

# Convertisseur à découpage pour LED

Jean Claude Feltes

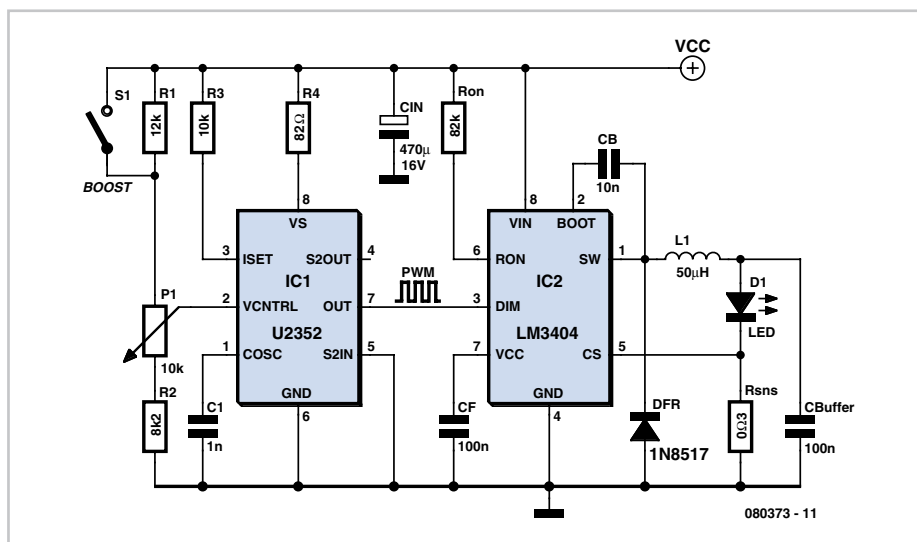
Deux circuits intégrés attendaient encore sur l'établi de l'auteur d'être testés : le régulateur à découpage LM3404 (malheureusement disponible seulement en version CMS) et le générateur MLI (ou *Pulse Width Modulation*) U2352. Ces deux circuits permettent de réaliser un petit gradateur pour LED. La source d'énergie (comme dans la lampe à LED réglable, ailleurs dans ce numéro) est un accu au plomb de 6 V, l'« élément rayonnant » une LED de 3 W (Luxeon). La tension VCC se situe donc entre un minimum de 5,4 V et un maximum de 7,4 V environ.

La partie droite du schéma représente le convertisseur à découpage. Il réduit la tension de l'accu de 6 V aux 4 V nécessaires pour la LED de forte puissance. Comme la tension est réduite, c'est l'inverse pour l'intensité. Du côté de l'alimentation, le courant est inférieur à celui de la LED.

Le LM3404 renferme l'électronique nécessaire et un MOSFET comme commutateur. La tension proportionnelle au courant sur  $R_{SNS}$  (CS, broche 5 d'IC2) est comparée à la tension de référence interne de 200 mV. Si la tension est inférieure à 200 mV, le MOSFET reste conducteur pendant le temps fixe  $t_{ON}$ . Le courant à travers l'inductance et la LED augmente de façon quasi-linéaire. Le temps  $t_{ON}$  est déterminé par  $R_{ON}$  et la tension d'entrée  $V_{IN}$  :

$$t_{ON} = 0,134 \text{ s} \times (R_{ON}/V_{IN}) = 1,83 \text{ } \mu\text{s} \text{ (avec } R_{ON} \text{ en } k\Omega \text{ et } V_{IN} \text{ en V)}$$

Après l'écoulement de ce temps, la commutateur est ouvert et le courant décroît de façon quasi-linéaire à travers la LED et la diode de roue libre, jusqu'à ce que la tension sur  $R_{SNS}$  ( $U_{SNS}$ ) tombe en-dessous de 200 mV et qu'un nouveau cycle commence. Pendant le temps ouvert, aucun courant ne circule de l'alimentation. Le temps de coupure minimal est de 0,3  $\mu$ s.



L'ondulation du courant est d'autant plus faible que l'inductance est plus grande et la fréquence plus élevée. Pendant le temps  $t_{ON}$ , le courant augmente de façon linéaire, la tension aux bornes de l'inductance est :

$$u_L = U_{IN} - U_{LED} - U_{SNS} = 1,8 \text{ V}$$

Donc  $u_L = L (I_{LED}/t)$   
Avec  $t = t_{ON}$  l'ondulation est de 66 mA.  
La chute de tension sur  $R_{SNS}$  est de 200 mV pour le courant minimal. L'intensité moyenne est supérieure de la moitié de l'ondulation.

Avec  $R_{SNS} = 0,3 \Omega$ , l'intensité moyenne est  $I_{min} = 200 \text{ mV}/300 \text{ m}\Omega = 667 \text{ mA}$ . C'est à peu près l'intensité maximale pour une LED de 3 W.

On aurait pu régler le courant en adaptant  $R_{SNS}$ , mais il est plus élégant de moduler l'entrée DIM du régulateur par un signal MLI. Ainsi on peut monter pour  $R_{SNS}$  un simple morceau de fil résistant double torsadé.

Le circuit U2352 délivre avec peu de composants extérieurs un signal MLI réglable de 0 à 100%. Le condensateur C1 permet

de régler la fréquence du générateur de dent de scie interne, ici aux environs de 10 kHz :

$$f_{osc} = 55/(C_{osc} \times V_s)$$

(avec  $f_{osc}$  en kHz,  $C_{osc}$  en nF et  $V_s$  en V).

La tension triangulaire est comparée à la tension de référence fixée par P1. La sortie du comparateur délivre le signal MLI.

Le signal est acheminé à la sortie par un contrôle logique qui permet de déconnecter si un courant de charge maximal est atteint. Comme nous n'avons pas besoin de cette fonction, elle est désactivée (broche 5 à la masse et broche 3 à  $+V_{CC}$  par R3). La question de savoir si la résistance série R4 du stabilisateur de tension interne est indispensable dans l'absolu n'est pas réglée clairement par la feuille de caractéristiques. Le signal MLI arrive à l'entrée DIM du LM3404 et produit une lumière modulée à quelque 10 kHz. La touche (ou interrupteur) boost porte la sortie PWM au maximum, de même que la luminosité de la LED.