

以更精簡的元件完成主動式電源管理

整合式 PMBus DC-DC 穩壓器可簡化 PoL 組態及控制

■作者：Ramesh Balasubramaniam/ 英飛凌

由於需要達到最佳效率，並因應 CPU、ASIC 及其他精密 IC 的複雜電源需求，主動電源管理成為多項應用的關鍵設計需求，例如資料中心伺服器、嵌入式電信系統及網路設備。與此同時，負責設計電源配置的工程師則要儘量縮小機板空間，並縮短初始概念至最終成品的時間。

為了因應主動管理的挑戰，工程師開始逐漸考慮依據 PMBus 規格打造數位電源配置，以提供標準化平台，用於監控及控制電源管理裝置。此外，為了因應面積問題，工程師也尋求以最少數量的元件建置這類配置。高度整合的數位電源轉換器搭配內建 PMBus 支援，可讓設計人員克服上述兩項挑戰。

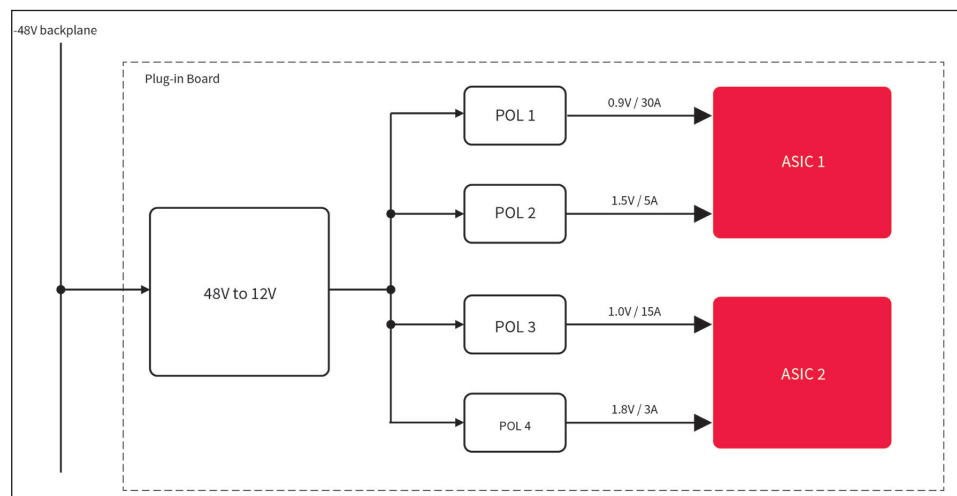
DC/DC 轉換設計挑戰

伺服器及網路基礎架構設備採用的一般分散式電源架構，包含 AC-DC 前端，負責為資料通訊系統（圖 1）及部分電腦伺服器，產生一般 48 V 的 DC 電壓。此電壓將饋入 DC-DC 轉換器，轉換器則供應 12 V 或 5 V 中間匯流排架構（IBA），中間電壓再分配至機板的多個負載點（POL）轉換器，以針對 IC 提供電

軌。過去一般認為 12V 的中間匯流排已經足以讓電源供應滿足機板的 IC 需求，同時僅會產生最低的轉換耗損及配電損失。

不過目前對更具彈性配電方式的需求開始浮現。轉換器的負載在運算需求或資料流量偏低時會減少，這時的傳統 IBA 搭配固定匯流排電壓已知會喪失效率。另一方面，由於使用者對於更好更快的服務永不滿足，造成伺服器機板的尖峰耗電量持續增加。目前，摩爾定律尺度可讓設計人員將多個高效能處理器設置於標準大小的伺服器機板當中。專家提出在近期內，每刀鋒的尖峰電源可能會超過 5 kW。請記住，現今網路及資料中心的作業人員已經在擔心耗電量會是整體營運成本的一大主因，電源供應需要能動態調整，才可確保在所有負載水準都

圖 1：中間匯流排架構可將轉換損耗降到最低，並不斷演進讓匯流排電壓能達到動態最佳化



能達到最佳效率。

一般機板上主要功能性 IC 的電源需求也更為複雜，部分原因是為了追求更優異的運算效能。現今的多核心處理器，以 20 奈米或更小的先進製程節點製造，可在 1.0 V 或更低的核心電壓下，耗用遠超過 100 A 的電源，同時也需要 3.3 V 或 2.5 V 的 I/O 電壓。此外，機板設計人員也納入其他裝置，例如複雜的 ASIC 或 FPGA，進一步在固定機架尺寸的機板面積限制下加速效能，這些裝置則讓電源架構的需求更加複雜。

數位電源

數位電源技術可支援多項技術，例如中間匯流排及 IC 供應電壓的動態調整、相張度、故障保護設定控制及遙感勘測，目前則用於滿足次世代配電的

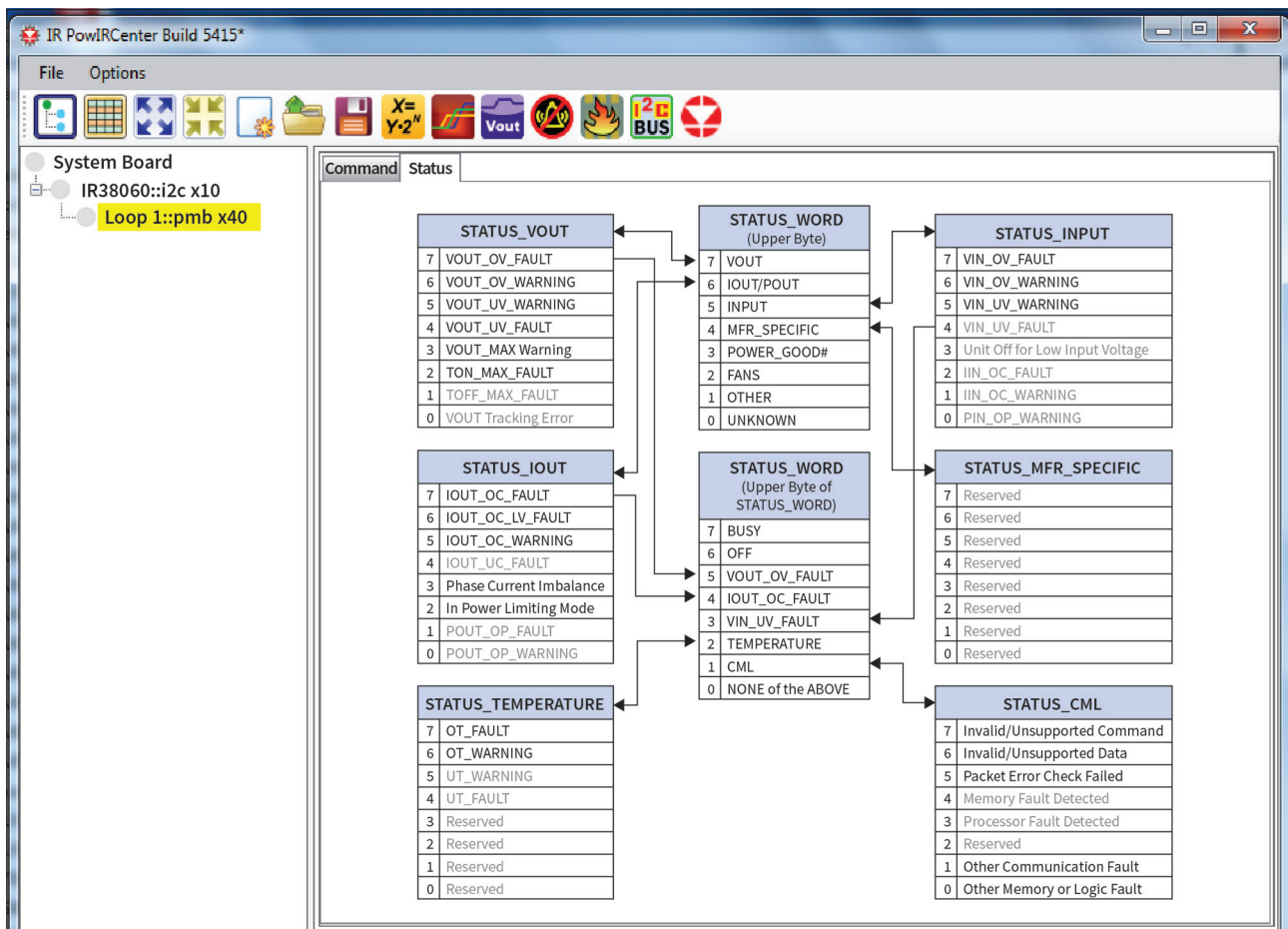
各項需求。此外，數位電源的設計流程因應工程師的需求，提供比傳統類比電源供應設計更為彈性快速的方法。

在韌體內調整參數以達到最佳效能，是數位電源技術的主要優勢。這項最佳化可在整個設計階段進行，並可在電源供應期間即時進行，不必中斷作業。

電源管理匯流排 (PMBus) 提供統一且標準的方式，監控數位電源轉換器的狀態，並即時調整參數。PMBus 規格定義一組指令，以便與電源管理裝置進行通訊，並可於 SMBus(系統管理匯流排) 資料封包通訊協定執行，而 SMBus 本身是以既有的 I²C 實體層通訊協定為基礎。

PMBus 共定義 200 個指令，控制電源供應的各個層面，並讓不同製造商的裝置之間得以互通。

圖 2：數位控制器設定可利用圖形工具迅速調整



指令可能會有的問題包括轉換器組態、開啓 / 關閉及餘裕測試、故障管理、定序、狀態詢問、遙感勘測及命令輸出電壓。指令集種類繁多，涵蓋各式各樣的電源轉換需求，例如離線轉換或負載點轉換，因此，特定控制器可能僅支援全部指令的一個子集。

隨著智慧型電源管理的需求提高，採用 PMBus 的情形持續增加。指令可在電源供應提供更高彈性，例如以動態匯流排電壓調整 (DBV) 達到最佳的中間匯流排電壓，確保在最高或最低負載時僅有最低損耗。最新的 PMBus 規格 (1.3 版) 採用適應性電壓調變 (AVS)，可支援處理器減緩時脈頻率，自主減少供應電壓，藉此在工作負載較輕時，將耗電量降到最低。這種作法可利用 CMOS 電路中電壓和耗電量的二次關係，達到大幅省電的效果。負載較高時，AVS 將提高操作電壓，得以更快切換 CMOS 電晶體。AVS 也能補償處理器中的程序及溫度變動。

PMBus 1.3 版除了採用 50 MHz AVSBus 支援適應性電壓調變，也提供多項強化功能，例如加快 PMBus 速度以提高資料傳輸量、強化追蹤輸出電壓以通知警告閾值、快速區域 (Fast Zone) 讀取 / 寫入以和高度優先裝置進行高速通訊，及提供修訂的資料格式，在更廣範圍下提高精準度。

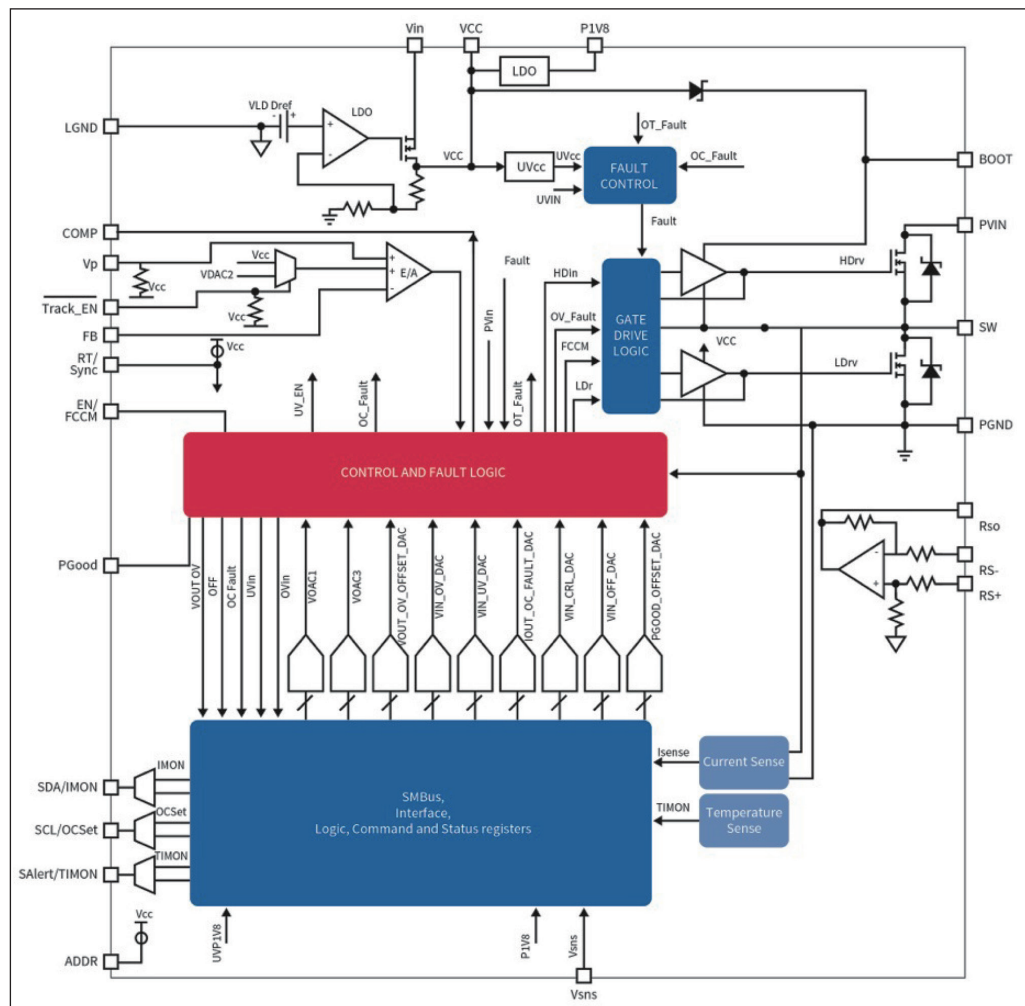
不只善用數位電源的調整能力可實現節能優勢，數位電源供應設計的開發及

驗證亦比傳統類比方法更為快速。基本設計可利用開發工具 (例如 PowIRCenter) 內嵌的軟體除錯器快速完成，透過 PMBus 連接定址並設定控制器內部暫存器。由於類比設計除錯會耗費大量時間，迫使工程師必須先確定電源供應可能停止的原因。以 GUI 為基礎的數位方法，可輕鬆讀取故障狀態，並可在運作中變更以調整設計、最佳化故障保護設定，及針對系統故障行為進行任何必要修正 (圖 2)。

最佳化及特性化同樣快速高效，因此可在約一週內完成電源系統設計驗證，而傳統類比設計一般則需約六週的時間。

數位電源可加速專案週期並簡化設計方法，在系統複雜度提高時提供更出色的優勢。例如為大型 FPGA 供電時，會需要擁有不同電壓及額定功率的

圖 3：英飛凌 IR38060/IR38063 同步降壓穩壓器配備 PMBus 介面的方塊圖



許多供應電軌，即便能容許不同電壓，仍是複雜的難題，因為很少有工具能夠協助加速傳統的類比設計流程。不過藉由數位控制器及配置工具，就可在大幅縮短的時間內，帶著自信處理並完成這項工作。數位控制器的彈性亦得以在現場套用系統更新，而傳統電源系統則需要大量硬體修改，包括設備召回及停機時間。

整合式 PMBus 相容轉換器

英飛凌目前更向前邁進一步，針對數位 POL 應用，推出完全整合的 SupIRBuck 同步降壓穩壓器系列。

如圖 3 所示，本系列穩壓器結合 PMBus 控制器，並在相同封裝內建高效能控制及同步 FET，相較於由獨立控制器 IC 及輸出階段組成的同等分離式電路，可減少約 70% 的機板面積。

英飛凌 IR38060、IR38062、IR38063 及 IR38064 整合式降壓穩壓器配備 PMBus 介面，可分別提供最高 6A、15A、25A 或 35A，利用同步整

流達到最佳效率，並採用強化隔熱的 5 mm x 6 mm (IR38060) 或 5 mm x 7 mm (IR38062/3/4) PQFN 封裝。此外亦提供 PMBus 相容多相控制器系列，可協助設計人員快速建置節省空間及可擴充的數位電源管理配置，應用於需要更高電流的複雜 IC (如圖 4 所示)。

控制器的所有參數都透過儲存於非揮發性記憶體的韌體設定，可讓工程師控制各個層面，例如相位數量、切換頻率、頻率回應、動態電壓變化，及故障和保護功能，包括過電流及過電壓保護。

PMBus 可提供遙感勘測資料，包括輸出電壓、個別相位的高準確度輸出電流資料，及總電流、功率級溫度、控制器溫度、輸入電壓、輸入電流，這些資料在除錯及正常運作期間皆相當實用。由於 PMBus 支援雙向系統通訊，因此可在配置系統中修改上述控制參數。

結論

數位電源掌握達成系統內調整能力的關鍵，而

這是因應未來資料通訊及網路產業能源效率需求的必要條件。電源供應設計人員亦能以此方式，在急迫的轉迴時間和成本限制下，提供全新設計。


PMBus 規格提供的多樣化指令集可執行各項功能，並利用新型數位控制器的調整能力。最新一代的整合式 PMBus 相容轉換器，在相同封裝內結合控制 IC 及高效能功率級，以極為節省空間的解決方案，提供易於使用及彈性的特色。 

圖 4：整合式 PMBus 相容 POL 轉換器，可將供應多個電軌的機板空間需求降到最低

