entwickelt, um Wechselstrommotoren in Haushaltsgeräten und Elektrowerkzeugen zu steuern. Die Software im Mikrocontroller deckt verschiedenartige (induktive und kapazitive) AC-Lasten ab. Die am Mikrocontroller angeschlossene Hardware wird mit Lasten bis zu 1 kW fertig. Dank der Anpassungsfähigkeit der Hardware kann die Schaltung auf viele persönliche Anforderungen zugeschnitten werden.

Viele Elektrogeräte im Haushalt benötigen für den Betrieb ihrer Motoren die Netzwechselspannung von 230 V_{AC} mit einer Frequenz von 50 Hz aus der Steckdose. Normalerweise erreicht der Wechselstrom ein Gerät über einen elektronischen Leistungsschalter. Für einen „sanften“ Betrieb der Last und die Möglichkeit, die Motordrehzahl zu steuern, muss die an die Last angelegte Wechselstromleistung variiert werden. Dazu werden verschiedenartige elektronische Leistungsschalter eingesetzt.

Zwar könnte man in leistungsschwachen Geräten wie Ventilatoren, Pumpen oder

Kompressoren auch bürstenlose Gleichstrommotoren einsetzen, erste Wahl sind aber nach wie vor preisgünstigere, gut verfügbare und weniger komplexe Einphasen-Wechselstrommotoren.

Designüberlegungen

Die Schaltung wurde nicht nur für gewöhnliche Wechselstrommotoren, sondern auch für viele andere Wechselstromlasten ausgelegt, bei denen eine Leistungsregelung erforderlich oder vorteilhaft ist. Um diese Variabilität zu bieten, müssen in einer einfachen Benutzeroberfläche unterschiedliche Methoden der

Leistungssteuerung für die verschiedenartigen Wechselstromlasten ausgewählt werden können. Der Leistungstreiber soll die Steuerung einer Reihe von Hochleistungs-LEDs genauso problemlos beherrschen wie der Halogenlampe im Bastelkeller oder Omas Mini-Elektroheizkissen. Der Treiber soll für den Betrieb an Lasten von maximal 1 kW ausgelegt sein (er wurde an Lasten bis zu 350 W getestet). Weiterhin soll durch ein klares „Nutzerinterface“ in Form eines OLED-Displays und eines Drehgebers (mit Drucktaste) die Auswahl der Parameter bequem gestaltet werden. Und dieses Nutzerinterface sollte auch noch um zusätzliche Funktionen erweiterbar sein.

Eigenschaften

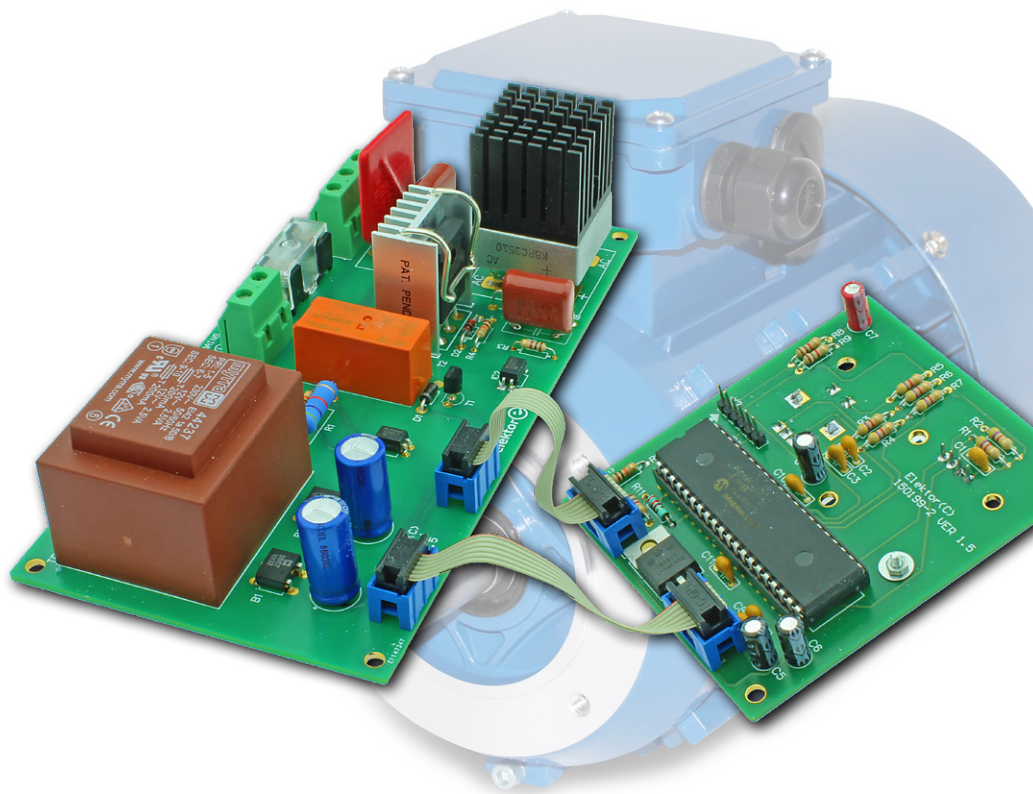
- Wechselstromausgang (eine Phase): 230 VAC, max. 1 kW
- Betriebsarten
 - Schwingungspaketsteuerung
 - Phasenabschnitt
 - Phasenanschnitt
- 0,96-Zoll-OLED-Display
- 3-polige Anschlussklemme für Motor/Last
- Relaisgesteuerter Vorwärts/Rückwärts-Betrieb des Motors
- Treibersteuerung durch PIC18F45K22
- Intern isolierte MCU-Steuerelektronik
- Vorwärts/Rückwärtslauf über Drehgeber-Taster
- Steuerung der Ausgangsleistung/Motordrehzahl durch Drehgeber
- EEPROM-Speicherung der Motor/Last-Treiberparameter
- Softstart im Nulldurchgang bei Änderung des Modus oder der Motorrichtung

Leistungssteuerungsverfahren

Lassen Sie uns einige etablierte Methoden zur Leistungssteuerung einer Wechselstromlast wie einen Motor betrachten.

1. Phasenschnitt-Verfahren

Die Last wird zur Leistungssteuerung nur während eines Bruchteils der Dauer einer Halbwelle mit der Netzwechselspannung verbunden. Das die Last steuernde Bauteil wird dazu abhängig vom Nulldurchgang der Netzspannung in jeder Halbwelle abgeschaltet, so dass die Last für diesen Zeitraum von ihrer Energieversorgung abgeschnitten ist. Je länger die



Abschaltzeit, desto geringer die Leistung. Phasenschnittschaltungen sind einfach zu realisieren, haben aber große Nachteile: starke Strom- oder Spannungsspitzen und, da je nach Eigenschaft der Last der Strom nicht wie die Spannung sinusförmig verläuft, eine hohe Blindleistung. Es gibt hauptsächlich zwei Möglichkeiten, die Phase zu beschneiden:

1a. Phasenanschnitt

Der Phasenanschnitt (engl. Leading Edge LE oder Forward-Phase-Control FPC) ist die preiswerteste Methode, eine Last zu „dimmen“. Die Last wird dabei eine einstellbare Zeit (Anschnittwinkel) nach dem Nulldurchgang der Netzspannung eingeschaltet. Das steuernde Glied in einer solchen Schaltung ist in der Regel ein Triac, der nach der Zündung im Anschnittwinkel selbsttätig leitet (ohne weitere Zündimpulse), bis ein Mindeststrom (Haltestrom) unterschritten wird, was kurz vor dem nächsten Nulldurchgang geschieht. Bei diesem Verfahren sind durch das schnelle Einschalten des Triacs die Stromimpulse sehr hoch, was schlecht für viele angeschlossene elektronische Bauteile ist. Dem Triac wird (hoffentlich) meist eine Induktivität zur Seite gestellt, die den Anstieg des Stroms etwas abbremst. Solche Dimmer eignen sich für ohmsche und induktive Lasten wie Motoren,

Glühlampen, Neonröhren, Kaltkathoden- und Niedervoltlampen (induktiv/magnetisch). Dagegen ist der Phasenschnitt nicht für stark kapazitive Lasten wie Schaltnetzteile und elektronische Vorschaltgeräte geeignet.

1b. Phasenabschnitt

Bei der Phasenabschnitt-Methode (engl. Trailing-Edge TE oder Reverse-Phase-Control RPC) wird das steuernde Element direkt im Nulldurchgang aktiviert und nach einer einstellbaren Zeit wieder abgeschaltet. Eine solche Schaltung erfordert MOSFETs oder IGBTs und ist deshalb anspruchsvoller zu realisieren (und daher teurer) als der Phasenanschnitt mit Triac und Spule. Dafür wird der Anwender mit einer weichen und geräuschlosen Leistungsregelung entschädigt. Ein Phasenabschnittdimmer erfordert eine geringere Mindestlast (oft nur 5 W) als sein anschneidendes Gegenstück und ist daher die bessere Wahl für das Dimmen von Lichtanlagen mit geringer Leistung. Auch Schaltnetzteile, die in der Regel ein stark kapazitives Verhalten aufweisen, benötigen zur Leistungssteuerung einen Phasenabschnitt. Phasenabschnittdimmer besitzen quasi einen integrierten „Soft-Start“, der die angeschlossene Elektronik schont und auch verhindert, dass Glühlampen beim

INFOS ZUM PROJEKT

	Wechselstrommotor Leistungsregelung Dimmer PIC
	Einsteiger ➔ Fortgeschrittene Experte
	etwa 3 Stunden
	Standard-Laborwerkzeuge, CCS-Compiler und PicKit-Programmieradapter von Microchip (optional)
	etwa 75 €

ersten Einschalten einen Thermoschock erleiden. Phasenabschnittdimmer sind die beste Wahl auch für die kapazitive Last eines LED-Treibers, um einen flimmerfreien Betrieb zu gewährleisten. Dieses Verfahren ist für ohmsche und kapazitive Lasten geeignet, aber nicht für induktive, da es starke Gegen-EMK-Spannungsimpulse von der Last zur Folge hat, die den MOSFET und alle Schutzvorrichtungen in der Treiberschaltung gefährden. Da aber die Stoßströme nicht besonders hoch sind, kann unsere Steuerung in diesem Modus kapazitive Lasten bis zu 1 kW steuern.

2. Schwingungspaketsteuerung

Dieses Verfahren ist am aufwendigsten und wird für die direkte Umwandlung von Wechselstrom in Wechselstrom verwendet. Bei der Schwingungs- oder Wellenpaketsteuerung (engl. Integral-cycle Switching) von Wechselspannungsverbrauchern werden keine Halbwellen beschnitten, sondern ganze Halbwellen (vorzugsweise gleich viel positive und negative) oder ganze Perioden übersprungen. Dies geschieht immer genau im Nulldurchgang der Netzspannung/strom, so dass elektromagnetische Störungen, die durch die Schaltvorgänge entstehen, weitgehend eliminiert werden. Die dadurch (im Gegensatz zu Pha-

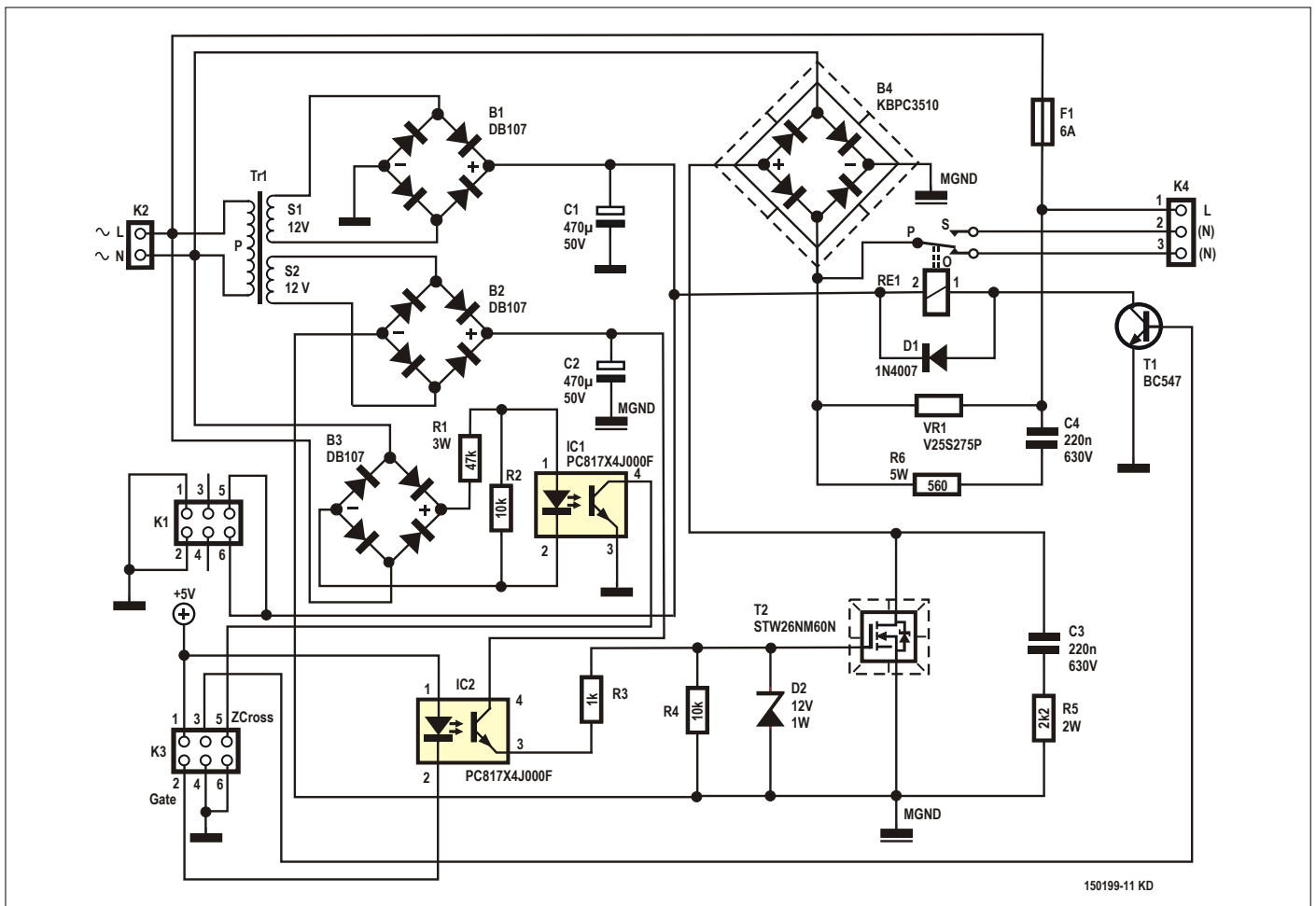


Bild 1. Schaltung der Leistungselektronik. Es gibt zwei Massepotentiale, GND mit dem gewohnten Symbol und die Motortreiber-Masse MGND mit unterschiedlicher Kennzeichnung. Zugunsten der elektrischen Sicherheit sollten beide Massen GND und MGND getrennt gehalten werden.

Mit Vorsicht zu genießen: Phasenanschnittdimmer

Die meisten und billigsten Lampendimmer verwenden Triacs, die zu einem bestimmten, vom Nulldurchgang der Netzwechselspannung entfernten Zeitpunkt innerhalb einer Halbwelle „gezündet“ werden und damit den Strom einschalten. Nach dem Einschalten bleibt ein Triac (auch ohne Gatespannung) eingeschaltet, bis der Strom durch ihn unter einen Mindestwert fällt. Erst wenn dieser Haltestrom kurz vor dem nächsten Nulldurchgang unterschritten wird, schaltet der Triac ab und leitet nicht mehr. Da ein Triac bidirektional arbeitet, gilt dieses Verhalten für beide Halbwellen. Je später der Zündzeitpunkt liegt, desto weniger der Halbwelle erreicht die Last und desto geringer ist deren Leistungsaufnahme.

Dimmer, die nach diesem Prinzip arbeiten, werden Phasenanschnittdimmer genannt, da sie die Halbwelle „von vorne“ anschnitten. Das Hauptproblem dieser Triac-Dimmer ist es, dass durch das sehr schnelle Einschalten des Triacs ein sehr starker Stromstoß in die Last fließt, der zu Schäden an Kondensatoren und anderen Bauteilen führen kann. Aus diesem Grund sollten dimmbare elektronische Lampen (sowohl Energiespar- als auch LED-Lampen) nicht mit Triac-Phasenanschnittdimmern eingestellt werden.

Fast alle Dimmer, die für den Hausgebrauch angeboten werden, sind nur 2-Draht-Dimmer, und das gilt fast zu 100% für Triac-Dimmer. Der Dimmer belastet nicht nur die Elektronik in der Lampe, sondern verliert auch seine Referenz, wenn eine elektronische Last verwendet wird. Das macht ihn ungeeignet für die meisten elektronischen Verbraucher, auch wenn wir die Probleme mit den Stromstößen ignorieren. Phasenanschnittdimmer sollten deshalb nur für induktiven Lasten wie ferromagnetische Transformatoren oder (Lüfter-)Motoren verwendet werden.

senschnittverfahren) nicht verursachte elektrische Belastung der schaltenden Bauteile erhöht die Zuverlässigkeit.

Ob resistiv, induktiv oder kapazitiv, beinahe alle Arten elektrischer Lasten akzeptieren dieses Verfahren. Die Schwingungspaketsteuerung wird häufig verwendet, um träge elektrische Verbraucher mit hoher Leistung zu steuern, deren Ansprech-Zeitkonstante viel länger ist als die Perioden der Netzspannung, die diese Verbraucher versorgt. Ein Beispiel ist ein elektrisches Heizelement in einer Küche, dessen thermische Zeitkonstante in der Größenordnung einer Sekunde oder mehr liegen kann. Im Modus Schwingungspaketsteuerung kann unsere Schaltung Lasten bis zu 1 kW steuern.

Die Leistungselektronik

Der Schaltplan der Leistungselektronik des Projekts ist in **Bild 1** dargestellt. Tr1 ist ein Netztrafo mit zwei unabhängigen 12-V-Sekundärwicklungen. Die Spannung einer Wicklung (S1) wird

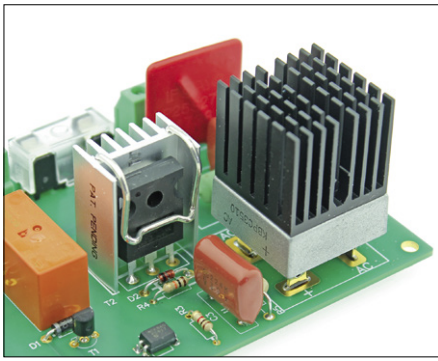


Bild 3. Auf dem Brückengleichrichter B4 wird mit Hilfe einer thermisch leitenden Klebefolie ein Kühlkörper angebracht. Auch MOSFET T2 wird mit einem Kühlkörper geholfen, die Verlustwärme abzuführen. Das keramische Isolationsplättchen ist so eben noch sichtbar.

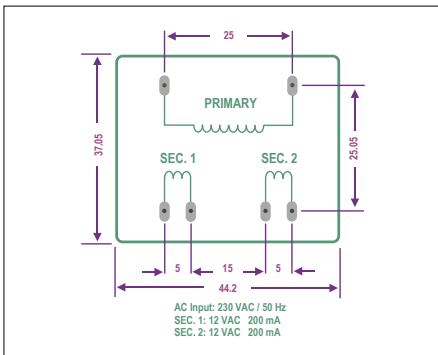


Bild 4. Footprint und Anschlussbelegung des Netztransformators Myrra 44237.

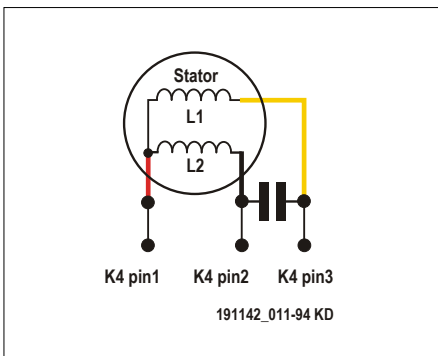


Bild 5. So wird ein AC-Motor an K4 angeschlossen. Lernen Sie Ihren Motor kennen und identifizieren Sie Haupt- und Hilfswicklung sowie den Phasenschieberkondensator.

tion und eine der drei Betriebsarten, in dem der Motortreiber arbeiten soll) und steuert das 0,96-Zoll-Display OLED1 über den I²C-Bus an. Im Display wird die an den Motor abgegebene Leistung in Ziffern und als Balkendiagramm, die Drehrichtung und der Betriebsmodus angezeigt.

Zeit für Software!

Die Software für den Mikrocontroller PIC18F45K22 wurde mit dem CCS-Compiler von Microchip geschrieben, der kostenlos von [1] heruntergeladen werden kann. Der Controller arbeitet mit einer internen Oszillatorfrequenz von 64 MHz, so dass der Core-Takt 16 MHz beträgt. Beim Einschalten ist auf dem OLED-Display eine Startmeldung zu sehen, während der Controller alle Systemparameter und Einstellungen liest.

Bei der Abtastung der Netzwechselspannung wird der Nulldurchgang auf Interrupt-Basis ermittelt, da der MOSFET je nach gewähltem Modus zu exakten Zeitpunkten ein- und ausgeschaltet werden muss. Der für den Phasenschnitt erforderliche Impuls wird von Timer0 abgeleitet, der beim Phasenschnitt einen Interrupt am Ende des Impulses und beim Phasenanschnitt einen Interrupt am Anfang des Impulses erzeugt.

Anschließend schaltet der Controller je nach eingestellter AC-Leistung den MOSFET und versorgt die Last mit Strom, der langsam von Null ansteigt, bis die eingestellte Leistung erreicht ist. Eine „Softstart-Routine“ sorgt für einen sanften Start, auch dann, wenn bei laufendem Betrieb die Drehrichtung oder der Modus geändert wird. Die Software lässt keine plötzlichen Änderungen der Ausgangsleistung zu und trägt so dazu bei, Schäden am Motor oder Leistungseinbußen zu vermeiden.

Die Benutzeroberfläche besteht aus dem OLED-Display und einem 24-stufigen Drehgeber mit Drucktaste. Dies ermöglicht eine äußerst einfache Bedienung und eine bequeme Einstellung der abgegebenen Leistung, der Drehrichtung sowie der Wahl des Betriebsmodus. Die bereitgestellte Leistung lässt sich durch Drehen des Encoders zwischen „0“ und „100“ wählen. Ein langer Druck auf den Encoder-Taster wählt das Regelverfahren aus: Schwingungspaket, Phasenabschnitt oder Phasenanschnitt. Ein kurzer Druck auf den Taster kehrt die Motorrichtung um.

Wichtiger Hinweis: Der Phasenabschnittmodus darf niemals bei induktiven Lasten wie ferromagnetischen Trafos oder Motoren verwendet werden. Dies führt zu extrem hohen Strom- und Spannungsspitzen und kann den Leistungstreiber, die Last oder beides beschädigen oder gar zerstören. Aus Sicherheitsgründen gibt die Software für 10 s einen Warn-

hinweis auf dem Display aus, wenn der Phasenabschnittmodus gewählt wird. Nur wenn die Software innerhalb dieses Zeitraums einen Tastendruck erkennt, wird tatsächlich der Phasenabschnittmodus aktiviert, ansonsten kehrt das Gerät in den Phasenanschnittmodus zurück. Bei Umkehr der Drehrichtung wird die Ausgangsleistung zuerst auf Null reduziert, damit der Motor Zeit bekommt, abzubremsen. Ohne diese Maßnahme könnten die Motorwicklung, der Antrieb oder beides beschädigt werden.

Konstruktion

Die Aufteilung der Elektronik auf zwei Platinen hilft, Probleme mit der elektrischen Isolation zu vermeiden. Die Platinen sind zwar miteinander verbunden, aber ausreichend elektrisch isoliert, um den elektrischen Sicherheitsvorschriften Genüge zu leisten.

- Platine für den Leistungstreiber (Elektor-Store 150199-1)
- Controllerplatine (Elektor-Store 150199-2).

Beide Platinen werden aber in einem einzigen geschlossenen, aus transparentem Hartkunststoff gefertigten formschönen Gehäuse untergebracht. Nur ein Netzspannungsstecker, eine Buchse für den Motoranschluss und die Welle des Drehgebers schauen aus dem Gehäuse heraus. Im Foto sind die beiden Netzspannung führenden Anschlüsse im VDE-06320-C13/C14-Stil (bekannt unter der Bezeichnung Kaltgerätestecker) zu sehen. Wir warnen alle Elektronikanfänger, das Projekt ohne die Hilfe oder Aufsicht eines erfahrenen Ingenieurs zu realisieren, einem Fachmann, der mit Elektroinstallation vertraut ist und die Gefahren bei Arbeiten am 230-V-Lichtnetz kennt!

Platine für den Leistungstreiber

Neben der Stückliste sind ein Foto sowie Leiterbahn- und Bestückungsseite der Platine für den Leistungstreiber zu sehen. Diese Platine ist geräumig und zur allgemeinen Freude **einseitig** und ausschließlich mit Bohrungen für **Durchsteckbauteile** versehen. Beginnen Sie die Lötarbeiten mit den „niederen“ Bauteilen wie Widerständen und Dioden. Da R1, R5 und R6 warm werden können, sollte man sie mit 2 mm Abstand zur Platinenoberfläche montieren. Die Bauteilkontur „HS1“ zeigt den speziellen Clamp-on-Kühlkörper für MOSFET T2. Zwischen dem Kühl-

körper und der leitenden metallischen Rückseite des MOSFETs sollte ein keramischer oder ein dicker Glimmerisolator eingesetzt werden. „HS2“ bezeichnet den Kühlkörper auf dem Brückengleichrichter, der mit einem thermisch leitenden Klebepad aufgeklebt wird (**Bild 3**).

Tr1 ist entscheidend für die elektrische Sicherheit des Projekts und darf niemals durch etwas ersetzt werden, was sich nicht auf der Platine befindet. Es handelt sich um einen kleinen, voll gekapselten Netztrafo mit zwei getrennten 12-V-Sekundärwicklungen (\hat{a} 2x208 mA entspre-

chend 2x2,5 VA) und einer durchgängigen 230-V-Primärwicklung. Hier ist der Typ 44237 von Myrra angegeben, an dessen Abmessungen und Pinbelegung (**Bild 4**) man leicht erkennen kann, dass es sich um ein Standardmodell handelt, das es auch von vielen anderen Herstellern zu kaufen gibt.

Die Netzspannungsleitungen (L und N) sowie die Motorleitungen werden an stabilen Platinen-Schraubklemmen K2 und K4 mit einem sicheren Pinabstand von 0,3 Zoll (7,62 mm) angeschlossen. Im Interesse Ihres Wohlbefindens und eines

lang währenden Vergnügens an zukünftigen Elektor-Projekten sollten Sie hier nicht pfuschen, indem Sie etwa die Kabel direkt auf die Platine löten! Verwenden Sie auf jeden Fall die von uns empfohlenen Schraubklemmen.

Der Halterung für die Sicherung F1 sollte mit einer Kunststoffkappe ausgestattet sein, die die Sicherung samt der Halteranschlüsse vollständig abdeckt.

Mikrocontrollerplatine

Auch hier haben wir es ausschließlich mit Durchsteckbauteilen zu tun. Dies



STÜCKLISTE

Leistungsteil (150199-1)

Widerstände:

- R1 = 47 k, 5%, 3 W
- R2,R4 = 10 k, 5%, 250 mW, 250 V
- R3 = 1 k, 5%, 250 mW, 250 V
- R5 = 2k2, 5%, 2 W
- R6 = 560 Ω , 5%, 5 W

Kondensatoren:

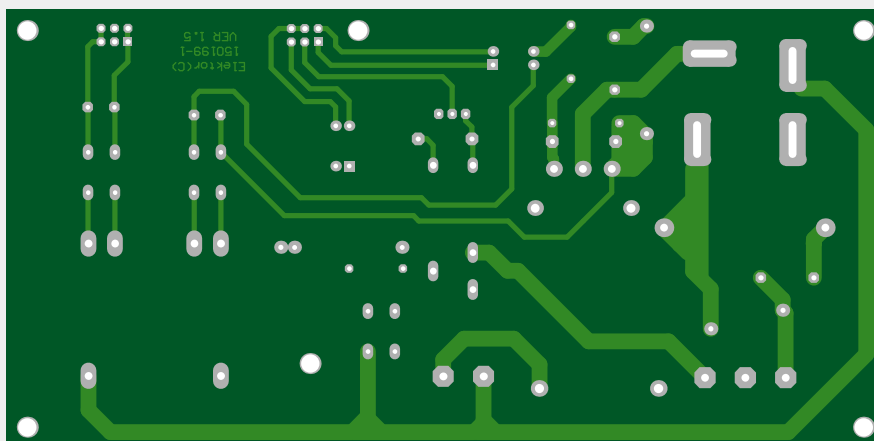
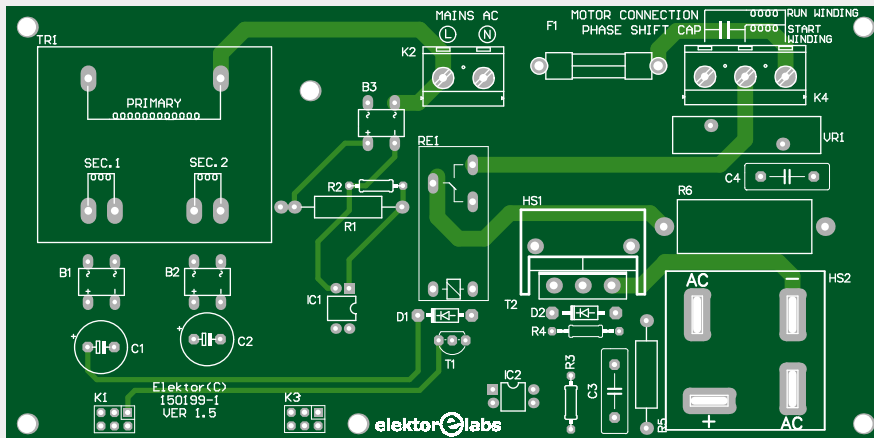
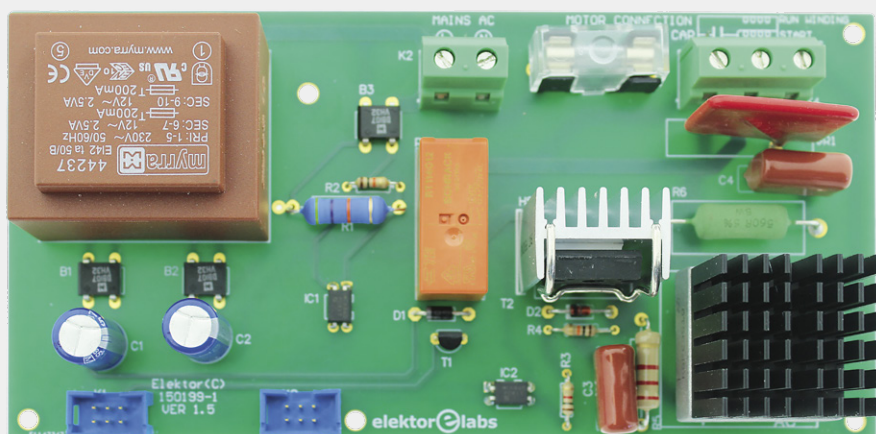
- C1,C2 = 470 μ , 50 V
- C3,C4 = 0 μ 22, 630 V_{DC}, MPET

Halbleiter:

- B1,B2,B3 = Brückengleichrichter DB107, 1000 V, 1 A
- B4 = Brückengleichrichter KBPC3510, 1 kV, 35 A
- D1 = 1N4007-T
- D2 = Z-Diode 1N4742A, 12 V, 1 W
- IC1,IC2 = Optokoppler PC817X3NSZ1B
- T1 = BC547B
- T2 = N-Kanal MOSFET STW26NM60N, 20 A, 600 V

Außerdem:

- K1,K3 = 2x3-polige Stiftleiste (Boxheader)
 - K2 = 2-polige Platinenanschlussklemme, Raster 7,62 mm (0,3")
 - K4 = 3-polige Platinenanschlussklemme, Raster 7,62 mm (0,3")
 - HS1 = TO-247-Kühlkörper WV-T247-101E
 - HS2 = Kühlkörper Typ 658-60ABT1E (inkl. Klebefolie)
 - F1 = 6 A träge, 5x20 mm
 - Sicherungshalter für Platinenmontage, 5x20 mm, mit Abdeckung
 - RE1 = G2R-14-DC12 (Omron)
 - TR1 = Netztrafo, 2 x 12V, 200 mA (Myrra 44237, Farnell 1214601)
 - VR1 = Varistor V25S275P (275 V_{AC} 470J, Klemmspannung 700 V, Raster 25 mm)
- Platine 150199-1 v.1.5 im Elektor-Store



70% of real size



STÜCKLISTE

Controllerplatine (150199-2)

Widerstände:

R1...R7 = 4k7, 5%, 250 mW, 250 V
 R8,R9,R10 = 1 k, 5%, 250 mW, 250 V
 R11 = 3k3, 5%, 250 mW, 250 V
 R12 = 10 k, 5%, 250 mW, 250 V

Kondensatoren:

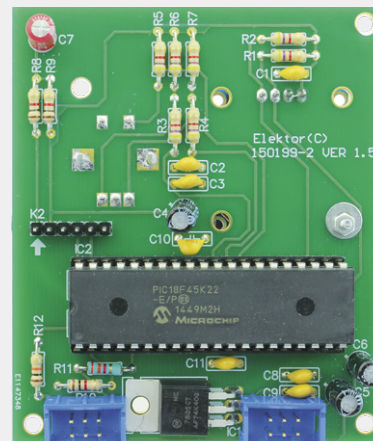
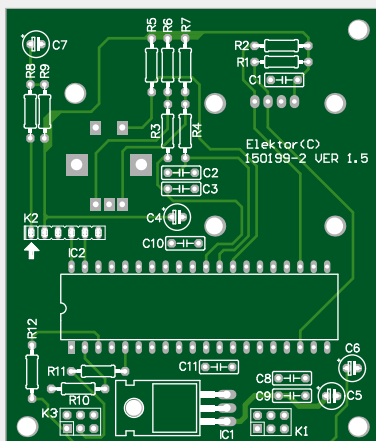
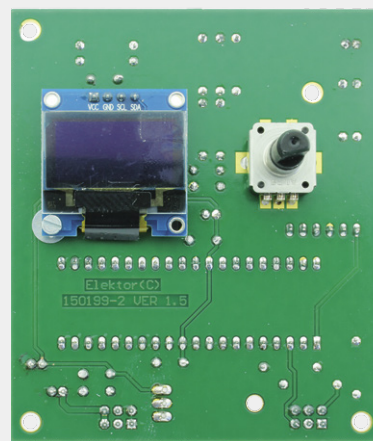
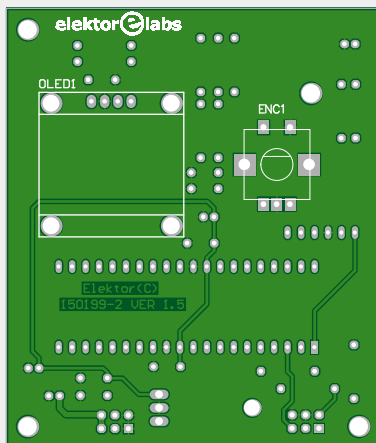
C1,C2,C3,C8...C11 = 0µ1, 50 V
 C4,C5,C6 = 10 µ 50 V, Elko
 C7 = 1 µF, 50 V, Elko

Halbleiter:

IC1 = MC7805CTG
 IC2 = PIC18F45K22-E/P (programmiert,
 150199-41 im Elektor-Store)

Außerdem:

K1,K3 = 2x3-polige Stiftleiste (Box)
 K2 = 1x6-polige Stiftleiste, Raster 0,1"
 LCD1 = OLED-Modul (0,96", I²C),
 (SKU 18747 im Elektor-Store)
 ENC1 = Drehgeber mit Drucktaste,
 Alps EC12E242424407
 2x20-polige IC-Fassung (DIP 0,6")
 6-poliges Flachkabel und 4 IDC-Verbinders
 für K1,K3
 Platine 150199-2 v. 1.5 im Elektor-Store



70% der wahren Größe

trifft sogar auf den Mikrocontroller zu, dem man eine klassische 2x20-polige DIL-Buchse gönnen sollte. Um das OLED-Display wie im Foto in der Stückliste zu sehen **auf der Platinenrückseite der Platine** zu montieren, setzen Sie zunächst eine 1x4-polige Stiftleiste mit den langen Pins mit dem richtigen Abstand zur Platinenoberfläche ein.

Befestigen Sie dann das Display mit vier Schrauben und Muttern, wobei Sie Muttern so als Abstandshalter verwenden, dass die kurzen Pins der Stiftleiste gut lötbar durch die Bohrungen in der Displayplatine schauen. Wenn Sie erst am Schluss das Display festlöteten, sitzt alles ohne mechanische Spannungen an Ort und Stelle. Verwenden Sie auf jeden Fall

das in der Stückliste genannte Display, es gibt ähnliche Displays, die aber eine andere Anschlussbelegung aufweisen. Montieren Sie auch den Drehgeber auf der Rückseite der Platine.

Sicherheit geht vor!

Die fertigen und miteinander verbundenen Platinen müssen in dem vollständig isolierten, berührsicheren und transparenten Gehäuse montiert werden, das verhindert, dass man irgendein Teil der Schaltung, mit Ausnahme natürlich der Drehgeberwelle und der Netzstecker, berühren kann. Für den Netzspannungsein- und Motorausgang sollte man die vorgeschlagenen Kaltgeräte-Steckverbinder verwenden. Die Gehäuseausbrüche müssen etwas „Spiel“ gewähren, damit die Steckverbinder bequem hineingehen. Stellen Sie diese Steckverbinder niemals selbst her und denken Sie nicht mal im Traum daran, mit etwas aus der Bastelkiste zu „improvisieren“. Neue Stecker kosten nicht viel und bieten Sicherheit. Verwenden Sie ausschließlich zugelassene Netzspannungskabel, um das Gerät

Weblink

[1] Projektseite: www.elektormagazine.de/191142-03



IM ELEKTOR-STORE

→ Einstellbarer 1-kW-AC-Motortreiber, Leerplatine Leistungsteil v.1.5
www.elektor.de/150199-1

→ Einstellbarer 1-kW-AC-Motortreiber, Controller-Leerplatine v.1.5
www.elektor.de/150199-2

→ Einstellbarer 1-kW-AC-Motortreiber, programmierter PIC18F45K22-E/P
www.elektor.de/150199-41

→ OLED-Display
www.elektor.de/blue-0-96-oled-display-i2c-4-pin

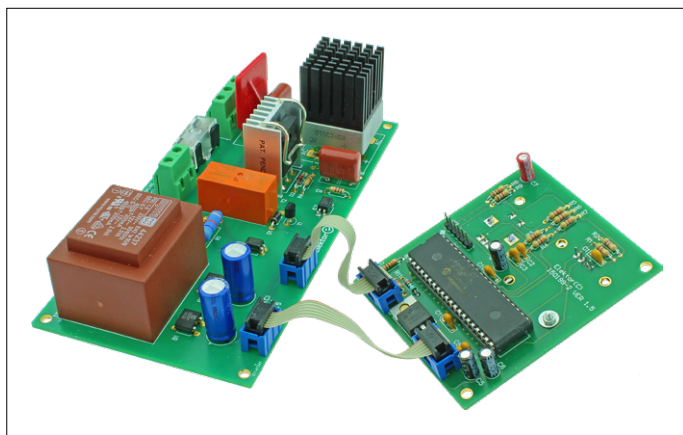


Bild 6. Die Controllerplatine und die Leistungselektronik sind mit zwei 6-poligen Flachbandkabeln verbunden.

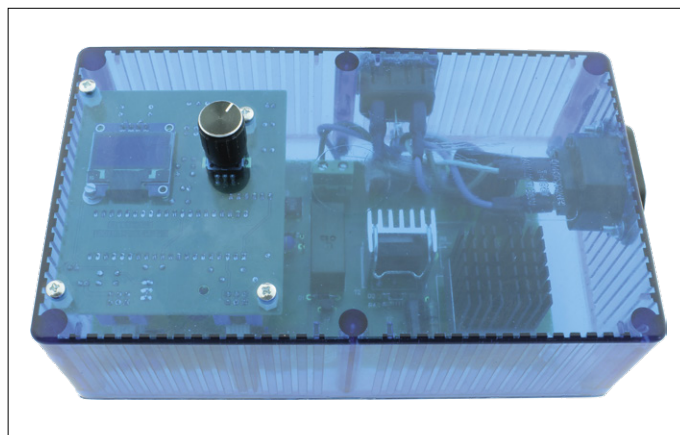


Bild 7. Geprüft, zugelassen und in seinem blau-transparenten Gehäuse gut geschützt: der 1-kW-AC-Motortreiber mit seinen drei Betriebsarten.

mit Strom zu versorgen und den Motor (oder eine andere Last) anzuschließen. Die Motortreiber- und die MCU-Platine müssen in dem Kunststoffgehäuse elektrisch voneinander isoliert befestigt werden. In unserem Prototyp haben wir deshalb Abstandshalter aus Nylon verwendet, mit Innengewinde an einem und Außengewinde am anderen Ende. So ist eine Isolierung gewährleistet, auch wenn man die Abstandshalter mit Metallschrauben an der Gehäusewand befestigt. Überprüfen Sie zum Abschluss Ihre Konstruktion gründlich und bitten Sie bei Bedarf einen Experten um Rat.

Prüfung

Ist das Gerät nicht im Gehäuse eingebaut und intern mit den Netzspannungsverbindern verkabelt, sollte es nur von einem erfahrenen Techniker mit einem zugelassenen, vollständig isolierenden Trenntransformator geprüft werden. Als Last kann ein 200...500 W starker 230-V-Einphasen-Wechselstrommotor zum Einsatz kommen. Verwenden Sie ausschließlich geeignete Kabel! Gehen Sie bei der Prüfung des Geräts auf Ihrer aufgeräumten (!) und sauberen (!!) Werkbank wie folgt vor (und brechen Sie den Test ab, wenn einer der Schritte zu falschen oder unklaren Ergebnissen führt):

- Verbinden Sie die Platinen mit den beiden 6-adrigen, mit passenden Scheidklemmverbindern ausgestatteten Flachbandkabeln (**Bild 6**).
- Ziehen Sie (wenn eingesteckt) den Mikrocontroller aus seiner Fassung.
- Schließen Sie die isolierte (!) 230-V_{AC}-Versorgung so an, dass sie die Klemme K2 auf der Leistungstreiber-Platine erreicht.

- Überprüfen Sie auf der Controllerplatine die Spannung an Pin 1 des Festspannungsreglers IC1 (Eingang des 7805). Sie sollte 14...16 V_{DC} betragen. An Pin 3, dem Ausgang des 7805, sollte 5 V_{DC} zu messen sein.
- Überprüfen Sie auf der Leistungstreiber-Platine die Spannung an den Anschlüssen „+“ und „-“ des Gleichrichters B2. Sie sollte 14...16 V_{DC} betragen.
- Schalten Sie die isolierte 230-V_{AC}-Versorgung wieder ab und setzen den Mikrocontroller (richtig herum) wieder in seine Fassung.
- Überspringen Sie diesen Schritt, wenn Sie einen vorprogrammierten Mikrocontroller von Elektor erhalten haben. Andernfalls programmieren Sie den PIC mit der bei [1] erhältlichen Hex-Datei mit einem PIC-Programmer wie dem PICKIT3. Die Stromversorgung muss beim Programmieren eingeschaltet sein. Nach dem Programmiervorgang schalten Sie die Versorgungsspannung wieder ab und ziehen den ICSP-Stecker des Programmers von der Controllerplatine.
- Schließen Sie den AC-Motor wie in **Bild 5** dargestellt an K4 an.
- Schließen Sie die isolierte 230-V_{AC}-Versorgung an. Auf dem OLED-Display erscheint die Begrüßungsnachricht und bietet als erste Betriebsart „Int.“ an, was für Schwingungspaketsteuerung steht. Die Motorleistung sollte 0% betragen. Die Motordrehrichtung wird im Display rechts oben angezeigt.
- Wenn der Motor unbelas-

tet heftig dreht oder nicht von seiner normalen Halterung fixiert wird, sollte man Vorkehrungen gegen Rucken, Schläge und Vibrationen treffen.

- Drehen Sie am Encoder, um die Motorleistung bis auf 100% zu steigern. Ein kurzer Druck auf die Encoderwelle sollte den Motor auf Null abbremsen und die Drehrichtung anschließend umkehren.
- Trennen Sie den Motor von der Schaltung.
- Überprüfen Sie die Betriebsarten des Geräts durch langes Drücken des Encoders. Das Display sollte zeigen: [Int. Lead. Trail.] (Schwingungspaketsteuerung, Phasenanschnitt, Phasenabschnitt).

Herzlichen Glückwunsch, wenn alles klappt. Bauen Sie das Gerät endgültig zusammen und schließen Sie die gesamte innere Verkabelung wieder an. Wir haben es im Elektor-Labor genauso gemacht und dann das Foto in **Bild 7** geschossen. ◀

191142-03

