

APPLIKATOR est une rubrique servant à la description de composants intéressants récents et de leurs applications; par conséquent, leur disponibilité n'est pas garantie. Le contenu de cette rubrique est basé sur les informations fournies par les fabricants et les importateurs, ne reposant pas nécessairement sur les expériences pratiques de la Rédaction.

HV9901

Une commande ReLED imbattable

Ingénieur Diplômé Eberhard Haug

Si LED est, depuis des décennies déjà, le sigle de « Light Emitting Diode », les LED blanches à haute luminosité viennent seulement d'entrer en triomphe dans le domaine de l'éclairage. La demande frénétique en circuits de commande adéquats reflète cet enthousiasme. Le HV9901 permet de réaliser simplement une commande de LED à courant élevé qui fonctionne dans une plage de tension extrêmement étendue (de 12 V à 230 V).

Le hasard fait parfois bien les choses. Un fabricant de semi-conducteurs lance un composant spécial sur le marché. Or ce composant se révèle subitement en mesure de gérer aussi des applications complètement différentes de celles envisagées par le fabricant. Cela pourrait être aussi le destin du HV9901 de Supertex, conçu initialement comme une commande universelle de relais.

Quel est le point commun entre les relais et les LED qui permet d'utiliser le même composant dans les 2 domaines ? Dans les 2 cas, le courant doit rester aussi constant que possible à différentes tensions d'alimentation. Le HV9901 a été développé exactement dans ce but. Il permet en effet d'actionner des relais électromécaniques entre 10 et 450 V (DC), donc dans une plage de tension extrêmement étendue, sans modifier aucun composant du circuit. On peut réaliser des relais « universels » rien qu'en ajoutant un redresseur en pont. Un monteur-électricien pourra utiliser une seule et même version dans presque tous les cas sans avoir à se soucier de la tension fournie. Il en résulte une économie sur les coûts d'entreposage et les plus grandes quantités commandées réduisent le prix à l'unité. Mais quel est le rapport avec les circuits de commande des LED ? Un circuit de com-

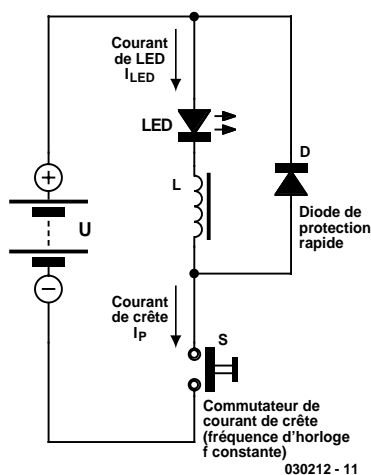


Figure 1. Principe de la source de courant à découpage.

mande de ce genre permettrait de faire fonctionner des lampes LED à des valeurs de tension très différentes. Imaginons un instant qu'on puisse utiliser des lampes LED avec n'importe quelle tension entre 12 V et 230 V~ sans modifier le circuit ! Le problème technique n'en serait pas un avec des LED faible courant

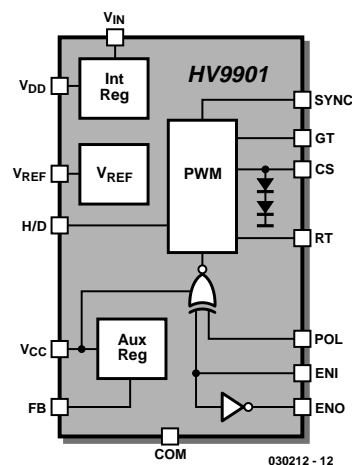


Figure 2. Circuit interne du HV9901.

(2 mA). Les lampes LED actuelles consomment toutefois quelques centaines de milliampères et peuvent atteindre un ampère. Ces valeurs pourraient encore augmenter à l'avenir. Avec des courants aussi élevés, un circuit de commande adéquat est déjà nécessaire aux basses tensions plus ou moins constantes. Il devrait

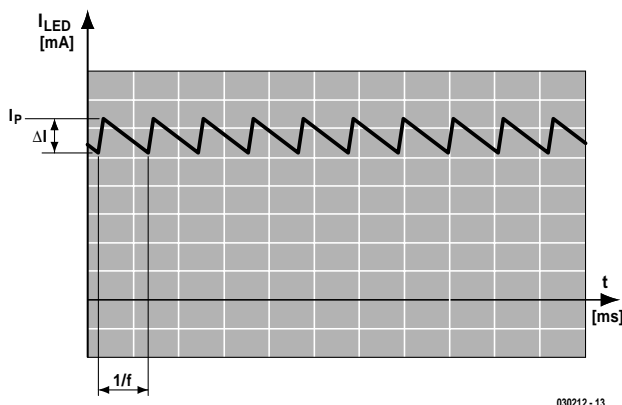


Figure 3. À propos de l'ondulation de courant.

au moins posséder un rendement aussi élevé que possible sans atteindre une température stellaire.

Source de courant à découpage

Une source de courant à découpage. Voilà la solution ! Il s'agit bien d'une source de courant, pas d'une source de tension. Les LED, tout comme les relais, « vivent » plus de courant que de tension !

La **figure 1** illustre le principe d'une source de courant à découpage. La tension d'alimentation est appliquée à la bobine (d'un relais). Le courant augmente plus ou moins rapidement

jusqu'à la valeur désirée en fonction de la tension appliquée et de l'inductance de la bobine. Il suffit de couper l'alimentation avant que le courant ne devienne trop élevé !

Rien à craindre si le courant de la bobine continue à s'écouler après la coupure du circuit (par exemple par une diode de roue libre D). En effet, les pertes et la LED raccordée en série sur la bobine provoquent une décroissance presque linéaire du courant. Il faut par contre réappliquer la tension à temps pour que le courant remonte. Si cette séquence d'enclenchements et de déclenchements alterne assez rapidement, il est possible de réduire presque à

volonté l'ondulation du courant dans la LED. Et – surprise – c'est la commande à courant constant HV9901 qui s'en charge. La **figure 2** représente son schéma fonctionnel.

Un dimensionnement adéquat de la bobine, de la fréquence de commutation f et du courant de pointe désiré I_p de la LED permet de réduire suffisamment l'ondulation du courant ΔI (**figure 3**). Il ne faut pas mésestimer ce facteur, car le maximum permis du courant de pointe des LED à courant élevé ne dépasse que de peu celui du courant continu (et la moyenne permise du courant de pointe est encore plus basse). Chaque dépassement de ces valeurs se paie par un raccourcissement de la durée de vie, c'est-à-dire par une décroissance rapide de la luminosité ou même par une modification de couleur.

Commande ReLED

Le circuit présenté ici traite avec la même impartialité les relais (ainsi que les électrovannes, les électroaimants de levage et ainsi de suite) et tous les types de LED. La désignation « commande ReLED » lui va donc comme un gant. Il ne s'agit pas d'une « véritable » régulation de courant mais bien d'une commande par le courant de pointe de la bobine. Bref, une solution facile à dimensionner et à réaliser dont la robustesse et la sécurité de fonctionnement sont à toute épreuve. Le circuit de commande ReLED équipé du HV9901 couvre – à condition d'utiliser des MOSFET et des diodes qui survivront aux tensions utilisées – une plage de tension

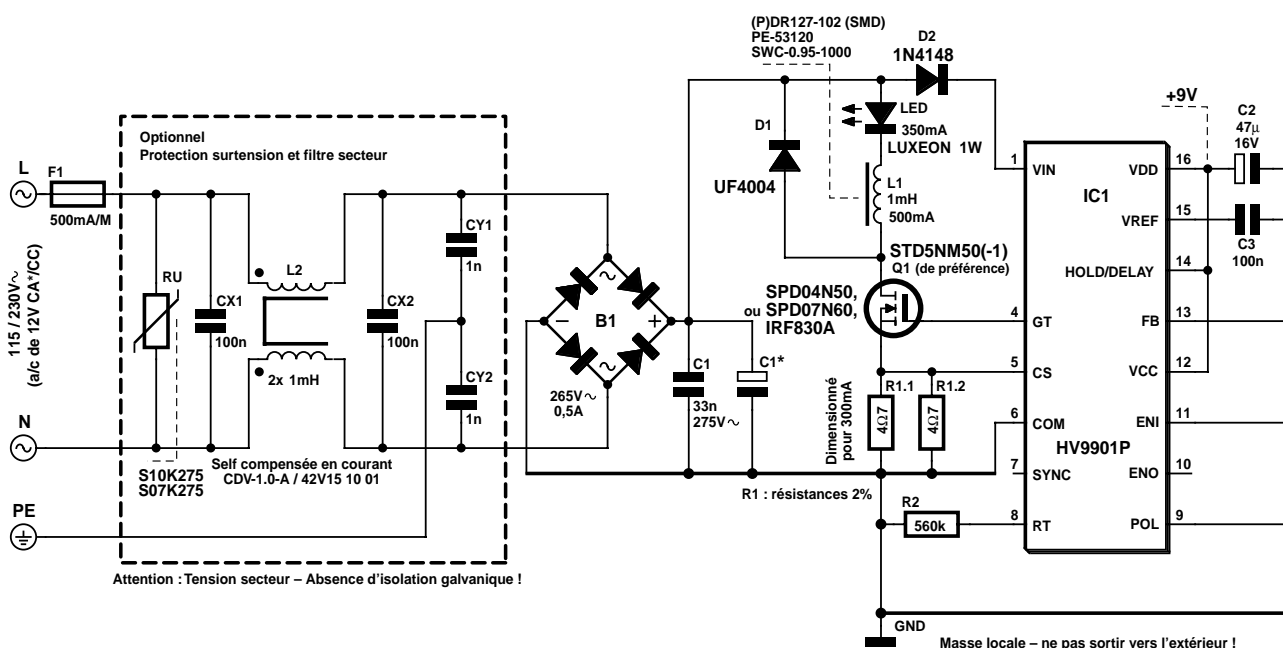


Figure 4. Circuit de commande ReLED avec filtre secteur en amont.

strictement continue ou « continue » pulsée (alternances 50 Hz non filtrées) de 10 à 450 V. Le circuit reste donc très simple et universel même aux courants élevés et se passe de condensateurs électrolytiques encombrants et coûteux.

La **figure 4** illustre un prototype de circuit pour courants LED « pas trop élevés » (300 mA environ), ce qui correspond à une seule LED Luxeon 1 W bleue ou blanche. Dans un souci d'exhaustivité, nous avons inclus une protection contre les surtensions, ainsi qu'un filtre secteur comme il devrait s'en trouver dans toutes les alimentations à découpage, ne serait-ce que pour respecter les prescriptions CEM. Ce circuit s'applique aussi à des LED nécessitant un courant différent : il suffit de redimensionner la résistance détectrice de courant R1. L'inductance de celle-ci devrait être aussi basse que possible. La mise en parallèle de plusieurs résistances identiques y contribue. Une petite modification du circuit permet, si nécessaire, de réduire les pertes dues à la résistance détectrice lorsque le courant de la ou des LED est élevé.

Un dimensionnement correct de l'inductance de la bobine et de la fréquence PWM du HV9901 fait beaucoup pour atténuer l'ondulation du courant de la LED. Ce composant fonctionne en effet en régime continu dans le circuit de commande ReLED, ce qui n'est pas forcément le cas des convertisseurs DC/DC. L'inductance doit être suffisamment élevée pour que le courant de la LED jusqu'à l'impulsion suivante ne diminue que de la valeur de l'ondulation de courant admise. Le MOSFET fait remonter ce courant résiduel jusqu'au courant de pointe désiré (figure 3).

Contrairement aux sources de courant linéaires, la valeur de la tension d'alimentation du circuit de commande ReLED n'a que peu d'influence sur la puissance dissipée par le circuit (et donc sur son rendement). Il faut toutefois prévoir une tension d'alimentation suffisamment élevée si plusieurs LED sont raccordées en série, car on a affaire à un convertisseur dévolteur. La tension d'alimentation minimale continue ou alternative pour une LED est de 12 V. Notons à ce propos que les intervalles du passage par zéro sont relativement grands pour les tensions alternatives de moins d'environ 30 V. Pour que la LED ne scintille pas par manque de courant, force est de recourir malgré tout à un condensateur électrolytique de filtrage de 220 µF C1* possédant une tension nominale suffisamment élevée. Il va sans dire que cet effet n'apparaît pas lorsque la tension est continue. Une LED a rendu l'âme ? Cela ne fait ni chaud ni froid à la commande ReLED. Cette source de courant à découpage est à l'épreuve de la

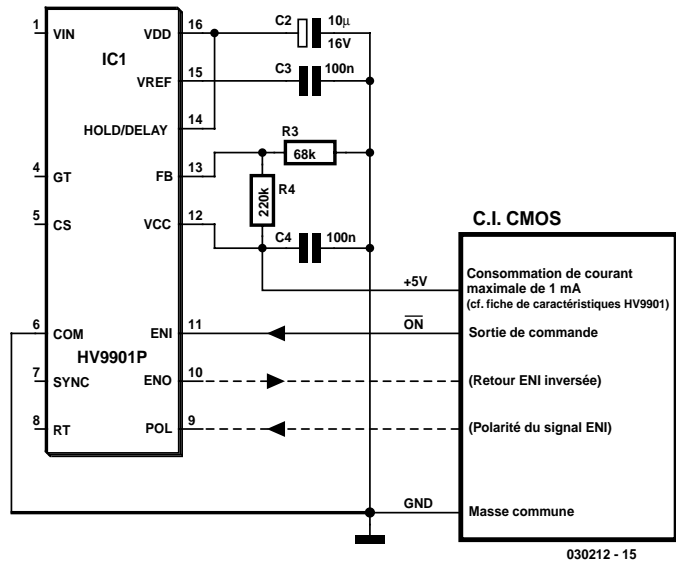


Figure 5. Alimentation de circuits logiques CMOS par le HV9901.

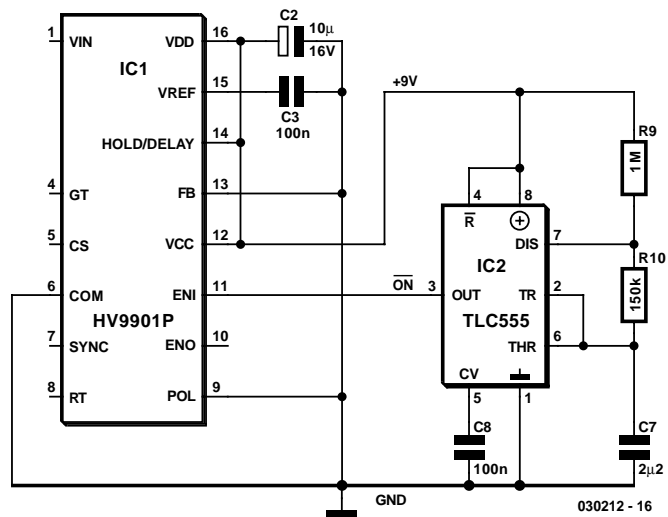


Figure 6. Circuit clignotant. Les broches VDD et VCC sont interconnectées.

marche à vide et d'un court-circuit de la LED. Elle n'apprécie toutefois pas d'être mise à la masse ! Il faut absolument choisir, sous peine de mettre en péril la vie du MOSFET, une exécution rapide de la diode de roue libre prévue pour une fréquence de commutation de 50 kHz.

Choix des composants

On oublie trop souvent que les pertes font inévitablement partie de la commande du MOSFET d'un circuit. Le HV9901 doit pouvoir charger/décharger la capacité de grille

du MOSFET suffisamment vite ; les pertes de commutation croissent donc avec la fréquence. Cet effet peut devenir particulièrement gênant aux hautes tensions d'alimentation.

Le HV9901 commande sans peine des MOSFET dont la capacité de grille est de 500 pF, voire 1 nF dans les cas extrêmes. Il ne faut donc pas se laisser séduire par une valeur aussi basse que possible de $R_{DS(ON)}$ lors du choix d'un MOSFET. En effet, une valeur plus faible de $R_{DS(ON)}$ signifie normalement que la capacité d'entrée est plus élevée. Il n'est

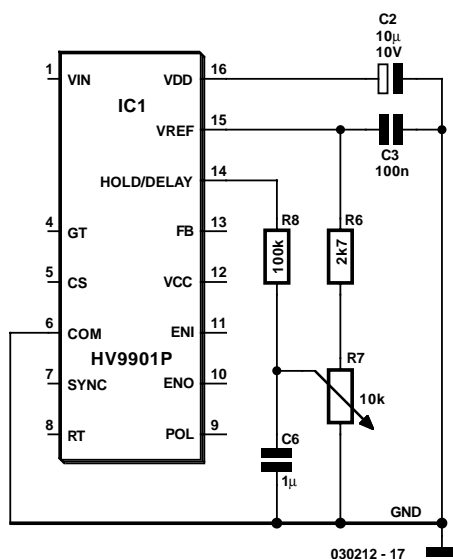


Figure 7. Ce gradateur reçoit le prix de la simplicité !

donc pas étonnant que le comportement d'un MOSFET dont la valeur $R_{DS(ON)}$ n'est pas particulièrement faible soit souvent meilleur que celui de son concurrent dont la résistance à l'état passant est très petite. Les MOSFET proposés peuvent même être utilisés sur le secteur sans dissipateur thermique à une fréquence PWM de 50 kHz et avec un courant LED de 300 mA.

Il faut aussi porter attention au choix de la bobine. Elle ne doit en aucun cas atteindre la saturation dans toute la plage de température avec le valeur du courant de pointe utilisée ! La tension aux bornes de la résistance détectrice de courant doit montrer une croissance approximativement linéaire à l'oscilloscope.

Autres possibilités

Le circuit ReLED peut faire plus que commander le courant d'une LED. On peut le mettre en marche et l'arrêter par un signal logique envoyé à la broche ENI (une séparation galvanique par opto-coupleur peut être utilisée). La broche de polarité POL permet de spécifier si le signal ENI doit être actif à l'état haut ou à l'état bas. Le HV9901 peut aussi engendrer une basse tension réglable de 2 à 5,5 V sur la broche V_{CC} à partir de la haute tension d'alimentation de VIN. Cette tension permet d'alimenter des circuits intégrés CMOS jusqu'à 1 mA max. Quelques circuits

logiques CMOS, un temporisateur CMOS 555 ou même un microcontrôleur consommant moins de 1 mA permettraient de réaliser un circuit clignotant ou flashant, ou un temporisateur (figure 5).

Si la tension un peu plus élevée (environ 9 V) du régulateur principal disponible sur V_{DD} fait l'affaire, on peut s'épargner les 2 résistances déterminant la valeur de V_{CC} et relier directement V_{CC} à V_{DD} (figure 6). Le niveau logique des broches ENI et POL correspond alors aussi à cette tension. Le circuit représenté dans la figure engendre toutes les 2 secondes environ, à l'aide d'un temporisateur du type TLC555, un bref clignotement de la LED, sachant que POL inverse la signification de la sortie du temporisateur. On pourrait réaliser de façon similaire une temporisation de marche/arrêt ou raccorder des capteurs de luminosité, des détecteurs de mouvement PIR (infrarouge passif), et encore bien d'autres dispositifs alimentés par le HV9901.

Le HV9901 offre une fonction spécifique aux relais : le courant du relais est réduit automatiquement juste après le collage pour réduire les pertes en diminuant le courant de maintien. On peut opérer un « détournement de fonction » en utilisant la broche H/D comme un gradateur simple de la LED (figure 7). Mentionnons en passant que le HV9901 permet de réaliser sans dif-

ficulté un convertisseur survolteur : il suffit de placer la LED en série avec la diode de roue libre (par exemple pour des LED en grappe (cluster) qui doivent être alimentées en 12 V). Il faudra toutefois compter avec une ondulation plus accentuée car le convertisseur en régime élévateur doit augmenter le courant lors de l'interruption de l'illumination de la LED.

Premiers essais

Avant de mettre le HV9901 en service avec de coûteuses LED Luxeon, on devrait se rappeler un vieux conseil : utiliser une diode de puissance ayant la tension zener requise en lieu et place de la LED. La caractéristique d'une diode zener ressemble beaucoup à celle d'une LED mais, contrairement à cette dernière, elle réagit moins violemment à un excès de courant. Le contrôle du fonctionnement peut être toutefois assuré par une LED rouge de 10 mA branchée en parallèle sur la LED factice avec une résistance de protection série de 180 Ω.

Les essais devraient être effectués tout d'abord à une tension peu élevée (12 V) avant de s'attaquer au secteur – avec les précautions d'usage ! Un transformateur de séparation réglable s'est avéré peu efficace pour des essais sur circuits cadencés. Il est préférable de recourir à un transformateur secteur avec des prises appropriées sur le secondaire. En l'absence de filtre réseau, il faut absolument que les liaisons soient courtes.

Il est bien entendu inutile de préciser que les essais du circuit de commande ReLED à la tension du secteur peuvent présenter un risque mortel ! Les « gros » condensateurs électrolytiques brillent encore une fois par leur absence : leur élimination assure que la tension élevée sous laquelle se trouve le circuit de commande ReLED disparaîtra peu après la coupure du courant.

(030212)

Distribution assurée par Scantec (Germering près Munich) qui offre aussi un forum modéré sur les produits Supertex sous www.scantec.de.

Scantec construit actuellement (novembre 2003) le site www.LED-Treiber.de consacré à ce sujet.

Geist Electronic-Versand assure la vente de petits nombres d'unités sous www.geist-electronic.de.

la fiche de données du HV9901 peut être téléchargée sous www.supertex.com/pdf/datasheets/HV9901.pdf