

Eenfase 1 kW AC-motorsturing

drie bedrijfsmodi: perioderegeling, fase-afsnijding en fase-aansnijding

Elektor Labs & Elektor Labs India

Deze goedkope en eenvoudig te bouwen sturing is ontworpen voor het regelen van wisselstroommotoren die doorgaans worden aangetroffen in huishoudelijke apparaten en elektrisch gereedschap. De sturing die we hier presenteren kan dankzij een controller met software verschillende soorten AC-belastingen, zoals inductief en capacitief, aansturen. De voorgestelde hardware kan belastingen tot 1 kW regelen. Dankzij de vele aanpassingsmogelijkheden kan de interface van de motorsturing op maat worden gesneden voor een groot aantal eigen toepassingen.

Veel elektrische apparaten die in en om huis worden gebruikt, hebben wisselstroom nodig voor hun motor(en), dat wil zeggen afhankelijk van waar u woont 115 of 230 V_{AC} bij 50 of 60 Hz uit het stopcontact. Gewoonlijk bereikt die wisselstroom de apparaten via elektronische vermogensschakelaars. Voor een soepele werking van de belasting(en) en de mogelijkheid om het toerental te regelen, is het noodzakelijk om de wisselstroom te regelen. Dit gebeurt meestal door de elektronische ver-

mogensschakelaars op een geschikte manier aan te sturen.

Eenfase AC-motoren zijn nog steeds de voornaamste oplossing voor ventilator-, pomp- en compressortoepassingen. Door hun lage kosten en gemakkelijke verkrijgbaarheid zijn ze ideaal voor systemen die niet extreem belast worden. Voor deze toepassingen kunnen ook borstelloze DC-motoren worden gebruikt, maar de hoge kosten en complexiteit vormen een belemmering (of 'uitdaging' in politiek correct Nederlands).

Ontwerpverwegingen

De schakeling is zo ontworpen dat de toepassingsmogelijkheden van gewone AC-motoren tot talloze andere AC-belastingen lopen waar vermogensregeling nodig of nuttig is. Met een eenvoudige gebruikersinterface kunnen de verschillende regelmethode worden geselecteerd voor, inderdaad, verschillende soorten AC-belastingen waar u mogelijk mee te maken krijgt. Zodoende kan de sturing net zo gemakkelijk belastingen zoals een stel vermogens-LED's of een 'dikke' halogeenlamp aan als die kleine elektrische radiator van oma. Voor uitlezing en gebruiksvriendelijke selectie van de mogelijkheden zijn een OLED-display plus draai-encoder met drukknop voorhanden. Dit 'gebruikerspaneel' kan worden uitgebreid met extra functionaliteit.

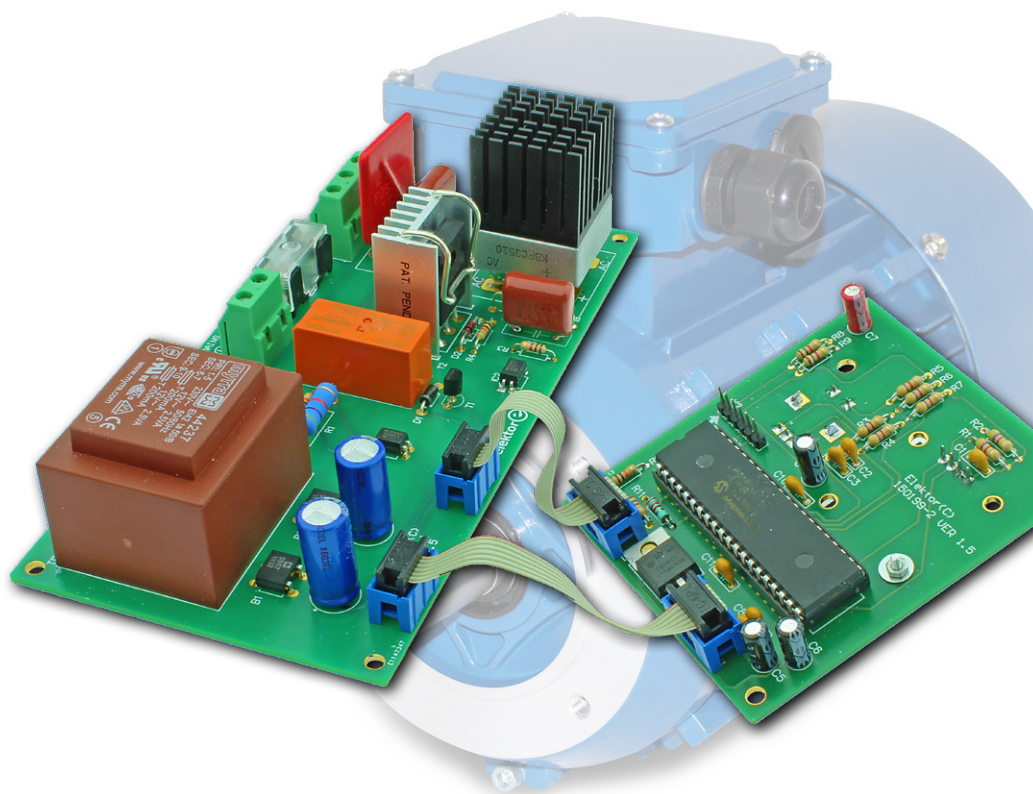
Methoden om wisselstroom te regelen

Laten we eerst eens kijken naar enkele bekende methoden voor het regelen van het vermogen van een AC-belasting zoals een motor.

1. Periodesturing. (Ook wel *cycle-stealing*, *cycle-skipping* of *integral-cycle switching* genoemd.) Deze methode wordt gebruikt voor directe omzetting van AC

Eigenschappen

- Eenfase AC-uit: 230 V_{AC}, max. 1 kW
- Bedrijfsmodi:
 - periodesturing
 - fase-afsnijding
 - fase-aansnijding
- 0,96-inch OLED-display voor uitlezing en gebruikersinterface
- Alleen conventionele through-hole componenten
- 3-polige connector voor motor/belasting
- Relaisgestuurde draairichting motor
- PIC18F45K22-controller
- Interne, geïsoleerde microcontroller-gebaseerde besturingssectie
- Draairichting-keuze met schakelaar draai-encoder
- Uitgangsvermogen/motortoerental instelling met draai-encoder
- Stuurparameters voor motor/belasting opgeslagen in EEPROM
- 'Softstart' vanaf nul bij wijziging modus of draairichting



PROJECT-INFO



wisselstroommotor
vermogensregelaar
dimmer PIC



beginners
➔ gevorderden
experts



ca. 3 uur



standaard hobbygereedschap,
Microchip CCS-compiler en
Pickit-programmeeradapter



ca. €75

naar AC, ook wel nuldoorgangsschakelen genoemd. De benaming heeft betrekking op schakelingen die precies op de nuldoorgang van een wisselstroom schakelen. Dit type sturing wordt vaak gebruikt om zware elektrische belastingen te regelen met een veel langere (reactie-)tijdconstante dan de periode van de wisselspanning waarmee de belasting van stroom wordt voorzien. Een voorbeeld is een broodrooster met elektrische verwarmingselementen waarvan de thermische tijdconstante (veel) langer dan één seconde is. Periodesturing heeft het voordeel dat de vermogensschakelaar wordt in- en uitgeschakeld op het moment dat de stroom door en de spanning over de belasting nul zijn. Daardoor wordt de elektromagnetische storing die door het schakelen wordt veroorzaakt grotendeels geëlimineerd en worden de (elektronische) schakelaars minder zwaar belast, wat de betrouwbaarheid ten goede komt. Nagenoeg alle elektrische belastingen kunnen op deze manier worden geregeld – resistief (gloeilampen bijvoorbeeld), inductief (zoals motoren) en capacitief. In deze modus kan onze schakeling belastingen tot 1 kW aansturen.

2. Fasesturing. Het moment van schakelen van de belasting wordt gestuurd

ten opzichte van de fase van de wisselspanning. Bij de nuldoorgang van de wisselspanning krijgt de gate-aansluiting van de elektronische schakelaar een triggerimpuls. Wanneer het om AC-vermogensregeling gaat, worden deze pulsen bewust vertraagd. We onderscheiden twee soorten fasesturing.

2a. Fase-afsnijding (*trailing edge triggered, reverse-phase control*). De methode die als 'fase-afsnijding' bekend staat, is meer geavanceerd dan de fase-aansnij-

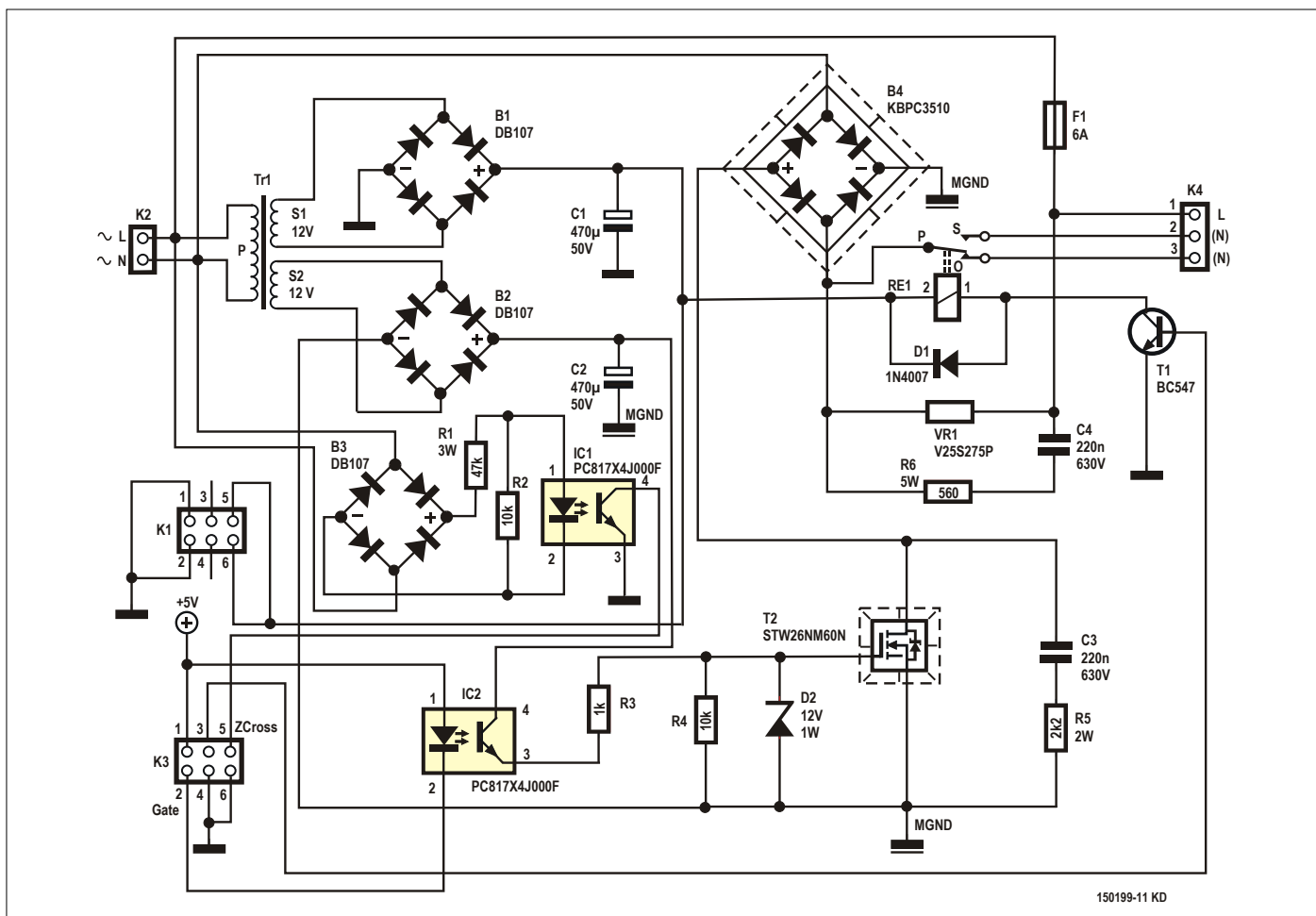
ding die verderop wordt genoemd, en werkt meestal met een MOSFET of IGBT als schakelaar (in plaats van een triac en spoel). Voor de gebruiker biedt deze methode een vloeiend en geruisloos dimmen (vermogensregeling).

Een fase-afsnijdingsdimmer heeft een lagere minimumbelasting (vaak slechts 5 W) dan zijn aansnijdings-tegenhanger, waardoor hij een betere keuze is voor het dimmen van kleinere low-power verlichtingen. Vooral voor gloeilampen en halogeenlampen is de 'soft start'-eigenschap

Welke modus voor welke belasting?

AC-regelaars/dimmers die worden gebruikt voor...

- ...ohmse en inductieve belastingen zoals gloeilampen, neonlampen, CCFL- en laagspanningslampen (inductief/magnetisch) moeten in de fase-aansnijmodus werken (ook wel *leading edge* of *forward-phase control*).
- ...elektronische transformatoren met hun verschillende schakelkarakteristieken moeten in de fase-afsnijmodus werken (ook wel *trailing edge* of *reverse-phase control*). Het is belangrijk om de juiste dimmer/regelaar voor de betreffende belasting te selecteren. De noodzaak van twee manieren om te dimmen is een gevolg van de verschillende aansturing van diverse soorten belastingen.
- ...elektronische laagspanningsbelastingen zoals schakelende voedingen (SMPS's) met hun capacitieve ingang (dus de spanning ijlt na op de stroom) hebben ook fase-afsnijding (*trailing edge*) nodig. Deze dimmers gebruiken transistoren (bijvoorbeeld FET's of IGBT's) als vermogensschakelaars in plaats van de 'typische' triacs of thyristoren.



Figuur 1. Schema van de vermogensprint. Let op de twee aardpotentialen: GND met het reguliere symbool en MGND (motordriver ground) met een afwijkend symbool. Om de elektrische veiligheid te garanderen, moeten GND en MGND gescheiden blijven.

Waarom fase-afsnijding?

De goedkoopste en meestgebruikte lampdimmers gebruiken triacs die elke halve periode op een bepaald moment worden ontstoken. Ze staan bekend onder de verzamelnaam fase-aansnijdimmers, omdat de spanning ergens halverwege de wisselspannings-golfvorm wordt ingeschakeld. Ze worden ook wel 'forward-phase'-dimmers genoemd. Als de triac kort na de nuldoorgang wordt ingeschakeld, gaat bijna de hele AC-golfvorm naar de belasting. Naarmate de triac later wordt ontstoken, wordt een kleiner deel van de golfvorm doorgegeven: de belasting krijgt minder vermogen. Als een triac eenmaal is ontstoken, blijft hij in geleiding tot de stroom onder de houdstroom komt. Omdat het een bidirectionele component is, worden zowel de positieve als de negatieve halve perioden aan de belasting doorgegeven. Een groot deel van de problemen met triac-dimmers in combinatie met elektronische belastingen wordt veroorzaakt doordat de triac zeer snel schakelt. Daardoor krijgt de belasting sterke stroompieken te verwerken, wat uiteindelijk kan leiden tot ernstige schade aan condensatoren en andere onderdelen. Daarom worden triac-dimmers niet aanbevolen voor dimbare elektronische lampen (CFL of LED). Bijna alle dimmers voor huishoudelijk gebruik zijn tweedraads types, en dat geldt voor bijna alle triac-dimmers. Als gevolg is de dimmer niet alleen slecht voor de elektronica in de lamp, maar heeft ook geen referentiepotentiaal wanneer een elektronische belasting is aangesloten. Dit maakt deze dimmer ongeschikt voor de meeste elektronische belastingen, helemaal afgezien van de problematiek met de spanningspieken. Het is belangrijk om te begrijpen dat voor inductieve belastingen (transformatoren met ijzerkern, ventilatormotoren) alleen fase-aansnijdimmers kunnen worden gebruikt (veel triac-dimmers kunnen worden gebruikt om de ventilatorsnelheid te regelen).

van fase-afsnijdingsdimmers een groot voordeel, waardoor wordt voorkomen dat gloeilampen kapotgaan of door een thermische schok exploderen op het moment van inschakelen. Fase-afsnijdingsdimmers zijn de beste keuze voor de capacitieve belasting van een LED-driver en garanderen daar een flikkervrije werking. Deze methode is geschikt voor resistieve (ohmse) en capacitieve belastingen, maar niet voor inductieve belastingen, omdat daar een sterke tegen-EMK door de belasting wordt veroorzaakt die de MOSFET en andere elementen op de print kunnen beschadigen. Omdat de piekstromen niet bijzonder groot zijn, kan onze sturing in deze modus belastingen tot 1 kW regelen.

2b. Fase-aansnijding (*leading edge triggered, forward-phase control*). Fase-aansnijding wordt gebruikt voor resistieve en inductieve belastingen zoals motoren, gloeilampen, neonlampen, CCFL- en laagspanninglampen (inductief/magnetisch). Schakelende laagspanningsvoedingen (SMPS) vormen vaak een zwaar

capacitieve belasting (de spanning ijlt na op de stroom), voor het dimmen waarvan een fase-afsnijschakeling vereist is. Bij deze methode komen grote peikstromen voor. Onze stuurschakeling is getest met belastingen tot 350 W maar is ontworpen voor belastingen van maximaal 1 kW.

De vermogensprint

Het schema van het vermogensdeel van de sturing is getekend in **figuur 1**. Tr1 is een nettrafo met twee 12V-uitgangswikkelingen. De spanning op secundaire wikkeling S1 van Tr1 wordt gelijkgericht door bruggelijkrichter B1 (DB107) en wordt gebruikt om de 5V-voedingsspanning voor de controllerprint te maken (komt verderop aan de orde). De andere secundaire wikkeling (S2) voedt via bruggelijkrichter B2 (ook een DB107) het vermogensdeel dat via optocoupler IC2 (een PC817X4J000F) van de controllersectie wordt gescheiden. Dit voorkomt ruis op en onnodige belasting van de voeding van de controller. Het gate-stuursignaal van de μC gaat naar IC2 die de controller effectief isoleert van de vermogensdriver. Bruggelijkrichter B3 en optocoupler IC1 worden gebruikt om de nuldoorgang van de net-wisselspanning te detecteren en aan de μC door te geven zodat die zijn slimme werk kan doen. IC1 houdt tevens de netspanning verre van de μC .

De eigenlijke netspanningregelaar bestaat uit vermogens-MOSFET T2 (STW26NM60N) en vermogens-bruggelijkrichter B4 (KBPC3510). De MOSFET is aangesloten de DC-aansluitingen +VE en -VE van B4; de AC-aansluitingen ervan gaan naar AC-N (*Neutral*), AC-L (*Live*) en de belasting. Deze slimme configuratie maakt het mogelijk om de AC-wisselspanning bij elke fasehoek aan- of af te snijden of te schakelen zonder dat er twee MOSFET's nodig zijn (dat wil zeggen een voor het schakelen van de positieve halve perioden en een voor negatieve halve perioden). Een fraai voorbeeld van vereenvoudiging en kostenbesparing! Hoewel een vermogens-MOSFET met een lage R_{DS-on} werd gekozen om de dissipatie laag te houden, bedraagt die in het ongunstigste geval nog steeds 3,5 W, zodat een koellichaam nodig wanneer de sturing met het maximum van 1000 W wordt belast. Bruggelijkrichter B4 heeft ook een koellichaam nodig, omdat daarin in het ongunstigste geval 10 W wordt verstoekt, opnieuw uitgaande van een belasting van 1000 W.

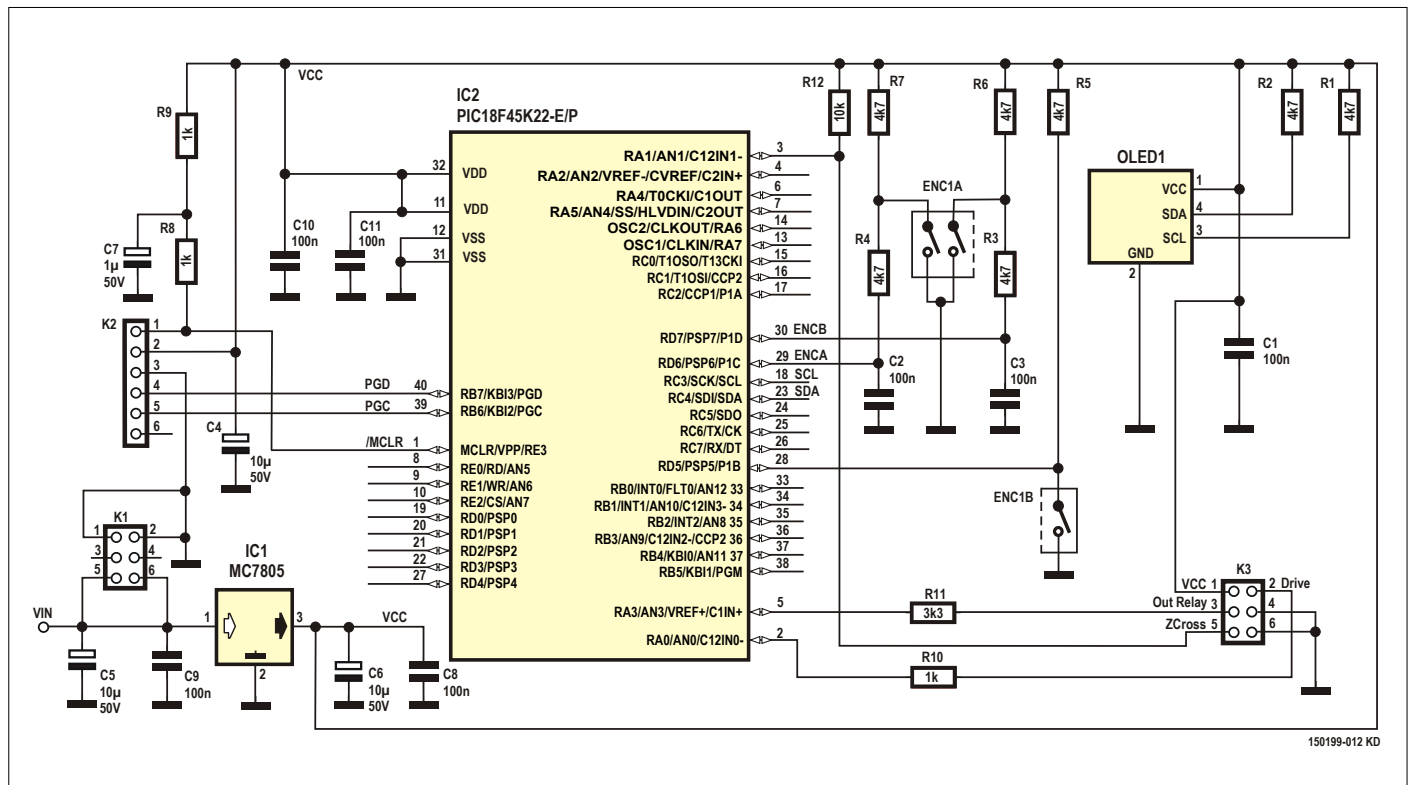
Er is gekozen voor een power-MOSFET in plaats van de traditionele triac om de fase-afsnijding te implementeren, een methode die veel voordelen heeft vergeleken met fase-aansnijding (zoals hiervoor en in het kader 'Welke modus

voor welke belasting?' al besproken. Weerstand R5 en condensator C3 vormen een 'snubber-netwerkje' voor MOSFET T2 en helpen om inductieve spanningspieken te onderdrukken. Weerstand R6 en condensator C4 dienen hetzelfde doel. Metaaloxide-varistor (MOV) VR1 wordt gebruikt om kortdurende spanningspieken te onderdrukken. Printkroonsteen K4 is de uitgangconnector voor de motor of een andere AC-belasting, zoals besproken.

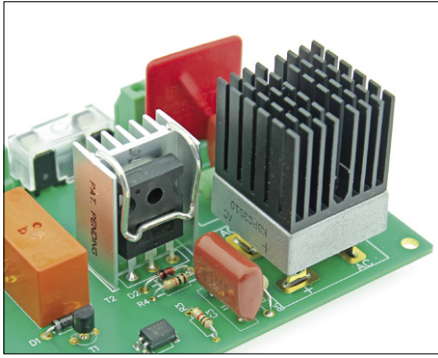
Relais RE1 wordt door de microcontroller via transistor T1 aangestuurd. Deze wordt gebruikt om de draairichting van de motor te veranderen door verschillende motorwikkelingen te selecteren die op connector K4 zijn aangesloten. Zekering F1 is een trage zekering ('T') om de stuurschakeling tegen te grote belastingstromen te beschermen.

De controllerprint

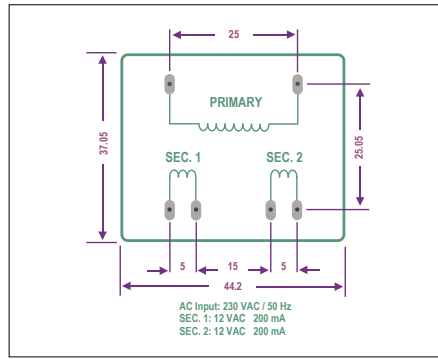
Verder nu met **figuur 2**. IC2, een geprogrammeerde PIC18F45K22-E/P, is verantwoordelijk voor het regelen van het AC-uitgangsvermogen door de juiste signalen naar IC2 op de vermogensprint te sturen. Connector K2 wordt gebruikt om de μC in ISCP-modus te programmeren. Connector K1 brengt de voedingsspanning voor de controllerprint naar regelaar IC1, die er een nette +5 V van maakt. K3



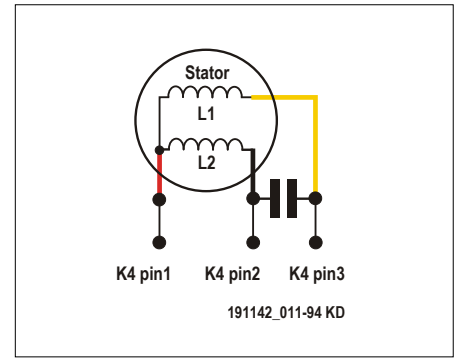
Figuur 2. Schema van de controllerprint. We zien een PIC-microcontroller en een gebruikersinterface in de vorm van een draai-encoder en een OLED.



Figuur 3. Bruggelijkrichter B4 wordt extra gekoeld met een koellichaam dat er bovenop is bevestigd met een zelfklevende warmtegeleider. MOSFET T2 wordt ook gekoeld met een speciaal koellichaam dat op de transistor wordt geklemd.



Figuur 4. Afmetingen en aansluitingen van de Myrra 44237-transformator.



Figuur 5. Zo wordt een typische AC-motor op K4 aangesloten. Zorg ervoor dat u 'uw motor kent', dus dat u weet welke draden naar welke wikkelingen en de cosφ-condensator gaan.

voert alle signalen die moeten worden uitgewisseld tussen de controller- en de vermogensprint.

De microcontroller genereert alle signalen voor het 0,96-inch display OLED1 en verzorgt ook de interfacing van draai-encoder ENC1. Het OLED-display is via I²C aangesloten. Het toont het vermogen dat de sturing levert; de drukknop dient het selecteren van de draairichting van de motor en de drie verschillende bedrijfsmodi van de sturing. Het display toont de draairichting, de bedrijfsmodus en (als balk) het motorvermogen.

Tijd voor de software!

De software voor de PIC18F45K22-microcontroller van dit project is geschreven met behulp van de CCS-compiler van Microchip. Deze kan gratis worden gedownload van [1]. De controller draait op een interne oscillatorfrequentie van 64 MHz, wat voor de core 16 MHz wordt. Bij het opstarten wordt dat op het OLED-display gemeld, waarna alle systeemparameters en instellingen worden ingelezen. Bij elke nuldoorgang van de netwisselspanning wordt een interrupt gegenereerd, omdat de MOSFET op exact het juiste tijdstip moet worden in- of uitgeschakeld, afhankelijk van de geselecteerde bedrijfsmodus.

De pulsbreedte die nodig is voor fase-afsnijding wordt geregeld met van timer0, die ook een interrupt genereert aan het einde van de puls in de fase-afsnijmodus, en een interrupt aan het begin van de puls in de fase-aansnijmodus.

Vervolgens stuurt, afhankelijk van de door de gebruiker ingestelde AC-vermogen, de controller de MOSFET op de juiste manier aan en wordt de belasting

van een stroom voorzien die geleidelijk van nul tot de ingesteldewaarde toeneemt. Een 'softstarter' zorgt voor een geleidelijke start. De betreffende routine grijpt ook in wanneer de gebruiker het uitgangsvermogen verandert terwijl de motor loopt. In dat geval staat de sturing geen plotselinge verandering van het uitgangsvermogen toe en helpt zo schade aan de motor of verslechtering van de prestaties te voorkomen.

Voor de gebruikersinterface zijn een OLED-display en een 24-staps roterende encoder beschikbaar. Deze gebruikers-interface met uiterst eenvoudige bediening maakt het instellen van het uitgangsvermogen en de draairichting mogelijk, evenals het kiezen van de bedrijfsmodus. Door de decoder te draaien kan het uitgangsvermogen tussen '0' en '100' worden gevarieerd. Lang drukken op de encoder-as selecteert de bedrijfsmodus: periodesturing, fase-aansnijding of fase-afsnijding. Met een korte druk wordt de draairichting van de motor omgekeerd.

Belangrijk: fase-afsnijding mag nooit worden gebruikt met inductieve belastingen zoals transformatoren met ijzerkern of motoren. Dit veroorzaakt extreem hoge stroom- en spanningspieken en kan de sturing, de belasting of beide beschadigen of vernielen. Voor alle zekerheid toont de software een waarschuwing op het display wanneer fase-afsnijding is ingeschakeld. Omkeren van de draairichting houdt in dat het uitgangsvermogen eerst tot nul wordt gereduceerd, omdat de motor eerst stil moet staan. Zonder deze maatregel kunnen de motorwikkeling, de elektronica of beide beschadigd raken. Wanneer fase-afsnijding is geselecteerd, verschijnt gedurende 10 seconden een waarschu-

wing op het OLED-display. Als er binnen deze periode geen toetsdruk wordt gedetecteerd, keert het apparaat terug naar fase-aansnijding. Wanneer daarentegen wel een toetsdruk wordt gedetecteerd, wordt de afsnijmodus geselecteerd.

Bouw

Om problemen met de elektrische isolatie te voorkomen, wordt de sturing opgebouwd op twee printen die in een enkele kunststof behuizing worden ingebouwd:

- de vermogensprint (in de Elektor-shop onder nummer 150199-1)
- de controllerprint (in de Elektor-shop onder nummer 150199-2)

De printen zijn uiteraard met elkaar verbonden, maar zijn in elektrisch opzicht voldoende geïsoleerd om te voldoen aan de geldende veiligheidsvoorschriften. De behuizing van de motorsturing is gesloten, van hard kunststof gemaakt en heeft alleen AC-ingangen en AC-uitgangen conform IEC. Niettemin waarschuwen we beginnende soldeerartiesten om niet aan dit project te beginnen zonder de hulp of supervisie van een ervaren technicus die bekend is met elektrische installatie en de gevaren van het werken met lichtnetspanningen.

De vermogensprint (150199-1)

Bekijk de foto's van de print, de componentenopdruk en de onderdelenlijst zorgvuldig. De print is ruim bemeten, en om de feestvreugde te vergroten is het een **enkelzijdige print met alleen through-hole onderdelen**. Begin met het monteren van de lage componenten zoals de weerstanden en diodes. Omdat

deze warm kunnen worden, is het verstandig om R1, R5 en R6 2 millimeter boven de print te monteren. De opdruk 'HS1' geeft het speciale koellichaam voor MOSFET T2 aan; dit wordt op de transistor geklemd. Tussen het koellichaam en de metalen achterzijde van de MOSFET moet een keramisch of (dik) mica isolatieschijfje worden aangebracht. 'HS2' moet op B4 worden gelijmd met een zelfklevende warmtegeleider (zie **figuur 3**). Tr1 is cruciaal voor de elektrische veiligheid van het project en mag nooit worden vervangen door een ander exem-

plaar dat niet op de print is gemonteerd. Het is een kleine, volledig ingekapselde transformator type 44237 van Myrra met twee secundaire 12 V/2,5 A Wikkelingen en **een enkele primaire wikkeling 230 VAC 50/60 Hz**; dat betekent dat in landen of regio's met een 115VAC-lichtnet een alternatief moet worden gezocht. **Figuur 4** toont de afmetingen en pinning van de Myrra-transformator. De in- en uitgangen voor de netspanning (L/N) en belasting/motor worden met stevige printkroonstenen gemaakt met een veilige pinafstand van 0,3" (K2 en

K4). Speel niet vals door de aansluitingen gewoon op de print te solderen – omwille van uw eigen veiligheid en langdurig plezier aan Elektor-projecten. Gebruik in plaats daarvan de printkroonstenen uit de onderdelenlijst!

De printzekeringhouder voor F1 moet een plastic kapje hebben om aanraking van de zekering en de aansluitklemmen onmogelijk te maken.

De controllerprint (150199-2)

Ook hier through hole-onderdelen, inclusief de microcontroller! Gebruik hiervoor



ONDERDELENLIJST

Vermogensprint 150199-1

Weerstanden:

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

Condensatoren:

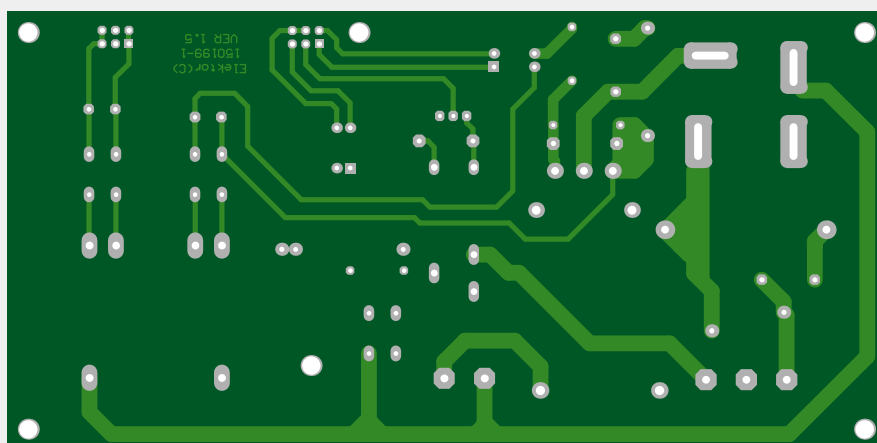
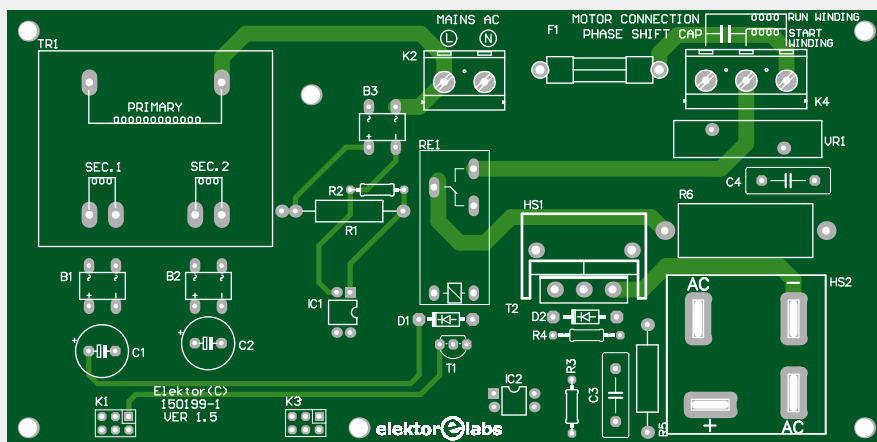
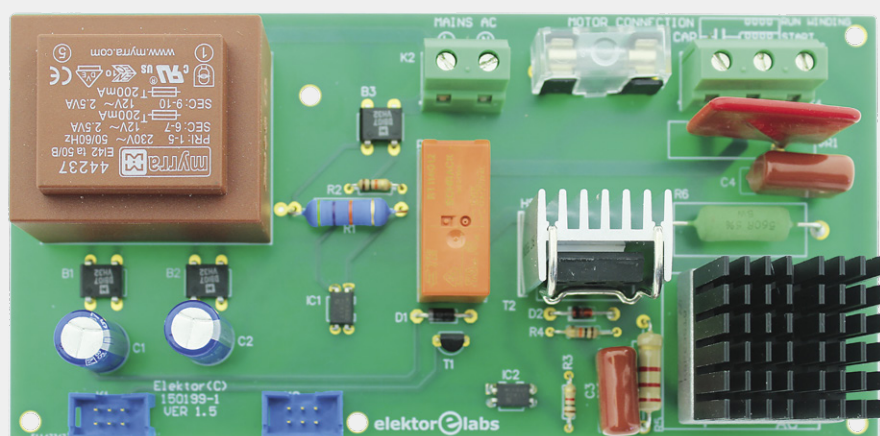
C1,C2 = 470 μ /50 V
C3,C4 = 0,22 μ /630 V_{DC} MPET

Halfgeleiders:

B1,B2,B3 = DB107, 1000 V/1A bruggelijkrichter
B4 = KBPC3510, 1000 V/35 A
bruggelijkrichter
D1 = 1N4007-T
D2 = 1N4742A, zenerdiode 12 V, 1 W
IC1,IC2 = PC817X3NSZ1B optocoupler
T1 = BC547B
T2 = STW26NM60N, 20 A, 600V, N-kanaal MOSFET

Diversen:

K1,K3 = 6-polige (2x3) boxheader
K2 = 2-polige printkroonsteen, steek 7,62 mm (0,3")
K4 = 3-polige printkroonsteen, steek 7,62 mm (0,3")
HS1 = TO-247 koellichaam type WV-T247-101E
HS2 = koellichaam type 658-60ABT1E (incl. warmtegeleidende zelfklevende film)
F1 = 6 A traag, 5x20 mm
printzekeringhouder, 5x20 mm, met kap
RE1 = G2R-14-DC12 (Omron)
Tr1 = voedingstransformator, 2 x 12 V, 200 mA, 230 V primair, Myrra type 44327, Farnell # 1214601
VR1 = V25S275P varistor, 275 V_{AC} 470J, 700 V klem, steek 25 mm
print 150199-1 v1.5 (Elektor-shop)



70% van ware grootte



ONDERDELENLIJST

Controllerprint 150199-2

Weerstanden:

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

Condensatoren:

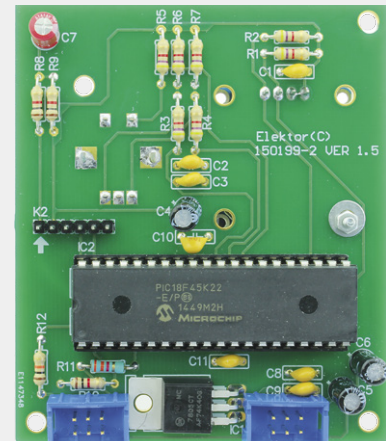
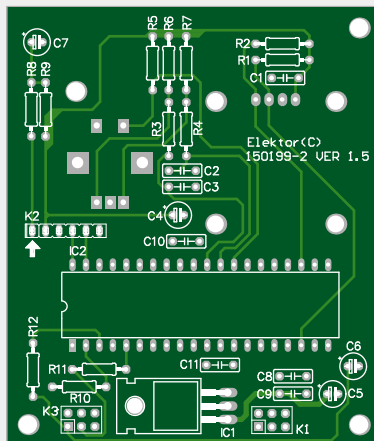
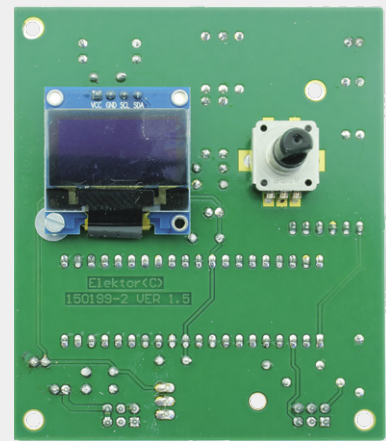
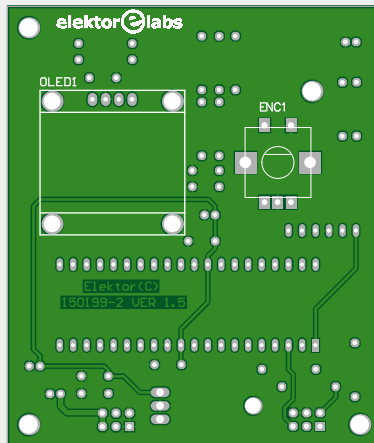
C1,C2,C3,C8...C11 = 0,1 μ /50 V
 C4,C5,C6 = 10 μ /50 V elco
 C7 = 1 μ /50 V elco

Halfgeleiders:

IC1 = MC7805CTG
 IC2 = PIC18F45K22-E/P, geprogrammeerd,
 Elektor-shop 150199-41

Diversen:

K1, K3 = 6-polige (2x3) boxheader
 K2 = 6-weg SIL-pinheader, raster 0,1"
 LCD1 = 0,96" OLED-displaymodule, I²C
 (Elektor shop SKU 18747)
 ENC1 = draai-encoder met drukknop, Alps
 EC12E2424407
 40-polige DIP IC-voet, raster 0,1"
 6-aderige flatcable met 4 IDC-connectoren
 voor voor verbinding van de printen
 print 150199-2 v1.5 (Elektor-shop)



70% of real size

een klassiek 40-pins DIL IC-voetje. Monteer het (Elektor) OLED-display met vier aansluitpinnen **aan de achterkant van de print** met behulp van een 4-polige SIL-pinheader waarvan de lange pinnen in de gaten van de displayzijde van de print worden gestoken. Zorg ervoor dat u het Elektor 0,96-inch OLED-display gebruikt, omdat er andere typen bestaan met verschillende pinouts. De korte pinnen van de header gaan door de gaten in de display-print en worden ook gesoldeerd. Monteer ook de draai-encoder aan de achterzijde

van de print. Bevestig het OLED-display aan het MCU-bord met vier kleine schroeven in de hoeken van het bord en gebruik moertjes als afstandhouders.

Veiligheid voor alles!

De voltooide en met elkaar verbonden printen moeten worden gemonteerd in een volledig geïsoleerde, transparante behuizing die voorkomt dat enig deel van de schakeling kan worden aangeraakt, behalve natuurlijk de as van de draai-encoder. Gebruik voor AC IN bij

voorkeur een male IEC-chassisdeel en voor AC OUT een female IEC-chassisdeel. Voor beide moet een passende opening in de behuizing worden gemaakt. Ga hiertoe niet zelf aan de knutsel en ga niet improviseren. Die chassisdelen zijn goedkoop en garanderen uw veiligheid. Gebruik ten slotte goedgekeurde netsnoeren om het apparaat van stroom te voorzien en de uitgangsstroom naar de motor of een andere AC-belasting te voeren. De vermogensprint en de controllerprint moeten elektrisch geïsoleerd worden bevestigd in de kunststof behuizing. In ons prototype gebruikten we nylon afstandhouders met aan een kant inwendige schroefdraad, zodat zelfs bij gebruik van metalen schroeven de elektrische isolatie gegarandeerd is.

Inspecteer alles grondig en vraag indien nodig een expert om zijn mening.

Testen

Zonder behuizing en zonder de interne bekabeling naar de IEC-in- en -uitgangen, mag de elektronica alleen worden getest door een ervaren technicus met



IN DE STORE

→ Eenfase 1-kW AC-motorsturing, vermogensprint v1.5
www.elektor.nl/150199-1

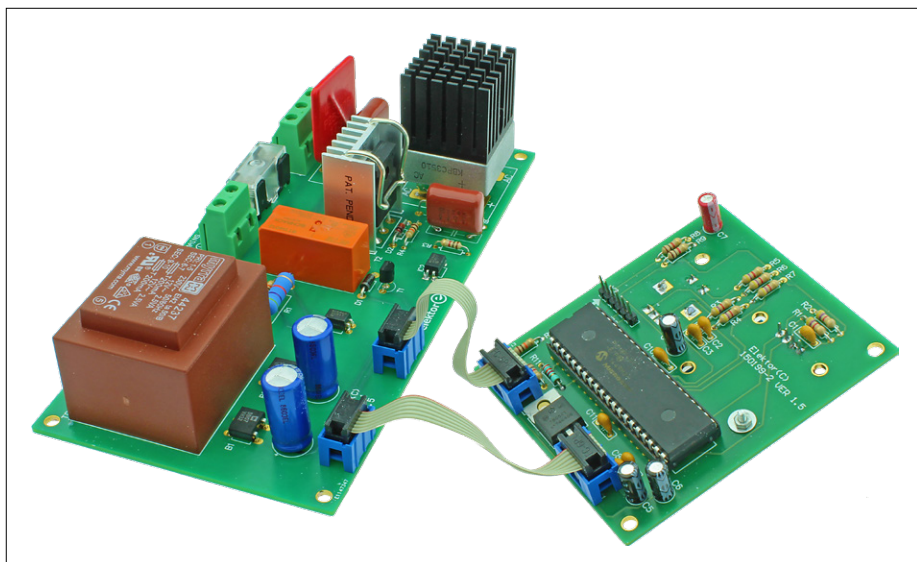
→ Eenfase 1-kW AC-motorsturing, controllerprint v1.5
www.elektor.nl/150199-2

→ Eenfase 1-kW AC-motorsturing, geprogrammeerde PIC18F45K22-E/P
www.elektor.nl/150199-41

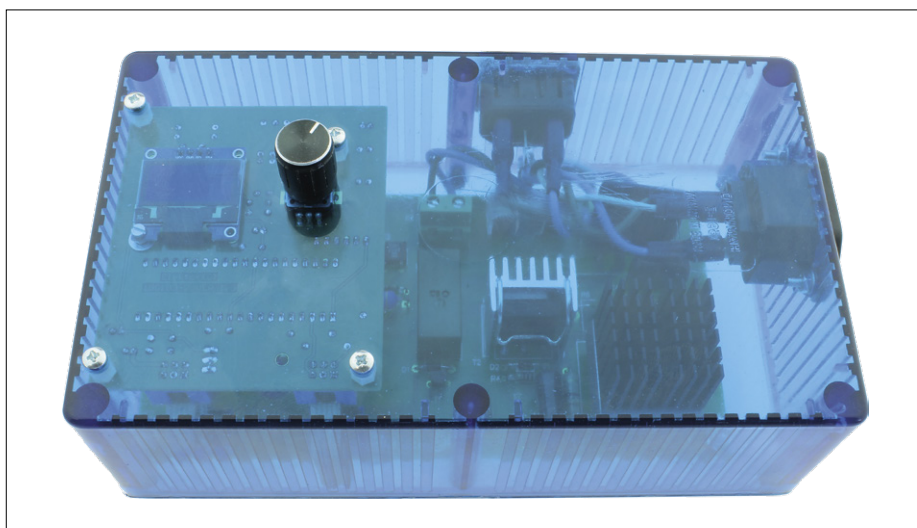
→ 0.96" 128x64 OLED-display, I²C, 4-pin
www.elektor.nl/blue-0-96-oled-display-i2c-4-pin

behulp van een goedgekeurde, volledig isolerende transformator. Een AC-belasting waarvan bekend is dat die goed werkt, zoals een 200... 500-W 230-V eenfase wisselstroommotor wordt op de uitgang aangesloten. Alle kabels van en naar de sturing moeten goedgekeurd en intrinsiek veilig zijn. Er mag verder helemaal niets op uw werktafel liggen!. Ga niet verder als een van de onderstaande stappen verkeerde of onduidelijke resultaten oplevert.

- Verbind de printen onderling met de twee 6-aderige flatcables met IDC-connectoren (**figuur 6**).
- Haal microcontroller IC2 uit zijn voetje (als u die al had ingeprikt).
- Sluit de geïsoleerde 230-V_{AC}-voeding aan op connector K2 op de vermogensprint.
- Controleer op het de controllerprint de voedingsspanning op pin 1 van IC1 pin 1 (ingang 7805); hier moet u 14...16 V_{DC} meten. Op pin 3 (de uitgang van de 7805) moet 5 V_{DC} staan.
- Controleer de spanning op de vermogensprint over de plus- en min-aansluitingen van gelijkrichter B2; hier zou u 14...16 V_{DC} moeten meten. Verwijder de geïsoleerde 230-V_{AC}-voeding en plaats IC2 op de controllerprint.
- Sla deze stap over als u de in onze shop verkrijgbare voorgeprogrammeerde controller (150199-41) gebruikt. Zo niet, programmeer dan de PIC met het hex-bestand dat hier gedownload kan worden [1] met behulp van een PIC-programmer zoals de PICKIT3. De netvoeding moet ingeschakeld zijn om de controller te kunnen programmeren. Schakel de geïsoleerde 230-V_{AC}-voeding uit en verwijder de ICSP-connector van de programmer van de controllerprint.
- Sluit een AC-motor aan op K4 zoals aangegeven in **figuur 5**.
- Sluit de geïsoleerde 230-V_{AC}-voeding aan; de OLED toont een welkomstbericht en biedt de eerste werkmodus: dat is 'Int.' – dat is periodesturing. Het motorvermogen moet 0% zijn. De draairichting wordt aangegeven in de rechterbovenhoek van het display.
- Als de motor onbelast is of niet in zijn normale montering of houder staat, moeten voorzorgsmaatregelen worden getroffen tegen schokkende



Figuur 6. De controllerprint en de vermogensprint worden verbonden met twee 6-aderige flatcables.



Figuur 7. Getest, goedgekeurd en goed beschermd in zijn blauw-transparante behuizing: de 1-kilowatt, AC-motorsturing met drie bedrijfsmodi.

Weblink

[1] Projectpagina bij dit artikel: <http://www.elektormagazine.nl/191142-04>

bewegingen, mechanische schokken of trillingen.

- Draai de encoder om het motorvermogen tot 100% op te voeren. Een korte druk op de as van de roterende encoder zou de draairichting telkens moeten omkeren (waarbij het motorvermogen telkens tot 0% wordt gereduceerd).
- Koppel de motor los.
- Controleer de driver-modi die beschikbaar zijn door lang op de as van de draai-encoder te druk-

ken. De weergave op het display moet de reeks [Int. → Lead. → Trail.] doorlopen.

Gefeliciteerd als alles in orde is. Monteer de elektronica in de behuizing en sluit alle bedrading aan. **Figuur 7** toont het prototype dat we in ons lab hebben opgebouwd en ingekast.

Daarmee komen we aan het einde van dit verhaal. Maar het belangrijkste is en blijft bij dit project: veiligheid voor alles! ◀

(191142-04)