

Exemples de capteurs déportés, de précision et basse consommation

Aaron Schultz, *responsable ingénierie applications, Analog Devices Power Group*

Les exemples de capteurs déportés présentés ici se caractérisent par une grande fiabilité, une connectivité facile et une très faible consommation. Ces circuits ciblent les environnements industriels qui requièrent des communications robustes et un entretien minimum des batteries. Les solutions associent les dernières avancées en basse consommation et en amplification de grande précision avec les capacités d'un réseau maillé sans fil également faible consommation et haute fiabilité. L'amplificateur [LTC2063](#), à faible courant de polarisation en entrée et à dérive nulle, qui fonctionne à 2µA max., et le [LTP5901-IPM](#) qui consomme moins de 1,5 µA en mode sommeil permettent la réalisation de telles solutions. Le niveau de consommation de ces dispositifs est suffisamment bas pour qu'ils puissent fonctionner sur une batterie constituée d'électrodes de cuivre et de zinc, chacune d'une surface de 4 pouces² (25,8064 cm²), et d'un électrolyte provenant de la pulpe d'un citron.

Réseau maillé sans fil

Les mesures réalisées et recueillies à partir d'un réseau sans fil, dans un environnement industriel, nécessitent rarement des vitesses élevées, mais requièrent généralement un haut niveau de fiabilité et de sécurité, en plus d'un fonctionnement basse consommation, pour maximiser la durée de fonctionnement sur batterie. Le LTP5901-IPM constitue un nœud, ou un Mote (module microcomposant) de SmartMesh[®] IP, dans un réseau sans fil 802.15.4e. Le LTP5901-IPM intègre un CAN 10-bits, 0 V à 1,8 V, à côté d'un microprocesseur 32 bits, interne ARM[®] Cortex[®]-M3, qui permet une mesure avec une programmation facile. Ce microcomposant est conçu pour procurer la sécurité, la fiabilité, la basse consommation, la souplesse et la facilité de programmation.

Quatre applications de mesure

Globalement, la conception des circuits suivants n'est pas compliquée. De plus, ils sont clairs, performants et adaptés à des applications spécifiques. La complexité est superflue et de fait constituerait un coût supplémentaire et un risque sérieux.

Chaque circuit utilise un capteur en entrée et traite la sortie du capteur pour générer une tension de sortie. Avec le CAN 10 bits du LTP5901-IPM en entrée, chaque circuit tente d'adapter son entrée afin d'être le plus possible dans la plage de 0 V à 1,8 V.

Mesure d'une tension de batterie

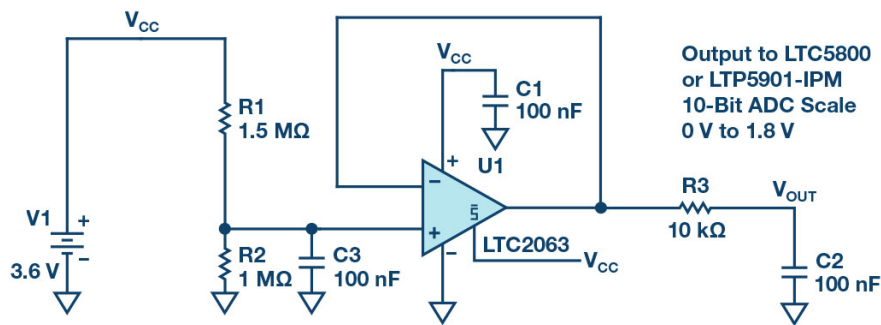


Figure 1. Mesure simple d'une tension de batterie.

La figure 1 montre un schéma typique d'amplificateur opérationnel monté en gain unité, non inverseur, qui mesure une tension divisée par 2. La plage du CAN, à l'entrée du LTP5901, s'étend de 0 V à 1,8 V. Le pont diviseur constitué par R1 et R2 réduit la tension de la batterie, avec un courant de repos minimum pour permettre une plus longue durée de vie de la batterie. Le courant de polarisation du LTC2063 est suffisamment faible pour que les valeurs importantes de ces résistances n'affectent pas la précision finale du CAN 10 bits. Le LTC2063 consomme un courant d'alimentation minimal et présente l'avantage d'une dérive nulle dans le temps et en fonction de la température.

Mesure de courant

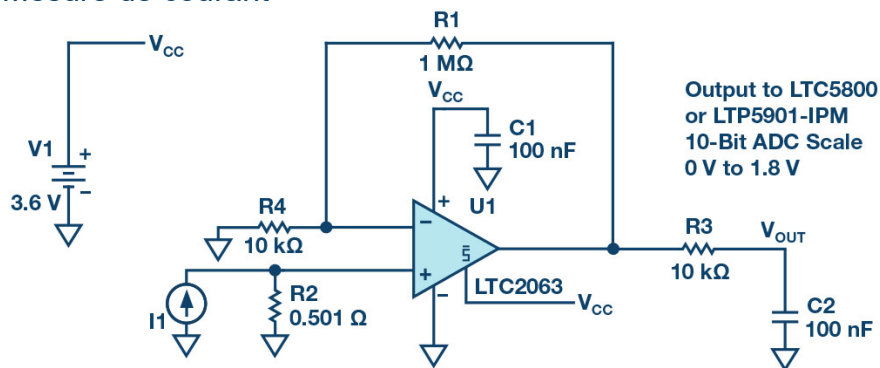


Figure 2. Circuit de mesure de courant.

L'intérêt principal d'un circuit électronique, alimenté sur batterie et isolé, réside dans la possibilité de placer la masse n'importe où. On peut mesurer un courant avec la topologie d'un circuit la plus appropriée sans pertes, tout en plaçant les terminaux n'importe où par rapport à la masse. Pour un courant unipolaire comme dans une boucle industrielle de 4 mA à 20 mA, on peut effectuer une mesure, sans problème par rapport à la masse locale, en utilisant une architecture classique « low side ». La figure 2 montre le courant passant dans une très petite résistance R2, ce qui permet une mesure de tension. Cette tension d'entrée peut être très faible en raison de la dérive nulle, de la très petite valeur de la tension de décalage de l'amplificateur. Le circuit permet de multiplier la tension aux bornes de la résistance de mesure de courant de 501 mΩ par 101 V/V. À 20 mA, la tension V_{OUT} est de 1,012 V. D'autres valeurs peuvent être choisies afin de maximiser l'utilisation de la plage de 1,8 V du CAN.

La résistance R4 est relativement basse et agit comme un shunt de basse impédance pour la capacité d'entrée du LTC2063. De ce fait, l'interaction entre la forte résistance de boucle R1 et la capacité d'entrée n'intervient pas au niveau de la stabilité.

Le circuit ainsi réalisé est optimisé pour des mesures de courants sur la plage de 0 mA à 35 mA, appropriée à la plage de 0 V à 1,8 V du CAN.

Mesure d'un éclairage énergétique (irradiance)

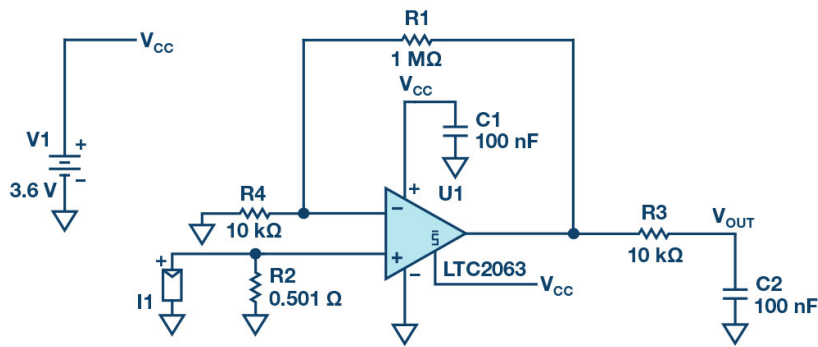


Figure 3. Mesure d'un éclairement énergétique par une cellule solaire en court-circuit.

Le circuit de la figure 2 peut également être utilisé pour mesurer le courant de court-circuit d'une cellule solaire. Les courbes d'intensité de courant des cellules au silicium et autres cellules solaires sont linéaires en fonction de l'irradiance, quand elles fonctionnent en mode court-circuit. Le courant de court-circuit est le courant provenant de la cellule solaire avec 0 V à ses bornes. Le circuit de la figure 3 ne maintient pas la tension de la cellule solaire précisément à 0 V au courant maximum, cependant, même avec 20 mA en plein soleil, la tension est de seulement 10 mV. Un niveau de 10 mV aux bornes de la cellule solaire équivaut pratiquement à un court-circuit sur la courbe I vs V .

On pourrait imaginer à la place un amplificateur d'adaptation d'impédance (TIA). Un TIA peut imposer 0 V aux bornes de la cellule solaire et mesurer le courant. L'ennui avec ce type de circuit est que l'amplificateur opérationnel fournit le courant de la cellule solaire sur toute la plage d'irradiance. Lorsque la priorité est donnée au minimum de dissipation de puissance du circuit de mesure déporté, une intensité de courant de batterie de 20 mA est inacceptable pour l'amplificateur opérationnel.

Étant donnée la nécessité de rester près de 0 V, une petite résistance de mesure de courant devrait être employée. Un dispositif de mesure de petites tensions, déporté, alimenté sur batterie, suggère encore une fois l'emploi d'un amplificateur basse consommation, très précis, comme le LTC2063.

Les installations solaires mènent exactement aux types d'aménagements qui requièrent des réseaux maillés sans fil, avec une mesure de la dérive en température nulle. Heureusement, les photodiodes silicium, en condition de court-circuit, sont assez stables en fonction de la température. Une conception simple et robuste qui utilise les LTC2063 et LTP5901-IPM, combinés à une cellule solaire, est la solution appropriée pour effectuer une mesure sur un vaste domaine d'installations dans des conditions de variations de la température ambiante.

Mesure de température avec un thermocouple

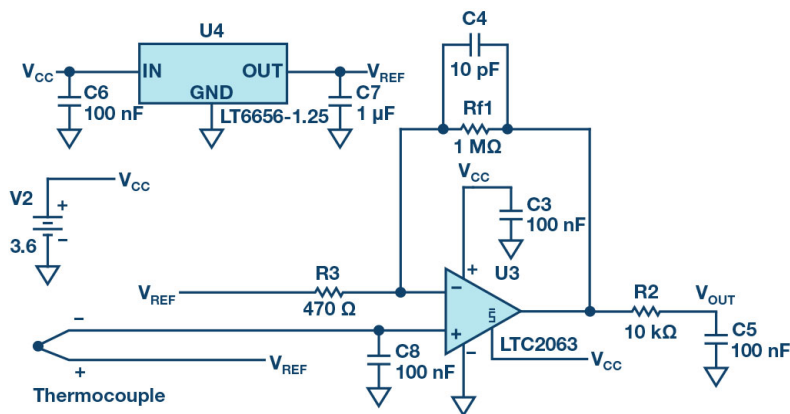


Figure 4. Circuit de mesure à thermocouple.

Les tensions d'un thermocouple peuvent être positives ou négatives. Le circuit de la figure 4 combine l'utilisation d'une référence de très faible consommation et d'un amplificateur très basse consommation pour mesurer de petites tensions qui sont à la fois positives et négatives. Par chance un thermocouple, s'il est électriquement isolé de son dispositif sous test, peut être placé dans le domaine de tension le plus adaptée. Dans l'exemple de la figure 4, la polarisation du thermocouple est de 1,25 V en utilisant le [LT6656-1.25](#). La sortie du circuit est une version à gain élevé de la faible tension du thermocouple au-dessus de la tension de référence de 1,25 V. La plage du CAN, de 0 V à 1,8 V, est une cible raisonnable pour cette configuration. Le gain très élevé de 2000 V/V ne serait pas réalisable sans l'emploi d'un amplificateur à dérive nulle, et à faible tension de décalage.

Conclusion

La mesure déportée, précise, de très basse consommation est parfaitement réalisable. Les exemples présentés dans cet article démontrent la simplicité d'associer un amplificateur basse consommation, de grande précision, à un circuit intégré nœud de réseau maillé sans fil.