

# Torche spectrale

3 types de LED dans la même lampe de poche

Wolfgang Zeiller

Les nouveaux types de LED blanches permettent de réaliser de très jolies lampes de poche. Le présent montage y ajoute une LED infra-rouge et une LED ultra-violet de sorte que notre torche ne balaie pas uniquement le domaine de la lumière visible mais encore plus à chacune de ses deux extrémités.

En règle générale, le pilotage des LED se fait à courant constant de manière à éviter que leur luminosité ne soit affectée par (une variation de) la tension d'alimentation. Si l'on demande un courant constant cela implique inévitablement de disposer d'une source de courant constant, qui prend la forme, sur le schéma de la **figure 1**, du transistor T1. On applique, sur la base du transistor, une tension  $U_B$  dont la valeur doit être légèrement supérieure à la tension  $U_{BE}$  du transistor, à savoir 0,65 V. Le transistor devient alors passant et le courant circulant à travers le transistor entraîne une chute de tension aux bornes de R2. Lorsque la somme de cette chute de tension,  $U_{R2}$  et de  $U_{BE}$  de 0,65 V est égale à la tension de base, le courant reste constant.

Nous avons, pour disposer d'une tension de base sans la moindre variation de niveau, réalisé une source de tension constante qui prend la forme de la résistance R1 et de la diode D1. Pour cette dernière diode nous avons fait appel à une LED infrarouge (IR) mais pas pour, principalement, comme on pourrait s'y attendre, accroître le spectre. Cet étalement de spectre n'est qu'un effet secondaire. La raison de notre choix est qu'une LED IR requiert une tension de seuil de quelque 1,0 V, et que partant, comme nous le disions plus, cette valeur correspond parfaitement à la tension désirée, qui se doit d'être légèrement supérieure à  $U_{BE}$ . Dans le cas d'une LED rouge cette tension de seuil est de 1,8 V, elle est même de 3,5 V dans le cas

d'une LED blanche. La source la plus courante de LED IR est une vieille télécommande mise au rebus, mais

vous en avez peut-être également une dans votre tiroir de pièces de rechange (ou devrions nous plutôt



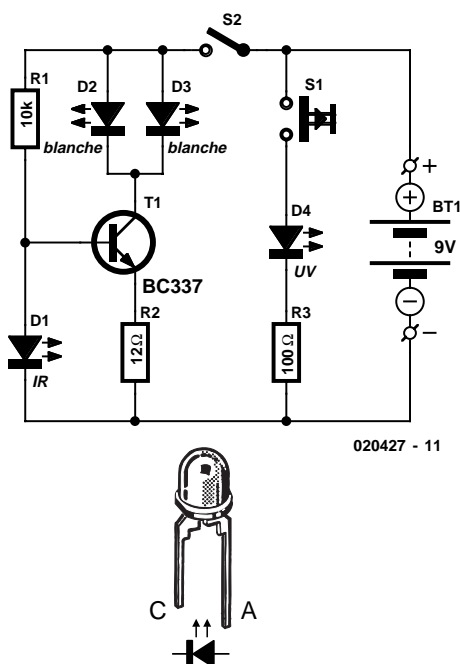


Figure 1. Une source de courant constant attaquant une paire de LED à haut rendement de couleur blanche il n'en faut pas plus pour « que la lumière soit ».

dire de récupération). Si vous n'arrivez pas à mettre la main sur une LED IR, vous pourrez la remplacer par une diode ordinaire telle que la 1N4148 (0,65 V) et une diode Schottky telle que la BAT85 ou BAT43 (0,35 V) prises en série. Si la tension d'alimentation est de 9 V et que l'on a opté pour une résistance de limitation de courant de 10 kΩ, le courant qui circule par la LED D1,  $I_{LED}$  répond à la formule :

$$I_{LED} = (U_B - U_{D1}) / R1 = 800 \mu A,$$

valeur si faible qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte du courant de base. Il va sans dire que la LED IR ne

s'allumera pas pour une intensité de courant aussi faible, mais cela permet d'économiser de l'énergie. Si l'on tient à ce que la LED émette de la lumière (invisible de toutes façons) il lui faut un courant de 20 mA au minimum. Il faudra dans ce cas-là opter, pour R1, pour une résistance de 510 Ω. Il faudra cependant, avec un tel courant, compter sur une tension de seuil de la LED IR légèrement plus élevée.

Le courant constant à travers le transistor se subdivise en 2 courants partiels identiques de 20 mA chacun et destinés aux LED blanches. Nous sommes maintenant en mesure de calculer R2 :

$$R2 = (U_{D1} - U_{BE}) / I_{D2,D3} = (1,0 V - 0,65 V) / 40 mA = 8,75 \Omega.$$

Pour éviter tout risque nous avons augmenté à 12 Ω la valeur de R2, le courant constant qui résulte de ce choix est de l'ordre de 33 mA mais il est très difficile de voir le changement de luminosité que cela induit.

## En série ou en parallèle ?

Il peut sembler, au premier abord, totalement inutile de prendre les 2 LED blanches en parallèle. Si on les montait en série, elles ne n'auraient besoin que de la moitié du courant. Cette approche est cependant gênée par la chute de tension importante qu'induisent les LED blanches. Sur notre montage, la tension d'alimentation doit être égale, au minimum, à la somme de la tension de LED de 3,3 V et de la chute de tension aux bornes de R2, à savoir 0,35 V, total auquel on ajoute un petit rien pour compenser la jonction collecteur/émetteur du transistor, ce qui nous donne, en gros, 4 V. Si l'on opte pour une mise en série, il nous faut cependant 3,3 V de plus, c'est-à-dire quelque 7,3 V.

Cette tension, allez-vous dire, ne devrait pas poser de problème à une pile compacte de 9 V. Pour vous convaincre du contraire, nous vous proposons de jeter un coup d'oeil à la courbe de la **figure 2** qui rend la fonction de décharge d'une pile compacte 9 V alcaline. Il nous faut reconnaître que cette courbe date quelque peu et que les piles modernes ont de meilleures caractéristiques, mais le principe lui n'a pas changé.

La courbe de 220 Ω se rapproche le plus de notre application (dans le cas d'un courant de LED de 40 mA); si l'on opte pour des LED prises en série, la courbe de référence est celle de 470 Ω. Cette dernière courbe coupe la tension critique de 7,3 V au bout de 11 heures environ, la courbe correspondant à un courant 2 fois plus important passe elle le repère 4,0 V au bout de 13 heures. Cette différence n'est pas très grande, mais s'il devait se faire que l'une des LED nécessite, par malheur, une tension de seuil de, disons, 3,6 V, valeur plus courante qu'on ne le pense, cela nous amènerait à une tension de pile de 7,9 V. La courbe de 470 Ω atteint cette tension au bout de 4 heures déjà ! Notons que l'auteur a relevé, au cours d'un test pratique, une durée de fonctionnement de 17 heures. Cette durée est largement supérieure à la durée de la nuit la plus longue que l'on puisse observer dans l'Hexagone (21.12 à Bray-Dunes). Même si la tension de pile est tombée à 3 V seulement, la torche permettra encore de trouver un trou de serrure. Comment peut-on, s'il existe des différences aussi importantes de tensions de seuil, prendre

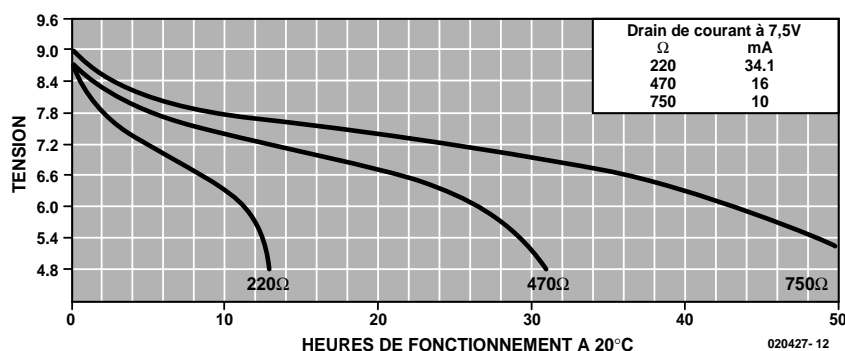


Figure 2. Courbe de décharge d'une pile alcaline compacte.

2 LED en parallèle sans prévoir de résistance de limitation de courant ? Est-ce que la LED à la tension de seuil la plus faible ne dérive pas une partie du courant destiné à l'autre LED (qui ne tarderait pas à s'éteindre ?). La réponse n'a rien de bien secret : les LED présentent une résistance interne relativement importante de quelque 18  $\Omega$ . Dans ces conditions une paire de LED aux caractéristiques quelque peu différentes se répartira équitablement le courant disponible. Il faut cependant éviter qu'elles soient par trop différentes vu que plus la différence est importante, plus la dissipation (et partant l'échauffement) de la LED défavorisée est importante.

Elle s'éteindra avant l'autre, mais cette dernière LED recevant un courant 2 fois plus important, ne manquera pas elle aussi de rejoindre, plus tôt que prévu, ses homologues trépassées dans des conditions mal définies.

## Ultra-violet

La LED UV qui est prise dans le circuit au travers d'une résistance de 100  $\Omega$ , R3, constitue une adjonction utile à notre électronique. On pourra de cette façon utiliser cette torche spectrale comme détecteur de faux billets. Notons

en passant qu'avec sa longueur d'onde de 405 nm, D4 n'est pas une vraie LED UV mais qu'elle s'en rapproche seulement, tout près il est vrai puisque le domaine des ultra-violets commence à 400 nm. La lumière quasi-ultra-violette est moins dangereuse pour les yeux (encore qu'il faille éviter de regarder directement ce type de LED). Comme, à l'inverse du reste de l'électronique, la LED UV n'est activée, par le biais du bouton-poussoir S1, qu'occasionnellement et pour quelques secondes seulement, il n'y a pas d'inconvénient à donner à R3 une valeur plus faible, à savoir 100  $\Omega$ . Ceci permet de donner une luminosité très importante à la LED UV.

## La mise en boîtier

Nous pourrions, en vue de donner une forme pratique à notre torche, utiliser un petit boîtier en plastique doté d'un compartiment pour pile. Vu la simplicité de l'électronique mise en oeuvre, nous n'allons pas

nous embêter avec une machine à graver. Il est extrêmement facile d'interconnecter les différents composants. Tout ce dont nous avons besoin est un morceau de platine récupéré lors d'une autre réalisation, plaquette cuivrée dont on polira la surface à la toile émeri et dont on coupera un morceau de la taille adéquate pour le glisser dans le boîtier. On fabriquera en outre un certain nombre de languettes et d'îlots de cuivre que l'on fixera sur la surface principale, aux positions requises, à l'aide d'une goutte de colle instantanée ou de film auto-collant double face (pour la fixation des tapis ou moquettes). Il restera à souder les composants concernés aux différents îlots pour réaliser le câblage. La photo en début d'article illustre éloquentement le but de la manoeuvre. L'interrupteur marche/arrêt et le bouton-poussoir seront montés dans la demi-coquille supérieure du boîtier à l'aide de colle thermique avant d'être câblés au reste du montage.

(020427)