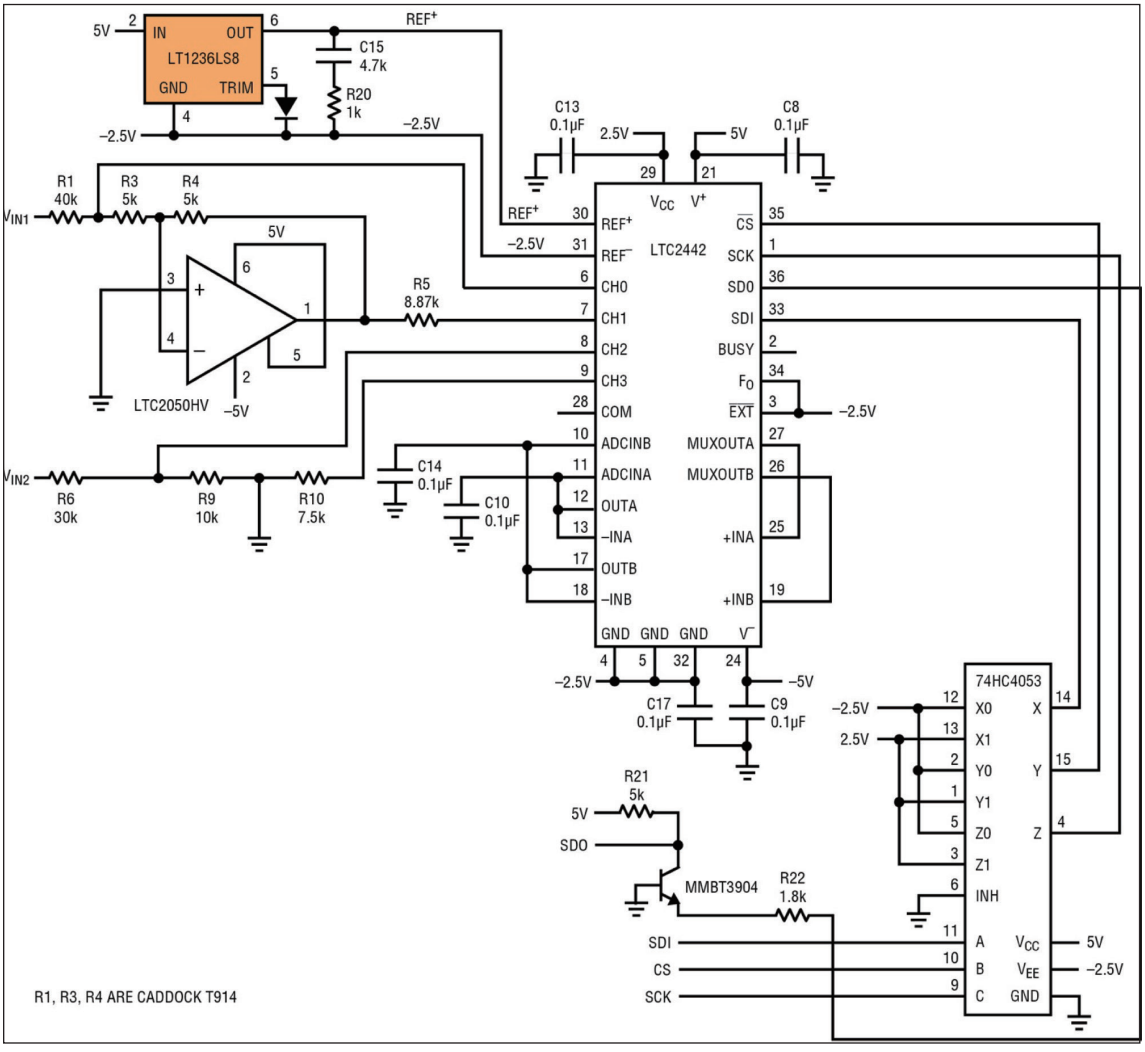
整合眾多特點和性能 以解決資料擷取相容性問題

■作者：Brendan Whelan
凌力爾特 (現隸屬 ADI 公司) 訊號處理產品部設計經理

現代資料獲取和訊號發生系統既複雜又精細。幾十年的 IC 和應用開發以及一代又一代設計已經優化了性能和眾多優點，同時使性能不斷提高、優點不斷增多。新的設計必須憑藉精心挑選的性能、尺寸、電源範圍、穩定性以及更多優點，實現與之前設計的差異化。同時，DAC、ADC、電壓基準等高性能積體電路的性能已經被推進了極限。關於電壓基準，常常必須在精準度和眾多優點之間做出設計選擇。當需要最高性能時，就有可能缺乏彈性和相容性。

圖 1：用 LT1236 實現大動態範圍系統

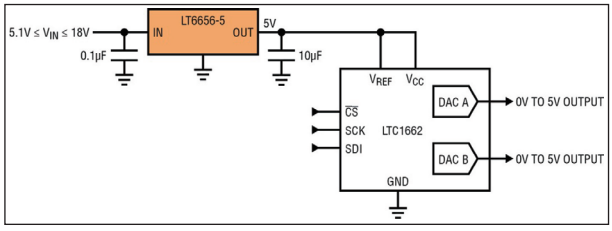


以往，精準度最高和最穩定的系統一直是用深埋齊納基準設計的，如圖 1 所示。齊納基準的低漂移、高穩定性和低雜訊使系統能夠既提供很大的動

態範圍，又具備良好的穩定性。然而，齊納基準一般不適合大多數新系統。齊納基準需要很高的電源電壓才能運行，而且很多採用齊納基準的設計都僅針對特定系統而優化，例如電源電壓高於 10V、可用電路板面積很大以及負載阻抗已經完全瞭解的系統。對很多新設計而言，這些假定很少適用。此外，採用齊納架構的基準一直以來幾乎沒有什麼新發展，因此，齊納基準極少提供更常用且低於 5V(例如 4.096V、2.5V 和 1.25V) 的基準電壓。

相較之下，要獲得結合的優點和性能，帶隙電壓基準一直是最佳選擇。與齊納架構相比，帶隙架構儘管犧牲了一些穩定性，卻有可能用來設計出具備很多優點的基準，包括低壓差、寬溫度範圍、低功率、小尺寸、寬廣工作範圍和寬負載電流範圍等優點。由於這些優點，已經產生了大量高性能 LDO 穩壓器和精準的電壓基準。相對較低、約為 1.2V 的帶隙電壓為設計提供各種電壓的產品帶來了便利性，包括 1.25V、2.048V、2.5V、3V、3.3V、4.096V、5V 和 10V。此外，此帶隙電壓還允許用僅比輸出電壓高幾毫伏的電源運行，如圖 2 所示。

圖 2：低功率、低壓差電壓基準電路



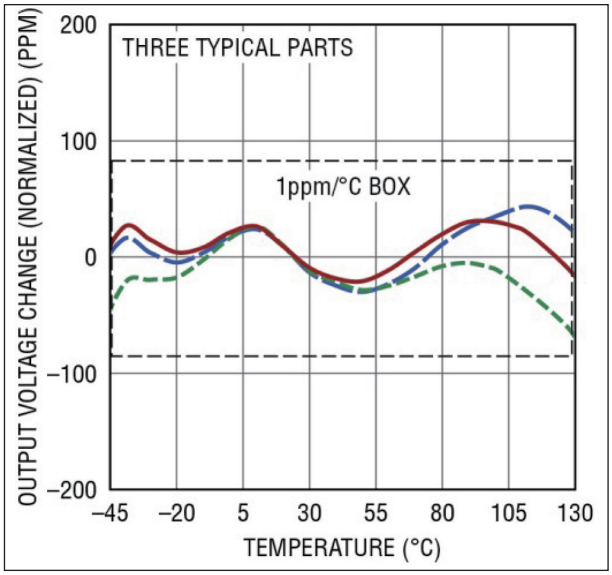
就電壓基準而言，最大的誤差通常是由溫度係數 (TC) 引起的。對很多精準的系統而言，具 20ppm/°C 溫度係數的電壓基準就是合適的。然而，在工業溫度範圍內 (-40°C 至 85°C)，這樣的溫度係數會導致 2500ppm 或 0.25% 的最大誤差。相較之下，由初始準確度 (0.1%)、熱遲滯 (通常約為 100ppm) 和長期漂移 (50ppm/ √ (kHr) 引起的誤差很小。儘管其溫度係數對很多工業和醫療系統而言已經足夠，但諸如測試和測量等精準應用以及寬廣溫度範圍汽車應用卻需要更高的穩定性。

隨著時間推移，帶隙基準的性能也得到了提高，在有些情況下，其穩定性和雜訊性能超過了掩埋齊納基準。新的架構、製程和製造方法進一步推進了精準度和穩定性的極限。以前，“精準的”帶隙基準溫度係數也許為 20-50ppm/°C，而較新的產品則提供低於 5ppm/°C 的溫度穩定性。同時，眾多優點得以保留或得到了改進。

以 LT6657 為例，其為一款高精準度帶隙電壓基準。LT6657 帶來了一種新的選擇，在提供最高精準度的同時，還為滿足多種系統需求及限制保留了極大的彈性。

LT6657 的溫度係數為 1.5ppm/°C，是溫度係數最低的帶隙電壓基準。高階溫度補償可隨溫度變化保持很低和可預測的輸出電壓誤差 (圖 3)，同時最新製造方法確保元件之間、批次之間具有一致的性能。為確保每個元件都滿足該高性能水準，LT6657 的溫度係數由 100% 的五溫度測試提供保證。在 -40°C 至 125°C 溫度範圍內，LT6657 確保由溫度漂移引起的誤差低於 250ppm。

圖 3：LT6657 溫度漂移



應該提到的是，圖 3 中包括一個指示 1ppm/°C 誤差的區域。典型的 LT6657 器件完全位於這個區域之內，因此在針對 1.5ppm/°C 這一限制進行自動化生產測試時，能夠達到合理的產量。

除了總體穩定性這個優點以外，還有低溫度遲滯和卓越的長期漂移穩定性這兩個優點。這些衡量

標準可以用來預測，隨著時間和溫度週期變化，系統將如何良好地保持在性能規格限制之內。就位於偏僻之處或難以校準的系統而言，較低的熱遲滯和長期漂移意味著較少的校準工作，從而節省了時間和費用。儘管電氣表格中的典型值提供了有用的指導，但是這些值代表的是平均值、偏差還是單個元件卻不清楚。凌力爾特提供了大量資料，以在利用電壓基準進行設計時提供有意義的指導。LT6657 資料表中提供了長期漂移和遲滯分佈資料，這些資料顯示，LT6657 的長期漂移和遲滯都很低，而且相當一致。

電壓基準性能的另一個方面是雜訊。很多系統對溫度或老化等長期漂移是不敏感的，但是要求雜訊非常低，以提供高解析度測量。LT6657 的雜訊性能可與一些最好的低雜訊掩埋齊納基準相媲美。雜訊僅為 0.5ppm，適合很多大動態範圍系統。在 0.1Hz 至 10Hz 範圍內，就一個 2.5V 基準電壓而言，LT6657 僅產生 1.25μV 峰值至峰值雜訊。寬頻雜訊也很低，為 0.8ppm (2μV) RMS，直至 1kHz。該元件的低雜訊使其非常適合要求大動態範圍和非常低雜訊的系統。一個 5V 滿標度輸入的 20 位轉換器具僅為 4.8μV (~1ppm) 的 LSB，這說明了這種低雜訊的重要性。

除了低溫度漂移、高穩定性和低雜訊，LT6657 還有進一步的優點。LT6657 僅需要 50mV 電壓空間就可運行。無 DC 負載時，可用不到 2.6V 的電源為一個 2.5V 基準供電，或者在有很重的 DC 負載電流時，可用不到 3V 的電源供電。在電壓調節誤差低於 1ppm/V 和漣波抑制非常卓越的情況下，電源範圍可擴展到 40V，從而能夠彈性透過幾乎任何可用電源給基準供電，這與齊納基準相比是一個突出的不同之處。

就像大多數凌力爾特最近推出的電壓基準產品一樣，LT6657 隨頻率變化呈現了很低的輸出阻抗。這減輕了負載隨頻率變化的影響，有助於防止負載端的訊號回饋給基準並引起干擾、誤差或雜訊。當驅動高性能類比數位轉換器 (ADC) 或需要成功透過諸如汽車系統中的大電流注入等運行測試時，這個優點對基準穩定至關重要。此外，LT6657 專為驅動大輸出電容而設計。鑒於許多高性能 ADC 在採樣期間從電壓基準吸收大的電荷注入電流，因此把快速穩定和透過設計以在驅動一個大的電荷儲存電容器時保持穩定之能力組合起來，使該電壓基準在最大限度發揮高動態範圍轉換器之最佳性能方面擁有了一項優勢。

LT6657 還具備充足的驅動能力，可提供和吸收高達 10mA 負載電流，且負載調節誤差低於每毫安培 1ppm。這種負載驅動能力使 LT6657 能夠偏置各種感測器、驅動難以驅動的 ADC 基準輸入、驅動多個 ADC 和 DAC，或者以基準級精準度為小型子系統供電。這種很少被利用的能力可說明系統設計者在一些小型資料擷取系統中合併電源和基準功能，充分利用電路板面積和功耗。ADC 或 DAC 的電源和基準使用相同的電壓是比較理想的情況，另外 LT6657 的小型 MSOP 封裝也進一步節省了空間。此外，LT6657 包括電流和過熱保護，以避免在故障情況下由於超載而損壞。

最後，LT6657 可作為並聯基準運行。並聯模式運行的一個好處是，能夠實現負壓基準。並聯模式運行還允許 LT6657 用非常高的電源電壓工作，或者以最低壓差電壓運行。圖 4 顯示了 LT6657 的正並聯配置。

圖 4：LT6657 的並聯模式配置

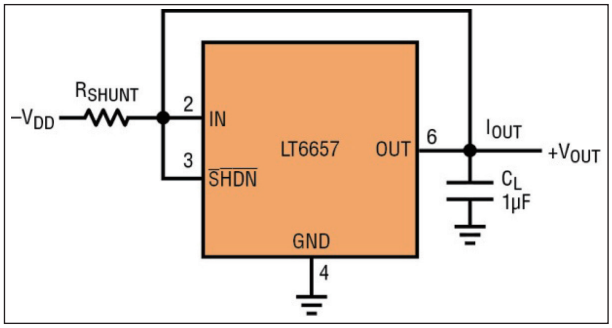
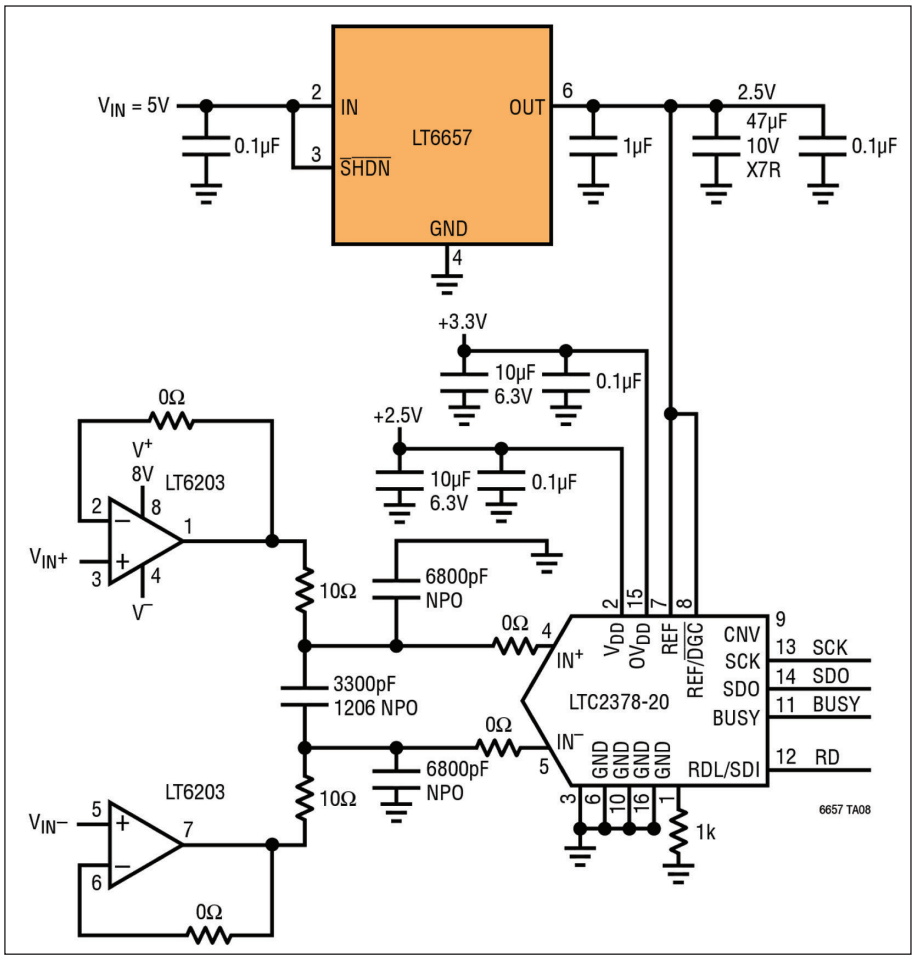


圖 5 顯示，LT6657 用於低雜訊、精準的 20 位 ADC 應用。在這種情況下，LT6657 的低雜訊、低溫度漂移和高穩定性允許使用高精準度 ADC，例如性能更高的 LTC2378-20，但不會像較舊的掩埋齊納解決方案般增大了所需電路板面積和電源電壓空

圖 5：低雜訊、精準的 20 位模數轉換器應用



間。

LT6657 提供高精準度、低雜訊和高穩定性，該元件還具備很多優點，這些優點使得 LT6657 具備高度彈性。該元件的眾多優點使系統設計能夠提高功率和電路板面積利用率、與多種電源電壓和環境條件相容並能夠實現最高的精準度、穩定性和最大的動態範圍。這個突破性電壓基準的眾多優點和高性能與高製造品質相結合，使該元件能夠適應多樣應用電路。 CTA

資策會與中華電信簽「hi-accelerator 新創夢想加速計畫」

為了鼓勵國內創業風氣，並提供合適的實證場域資源，財團法人資訊工業策進會數位服務創新研究所 (資策會服創所) 日前與中華電簽訂「hi-accelerator 新創夢想加速計畫」合作意向書，未來雙方將會進行「共同加速育成新創公司」的策略合作機制，共同為推動全球創業生態圈而努力。

資策會與中華電在今 (2017) 年開啓合作序幕，此次的合作意向書，將能加速台灣新創技術與企業資源對接、享受大企業的創新資源、整合最優質的創業培訓，期待能達到共同成長之目標，以促進智慧物聯產業升級，期待藉此雙方合作為基礎，幫助國內業者導入更多創新觀念的生活應用服務，以掌握與開創物聯商機及加速企業合作機會。

「hi-accelerator 新創夢想加速計畫」，旨在協助新創團隊共用資策會及中華電信創業加速資源，包含由資策會提供 IDEAS Show 現有之新創輔導、發表競賽、國際鏈結等培育資源；中華電信提供 hicloud 及 IoT 智慧聯網平台等資源；此外，雙方將不定期提供創業團隊工作坊、顧問輔導，專家顧問諮詢服務等免費課程，最重要的是，入選輔導的新創公司還能有機會列為中華電信技術及業務合作之優先考量對象。

中華電信董事長鄭優先生更進一步表示，透過與國內新創業界的重要推手資策會的合作，不僅給年輕人機會創業，並可推廣本公司 IoT 平台、雲端服務，加速共創智慧物聯生態圈，也藉以導入外部創新能量，促進中華電信業務創新。

此次資策會與中華電的合作，將進一步建立加速與共同育成機制，透過雙方優勢互補，共同輔導育成入選的新創公司，結合中華電信資源與 IDEAS Show 新創平台，加速共創智慧物聯生態圈。