

Prof. Dr. Martin Oßmann

# Flash à LED faible puissance au jus de citron

Le circuit ne requiert que quelques micro-ampères pour faire produire un flash à une LED. L'énergie requise est fournie par une pile « végétale » de fabrication-maison.

Admettons-le sans ambages, le circuit représenté en **figure 1** paraît surdimensionné ! N'aurait-on pas pu se contenter d'une LED faible courant équipée d'une résistance de limitation ? Non, ce que nous voulions réaliser est un « appareil » alimenté par pile capable, avec un minimum d'énergie, de produire un affichage bien visible.

Il n'est évidemment pas possible, avec très peu de courant, d'obtenir une illumination continue d'une LED. Nous allons partant lui faire produire des flashes de courte durée. Il faut réaliser un oscillateur peu gourmand en courant

définissant un rapport cyclique extrême. Cette constante de temps importante est déterminée par le condensateur C1 associé à la résistance de charge R1. L'amplificateur opérationnel micropower IC1 monté en comparateur inverseur surveille la tension aux bornes de C1 et la compare à la valeur de consigne définie par R2 et R3. Une fois que le condensateur a atteint une charge suffisante, il va falloir le décharger. L'énergie qu'il stocke ne va pas être bêtement perdue, mais utilisée directement pour l'alimentation d'une LED.

De manière à créer une impulsion de

courant brève d'intensité relativement élevée, la décharge du condensateur se fait par un thyristor-tétrade que constituent T1 et T2. Le comparateur produit l'amorçage de la tétrode au travers de R5. Comme, pendant la charge de C1, le thyristor-tétrade ne consomme aucun courant et que l'ampli-op micropower ne consomme que très peu de courant, la consommation totale est extrêmement faible. À 12 V, elle est de 15  $\mu\text{A}$  environ. Le montage est fonctionnel à partir de 3,5 V environ, mais la LED ne brille que peu dans ces conditions. La consommation de courant tombe alors à 4  $\mu\text{A}$  !

# Liste des composants

## Résistances :

R1, R6 = 1 M $\Omega$   
 R2 = 3M $\Omega$ 3  
 R3, R4 = 9M $\Omega$ 1  
 R5 = 100 k $\Omega$

## Condensateurs :

C1, C2 = 1  $\mu$ F/16 V radial

## Semi-conducteurs :

D1 = LED rouge (faible courant)  
 IC1 = TS271C (cf. texte)  
 T1 = BC557C  
 T2 = BC547C

## Divers :

K1 = 2 picots  
 2 oeillets de soudure

9 x morceau de cuivre rond (cf. texte, pièce de 5 centimes d'euro par exemple)  
 9 x morceau d'aluminium (cf. texte)  
 papier éponge ou rouleau de papier de cuisine (cf. texte)  
 1 citron (ou jus de citron, cf. texte)  
 1 anneau caoutchouté  
 platine 030345-1  
 (auprès des adresses habituelles ou Internet [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr))  
 \* Téléchargement du dessin des pistes sur Internet [www.elektor.fr](http://www.elektor.fr)

## Réalisation

La mise en place des composants sur la platine de la **figure 2** n'a rien de critique. C1 doit être un condensateur film (un MKT par exemple), C2 aussi doit avoir un courant de fuite faible, sinon la consommation devient plus importante que souhaitée. La LED à utiliser est une LED rouge haute intensité ou faible courant.

La photo en début d'article montre un premier prototype réalisé sur platine d'expérimentation à pastilles.

Nous avons utilisé un ampli-op micro-power TS271C de STMicroelectronics. Il n'est pas identique au TLC271, que l'on pourra cependant utiliser à condition d'interconnecter les broches 7 et 8 de ce dernier de manière à désactiver la fonction *Low-bias* (faible polarisation). Il faudra dans ce cas-là supprimer la résistance R4 paramétrant le courant de polarisation du TS271C.

## Jus de citron

La très faible consommation de courant sous une tension faible permet d'alimenter le montage à l'aide d'une « pile » que l'on aura fabriqué soi-même. La **figure 3** en donne la structure schématisée.

La pile comporte 9 éléments branchés en série. Chaque élément est constitué d'une pièce (cuivrée) de 5 centimes (d'euro), d'une couche intercalaire de papier éponge trempée dans du jus de citron et d'un morceau de feuille d'aluminium. On peut d'ailleurs le reconnaître sur la photo en début d'article.

D'après nos essais c'est la technique suivante qui est la meilleure : plier la feuille d'aluminium en 8 et découper d'un seul coup 8 rondelles d'un diamètre égal à celui d'une pièce de 5 centimes en utilisant cette pièce comme modèle. On fabrique ensuite morceaux de papier-éponge carré au côté légèrement supérieur au diamètre de la pièce de 5 centimes. On évite ainsi tout

risque de création d'un court-circuit entre le cuivre et l'aluminium. On imbibe ensuite les morceaux de papier de jus de citron. Du jus de citron frais est plus efficace que du jus de citron en bouteille !

La première couche sera un morceau de feuille d'aluminium un peu plus grand qui fera office de pôle négatif de la pile. On lui superpose un morceau de papier, puis une pièce, une rondelle d'aluminium, un papier et ainsi de suite jusqu'à avoir placé la dernière pièce qui devient le pôle positif de la pile. Si vous vous y êtes bien pris, vous pourrez vérifier la tension à l'aide d'un ohmmètre numérique à haute impédance. Elle devrait se situer aux alentours de 3,5 ou 4 V. Si l'on y connecte le circuit de clignotement la LED clignotera longtemps encore, et tout cela grâce au jus d'un citron !

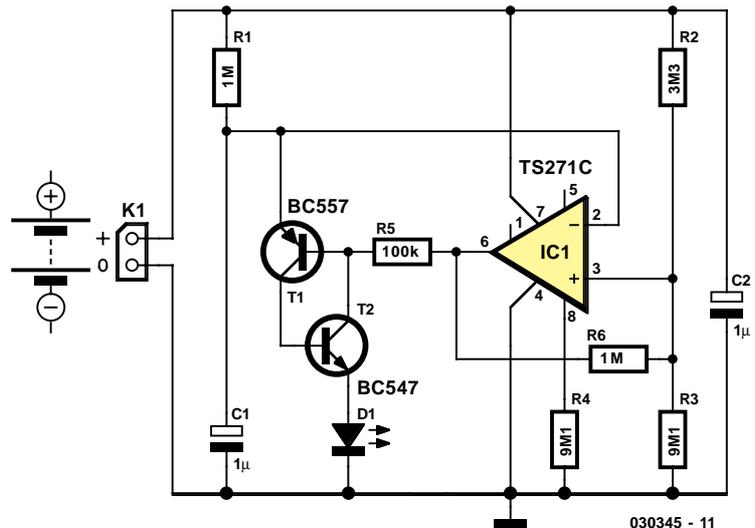


Figure 1. L'électronique à base d'ampli-op TS271C.

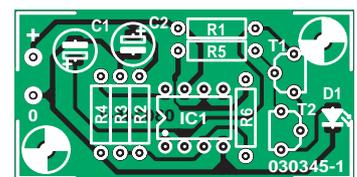


Figure 2. Une platine à essayer.

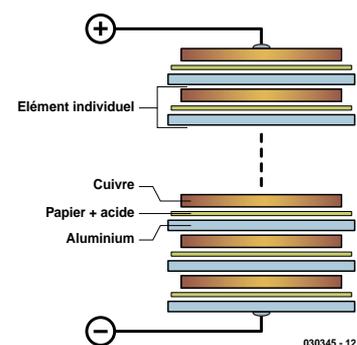


Figure 3. Structure schématisée d'une pile au citron.