



nœud de capteurs autonome

(mise à jour du projet #1)

Réduire la consommation électrique en veille avec un RTC externe et un commutateur d'alimentation

Saad Intiaz (Elektor)

Dans l'article précédent, nous avons exploré le développement d'un nœud de capteurs autonome dédiée à la collecte de données environnementales. Bien que le prototype initial ait été fonctionnel, nous avons constaté que la consommation d'énergie, surtout en mode veille, nécessitait des améliorations significatives. Dans cette mise à jour, nous expliquons comment l'intégration de la RTC du MAX31334, doté d'un commutateur d'alimentation intégré permet d'optimiser la consommation d'énergie et de prolonger la durée de vie de la batterie.

Lors de la conception initiale du nœud de capteur LoRaWAN [1], l'objectif était de développer un système autonome alimenté par l'énergie solaire et capable de transmettre des données via LoRaWAN, pour la surveillance environnementale à distance. Bien que le système ait démontré son efficacité, l'un des principaux défis rencontrés concernait l'optimisation de sa consommation d'énergie, notamment durant les périodes d'inactivité.

Comme mentionné dans notre premier article, la consommation d'énergie du système en mode veille atteignait encore 4,32 mA. Bien que cela représente une amélioration par rapport à la consommation en mode actif, une réduction supplémentaire de la consommation en mode veille prolongerait significativement l'autonomie du système sur une seule charge de batterie sans apport solaire. Cela sera essentiel

pour les déploiements à distance, où la lumière du soleil n'est pas disponible tout au long du mois.

Une méthode pour atteindre cet objectif consiste à intégrer une horloge en temps réel (RTC) externe avec un circuit de verrouillage de l'alimentation. Ceci permet de couper complètement l'alimentation du système lorsqu'il n'est pas en usage. Ainsi, le système consomme de l'énergie uniquement lorsqu'il est nécessaire de prendre des mesures ou de transmettre des données.

Après avoir examiné plusieurs options, l'horloge en temps réel ultra-basse consommation MAX31334 d'Analog Devices [2] s'est distinguée par sa capacité unique à gérer la mesure du temps avec une consommation d'énergie minimale et par son commutateur d'alimentation intégré, qui peut contrôler automatiquement l'état d'alimentation du système.

Dans cette mise à jour du projet, nous nous concentrerons sur les améliorations de l'efficacité énergétique et le développement d'un nouveau module, qui intègre la RTC MAX31334 avec son commutateur d'alimentation et quelques connecteurs.

Pourquoi avons-nous choisi le MAX31334 ?

Ce choix s'explique par l'efficacité énergétique exceptionnelle du MAX31334 et sa polyvalence, le rendant particulièrement adapté pour les systèmes à faible consommation d'énergie et alimentés par batterie. Voici pourquoi il s'est démarqué :

Consommation d'énergie ultra-faible

Avec un appel de courant de seulement 70 nA en mode *timekeeping*, le MAX31334 est l'un des RTC les plus économes en énergie disponibles, réduisant significativement l'épuisement de la batterie lors des périodes d'inactivité. Il est donc parfait pour les applications IoT distantes à long terme où les économies d'énergie sont une priorité.

Commutateur d'alimentation intégré

Le MAX31334 dispose d'un commutateur d'alimentation intégré de 500 mA, qui contrôle l'alimentation de l'ESP32-C3 et des capteurs.

Il permet au système de couper complètement l'alimentation pendant les périodes d'inactivité, réduisant l'utilisation d'énergie à presque zéro et prolongeant davantage l'autonomie de la batterie.

Chargeur de secours interne

Le chargeur de secours intégré peut charger directement un supercondensateur. Vous trouverez plus d'informations sur ce composant dans l'encadré « Pourquoi est-il indispensable d'avoir une alimentation de secours pour une RTC ? ». Cela simplifie le circuit en éliminant le besoin de composants de charge externes. Il est possible d'ajuster les paramètres du chargeur via un registre afin d'assurer une charge sécurisée et efficace, et de fournir une source d'alimentation de secours fiable.

Timers programmables

Les alarmes et les timers programmables permettent au MAX31334 de réactiver le système à des intervalles prédéfinis. Les deux broches d'interruption (INT1 et INT2) offrent une grande flexibilité pour les événements externes, ce qui rend le module très adaptable à diverses applications.

Large plage de tension et rentabilité

Le MAX31334 fonctionne sur une large plage de tensions, allant de 1,1 V à 5,5 V, ce qui lui permet de s'adapter à différentes sources d'alimentation. Sa combinaison de fonctions de chronométrage, de contrôle de l'alimentation et de charge dans un seul circuit intégré réduit le nombre de composants et les coûts de conception globaux, ce qui en fait une solution rentable. En combinant efficacement ces fonctions, le MAX31334 non seulement répond aux exigences strictes d'effica-

Pourquoi est-il indispensable d'avoir une alimentation de secours pour une RTC ?

Un supercondensateur est utilisé comme source d'alimentation de secours pour la RTC MAX31334 pour garantir la continuité de la mesure du temps durant les interruptions de courant ou lorsque la batterie principale se trouve déchargée. Ceci est essentiel pour préserver l'intégrité des événements programmés et pour assurer une traçabilité précise du temps dans des applications de longue durée, telles que les réseaux de capteurs ou les appareils IoT distants. Le supercondensateur fournit une alimentation temporaire à la RTC, prévenant ainsi la perte de données en cas de mise en veille prolongée ou de coupure d'électricité. Grâce à son chargeur intégré, le MAX31334 recharge efficacement le supercondensateur sans nécessiter de composants externes additionnels. En maintenant la RTC fonctionnelle durant ces interruptions, le système peut continuer à opérer sans interruption et reprendre ses activités normales de façon transparente dès le rétablissement de l'alimentation principale.

cité énergétique mais simplifie également le circuit tout en offrant un contrôle robuste de la gestion de l'alimentation.

Schéma

Le cœur du circuit (figure 1) est le MAX31334 (IC1), qui assure simultanément les fonctions de chronométrage et de gestion de l'alimentation. Le supercondensateur (C2) est connecté directement à la RTC et est chargé via le chargeur interne du MAX31334, fournissant une alimentation de secours. Cette configuration garantit que la RTC reste opérationnelle même en cas de déconnexion de la batterie principale, préservant ainsi l'intégrité du chronométrage et permettant au système de reprendre son activité de manière fluide une fois l'alimentation principale rétablie.

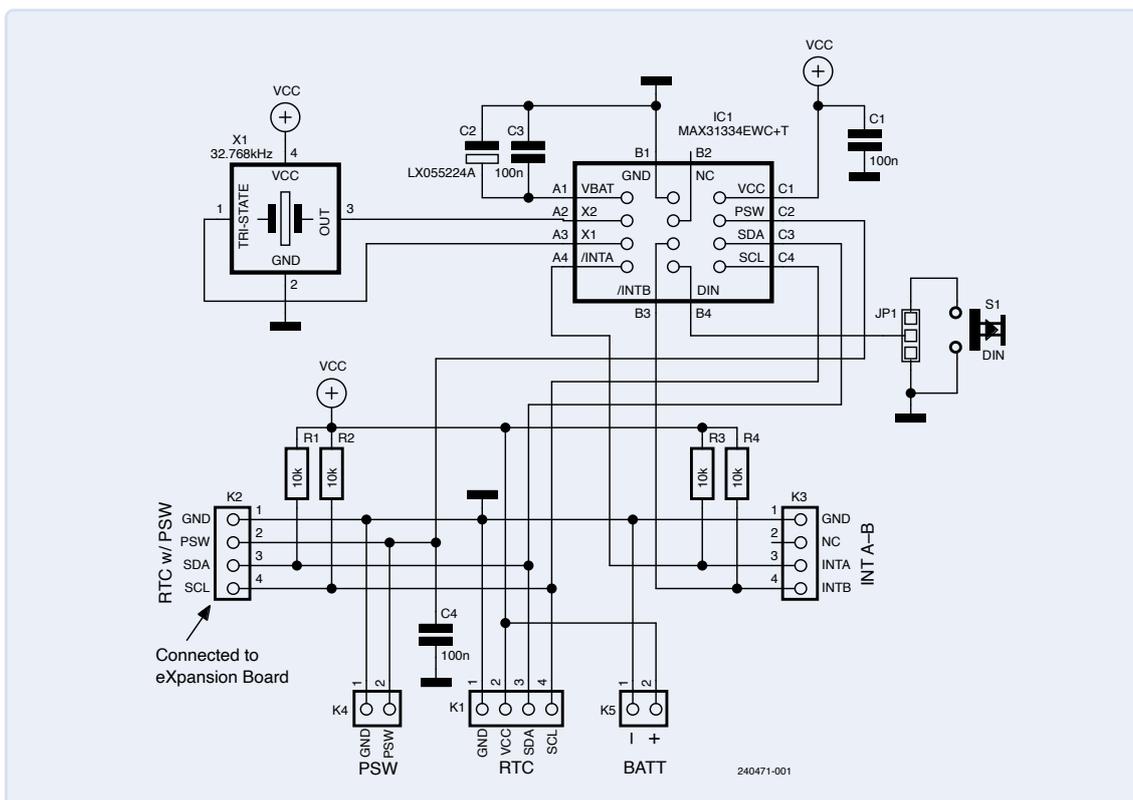


Figure 1. Schéma du module

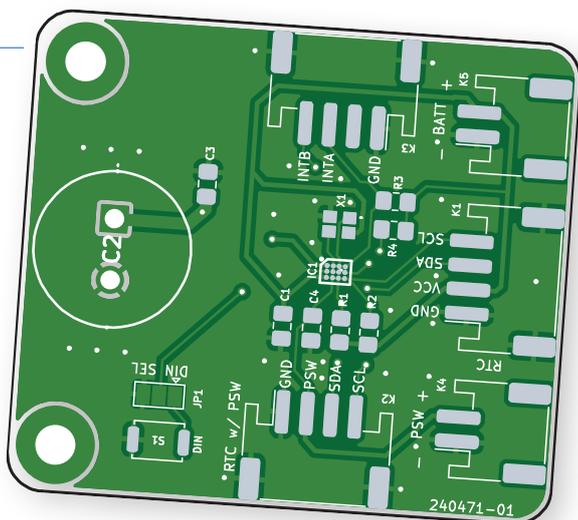


Figure 2. Disposition du circuit imprimé du module.

Le connecteur K5 sert d'entrée pour la batterie principale, alimentant l'ensemble du système, y compris la RTC et les composants alimentés connectés au commutateur d'alimentation. Le connecteur K1 facilite la communication I²C entre la RTC et un microcontrôleur principal. Grâce à cette interface, le microcontrôleur peut récupérer les données de chronométrage et contrôler le commutateur d'alimentation (PSW) intégré dans la RTC. Cet commutateur joue un rôle crucial dans la gestion de l'état d'alimentation de l'ensemble du système. Il est important de noter que chaque carte de microcontrôleur connectée ici est alimentée en continue via K1 et K5.

Pour optimiser la consommation d'énergie d'une carte en l'alimentant de manière intermittente, vous devez la brancher aux connecteurs K2 ou K4. Ces connecteurs permettent de contrôler l'alimentation d'une carte fille ou d'un module externe, permettant au MAX31334 d'activer ou désactiver des dispositifs spécifiques selon les exigences du système. Le connecteur K2 donne également accès au bus I²C.

Le connecteur K3 donne accès aux deux broches d'interruption (INT1 et INT2), qui sont configurées avec des résistances de tirage vers le haut R4 et R5. Ces interruptions peuvent être utilisées pour réveiller le système à des intervalles prédéterminés ou en réponse à des événements externes, augmentant ainsi la flexibilité opérationnelle du système en termes de gestion de l'alimentation.

De plus, le cavalier JP1 et le bouton S1 permettent de contrôler la broche DIN avec un trigger de Schmitt. Cela vous permet de contrôler manuellement l'état d'alimentation du système. Si cette fonctionnalité n'est pas requise, il est possible de désactiver cette option en connectant à la masse la broche au niveau de JP1.

Globalement, le schéma est conçu pour fournir une gestion efficace de l'alimentation, en tirant parti des fonctionnalités du MAX31334 pour réguler l'alimentation du système et charger le supercondensateur sans nécessiter de composants externes supplémentaires. La simplicité de ce circuit le rend particulièrement adaptable à diverses applications lDO et dispositifs basés sur des capteurs.

Conception du circuit imprimé

Le circuit imprimé du module est une carte 40 mm x 45 mm à deux couches (figure 2), conçue pour assurer la polyvalence et la gestion efficace de l'énergie. La carte comporte des connecteurs Grove pour améliorer la compatibilité avec une large gamme de capteurs, de modules et de microcontrôleurs. Le connecteur K1 assure la communication I²C avec le microcontrôleur principal, tandis que les connec-

teurs K2 et K4 permettent de contrôler l'alimentation des cartes filles ou des modules externes. Le connecteur K5 alimente le système, et le supercondensateur (C2) est positionné au centre pour fournir une alimentation de secours. La figure 3 présente le rendu 3D de l'avant et de l'arrière de la carte de circuit imprimé.

Nous avons prévu des trous de montage pour une installation sécurisée du boîtier, ce qui rend le module robuste et adaptable à différents projets. Les connecteurs Grove assurent une intégration rapide et facile avec d'autres cartes de développement, ce qui ajoute à la flexibilité du module.

Prochaines étapes : essais et validation

Bien que le module ait été conçu et que le schéma et le circuit imprimé soient finalisés, l'étape suivante consiste à effectuer des essais en conditions réelles. Une fois le matériel assemblé, nous effectuerons des tests approfondis de consommation d'énergie avec le Joulescope JS200 pour vérifier si le module répond aux objectifs de conception, notamment la réduction de la consommation d'énergie en mode veille à des niveaux proches de zéro. De plus, la fiabilité du système sera testée sur de longues périodes afin de s'assurer que la batterie de secours et le commutateur d'alimentation fonctionnent comme prévu. ◀

240471-04

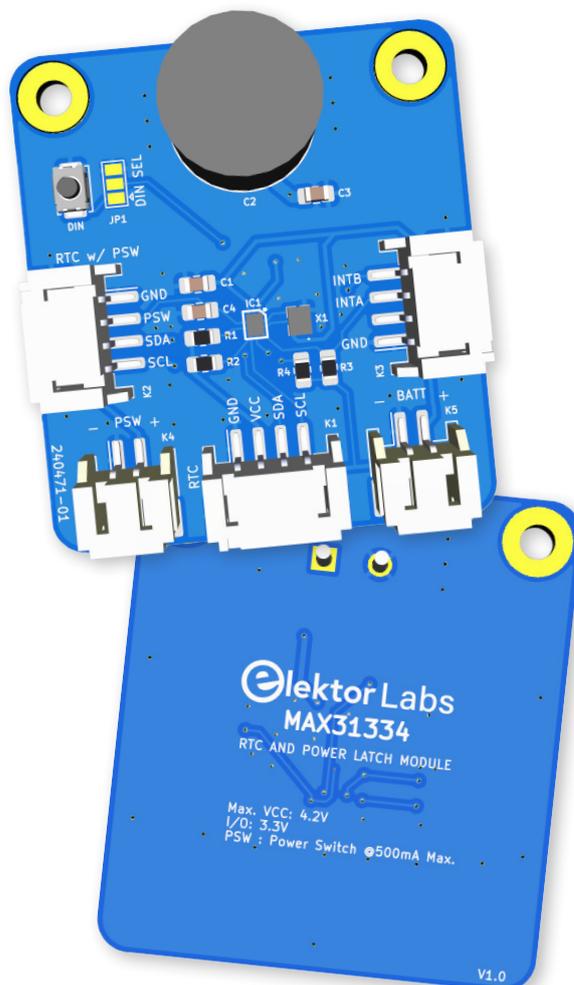


Figure 3. Rendu 3D du circuit imprimé.



À propos de l'auteur

Saad Imtiaz, ingénieur senior chez Elektor, est spécialisé en mécanique et bénéficie d'une expertise approfondie dans les systèmes embarqués et le développement de produits. Tout au long de sa carrière, il a collaboré avec une diversité d'entreprises, allant des startups innovantes aux multinationales renommées, en menant des projets de prototypage et de développement tournés vers l'avenir. Fort d'une riche expérience acquise dans l'industrie aéronautique et en tant que dirigeant d'une startup technologique Saad apporte à Elektor un mélange unique d'expertise technique et d'esprit d'entreprise. Il contribue au développement de projets dans les domaines du logiciel et du matériel.

Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (saad.imtiaz@elektor.com), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

- > **Seed Studio XIAO ESP32C3**
www.elektor.fr/20265
- > **Seed Studio Grove SCD30 CO₂**
www.elektor.fr/20012
- > **Seed Studio LoRa-E5 STM32WLE5JC**
www.elektor.fr/19956
- > **Seed Studio Panneau solaire (3 W)**
www.elektor.fr/19131
- > **Waveshare Module de gestion d'alimentation solaire**
www.elektor.fr/20488
- > **Dragino LoRa/LoRaWAN Kit IoT Kit (EU868)**
www.elektor.fr/20775

LIENS

[1] «Un nœud de capteurs autonome», Saad Imtiaz, Elektor 9-10/2024 : <https://elektormagazine.fr/240354-04>

[2] MAX31334 Ultra-Low-Power Real Time Clock with Integrated Power Switch : <https://www.analog.com/en/products/max31334.html>

PCBWay

PCBWay – PCB Flexibles & Rigides-Flex à des prix imbattables

Obtenez des PCB flexibles et rigides-flex de haute qualité à partir de seulement **46.74 \$**

- 1-16 couches
- 100% test électrique
- Très personnalisable

Rendez-nous visite au salon electronica 2024, Stand A1.163

www.pcbway.com service@pcbway.com