

精準低功耗遠端感測設計思維

■作者：Aaron Schultz / ADI LPS 事業部應用工程經理

本文將介紹具備高可靠度、簡單連網、以及超低功耗等特點的遠端感測實例。這些電路鎖定的工業情境要求穩定的通訊，以及最低的電池更換頻率。因此解決方案除了具備低功耗、高精準放大功能之外，還要能運用低功耗、高可靠度的無線自主連網 (mesh network) 功能。而促成這種解決方案的元件包括 LTC2063，這款零漂移、低輸入偏移放大器最高僅消耗 2 毫安培的電流，另外一款 LTP5901-IPM 元件則在睡眠模式下所消耗電流更只有 1.5 毫安培。這兩款元件的功率消耗低到只須用銅與鋅電極組成的自製電池就能運作，只須把兩個表面積為 4 平方英吋的電極片插到檸檬，並接觸到含扮演電解液功效的果肉，之後接上電線，即使像這樣發電量不高的電解電池也足以驅動這兩款元件。

無線自主連網結構 (Wireless Mesh)

工業環境中無線網路執行與關閉的量測作業很少要求高速，要求的通常是高可靠度與安全性，另外也要求低功耗，藉以讓靠電池運行的時間能拉到最長。LTP5901-IPM 能在 802.15.4e 無線網路

中構成一個節點，或一個 SmartMesh IP Mote。LTP5901-IPM 整合一個 10 位元解析度 0 至 1.8V 的 ADC 轉換器，以及一個 ARM Cortex-M3 32 位元微處理器，具備感測功能並能輕易程式化。這個微型裝置 (mote) 是針對安全、可靠、低功耗、彈性、以及可編程等目標而進行設計的。

4 種感測應用

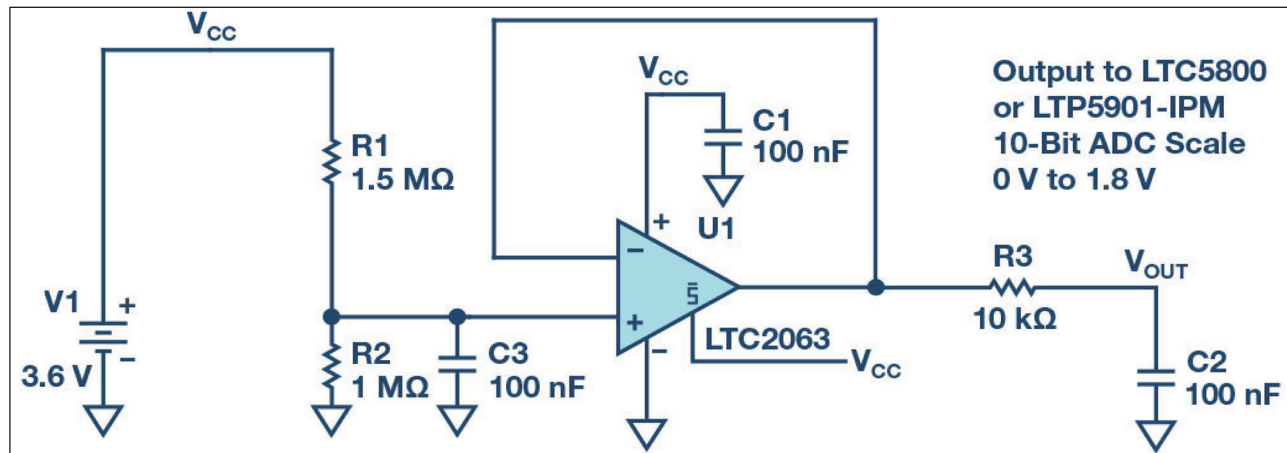
整體而言，以下電路的設計並不需要高深的科學。然而它們體積微小、效率極高，並針對特定應用而量身打造。它們不需要複雜結構，事實上，就成本和可靠度而言，複雜結構都會造成負面影響。

每個電路的輸入端連接到感測器，對感測器輸出的訊號加以處理，之後產生一個輸出電壓。運用 LTP5901-IPM 10-bit ADC 作為輸入元件，每個電路會嘗試對映輸入內容，並擷取 0 至 1.8 V 範圍內的訊號。

基本電池電壓感測

圖 1 顯示一個典型非反相均一增益

圖 1：簡單電池電壓感測



(noninverting) 負回授運算放大器組態，能感測分壓 (divided-down) 電壓。LTP5901 輸入端的 ADC 範圍為 0V 至 1.8V。R1 與 R2 在對電池電壓進行分壓時，將靜態電流壓最低，藉以延長電池續航力。LTC2063 的輸入電流偏移低到足以讓這些大電阻不會影響最終 10 位元 ADC 的精準度。此外，LTC2063 不僅消耗電流極低，還提供零偏移 vs 時間與溫度的優點。

電流感測

電池供電與隔離電子元件的好處在於接地端可任意選擇。透過最方便的電路拓撲做成感測電流的元件，而不失去普適性 (generality)，同時還能將終端 (terminals) 置於局部接地處的任何位置。對於像 4 毫安培至 20 毫安培工業迴路這類單極電流，可

運用傳統低端 (low-side) 拓撲，即可安全地感測較偏向局部的接地。圖 2 顯示電流經過一個極小電阻 R2，形成一個感測電壓。這個輸入電壓非常小，因為放大器具有零漂移、超低偏置電壓的性能。電流顯示出在 501 mΩ 感測電阻的輸入端增益為 101 V/V。在 20 毫安培下， V_{OUT} 為 1.012 V。其他數值可自行選用，以充分利用 ADC 的 1.8V 範圍。

R4 電阻相對較低，作為 LTC2063 輸入電容的低阻抗分流 (shunt) 元件。因此大 R1 電阻回授電阻與輸入電容之間的互動就不會趨於穩定狀態。

這樣的電路會針對 0 至 35 毫安培的測試電流範圍進行最佳化，以對應到 0 至 1.8V 的 ADC 範圍。

照度計 (Irradiance Meter)

圖 2 顯示的電路也可用來量測太陽能電池的

圖 2：電流感測電路

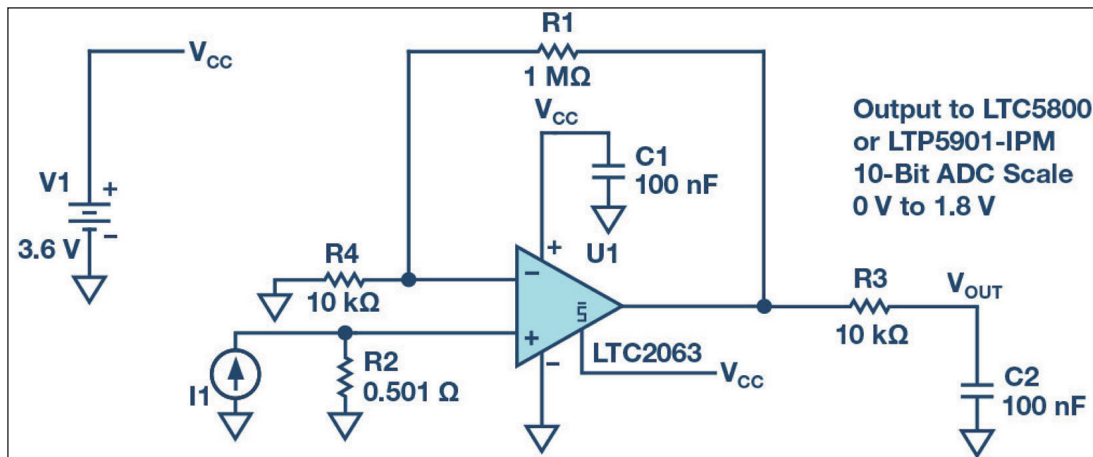
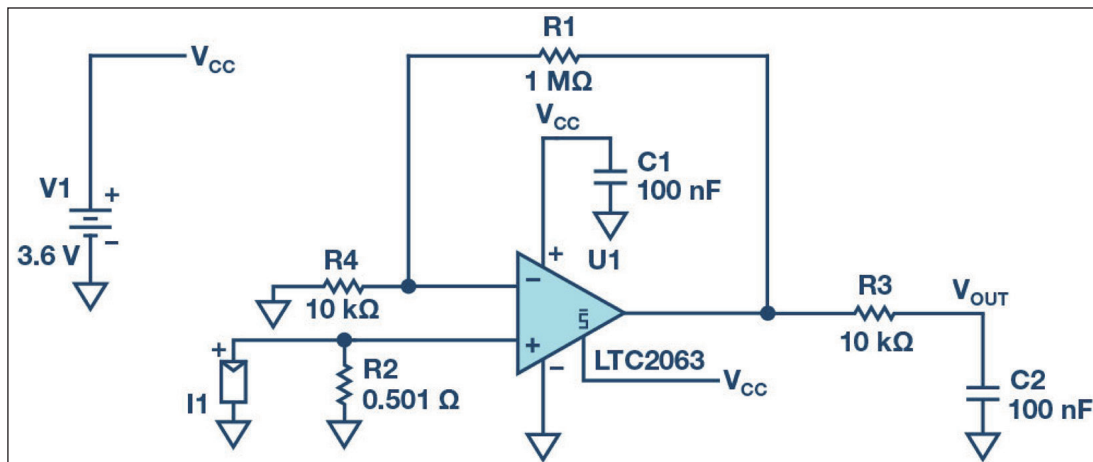


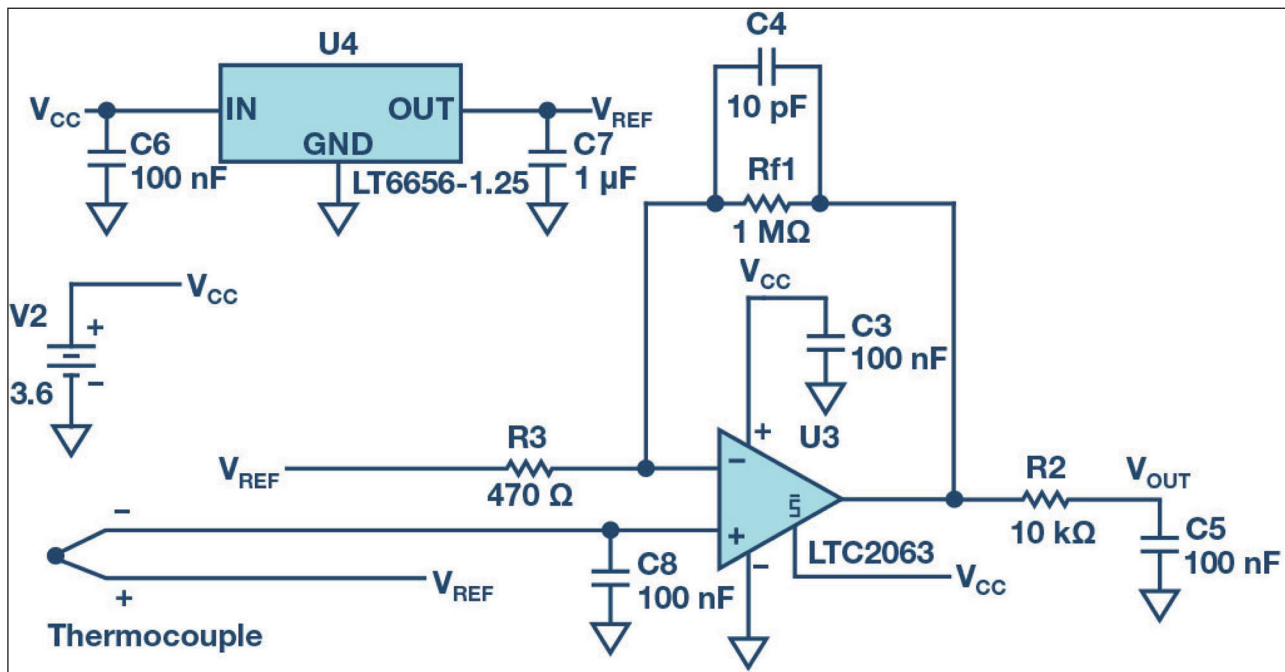
圖 3：使用短路太陽能電池量測照度



短路電流。在短路電流模式下運作時，矽晶與其他太陽能電池的電流和照度之前有高度線性的關係。短路電流是太陽能電池在沒有電壓輸出下的電流。

圖 3 顯示的電路在最大電流下太陽能電池並沒有精準地維持在 0V；然而即使在全日照的 20 毫安培下，電壓也僅有 10 毫伏。在 I-V 曲線圖中，太陽能電

圖 4：熱電偶感測電路



池的 10 毫伏幾乎都是短路狀態。

有人可能會想到跨阻放大器 (TIA)。TIA 可強制太陽能電池維持 0 伏並量測電流。但這種電路的問題在於在整個照度範圍內，運算放大器會為太陽能電池供應電流。當遠端感測電路的首要考量因素為最小功耗，要透過運算放大器從電池接入 20 毫安培的電流，根本不可能會被接受。

由於電壓必須維持在接近 0V，因此應該採用小感測電阻。置於遠端並以電池供电的小電壓感測元件，建議採用像 LTC2063 此類的高精準度低功耗放大器。

類似太陽能這類設備，其裝設場所需要無線自主連網的配置，以及運用零溫度漂移的量測方案。幸運的是，短路狀態下的矽光電二極體對於溫度變化的感測能力相當穩定。運用 LTC2063 與 LTP5901-IPM 元件構成簡單但強固的設計，再加上矽質太陽能電池，就可建構出理想解決方案，能在各種裝置場所感測持續變化的環境溫度。

運用熱電偶量測溫度

熱電偶電壓可以是正也可以是負。圖 4 的電路

運用一個微功率參考電路以及一個微功率放大器，能感測微小的正電壓與負電壓。幸運的是就熱電偶而言，若電子元件和受測元件 (DUT) 隔離開來，就能視情況置於任何比較方便配置的電壓域 (voltage domain)。圖 4 的例子中使用了 LT6656-1.25，熱電偶的偏壓為 1.25V。而電流輸出相較之下就像極高增益的版本，高於 1.25 V 參考電路的小熱電偶電壓。對於這種組態而言，0V 至 1.8V 的 ADC 範圍屬於合理的目標。若沒有運用零漂移、低偏置 (offset) 放大器，就無法達到 2000 V/V 的超高增益。

總結

超低功耗的高精準遠端感測是完全可達到的設計。本文所介紹的實例揭示了一種簡單的設計，結合低功耗、高精準度放大器，以及一個可編程系統單晶片無線網狀架構節點。CTA