



機器人 eBook

在 48V 架構中使用高密度功率轉換器構建更好的機器人

VICOR

目錄

3 引言

4 案例研究

物流機器人

配送機器人

收割機器人

安防巡檢機器人

OLogic 現場打印機器人

Saab Seaeye 全電動工作級水下機器人

18 技術文章

為什麼要選擇電源模組，而不是離散式電源解決方案？

高性能電源模組封裝的特性

高密度、模組化供電網路優化移動機器人性能

40 工具

電源系統設計工具

白板工具

機器人 eBook 簡介

在快速發展的機器人世界中，供電已經成為了決定這些設備效能、效率和可靠性的關鍵因素。傳統的離散式電源解決方案往往無法滿足現代機器人技術的苛刻要求，如緊湊的尺寸、高效率和散熱管理。

Vicor 高性能電源模組為這些挑戰提供了革命性的解決方案。通過結合先進的電源架構、卓越的散熱管理和無與倫比的效率，Vicor 電源模組使機器人工程師能够在 48V 架構中使用高密度電源轉換來設計和構建更強大、更敏捷、更可靠的機器人。

本 eBook 為開發更好的供電網路、滿足當今機器人電源系統需求提供了指南。從案例研究開始，您將看到其他公司是如何利用 Vicor 技術來克服設計的挑戰。

接下來，深度技術文章和白皮書將指導您瞭解電源模組相比傳統離散式電源解決方案的主要優勢，封裝如何影響供電網路 (PDN)，滿足各類機器人電源系統需求的不同方案，以及高密度、高性能電源模組如何縮短產品上市時間。

最後，本 eBook 還提供了一系列先進線上工具的連結，以幫助您輕鬆使用和集成這些創新電源模組。

無論您是想改進產品特性和功能、為滿足未來需求進行擴充，還是縮短產品上市時間，本 eBook 都將通過優化供電網路的方法，幫助您找到改進設計的途徑。

Vicor 提供更好的供電方案，助力實現更遠的續航里程、更長的運行時間、更高的載荷與功能，同時加速產品上市行程。

案例研究



高效電源模組實現系統運行時間最大化，提升工作效率



客戶所面臨的挑戰

自主移動機器人 (AMR) 和無人搬運車 (AGV) 等物流機器人在大型倉儲環境中執行庫存管理和訂單履行任務，具有不同的尺寸和功能特點。這些機器人使用 24V 至 72V 電池供電，需要隨時充電，因此電源轉換效率、體積和重量都至關重要。隨著導航、傳感和安全要求的不斷提高，電源轉換面臨更大挑戰。其主要目標包括：

- 可擴充的電源，使平臺能夠迅速適應不同應用場景
- 高效率運行，延長運行時間
- 支持多種負載端電壓需求，無需新增重量

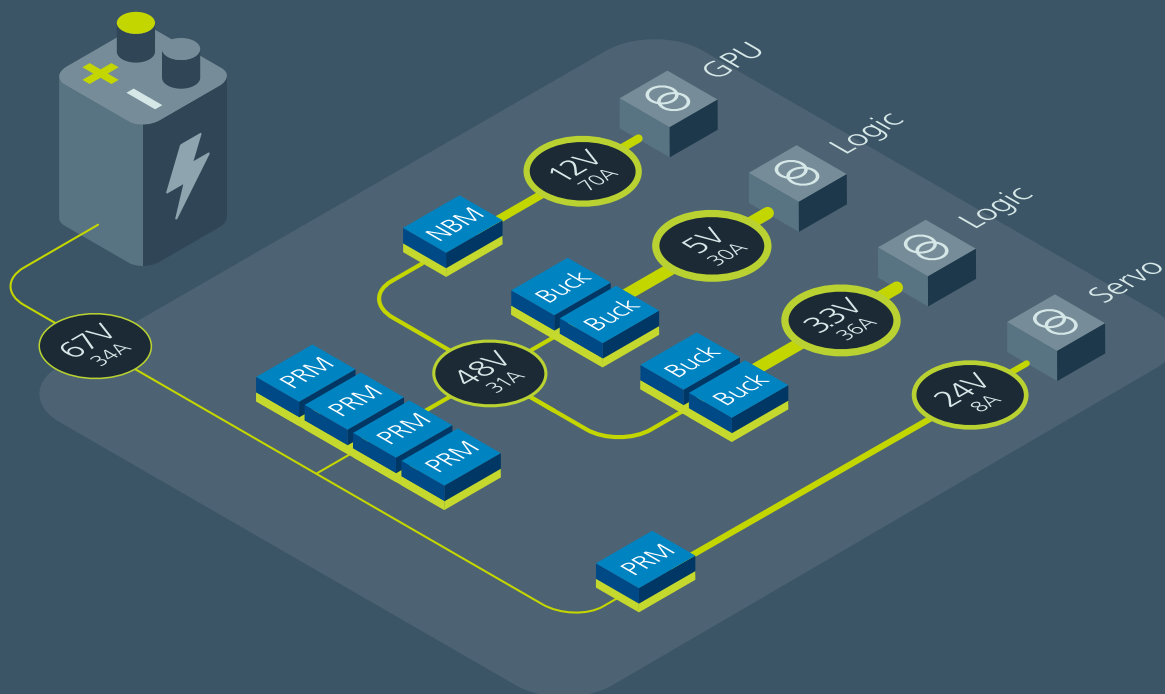


Vicor 解決方案

物流機器人的核心任務是高效工作，同時在障礙物眾多的倉庫中安全移動。Vicor 高性能電源模組有效節省重量和板載空間，為各類配件預留更多空間以確保安全運行。通過簡單更換或添加模組，供電網路可輕鬆重新配真，適應不同平臺的各種功率需求。其主要優勢包括：

- 零電壓開關拓撲結構實現 97.4% 的高效率
- 電源模組可根據多樣化功率需求靈活擴充
- 緊湊的高密度電源模組優化空間利用

PRM™ 電源模組是一款高效能升降壓穩壓器，能以 **96% 至 98%** 的效率創建 **24V 至 48V** 的中間母線，為伺服電機和其他下游電源模組供電，包括固定比率 **NBM**、**ZVS** 降壓和 **ZVS** 升降壓穩壓器。所有模組都支持並聯，以實現更高功率轉換。



非隔離穩壓

非隔離穩壓

輸入: 48V (36 – 75V)

輸出: 48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

峰值效率: 98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米

vicorpower.com/zh-tw/prm



非隔離固定比率

非隔離固定比率

輸入: 36 – 60V

輸出: 7.2 – 15.3V

功率：高達 2400W

效率：超過 98%

小巧至 23 x 17 x 5.2 毫米

vicorpower.com/zh-tw/nbm



非隔離穩壓

非隔離穩壓

輸入：12V (8 – 18V), 24V
(8 – 42V), 48V (30 – 60V)

輸出: 2.2 – 16V

電流：高達 22A

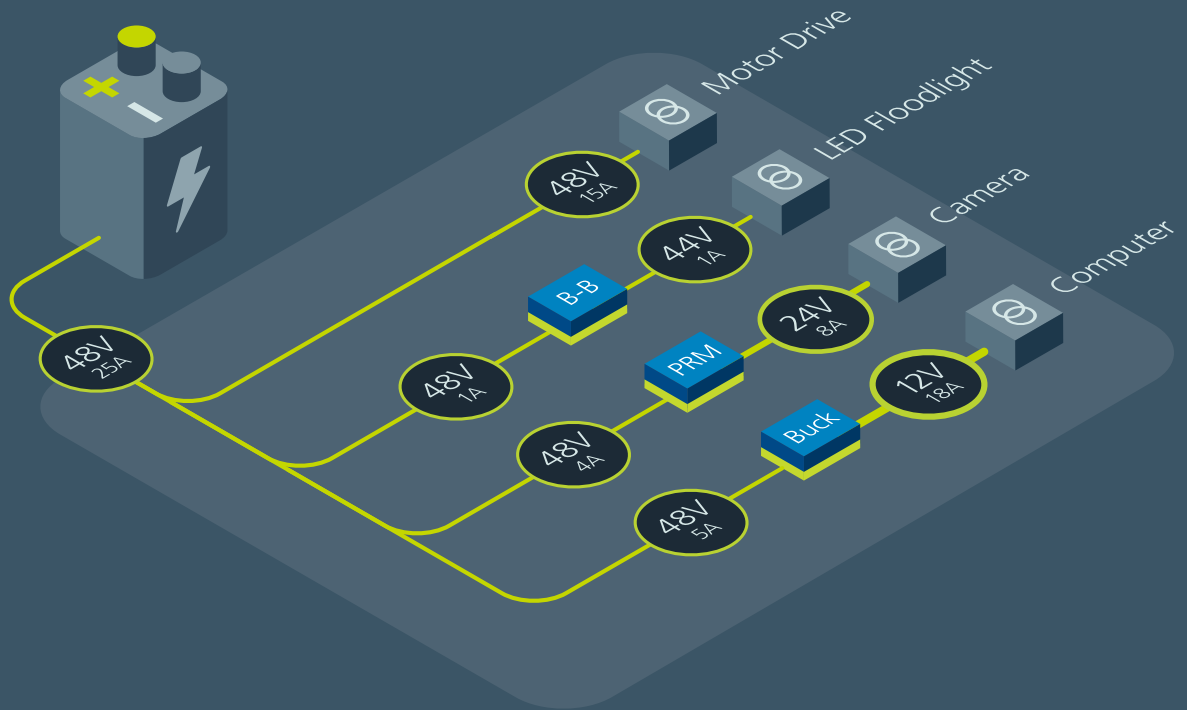
峰值效率: 98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck

使用 24 至 48V 電池的機器人供電網路

另一種電源總成架構強調使用從電池到負載點的直接轉換。PRM™、ZVS 降壓和 ZVS 升降壓穩壓器支持這些應用。其中一個例子是 PI3740 ZVS 升降壓穩壓器，它採用 10 x 14 x 2.5mm SiP 封裝，峰值效率高達 96%，可提供超過 100W 的功率。



ZVS 升降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：8 – 60V

輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 持續電流

峰值效率：97%

10 x 14 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck-boost



ZVS 降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：12V (8 – 18V), 24V (8 – 42V), 48V (30 – 60V)

輸出：2.2 – 16V

電流：高達 22A

峰值效率：98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck



PRM™ 穩壓器

非隔離穩壓

輸入：48V (36 – 75V)

輸出：48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

峰值效率：98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米

vicorpower.com/zh-tw/prm



輕巧高效的電源模組延長配送路線 並節省空間以裝載更多貨物



客戶所面臨的挑戰

這一類自主機器人的核心任務是完成雜貨、外賣食品和網購商品的最後一公里配送。儘管載重大小和重量各不相同，但這些機器人通常需要具備較長的運行時間，一般由 48V 至 100V 的電池供電。配送機器人配備了各種感測器、監視器和 GPS 技術，以確保安全高效地在周圍環境中導航。這些機器人依賴電池供電，這給它們的工作範圍帶來了挑戰。其主要目標包括：

- 延長配送範圍和運行時間
- 提供緊湊輕巧的解決方案以節省空間
- 支持多種負載端電壓需求



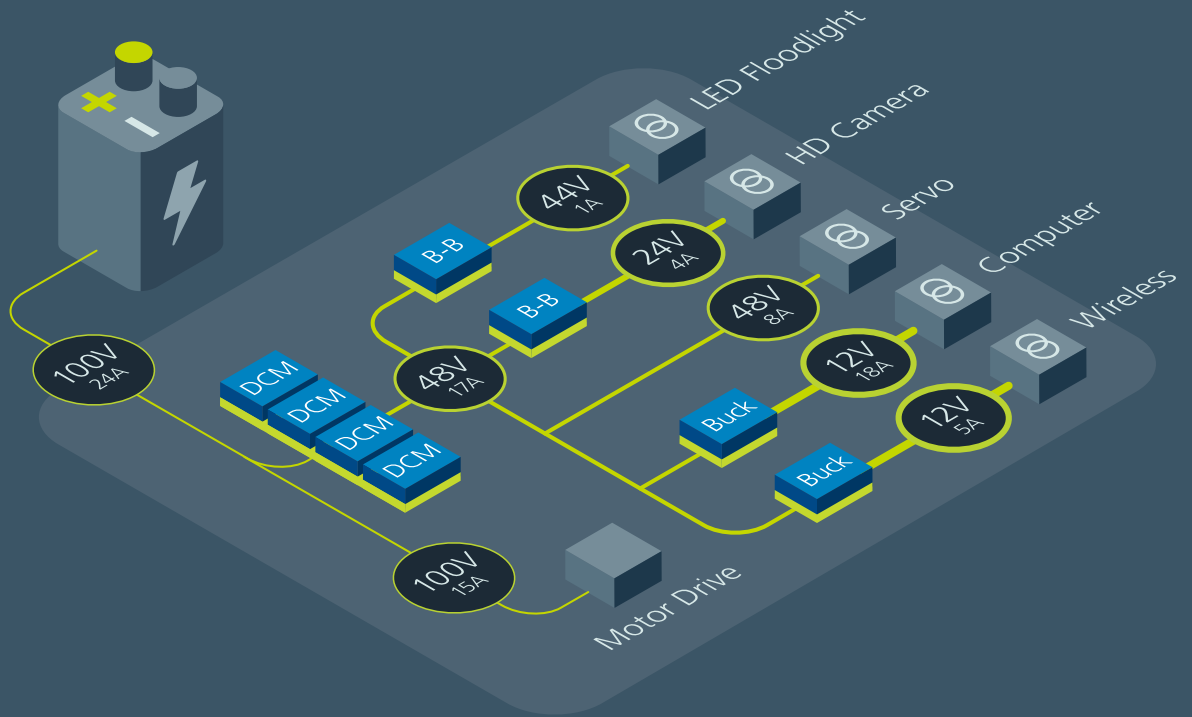
Vicor 解決方案

Vicor 的高效能電源模組減少了機器人板載空間佔用和重量，為感測器和導航系統留出更多空間，使配送機器人能夠攜帶更大負載和物品。Vicor 電源模組的高效率水準延長了機器人運行時間，使其能夠安全到達更遠的目的地。其主要優勢包括：

- 模組化設計滿足靈活的設計需求
- 緊湊的高密度電源模組優化可用設計空間
- 高效的解決方案延長電池續航時間

供電網路

DCM™ 轉換器系列可適應這類應用需求，支持 43-154V 的輸入電壓範圍。DCM3623 能夠將電池電壓轉換為穩壓的 24V 或 48V 配電，用於伺服驅動器、其他負載和下游轉換器。DCM3623 採用 36.38 x 22.8 x 7.26mm 封裝，能以 90% 的能效提供 240W 的功率輸出。在建立 24-48V 電壓軌後，通常可以使用 ZVS 降壓或降壓-升壓穩壓器為低壓電壓軌供電。



DCM™ DC-DC 轉換器

隔離穩壓

輸入：9 – 420V

輸出：3.3, 5, 12, 13.8, 15, 24, 28, 36, 48V

功率：高達 1300W

峰值效率：96%

小巧至 24.8 x 22.8 x 7.21 毫米

vicorpower.com/zh-tw/dcm



ZVS 升降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：8 – 60V

輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 持續電流

峰值效率：97%

10 x 14 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck-boost



ZVS 降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：12V (8 – 18V), 24V (8 – 42V), 48V (30 – 60V)

輸出：2.2 – 16V

電流：高達 22A

峰值效率：98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck



採用堅固可靠、高效率的電源模組， 最大限度延長惡劣環境下運行時間



客戶所面臨的挑戰

收割機器人是設計用於農場執行各種任務的機器，通常可以自主運行。它們配備了感測器、監視器和 GPS 系統來進行導航並感知周圍環境。這些大型機器人車輛或設備通常由 400V 或更高電壓的 DC 電源供電。其主要目標包括：

- 提高生產力
- 高功率密度，支持更高的輸入電壓
- 堅固可靠的設計，確保持續運行



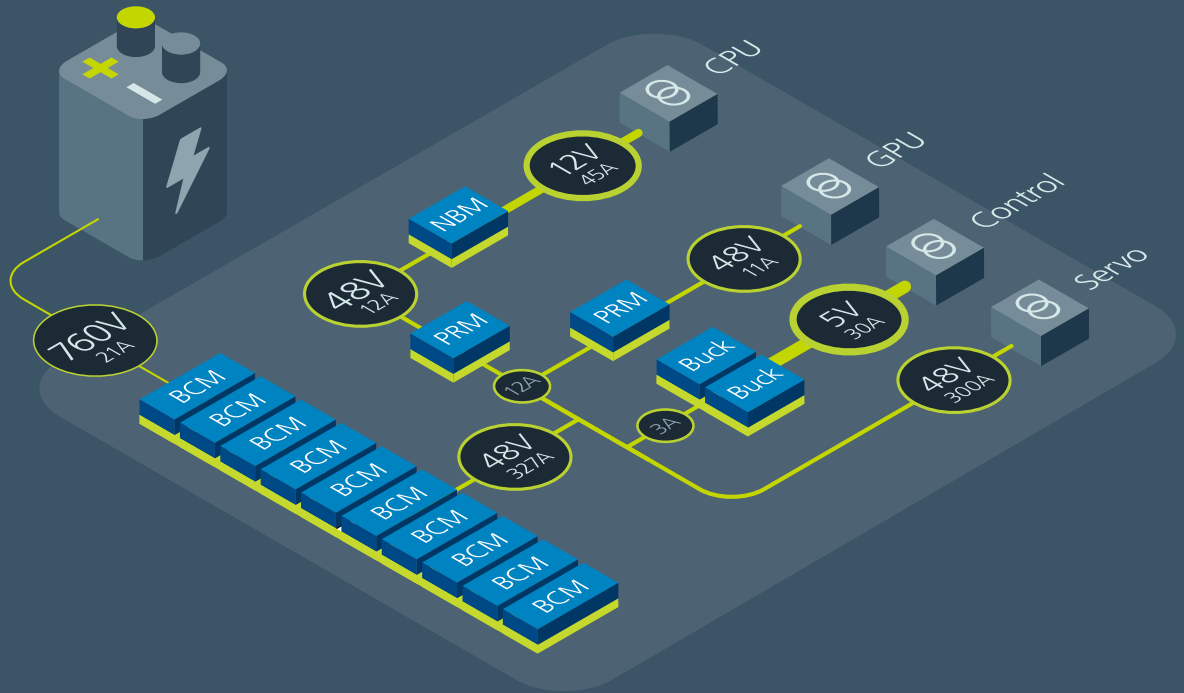
Vicor 解決方案

Vicor 固定比率電源模組能夠安全地將這些應用中常用的 400V 或 800V 電池電壓轉換為 48V 安全超低電壓，輸出功率可達 1600W 以上。這些模組具有很高的效率，配合下游 Vicor 的負載端 (PoL) 轉換器和穩壓器，可大幅降低功耗並簡化散熱管理從而提高生產力和可靠性。其主要優勢包括：

- 將高壓高效轉換為安全的 48V 安全超低電壓 (SELV)
- 堅固耐用、高度一體化的電源模組，確保高可靠性
- 更高的效率可降低功耗

供電網路

在這類設計中，Vicor BCM® 轉換器系列可以將高壓電池電壓轉換為安全的標稱 48V。以 BCM4414 為例，其封裝僅為 111 x 36 x 9 mm，卻能以超過 97% 的能效提供超過 1600W 的功率輸出。BCM 是一種固定比率轉換器，輸出電壓為輸入電壓的 1/16。根據需要，可以使用 Vicor NBM™、PRM™、ZVS 降壓和 ZVS 升降壓穩壓器等固定比率或負載端穩壓轉換器為各個下游低壓電壓軌供電。



BCM® 母線轉換器

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

電流：高達 150A

峰值效率：98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.7 毫米

vicorpower.com/zh-tw/bcm



PRM™ 穩壓器

非隔離穩壓

輸入：48V (36 – 75V)

輸出：48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

峰值效率：98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米

vicorpower.com/zh-tw/prm



NBM™ 母線轉換器

非隔離固定比率

輸入：36 – 60V

輸出：7.2 – 15.3V

功率：高達 2400W

效率：超過 98%

小巧至 23 x 17 x 5.2 毫米

vicorpower.com/zh-tw/nbm



ZVS 降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：12V (8 – 18V), 24V (8 – 42V), 48V (30 – 60V)

輸出：2.2 – 16V

電流：高達 22A

峰值效率：98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck



緊湊型電源模組為先進感測器預留空間，提升安全性和效能



客戶所面臨的挑戰

機器人能夠到達人類無法抵達的地方，能確保人員安全，維護設施的安全。巡檢機器人能夠更頻繁地監測基礎設施，在問題發生前及時補救，從而挽救生命、節約時間和成本。有些帶供電線纜的機器人在 400V 高壓環境下工作，需要將電壓轉換至 12V 並提供 1.5kW 的電力輸出。其主要目標包括：

- 高效設計，延長運行時間
- 可在高溫下運行
- 支持多種負載端電壓需求



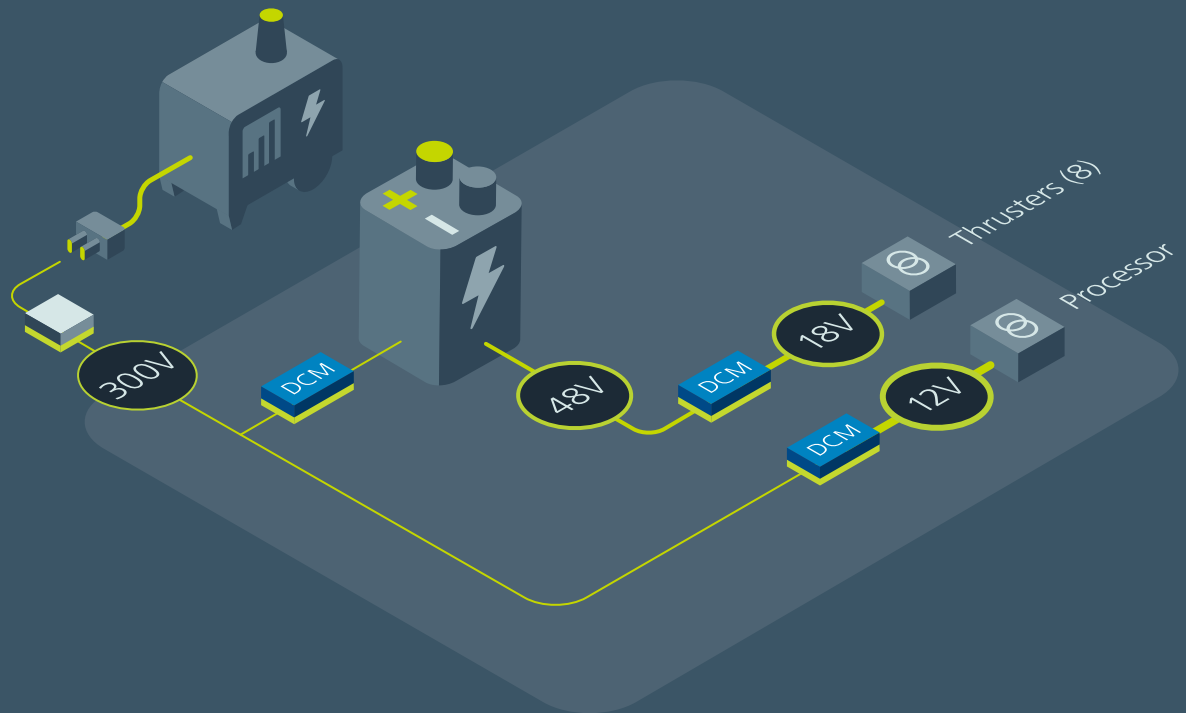
Vicor 解決方案

安防機器人需要支持多種感測器和執行器以實現高效且有效的監測，Vicor DCM™ 電源模組具備出色的散熱效能和超高功率密度，可為各類負載端提供所需電壓。Vicor DCM 的高功率密度特性有助於簡化線纜佈線和組裝，同時提升電池效率、效能表現和續航時。其主要優勢包括：

- 更高功率密度和效率，延長運行時間
- DCM 採用先進封裝和拓撲結構，優化熱負載管理
- DCM 易於並聯，便於系統擴充

供電網路

在此案例中，一個 DCM4623 隔離型穩壓 DC-DC 轉換模組將 300V 的系線電壓轉換為 12V，為控制器供電；另一個模組提供 48V 母線，再使用 DCM3623 模組將電壓降至 18V，為推進器組件供電以驅動機器人。此模組化供電網路的體積不到兩部手機大小，卻能以 92% 的效率提供 1.5kW 的功率輸出。



DCM™ DC-DC 轉換器

隔離穩壓

輸入：9 – 420V

輸出：3.3, 5, 12, 13.8, 15, 24, 28, 36, 48V

功率：高達 1300W

峰值效率：96%

小巧至 24.8 x 22.8 x 7.21 毫米

vicorpower.com/zh-tw/dcm



推動下一代機器人技術革命



客戶所面臨的挑戰

設計下一代改變世界的機器人需要多學科的專業知識——電子、機械、軟件和動力系統工程。新型移動機器人需具備更大載荷、更長續航時間和更高效率，這些關鍵指標正是其核心競爭力所在。而對於移動機器人而言，電源往往是制約下一代創新的關鍵瓶頸。尺寸、重量與能效是電源設計的核心要素，它們直接決定著機器人的性能表現。OLogic 的主要目標包括：

- 延長運行時間，提高生產效率
- 提升精度，消除錯誤和昂貴的返工
- 提升工作現場安全性



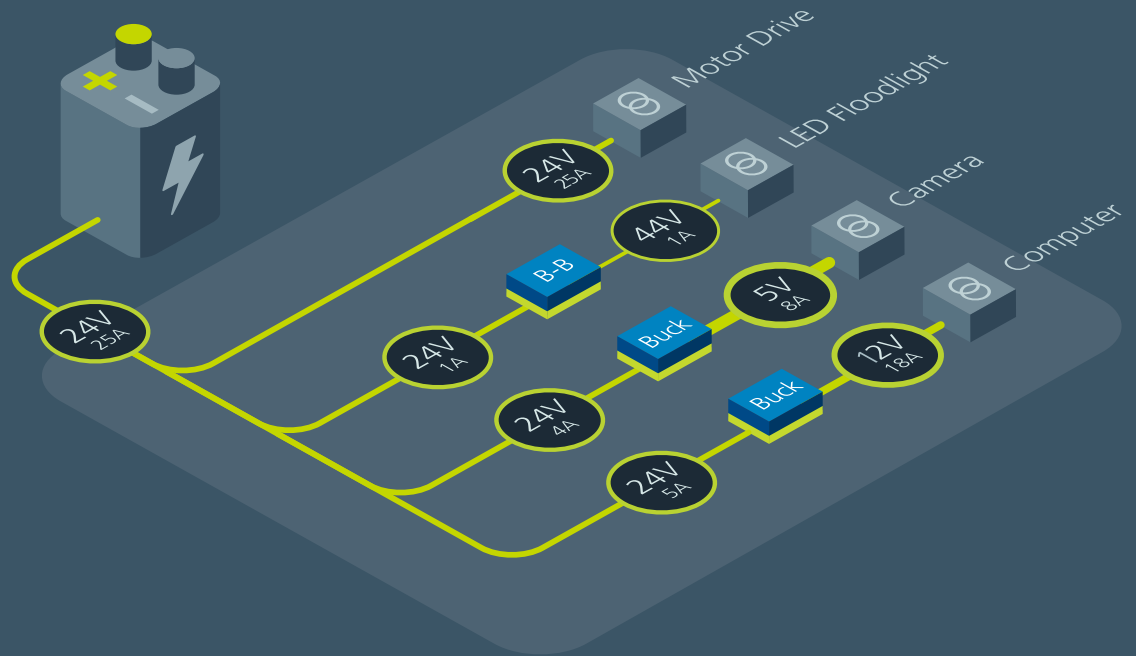
Vicor 解決方案

移動機器人需要小巧、輕便和高效的電源，以最大限度地提高性能。與離散電源設計相比，用電源模組設計一個供電網絡更容易，也更具可擴充性。OLogic 選用 Vicor 電源模組，因其具備高功率密度、高效率及易用性優勢。通過與 Vicor 合作，這些打印機器人成功消除了傳統耗時耗力的施工圖紙地面轉印流程。其主要目標包括：

- 緊湊型高密度電源模組優化可用設計空間
- 輕鬆實現串聯使用，速度提升 5 倍同時精度近乎完美
- 高效的解決方案延長可用電池壽命

功率密度和效率是機器人投資回報率 (ROI) 的關鍵

OLogic 意識到只有利用 Vicor 電源模組寬廣的工作範圍，他們才能設計出工作效率和散熱效率很高的供電網路。Vicor 模組，如 ZVS 降壓穩壓器，提供 200 至 300 瓦的功率和 97% 的效率，具備極高的成本效益。



ZVS 降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：12V (8 – 18V), 24V (8 – 42V), 48V (30 – 60V)

輸出：2.2 – 16V

電流：高達 22A

峰值效率：98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck



ZVS 升降壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：8 – 60V

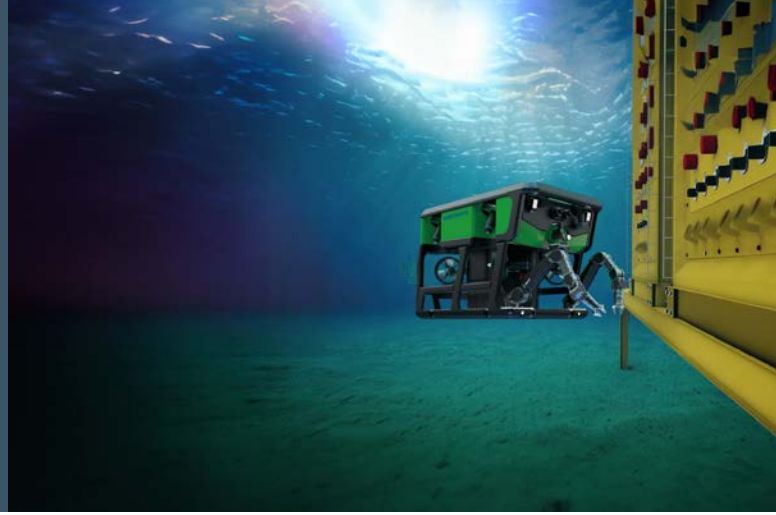
輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 持續電流

峰值效率：97%

10 x 14 x 2.56 毫米

vicorpower.com/zh-tw/buck-boost



更高的功率密度提升有效載荷和整體機動性



客戶所面臨的挑戰

設計遠程任務困難重重，包括檢查水下油氣管道、高壓電纜、風力渦輪機以及其他關鍵基礎設施等。水下機器人必須具備卓越的機動性並且能夠承載巨大的有效載荷才能適應多樣化的任務需求。同時，水下機器人供電系統的散熱問題極具挑戰，必須保持緊湊、輕量化的設計。Saab Seaeye 的主要目標包括：

- 增強機動性，精準操控
- 提升載荷，擴充 eWROV 功能
- 優化熱管理，最大限度減少系統過早的故障



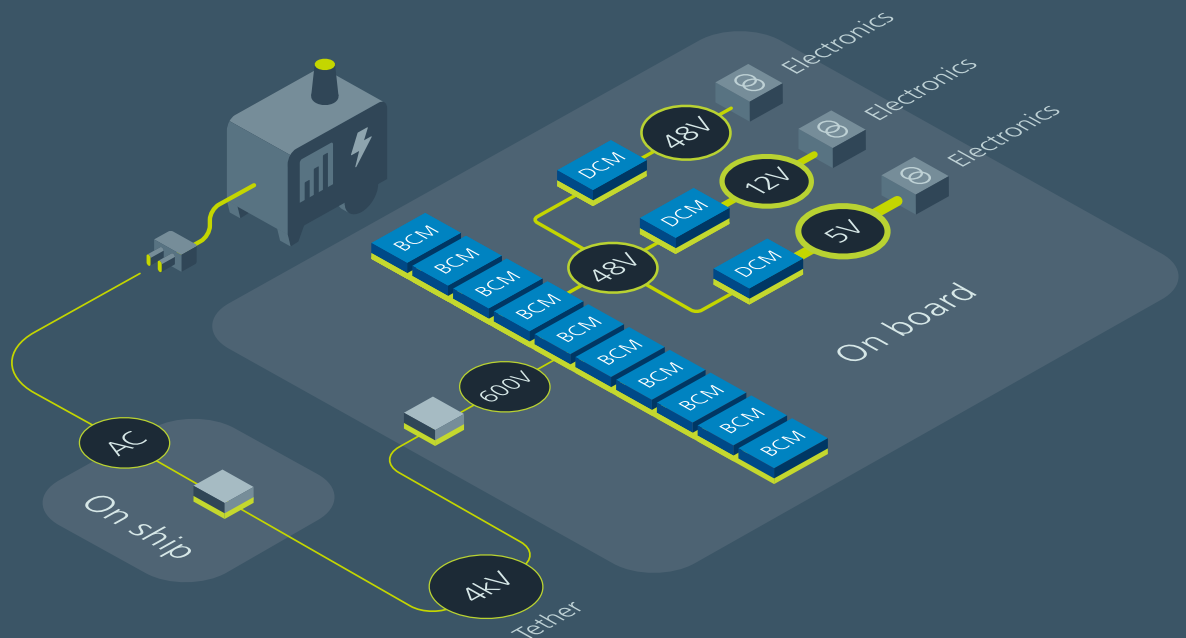
Vicor 解決方案

Vicor 解決方案提供的效能相當於 250 馬力的海底液壓載具。與傳統液壓水下機器人不同，全電動工作級水下機器人 (eWROV) 系統無需大量液壓油，減少環境風險。Vicor 電源模組利用低溫海水在狹小、封閉的空間內對流來冷卻電源系統。其主要目標包括：

- 更高電壓可使連接線纜更輕便，提升靈活性
- 超高的功率密度實現先進的功能
- 優化的熱特性最大限度降低過熱影響

輕量化、高功率密度的電源解決方案提升了水下機器人 (ROV) 的深海工作能力

Vicor 提供廣泛的高熱效能電源模組，使 Saab 能够根據行業標準的 24V 和 48V 供電電壓定制供電網路子系統，滿足機載電腦、感測器、監視器、照明和導航設備的需求。緊湊的電源設計可以節約全電動工作級水下機器人內部的空間，以集成更多電子元器件，提高整體性能和資料傳輸速度。



BCM® 母線轉換器

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

電流：高達 150A

峰值效率：98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.7 毫米

vicorpower.com/zh-tw/bcm



DCM™ DC-DC 轉換器

隔離穩壓

輸入：9 – 420V

輸出：3.3, 5, 12, 13.8, 15, 24, 28, 36, 48V

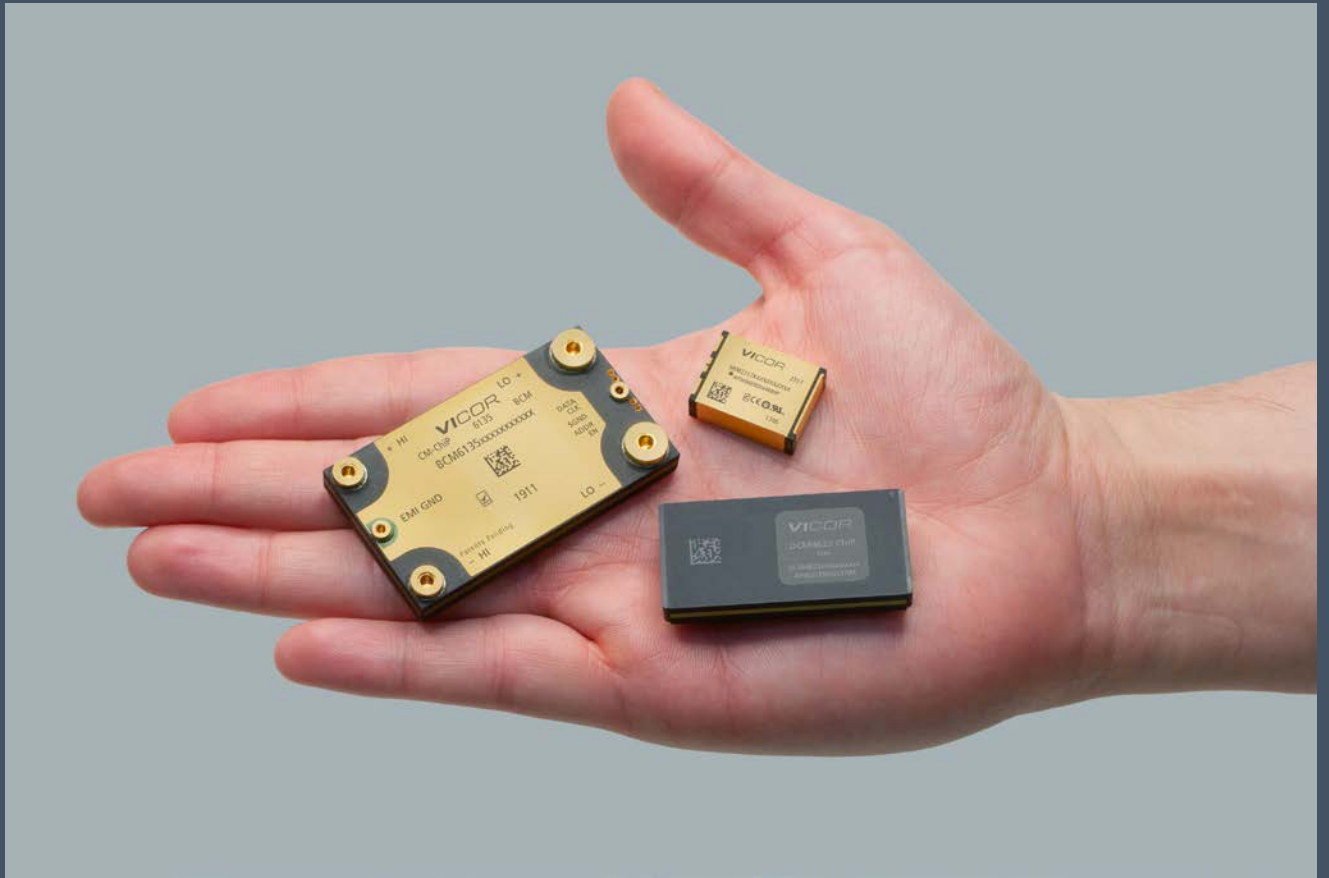
功率：高達 1300W

峰值效率：96%

小巧至 24.8 x 22.8 x 7.21 毫米

vicorpower.com/zh-tw/dcm

技術文章



文章

為什麼要選擇電源模組， 而不是離散式電源解決方案？

VICOR

設計供電網路 (PDN) 時，決定使用電源模組還是離散式電源解決方案，需要仔細考慮設計變數。瞭解使用電源模組的優勢，特別是 Vicor 提供的高密度模組相對於自研離散式解決方案的優勢非常重要。通過審視可靠性、可擴充性、尺寸、重量和電源設計專業技術要求等因素，我們將解釋設計選項之間的差異，還將總結模組化方法為電源系統設計帶來的優勢。

開發供電網路時，少即是多

電源模組的故障點較少，因為設計組件較少。與離散式設計相比，電源模組需要的連接較少，從而降低了裝配時出現質量缺陷的可能性。此外，由於裝配環節較少，因此操作人員對電路板的處理需求也減少了，從而降低了製造過程中靜電放電 (ESD) 損壞的風險。這些因素有助於提高可靠性，因此電源模組是電源系統設計更可靠的選擇。

靈活擴充，高枕無憂

Vicor 電源模組不僅小巧，而且功率密度大 (圖 1)。鑒於大多數電源設計都必須適應非常有限的空間，因此小型電源模組可提高靈活性。緊湊的設計提供了擴充和適應電源需求變化的能力，無需昂貴且耗時的重新設計。通過重複使用預審合格的模組，設計人員可避免與完全重新設計相關的額外測試、重新認證以及採購工作。電源模組的靈活性和可擴充性可使設計修改快速高效地實施，從而縮短開發週期並節省開發成本。這最終將轉化為更快的上市時間。

擺脫產品生命週期困境



圖 2：簡單的模組化方法不僅靈活，而且可輕鬆擴充，優化供電網路所需的專業知識較少。

在評估電源模組和離散式設計之間的選擇時，考慮產品的整個生命週期至關重要。進行離散式設計時，設計、測試和驗證的負擔會完全落在內部電源設計團隊身上。此外，從協力廠商機構獲得必要的認證以及管理複雜的製造和採購流程還會帶來重大風險和潛在的延遲。任何擴充需求可能都需要完全重新設計，從而進一步延長開發時間。

相比之下，使用電源模組可簡化供應鏈物流並減輕對機構的壓力。這些預審合格的模組，如 Vicor 模組，經過了徹底測試和品質控制，可確保其可靠性和合規性。

此外，隨著電源需求的新增，重複使用相同的模組可實現無縫的可擴充性，無需大量重新設計工作。

電源模組可提供一種更簡單的電源系統設計方法，所需的專業知識更少。憑藉小型化的外形和高功率密度，它們將佔用更少的物理空間，從而可為 PCB 上的其它組件留出更多空間（圖 2）。這些模組的高效率還可簡化熱管理，進而降低散熱解決方案的複雜性。這種簡潔可帶來更便捷的設計反覆運算、更新及整體系統維護。

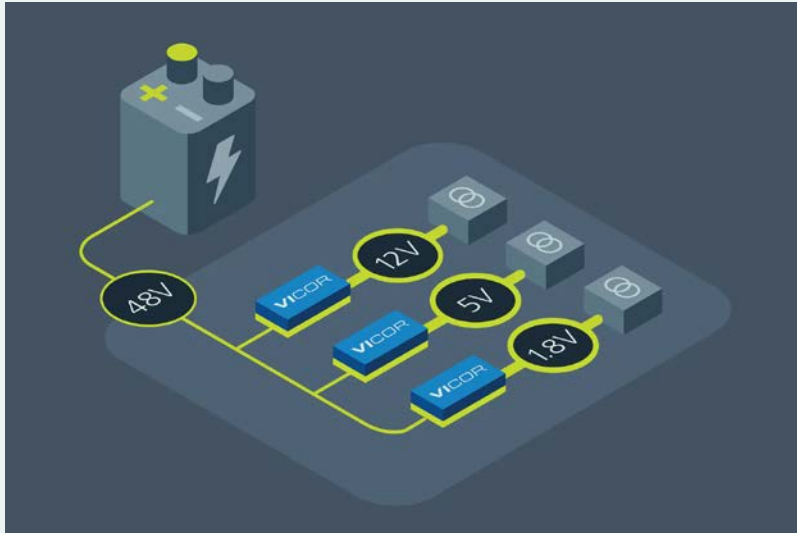


圖 2：簡單的模組化方法不僅靈活，而且可輕鬆擴充，優化供電網路所需的專業知識較少。



圖 3：離散式解決方案有更多的組件需要管理，新增了設計複雜性。

另一方面，離散式電源解決方案會帶來複雜的局面，在整個設計過程中需要大量的專業知識、時間和精力。這些解決方案涉及許多組件的採購、驗證和集成（圖 3）。即使是細微的設計修改，也需要頻繁接觸的溝通，可能會打亂專案進度並帶來不必要的風險。

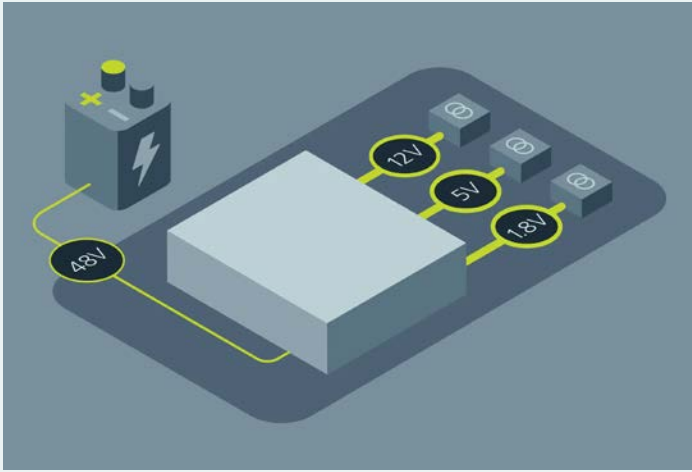


圖 4：銀盒是非常不錯的隨插即用解決方案，但通常很笨重、缺乏靈活性。

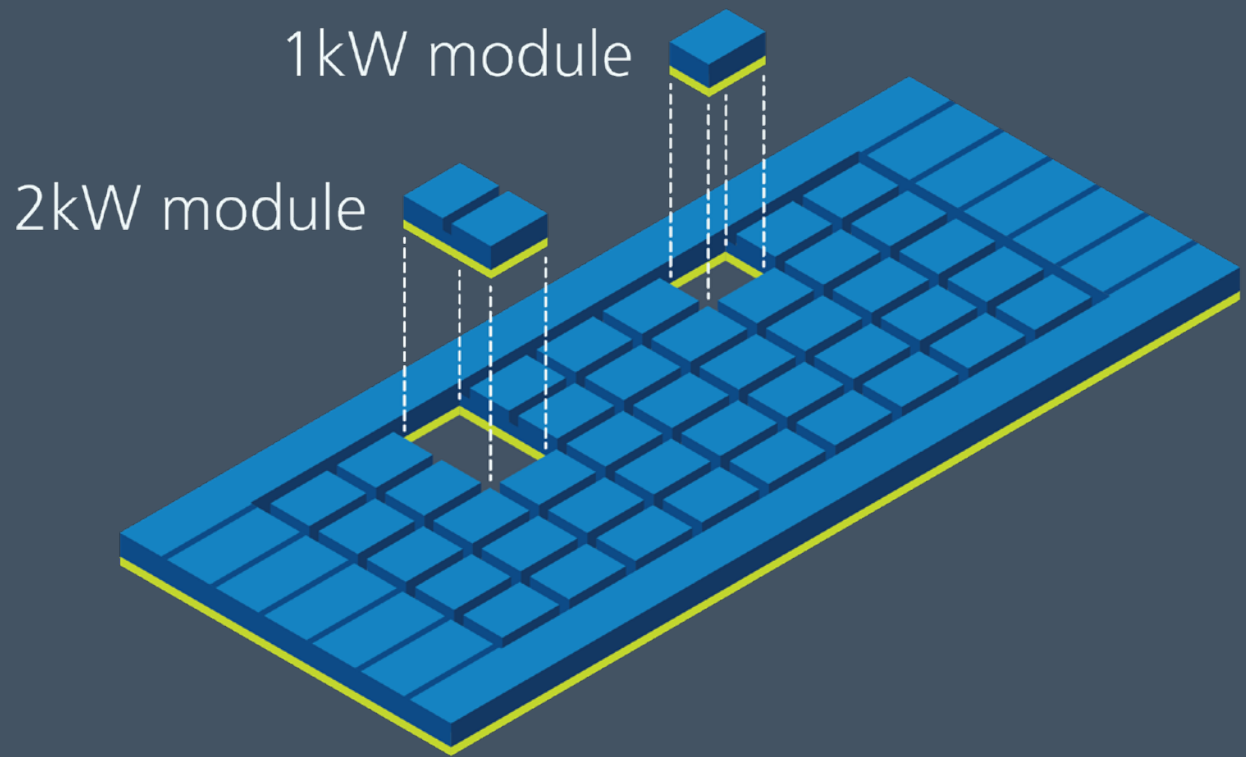
在涉及到新增更多負載或調整電源及電壓水準時，離散式設計還會受到缺乏靈活性的影響(圖 4)。額外的電壓佈線會消耗寶貴的空間並新增系統重量，因為需要更大的外盒和線纜。此外，這些離散式解決方案還很容易受到雜訊影響和外部干擾，從而影響其整體效能和可靠性。

總結

總之，在評估電源系統設計選項時，電源模組比離散式電源解決方案多幾個明顯的優勢。Vicor 的電源模組，具有先進的拓撲、小型化和和散熱良好的封裝，與其它離散式設計或銀盒選項相比，提供了卓越的功率密度、效率和可靠性。

電源模組的使用簡化了設計過程，減少組件數量以及可能出現的科技設計錯誤，並加速了新產品的上市行程。此外，模組化方法可實現輕鬆的擴充和高度的靈活性，在電源需求改變時，無需耗時的重新設計。

有了預審合格模組的保證、簡化的供應鏈物流以及輕鬆重複使用模組和快速擴充 PDN 的能力，電源系統設計人員可集中精力進行創新優化，不必煩亂於複雜的自研離散式解決方案。選擇 Vicor 高密度電源模組，工程師不僅可實現高效、可靠、可擴充的供電網路，同時還可節省寶貴的時間和資源，加速產品上市行程。



白皮書作者：公司副總裁 Phil Davies

高性能電源模組封裝的特性

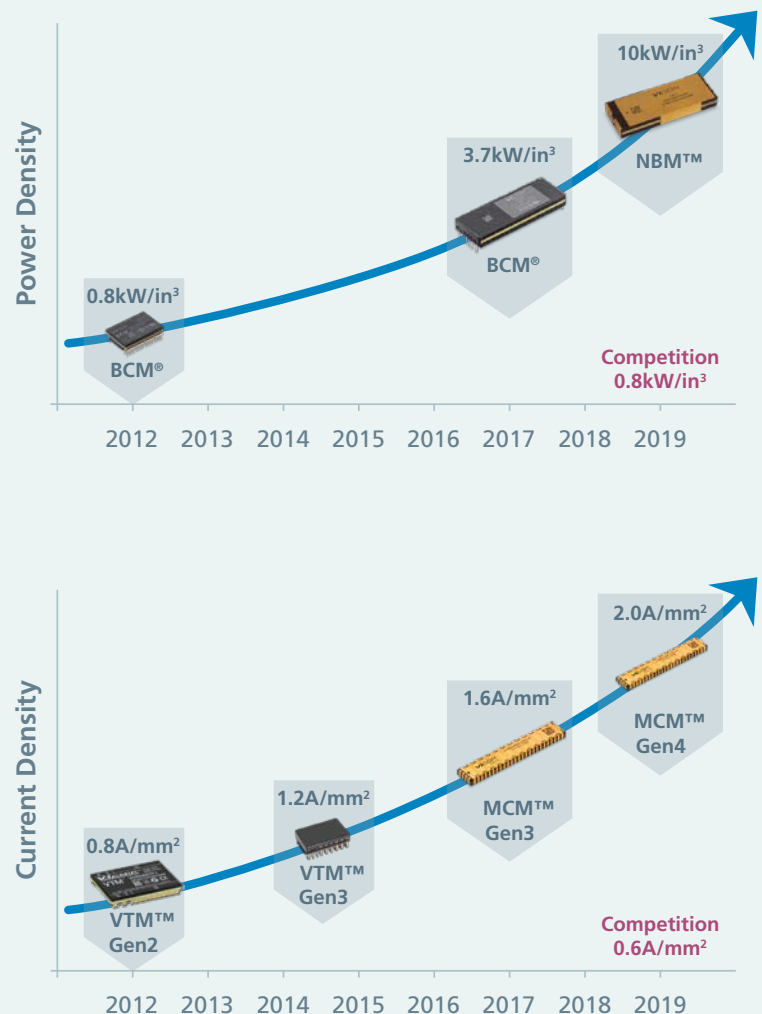
VICOR

從第一款磚型解決方案到今天的轉換器級封裝 (ChiP™)，Vicor 一直在不斷創新，為電源系統工程師提供更高效能的解決方案。這些創新是堅定不移地發展以下四項基本技術所獲得的成果：供電架構、控制系統、拓撲與封裝。

自公司創立以來，第四項技術 (電源模組封裝) 一直是 Vicor 獨具特色的差異化技術。實現高性能電源模組封裝涉及多個特性，Vicor 在每個特性發展方面都始終處於行業領先地位：

- 高功率密度和高電流密度
- 高散熱效能
- 集成型磁性組件
- 相容大批量 PCB 裝配技術
- 自動化、可擴充的大批量製造

圖 1：四大創新技術的不斷發展，每隔兩年半，功耗就會降低 25%，因此顯著提高了功率密度和電流密度。



大電流與高功率密度

Vicor 電源模組封裝發展的每一步都採用了新材料、主動及被動零件，而且最值得一提的是，基於更高開關頻率對磁性結構進行了改進。更高頻率主要通過改進 Vicor 專有控制 ASIC 中綜合的拓撲和控制系統來實現的。近期推出的這些 ASIC 的第 4 代 (Gen4) 產品已分別實現 10kW/in^3 和 2A/mm^2 的功率密度和電流密度，帶來了全新系列的 AC-DC 高功率前端轉換器和負載點 (PoL) 電流倍增器。這些最新一代模組化電源解決方案正在改變大量產業架構和設計供電網路 (PDN) 的方式。

散熱良好的封裝

在電源模組內的多層電路板上放置組件的設計複雜。需要特殊材料實現最佳熱傳導，以便在緊湊封裝的空間內控制大電流和高電壓的流動，同時最大限度降低功耗。在裝配平面磁性組件時電路板的作用也至關重要，因為這可能是主要的功耗源。

多年來，電源模組開發領域經歷了重大的創新。2015 年，Vicor 推出了最新 ChiP™ 封裝，支持組件雙面放置，提高了功率密度。ChiP 實現了雙面散熱，可最大限度提高效能和功率額定值。兩年後，鍍銅 ChiP 的推出，進一步提升了 ChiP 封裝技術，採用銅包覆顯著簡化了熱管理。

Vicor 高電壓、高功率**固定比率轉換器**充分利用散熱良好的 ChiP 封裝，通過基座貼裝和通孔電路板貼兩種裝封選項，為 800V 至 400V 的雙向轉換提供高達 50kW 的陣列，同時效率高達 98.8%

“Vicor **固定比率轉換器**充分利用散熱良好的 ChiP 封裝，通過基座貼裝和通孔電路板貼裝兩種封裝選項，為 800V 至 400V 的雙向轉換提供高達 50kW 的陣列，同時效率高達 98.8%”

集成型磁性組件

材料科學在提高電源封裝效能方面發揮著巨大作用，特別是在開關頻率為多兆赫的時候。在電源模組的幾個磁性組件中，一部分與主電源開關的閘極驅動器電路有關，屬於超小型低功耗裝配件。閘極驅動器變壓器在最大限度降低閘極驅動器損耗過程中發揮著重要作用，多年來在不斷地研究中得到了優化。

轉換器或穩壓器的主蓄能鐵芯在模組的整體效能中發揮著重要作用，而且這也是功耗的主要源頭之一。不斷優化鐵芯、鐵芯繞組和 PCB 材料成分，提高開關頻率和功率級並降低輸出電阻，不僅可降低功耗，而且還可提高效率。通過把儲能電感器或變壓器集成到電源模組內並最大限度提高其效能，不僅將電源系統設計人員從難度大、耗時長的電源轉換器磁性組件的優化中解放出來，而且還能縮小電源系統的整體空間占用。Vicor 一個能獲得所有這些重要設計要素的電源模組系列是電流倍增器，現主要為高性能計算應用中的一些最高級 GPU 和 AI 處理器供電。Vicor **VTM™**、**MCM™** 和 **GCM™** 不僅能提供超過 1000 安培的電流，同時還能直接把 48V 轉換成 1V 以下的電壓。這些器件中集成的平面磁性組件經過 20 多年的優化，電流倍增器現在能達到 2A/mm² 的電流密度，其在不久的將來還將得到進一步提升。

與大批量 PCB 裝配技術兼容

世界各地的大批量承包製造商 (CM) 都使用表面貼裝回流焊。Vicor 最新 SM-ChiP 是一款電鍍覆蓋壓模封裝，旨在滿足印刷電路板表貼封裝零件需求，

與 CM 製造技術和設備相容。通過焊接 (連接) 端到分佈於模組四周的城牆型電鍍引脚及接續的封裝主體電鍍表層，來實現電力和散熱連接。SM-ChiP 封裝相容鉛錫和無鉛焊料合金，以及水溶性和免洗助焊劑。此外，他們能被使用貼裝到 PCB 上。此外，Vicor 還提供詳細的 **SM ChiP™ 回流焊建議**，以確保成功實施。

“Vicor 最新 SM-ChiP™ 是一款電鍍覆蓋壓模封裝，旨在滿足印刷電路板表面貼裝需求，與 CM 製造技術及設備兼容。”

電源模組的大批量自動化生產

Vicor 最初的 VI Chip 封裝也是一種覆蓋壓模封裝，但製造使用的是單個空體構造。相比之下，最新 ChiP™ 從標準尺寸面板切割而成，能充分利用模組內 PCB 的雙面安裝主動及被動組件。

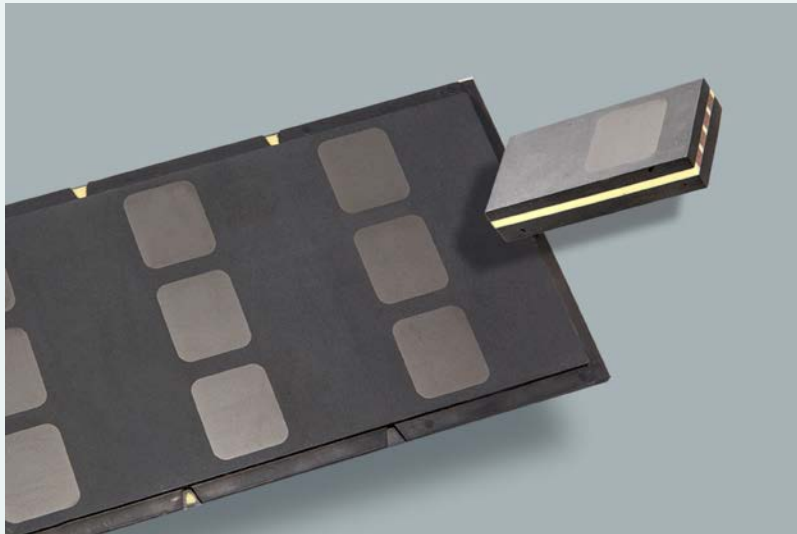
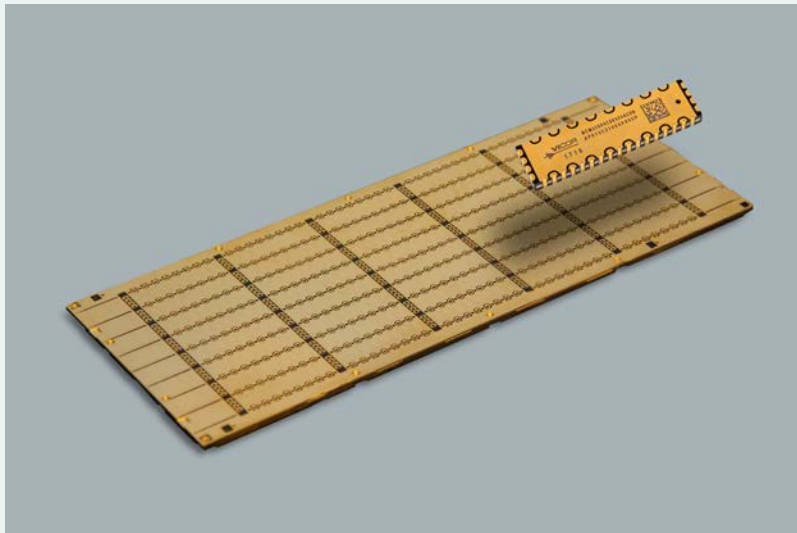


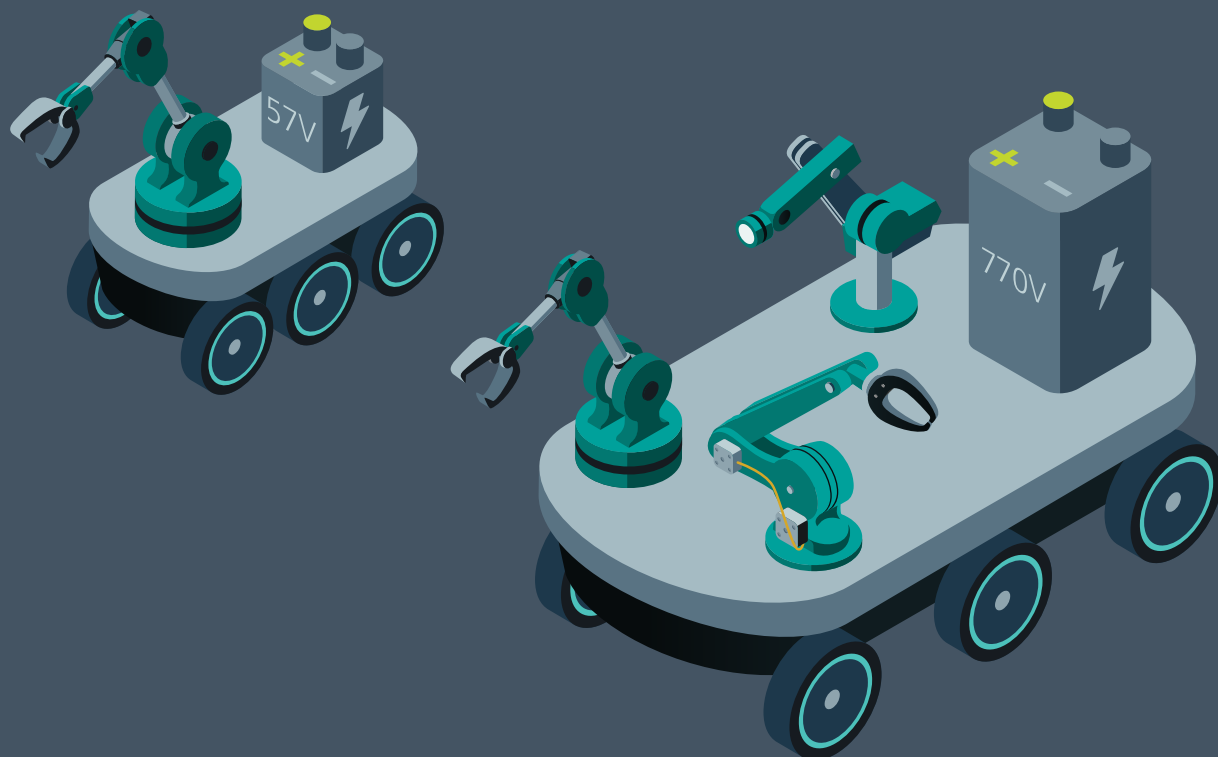
圖 2：最新面板製造技術是電源行業的又一項創新。ChiP 均從相同尺寸的面板切割而來，支持自動化大批量製造流程。



這種封裝的熱管理需要雙側散熱，才能最大限度提高效能和功率密度。從面板製造切割 ChiP 與從晶圓製造切割矽晶片的方法類似，無論模組功率、電流或電壓規格怎樣，ChiP 都是從相同尺寸的面板切割而來，實現了精簡的、大批量和高度擴充的生產操作。

結論

Vicor 始終處於提供高性能模組化供電網路 (PDN) 的領先者，不斷推動包括供電架構、控制系統、拓撲和封裝在內的四項技術的發展。對於客戶在高性能計算、電動汽車、衛星通訊和工業應用領域的高級系統開發，這四大技術都是實現其所需效能的關鍵。然而，電源模組封裝彙集了所有創新元素，是材料科學和大量獨創技術令關鍵的密度和效率性能指標得以實現。



白皮書

高密度、模組化供電網路 優化移動機器人性能

VICOR

固定比率的高效率降壓及升降壓轉換器增大工作範圍、延長持續時間並提高有效負載

可通過對供電網路 (PDN) 的優化設計，提高移動機器人的工作範圍、生產力和靈活性。由於電池電源電壓的變化以及各種各樣的負載，其可能是諸如大功率 AI 計算系統、電機驅動器、傳感器、通信系統、邏輯电路板和處理器等典型系統的一部分，因此這種 PDN 中有複雜的電源系統設計和架構注意事項。此外，在開發使用大功率開關穩壓器的密集系統時，也會自然而然地產生 EMI 注意事項。因此，[機器人電源系統](#) 面臨許多獨特的挑戰，需要全新的方法來應對。

使用 Vicor 高密度、高性能電源模組的模組化 PDN 設計方法可應對這些挑戰。瞭解基本工程原理以及超級計算應用的經驗，探索如何利用 [Vicor 固定比率電源轉換器](#) 寬輸入範圍的高效率 [零電壓開關 \(ZVS\) 降壓或升降壓穩壓器](#) 來提高高級機器人電源系統的性能和設計靈活性。

要考慮的兩種方法：

- 在高達 75V 的供電網路中，依據 IEC 的 110V_{DC} SELV (安全超低電壓) 範圍內使用寬輸入電壓範圍的降壓及升降壓穩壓器。這允許低電壓機器人功率轉換級比它們的隔離 DC-DC 對應級小，和 / 或適應在更大或更小平臺上使用的更高或更低電池電壓。
- 使用 [固定比率轉換器](#) 來有效提高或降低電源電壓，並在相同的 PDN 內增強其動態響應能力，或使其適應更高電壓的電源。

這兩種電源拓撲的各種 [供電網路架構](#) 可為設計人員實現符合其設計目標的移動系統提供多種選項。

模組化方法的尺寸、重量及性能優勢

為高級機器人設計電源系統時，針對每個所需的負載電壓簡單地重複使用可靠的 DC-DC 轉換器極具吸引力，因為這種需求以全新的有效載荷形式出現，無論是為 LIDAR、GPU、伺服驅動器供電，還是為 LED 探照燈等恆流負載供電，都是如此。不斷發展的系統複雜性也適時表明了需要對電源需求和架構進行更全面的瞭解。為使用最新電源轉換器技術設計電源系統提供了顯著的尺寸、重量、性能及成本優勢。只有在負載容限範圍大、電池電壓範圍窄以及隔離層數量少的情況下，在最大功率持續時間短以及待機時間長的系統中，這些優勢才會增加。使用更高效率的更新非隔離降壓或升降壓轉換器，即使輸入電壓高於 24V，也可提高整體系統性能。

固定比率轉換器支持低阻抗路徑和快速瞬態響應。這些產品的智能佈置有助於電機驅動器等負載快速提取電流，消除了穩壓 DC-DC 轉換器固有的響應延遲，以及長距離低壓線纜上的壓降。

這兩種方法都能實現本文將探討的全新架構解決方案。

探索典型的機器人系統需求

考慮兩個機器人平台，它們的電池電源和各種高功率負載如圖 1 所示。為了簡單起見，該電池可作為第一款支持 15-S LiFePO4 和 57V 浮動電壓的電池，就像用於帶操作器或其它伺服驅動器的越野“最後一英里”送貨機器人一樣；與基於 24V 或 48V 的系統相比，57V 可提高能量密度。想象一下，如果還要求在一個更大的平台上安裝相同或更強大的“大腦和肌肉”，比如自動駕駛卡車或帶 200-S 電池（支持 770V 浮動電壓）的收割機器人，或者從頭設計，該怎麼辦。

負載要求如下：

- 有發電功能的 48V 和 / 或 24V 伺服驅動器
- 12V GPU 及 CPU 電路板、50A 以上的電流
- 電流為幾十安培的 5V 和 3.3V 電軌
- 其它外設所需的任何較低功耗的輔助電壓

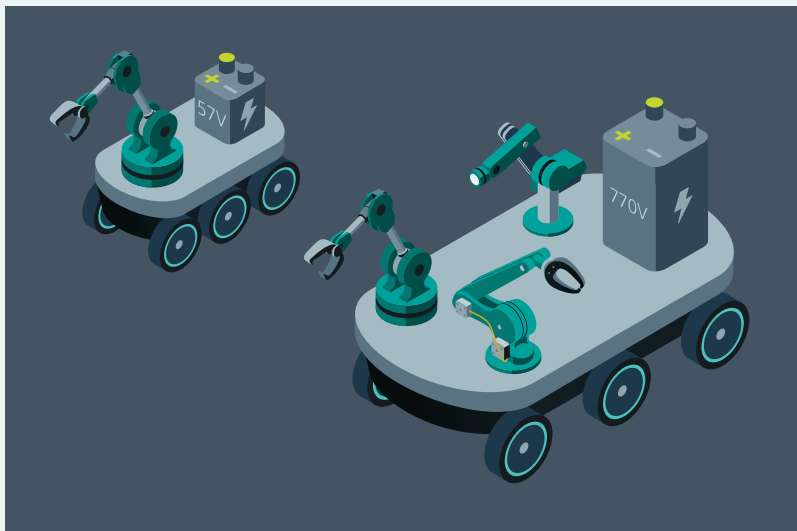


圖 1：這兩個機器人平台的規模大不相同，但它們的供電網絡卻有很多共同之處。模組化方法有助於高度靈活地完成初始設計，通常能加速交付後續電源系統設計。

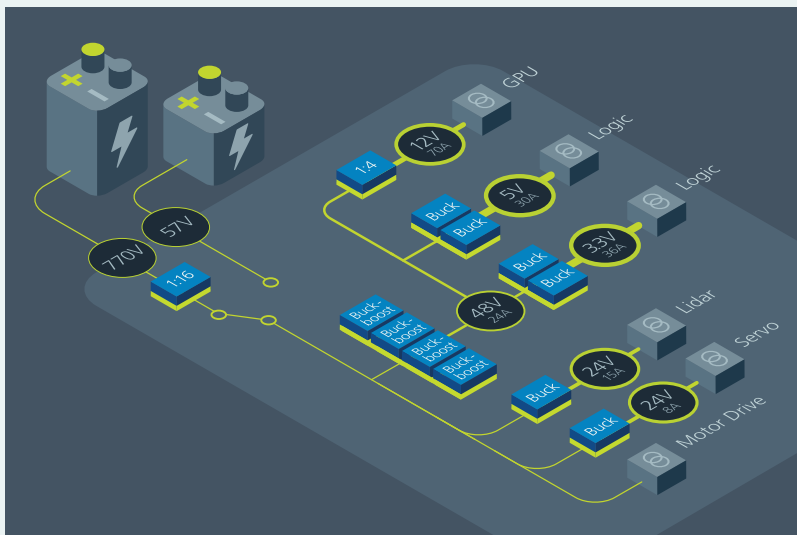


圖 2：由 110V_{DC} SELV (安全超低電壓) 電池或 770V 較大車輛電池 (降壓至大約 48V) 供電的較低電壓電源供電網路。

從負載需求反向推理，可構建一個電源樹，展示如何產生每一組所需的電壓（圖 2）。這種方法可幫助設計人員優化設計中的穩壓級、隔離級及變壓級數量。這可減少與不必要複雜架構、噪聲、穩定性問題及不良壓降有關的損耗，帶來一個可擴充、通用的簡單高效電源解決方案。

低壓電源：高效率、寬輸入範圍的降壓和升降壓轉換器

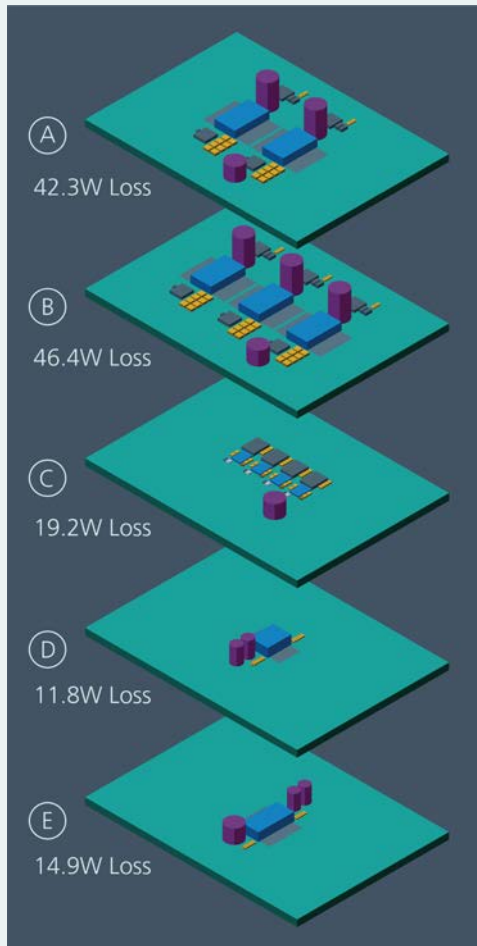


圖 3：600W、48 - 12V 解決方案可擴充，包括所需的外部組件。(A) 2 個 36 - 75V、320W 隔離式穩壓模組。(B) 3 個 43 - 154V、240W 寬範圍隔離穩壓模組。(C) 4 個 30 - 60V、216W、18A 降壓轉換器。(D) 1 個 40 - 60V、750W 固定比率轉換器。(E) 1 個 40 - 60V、750W 升降壓 + 固定比率。使用生產單元測量的功耗。

從 24 或 57V 電池等超低電壓電源供電時（圖 2），所有負載通常都連接至電池負極，無需隔離式 DC-DC 轉換器。更好的設計將採用現代高壓降壓轉換器，在低待機功耗下提供 96 ~ 97% 的效率，延長電池使用壽命。如果輸入輸出電壓比允許降壓轉換器在佔空比最有效點附近工作，共模 EMI 噪聲就會非常小。在本示例中，最佳降壓工作需要將大約 57V 的電池電壓降至大約 12V。

許多基於 MOSFET 的硬開關降壓轉換器在使用 24V 以上電壓（而非較低的 V_{IN} ）供電時，由於開關損耗，會出現過熱，其“97% 的效率”是指定的。例如，從 24V 平臺升級到 48V 或 57V 時，開關損耗將呈指數級增長，而且與 V_{IN} 成正比，產生的熱量顯著增加。降低開關頻率，不僅可降低損耗，而且還可最大限度降低接通時間問題，但這會增大輸出電感器及電容器的尺寸。

在這裏，48V 背板在其它高功率計算及汽車應用中的迅速採用，為同理改進機器人系統提供了模型。因此，一些製造商已針對超過 48 至 12V 的輸出將降壓轉換器的效率提高到真正的 96 - 97%，而且對於低至 2.5V 的輸出而言，結果類似。

圖 3 從所提供的選擇的角度，顯示了在 80% 負載的相同條件下，使用 40 至 60V 輸入的幾款 600W、12V 轉換器的典型效率、損耗和尺寸：

- 解決方案 A：一款 ZVS 隔離式反激轉換器，是衆多設計人員開發時的共同首選
- 解決方案 B：另一款 ZVS 隔離式反激轉換器，針對較寬輸入電壓範圍提供更高電壓的晶體管。這可能對覆蓋多個輸入電壓平台非常實用
- 解決方案 C：一款具有低開關損耗、無變壓器損耗的同步 ZVS 降壓轉換器

- 解決方案 D：將 V_{IN} 降低 ¼ 的正弦振幅轉換器 (SAC™) (一種固定比率 DC-DC 轉換器)。該解決方案由於其高帶寬和無穩壓原因，只需很少的存儲元件
- 解決方案 E：一款與解決方案 D 相同的 SAC 解決方案與升降壓轉換器合封，增加了穩壓器損耗，但在 40 - 60V 的較窄輸入下，效率仍能與 ¼ 磚型 DC-DC 產品相媲美，儘管其尺寸僅為 1/16。

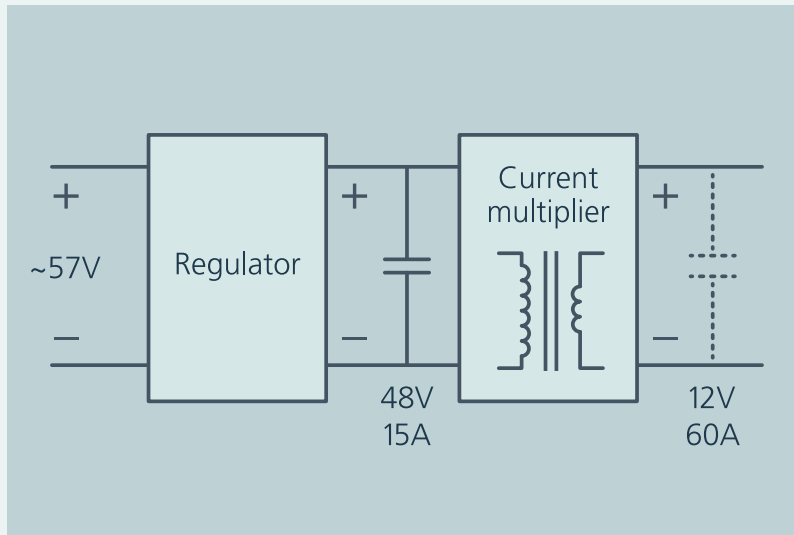


圖 4：由兩個轉換級組成的 720W (1kW 峰值) 48 - 12V 降壓轉換器的示意圖。

對於比典型降壓轉換器在不降低開關頻率、增大體積，也不過多影響性能的情況下，能處理的更大的電壓差，可採用資料中心應用中常用的模組化兩級 DC-DC 方案 (分比式電源) (圖 4)。36 - 75V 升降壓穩壓器在效率為 96 - 98% 時，在 97.8% 4:1 電流倍增器 (以下討論的固定比率轉換器) 的輸入端設置精確的 48V 電壓，以實現更小的空間和高動態性能、高可靠性和高效率。可從電流倍增器的輸出獲得穩壓器反饋，改進穩壓。在 60V 以上選擇 75V 額定值，因為在電機驅動環境中，電源電壓可能會出現超過 60V 的峰值，如下文所述。

固定比率轉換器：高性能電壓變壓 / 隔離

正弦振幅轉換器 (SAC™) (圖 3D) 等固定比率轉換器，與降壓轉換器或隔離 DC-DC 轉換器相比，可提供最高的效率性能。顧名思義，它們以 $K = V_{OUT} / V_{IN}$ 的固定比率將輸入電壓 (V_{IN}) 轉換為輸出電壓 (V_{OUT})，沒有對其進行穩壓。在沒有任何控制環路延遲的情況下，輸入電壓的任何波動都會導致按 K 縮放的輸出波動。

從概念上講，SAC 轉換器的內部工作有三級：

1. 輸入側開關級，將 DC 輸入轉換為正弦信號。
2. 理想的變壓器級，按輸入端和輸出端的匝數比調節 AC 電壓 / 電流。
3. 輸出側同步整流器，將正弦變壓器輸出轉回 DC。

通過在開關級使用零電流、零電壓開關 (ZCS / ZVS) 技術，可在固定比率轉換器中實現高達 98% 的效率，從而不僅可最大限度降低開關損耗，而且還可實現比硬開關轉換器高很多的開關頻率（通常在幾 MHz 範圍內）。隨後將按比例減少無功組件和 EMI 濾波器，這不僅可降低空間佔用，而且還可顯著提高功率密度。

固定比率轉換器與 AC 變壓器類似，AC 變壓器自身基本都是用於電網配電的固定比率轉換器。變壓器有助於在世界各地進行實際配電。採用比電源和負載電壓幾倍高的電壓來遠距離傳輸功率，明顯會降低在這些高電壓下傳輸的電流，這不僅產生了輕量級低成本的傳輸線路，而且還帶來了只有負載點附近低壓線纜的短時間運行。模擬跨越多個點，因為固定比率轉換器也可高效實現電池升壓的雙向工作 / 重新生成，為許多較高電壓負載供電，這實際可創建一個虛擬的較高電壓電池和 / 或傳輸線路。它還允許應用在高壓電池或母線中重新生成制動能量。固定比率轉換器不僅可輕鬆並聯，而且天生就能使用 Droop 均流方法，均流精度主要看每個並聯支路的阻抗。

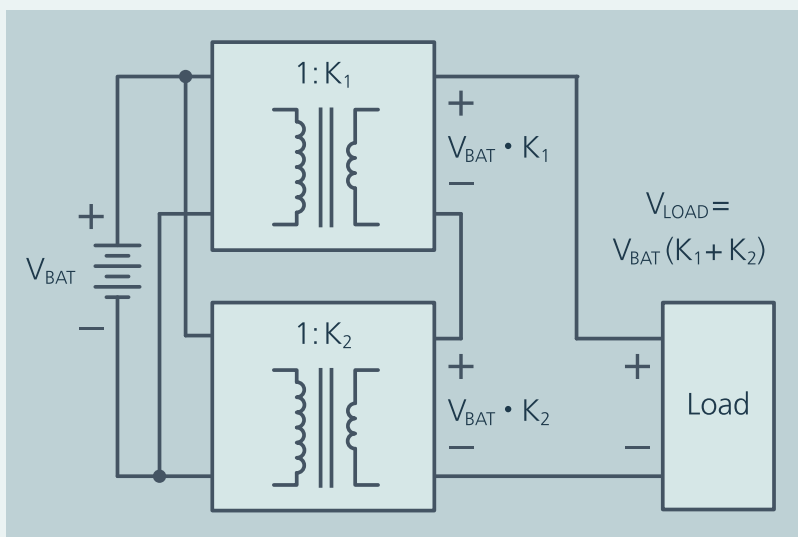


圖 5：輸入並聯、輸出串聯的隔離式固定比率轉換器，可疊加其輸出電壓。

許多 DC-DC 轉換器等隔離式固定比率轉換器能夠與輸出串聯（圖 5），從電池生成多個獨立輸出，不僅無需在移動設備中提供輔助電池，而且還可在簡化機器人框架設計的同時，減少轉換器數量並減輕系統重量。例如，假設一款 400V 系統需要低阻抗 12V 及 24V 電壓軌。兩款輸出串聯的隔離式 1:32 轉換器可能會通過使用串行連接或其中點創建兩個母線，帶來無限可能。

阻抗反射可降低有效電源阻抗

固定比率轉換器從一次到二次反射阻抗，類似於聯網 AC 變壓器。這在機器人應用中非常有優勢，因為當阻抗在變壓器上反射時，其量級將按其轉換比的平方擴充。

即使在低電壓系統中，如最初示例中的兩個移動機器人，也可利用阻抗反射效應來最大限度提高儲能元件（如大型旁路電容器、EMI 濾波器和其它電路參數等）的效用。考慮在大型機器人框架間配送高電壓，然後將其轉換為低電壓用於諸如何服驅動器或人工智能處理器等高動態負載的 770V 自動駕駛汽車系統：從負載角度回顧電源，除了所有配電阻抗外，電池阻抗似乎都會遠遠低於實際阻抗。

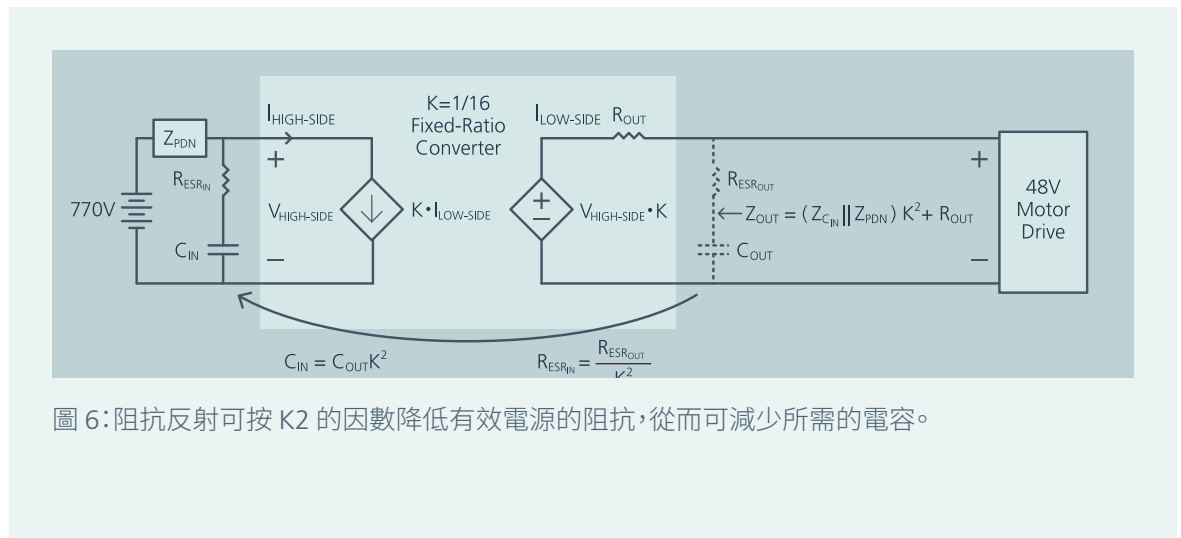


圖 6：阻抗反射可按 K^2 的因數降低有效電源的阻抗，從而可減少所需的電容。

使用 $K = 1/16$ 固定比率轉換器 (BCM4414) 將 770V 電池電壓轉換為大約 48V 時，其結果是降低電源阻抗，因此輸入電容降低了 256 倍，如圖 6 所示。鑒於 R_{ESR} 、額定電壓、使用壽命和性能，這種輸入電容器的物理尺寸只是等效輸出電容器尺寸的一小部分，而等效輸出電容器的尺寸與轉換器本身的尺寸相當。使用穩壓 DC-DC 轉換器，這在一定程度上是可以實現的。與固定比率轉換器相比，這些轉換器的穩壓環路的帶寬要低很多。這些相關延遲加上與許多轉換器斷續導電模式相關的延遲，有效增加了其阻抗，限制了相關作用。

對於這些高度動態的強大負載，降低電阻及電感阻抗，可改善動態與靜態性能。電機通常使用具有高瞬態電流變化的高頻率脈衝驅動，因此明顯的電源阻抗將使其終端提供的電壓和電流失真。同樣，廣泛 PDN 內的寄生電感會限制提供給電機繞組的電流，從而限制轉矩。

機器人應用注意事項

輕量級低阻抗線束的穩定配電網路

隨着電源需求的增加，由於以上原因，我們需要將簡單的原理用於配電路由及線束，利用所討論的轉換器探索更高電壓的配電（轉換至接近負載的負載電壓），以便較低電流減少配電損耗、（動態）壓降以及 EMI 干擾。此外，低電感佈局與佈線（利用在相鄰 PCB 層上提供密閉環路、雙絞線或路由的磁場抵消）可能也有幫助。轉換器一般需要其電源的 AC 阻抗比負載阻抗（達到其控制環路的帶寬）小 10 倍，特別是在動態負載限制壓降時，如圖 8 示例所示，這符合穩定性分析的 Middlebrook 標準。因此，在優化安培容量的線規時，其 AC 阻抗可通過在轉換器的輸入端提供適當大小的電容器來降低，也可降低較長線路運行時的 AC 流耗和干擾。

效率和電池使用壽命

在電池使用壽命方面，DC-DC 轉換器的損耗似乎可以忽略不計，因為這些損耗通常比其負載低一個數量級，但當相關負載處於睡眠模式時，它們可能會欺騙性地以空載損耗的形式累加。正如所有資料表顯示的那樣，基於變壓器的 DC-DC 轉換器在啓用運行其控制並磁化 / 消磁主要開關變壓器時，通常會消耗大量的電源；它們可以輕鬆累加至其全部電源容量的 0.5 - 1%。一些穩壓轉換器在空載時功耗甚至更大，因此需要（或構建）一個為最大負載百分之幾的預加載來穩定輸出。

不需要時，禁用這些轉換器及其負載，可能是一個很好的選項，但即使禁用，功耗可能也會很大。

儘可能少選基於變壓器的轉換器，理想情況下每個隔離層都需要一個，然後再部署降壓或升降壓轉換器，為相同的返回路徑提供額外的輸出，這樣可相應減少空間損耗。

由於採用脈衝跳變或更高級技術，許多降壓或升降壓轉換器的靜態電流都以毫安為單位。

固定比率還是穩壓轉換？

如果負載的輸入電壓範圍等於或大於電源的輸入電壓範圍，固定比率轉換器由於其尺寸、效率和性能原因，可能是最好的選項。

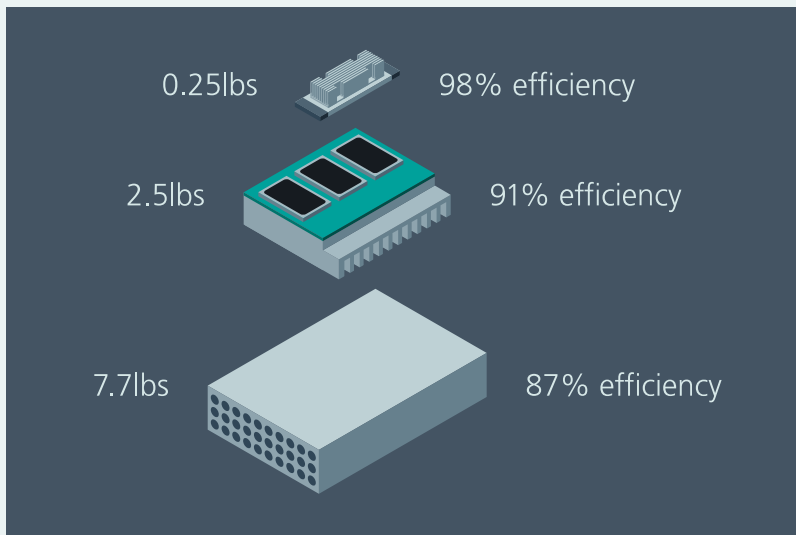


圖 7：（從上到下）K = 1/16 帶散熱器的固定比率轉換器、一款帶散熱器、在市場上提供的穩壓 DC-DC 轉換器陣列，以及一款以發電機為導向的 AC-DC 轉換器（風扇散熱）。

一個 770 - 48V 1.5kW 固定比率轉換器（圖 7）的損耗大約是一個穩壓 DC-DC 正向轉換器損耗的 1/2 - 1/3，因為穩壓 DC-DC 正向轉換器有穩壓級，在變壓器中有額外的損耗。一個不太合適但很實用的比較是，之前從車輛 AC 發電機提供相同驅動的 AC-DC 轉換器，整流器和典型 PFC 升壓級會產生額外的損耗。這進一步說明了在建築物、大型設備或機器人車輛中使用 DC 電網的優勢。後兩項最新開發相比之下分別可達 94% 和 91%，但固定比率轉換器沒有相同的穩壓功能或相關損耗。

高動態負載

直接從電池給電機驅動器供電時，電池及線纜阻抗會導致壓降，而且這些阻抗也會限制電流。壓降和電流限制都與線規和負載距離電源的距離有數學關係。

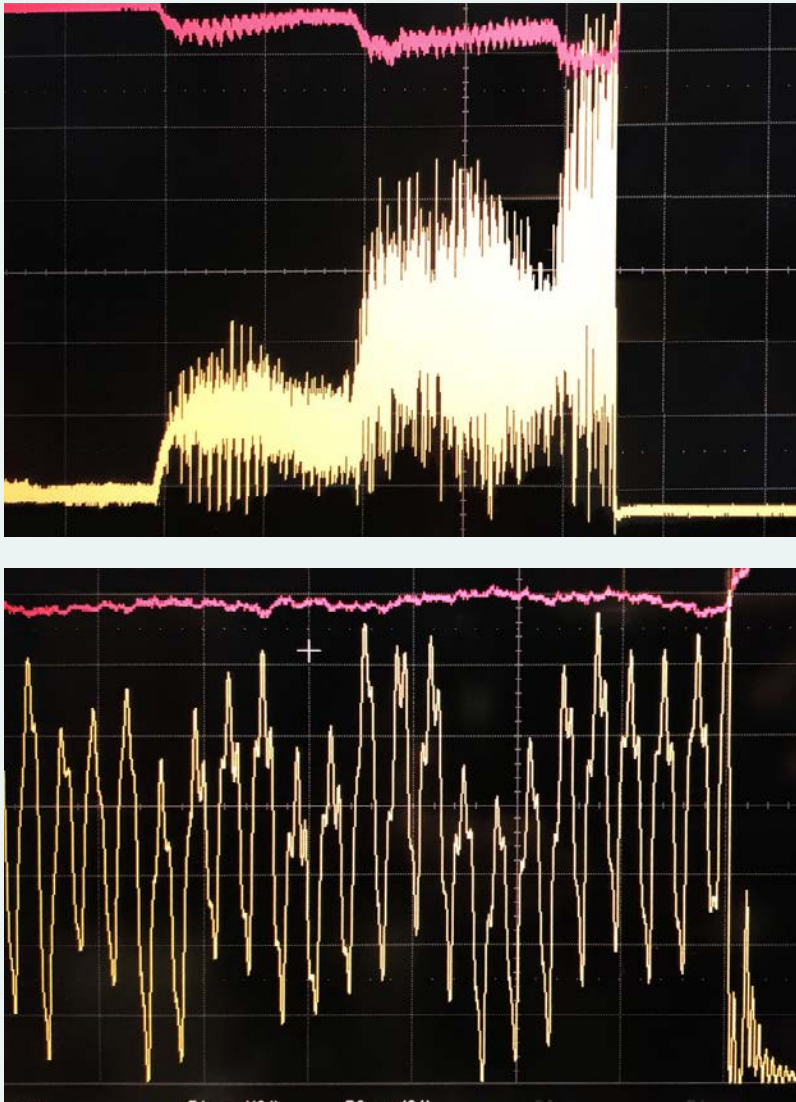


圖 8: (左) 20ms/div 的 770V 輸入端的示波器圖像、在 100V/div 時為【紅色】、2A/div 的電流【黃色】，通過一個 6kW【峰值 8kW】固定比率轉換器加速 48V 電機，顯示加速步驟和 PWM 脈衝；(右) 100μs/div 的峰值詳細信息。

使用固定比率轉換器降低負載位置出現的有效電源阻抗，但這也會提高轉換器位置出現的、最終將出現在電源位置的峰值電流。為防止過流及短路故障，在轉換器中構建的保護可能會由高動態負載觸發，設計時應加以考慮。

例如，如圖 8 所示、為 4 個 35A、 $K = 1/16$ 固定比率轉換器供電的 770V 輸入電壓和電流 (如圖 7 所示)。將圖 6 作為框圖， $R_{OUT} = 3.5m\Omega$ 、 $Z_{PDN} = 10\Omega$ (包含可忽略的電池阻抗)，為 48V 電機驅動器供電。

將轉換器佈置在電機驅動器附近，使其僅在 $10 / 256 =$ 約 40mΩ 時，出現 10Ω 阻抗源，共 43.5mΩ，包括無 48V 線纜的 R_{OUT} 。源出的峰值電流為 14.7A，因為除了平均電流外，低阻抗轉換器還提供 PWM 電流峰值，需要將其指定為 4 - 5A 的更高峰值電流容量。

圖 9 是阻抗反射的作用。在輸出端使用一個 10μF、30mΩ R_{ESR} 輸入電容器，而不是龐大的 10mF、3mΩ R_{ESR} 電容器。這將電源線上的輸入紋波電流從 11 降到了 1A_{p-p}，大大降低了 AC 阻抗從 10Ω 降至大約 1Ω 帶來的損耗。通過小型輸出 LC 濾波器將峰值電流降至 9.75A，高於轉換器 8.75A 的連續電流限制，但完全在 14A 的短期電流限制範圍內。

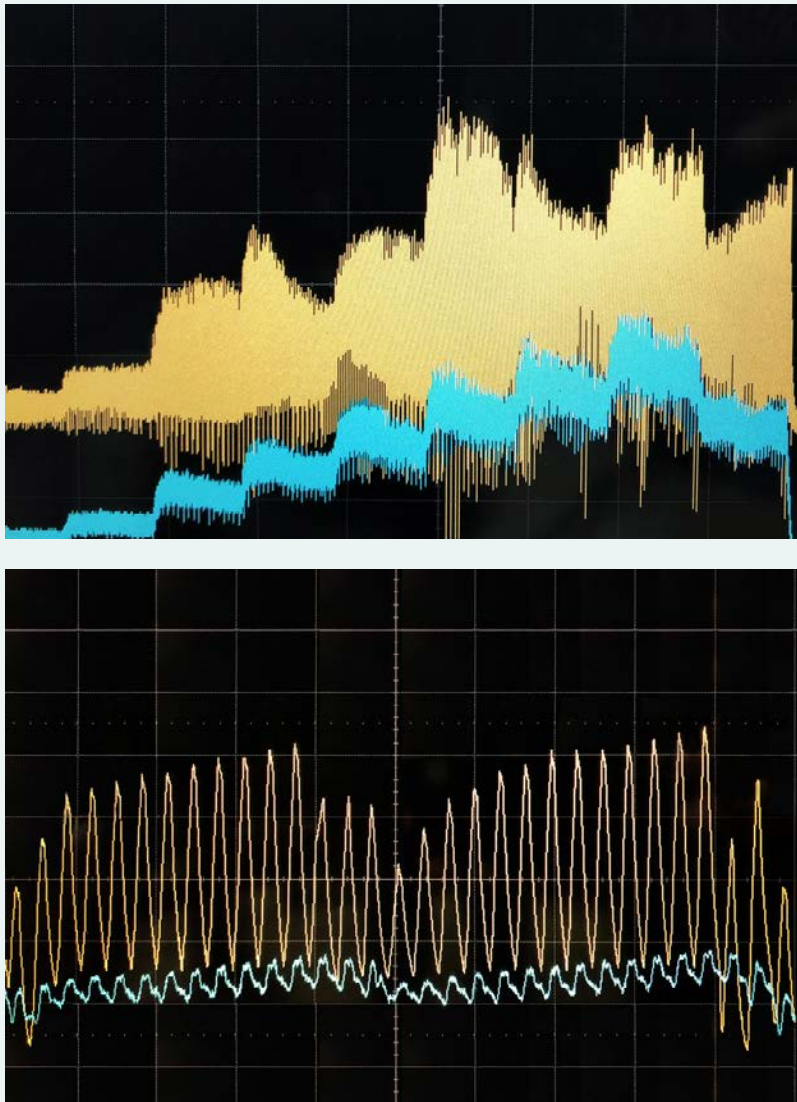


圖 9:40A/div 時,轉換器輸出為 $180A_{pk}$ (黃色);2A/div 的輸入電流 (藍色)。通過輸入端佈置的電容減少紋波。(左) 20ms/div (右邊) 0.1ms/div。

電容性負載

啓動時,電機驅動器和計算电路板充當大電容負載。計算卡可能有大量的板載降壓轉換器,每一個都配有大容量輸入電容器和 / 或額外的 LC 濾波器。為其供電的 DC-DC 轉換器需要有一個指定的容許外部負載的寬範圍電容,或者在後面佈置某種形式的預充電電路,以支持大電容負載,這是使用固定比率轉換器為電機驅動器供電經常出現的情況。

此外,這也是設計後期經常忽視的項目。一些穩壓器,特別是升降壓穩壓器,也針對電池充電進行了精心設計,支持單獨的電流控制環路和/或可調軟啓動時間,允許它們與海量負載電容聯用。

能源再生與輸入電壓注意事項

在動態運行或制動時,電機驅動器可作為發電機 (8)。在我們的 57V 示例中,主電機驅動器的再生反向電流將通過連接線束給電池充電,沿着路徑提高其電壓,使其與相關阻抗成比例,可能會達到 60V 以上。隨後,任何由它供電的 DC-DC 轉換器的電壓都不要額定為通用 60V,而是更高。

此外,圖 6 中的原理圖也適用於其中

由雙向轉換器為這種電機驅動器供電的配電網路,如圖 8 中的示例所示。再生能量可通過該轉換器提高與 Z_{OUT} 成比例的低電壓及高電壓端電壓。如果轉換器為單向,這種再生能源就會被阻塞,只能給輸出電容器 C_{OUT} 充電。因此,再生能源及其產生的電壓上升應該受到限制,如果可能的話,應保持在轉換器和 C_{OUT} 的最大輸出電壓規範範圍內,也可實施一個制動電路來吸納該能量。

摘要

為了優化性能，擴大工作範圍並提高生產力和靈活性，我們鼓勵機器人系統設計人員繪製其應用的電源樹，權衡不同類型的轉換器組合及 PDN 設計策略。在整個平臺上配送較高電壓並在負載點附近 將其變為所需的電壓，非常有優勢。

創造性地使用 Vicor 高密度、高性能固定比率轉換器模組和降壓和 / 或升降壓穩壓器模組，可通過高效輕量級的供電為每個負載實現最佳性能。將這些技術結合起來，就可對具有適度寬輸入範圍的高效率、非隔離式終端功率級執行標準化。這些可通過配置適當傳輸比的固定比率轉換器連接至較高電壓電池架構。

曾在 2020 年 12 月發表於 IEEE Power Electronics, 題為“重新構思移動機器人的供電網路”。

工具

此部分簡述了 Vicor 工具，這些工具為新手以及有經驗的工程師提供了一個數位化的工作區，他們可以設計和測試電源模組解決方案，以最適配他們的應用需求。

電源系統設計工具

電源系統設計工具是一款對用戶實用的軟件，新手或有經驗的系統設計師都可以利用它來構建端到端的供電網路。該工具利用 Vicor 的電源組件設計方法，產生優化的解決方案，而無需產生耗費時間的試驗和錯誤。電源系統設計工具還提供了比傳統方法快 75% 的服務，並允許用戶匯出最終 BOM。

白板工具

白板是擁有具有方便使用工作區的線上工具，用戶可以使用它來分析和優化不同電源鏈的性能。用戶能夠利用高密度、高效率的 Vicor 電源模組為其應用需求找到最佳解決方案。此外，用戶可以為電源設計的每個組件設定工作條件，並獲得單個組件和系統整體的損耗分析。



www.vicorpower.com/zh-tw 客服: custserv@vicorpower.com 技術支援: apps@vicorpower.com

©2021 — ©2025 公司版權所有。Vicor 名稱是 Vicor 公司的註冊商標。所有商標、產品名稱、徽標和品牌均為其各自所有者的財產。

版本 Rev 1.4 8/2024