L'Internet des objets (IoT) peut utiliser la transmission d'énergie sans fil (WPT)

Tony Armstrong
Directeur marketing Produits Puissance
Linear Technology, qui fait désormais partie de Analog Devices

Contexte et introduction

Le terme « Internet des objets » fait référence à la tendance persistante à connecter à Internet et entre eux, non seulement des personnes et des ordinateurs, mais aussi toutes sortes d'« objets ». Prenons par exemple le cas de certaines applications, comme les installations de fabrication industrielle ou les grands projets d'infrastructures, dans lesquelles il est possible de gagner en efficacité, d'améliorer la sécurité et de créer des modèles économiques totalement nouveaux en connectant davantage de capteurs (ou d'actionneurs) dans des lieux de plus en plus nombreux. La démarche Industrie 4.0 fait référence à ce niveau élargi d'échange de données.

Traditionnellement, les différents types de capteurs utilisés dans ces installations industrielles étaient jusqu'ici connectés par câble à leur source d'alimentation. Cependant, plutôt que d'avoir à gérer les problèmes et les coûts de la mise en place de câbles dans une installation, il est aujourd'hui possible d'installer des capteurs sans fil fiables et de qualité industrielle, capables de fonctionner pendant de nombreuses années avec une petite batterie, ou même de récupérer de l'énergie sur des sources comme la lumière, les vibrations ou les variations de température. Il est également possible d'utiliser conjointement une batterie rechargeable et différentes sources d'énergie ambiante.

Les technologies de pointe de récupération d'énergie disponibles dans le commerce, par exemple la récupération d'énergie vibratoire et les cellules photovoltaïques pour une utilisation interne ou portative, produisent des niveaux de puissance de l'ordre du milliwatt dans des conditions de fonctionnement nominales. Ces niveaux de puissance peuvent paraître restrictifs, mais le fonctionnement sur plusieurs années d'éléments de récupération d'énergie, comme les nœuds de capteurs sans fil, semble indiquer que ces technologies sont dans l'ensemble comparables aux batteries primaires à longue durée de vie, aussi bien en termes de fourniture d'énergie que de coût par unité énergétique. Bien que les batteries primaires se prévalent d'atteindre une durée de vie de 10 ans, cette caractéristique dépend à la fois du niveau de puissance produit et de la fréquence de ce niveau. En général, les systèmes comportant des fonctionnalités de récupération d'énergie peuvent effectuer une recharge après décharge complète, ce que les systèmes alimentés par batteries primaires ne peuvent pas faire. Néanmoins, la plupart des installations utiliseront une source d'énergie ambiante, comme par exemple une alimentation primaire, mais la compléteront avec une batterie primaire pouvant être mise en service si la source d'énergie ambiante s'arrête ou fonctionne mal. Il est possible

de considérer cette approche comme une fonctionnalité d'extension de la durée de fonctionnement d'une batterie qui permet de prolonger l'exploitation d'un système. Il est ainsi possible de s'approcher de la durée d'exploitation de la batterie qui est généralement de 12 ans pour un modèle Lithium-Chlorure de thionyle. En outre, du fait de problématiques de sécurité spécifiques, il est impossible de charger certaines batteries rechargeables au moyen de câbles, car elles nécessitent pour cela des techniques de transfert d'énergie sans fil.

Dans la plupart de ces applications, il est difficile, voire impossible, d'utiliser un connecteur de charge. À titre d'exemple, certains produits exigent des enceintes étanches pour protéger les composants électroniques sensibles des environnements agressifs. D'autres produits sont tout simplement trop petits pour y intégrer un connecteur. Par ailleurs, dans les produits où l'application alimentée par batterie comporte un mouvement ou une rotation, il est pratiquement impossible d'effectuer une charge au moyen de câbles. Face à ces situations, quelles sont les méthodes alternatives possibles ? Il est évident que le dispositif doit permettre d'éliminer le connecteur et d'effectuer une recharge sans fil. De plus, une solution de charge sans fil apporte de la valeur, de la fiabilité et de la robustesse dans les applications où les connecteurs ne le peuvent pas.

Transmission d'énergie sans fil

L'alimentation sans fil est une bonne solution dans les cas il est impossible d'utiliser un connecteur ohmique. De quoi s'agit-il ? En termes simples, la transmission d'énergie sans fil consiste à transmettre de l'énergie électrique entre une source d’alimentation et une charge en traversant un ou plusieurs isolants électriques. Cependant, transférer de l'énergie de cette manière crée un certain nombre de problèmes. En effet, la circulation d'un courant électrique dans un conducteur génère un champ magnétique. Plus spécifiquement, lorsqu'un courant alternatif circule dans un conducteur, un champ magnétique variable dans le temps est généré au voisinage de ce conducteur. Et si un autre conducteur se trouve dans ce champ magnétique, un courant alternatif est induit dans celui-ci.

L'intensité du champ magnétique est proportionnelle à celle du courant circulant dans le conducteur. L'énergie est transférée entre un conducteur qui produit les champs magnétiques (primaire) et un conducteur sur lequel influent ces champs magnétiques (secondaire), par le biais du couplage magnétique défini précédemment. Dans un système à couplage faible, caractérisé par un coefficient de couplage bas, un courant haute fréquence ne circule pas sur de longues distances le long d'un conducteur et perd rapidement de l'énergie du fait de la mauvaise adaptation des impédances le long du câble. L'énergie est donc renvoyée à la source ou diffusée dans l'air par rayonnement. La Figure 1 est une représentation graphique d'enroulements à couplage faible connectés au moyen d'un champ magnétique.

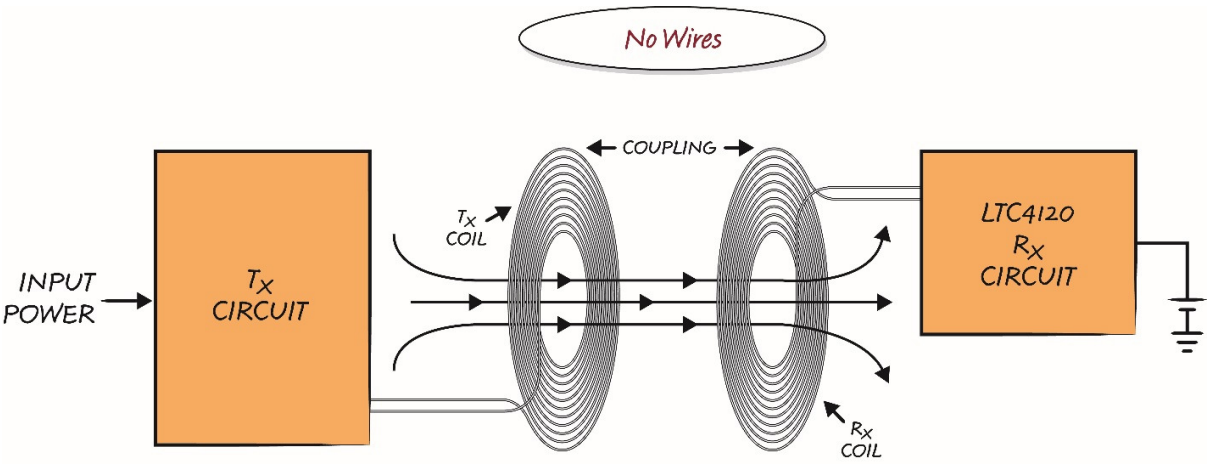


Figure 1. Transfert d'énergie sans fil entre une bobine de transmission primaire (Tx) et une bobine de réception secondaire (Rx) incluant le circuit LTC4120

Le circuit LTC4120 est un chargeur Buck synchrone sans fil. Non compatible avec la norme Qi, cette solution a été conçue pour répondre aux besoins des applications nécessitant une haute fiabilité. Le circuit LTC4120 intègre une technologie et une architecture d'alimentation sans fil qui permettent à un système de fonctionner à une plus grande distance de transmission d'énergie et avec une meilleure tolérance en cas de mauvais alignement. Ces fonctionnalités sont gérées de manière efficace pour que le récepteur ne subisse pas de problèmes thermiques. De plus, la plupart des applications liées aux réseaux industriels de capteurs sans fil (WSN), à l'Internet des objets (IoT) et aux équipements médicaux ne souhaitent pas d'interopérabilité avec les produits grands publics.

La technologie de contrôle d'harmonisation dynamique (DHC) est intégrée dans le circuit LTC4120, ce qui apporte des avantages significatifs par rapport à d'autres solutions d'alimentation. En fonction des changements environnementaux et des modifications de charge, le dispositif DHC fait varier en dynamique la fréquence de résonance du récepteur. Ce dispositif permet de transférer l'énergie de manière plus efficace, de réduire les dimensions du récepteur et de produire des interférences électromagnétiques négligeables, même en augmentant la portée de transmission. Contrairement à d'autres technologies de transfert d'énergie sans fil, le contrôle d'harmonisation dynamique permet une gestion intrinsèque des niveaux de puissance grâce au champ d'alimentation inductif, ce qui élimine la nécessité d'un canal de communication distinct pour valider les récepteurs ou pour gérer les variations de la charge connectée pendant le cycle de charge de la batterie.

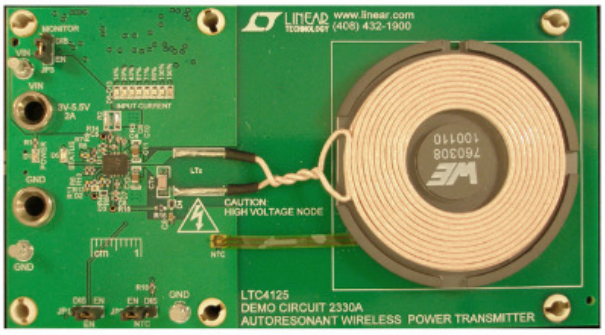
Charge d'une batterie par une alimentation sans fil

La charge sans fil avec le circuit LTC 4120 permet la mise en œuvre ou l'amélioration de nombreuses applications. Il est par exemple possible d'éliminer les connecteurs coûteux, susceptibles de provoquer des pannes dans les environnements agressifs. À ce titre, les installations de traitement chimique et les raffineries d'essence constituent deux exemples

intéressants. De manière similaire, la charge sans fil permet d'utiliser des enceintes complètement étanches pour les applications nécessitant un processus de stérilisation, comme les robots rotatifs et les systèmes d'imagerie médicale. Il est évident qu'éliminer les câbles permet de placer les batteries rechargeables dans ces types d'équipements mobiles ou rotatifs. Les autres applications concernées sont tout simplement celles trop miniaturisées pour utiliser un connecteur classique.

Mais comment l'énergie est-elle transférée vers le circuit LTC 4120 pour permettre la charge d'une batterie ? Tout simplement avec un circuit d'émetteur sans fil et des bobines. À cette fin, Linear Technology a conçu et développé le circuit LTC4125, émetteur d'alimentation sans fil qui vient compléter les circuits intégrés de récepteur sans fil pour obtenir une solution de charge dépourvue de câbles. Le LTC4125 est un contrôleur simple à résonance, avec pont double alternance, capable de générer une puissance atteignant 5 W pour un récepteur associé correctement accordé. Il fonctionne sous la forme d'un composant du circuit émetteur, dans un système complet de transfert de puissance sans fil, comprenant les circuits de transmission, la bobine émettrice, la bobine réceptrice et les circuits de réception.

Le contrôleur d’alimentation LTC4125 apporte des améliorations par rapport à un émetteur de base par ses trois caractéristiques essentielles : une fonction Auto Resonant qui détermine l’énergie maximale disponible du récepteur, un algorithme de recherche de la puissance optimale qui permet de définir le rendement maximal de l’ensemble du système d’alimentation sans fil, et la détection d’objets étrangers pour assurer un fonctionnement sécurisé et fiable en présence d’objets conducteurs inconnus. Le LTC4125 règle automatiquement sa fréquence pour correspondre à celle du circuit résonant LC. Ce découpage Auto Resonant permet au composant de transmettre une puissance maximale à partir d’une alimentation basse tension (3 V à 5,5 V) à un récepteur accordé, comme le récepteur sans fil LTC4120 de Linear, et à un chargeur de batterie. Il est également possible de concevoir des récepteurs d’énergie sans fil avec le chargeur de batterie shunt LTC4071 ou le chargeur de batteries LT3652HV compatible avec différentes technologies chimiques. Pour optimiser le rendement du système, le LTC4125 utilise une fonction de recherche périodique de l’énergie émise et ajuste la puissance en fonction des demandes de charge du récepteur. Le composant cesse de fournir de l’énergie en cas de dysfonctionnement ou de détection d’un objet étranger. Référez-vous à la Figure 2 pour découvrir comment utiliser les circuits LTC4120 et LTC415 dans une solution complète de transfert d'énergie sans fil et de charge de batterie.



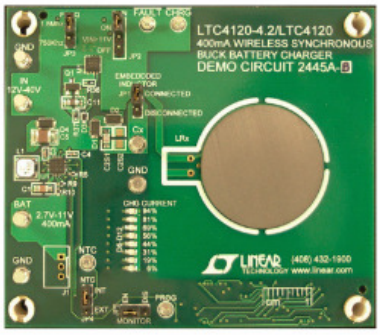


Figure 2. Circuit de démonstration LTC4125 et LTC4120 pour la charge d'une batterie sans fil

Le LTC4125 comporte une fonction de programmation de limite de courant maximal et une entrée NTC comme moyen supplémentaire de protection contre les objets étrangers et les surcharges. Les applications englobent les instruments portables, les capteurs industriels et militaires et autres composants similaires utilisés dans les environnements agressifs, les produits portables dans le domaine médical et les produits isolés électriquement. Les systèmes utilisant le circuit LTC4125 permettent d'obtenir des solutions robustes et autonomes, assurant une transmission à des distances atteignant 15 mm et une certaine tolérance en cas de couplage insuffisant des inductances dû à un mauvais alignement.

Conclusion

Depuis quelques années, le marché de l'Internet des objets explose avec un large éventail de produits destinés aux applications médicales, militaires et industrielles. Nous assistons au développement rapide d'une nouvelle vague de produits, notamment avec les solutions médicales équipées de nombreux capteurs et les capteurs industriels destinés à contrôler les conditions environnementales pour améliorer la sécurité. De manière similaire, la prolifération de la récupération d'énergie dans les réseaux industriels de capteurs sans fil pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments et la surveillance de l'état des machines et des ponts suscite une dynamique essentielle pour les solutions de conversion basse tension. Ce qui explique pourquoi, même s’il semble insurmontable d’alimenter des appareils à faible consommation de courant dans des environnements agressifs grâce au transfert d'énergie sans fil, Linear Technology propose, pour y parvenir, une solution clé en main et facile à utiliser.