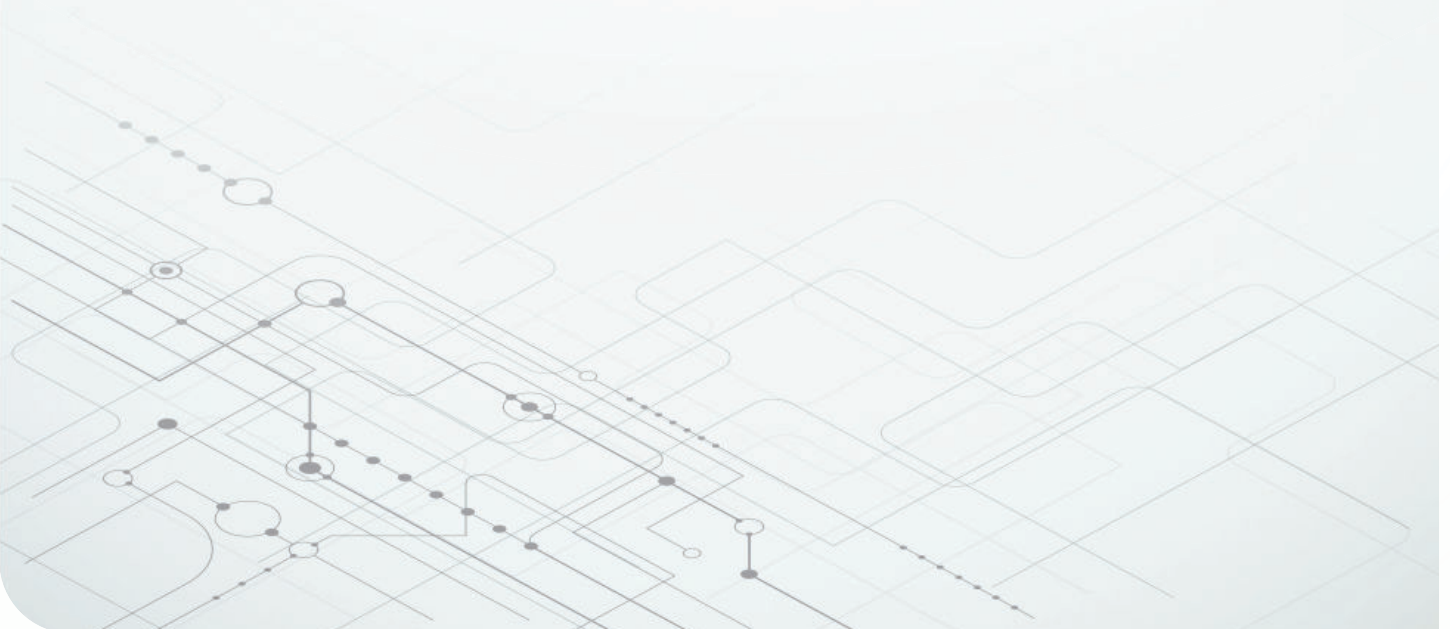


透過隔離式電壓感測最大化電源轉換 與馬達控制效率



Kia Rahbar
Product Marketing Manager
TI's Isolated Converters



隨著汽車與工業應用領域對再生能源的需求與日俱增，放眼小型、高效、準確且經濟實惠的電源轉換器與馬達控制器市場，其需求也正在以前所未見的速度向上攀升。

用於高電壓測量的隔離式電壓感測是電機工程上一大挑戰，而且電壓只會越來越高。直流電壓從 $400V_{DC}$ 增加到 $800V_{DC}$ ，甚至高達 $1,500V_{DC}$ 。對消費者而言，可負擔的價格變得越來越重要，尺寸最佳化也推動了更多創新。因此如今的電壓感測裝置不但必須符合現代需求、經過電氣隔離和尺寸最佳化，還要具備相當的精密度。

汽車製造商每年都會制定目標，致力於開發可支援更長行駛距離 (> 400 英里) 並提供更高操作安全性的電動車 (EV)，同時還要維持可負擔的價格。整合式隔離 DC 電壓感測裝置可將 DC 電壓測量最大化，並在車載充電器、DC/DC 轉換器和電池管理系統中提供低於 1% 的 DC 電池電壓準確度誤差，進而延長行駛距離。整合式隔離 AC 電壓感測裝置可在精巧積體電路 (IC) 中準確測量單相或三相 AC 電網電壓，最大化電壓電平的電網利用效率。AC 與 DC 隔離式電壓感測裝置可偵測功能故障並通知駕駛，保障操作安全。AC 與 DC 隔離式電壓感測裝置也可將外部元件整合至單一 IC，幫助設計人員利用更具能源效率的設計加快上市時間，進而實現更經濟實惠的價格。

在智慧能源基礎架構中，具備進階整合功能的隔離式電壓感測產品可在 DC 與 AC 充電器、儲能系統及太陽能逆變器中降低成本並提升功率密度。這些隔離式電壓感測裝置還可以進行誤差低於 1% 的高精度電壓量測，以實現更精確的電力輸送和更低的功耗。一旦效率提升，省下來的成本便可以回饋給消費者。

能源基礎設施應用需要進行 AC 與 DC 電壓量測。

在 AC 電壓感測方面，準確的隔離式電壓感測器可以更精確地測量電網電壓，這對電源轉換器十分重要，因為必須先了解各電壓之間的相位差，才能執行功率因數校正。在逆變器模式下，隔離式電壓感測器可為負載、電網，或為兩者提供精確的電壓電平。

在 DC 電壓感測方面，準確的隔離式電壓感測器可在電池充電至最終電壓時，協助在恆定電壓相位加快充電速度，而不會損壞電池。

圖 1 說明隔離式電壓感測在電動車和能源基礎設施中的應用範例。



圖 1. 電動車和能源基礎架構系統中的隔離式電壓感測。

現今的馬達控制應用對於精度更高的 DC 電壓量測需求與日俱增，其中就包括工業馬達驅動和汽車牽引逆變器領域。高度準確且精巧的 IC 可實現更有效率的 DC 測量，並且不會佔用印刷電路板 (PCB) 上的空間，而這兩者都是馬達控制應用中的挑戰。

高電壓感測解決方案

TI 非常重視開發產品以協助解決市場挑戰，並打造出更有效率、符合成本效益且準確的電源轉換與馬達控制系統。我們已開發出兩項全新的隔離式電壓感測技術，其中包括整合式高電壓電阻器與單端輸出裝置。

整合式電阻器裝置

AMC0380D04-Q1、**AMC0381D10-Q1** 和 **AMC0386M10-Q1** 系列電氣隔離電壓感測放大器和調變器整合了高電壓電阻分壓器，不再需要昂貴的大型外部電阻器，即可將電壓降至 $\pm 1V$ 或 $0V$ 至 $2V$ 位準。獨立式高電壓電阻器會佔用大量 PCB 空間，因為您可能需要多達 15 個高電壓電阻器才能降低電壓並維持系統的隔離額定值。獨立式高電壓電阻器也是測量錯誤、使用壽命漂移和溫度漂移的重要來源，並且需要進行產線末端校準。

在節省電路板空間方面，AMC0380D04-Q1 $\pm 400V_{AC}$ 輸入隔離式放大器、AMC0381D10-Q1 $1,000V_{DC}$ 輸入隔離式放大器與 AMC0386M10-Q1 $\pm 1,000V_{AC}$ 輸入隔離式調變器可省下系統級成本，並透過省去對外部高電壓電阻器的需求，將解決方案尺寸縮減多達 50，如**圖 2** 所示。

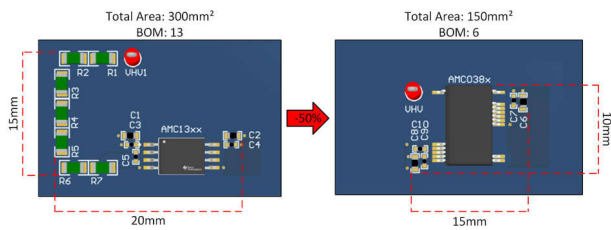


圖 2. 整合式電阻器系列的整合優勢。

將高電壓電阻器整合至我們的隔離式電壓感測裝置中，即可消除對大型梯形電阻器的需求。我們已在工廠中校準了 AMC0380D04-Q1、AMC0381D10-Q1 和 AMC038610-Q1 內部電阻器的增益誤差，消除了系統級校準的需求，進而省下製造時間與成本。

這些裝置也可透過提高精準度，協助提升系統效率。相較於分離式電阻器，整合式分壓器的溫度和使用壽命漂移極低，可實現準確度誤差 <1% 的電壓測量。

如需整合式電阻器裝置的詳細資訊，請參閱應用說明《使用整合式高電壓電阻隔離放大器和調變器提高準確度和性能》。

單端輸出

使用 AMC1311 等業界標準隔離式放大器設計隔離式電壓感測電路時，常見的挑戰是將隔離式放大器的差分輸出轉換為單端，以便直接與微控制器 (MCU) 內的類比轉數位轉換器 (ADC) 介接。這可能成本高昂，並會消耗額外的 PCB 空間。

為了節省電路板空間，AMC0311R-Q1、AMC0311S-Q1、AMC0330R-Q1 和 AMC0330S-Q1 裝置省去差分至單端轉換電路 (通常由運算放大器和參考電壓組成) 的需求，有助於節省系統級成本並縮小解決方案尺寸 (請參閱圖 3)。

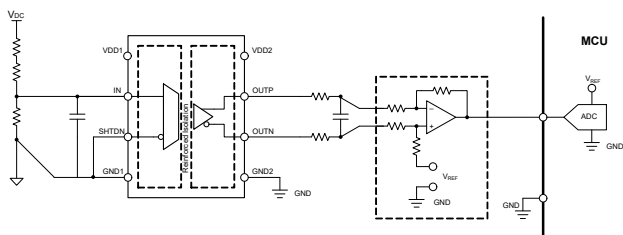


圖 3. 傳統隔離式電壓感測拓撲結構。

圖 4 說明這些單端裝置的針腳配置。

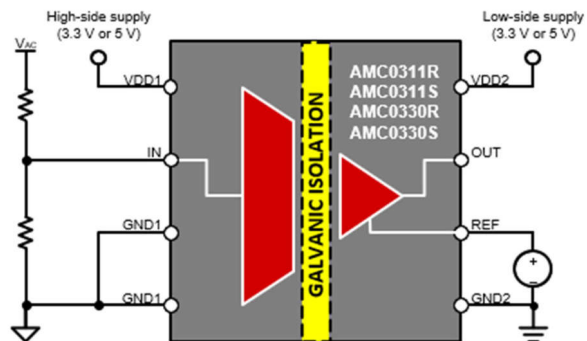


圖 4. 整合差分至單端運算放大器。

除了節省 AMC0311R-Q1 和 AMC0330R-Q1 裝置隨附的電路板空間外，其比率輸出還能實現可變輸出增益，使得隔離式電壓感測裝置的輸出擺幅跟隨 MCU 內部 ADC 的參考電壓而有所異動，如圖 5 所示。如此即可利用 ADC 的完整動態範圍，改善解析度測量。

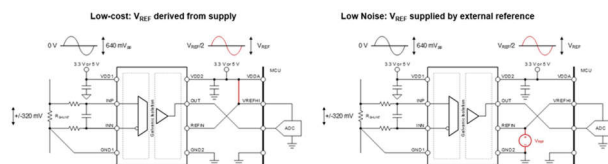


圖 5. 比率輸出隔離式電壓感測。

如需整合式電阻器裝置的詳細資訊，請參閱應用說明《適用於電壓感測應用且具有差分、單端固定增益和比率輸出的隔離放大器》。

整合式隔離電壓感測應用實例

圖 6 說明電源轉換系統的標準拓撲結構。針對 AC 電壓感測，您可以使用不含外部高電壓電阻器的 AMC0380D04-Q1 (綠色矩形)，或者含外部高電壓電阻器的 AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1 或 AMC0330R-Q1 (黃色矩形)。

針對 DC 電壓感測，您可以使用不含外部高電壓電阻器的 AMC0381D10-Q1 和 AMC0386M10-Q1 (藍色矩形)，或者含外部高電壓電阻器的 AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1 或 AMC0311R-Q1 (紅色矩形)。

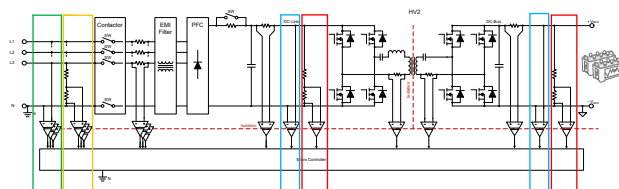


圖 6. 電源轉換應用中的隔離式電壓感測。

圖 7 說明馬達控制系統的標準拓撲結構。針對 AC 電壓感測，您可以使用不含外部高電壓電阻器的 AMC0380D04-Q1 (綠色矩形)，或者含外部高電壓電阻器的 AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1 或 AMC0330R-Q1 (黃色矩形)。

針對 DC 電壓感測，您可以使用不含外部高電壓電阻器的 AMC0381D10-Q1 和 AMC0386M10-Q1 (藍色矩形)，或者含外部高電壓電阻器的 AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1 或 AMC0311R-Q1 (紅色矩形)。

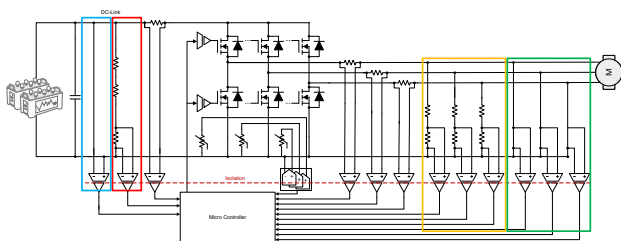


圖 7. 馬達控制應用中的隔離式電壓感測。

結論

小巧、有效率、準確且符合成本效益的電源轉換器和馬達控制器是現今市場不可或缺的設備。用於 AC 電壓感測的 AMC0380D04-Q1、AMC0386M10-Q1、AMC0330D-Q1、AMC0330S-Q1 和 AMC0330R-Q1 裝置，以及用於 DC 電壓感測的 AMC0381D-Q1、AMC038610-Q1、AMC0311D-Q1、AMC0311S-Q1 和 AMC0311R-Q1 裝置皆可解決設計難題，協助在未來實現淨零排放的目標。

其他資源

- 檢視搭載高電壓感測產品的更新參考設計：
 - 800V、300kW SiC 式牽引逆變器系統參考設計 (下載 [TIDM-02014](#))
 - 10-kW、雙向三相三級 (T 型) 逆變器和 PFC 參考設計 (下載 [TIDA-01606](#))
- 訂購 [AMC038XEVM](#) 評估模組和 [DIYAMC-0-EVM](#) 評估模組以開始設計。
- 進一步了解 TI 的 [電壓感測解決方案](#)。

重要聲明：本文所述德州儀器及其子公司相關產品與服務經根據 TI 標準銷售條款及條件。建議客戶在開出訂單前先取得 TI 產品及服務的最新完整資訊。TI 不負責應用協助、客戶的應用或產品設計、軟體效能或侵害專利等問題。其他任何公司產品或服務的相關發佈資訊不構成 TI 認可、保證或同意等表示。

所有商標均為其各自所有者的財產。

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated