

# 04 optimiser la recharge du LIR2032

prenez soin de vos piles bouton

Peter Krüger (Allemagne)

Les piles bouton au lithium 2032 ainsi que d'autres piles similaires sont couramment utilisées comme sources d'alimentation de « secours » pour préserver les données et assurer le fonctionnement des horloges pendant la mise hors tension des appareils. Le circuit de charge standard de ces piles est souvent assez rudimentaire et peut pousser la pile bien au-delà de ses capacités recommandées. La surcharge peut provoquer la détérioration prématurée des cellules de la pile. Une simple modification permet de résoudre le problème.

Même dans les applications à microcontrôleur les plus simples, comme celles basées sur un Arduino UNO, il est parfois nécessaire de garder une trace précise du temps. Sans connexion internet, l'heure exacte peut être perdue à chaque extinction et doit être réinitialisée lors de chaque redémarrage. Une façon de contourner ce problème consiste à utiliser un module d'horloge en temps réel (RTC). Ces modules, équipés d'une batterie intégrée, alimente une puce d'horloge qui garde la trace de l'heure et souvent de la date. On utilise parfois une pile bouton au lithium (potentiellement rechargeable). Cela devrait assurer un fonctionnement sur plusieurs années, car cette pile est constamment rechargée pendant l'utilisation normale de l'appareil.

## Module RTC

Lors de l'utilisation d'un de ces modules RTC, j'ai été surpris de constater que la tension mesurée aux bornes de la pile bouton « en fonctionnement » était légèrement supérieure à celle recommandée par le fabricant. Sur mon module (**figure 1**), il y a une pile au lithium

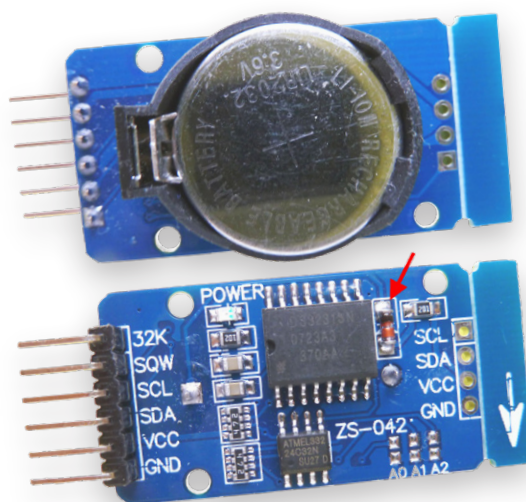


Figure 1. Avant et arrière de mon module RTC avec sa pile bouton LIR2032. La flèche pointe vers la diode qui doit être retirée.

LIR2032. Ces piles ont généralement une tension nominale de 3,6 V et une capacité de 35 à 45 mAh. Elles peuvent être chargées à un taux maximal de 0,2 C à une tension constante de 4,2 V, ce qui donne un courant de charge maximal de 7 à 9 mA.

Jusqu'ici, tout semblait fonctionner correctement, mais lorsque j'ai mesuré la tension au niveau de la cellule de lithium, elle dépassait légèrement 4,2 V. Cela était préoccupant ; une charge à une tension trop élevée peut nuire considérablement à la durabilité de la cellule. Bien qu'elles soient conçues pour ce type d'application, il est déconseillé de laisser les piles au lithium entièrement chargées sur de longues périodes - dépasser la tension de charge recommandée est tout simplement inacceptable !

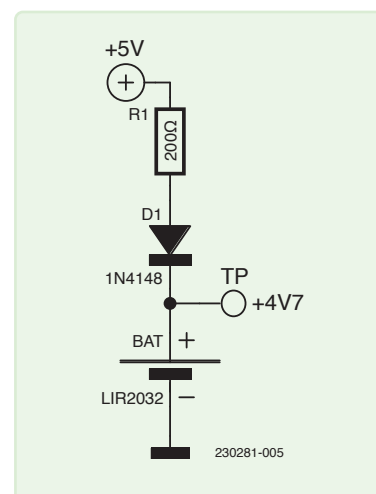


Figure 2. Le circuit original est tellement rudimentaire qu'il ne mérite même pas d'être qualifié de « circuit de charge »

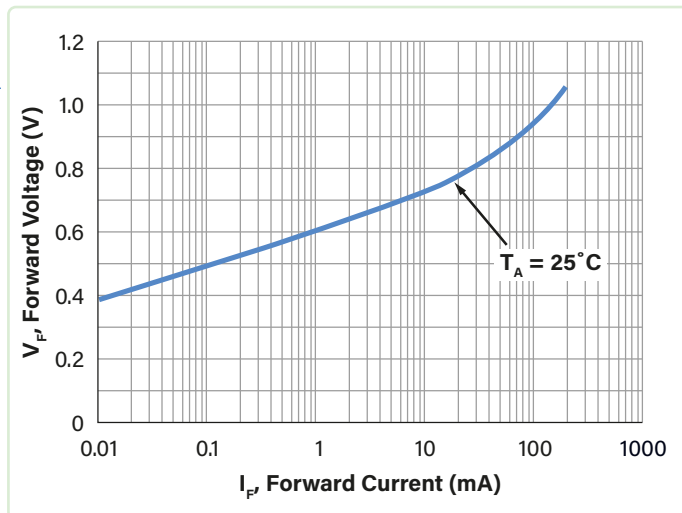


Figure 3. Courbe caractéristique courant/tension d'une diode au silicium à 25°C.

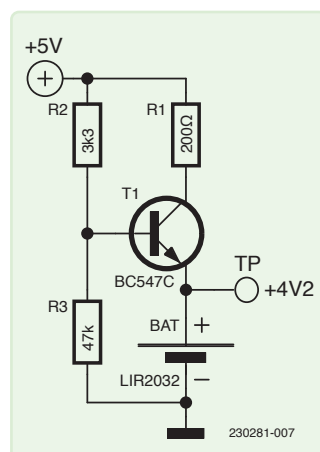
## Le circuit de charge

En examinant de plus près le module, j'ai constaté que le « circuit de charge » utilisé était extrêmement rudimentaire. Le schéma (figure 2) montre que la pile est chargée via une source de 5 V, le courant de charge étant limité par une simple résistance de 200  $\Omega$  en série avec une diode au silicium standard. Tout passionné d'électronique sait qu'une diode au silicium polarisée en direct présente une chute de tension d'environ 0,7 V. Ainsi, 5 V moins 0,7 V donne 4,3 V aux bornes de la cellule : une valeur qui peut sembler admissible.

En réalité, comme le montre la courbe caractéristique de la figure 3, cette chute de tension directe n'est observée que lorsque le courant traversant la diode est supérieur à quelques milliampères. À environ 7 mA, une diode 1N4148 présente une chute de tension légèrement inférieure à 0,7 V à 25°C. Dans ce circuit, alors que la pile s'approche d'un état de charge complète, le courant de charge diminue progressivement. La courbe montre que la chute de tension directe de la diode diminue également avec le courant. À 10  $\mu$ A, la pile est maintenant chargée à 4,6 V, ce qui est inacceptable. En tenant compte des variations de température habituelles et d'une tension d'alimentation pouvant atteindre 5,1 V, il est évident que la tension de la pile augmentera encore à mesure qu'elle se rapproche de la pleine charge. Dans de telles conditions, la pile risque de ne pas durer très longtemps. Nous devons envisager une approche différente !

## Modifications

Après avoir réfléchi à une solution, j'ai conçu un circuit légèrement plus développé (figure 4). Deux résistances supplémentaires et un transistor au silicium font l'affaire. Le diviseur de tension formé par R2 et R3



régule la tension à la base de T1 à environ 4,62 V. La jonction base-émetteur d'un transistor au silicium présente une caractéristique courant/tension similaire à celle d'une diode au silicium. À 10  $\mu$ A, la tension à l'émetteur, et donc de la pile, n'est que de 4,22 V, ce qui correspond à la recommandation du fabricant. Lorsque l'alimenta-

Figure 4. Le circuit de charge modifié reste simple, mais il est nettement plus bénéfique pour la pile.

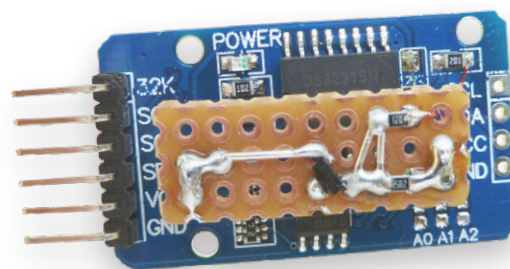


Figure 5. Une carte perforée piggyback est idéale pour apporter les modifications nécessaires à ce module.

tion de 5 V est coupée, la jonction BE de T1 cesse de conduire, et la pile est déconnectée de l'alimentation. Elle sert alors de source de secours pour maintenir l'activité de la puce d'horloge. La pile est chargée à un niveau de tension sécurisé durant le fonctionnement normal.

La figure 5 montre comment les modifications peuvent être effectuées. Trois composants CMS supplémentaires sont soudés sur un petit morceau de perfboard en utilisant quelques fils, pour les connecter aux points correspondants sur la carte du module (+5 V, masse et pôle positif de la pile). Pour réaliser cette opération sur un module similaire, il est recommandé de retirer d'abord la pile, puis de dessouder la diode (indiquée par la flèche sur la figure 1). Pour un test initial, remplacez la pile par une résistance de 1-M $\Omega$  et mesurez la tension à ses bornes. Si elle est proche de 4,2 V, le montage est correct. Si nécessaire, vous pouvez ajuster cette tension en modifiant les valeurs des résistances R2 et R3 du réseau diviseur de tension.

Maintenant que cette modification a été réalisée, la pile bouton peut bénéficier d'une durée de vie prolongée !

230281-04



## À propos de l'auteur

Peter Krüger est un ingénieur en développement diplômé, possédant des certifications MSCE et CNA. Son expérience professionnelle couvre des disciplines telles que la CEM, l'électronique industrielle, la technologie de défense, le développement de matériel et de logiciels, le chauffage par induction à grande échelle et la conception 3D. Peter a collaboré avec de nombreuses entreprises, tant dans son pays d'origine qu'à l'international.

## Questions ou commentaires ?

Contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).



## Produit

> Fnirsi DMT-99 Multimètre intelligent  
[www.elektor.fr/20765](http://www.elektor.fr/20765)