

variateur pour moteur monophasé 1 kW

Trois modes de fonctionnement : commutation de cycle intégral, découpage de phase en début ou en fin de demi-période

Elektor Labs & Elektor Labs Inde

Ce variateur économique et facile à construire est conçu pour la commande de moteurs à courant alternatif, d'appareils électroménagers et d'outils électriques portables. Pour bien faire son travail, il utilise un µC pour mieux s'adapter aux charges, selon qu'elles sont inductives ou capacitives. Il supporte des charges jusqu'à 1 kW. Grâce au matériel conçu dans un souci d'adaptabilité, l'interface du circuit de commande du moteur peut être adaptée et améliorée pour répondre à vos besoins personnels.

Quand ils ont un moteur, beaucoup d'appareils électriques domestiques sont alimentés en courant alternatif, généralement sous 230 V, 50 Hz. Les plus récents ont souvent un régulateur de puissance électronique qui commande la vitesse du moteur. Les bons vieux moteurs à courant alternatif monophasés, utilisés p. ex. pour la ventilation, les pompes et les compresseurs, sont bon marché et disponibles facilement.

Considérations de conception

Ce circuit est conçu aussi bien pour des

moteurs à courant alternatif (c.a.) ordinaires que pour diverses charges pour lesquelles une régulation est nécessaire ou bénéfique. Il faut donc une interface qui permette à l'utilisateur de choisir la méthode de commande de puissance appropriée pour la charge utilisée. Notre variateur aura à jongler avec des charges aussi variées qu'un éclairage à LED de puissance, un projecteur halogène ou le réchaud électrique de Papy.

La mise en œuvre d'un afficheur OLED associé à un codeur rotatif avec bouton-poussoir permet de créer pour chaque

usage un tableau de bord simple, toujours lisible, extensible et intuitif.

Régulation du courant alternatif

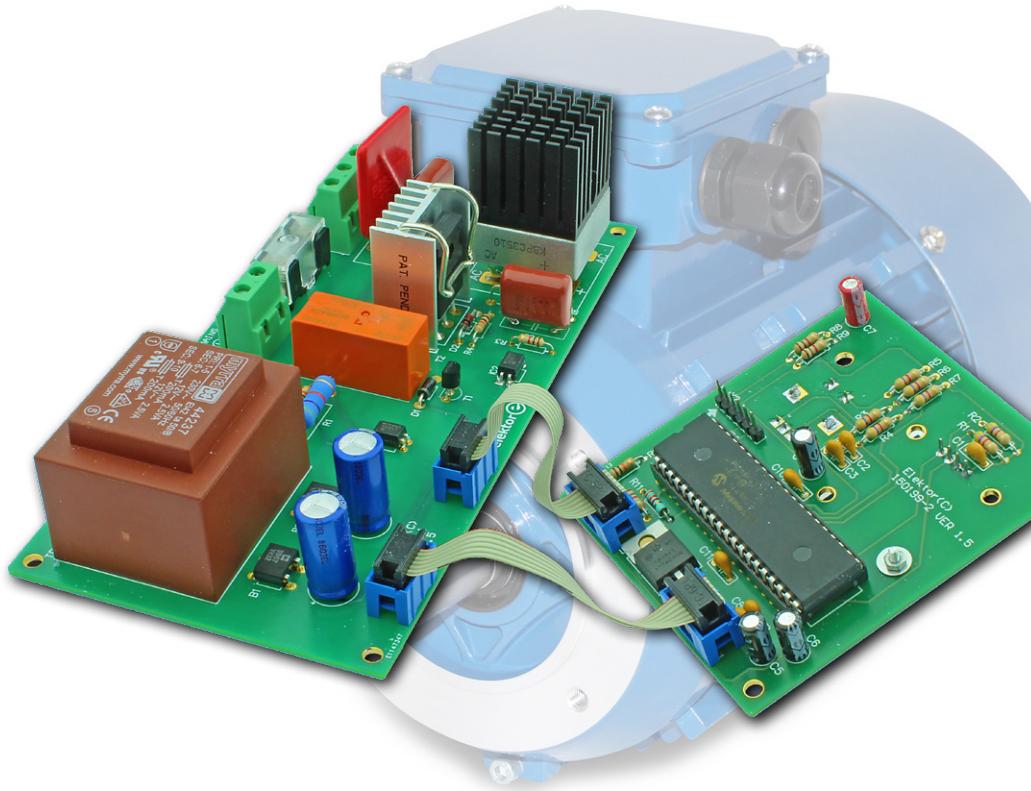
Voici quelques méthodes établies pour la régulation de la puissance d'une charge en c.a., un moteur par exemple.

1. Suppression de cycle intégral. Pour cette méthode de conversion directe du courant alternatif, on parle aussi de commande par train d'ondes. La suppression intégrale de cycles consiste à remplacer la tension alternative par une tension nulle pendant la totalité d'une ou plusieurs alternances.

Cela convient pour commander des charges électriques de forte puissance dont la constante du temps de réponse est beaucoup plus longue que la période du courant alternatif d'alimentation de la charge. Par exemple les éléments chauffants d'un réchaud électrique dont l'inertie thermique se mesure facilement en secondes. L'avantage de la commande par saut de cycle est la commutation du courant et de la tension de charge au moment précis où ils sont nuls. Les interférences électromagnétiques occasionnées sont pratiquement nulles et la tension électrique aux bornes de l'interrupteur au moment de la commutation est réduite, ce qui est propice à leur longévité.

Caractéristiques

- Sortie monophasée CA : 230 V, max. 1 kW
- Modes de fonctionnement :
 - commutation de cycle intégral
 - découpage de phase en début de cycle
 - découpage de phase en fin de cycle
- Afficheur OLED 2,4 cm / 0,96 pouces (lecture et paramétrage)
- Aucun CMS
- Connecteur à 3 voies pour moteur/charge
- Sens de rotation du moteur commandé par relais
- Circuit de commande interne isolé, avec µC PIC18F45K22
- Commande de marche avant/arrière par codeur rotatif
- Réglage de la puissance de sortie et de la vitesse du moteur par codeur rotatif
- Paramètres moteur/variateur de charge stockés dans l'EEPROM
- Démarrage progressif à partir de zéro en cas de changement de mode ou de sens



INFOS SUR LE PROJET	
	Moteur à courant alternatif contrôle de puissance gradateur PIC
	débutant → connaisseur expert
	env. 3 h
	outils de laboratoire standard, compilateur CCS Microchip et adaptateur de programmation Pickit (en option)
	env. 75 €

La plupart voire tous les types de charges électriques acceptent cette méthode, y compris les charges résistives, inductives (p. ex. les moteurs) et capacitatives. En mode *saut de cycle*, notre variateur supporte des charges jusqu'à 1 kW.

2. Découpage de phase. La régulation de la charge est faite en fonction de l'angle de phase de la tension alternative. Lors du passage par zéro de l'onde alternative, au début de chaque demi-cycle, l'interrupteur électronique qui commande la charge reste ouvert un certain temps, pendant lequel la charge ne reçoit donc aucun courant d'alimentation. Puis une impulsion commande sa fermeture de sorte que la charge est alimentée jusqu'à la fin de la demi-période. Pour réduire la puissance de la charge, on tarde donc plus ou moins la venue de cette impulsion de déclenchement après le début du cycle. Il y a en fait deux sortes de découpage de phase.

2a. Découpage de phase en fin de demi-cycle. Cette méthode dite *trailing-edge* est plus complexe que la méthode classique dite *leading-edge* (découpage de la phase en début de cycle). Elle requiert un dispositif de commutation plus complexe, avec MOSFET ou IGBT au lieu du triac et de la self des

gradateurs ordinaires. Le bénéfice est une gradation en douceur, silencieuse et sans parasites. En effet, l'interrupteur du gradateur, au lieu de se fermer brutalement, ce qui cause une irruption du courant dans la charge, s'ouvre en fin de demi-période, ce qui se traduit par une coupure du courant dans la charge. Le découpage de phase en fin de cycle accepte également une charge minimale plus faible (5 W). C'est le meilleur choix pour la gradation de petits luminaires modernes de faible puissance. Il favorise la longévité des ampoules à incandesc-

cence et halogènes, car le démarrage progressif épargne aux ampoules à filament le choc thermique de la mise sous tension à froid. Les gradateurs de fin de demi-cycle conviennent bien aux charges capacitatives, un gradateur de LED p.ex. qui fonctionnera sans scintiller. Cette méthode de régulation convient aux charges résistives et capacitatives, mais pas aux charges inductives, car celles-ci produisent de fortes impulsions de charge électromagnétique de retour, qui peuvent endommager le MOSFET du gradateur. Comme les courants de surtension sont

Choix de la méthode de régulation de puissance selon le type de charge et l'application en courant alternatif

Il est important de choisir le bon variateur/régulateur de puissance pour la charge à commander. La nécessité des deux formes de gradation s'explique par les différences entre les charges. Les régulateurs de puissance AC utilisés pour commander...

- les charges résistives et inductives telles que les lampes à incandescence, au néon, à cathode froide et à basse tension (inductives/magnétiques) devraient opérer par découpage de phase en **début de cycle** (LE) ou (FPC).
- les transformateurs électroniques avec leurs différentes caractéristiques de commutation doivent opérer par découpage de phase en **fin de cycle** (TE) ou (RPC).
- les charges électroniques basse tension telles que les petites alimentations à découpage avec leur entrée capacitive (avec un décalage entre courant et tension) requièrent une commande en **fin de cycle** (TE). Les gradateurs TE ou RPC utilisent des transistors tels que les transistors FET ou IGBT comme commutateurs de puissance au lieu des dispositifs classiques à triac ou thyristors.

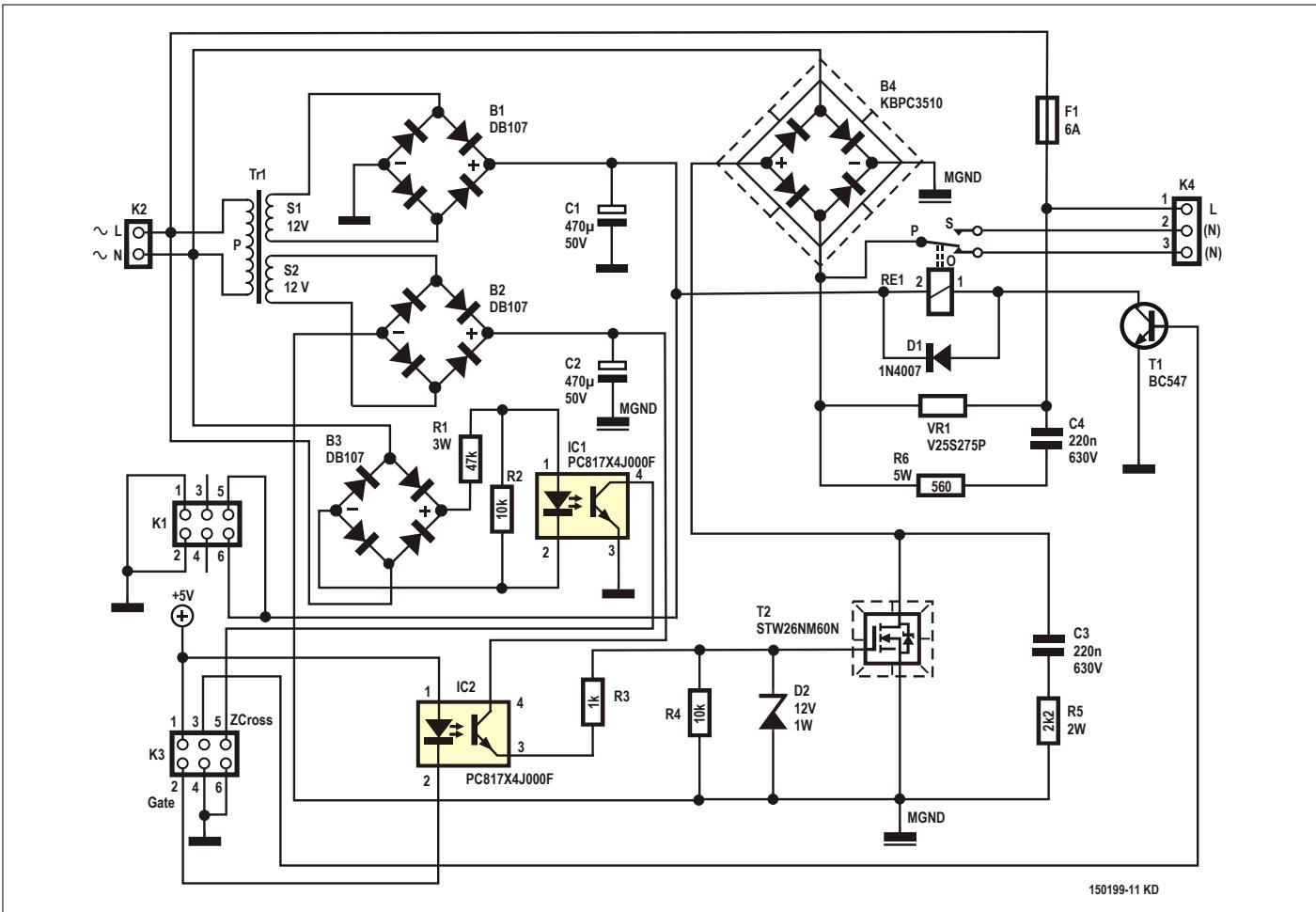


Figure 1. Schéma de la carte de l'électronique de puissance. Notez les deux potentiels de masse : GND avec son symbole habituel et MGND (masse du moteur) marqué différemment. Pour assurer la sécurité électrique, la masse GND et la masse MGND doivent être séparées.

Pourquoi utiliser un gradateur à découpage de phase en fin de cycle ?

Le gradateur ordinaire utilise un triac amorcé à chaque demi-cycle de l'onde sinusoïdale. Ces gradateurs se caractérisent par le flanc ascendant raide quand l'onde est découpée dans la phase qui suit le passage par zéro de l'onde. Plus le triac est amorcé tôt après le passage par zéro de la tension du réseau, plus la charge reçoit de courant alternatif. Plus l'amorçage du triac est retardé après le passage par zéro, moins la charge verra circuler de courant alternatif. La puissance est donc réduite en proportion. Une fois le triac amorcé, il reste conducteur jusqu'à ce que l'intensité du courant qui le traverse passe sous le seuil dit de maintien. Passé ce seuil, le triac ne conduit plus. Comme un triac est bidirectionnel, ceci vaut aussi bien pour les alternances négatives que positives.

Les problèmes causés par les gradateurs à triac utilisés avec des charges électroniques viennent de la rapidité du triac quand il se met à conduire : il se produit une irruption de courant de forte intensité dans la charge, ce qui peut endommager les condensateurs et d'autres composants. Il faut donc éviter les gradateurs à triac avec les lampes électroniques, fluo-compactes (CFL) ou à LED.

Un gradateur à triac ne malmène pas seulement l'électronique de la lampe, mais il perd lui-même sa référence lorsqu'il est utilisé avec une charge électronique.

En revanche, on retiendra qu'avec des charges inductives, comme les transformateurs à noyau en fer ou les moteurs de ventilateur, ces gradateurs à triac peuvent être utilisés.

d'une intensité modérée, notre régulateur peut, dans ce mode, réguler des charges jusqu'à 1 kW.

2b. Découpage de phase en début de demi-cycle : On parle de *leading-edge* (LE) ou *forward-phase control* (FPC) pour ce mode de régulation de puissance qui convient pour les charges résistives et inductives telles que les moteurs, les lampes à incandescence, les néons, les lampes à cathode froide et les lampes basse tension (inductives/magnétiques).

Puisqu'elle se présente comme une charge fortement capacitive (tension déphasée par rapport au courant), une alimentation à découpage à basse tension de sortie est incompatible avec la régulation en début de cycle, mais peut être utilisée avec un gradateur à découpage de phase en fin de cycle. Avec cette méthode, l'intensité des courants d'irruption est très élevée. Dans ce mode, nous avons testé ce gradateur avec des charges jusqu'à 350 W.

Électronique de puissance

Sur le schéma (**fig 1**), Tr1 est un transformateur à double secondaire de 12 V. La tension sur S1 est redressée par le pont B1 (DB107) et sert à établir la tension d'alimentation +5 V du µC. L'autre secondaire alimente le redresseur B2 (un autre DB107) pour la section de commande de puissance, isolée de la section µC par un optocoupleur IC2 (PC817X4J000F). Ceci évitera tout bruit et toute charge excessive du rail d'alimentation du µC. Le signal de commande de grille créé par le µC passe par IC2 afin d'isoler le µC de la section de puissance. Le redresseur B3 et l'optocoupleur IC1 détectent le passage par zéro de la tension du secteur et le signalent au µC. IC1 contribue lui aussi à isoler le µC des potentiels dangereux qui règnent sur ce circuit.

Le régulateur de puissance proprement dit est constitué du MOSFET de puissance T2 (STW26NM60N) et du redresseur de puissance B4 (KBPC3510). Le MOSFET est connecté aux bornes (DC) +VE et -VE de B4, tandis que les bornes AC sont en série avec AC-N (neutre), AC-L (phase) et la charge. Cette configuration astucieuse permet de couper la tension alternative à n'importe quel angle de phase avec un seul MOSFET au lieu de deux (l'un pour le cycle

+VE de l'onde alternative et l'autre pour son cycle -VE).

Pour contenir la dissipation de puissance, le MOSFET choisi présente une faible $R_{DS(on)}$; dans le pire des cas, elle est d'environ 3,5 W. Un radiateur ne devient nécessaire que lorsque le gradateur est chargé au maximum avec 1000 W. Le pont B4 doit également être équipé d'un radiateur, car sa dissipation peut atteindre 10 W, toujours avec la charge maximale de 1000 W.

Pour mettre en œuvre la méthode de limitation de puissance en fin de demi-cycle, avantageuse comme expliqué ci-dessus et dans l'encadré '**Sélection de la méthode de régulation de la puissance en courant alternatif selon le type de charge et l'application**', c'est un MOSFET de puissance qui remplace le traditionnel triac. La résistance R5 et le condensateur C3 forment l'amortisseur du MOSFET T2 et aident à supprimer les pics de tension causés par les inductances du circuit. La résistance R6 et le condensateur C4 ont la même fonction. La varistance à oxyde métallique (MOV) VR1 est utilisée pour éviter les surtensions transitoires. Le bornier K4 est le connecteur de sortie du moteur ou d'un autre type de charge comme indiqué ci-dessus.

Le relais RE1 est commandé par le µC à travers le transistor T1, pour inverser le sens du moteur en sélectionnant différents enroulements à l'aide du connecteur K4. Le fusible F1 à retardement ('T') protège le circuit de commande contre un courant de charge excessif.

Carte à microcontrôleur

Sur la **fig. 2**, le microcontrôleur programmé IC2 PIC18F45K22-E/P gère la commande de la puissance de sortie c.a. en envoyant les signaux appropriés à IC2 sur la carte de régulation de puissance. Le connecteur K2 permet de programmer le µC en mode ISCP. Par le connecteur K1 arrive la tension d'alimentation que le régulateur IC1 ramène à +5 V. K3 transmet les signaux entre la carte µC et l'alimentation.

Le µC produit les signaux d'affichage pour l'afficheur OLED1 de 2,4 cm de diagonale ainsi que les signaux d'interface pour ENC1. L'afficheur OLED communique par I²C. Il donne sous forme de barre la puissance de sortie du variateur, le sens de rotation, ainsi que les trois modes de fonctionnement.

C'est l'heure du logiciel !

Le logiciel du PIC18F45K22 a été écrit avec le compilateur CCS gratuit de Microchip [**1**]. La fréquence interne est de 64 MHz,

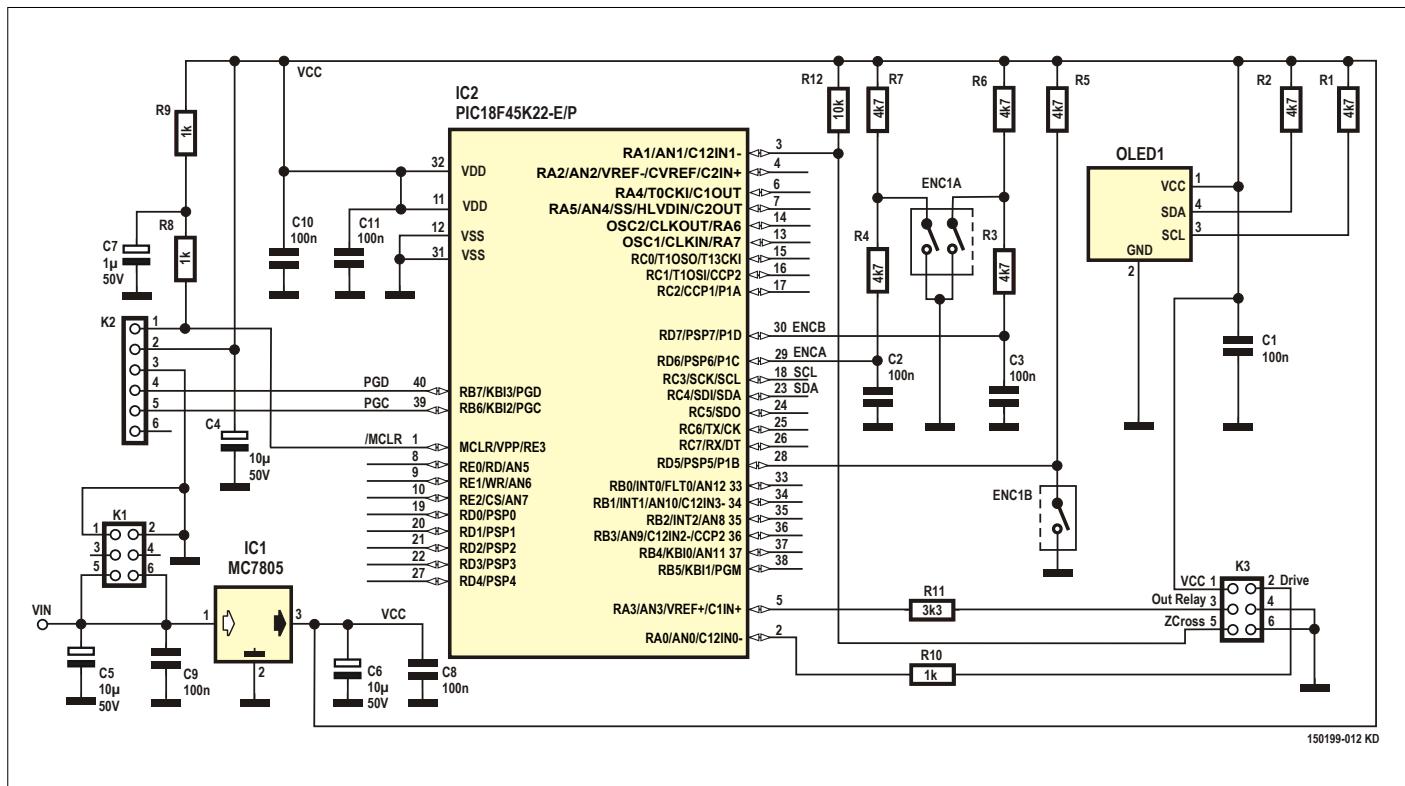


Figure 2. Schéma de la carte d'interface µC/utilisateur, avec le microcontrôleur PIC, le codeur rotatif et l'afficheur OLED.

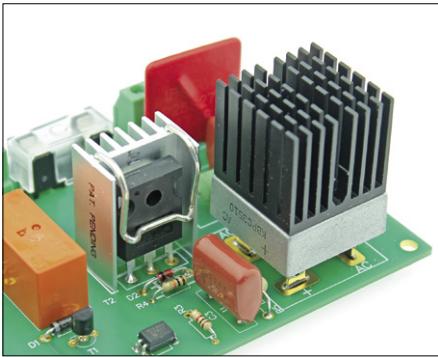


Figure 3. Le redresseur B4 est refroidi par un radiateur collé dessus (coussin thermique collant). Le MOSFET T2 est également refroidi par un radiateur spécial fixé. On aperçoit l'isolateur en céramique.

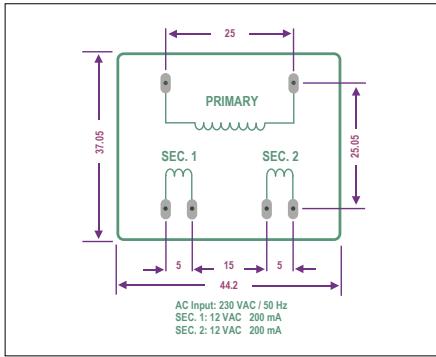


Figure 4. Brochage et disposition mécanique du transformateur d'isolement Myrra 44237.

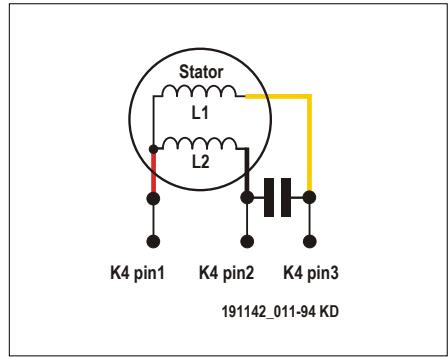


Figure 5. Connexions typiques d'un moteur à courant alternatif sur K4. Repérez soigneusement les fils de l'enroulement principal, l'enroulement de démarrage et du condensateur déphaseur.

l'horloge centrale est donc à 16 MHz. À la mise sous tension apparaît un message de démarrage suivi des paramètres et réglages du système. Grâce à la détection du passage par zéro de l'onde sinusoïdale, le MOSFET peut être activé ou désactivé à des intervalles précis en fonction du mode de commande de puissance sélectionné.

La largeur de l'impulsion nécessaire pour la gradation par découpage de phase est obtenue à l'aide de `timer0`. En mode de découpage en fin de cycle, `timer0` déclenche une interruption à la fin du cycle, et au début du cycle dans l'autre mode. Ensuite, en fonction de la puissance en courant alternatif souhaitée par l'utilisateur, le µC commande le MOSFET en conséquence et fournit de l'énergie à la charge, en progressant *en douceur* de zéro jusqu'à la puissance réglée. L'opération est similaire pour obtenir une variation de puissance progressive quand l'utilisateur modifie le niveau de puissance de consigne tandis que le moteur est déjà en marche. Il faut éviter les saccades qui endommageraient le moteur.

L'interface utilisateur est simple. Elle lui permet de régler la puissance et le sens de rotation du moteur, et de choisir le mode de régulation en courant alternatif. En tournant le bouton, vous faites varier la puissance de sortie entre '0' et '100'. Une pression longue sur l'axe du codeur sélectionne la méthode de commande. Une courte pression inverse le sens du moteur.

Remarque importante : Avec des charges inductives telles que transformateurs ou moteurs à noyau en fer, ne jamais tenter la régulation de puissance par découpage en fin de cycle.

Cela engendre de très fortes pointes de courant et de tension susceptibles d'endommager ou de détruire le gradateur, la charge ou les deux.

Pour votre sécurité, le logiciel affiche un message d'avertissement quand ce mode (*trailing-edge*) est activé.

L'inversion du sens de rotation du moteur entraîne d'abord une réduction totale de la puissance de sortie, car le moteur doit d'abord être arrêté, au risque d'endommager l'enroulement du moteur, le variateur, voire les deux.

Quand vous choisissez le mode *trailing-edge*, un message d'avertissement est affiché pendant 10 secondes. Si vous souhaitez rester dans ce mode, il faut appuyer sur un bouton, sinon l'appareil repasse de lui-même en mode de découpage en début de cycle.

Construction

Les potentiels dangereux qui règnent sur certaines parties de ce circuit expliquent sa division en deux cartes à monter impérativement dans un boîtier en plastique, l'électronique de puissance (150199-1) et la carte µC (150199-2).

Les cartes sont certes interconnectées, mais suffisamment bien isolées électriquement pour répondre aux normes de sécurité électrique. Le boîtier en plastique dur du gradateur est fermé et ne comporte que des connecteurs d'entrée et de sortie de type IEC.

Nous enjoignons les débutants en électronique à ne pas se lancer dans ce projet sans l'aide ou la supervision d'un électronicien confirmé et familier avec les règles d'installation sous 230 V et informé de tous les dangers liés à ces potentiels mortels.

Électronique de puissance

Examinez les photos de la carte, la liste des composants et leur implantation. La carte **simple-face** est spacieuse, **et tous les composants sont traversants**.

Commencez par souder les composants les moins encombrants (résistances, diodes). Laissez un peu d'espace entre la carte et R1, R5 et R6 (environ 2 mm), car ces résistances chauffent. La silhouette marquée 'HS1' est celle du radiateur du MOSFET T2. Un isolateur en céramique ou en mica épais doit être utilisé entre le radiateur et la surface métallique à l'arrière du MOSFET. Quant au radiateur HS2, il faut le coller sur B4 (**fig. 3**).

Le transfo d'isolement Tr1 est crucial pour la sécurité électrique du projet et ne doit jamais être remplacé par un autre transfo monté en dehors de la carte. Il s'agit d'un petit modèle de puissance entièrement encapsulé de type 44237 de la marque Myrra avec 2 × 12 V, 2 × 2,5 VA au secondaire et un **seul primaire 230 V 50/60 Hz**. La **figure 4** montre l'empreinte et le brochage du transformateur Myrra.

La ligne L et les fils du moteur se connectent sur de robustes borniers à vis pour circuit imprimé (K2 & K4). Pour votre bien-être et pour continuer de savourer encore longtemps les projets d'Elektor, ne trichez pas en soudant des fils à la carte. Utilisez les borniers à vis recommandés. Le support du fusible F1 doit être muni d'un capot en plastique qui recouvre intégralement le fusible et les bornes.

Carte du microcontrôleur

Ici aussi, tous les composants sont traversants, y compris le µC ! Prévoyez un support classique à 40 broches. Montez

l'afficheur OLED à 4 broches (spécifié par Elektor et pas un autre qui lui ressemblerait, mais n'aura peut-être pas le bon brochage) **au verso de la carte à l'aide** d'un connecteur SIL à 4 broches dont les broches longues sont insérées dans les trous du côté de l'afficheur. Les broches courtes passent dans les trous de la carte de l'afficheur et sont également soudées. Montez également le codeur rotatif au verso de la carte. Fixez l'écran OLED à la carte µC à l'aide de quatre petites vis dans les coins de la carte et utilisez des écrous comme entretoises.

Sécurité d'abord !

Les cartes terminées et interconnectées doivent être montées dans un boîtier totalement isolé et transparent qui empêche tout contact avec une partie du circuit, à l'exception bien sûr de l'axe du codeur rotatif. Le connecteur du cordon d'alimentation est de préférence une prise mâle IEC sur châssis. Le connecteur Motor OUT est une prise femelle IEC. Pour l'un et l'autre, il faut un orifice dans le boîtier. Ne fabriquez jamais ces connecteurs vous-même et ne vous contentez pas de solutions bri-

colées. Ces composants sont très bon marché et offrent la sécurité indispensable. Utilisez des cordons d'alimentation homologués pour alimenter l'appareil et fournir la puissance de sortie au moteur ou à une autre charge.

La carte de commande du moteur et la carte µC doivent être immobilisées, isolées électriquement à l'intérieur du boîtier en plastique. Notre prototype utilise des entretoises en nylon avec filetage intérieur à une extrémité. Elles garantissent l'isolation même fixées par des vis métalliques à l'extérieur.



LISTE DES COMPOSANTS

Carte de l'électronique de puissance 150199-1

Résistances

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

Condensateurs

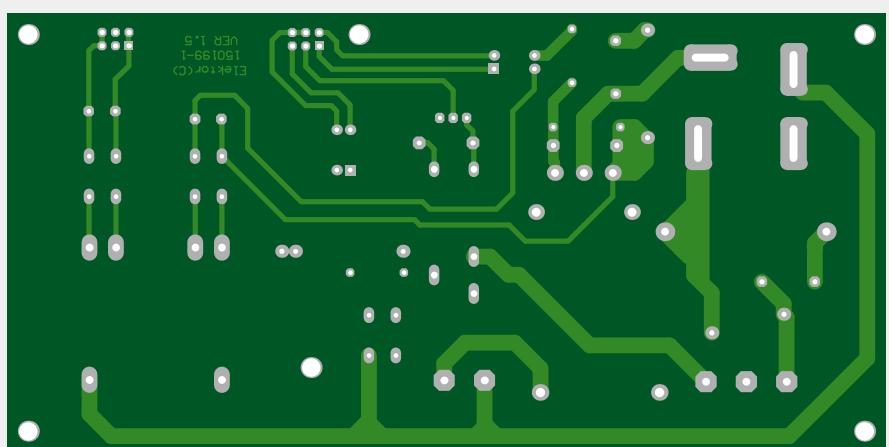
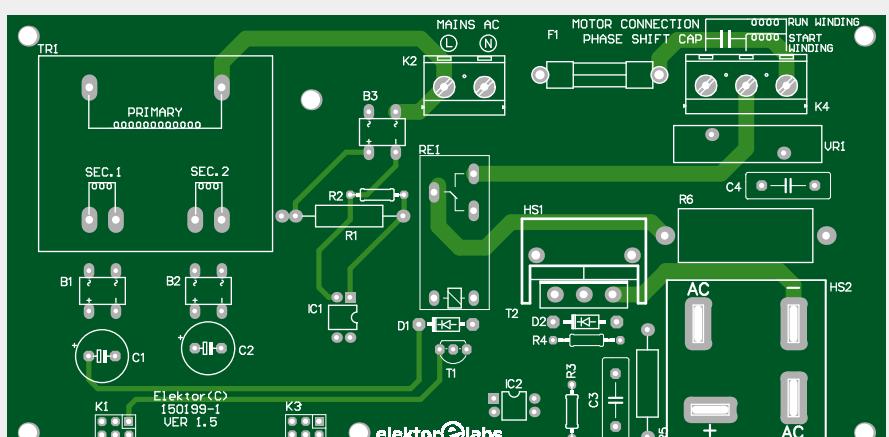
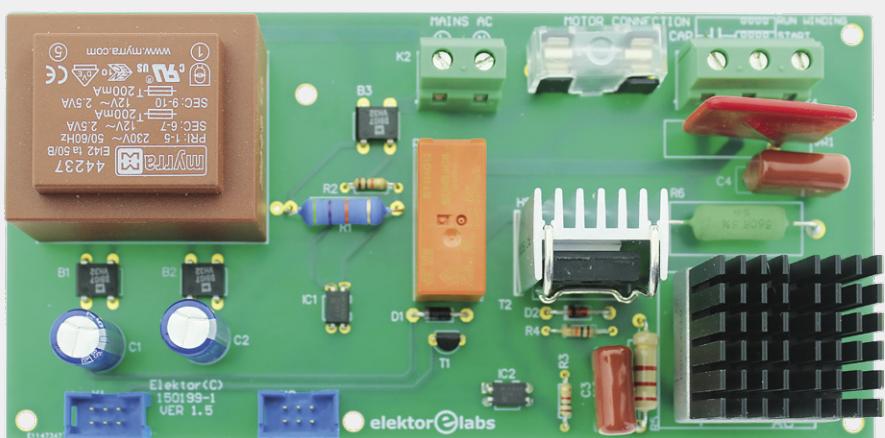
C1,C2 = 470 µF, 50 V
 C3,C4 = 0,22 µF, 630 VDC, MPET

Semi-conducteurs

B1,B2,B3 = redresseur DB107, 1000 V, 1 A
 B4 = redresseur KBPC3510, 1 kV, 35 A
 D1 = 1N4007-T
 D2 = 1N4742A, 12 V, 1 W zener
 IC1,IC2 = optocoupleur PC817X3NSZ1B
 T1 = BC547B
 T2 = STW26NM60N, 20 A, 600 V,
 MOSFET canal N

Divers

K1,K3 = connecteur à 6 voies (2x3)
 K2 = bornier à vis pour C.I. à 2 voies, pas 0,3" (7,62 mm)
 K4 = bornier à vis pour C.I. à 3 voies, pas 0,3" (7,62 mm)
 HS1 = radiateur TO-247 type WV-T247-101E
 HS2 = radiateur type 658-60ABT1E (avec adhésif)
 F1 = 6 A (T) retardé, 5x20 mm
 porte-fusible pour montage sur circuit imprimé, 5x20 mm, avec capot
 RE1 = G2R-14-DC12 (Omron)
 TR1 = transfo d'isolement, 2 x 12 V, 200 mA, 230 V primaire, type Myrra 44327, Farnell # 1214601
 VR1 = varistor V25S275P, 275 VAC 470J, 700 V clamp, pas 25 mm
 Circuit imprimé 150199-1 v.1.5 dans l'e-choppe www.elektor.fr





LISTE DES COMPOSANTS

Carte µC 150199-2

Résistances

R1 à R7 = 4,7 kΩ 5 %, 250 mW, 250 V
 R8,R9,R10 = 1 kΩ 5 %, 250 mW, 250 V
 R11 = 3,3 kΩ 5 %, 250 mW, 250 V
 R12 = 10 kΩ 5 %, 250 mW, 250 V

Condensateurs

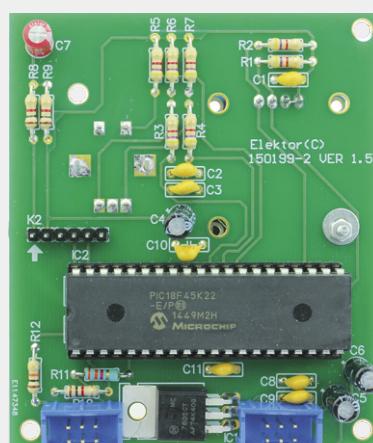
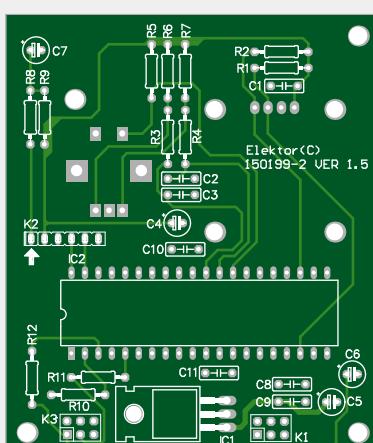
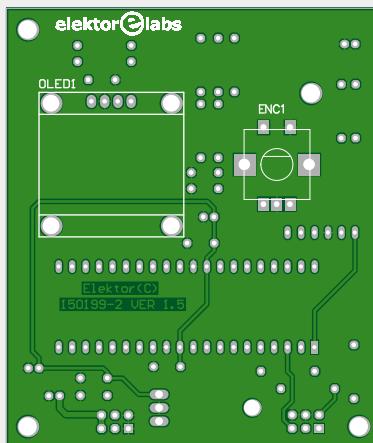
C1,C2,C3,C8 à C11 = 0,1 µF, 50 V
 C4,C5,C6 = 10 µF 50 V, électrolytique
 C7 = 1 µF 50 V, électrolytique

Semi-conducteurs

IC1 = MC7805CTG
 IC2 = PIC18F45K22-E/P programmé
 150199-41

Divers

K1,K3 = connecteur 6 voies (2x3)
 K2 = SIL à 6 voies, pas de 2,54 mm
 LCD1= afficheur OLED 2,4 cm 0,96", I²C, de l'e-choppe d'Elektor, SKU 18747
 ENC1 = capteur rotatif avec bouton-poussoir, Alpes EC12E2424407
 support de circuit intégré DIP 40 broches, pas de 2,54 mm
 câble en nappe 6 brins et 4 connecteurs IDC pour les interconnexions de cartes K1,K3
 circuit imprimé 150199-2 v1.5



70% de la taille réelle

Inspectez soigneusement toute votre construction et n'hésitez pas à demander le conseil d'un expert.

Tests

Hors de son boîtier et sans le câblage interne vers l'entrée et la sortie, l'électronique ne doit être testée que par un électronicien expérimenté, équipé d'un transformateur homologué et entièrement isolé. Pour mettre le circuit à l'épreuve, il est recommandé d'utiliser une charge de qualité, p. ex. un moteur CA mono-

phasé 230 V de 200 à 500 W. Tout le câblage de sécurité à destination et en provenance du circuit de commande du moteur doit être homologué. Votre établi doit être dégagé. Si l'une des étapes ci-dessous donne des résultats incertains, ne continuez pas.

- Interconnectez les cartes avec les deux câbles plats IDC à 6 brins (**fig. 6**).
- S'il est déjà implanté, retirez le µC IC2 de son support.

- Raccordez l'alimentation 230 V (isolée) de manière à ce que cette tension atteigne le connecteur K2 de la carte de puissance.
- Sur la carte µC, vérifiez la tension d'alimentation sur la broche 1 d'IC1 (entrée 7805), elle doit indiquer 14 à 16 V_{CC}. La broche 3 (sortie 7805) doit indiquer 5 V_{CC}.
- Sur la carte de puissance, vérifiez la tension sur les broches + et — du redresseur B2 ; elle doit indiquer 14 à 16 V_{CC}.
- Débranchez l'alimentation 230 V isolée et implantez lePIC IC2 sur la carte µC.
- Sautez cette étape si vous utilisez le µC préprogrammé 150199-41 fourni par Elektor. Sinon, programmez le PIC avec le fichier hexadécimal [1] en utilisant un programmeur PIC comme le PICKIT3. L'alimentation doit être sous tension pour que l'appareil puisse être programmé. Couper l'alimentation 230 V isolée, retirez le connecteur ICSP du programmeur de la carte µC.



@ WWW.ELEKTOR.FR

→ Variateur pour moteur monophasé 1 kW, carte de puissance v.1.5
www.elektor.fr/150199-1

→ Variateur pour moteur monophasé 1 kW, carte µC v.1.5
www.elektor.fr/150199-2

→ Variateur pour moteur monophasé 1 kW, PIC18F45K22-E/P programmé
www.elektor.fr/150199-41

→ afficheur OLED 128x64 0,96 pouces, I²C, 4 broches
www.elektor.fr/blue-0-96-oled-display-i2c-4-pin

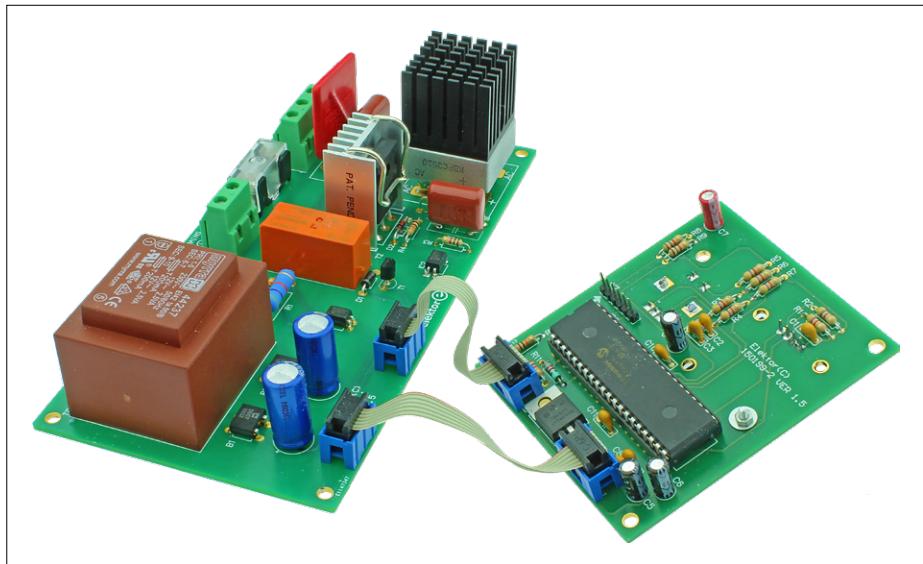


Figure 6. La carte μC et la carte électronique de puissance connectées par deux câbles plats à 6 brins.

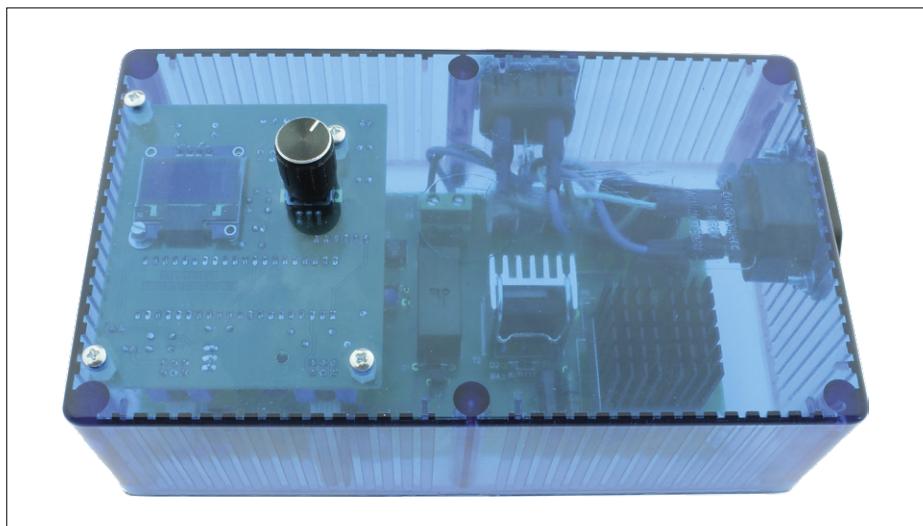


Figure 7. Testé, approuvé et bien protégé dans son boîtier bleu transparent : le variateur 1 kW à 3 modes de gradation.

Lien

[1] La page de ce projet : www.elektormagazine.com/191142-01

- Connectez le moteur à courant alternatif à K4 comme indiqué sur la **fig 5**.
- Raccordez l'alimentation 230 V isolée ; l'OLED affichera le message de bienvenue et offrira le premier mode de fonctionnement : soit «Int» pour la régulation par train d'ondes. La puissance du moteur doit être de 0 %. Le sens du moteur est indiqué dans le coin supérieur droit de l'afficheur.
- Si le moteur tourne à vide ou hors de son support normal, des précautions doivent être prises en cas de secousses, de chocs mécaniques ou de vibrations.
- Tournez le codeur pour faire varier la puissance du moteur jusqu'à 100 %. Une courte pression sur l'axe du codeur rotatif devrait avoir pour effet l'inversion du sens de rotation du moteur à 0 % de la puissance à chaque fois.



- Débranchez le moteur.
- Parcourez les modes de gradation disponibles en appuyant longuement sur l'axe du codeur rotatif : les modes défilent en boucle [Int.—Lead — Trail.].

Tout va bien ? Bravo !
Remontez les cartes et rebranchez tous les câbles dans le boîtier cette fois, puis fermez-le (**fig. 7**). ▶

191142-02