

Comment alimenter en 12 volts

les ampoules à économie d'énergie

Très probablement, ces ampoules d'un blanc laiteux à économie d'énergie* et à grande longévité brillent-elles déjà partout dans votre maison où elles ont remplacé, douille à douille, il y a belle lurette, leurs fragiles ancêtres gourmandes en électricité. Puisque vous nous avez submergés de questions à leur sujet, nous allons tenter dans cet article de satisfaire votre curiosité... et vous proposer de réaliser un montage assez original.



Beaucoup de lecteurs nous ont écrit pour nous dire qu'ils avaient essayé d'alimenter ces ampoules à économie d'énergie 230 V avec un convertisseur 12 Vcc / 230 Vca pour néons 18 W, sans parvenir à les allumer, alors que les tubes fluorescents s'éclairaient normalement. En fait, vous êtes nombreux à vouloir alimenter les lampes à économie d'énergie secteur 230 V à partir d'une batterie de 12 V. L'intérêt est évident en voiture, en camping-car ou pour profiter de l'énergie solaire (d'autant que les lampes basse tension prévues pour le solaire sont très chères!). Comment, donc, réaliser un convertisseur 12 V / 230 V pour qu'il allume aussi les ampoules à économie d'énergie secteur 230 V que l'on a chez soi et qui, de plus en plus souvent, sont en promotion à bas prix dans les grandes surfaces de bricolage ou de soldes.

Les lampes à économie d'énergie

Ces ampoules à basse consommation et haute efficacité sont totalement différentes des tubes fluorescents ordinaires, non seulement par la forme et la couleur, ce que vous voyez vous-même, mais surtout par le fonctionnement.

Les ampoules fluorescentes, en effet, utilisent un "starter" et un réacteur et fonctionnent avec le secteur à 50 Hz, alors que pour allumer les lampes à économie d'énergie, en revanche, il faut une fréquence beaucoup plus élevée allant, selon les marques et les modèles, de 30 à 80 kHz.

Mais, vous demandez-vous, d'où peut bien venir une telle fréquence? EdF ne délivre-t-il pas depuis l'aube des temps (ou presque...) le 50 Hz immuable que nous connaissons si bien? De plus les ampoules à économie d'énergie ne sont-elles pas immédiatement substituables aux ampoules à filament? Eh bien oui, justement, la source de cette fréquence élevée est dans l'ampoule elle-même, dans l'embase exactement. Si vous l'ouvrez, comme nous l'avons fait pour prendre les photos des figures 1 et 2, vous trouvez une petite platine avec des composants CMS servant à élever la fréquence du secteur 230 V 50 Hz à 30 à 80 kHz.

Pour satisfaire votre curiosité (c'est l'âme de la science!), nous donnons figure 3 un schéma électrique purement indi-

* par exemple, une 7 W éclaire autant, sinon mieux, qu'une 100 W à filament.



Figure 1: A l'intérieur du culot des ampoules à économie d'énergie se trouve un circuit électronique CMS destiné à élever la fréquence du secteur 50 Hz à une valeur de 30 à 80 kHz. Le schéma électrique de ce circuit est visible figure 3.

catif de ce circuit car, bien sûr, chaque constructeur a le sien propre. Mais, quel que soit le circuit employé, le fonctionnement est en gros le même : la tension secteur 230 V alternative 50 Hz est redressée par un pont redresseur,

ou par quatre diodes au silicium, la rendant continue et, étant donné que cette tension est lissée par un condensateur électrolytique, nous trouvons à ses extrémités une tension continue de 300 V. Cette tension est utilisée pour

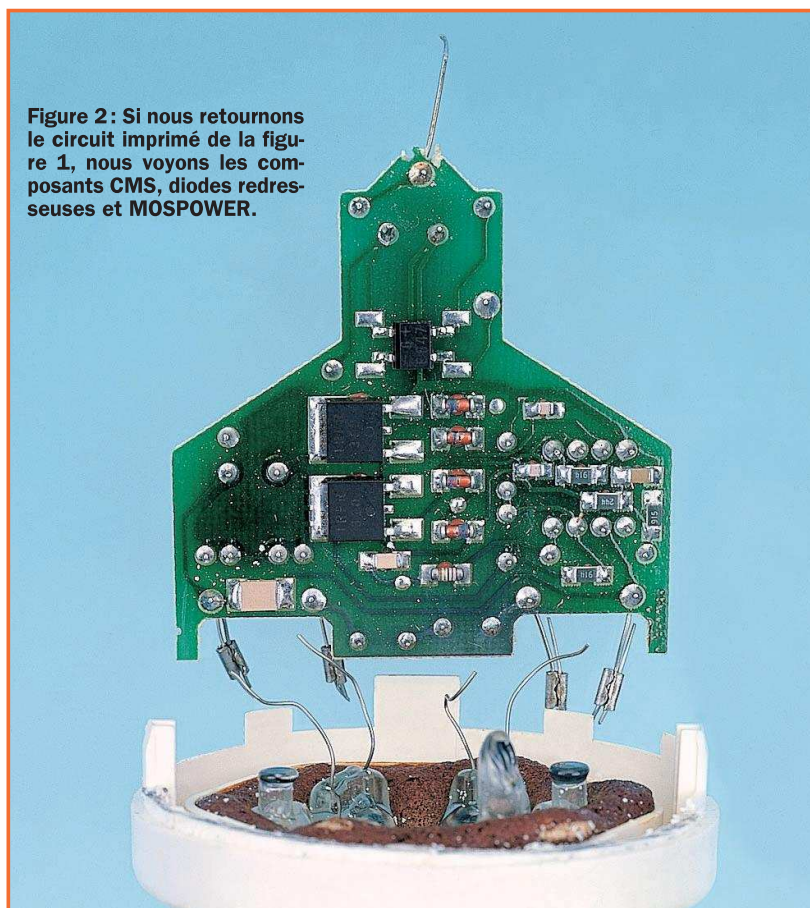


Figure 2: Si nous retournons le circuit imprimé de la figure 1, nous voyons les composants CMS, diodes redresseuses et MOSPOWER.

alimenter un étage constitué de deux MOSPOWER capables d'osciller sur 30 à 80 kHz. Cette fréquence est ensuite prélevée sur le secondaire d'un transformateur en ferrite et appliquée à l'ampoule à économie d'énergie pour en provoquer l'allumage (figure 3).

Les avantages de ces ampoules sont multiples :

- L'allumage est quasi instantané car elles n'utilisent ni "starter" ni réacteur, contrairement aux tubes fluorescents.
- Elles fonctionnent même à basse température et elles sont donc utilisables à l'extérieur même dans les contrées où la température est le plus souvent négative.
- Elles ne produisent aucun effet stroboscopique, car elles travaillent à une fréquence élevée.
- Elles peuvent être alimentées indifféremment en tension alternative 230 V 50 Hz ou en 300 V continu.

Le schéma électrique

Vous le trouverez figure 4 avec la liste des composants : nous l'avons conçu pour ces ampoules à économie d'énergie avec une tension continue de 12 à 15 V.

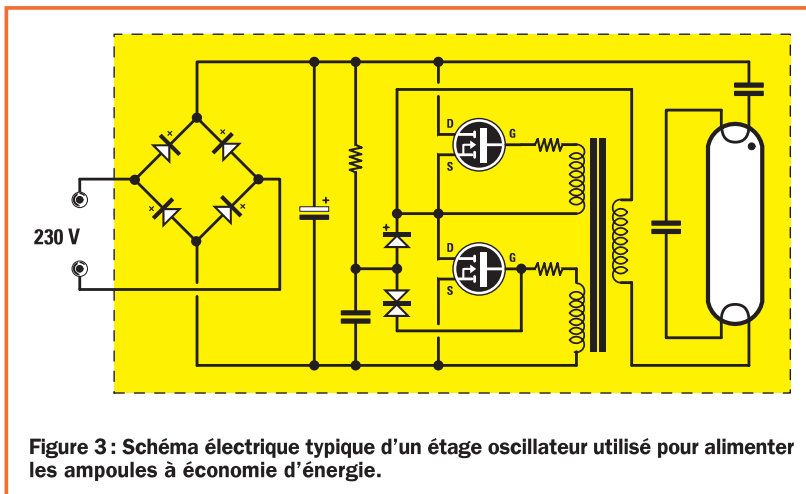
Commençons la description par IC1, un pilote à découpage SG3524 choisi pour piloter IC2 et IC3, pilotant à leur tour les quatre MOSPOWER finaux.

Note : si vous voulez en savoir plus sur le SG3524, nous vous conseillons de lire ou relire l'article *Un booster stéréo pour voiture EN1516 paru dans le numéro 45 d'ELM, où nous avons décrit les caractéristiques de ce circuit intégré.*

Des broches 14 et 11 de IC1 sortent des ondes carrées déphasées de 180° à une fréquence d'environ 60 kHz, car la fréquence produite par l'étage oscillateur est divisée par 2. Le calcul de la fréquence de travail de l'étage oscillateur interne lequel, comme le montre le schéma synoptique de la figure 8, correspond aux broches 6 et 7, dépend des valeurs des résistances et des condensateurs reliés à ces broches. Pour calculer cette fréquence, on utilise la formule :

$$\text{kHz} = 1\ 200 : (\text{nF} \times \text{kilohm})$$

Avec C6, montée entre la broche 7 et la masse, égal à 1 nF et R4, montée entre la broche 6 et la masse, égale à



10 kilohms, l'étage interne produit une fréquence de travail de :

$$1\ 200 : (1 \times 10) = 120\ \text{kHz}$$

Ceci du moins en théorie : dans le fonctionnement pratique, le résultat est à considérer comme approximatif car, à cause des tolérances, les valeurs réelles ne sont pas absolument celles nominales des composants et nous ne pensons pas seulement à la résistance et au condensateur, mais aussi au circuit intégré. Il n'est donc pas étonnant

qu'au lieu de produire une fréquence précise de 120 kHz, l'étage oscillateur interne produise plutôt une fréquence entre 100 et 130 kHz. Une chose est en tout cas certaine : à l'intérieur de ces extrêmes, le fonctionnement du circuit est absolument irréprochable (en fait ici la précision de la fréquence est sans importance).

Le signal à ondes carrées lequel, on l'a dit, sort des broches 11 et 14 de IC1 déphasé de 180° et à une fréquence diminuée de moitié par rap-

port à celle de l'oscillateur interne, est appliqué aux broches 2 de IC2 et IC3 (figure 4), soit des deux pilotes "half bridge" (demi-pont) IR2111 que nous avons mis en œuvre pour piloter les MOSPOWER finaux MFT1-MFT2 et MFT3-MFT4.

Ce sont IC2 et IC3 qui élaborent cette onde carrée déphasée et fournissent alternativement broches 2 et 4 des signaux logiques 1 et 0. Précisons : tant que sur la broche de sortie 7 de IC2 il y a un niveau logique 1, sur la broche opposée 4 se trouve un niveau logique 0 et, pendant ce temps, de la broche de sortie 7 de IC3 sort un niveau logique 0, alors que la broche opposée 4 est au niveau logique 1. Si vous n'êtes pas sûrs d'avoir bien compris comment IC2 et IC3 pilotent les quatre MOSPOWER finaux, essayez de comparer MFT1-MFT2 et MFT3-MFT4 à de simples relais se fermant en présence d'un niveau logique 1 et s'ouvrant avec un niveau logique 0.

Ceci dit, observons maintenant la figure 5 où nous avons dessiné ce qui se passe durant le premier cycle :

- MFT1 = à son entrée se trouve un niveau logique 1 et donc le MOSPOWER se ferme et conduit.

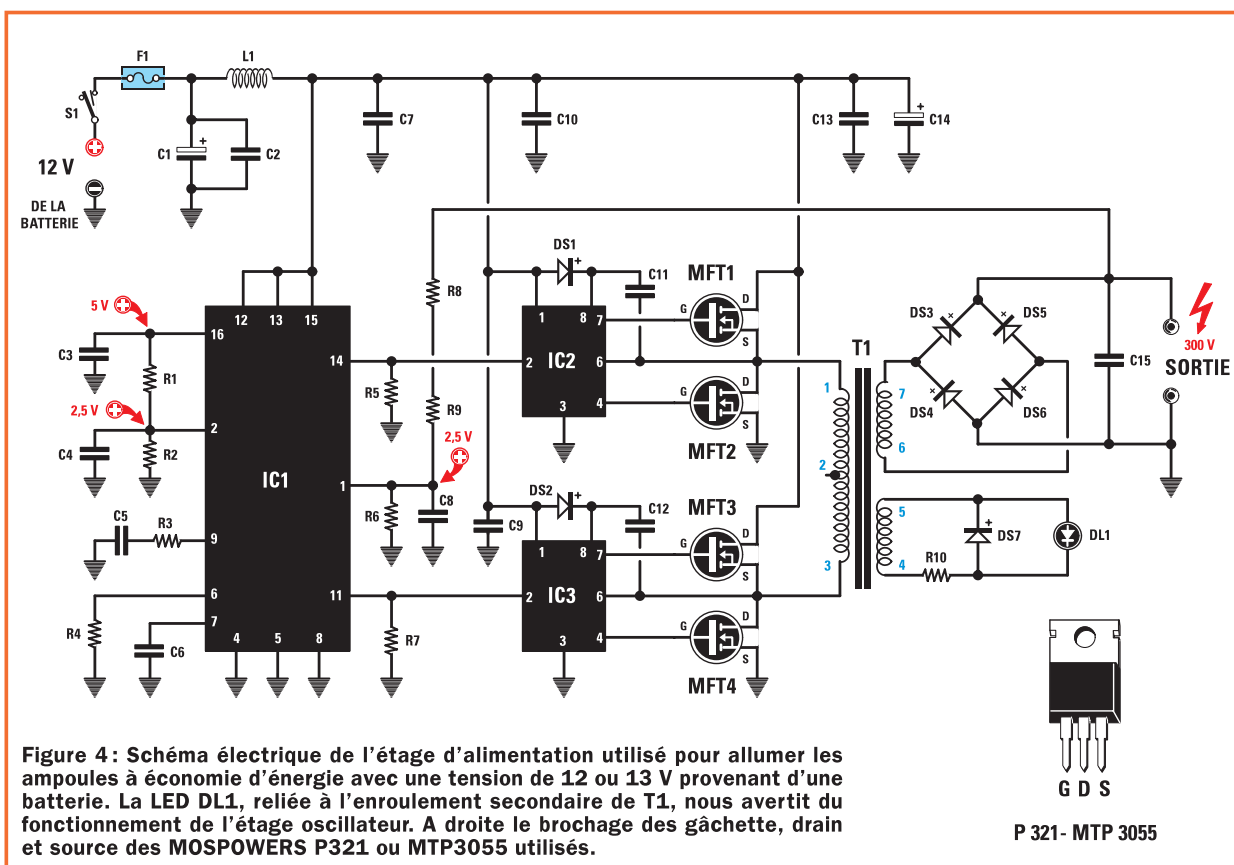


Figure 4: Schéma électrique de l'étage d'alimentation utilisé pour allumer les ampoules à économie d'énergie avec une tension de 12 ou 13 V provenant d'une batterie. La LED DL1, reliée à l'enroulement secondaire de T1, nous avertit du fonctionnement de l'étage oscillateur. A droite le brochage des gâchettes, drain et source des MOSPOWERS P321 ou MTP3055 utilisés.



P 321- MTP 3055

Liste des composants

- R1 5,6 kΩ
- R2 5,6 kΩ
- R3 47 kΩ
- R4 10 kΩ
- R5 1 kΩ
- R6 5,6 kΩ
- R7 1 kΩ
- R8 330 kΩ
- R9 330 kΩ
- R10 150 Ω
- C1 100 µF électrolytique
- C2 100 nF polyester
- C3 100 nF polyester
- C4 100 nF polyester
- C5 33 nF polyester
- C6 1 nF polyester
- C7 100 nF polyester
- C8 33 nF polyester
- C9 100 nF polyester
- C10 100 nF polyester
- C11 100 nF polyester
- C12 100 nF polyester
- C13 100 nF polyester
- C14 1 000 µF électrolytique
- C15 100 nF pol. 630 volts
- L1 8 spires fil 10/10 sur dia. 7 mm
- DS1 Diode schottky BYV36E
- DS2 Diode schottky BYV36E
- DS3 Diode schottky BYV36E
- DS4 Diode schottky BYV36E
- DS5 Diode schottky BYV36E
- DS6 Diode schottky BYV36E
- DS7 Diode schottky BYV36E
- DL1 LED
- MFT1 MOSFET de puissance P321 ou MTP3055
- MFT2 MOSFET de puissance P321 ou MTP3055
- MFT3 MOSFET de puissance P321 ou MTP3055
- MFT4 MOSFET de puissance P321 ou MTP3055
- IC1 Intégré SG3524
- IC2 Intégré IR2111
- IC3 Intégré IR2111
- F1 Fusible 5 A
- T1 Transfo mod. TM1298
- S1 Interrupteur

Toutes les résistances utilisées dans ce montage sont des 1/4 de W à 5 %.

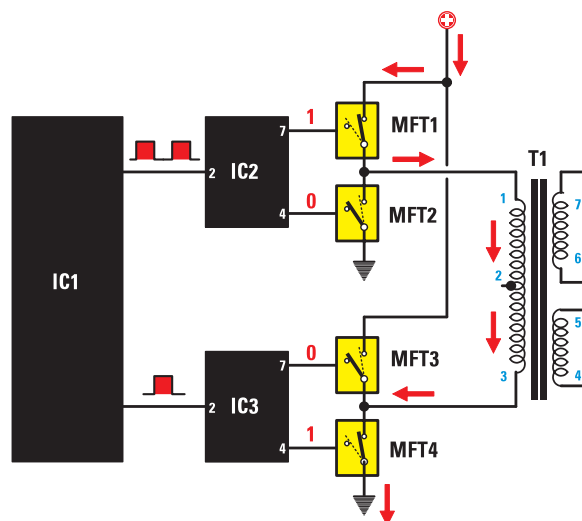


Figure 5 : Les sorties des deux circuits intégrés IC2 et IC3 pilotent quatre MOS-POWER représentés sur ce schéma comme des relais s'ouvrant et se fermant. Dans ce cycle la tension de 12 V, passant à travers le MOSPOWER MFT1, arrive sur l'enroulement primaire de T1 et, en passant à travers le MOSPOWER MFT4, se décharge à la masse.

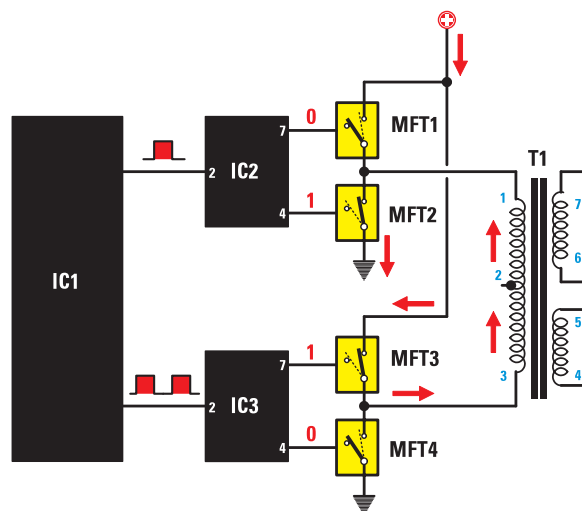


Figure 6 : Dans ce second cycle, la tension de 12 V passe à travers le MOS-POWER MFT3 puis, arrivant sur l'enroulement primaire de T1, se décharge à la masse en passant à travers le MOSPOWER MFT2. Nous vous rappelons que les sorties de IC2 et IC3, qui sont au niveau logique 1, ferment le MOSPOWER, alors que celles qui sont au niveau logique 0 l'ouvrent.

- MFT2 = à son entrée se trouve un niveau logique 0 et donc le MOS-POWER reste ouvert et ne conduit pas.
- MFT3 = à son entrée se trouve un niveau logique 0 et donc le MOS-POWER reste ouvert et ne conduit pas.
- MFT4 = à son entrée se trouve un niveau logique 1 et donc le MOS-POWER se ferme et conduit.

La tension positive de 12 à 15 V, passant à travers MFT1, atteint le primaire du transformateur T1 et se décharge à la masse à travers MFT4.

Après le premier cycle, commence le second (figure 6), où se produit ce qui suit :

- MFT1 = à son entrée se trouve un niveau logique 0 et donc le MOS-

POWER reste ouvert et ne conduit pas.

- MFT2 = à son entrée se trouve un niveau logique 1 et donc le MOS-POWER se ferme et conduit.
- MFT3 = à son entrée se trouve un niveau logique 1 et donc le MOS-POWER se ferme et conduit.
- MFT4 = à son entrée se trouve un niveau logique 0 et donc le MOSPOWER reste ouvert et ne conduit pas.

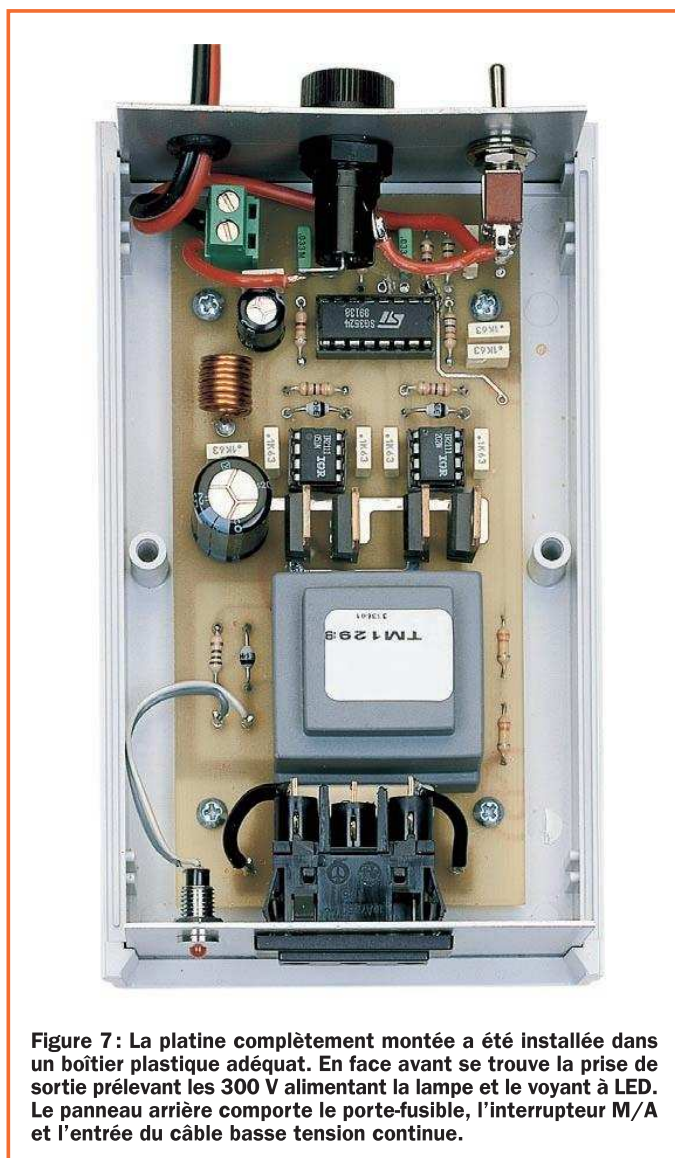


Figure 7 : La platine complètement montée a été installée dans un boîtier plastique adéquat. En face avant se trouve la prise de sortie prélevant les 300 V alimentant la lampe et le voyant à LED. Le panneau arrière comporte le porte-fusible, l'interrupteur M/A et l'entrée du câble basse tension continue.

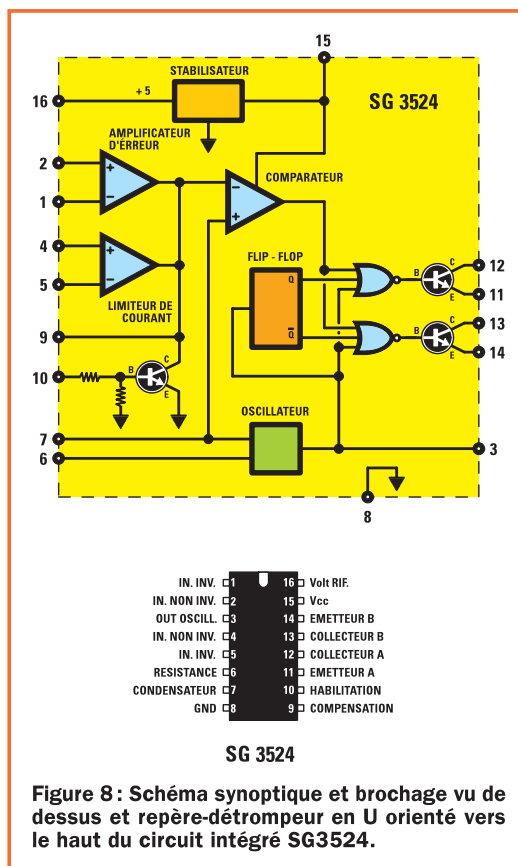


Figure 8 : Schéma synoptique et brochage vu de dessus et repère-détrompeur en U orienté vers le haut du circuit intégré SG3524.

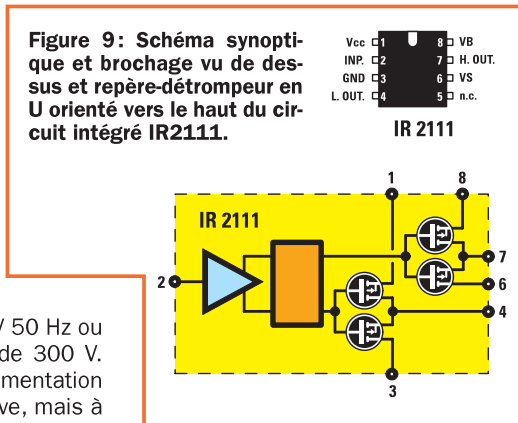


Figure 9 : Schéma synoptique et brochage vu de dessus et repère-détrompeur en U orienté vers le haut du circuit intégré IR2111.

Dans le second cycle la tension positive de 12 à 15 V, passant à travers MFT3, atteint le primaire du transformateur T1 et se décharge à la masse à travers MFT2.

L'alternance de ces deux cycles nous permet de prélever sur le secondaire de T1 une tension alternative d'une fréquence de 60 kHz, redressée par les quatre diodes DS3, DS4, DS5 et DS6 pour l'obtention d'une tension continue d'environ 300 V. C'est justement cette tension continue qui nous sert à alimenter les lampes à économie d'énergie.

Mais pourquoi redresser la tension alternative présente sur le secondaire de T1 alors que dans l'embase de la lampe se trouve déjà un pont redresseur (figure 3)? Comme nous l'avons dit, le circuit interne des ampoules à économie d'énergie (figure 2) peut sup-

porter une tension de 230 V 50 Hz ou bien une tension continue de 300 V. Etant donné que notre alimentation fournit une tension alternative, mais à 60 kHz, il est nécessaire de la redresser de façon à fournir une tension continue de 300 V.

Si en cours d'utilisation la tension prélevée sur la batterie descendait en dessous de 10 V ou alors dépassait 14 à 15 V, cela ne serait pas alarmant car la tension sortant des quatre diodes reliées au secondaire de T1 est toujours parfaitement stabilisée grâce à un étage présent à l'intérieur de IC1 SG3524. Si nous regardons le schéma synoptique de IC1, figure 8, nous voyons en effet qu'il comporte un étage stabilisateur fournissant sur la broche de sortie 16 une tension parfaitement stabilisée à 5 V. Cette tension est appliquée au pont résistif formé

des deux résistances R1 et R2 de 5,6 kilohms à la jonction desquelles se trouve une tension réduite de moitié à 2,5 V, appliquée sur la broche d'entrée non inverseuse 2, correspondant à un amplificateur d'erreur. Sur la broche inverseuse 1 de cet amplificateur d'erreur est appliquée une tension positive identique de 2,5 V, prélevée cette fois à la sortie du pont redresseur à travers les deux résistances R8 et R9. Si la tension de 2,5 V entrant sur la broche 1 de IC1 augmentait ou diminuait, pour quelque raison que ce soit, l'amplificateur d'erreur entretrait tout de suite en fonction et modifierait le rapport cyclique des ondes carrées (figure 10)

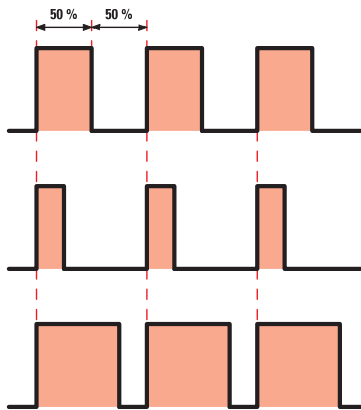


Figure 10: Quand, sur la broche d'entrée 1 de IC1, arrive une tension égale à celle entrant sur la broche 2, de ses broches de sortie 14 et 11 sortent des ondes carrées dont le rapport cyclique est de 50 %. Si la tension de sortie augmentait, le rapport cyclique se restreindrait et si elle diminuait, le rapport cyclique s'élargirait.

Figure 11: Les ondes carrées sortant des broches 7 et 4 des circuits intégrés IR21111 gardent la pause pendant environ 2,5 ms avant de se commuter de la demie onde positive à la demie onde négative et vice versa.

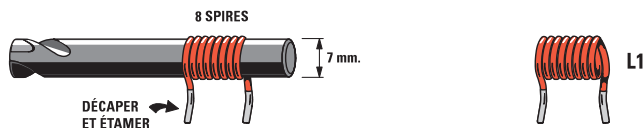
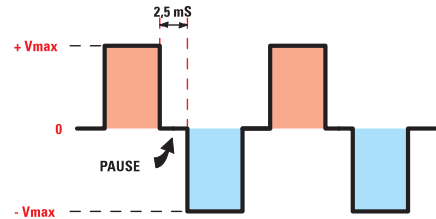


Figure 12: Pour réaliser la self L1, il suffit de bobiner 8 spires de fil émaillé de 1 mm de diamètre autour d'un support de 7 mm de diamètre (une queue de foret de 7 mm ira bien, mais ensuite il faut l'enlever!).

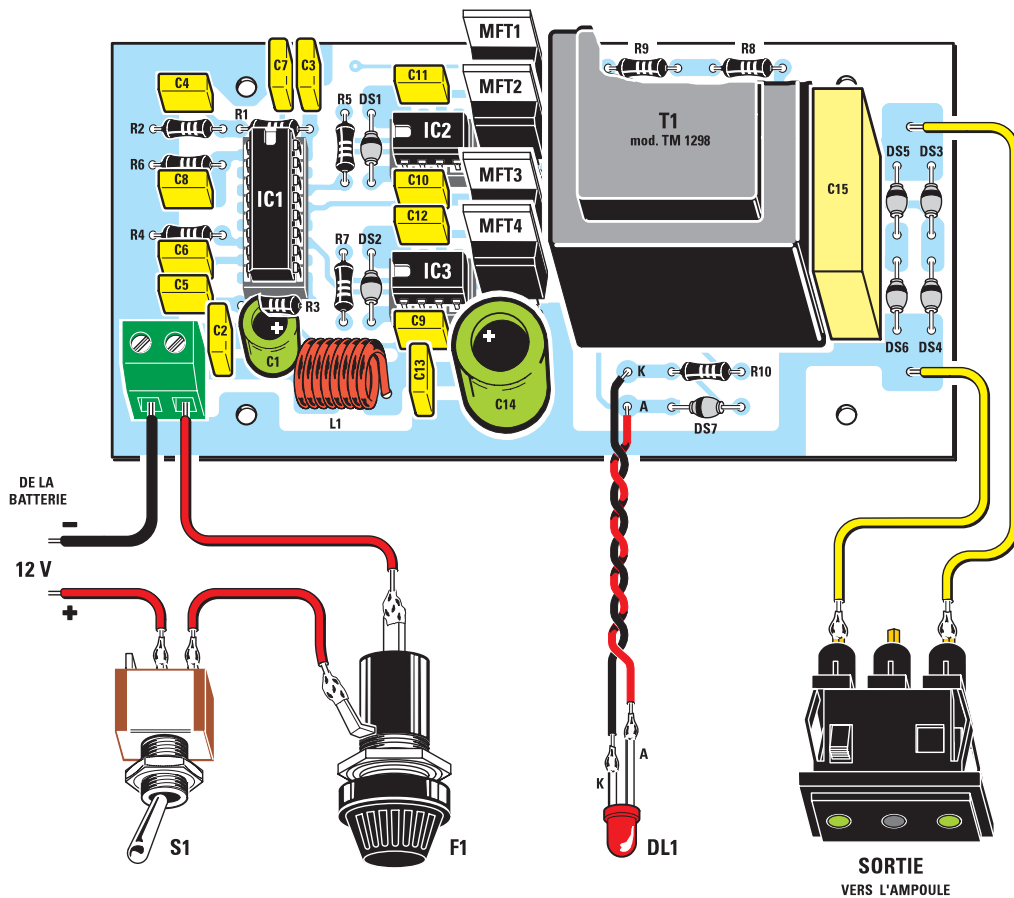


Figure 13a: Schéma d'implantation des composants de l'étage d'alimentation utilisé pour allumer les ampoules à économie d'énergie avec une tension de 12 ou 13 V provenant d'une batterie. Notez la forme un peu insolite des diodes Schottky BYV36E utilisées. Attention: une tension de 300 V est présente sur le connecteur de sortie!

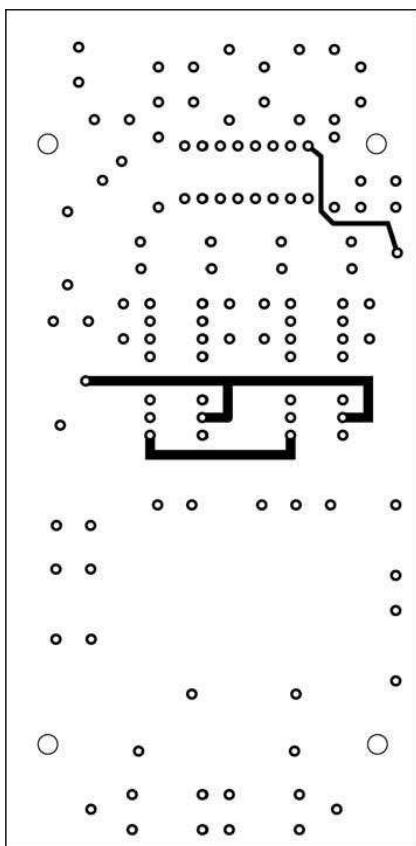


Figure 13b-1: Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de l'étage alimentation, côté composants.

sortant des broches 14 et 11 de IC1. Ainsi, à la sortie du transformateur T1 nous préleverions toujours une tension parfaitement stabilisée. Rappelons pour ceux d'entre vous qui l'auraient oublié que le rapport cyclique est le rapport de temps entre le niveau logique 1 et le cycle complet d'une onde carrée (figure 10).

Si la tension à la sortie de T1 baissait, le rapport cyclique des ondes carrées augmenterait immédiatement et, par conséquent, les gâchettes des MOSPOWER seraient excitées pendant une plus longue durée, ce qui aurait pour effet d'augmenter la valeur de la tension sortant du secondaire de T1.

Si, au contraire, la tension à la sortie de T1 augmentait, le rapport cyclique des ondes carrées diminuerait immédiatement et, par conséquent, les gâchettes des MOSPOWER seraient excitées pendant une plus courte durée, ce qui aurait pour effet de réduire la valeur de la tension sortant du secondaire de T1.

Pour compléter notre description, ajoutons que les ondes carrées sor-

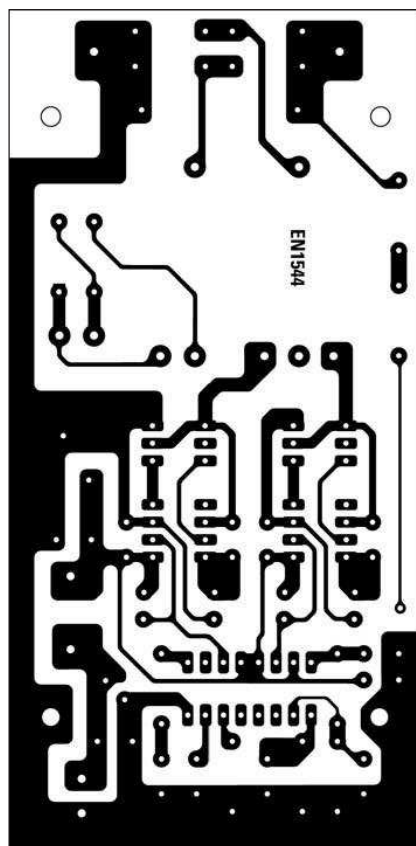


Figure 13b-2: Dessin, à l'échelle 1, du circuit imprimé de l'étage alimentation, côté soudures.

tant des broches 14 et 11, avant la commutation de demie onde positive à demie onde négative et vice versa (figure 11), gardent la pause pendant environ 2,5 ms afin de laisser à une paire de MOSPOWER le temps nécessaire pour passer en interdiction, c'est-à-dire s'ouvrir avant que l'autre paire ne conduise. Sans cette pause entre une demie onde et celle opposée, les quatre MOSPOWER entreraient, même pendant quelques millisecondes, en conduction en même temps, ce qui provoquerait un court-circuit détruisant le fusible F1.

La réalisation pratique

Si vous suivez avec attention les figures 13 et 14, vous ne devriez pas rencontrer de problème pour monter cette alimentation 12 V pour lampes à économie d'énergie secteur: procédez par ordre, afin de ne rien oublier, de ne pas intervertir les composants se ressemblant, de ne pas inverser la polarité des composants polarisés et de ne faire en soudant ni court-circuit entre pistes et pastilles ni soudure froide collée.

Quand vous êtes en possession du circuit imprimé (dessin à l'échelle 1 figure 13b), montez tous les composants comme le montre la figure 13a. Placez d'abord les trois supports des circuits intégrés et vérifiez que vous n'avez oublié de souder aucune broche. Enfoncez et soudez, en bas de la platine, sous le transformateur T1, les deux picots destinés à la LED DL1 et, à droite, les deux destinés au câblage de la sortie haute tension (que vous connecterez une fois le montage dans le boîtier réalisé).

Montez toutes les résistances, en contrôlant soigneusement leurs valeurs (classez-les d'abord). Montez maintenant les sept diodes Schottky, bagues noires repère-détrompeurs tournées dans la direction indiquée par la figure 13a. Montez ensuite tous les condensateurs polyester, en appuyant bien leurs boîtiers à la surface du circuit imprimé et les électrolytiques, en respectant bien la polarité +/- de ces derniers (la patte la plus longue est le + et le - est inscrit sur le côté du boîtier cylindrique).

Après l'avoir soigneusement réalisée, comme le montre la figure 12, montez la self L1 (n'oubliez pas de décaiper avec une lame ou du papier de verre l'émail des deux extrémités et de les étamer, sans cela vous ne pourriez pas les souder).

Montez les MOSPOWER MFT1 à MFT4 semelles vers le haut de la platine tenue devant vous comme sur les figures 13a et 14. Montez le transformateur T1.

Montez en bas à gauche le bornier à 2 pôles: vous y visserez ensuite les fils allant au + fusible et au - batterie (attention de ne pas intervertir cette polarité). Assurez-vous de n'avoir rien oublié.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet allumage 12 V pour ampoules à économie d'énergie EN1544 est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés sont sur www.electronique-magazine.com/les_circuits_imprimés.asp.

La revue ne fournit ni circuit ni composant.

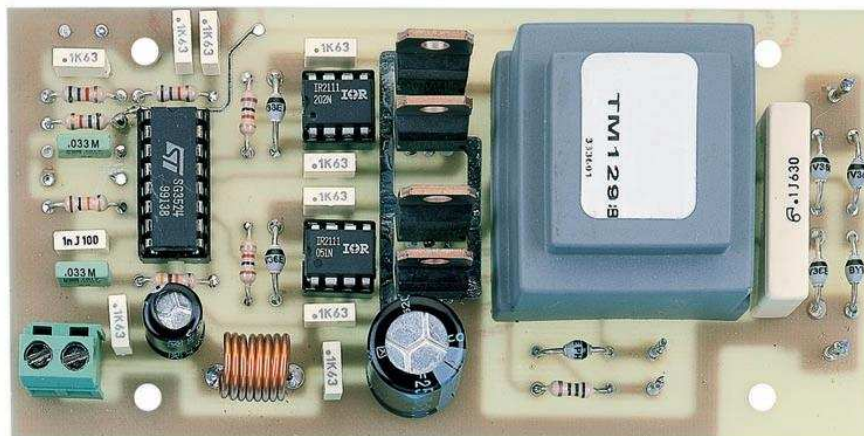


Figure 14 : Photo d'un des prototypes de la platine de l'étage d'alimentation utilisé pour allumer les ampoules à économie d'énergie avec une tension de 12 ou 13 V provenant d'une batterie.

Insérez maintenant (à moins que, puristes, vous ne préférez attendre la fin de l'installation dans le boîtier et que la toute dernière soudure soit refroidie !) les trois circuits intégrés, repère-détrompeurs en U orientés dans les sens montrés par la figure 13a, soit vers le haut pour le plus grand IC1 et vers la gauche pour les deux petits IC2 et IC3.

Etant donné que le circuit consomme au maximum 2 ampères en basse tension, utilisez du fil souple de 2,5 millimètres de diamètre isolé plastique : prenez si possible du rouge pour le pôle + et du noir pour le pôle - de la batterie (plus pour respecter les conventions et éviter les erreurs de branchement que par réelle nécessité !). ♦

Le montage dans le boîtier plastique

Aucun problème si vous regardez bien les figures 13a et 7. Montez d'abord sur le panneau arrière le porte-fusible et l'interrupteur M/A, puis enfitez le passe-fils en caoutchouc pour le raccordement à la batterie 12 V. En face avant montez le support de LED chromé et la prise de sortie haute tension à laquelle vous raccorderez la lampe à économie d'énergie (raccourcissez les broches de cette prise afin qu'elle ne touche pas le transformateur).

Fixez alors la platine dans le bon sens au fond du boîtier plastique à l'aide des quatre vis autotaraudeuses.

Exécutez les liaisons entre les picots et la prise de sortie haute tension à l'aide de deux morceaux de fil de cuivre isolé et la LED à l'aide d'une torsade rouge/noir (attention à la polarité de la LED : l'anode + est la patte la plus longue). Reliez enfin le bornier au porte-fusible et au négatif de la batterie sans inverser la polarité.

C'est terminé et vous pouvez refermer le couvercle du boîtier plastique.

Dernières recommandations

Pour la liaison aux ampoules, utilisez un cordon secteur terminé par une douille correspondant au culot de la lampe (à vis ou à baïonnette, petit ou grand diamètre). Mais, surtout, faites très attention à la tension de sortie : 300 V continu est une tension mortelle en cas de contact avec le corps ! N'y mettez donc pas les mains.

PROTEUS V6.2

ISIS *Editeur professionnel de schémas électroniques ET environnement de développement intégré pour processeurs PIC, AVR, MCS8051 et HC11. Débuguez votre programme source tout en simulant votre circuit. La référence !*

ARES *Placement - routage de circuits imprimés simple face ou multicouches; boîtiers DIL, BGA et CMS, nomenclatures évoluées, contrôles électriques et fichiers de fabrication, import de bitmap, polices True Type.*

VSM *Noyau mixte proSpice, simulation des périphériques (actionneurs, afficheurs, pavés numériques, mémoires I2C, moteurs, ...), instruments de mesure (oscilloscope, générateur de signal, analyseur logique, générateur de pattern, ...).*

Multipower

Tél : 01 53 94 79 90 & Fax : 01 53 94 08 51
E-mail : multipower@wanadoo.fr / Web : www.multipower.fr