

## Technical Article

## 利用 AMR 角度感測器設計位置感測系統



Innocent Irakoze

隨著全球倡議推動減少內燃機 (ICE) 汽車排放的溫室氣體，原始設備製造商 (OEM) 亦開始將機械系統重新設計成電力控制系統。高階系統連線和智慧技術實現了自主駕駛車輛，這也提升了對電子元件與軟體演算法的需求，以求滿足國際標準化組織 (ISO) 26262 等安全要求。

感測器必須符合功能安全標準，並且是系統中不可或缺的一角，尤其角度感測器更是如此，且因為其可協助進行監控並提供所需的扭矩和角度資訊，以有效率地驅動或操作各種汽車系統。

### 設計 EPS 系統

電動輔助轉向 (EPS) 系統包含轉向柱、以電子控制的轉向馬達，以及電子感測與控制機制。電動馬達通常是無刷 DC 馬達，可在駕駛轉動方向盤時協助轉向，能取代傳統的機械與液壓系統。

EPS 系統的優勢包括更快和更智慧化的操作、更少的二氧化碳排放量、更高的燃油效率，以及強化的使用者體驗。駕駛透過方向盤介面提供系統輸入。感測器會偵測馬達軸的位置和方向盤的旋轉，並將資料傳送至電動控制單元 (ECU)。圖 1 重點呈現了 EPS 系統的基本元件。

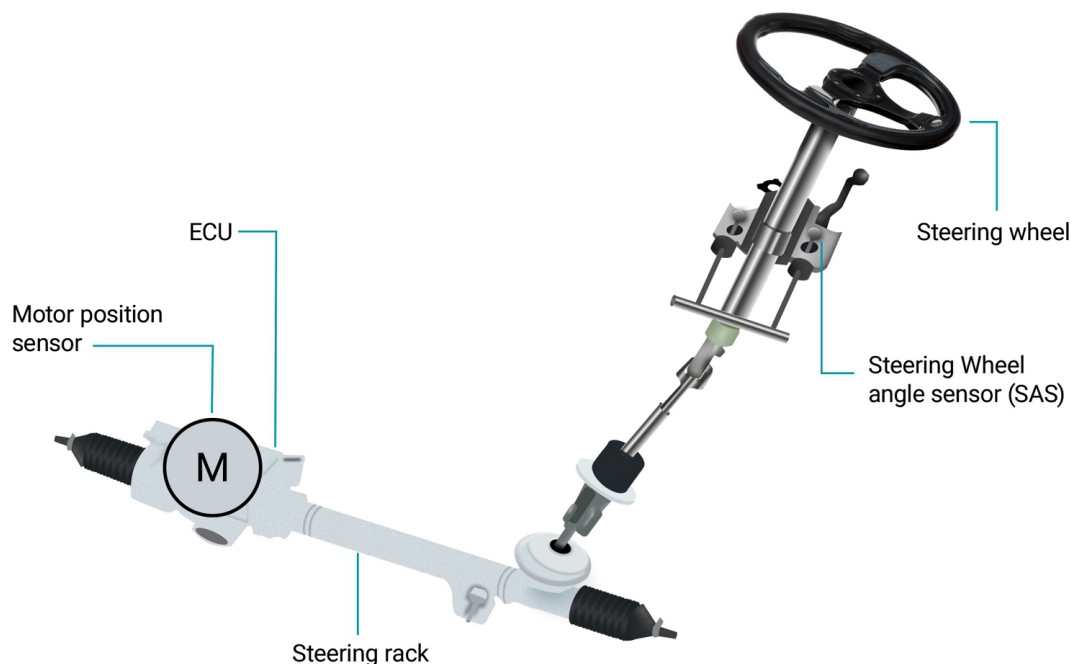


图 1. EPS 系統

設計 EPS 系統所使用的元件包括微控制器、感測器、電源供應器、馬達驅動器和電晶體。這些項目對系統的高效率通訊和運作來說至關重要。如圖 2 所示，控制器區域網路是用於介接車內 ECU 的匯流排標準。

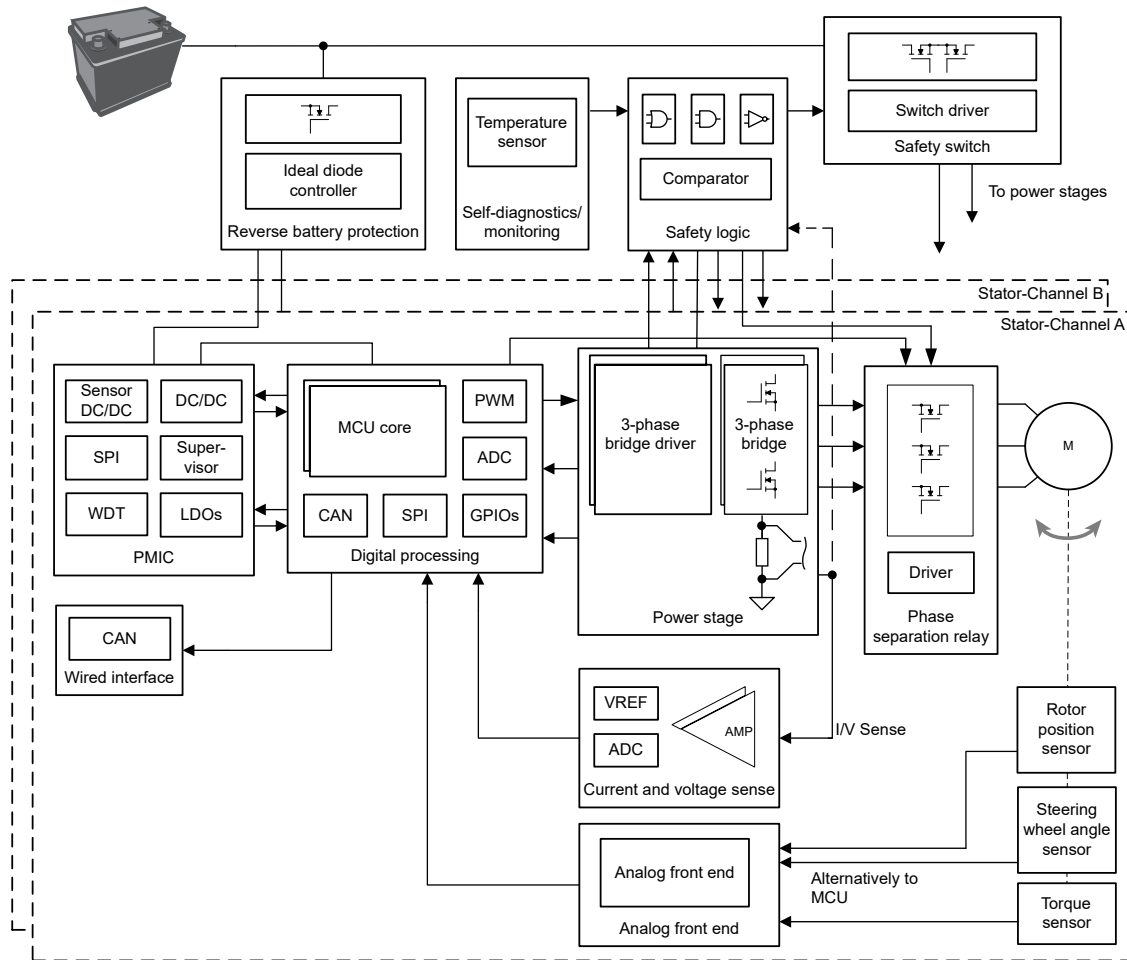


图 2. EPS 系統原理圖

TMAG6181-Q1 是異向性磁阻 (AMR) 角度感測器，搭載整合式訊號調節放大器，可提供與作用平面內磁場方向相關的差動正弦和餘弦類比輸出。

TMAG6181-Q1 的  $<2\mu\text{s}$  延遲和 0.4 度角誤差，有助於提升系統性能與效率。感測器的整合式旋轉計數器可以在正常運作模式下追蹤馬達旋轉，最高可達每分鐘 32,000 轉數 (rpm)，而在低功耗模式下，最可則高達 8,000rpm。此外也支援多種裝置和系統層級診斷功能，可在裝置運作期間偵測、監控和報告故障。舉例來說，在睡眠或故障模式下，TMAG6181-Q1 AMR 感測器輸出會進入高阻抗狀態。建議使用下拉或上拉電阻器，以確保微控制器能夠偵測故障。

處理 AMR 輸出訊號與擷取 EPS 馬達或方向盤的角度位置時，通常需要外部微控制器。TMAG6181-Q1 中的 AMR 角度感測器可用於單端或差動輸出模式；後者的模式可消除系統中的共模干擾。AMR 感測器的差動輸出正弦及餘弦訊號，跟作用磁場的角度成比例。AMR 感測器的輸出電壓與電源電壓成比率關係，以確保外部 ADC 可以參考電源電壓。

图 3 顯示典型應用圖，其中差動輸出訊號 SIN\_P、SIN\_N、COS\_P 和 COS\_N 連接至外部微控制器中的四個單端類比數位轉換器，而該外部微控制器會與 EPS 系統中的 ECU 通訊。

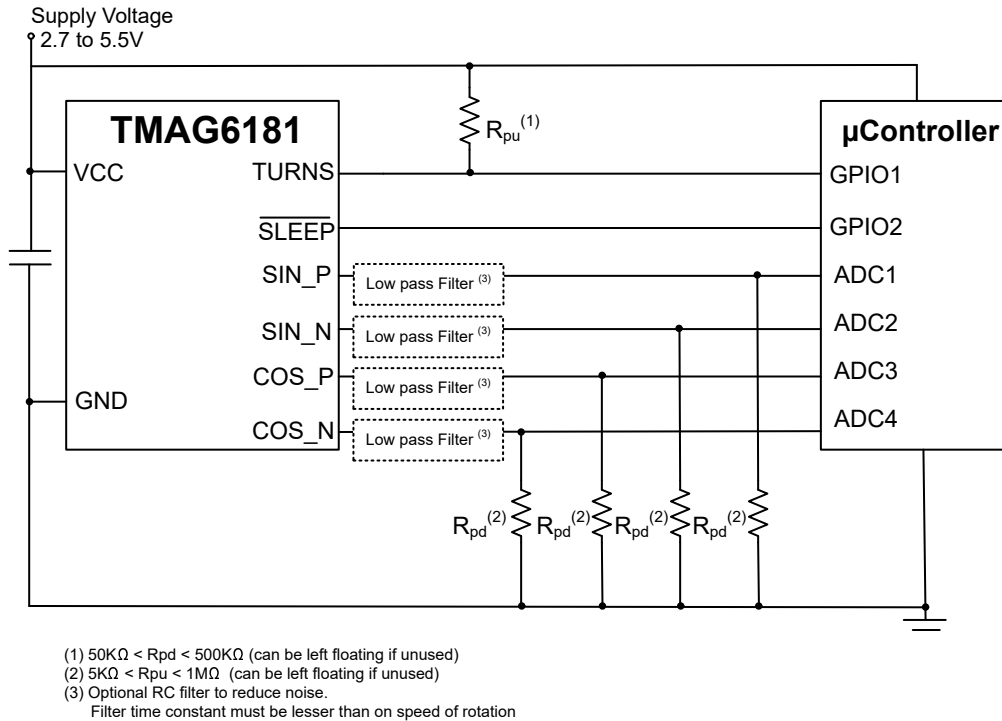


图 3. 單端輸出模式下的 TMAG6181-Q1

如果可使用差動式 ADC，建議加以運用，因為如此能增加可靠性。為了實現高準確度，負載電容器和電阻器必須彼此匹配。TMAG6181-Q1 可直接在 AMR 輸出針腳上驅動高達 10nF 的電容負載，並且能以最達 1mA 的源極和汲極電流驅動電阻負載。如此可使 EPS 系統順暢可靠地運作。

針對 TMAG6181-Q1，提供了最高達汽車安全完整性等級 B 的 ISO 26262 系統設計文件，以簡化合規作業。

### 設計電動自行車與電動機車系統

電動自行車是由五個關鍵元件組成的腳踏車：電動馬達、電池、控制項、感測器和顯示器。馬達是電動自行車不可或缺的一部分，因為其可協助在踩踏踏板時提供所需的額外動力。若要高效率且可靠地轉動馬達（可以安裝在前側、中央或後側），即需要角度感測器，如圖 4 中的原理圖所示。

電動機車是已轉換為電動的燃氣機車。其馬達驅動系統的設計非常類似電動自行車，但沒有那麼複雜。電動機車的設計只需要在接合節氣門時向電動馬達供應電力，但是電動自行車的設計還必須測量腳踏車騎士踩踏踏板的功率，以判斷需向馬達輸送多少電力。

不同地區均要求電動自行車與電動機車需符合類似汽車產業所要求的安全等級。

圖 4 重點呈現了開發電動自行車系統所需的元件。角度感測器可提供角度回饋，隨後會由微控制器加以計算，以有效率且可靠地轉動馬達。AMR 感測器通常會限制至 180 度，但在 TMAG6180-Q1 的 X 軸和 Y 軸上增加兩個獨立霍爾效應感測器輸出，有助於將感測器的角度範圍延伸至 360 度。

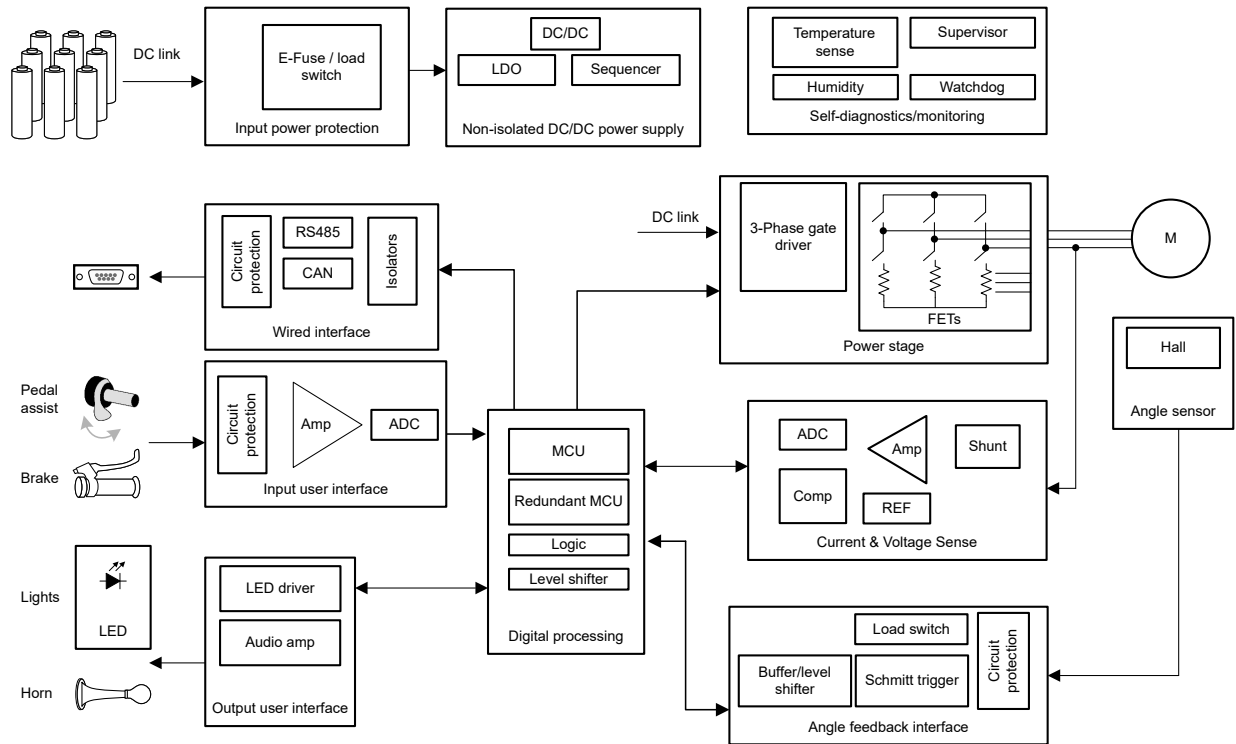


图 4. 電動自行車原理圖

## 結論

現今的車輛與電動自行車包含多個 ECU，以向進階功能供電並進行控制。設計 EPS 系統時，電動自行車或電動機車都要求 ECU 可精確進行控制，進而實現高效率且可靠的運作。TMAG6181-Q1 可實現更快且更準確的馬達控制，以協助改善系統性能。

## 其他資源

- 德州儀器，[TMAG6180-6181 評估模組](#) 工具。
- 德州儀器，[汽車功能安全與 TI 如何透過高精密度位置感測器為客戶提供協助](#) 技術白皮書。
- 德州儀器，[AMR 感測中低功耗轉數的優勢應用簡介](#)。

## 重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

## 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