

提高電力線監控應用的系統級性能和可靠性

■作者：Lluís Beltrán Gil / ADI 應用工程師

背景知識

對於許多應用而言，監控電力線意味著使用電流互感器和電阻分壓網路，以便感測三相及零序的電流和電壓，如圖 1 所示。AD7606B 具有高輸入阻抗，可以直接連接感測器，並且它提供了所需的全部內建輸入模組，從而簡化了資料獲取系統設計。

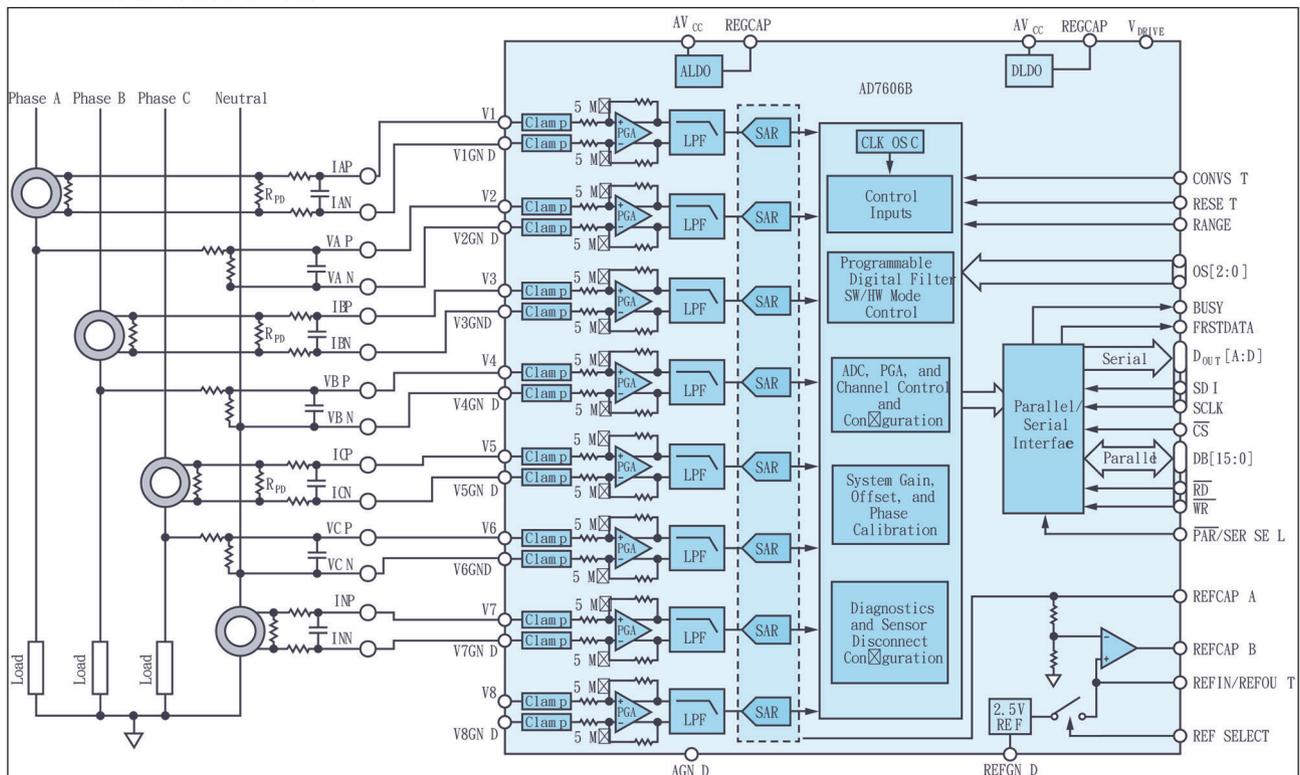
AD7606B 在晶片內整合 8 個獨立的訊號鏈，即使採用 5 V 單電源供電（數位介面電壓 V_{DRIVE} 不計），仍可接受 $\pm 10\text{ V}$ 或 $\pm 5\text{ V}$ 的真正雙極性類比輸入訊號。因此，無需使用外部驅動運算放大器和

外部雙極性電源。

每個通道都由 21V 類比輸入箝位保護電路、具備 $5\text{ M}\Omega$ 輸入阻抗的電阻可程式設計增益放大器、一階抗混疊濾波器和 16 位 SAR ADC 組成。此外，還可包含一個過取樣速率高達 256 的數位均值濾波器，以及一個低溫漂 2.5 V 基準電壓源，用於幫助構建完整的電力線資料獲取系統。

除了提供完整的類比訊號鏈之外，AD7606B 還提供許多校準和診斷功能，以提升系統級性能和可靠性。

圖 1：典型的電力線監控應用中的 AD7606B



直接感測器介面

與 AD7606 不同的是，AD7606B 的輸入阻抗已提高到 5 MΩ，使其可以直接與多種感測器介面，從而獲得兩個好處：

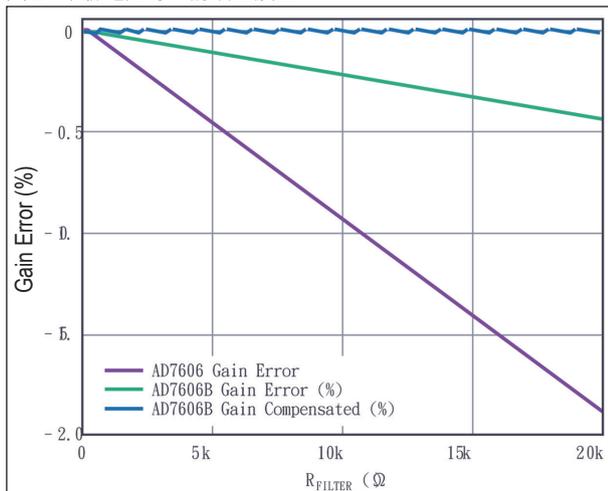
- 降低外部串聯電阻（例如，濾波或電阻分壓網路）導致的增益誤差。
- 當感測器斷開時，所看到的偏移量會減小，可以輕鬆實現感測器斷開檢測功能。

外部電阻造成的增益誤差

進行工廠修整時，會嚴格控制 PGA 的 R_{FB} 和 R_{IN} N（一般為 5MΩ），確保準確設置 AD7606B 的增益。但是，如圖 1 所示，如果在前端放置一個外部電阻，那麼實際增益與理想的修整 R_{FB}/R_{IN} 值之間會存在偏差。

R_{FILTER} 越高，增益誤差越大，這需要從控制器一側補償。但是， R_{IN} 越高，相同 R_{FILTER} 產生的影響就越小。與 AD7606 具有 1 MΩ 輸入阻抗不同，AD7606B 具有 5 MΩ 阻抗，這意味著在沒有任何校準的情況下，相同串聯電阻 (R_{FILTER}) 的增益誤差會降低到約 1/5，如圖 2 所示。

圖 2: 串聯電阻導致的增益誤差



但是，透過在軟體模式下使用 AD7606B，系統增益誤差可以基於每個通道自動進行晶片內補償，因此完全無需再在控制器一側實施任何增益校準計算。

感測器斷開檢測

傳統上，將下拉電阻 (R_{PD}) 與感測器 (圖 1 中所示的電流互感器) 並聯，使用者可透過監測多個樣本 (N) 的 ADC 輸出代碼是否重複小於 20 LSBs 來檢測感測器何時斷開。

建議採用比感測器的源阻抗大得多的 R_{PD} ，將該並聯電阻可能產生的誤差減至最小。但是， R_{PD} 越大，在感測器斷開時生成的 ADC 輸出代碼也越大，這並非我們期望的結果。由於 AD7606B 的 R_{IN} 比 AD7606 大，對於給定的 R_{PD} ，如果感測器斷開，ADC 輸出代碼會降低 (如圖 3 所示)，從而降低了誤報的風險。

進入 AD7606B 的軟體模式時，可以使用開路檢測功能，從而無需後端軟體來檢測感測器斷開情況

圖 3: 感測器與 ADC 的模擬輸入斷開連接時的偏置誤差

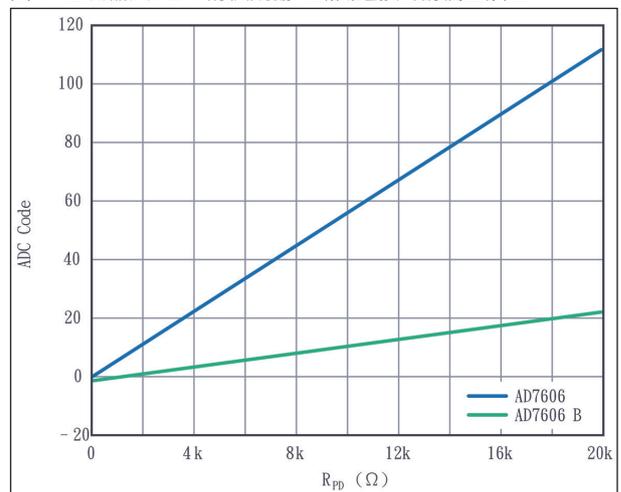
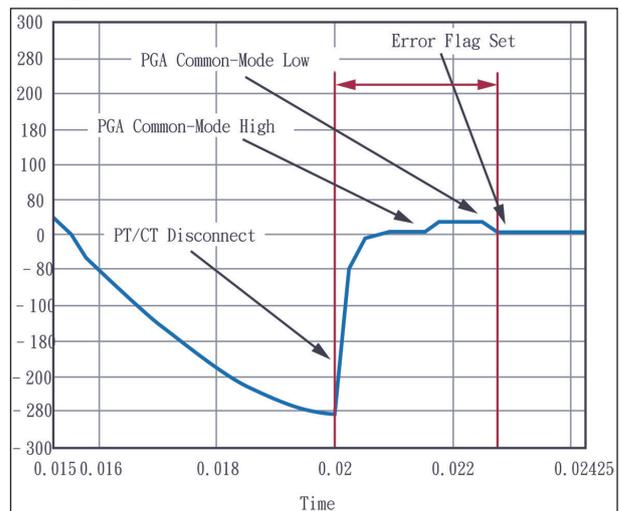


圖 4: 感測器斷開檢測



況。編程設定樣本數量 N (在圖 4 的示例中, $N = 3$) 之後, 如果類比輸入保持由幾個樣本報告較小的直流感值, 演算法會自動運行, 並在類比輸入訊號斷開被判定為開路時, 置一個標記位元。

系統級性能

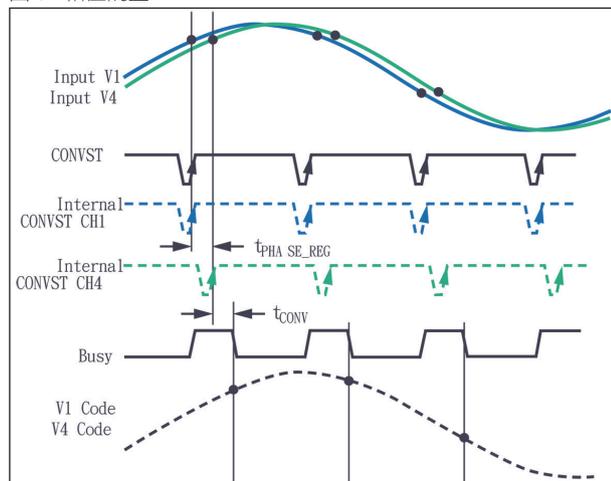
系統失調校準

使用一對外部電阻時, 如圖 1 所示, 它們之間出現任何不匹配都會導致產生偏移。感測器短接至地時, 該偏移可以測量為 ADC 輸出代碼。之後, 可以透過編程設定對應的通道偏移暫存器, 在轉換結果中增加或減去 -128 LSBs 至 $+127$ LSBs 偏移, 以補償系統偏移。

系統相位校準

CONVST 針腳用於管理類比數位轉換啟動, 以便同時在所有通道上觸發該流程。但是, 對於通

圖 5: 相位調整



過電流互感器 (CT) 測量電流、同時通過分壓電阻按比例縮小來測量電壓的應用, 存在電流和電壓通道之間相位不匹配的情況。為了補償這種不匹配, AD7606B 可以延遲任何通道 (相對延遲大一點的通道) 上的採樣時刻, 以便將輸出訊號調整到同相, 如圖 5 所示。

系統可靠性

為了提高系統的可靠性, 在片內增加了幾種診斷功能, 包括:

- 每個通道上的過壓 / 欠壓比較器。
- 一種介面檢查, 在每個通道上輸出固定的資料, 以驗證通信狀態。
- 如果嘗試對無效暫存器實施寫入或讀取, 則會發出 SPI 無效讀取 / 寫入警報。
- 在轉換開始後, 如果 BUSY 線持續的時間比正常時間長, 則會發出 BUSY STUCK HIGH 警報。
- 如果檢測到對內部 LDO 穩壓器的完全、部分或上電重定, 則發出復位檢測警報。
- 可以對記憶體映射、ROM 和每個介面通訊實施 CRC 校驗, 以確保正確初始化和 / 或操作。

總結

AD7606B 為市場帶來了完整的晶片資料獲取系統。其可實現所有的類比前端內建模組, 提供了一套完整的高級診斷功能, 以及增益、偏移和相位校準。AD7606B 透過降低元件成本和系統設計的複雜性簡化了電力線監控應用設計。CTA

COMPOTECHAsia 臉書

每週一、三、五與您分享精彩内容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>