



無人機 eBook

利用 48V 架構中的高密度電源轉換技術，設計更先進的無人機

VICOR

目錄

3 簡介

4 案例研究

配送機器人

農業機器人

監控機器人

巡檢機器人

Fukaden 通訊繫留無人機

Doosan 氢電池燃料無人機

17 技術文章

優化高密度電源設計：模組化與分立式孰優孰劣

高性能電源模組封裝的特性

基於模組的緊湊型高壓供電網路助力克服繫留無人機供電系統的挑戰

利用固定比率轉換器重新定義供電架構

45 工具

電源系統設計工具

白板工具

無人機 eBook 簡介

無人駕駛飛行器 (UAV) 和無人機的快速普及已經徹底變革了從農業到應急回應等眾多行業領域。隨著它們承擔的任務日趨複雜，對更高效能、更長飛行時間及更大有效載荷能力的需求急劇增長。然而，要實現這些目標，往往需要創新的配電解決方案。

無人機的效能是飛行半徑、飛行時間、有效載荷能力以及快速通信能力的綜合。這些特徵經常發生衝突，因為新增航程及有效載荷能力就需要提高功率等級，而這會新增重量並佔用寶貴的空間。無論是系留無人機、垂直起降 (VTOL) 無人機，還是高空長航時 (HALE) 無人機，無人機開發商都在尋找實現高效、輕量級緊湊電源解決方案的途徑。

本篇 eBook 將幫助開發無人機的工程師在設計中找到更好的配電方法。我們將深入分析真實案例，展示行業領導者如何成功採用 Vicor 電源模組，利用 48V 架構中的高密度電源轉換技術取得突破性成果。

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分立式電源解決方案的主要優勢，封裝如何影響供電網路 (PDN)，應對繫留無人機常見挑戰的方法，以及高密度、高性能固定比率轉換器如何改善您的供電網路。

最後，本篇 eBook 還提供了一系列先進線上工具的連結，以幫助輕鬆採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，本篇 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。

本電子書將幫助
開發無人機的工程師
在設計中找到
更好的配電方法。

案例研究

案例研究：配送機器人



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

配送無人機必須足夠安全可靠，將貨物送達目標收件人所在的位置。航程越長，能夠處理的負載越重、越大，其工作效率就越高。由於它們需要在擁擠複雜的區域運行，因此必須確保絕對安全。它們需要在多個層面實現備援設計，以避免傷及人員、損壞財產或遺失貴重貨物。這意味著電機、GPS 導航、視覺系統以及其他用於飛行和飛行終止的感測器都需要備援電源，同時不能顯著增加重量。主要目標包括：

- 新增飛行時間，可抵達更遠的距離
- 緊湊輕巧的解決方案可承載更重的負載
- 支持多種負載端電壓需求



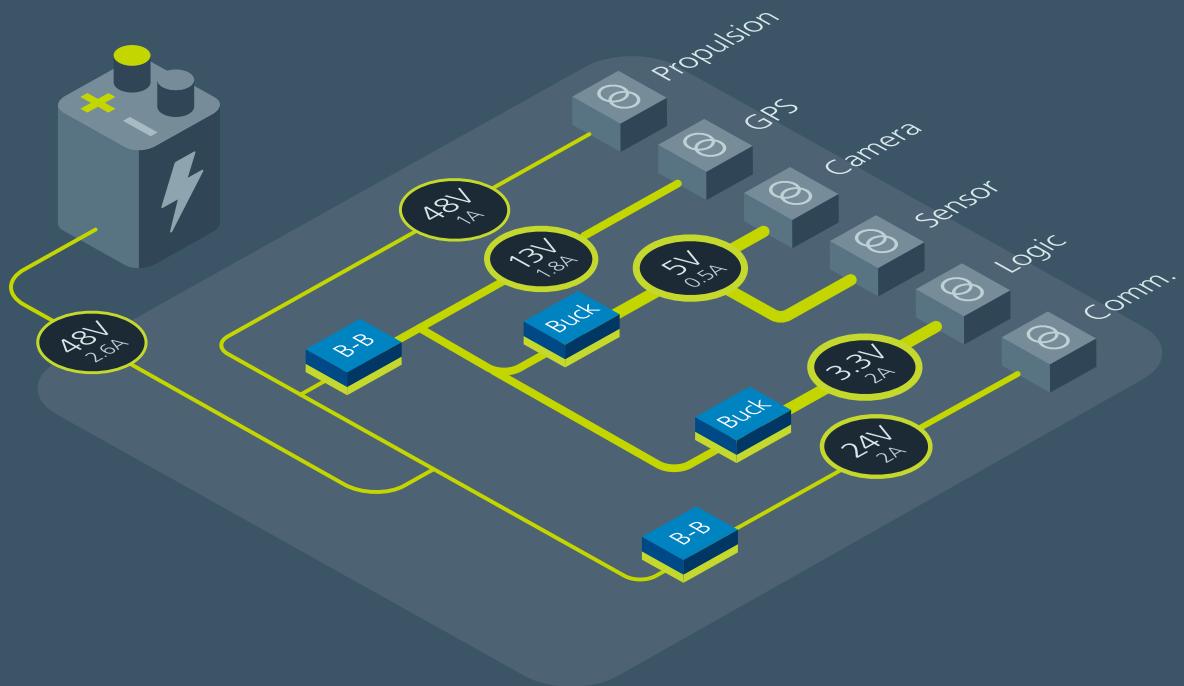
Vicor 解決方案

對於配送無人機來說，重量是一個關鍵因素。它們必須保持較低的整體重量，提高載荷能力，可平穩飛行至目的地同時不過度消耗電池電量。Vicor 的高功率密度模組有助於減輕無人機重量，為所需的感測器節省板載空間，實現安全有效的運行。

- 高功率密度可實現更小的尺寸和更輕的重量
- 更高的效率可延長飛行時間和工作範圍
- 緊湊的 Vicor 穩壓器在負載端複用時實現電源備援

供電網路

功率密度高且輕巧的 ZVS 降壓和升降壓產品非常適合打造配送無人機，可以在不佔用寶貴載荷空間和重量的情況下延長飛行時間。PI33xx ZVS 降壓和 PI37xx ZVS 升降壓產品的密度很高，使設計人員可以採用多個負載端轉換器以節省佈線，同時通過多個電源母線為多個設備供電，從而創建確保安全可靠配送工作所需的備援。



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

vicorpowers.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

vicorpowers.com/zh-tw/buck-boost

案例研究：農業無人機



提升功能性，保障可靠性與生產力



客戶所面臨的挑戰

農業無人機面臨獨特的挑戰，需要在各種天氣條件下攜帶重型負載執行長時間噴灑工作。它們必須可靠、安全地覆蓋廣泛區域，以滿足農業對高生產力的要求。這類無人機配備了 GPS、泵機、雷達感測器、視覺系統和故障保護系統，這些設備需要不同的電壓和功率水準。主要目標包括：

- 顯著降低電源系統重量，最大限度利用機載有效載荷空間
- 延長續航時間，提升生產效率
- 適應寬範圍輸入電壓



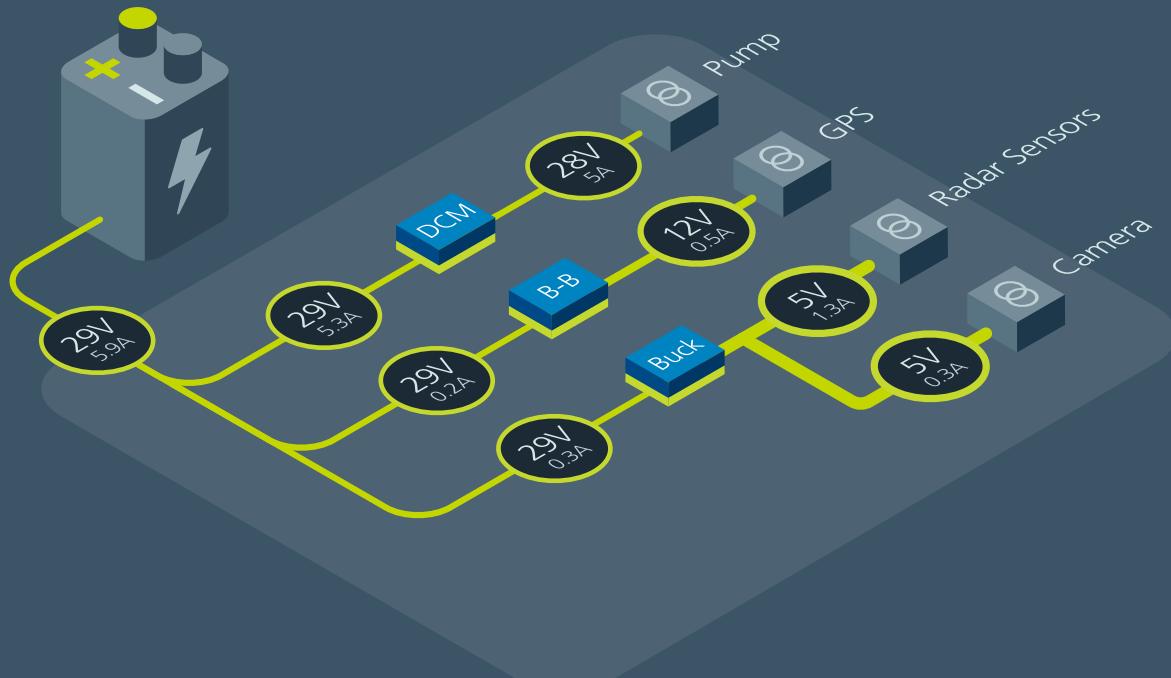
Vicor 解決方案

Vicor 的高性能電源模組緊湊輕巧，使無人機能夠攜帶泵機或感測器等必要的工作配件。同時，高效率特性可延長飛行時間，簡化熱管理系統，減少板載空間佔用。

- 更高的效率可延長飛行時間和工作範圍
- 電源模組支持多種負載端設備輸入電壓
- 採用先進的封裝和拓撲結構

供電網路

Vicor DCM™ 電源模組是一款隔離型高效穩壓 DC-DC 轉換器，採用高頻零電壓開關 (ZVS) 拓撲結構，可將不穩定的寬範圍輸入電壓轉換為隔離輸出。模組化 DCM 轉換器和下游 Vicor ZVS 降壓及升降壓產品支持高效的配電，在各類不穩定電源到負載端之間提供卓越的電源系統效能和連接。



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

vicorpowers.com/zh-tw/dcm



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

vicorpowers.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

vicorpowers.com/zh-tw/buck-boost

案例研究：監控無人機



延長飛行時間，支持高性能監控設備，確保安全防護



客戶所面臨的挑戰

有效的監控需要不間斷的傳感和通訊能力，以確保重要財產、設備和資產的安全和安防。無人機被用於巡視難以到達或位置不固定的廣闊區域。最佳的監控無人機應具備較長的續航能力，並配備高解析度監視器、熱成像感測器和通訊連結。主要目標包括：

- 延長飛行時間
- 支持高功耗功能而不新增體積和重量
- 實現高效率，具有簡化的散熱設計



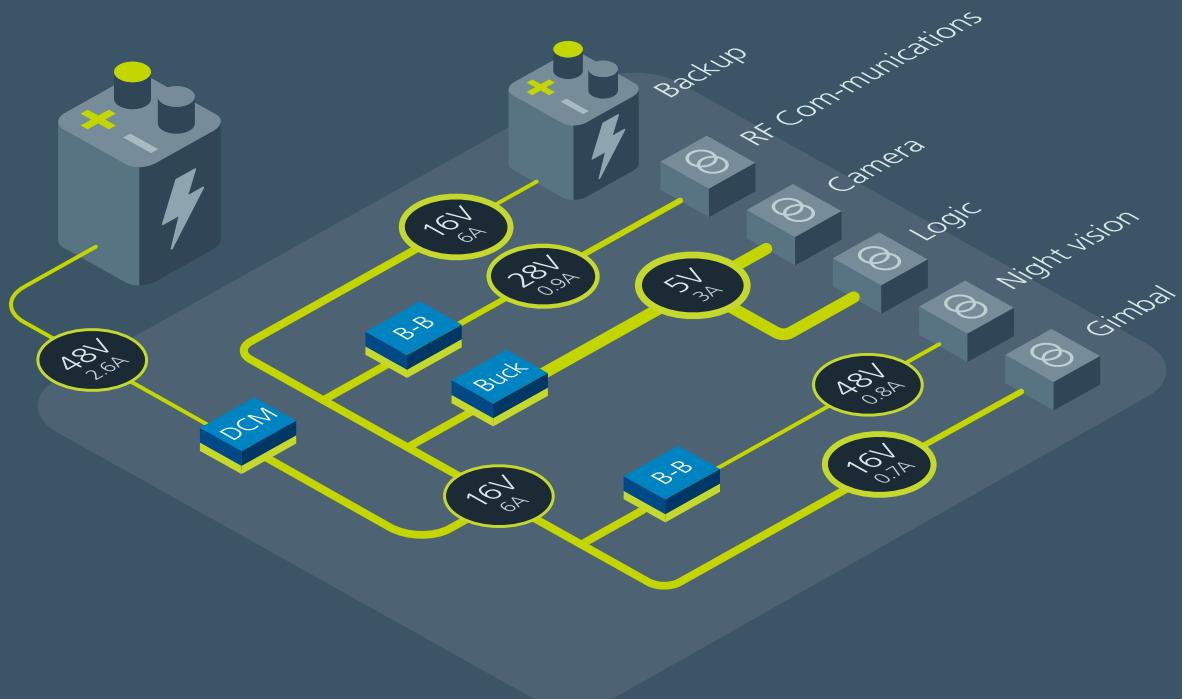
Vicor 解決方案

監控無人機必須在最大化工作效率的同時，能夠搭載高性能監視器和感測器。Vicor 的高密度電源模組可支持這些高功耗功能，同時避免不必要的新增無人機的體積和重量，從而延長飛行時間並實現更多功能。

- DCM 具有業內領先的功率密度
- 高效率可延長飛行時間
- 確保備用電池持續充電

供電網路

高功率密度的 Vicor DCM™ DC-DC 轉換器模組是監控無人機的理想選擇。它們使用緊湊型零電壓開關 (ZVS) 降壓和升降壓穩壓器將 48V 電池電壓轉換為可管理電壓，可匹配無人機系統負載電壓。DCM 轉換模組還可以確保持續為無人機備用電池充電，通過備援設計確保飛行安全。



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

vicorpowers.com/zh-tw/dcm



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

vicorpowers.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

vicorpowers.com/zh-tw/buck-boost

案例研究：巡檢無人機



輕型供電網路助力靈活機動的無人機實現遠程、大範圍巡檢工作



客戶所面臨的挑戰

巡檢無人機用於確保基礎設施的完整性、安全性和功能性。這類無人機必須具備靈活的機動性，能夠輕鬆進入難以到達的區域，進行大範圍地形巡檢。為圓滿完成任務，它們還必須能在惡劣環境下可靠運行，並能抵抗電力線路和其他大功耗設備的電磁干擾。主要目標包括：

- 延長飛行距離和續航時間
- 輕量化的體積和重量
- 提高可靠性，最大限度降低飛行故障風險



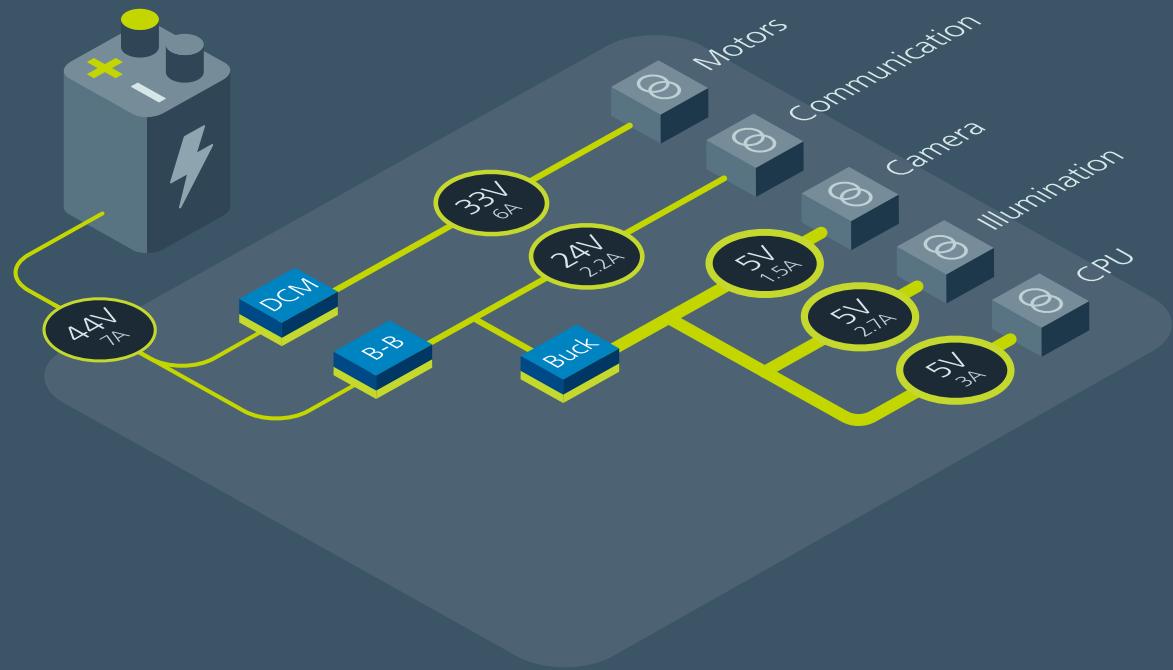
Vicor 解決方案

Vicor 的高效率電源模組具有出色的效能表現，使巡檢無人機能夠最大限度地減小體積和重量，為執行實際巡檢任務所需的感測器負載預留最大空間。憑藉充足的功率輸出和高效率特性，Vicor 的高效能電源模組使無人機能在惡劣環境下依然保持靈活機動性和較長續航時間。

- 高功率密度，實現更小規格和更輕重量
- 最小化電磁干擾 (EMI)
- ZVS 拓撲結構使模組效率高達 98%

供電網路

高功率密度的 Vicor DCM™ DC-DC 轉換器以及 ZVS 降壓和升降壓穩壓器模組是巡檢無人機的理想選擇。緊湊型 DCM 為電機提供充足動力，而降壓和升降壓穩壓器可在寬輸入範圍內工作，確保負載能够充分利用電池電量，為安全著陸和回收預留電量儲備。這些緊湊型模組不僅自身重量輕，還可使用更小的磁遮罩，進一步減輕整體重量。



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

vicorpowers.com/zh-tw/dcm



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

vicorpowers.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

vicorpowers.com/zh-tw/buck-boost

案例研究:Fukaden
通訊系留無人機



在自然災害期間保障生命救援通訊



客戶所面臨的挑戰

快速回應自然災害並恢復不間斷無線通訊，對於保障基本服務和建立飲用水、食品、電力和醫療物資等供應線至關重要。這有助於急救人員滿足受災群眾的緊急需求，並保障他們的安全。如果沒有可靠的移動通信，將嚴重阻礙救援工作，危及所有人的生命安全。Fukaden 的主要目標包括：

- 利用緊湊型高密度電源模組優化設計空間與重量
- 採用更高的輸入電壓，減輕線纜重量
- 降低電磁干擾 (EMI)，保障通訊清晰度



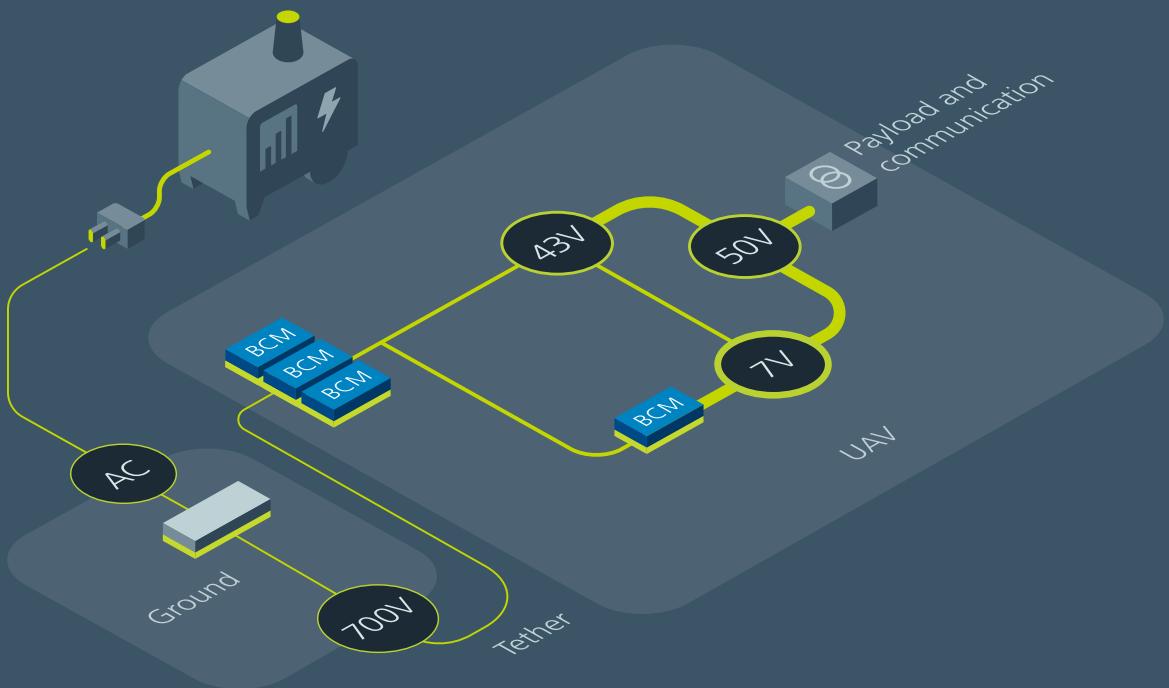
Vicor 解決方案

Fukaden 的無人機需要 1kW 至 5kW 的功率。通過採用更高電壓供電來降低電流，Fukaden 成功減小了系留電纜的尺寸，減輕了重量。為支撐通訊基站的額外重量，Fukaden 部署了 700V 高壓系統、更細的繫留纜，並聯使用三個 Vicor BCM® 固定比率轉換器。這一方案提供了支撐有效載荷、續航時長和通信服務所需的額外電力。主要優勢有：

- 高集成度和高效率的超小型封裝
- 高達 776W/in³ 的功率密度
- Vicor 電源模組提供集成式 EMI 濾波功能

更高的電壓，幫助減輕電纜重量，減小線徑

Fukaden 的通訊基站需要 9kW 的功率。通過採用更高的電壓 (DC 700V)、更細的線纜以及並聯三個 Vicor BCM® 模組的方案，Fukaden 能夠輕鬆擴充電源系統以提升效能。在該供電網路中，無人機可實現 92 小時持續飛行，並維持直徑 10 公里的通訊覆蓋區域。



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

vicorpowers.com/zh-tw/bcm

案例研究:Doosan 氢燃料
電池無人機



輕量級小型轉換器最大限度延長飛行時間



客戶所面臨的挑戰

事實證明，使用鋰離子技術擴充小型（小於 25 公斤）無人機的運行範圍具有挑戰性，因為這些電池的功率重量比效能通常將飛行時間限制在 30 分鐘以內。通過小型化氫燃料電池技術，Doosan 開發出一種 2.6kW 的燃料電池解決方案，與常規電池解決方案相比重量更輕（通常為一半的重量），功率密度更高（通常為兩倍）。主要目標包括：

- 使用氫燃料電池讓飛行時間和航程新增四倍（飛行時間超過 2 小時）
- 顯著降低電源重量並最大限度新增有效載荷的機載空間
- 提供出色的可靠性，將海上故障的可能性降至最低



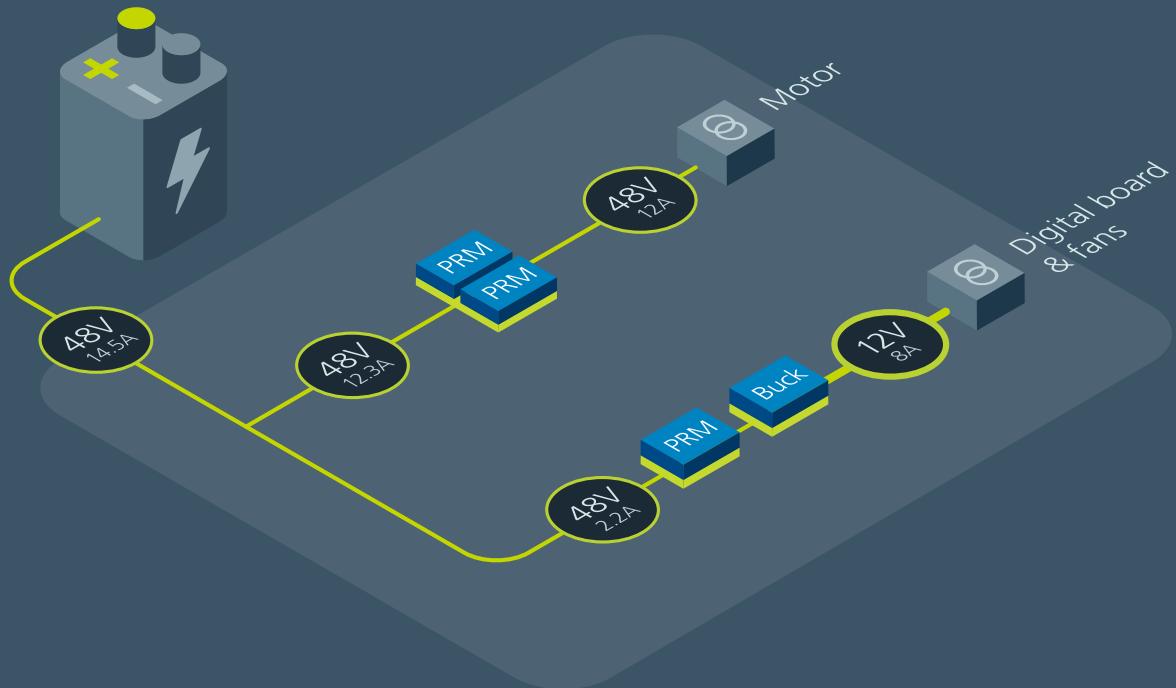
Vicor 解決方案

要最大限度地提高無人機效能，轉子電機和電子設備的配電網路應該為有效載荷節省重量，並保持低轉換損耗。氫燃料電池通常有一個變化範圍很寬的輸出，具體輸出取決於其充電狀態和負載電流。在這種情況下，電池電壓的變化範圍為 40 到 74V，由兩個 PRM 穩壓器組成的陣列提供了電機所需的穩定 48V 580W 電源軌。主要優勢有：

- 高功率密度組件重 13.6 克，可提供 400W 的功率
- ZVS 開關拓撲提供高達 97.4% 的效率
- 高度集成的電源組件可實現最高可靠性

小型輕量級電源組件延長飛行時間

供電網路: 氢燃料電池的 40 - 74V 輸出變化範圍很寬，通過由兩個 PRM™ 穩壓器組成的陣列穩定為 48V 580W 轉子電機電源。機載電子設備的 12V 100W 電源軌由一個半 Chip PRM 提供。這個 PRM 對燃料電池輸出進行穩壓，其後連接一個 ZVS 降壓穩壓器，將 48V PRM 輸出轉換為 12V。整個配電網路的效率為 97%，重量僅為 35 克，是同類磚型解決方案的 10%。如欲分析該供電鏈，請使用 **Vicor 白板線上工具**。



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

vicorpowersystems.com/prm

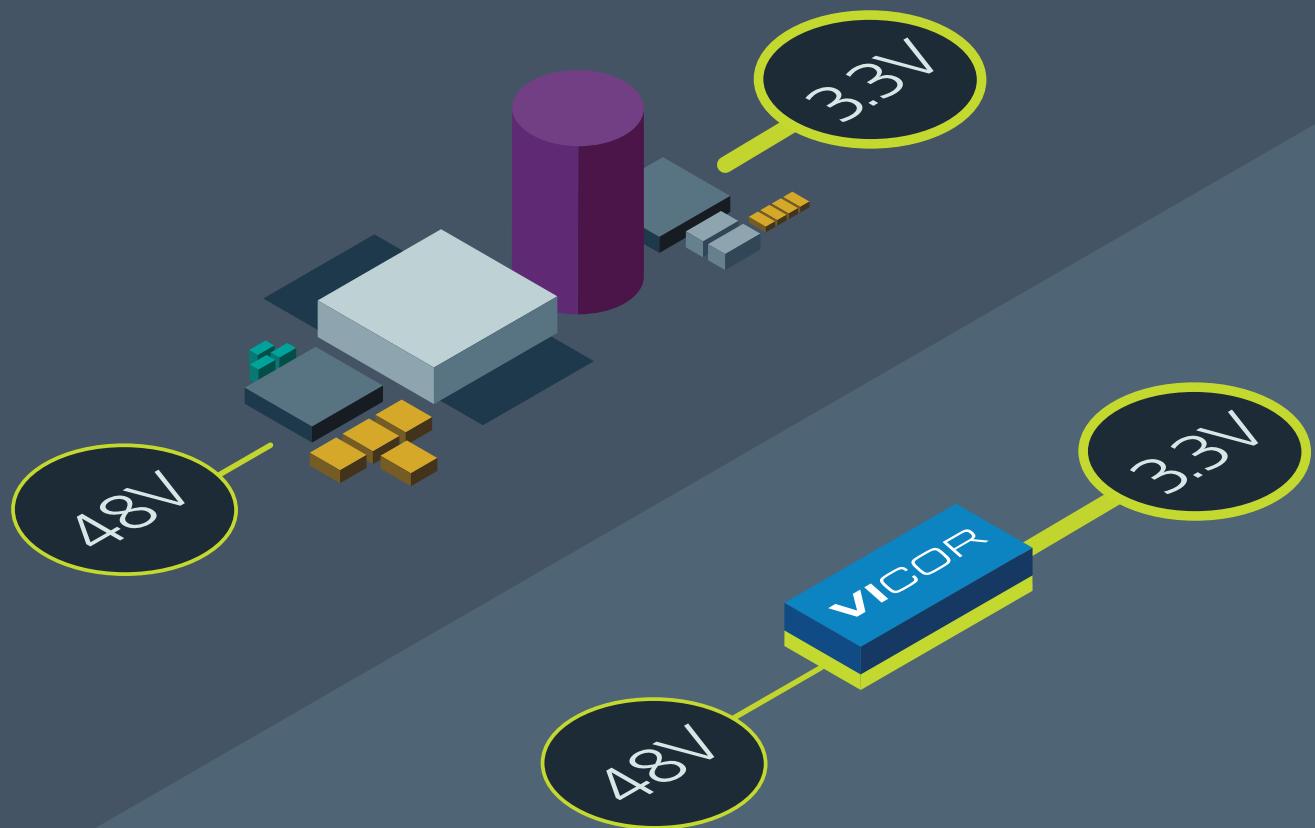


ZVS 降壓穩壓器

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

vicorpowersystems.com/buck

技術文章



白皮書

優化高密度電源設計： 模組化與分立式孰優孰劣

VICOR

介紹

評估使用電源模組還是分立式電源解決方案的選項時，不僅有許多重要的設計變量需要考慮，同時還要顧及可能影響整個供電網路 (PDN) 設計流程的其它輔助功能。

首先，您需要確定您是否有設計、評估、測試和製造分立式電源解決方案的必備內部電源設計專業技術。在大多數情況下，公司沒必要雇傭一個經驗豐富的專業電源設計工程師團隊，因為成本太過高昂。與自主開發的分立式解決方案相比，除了明顯的經濟影響外，使用採購的電源模組還有許多性能及設計優勢。

再者說，並不是所有電源模組的構建都是一樣的。Vicor 榮獲專利的創新電源模組技術將先進拓撲、小型化和散熱良好的封裝進行了完美結合。與其他的電源模組或分立式設計相比，這些設計技術的完美結合有助於為電源模組提高頻率，大幅降低了磁性並顯著增加功率密度和效率。這種經過驗證的技術一直是資料中心、汽車與機器人等增長市場的動力源泉。下面的矩陣圖對 Vicor 電源模組和分立式電源解決方案之間的差異進行了高層次比較。

Vicor 電源模組和分立式對比矩陣

特點	Vicor 電源模組	分立式解決方案
所需的內部電源設計 工業技術水平	極少	大
尺寸	小巧緊湊	更大的 BOM 和 PCB 面積
重量	輕便	在多數情況下更大的 BOM 與 PCB 使重量變得更重
功率密度	高	低
效率	高 (取決於應用)	高 (取決於應用)
靈活性	緊湊的尺寸在任何應用中都易 於實施	佔版面積更大 難以用於現有應用
擴充性	模組化設計能夠輕鬆增加或減 少	固定的電路難以適應新的設計

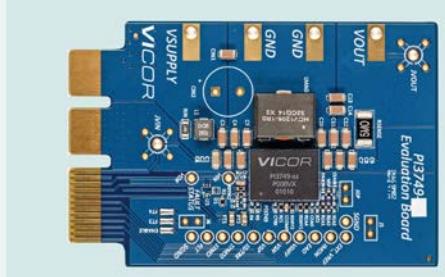
Vicor 電源模組和分立式對比矩陣 (接以上表格)

特點	Vicor 電源模組	分立式解決方案
設計週期 / 上市時間	與分立式解決方案對比減少 50% 工作時間	更長
認證	由供應商保證	需要內部進行
熱管理	更均勻的平面封裝和局部熱源 簡化了散熱管理設計	不均勻和分散的設備使熱管理 設計更加複雜和低效
輕鬆組裝	簡單、快速、損壞風險更低	更複雜、更慢、損壞風險更高
採購 / 供應鏈	簡單、更低風險	供應鏈越複雜，中斷的風險越大

尺寸對於電源管理至關重要

分立式電源解決方案本身具有很低的設計及製造效率，因為它們需要占用較大的面積來容納增加的材料清單 (BOM) 以及連接各個組件所需電路。在大多數設計中，分立式解決方案只用印刷電路板 (PCB) 的一面，也就是說 PCB 的尺寸會更大，如圖 1 所示。

圖 1:Vicor 電源模組設計比大多數分立式電源替代方案小巧。



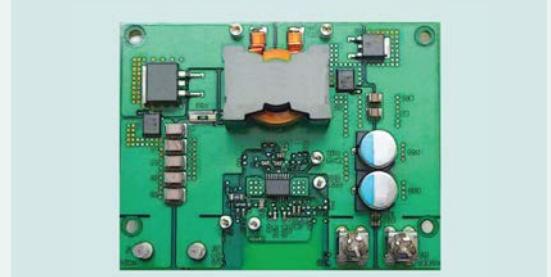
Vicor PI3740

PCB 尺寸: 2.0 x 2.375 英寸

BOM 數量: 31

主要器件: 10 x 14 毫米 DC-DC 穩壓器

12V 時的效率: 95%



2 個 FET 和 2 個二極管

PCB 尺寸: 4.3 x 3.55 英寸

BOM 數量: 42

主要器件: 6.4 x 4.4 毫米 TSSOP20

12V 時的效率: 87%

另一方面，電源模組可通過使用集成型 PCB 的兩面，最大限度增加可用的設計空間，這不僅可顯著縮小占用面積，而且還可增加功率密度，如圖 2 所示。



圖 2：圖中顯示了電源模組的內部情況，這說明了有效利用空間將帶來尺寸顯著縮小的高功率密度解決方案。



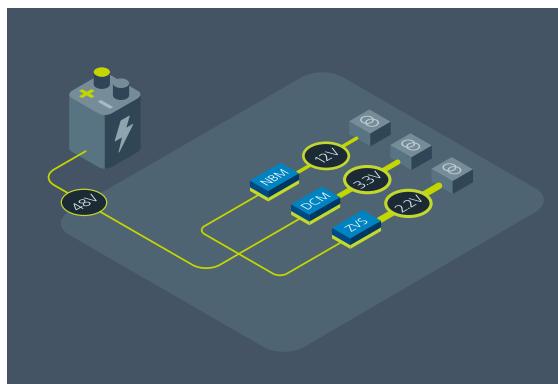
圖 3：展示使用 Vicor 電源模組的尺寸和空間優勢的視覺示意圖。

規格的適當性與唯一性

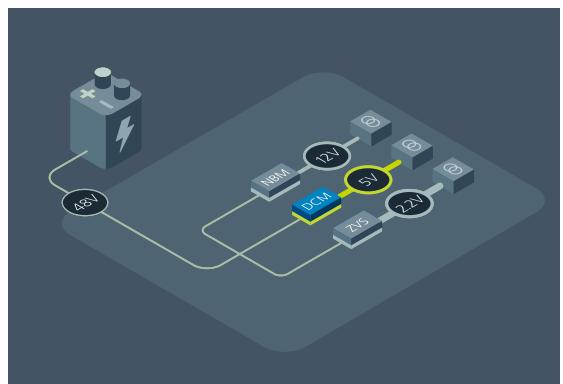
除了顯而易見的物理優勢外，模組還可為設計人員提供各種性能改進。由於其緊湊的尺寸和專門的拓撲，電源模組不僅具有更高的功率密度，而且在大多數情況下效率更高，這就意味著您可以設計一款能夠在更小空間內提供更多電源的供電網路（圖 3）。當設計包絡的體積有限，需要 PDN 能夠提供在太空或海底等極具挑戰性的環境中支持任務關鍵型應用所需的電源時，這非常實用。使用 Vicor 電源模組，無需因空間限制而犧牲電源，也無需增加空間和重量來容納更大電源。使用現有的電源占位面積，您仍然可以獲得所需的電源（甚至更多電源）。相比之下，分立式解決方案需要大幅調整尺寸，才能滿足額外的電源要求。

靈活擴充，高枕無憂

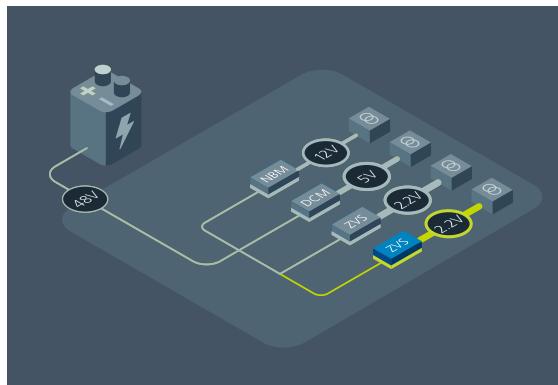
使用 Vicor 電源模組時，您不必擔心是否需要從頭開始重新設計 PDN，以便容納更多（或更少）的電源。它無需進行成本高且時間長的電源重新設計，而這些工作會使您的項目推遲數月之久。通過重複使用已通過驗證的模組進行擴充，可以消除額外的測試和重新認證、以及採購新 BOM 的額外工作。電源模組可提供所需的靈活性和可擴充性，以快速有效地進行設計修改，最大限度減少設計參與，從而為您節省時間和資金，並實現更快的上市進程。



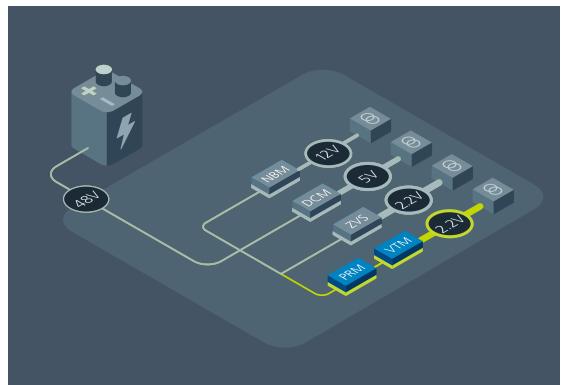
獨立的模組在每個負載下執行所需的轉換



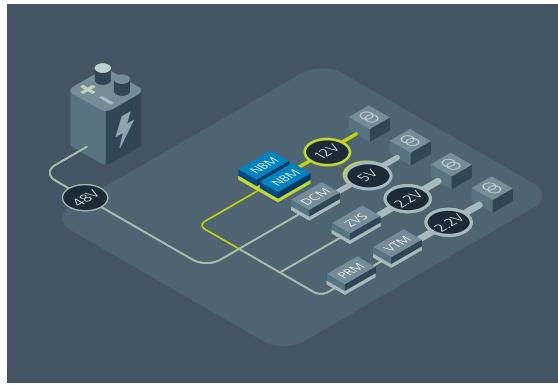
如果電源需求發生變化，可使用合適的電源模組來代替



如果添加了額外的負載，則會相應地添加一個模組



為了降低損耗，一個模組用於穩壓，一個模組用於變壓



要快速將負載功率增加一倍，可添加第二個模組



使用高壓電源時，可添加一個模組來創建 SELV 母線

在共面設計下保持散熱

熱力學的基本原理表明，為了給加熱的基板傳熱（散熱），最有效且最高效的方法是保持流體（空氣或液體）在該表面上均勻一致的流動（層流）。為此，您需要有一個散熱器平面，以最大限度地減少或消除該表面上的任何突然變化，這些變化可能會將流動從層流變為湍流，從而降低熱傳遞效率。

該理論可以直接用於比較 Vicor 模組和分立式解決方案。如前所述，相較於分立式解決方案而言，電源模組非常緊湊，而且具有更高的功率密度，這意味著它們可能具有更高的局部熱特徵。乍一看，您可能會認為分立式器件在這方面更勝一籌，但事實並非如此。如圖 4 所示，電源模組的物理輪廓有利於層流，從而能夠快速有效地散熱。然而，在分立式解決方案中，熱損耗並非只在一處單獨出現。相反，它們被分散在整個設計中，使其變得更難散熱。除了這一挑戰外，分立式解決方案的外形是混亂的：分立式解決方案的外形看起來像具有許多峰谷的城市景觀，因此不支持層流。分立式解決方案固有的不同拓撲會加劇湍流氣流，這可能導致局部過度加熱。

如欲了解有關 Vicor 的創新高性能電源模組封裝的更多信息，請閱讀 Vicor 高級副總裁 Phil Davies 的白皮書。

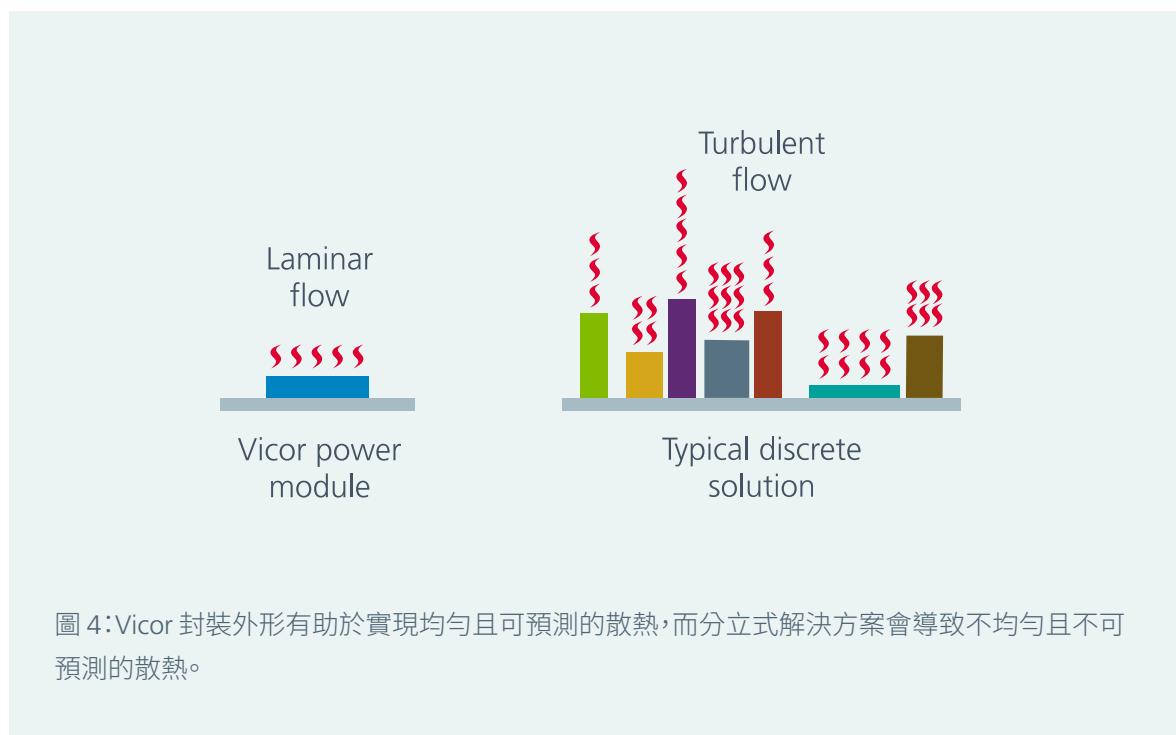


圖 4：Vicor 封裝外形有助於實現均勻且可預測的散熱，而分立式解決方案會導致不均勻且不可預測的散熱。

電源設計，少即是多

大家應該都看到過這樣的視頻，貼裝機超級忙碌地將各種部件高速放置到印刷電路板上。然而，我們並不熟悉其中涉及的許多復雜系統，它們才是讓這種先進製造技術成為可能的「幕後英雄」。所有這些經過微調的系統在峰值效率下的運行裕度都很小、子系統中最輕微的故障可能具有災難性的後果，並且在高速運行時，操作員不會註意到這些故障，等發現後卻為時已晚。根據最終設計的復雜性，PCB 上會有數百甚至數千個電氣焊接連接，如圖 5 所示。基本的統計分析理論表明，每增加一個連接，故障幾率也會隨之增加。

請記住，哪種電源設計不太可能因製造錯誤而發生故障呢？答案便是電源模組設計。與分立式設計相比，電源模組設計需要進行的連接要少得多，因此在裝配過程中更不容易出現質量缺陷。隨著更少的放置，它對於多個裝配階段的需求也相應減少了。這可以減少操作員處理電路板的次數，從而降低裝配過程中出現靜電放電 (ESD) 損壞的可能性。所有這些都會轉化為更高的可靠性。

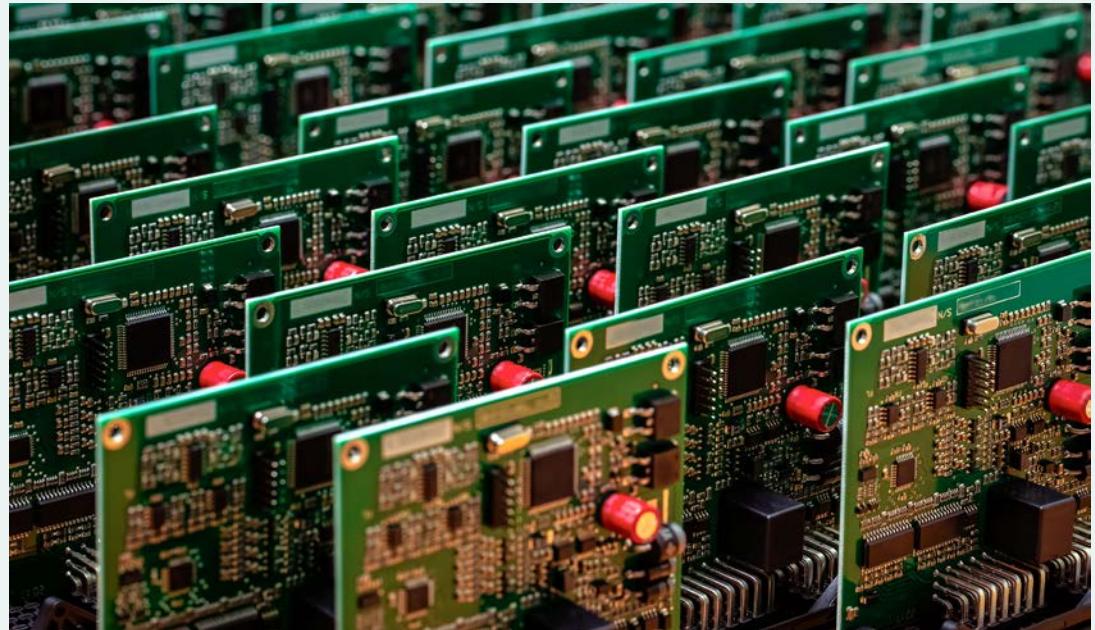
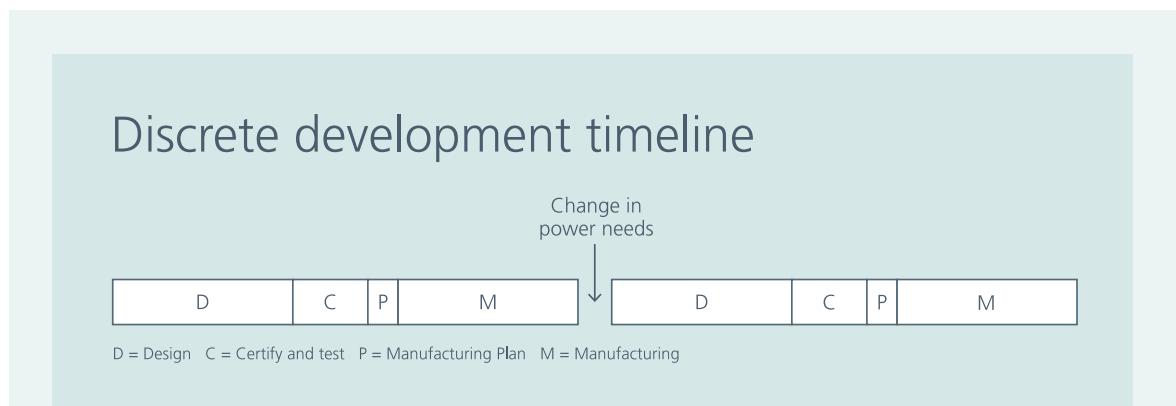


圖 5：在分立式設計中，具有多個連接的數百個組件構成了數千個單獨的連接，因此出現更高裝配缺陷的幾率會呈指數級增加。

走出產品生命周期困境

在電源模組和分立式設計之間進行選擇時，您需要多想一步，綜合考慮設計與整個生命周期，以便了解模組化方法的所有優勢。如圖 6 所示，如果您選擇使用分立式組件來設計自己的供電網路，您公司內部的電源設計團隊將肩負起對每個電源系統進行設計、測試和驗證的所有重任。

在設計團隊完成設計驗證後，您需要再次對其進行測試，以便獲得第三方機構的認證，從而確保其符合



Modular development timeline

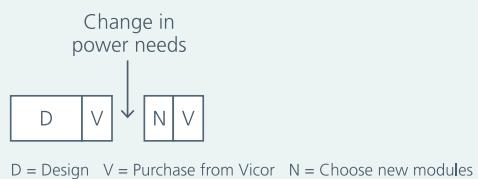
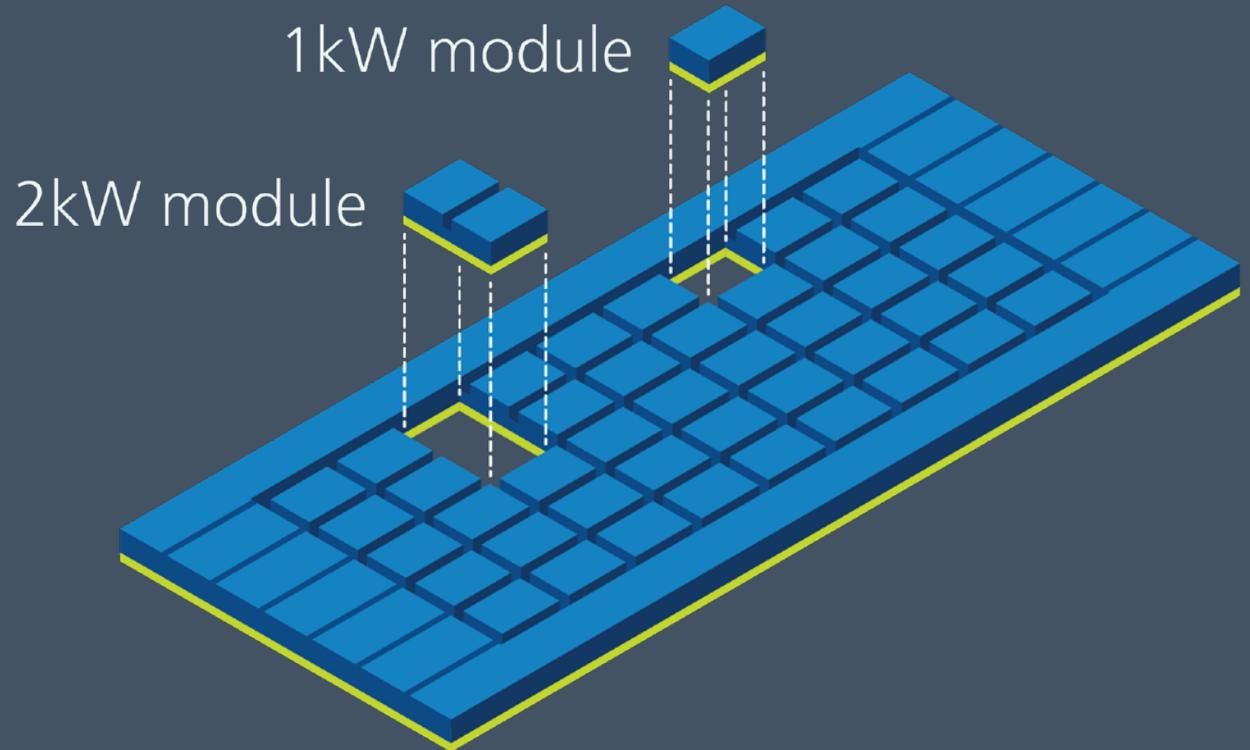


圖 6：簡化的設計生命周期時間表說明了使用模組解決方案相比於分立解決方案的優勢。

所有要求的認證 (UL、CE、UR 等)。獲得認證後，您需要與公司的製造團隊或簽約製造商合作，一同製定製造計劃。一旦確定完成了製造過程，包括最終測試，那麼您將需要與採購部門合作，開始為 BOM 上的所有獨立組件進行漫長的採購談判和合同簽訂。其中許多組件可能還需要第二個供應來源，這使採購工作變得更加困難。所有這些變化以及對供應鏈中多個供應商的依賴很可能會造成各種錯誤或意外中斷，從而導致更大的風險。此外，如果設計需要擴充，每個人都得回到重新設計階段。

另一方面，如果您選擇基於電源模組進行設計，您可以從 Vicor 採購已通過驗證的電源模組，並使用少量分立式組件來完成設計。這將使供應鏈物流變得更簡單，而且公司的壓力也會更小。您還可以放心，您收到的每個模組都經過了全面的測試，並獲得了供應商相應的 QC 批準。最重要的是，隨著電源需求的增加（始終如此！），您將能夠重複使用更多相同的模組，以獲得更多電源，從而消除重新設計過程中最令人痛苦的部分。

如欲了解有關 Vicor 電源模組產品如何幫助您設計最佳 PDN 解決方案的更多信息，請訪問 www.vicor-power.com/innovation。同時，您還可以隨時探索我們的**技術資源**和**線上設計工具**。



白皮書作者：公司副總裁 Phil Davies

高性能電源模組封裝的特性

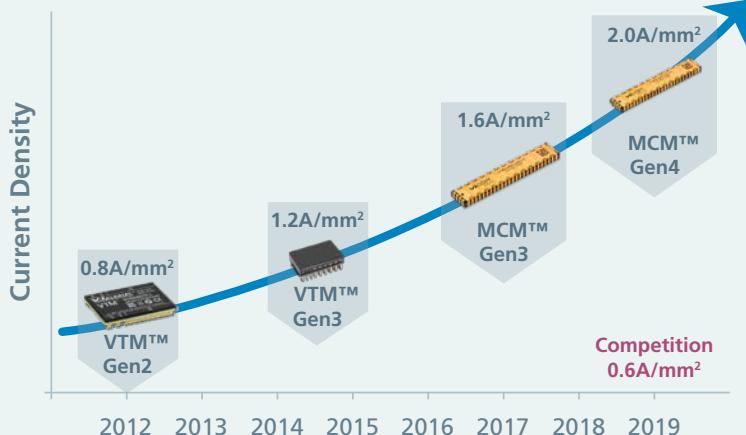
VICOR

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/mm^2 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面貼裝需求，與 CM 製造技術及設備兼容。通過焊接 (連接) 端到分佈於模組四周的城牆型電鍍引腳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。

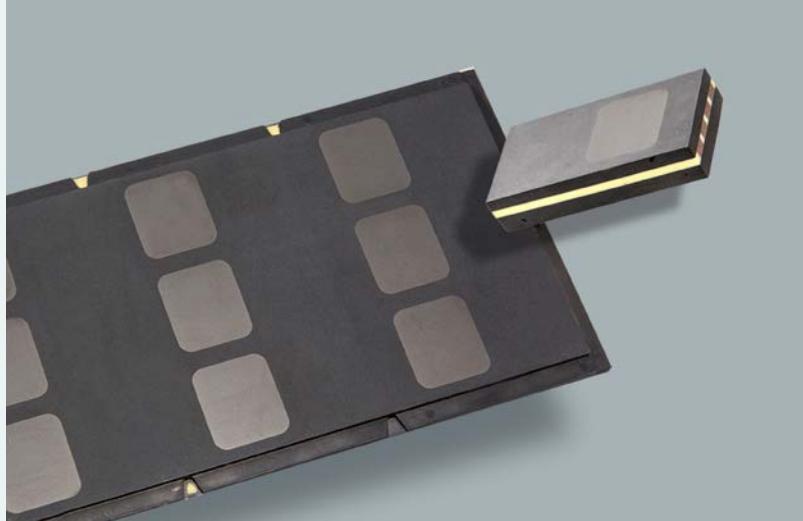
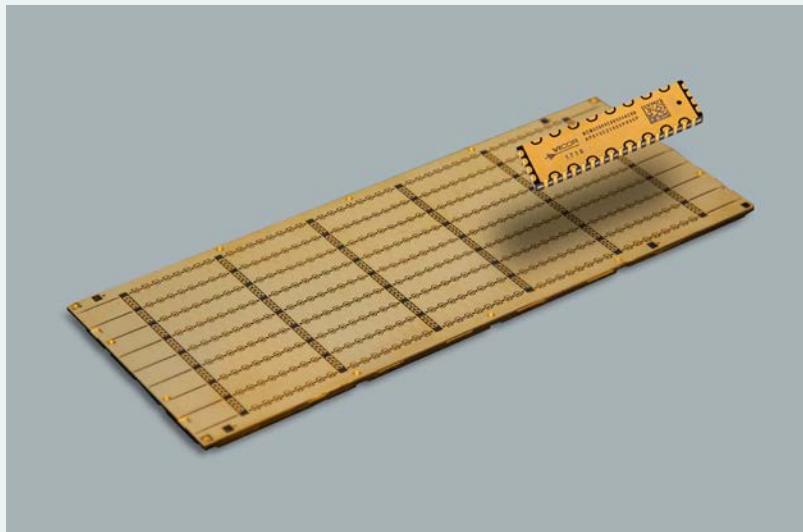


圖 2：最新面板製造技術是電源行業的又一項創新。ChiP 均從相同尺寸的面板切割而來，支持自動化大批量製造流程。



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。



文章

基於模組的緊湊型高壓供電網路助力克服繫留無人機供電系統的挑戰

VICOR

機器人和無人駕駛汽車車隊正在重塑自動化與生產的未來。生產力持續提高的驅動力是續航里程及正常運行時間的延長，這些都與車隊的維護息息相關，特別是充電過程。如今，充電產品的高成本和低效率一個最主要原因是需要人為干預；因此，無人機和自主機器人開發人員正在尋找進一步提高功率密度和效率的方法，以減輕負載並延長電池使用壽命。



圖 1：更小的外形、更輕的重量帶來高效供電。

實現這些改進，不僅需要重新考慮供電網路 (PDN)，而且還需要使用高密度電源模組取代傳統一體化電源。

繫留無人機是無人機市場的一個增長點，因為監測和通信等應用都需要更長的正常運行時間和更大的載荷能力。Ispagro 通過改造 DJI 和 Parrot 等製造商市場領先的現有小型無人機，以創新的方式滿足這一市場需求。改造現有的無人機，Ispagro 能夠以極具成本優勢的方式，充分滿足不斷髮展的市場需求。

然而，這些電池供電的小型無人機的有效載荷和正常運行時間都很有限。因此，使用線纜不僅可延長正常運行時間，而且還可在電源故障、繫線損壞的情況下，通過機載電池提供安全着陸的故障安全保障。但繫線的確會給無人機設計人員平添更多的挑戰，他們必須在 400 克的有效載荷限制內容納 50 米的繫線和天線裝置。

大尺寸繫線限制航程與性能

最大的挑戰是減輕繫線的重量。較重的繩線需要更多的電源來維持飛行時間。較大的重量也會限制無人機的飛行高度和航程。高功率 DC-DC 轉換通常需要龐大的電源，因為它們通過繫線發送較低的電壓電源，但是電流會很大。

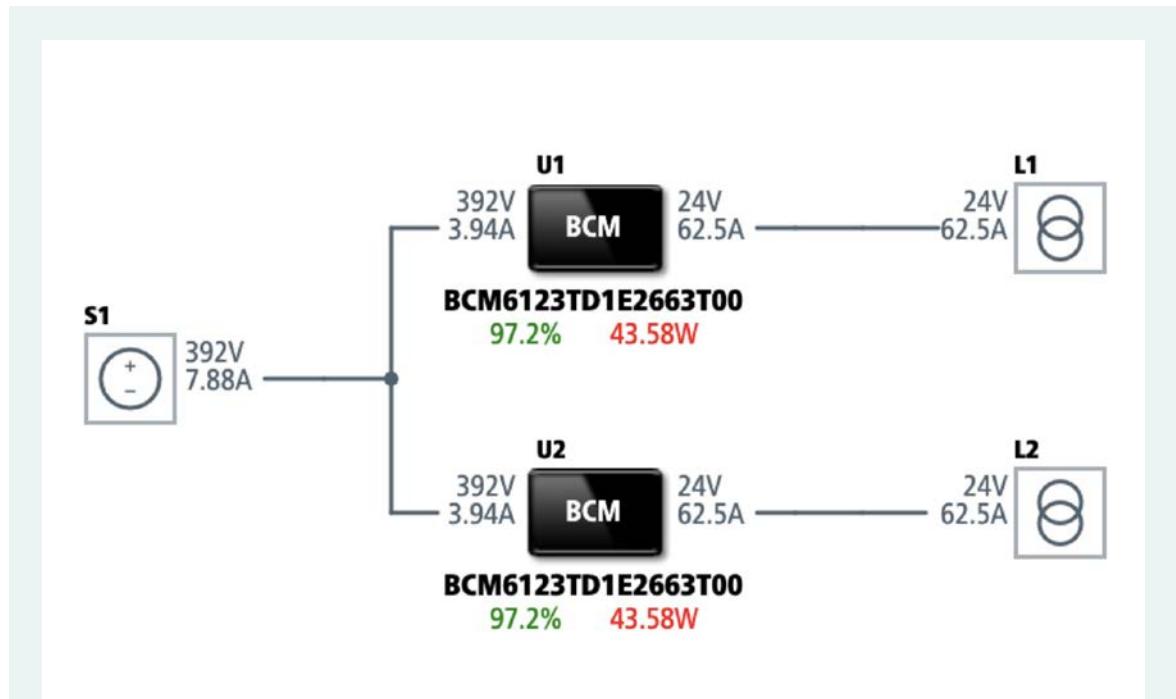
繫留無人機的電源設計

減輕繩線重量的一個好辦法是為繩線發送高電壓電源並將其在負載端降壓轉換至低電壓。通過更輕、更高效的更細繩線傳輸電源，高壓比低壓更高效。為了最大限度降低空中無人機的重量，使用小型固定比率母線轉換器模組高效將高壓 (400-800V) 轉換為負載電壓 (20V-50V)。Vicor BCM 可達到 98% 的峯值效率和 95% 的持續效率。

Vicor BCM 供電方案將線纜重量減少 30 — 40%

高密度的輕量級電源模組是該應用的理想選擇，支持更小的輸入電流和更細更輕的繫線。從繫線電纜節省的重量可用來最大限度提高有效載荷，以增強無人機的功能和性能。此外，大容量無人機的更新版本還需要在無人機內部進行功率轉換，必須採用輕量級的高性能電源模組，才能適應該系統。

Vicor 高密度高效率電源模組可輕鬆應對 Ispagro 面臨的挑戰。BCM 系列固定比率轉換器為機載電源



BCM 模組是隔離變壓器，可與不同電源的輸入並聯。BCM 模組安裝位置相近，冷卻效果相同，也會使功率耗散相等。

轉換提供高效率和高功率密度。BCM 可用於大量輸入輸出電壓的組合，以適應廣泛的有效載荷應用，而且它們還可輕鬆並聯，簡化 UAV 平台的開發。

高效、輕量級 Vicor BCM 的完美結合，可將繫線重量減少 30% 到 40%。BCM 模組可以與不同電源的輸入並聯，因為它們是隔離的變壓器。此外，安裝間距非常小、能均勻散熱的 BCM 模組還將均衡功耗。這可進一步減少所需的空間，簡化熱管理，並提高無人機的有效載荷。

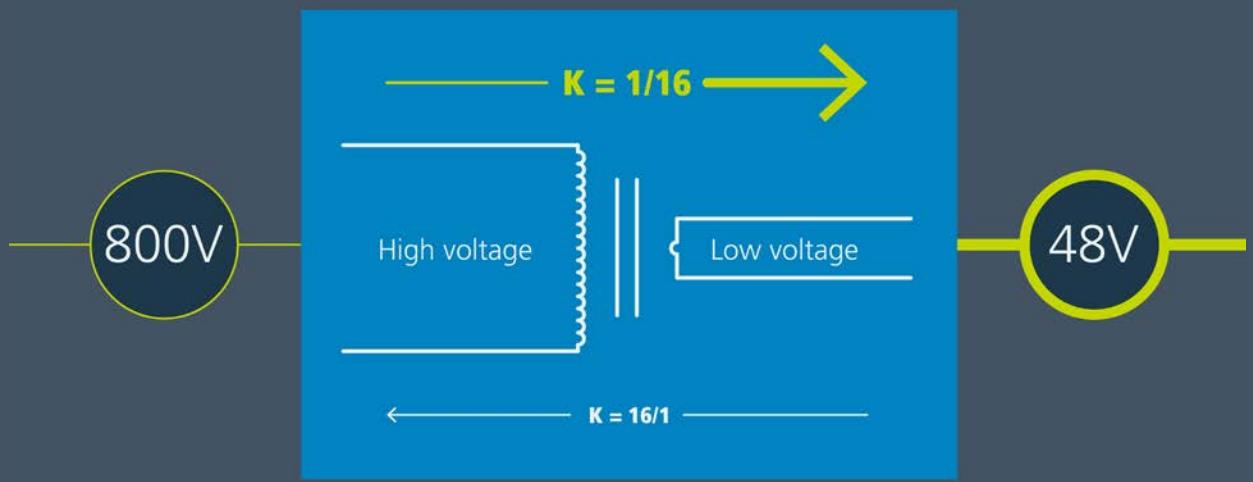
Vicor 的模組化解決方案提供高效率、高功率和可擴充性



BCM® 母線轉換器模組。

Vicor PDN 解決方案具有業界領先的高功率密度，因此不僅結構緊湊，而且重量還很輕。Ispagro 能夠使用固定比率 BCM，通過一個簡單的雙模組解決方案滿足其更高的功率需求。該解決方案能夠以很長的平均故障間隔時間實現高達 98% 的峯值效率以及高達 95% 的持續效率。隨着 Ispagro 電源需求的增加，這些 BCM 既可替換為其它 BCM，也可根據需要進行並聯，幾乎不需要額外的開發工作。

母線轉換器是高密度、高效率、固定比率（非穩壓）隔離式 DC-DC 轉換器模組。BCM 採用 ChiP 或 Vicor 集成型適配器（VIA）封裝提供，不僅可簡化散熱，而且還可提供集成型 PMBus 控制、EMI 濾波和瞬態保護功能。該系列可通過各種 K 因子從 800V 擴充到 48V 輸入，以適應廣泛的應用和市場。高電壓 BCM ChiP 基於我們的專有正弦振幅轉換器拓撲，不僅能夠達到 98% 的峯值效率，而且還可實現高達 2,400W/in³ 的高功率密度。



Fixed-ratio converter

白皮書作者: Phil Davies 與 Tom Curatolo

利用固定比率轉換器重新定義供電架構

VICOR

介紹

向系統內各個負載點供電，主要透過供電網路（通常稱為 PDN）完成。PDN 由電纜、母線排、連接器、電路板銅箔電源層、電源轉換器和穩壓器組成。系統 PDN 的效能透過功耗、尺寸、重量和成本衡量。控制 PDN 效能的是其整體架構，例如對 AC 或 DC 電壓配電的使用、特定電壓位準以及網路需要進行電壓轉換和穩壓的時間和次數。本白皮書主要討論一種特定的DC-DC 轉換器，即固定比率轉換器，以及為什麼電源系統設計人員應將其視為供電架構的重要組成部分，特別是大功率系統。

供電網路

在降低電壓，提升電流之前，對系統進行架構，以最大限度延長高壓執行時間，也是一項很大的優勢。然而，要讓高壓大功率 PDN 接近負載，需要一款高效率的高功率密度 DC-DC 轉換器。如果安全性是交通運輸應用（汽車）所關注的問題，則以高效率及高功率密度將 PDN 電壓從高壓轉換成安全超低電壓（SELV）水準，對整個系統效能而言都非常重要。

DC-DC 轉換器可以採用多種不同的架構和拓撲結構進行設計，但從根本上講，它們要嘛是穩壓的，要嘛是非穩壓的，要嘛是隔離的，要嘛是非隔離的。沒有穩壓的 DC-DC 轉換器稱為固定比率轉換器，在寬輸入輸出電壓比下運作時，它們通常比其他轉換器具有更高的效率。由於這類轉換器效率高，因此具有高功率密度以及更低功耗帶來的更輕鬆熱管理。由於固定比率轉換器未經穩壓，它們對下游穩壓器的要求可能更高，但最近對 DC-DC 穩壓器進行改進後，具有更寬的輸入電壓範圍，因此現在可以使用固定比率轉換器。隨著更大功率容量的 DC 電壓位準越來越普及，使用固定比率轉換器或母線轉換器，可以提供顯著的效能及系統成本優勢。

什麼是固定比率轉換器？

產品	輸入電壓	K 因子	輸出電流	輸出功率
LV BCM (48V)	48V (36 – 60V)	1/4, 1/6	130 – 150A	1500 – 1950W
HV BCM (380, 270V)	270V (200 – 400V) 384V (260 – 410V)	1/8, 1/16, 1/32	16.9 – 125A	800 – 1750W
MIL-COTS HV BCM (270V)	270V (200 – 400V)	1/8	30A	1000W
UHV BCM (800, 600, 540V)	544V (400 – 700V) 650V (500 – 800V)	1/16	35 – 40A	1600W
NBM	48V (36 – 60V) 48V (38 – 60V)	1/3, 1/4, 1/5	60 – 170A	800 – 2400W

固定比率轉換器是輸出電壓為輸入電壓固定分數的 DC-DC 轉換器。該轉換器不提供穩壓，輸入至輸出電壓範圍由裝置的「匝數比」定義。該匝數比稱為 K 因子，表示為相對於電源降壓能力的分數。在負載點轉換器中，K 因子範圍為 K=1 至 K=1/72。

典型輸入為低壓 (Lv)、高壓 (HV) 和超高壓 (UHV)。然後根據 PDN 電壓和 POL 設計選擇 K 因子。

固定比率轉換器可以是隔離的，也可以是非隔離的，與 Vicor 轉換器一樣，能夠進行雙向功率流及電壓轉換。例如，具有雙向功能的 K 1/12 固定比率轉換器可以作為 K 為 12/1 的升壓轉換器。

固定比率轉換器提供的額外設計靈活性包括易於並聯，以滿足更高的電源要求；串聯轉換器輸出，以提供更高的輸出電壓；以及將 K 因子有效修改為 N • K (N= 母線轉換器數量) 等。

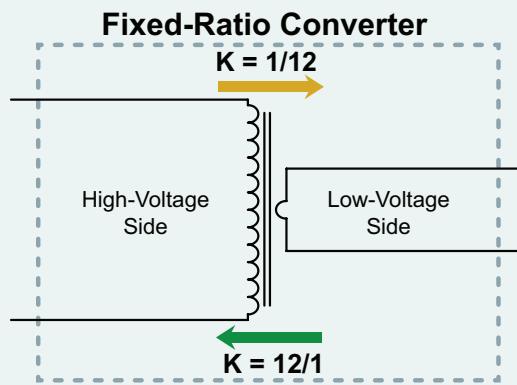


圖 1：雙向固定比率轉換器的升降壓 K 因子。

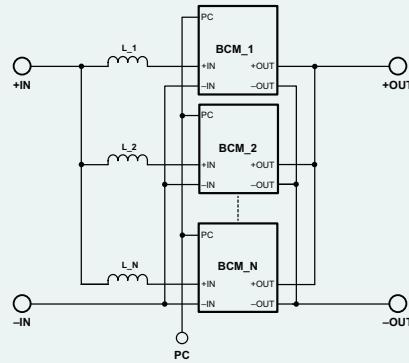


圖 2：並聯陣列式 BCM 轉換器。

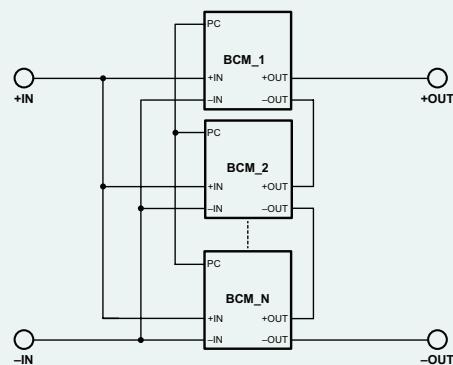


圖 3：輸出串聯的 BCM 可提高輸出電壓。

什麼是正弦振幅轉換器 (SAC™)？

在「硬切換」轉換器中，輸出電源與轉換器占空比成正比，該占空比可以改變，以提供更多或更少的二次電源。這類電路稱為脈寬調變 (PWM) 轉換器。由於切換裝置功耗很高，切換頻率實際被限制為幾百千赫。儘管 PWM 轉換器有其自己的不足，但在輸入輸出電壓很大的應用中，比線性穩壓器好；PWM 轉換器已開始向 DC-DC 轉換器的廣泛應用方向發展。

SAC 是一款基於變壓器的串聯諧振拓撲。與穩壓準諧振 ZCS/ZVS 轉換器不同，正弦振幅轉換器工作在固定頻率下，該頻率與一次側槽路的諧振頻率相等。

一次側槽路的開關 FET 鎖定至該電路的自然諧振頻率下，在零交叉點位置切換，消除了切換功耗（提高了效率），並顯著減少了高階雜訊諧波的產生（需要較低的輸出電壓濾波）。一次側諧振槽中的電流為純正弦波，而不是前幾代轉換器中的方波或部分正弦波。這不僅有助於降低諧波含量，而且還可提供更乾淨的輸出雜訊頻譜。

在正弦振幅轉換器中，一次側的漏感最小，因為它不是關鍵的儲能元件。

因此，SAC 可以在更高的頻率下工作，不僅允許使用更小的變壓器，而且還可提高功率密度和效率。Vicor BCM 工作在幾 MHz 的頻率下；無論負載如何，該頻率都不變。對於二次側上增加的負載，正弦振幅轉換器的回應方式是增加一次側諧振槽上的正弦電流幅度，進而增加耦合在二次側的能量以滿足負載增加需求。當負載電流降低時，在「空載」條件下，正弦幅度降低至接近零。

Vicor 匯流排轉換器的輸出阻抗極低，反映了變壓器一次側諧振槽電路的低輸出阻抗，理想情況下，其在諧振頻率下為零阻抗。該阻抗基本上是平坦的，約為諧振頻率的三分之二，約為常規 IBC 輸出阻抗的一半。

一次側電流的正弦屬性帶來了其在 SAC 電氣雜訊特性方面的優勢。在切換頻率以及兩倍的切換頻率下，輸出雜訊頻譜非常窄，具有各種元件（由於輸出的全波整流）。輸出濾波很容易透過小型高頻率陶瓷電容實現。

選擇固定比率轉換器

Vicor 固定比率轉換器模組提供大量電壓範圍、K 因子、隔離或非隔離雙向工作選擇。有四個主要系列可滿足不同的大容量電源及 PDN 轉換需求：

1. BCM® 隔離式母線轉換器
2. NBM™ 非隔離式母線轉換器
3. VTM™ 隔離式及非隔離式電流倍增器，可作為 POL 轉換器與上游穩壓器 (PRM™) 配合使用
4. MCMTM 模組化電流倍增器，在 PoL 用於低電壓 (1V 以下) 下的極大電流（超過 500 安培）。MCM 與上游 MCD (穩壓器 和 MCM 驅動器) 聯用

Vicor 正弦振幅轉換器 (SAC™) 拓撲用於所有 Vicor 轉換器模組，使其能夠在幾乎所有相關指標上超過同類競爭固定比率轉換器，這些指標包括轉換效率、功率密度、封裝外形、暫態響應以及頻寬等。

解決最棘手的汽車以及資料中心問題

由於許多終端市場及應用的電源需求急劇上升，供電網路正在經歷重大變革。由於新特性的增加以及效能水準的不斷提升，更高的 PDN 電壓可用作降低 PDN 本身的實體尺寸、重量和成本的方法。

正在經歷 PDN 架構快速變革的兩個市場是汽車和資料中心。汽車電氣化（以達到最新 CO₂ 排放標準）以及向純電動汽車的過渡，為車輛增加了 800V、400V 及 48V 轉換以及穩壓需求。

資料中心市場正在增加 380V 和 48V PDN，以支援增加人工智慧（AI）和高效能運算需求。處理器穩態和峰值電流需求幾乎呈指數級成長。這一顯著的成長在負載點造成了 PDN 設計進退兩難的境地，需要對架構、拓撲和封裝進行徹底的重新思考，才能解決這個問題。

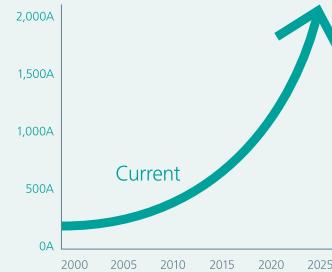
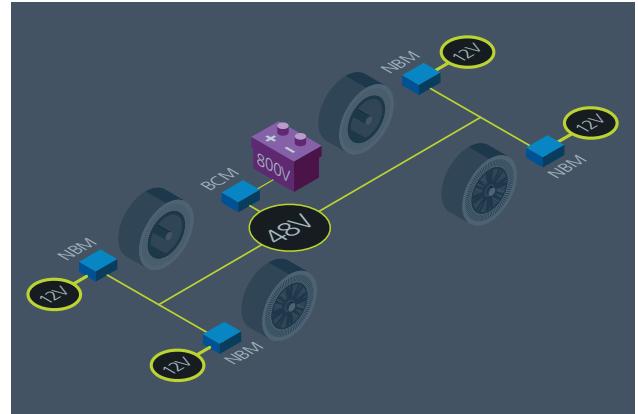


圖 4：在人工智慧、雲端運算和電動車等最新更高效能應用的推動下，電源需求正在快速成長。

隔離式轉換器是 UAV、EV 以及百萬兆級運算的理想選擇

繫留無人機和百萬兆級運算機架分別使用 800V 和 380V 的高壓，以便為其高功率容量電纜縮小尺寸、減輕重量並降低成本。在繫留無人機的使用案例中，無人機電源電纜長度可超過 1000 米，無人機必須將其提起，才能達到飛行高度。

重新定義 PDN 架構，可以靠近每個伺服器刀鋒的 Vicor K 1/8 BCM 可在能夠為 PDN 顯著縮小尺寸、減輕重量並降低成本的機架中實現 380VDC 配電。380VDC 源於前端三相 AC-DC 轉換器輸出。

此外，這些裝置的雙向功能也正在發展新的應用，例如向配備最新大功率 5G 系統的無線電波發射塔供電。在這些應用中，由接地電源及其備用電池系統提供的 48V SELV 可透過反向使用的 K1/8 固定比率 BCM™ 升壓轉換至 384V 的電壓，以提供 8/1 的升壓轉換。這可為向塔頂 5G 無線電系統供電的電源電纜顯著縮小尺寸、降低成本。

在電動汽車等交通運輸應用中，因安全性問題，不使用高壓配電。然而，高密度的輕量級 BCM 可為 800V 至 48V 或 400V 至 48V 轉換提供優異的選項。48V 是 SELV，可以配送給整個汽車，顯著縮小傳統 12V PDN 系統的電纜尺寸。

此外，三相 AC-DC 前端電源轉換器還可利用 BCM 的高密度和高效率優勢，在轉換器整流和 PFC 級之後將其用於實現 DC-DC 轉換和隔離功能。

電源系統架構採用最新 Vicor 800V 和 380V 固定比率隔離式母線轉換器 (BCM)，在功率密度高達 2735W/in³、效率高達 98% 的情況下，不僅將解決 PDN 難題，而且還將實現極高的系統效能。

非隔離式降壓轉換器最佳化 48V 電源

想要利用高壓 PDN 但僅限於 SELV 環境的混合動力汽車及雲端運算伺服器應用，可以利用 Vicor NBM 等非隔離式固定比率轉換器的顯著密度、效率和靈活性優勢。在這些應用中，許多設計人員不僅需要保留其原有 12V 負載，而且還需要一款低成本、高效能的 48V 至 12V 轉換器，才能充分發揮 48V PDN 的優勢。

Vicor NBM2317 是一款 1kW 非隔離式固定比率轉換器，採用 23 釐米 x 17 釐米表面黏著 Chip™ 封裝，可為工程師提供一款高度靈活的模組化低雜訊解決方案。此外，該 NBM 還具有高度的可擴充性，可透過並聯，使用單個合格元件快速提供功率更高的解決方案。

固定比率轉換器可用作 PoL 電流倍增器

固定比率轉換器也可用作電流倍增器，充分滿足諸如資料中心 CPU、GPU 和 AI ASIC 等低壓、大電流負載點應用的需求。當輸入電壓透過匝數比或 $1/K$ 因子降壓轉換時， K 因子用作電流倍增因子，如以下方程式所示：

$$V_{IN} \cdot I_{IN} = \left(\frac{1}{K} \cdot V_{OUT} \right) (K \cdot I_{OUT})$$

如果轉換器由嚴格穩壓的輸入裝置供電，如採用 Vicor 分比式電源架構 (FPA™) 的 PRM，則可提供非常高效的高密度 48V 至 1V 以下的 POL 解決方案。

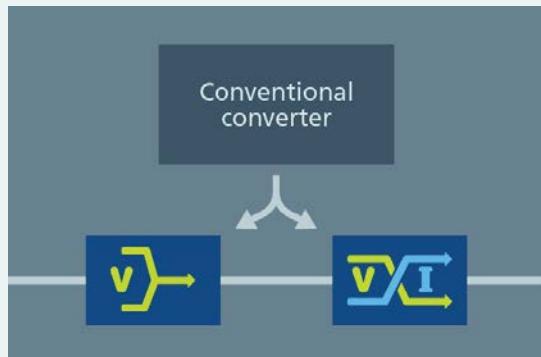


圖 5：需要大電流板載電源時，採用分比式電源架構 (FPA)。如今，更高的電源要求和更低的 ($<1V$)PoL 工作電壓正迫使 IBA 效能變得緊張。CPU、GPU 和 AI 處理器應用的更高電源及動態負載需求，要求穩壓器更靠近負載輸入電源引腳。

高密度電流倍增器模組 (VTM 或 MCM) 可佈置在非常靠近處理器的位置，可以在處理器旁邊，也可以在處理器正下方，將電源垂直提供給上面的處理器電源引腳。在 1000 安培的電流下， $1\mu\Omega$ 的 PDN 電阻相當於 1W 的功耗。使用傳統多相同步降壓 VR 產生的典型 PDN 電阻，會帶來 $200\mu\Omega$ 的 PDN 電阻，相當於 200W 的功耗，這可導致無法接受的系統效能。採用 Vicor 電流倍增器實現的橫向供電或垂直供電可將 PDN 電阻分別降至 $50\mu\Omega$ 和 $5\mu\Omega$ 。

Vicor 固定比率轉換器的獨特屬性正在為電源系統工程師重新定義其供電架構，以滿足其先進系統的高功率及高效能要求。固定比率轉換器不僅具有高功率密度、高效率和易於並聯的特性，而且還可作為升降壓轉換器和負載點的高密度電流倍增器，因此是最靈活、最高效能的 DC-DC 轉換器之一。Vicor 固定比率轉換器可幫助您建構永不過時的供電架構。

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。用戶能够利用高密度、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。

