



# 無人機電源模組解決方案 技術及應用/案例介紹

March 21, 2025

Vicor Taiwan FAE  
Jeff Chang 張仁程

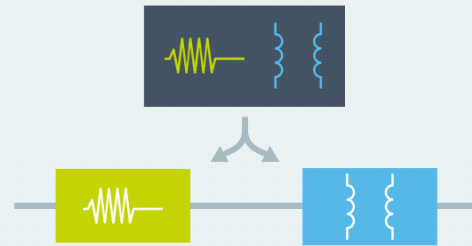
# Vicor 電源模組在無人機電源系統設計上的優勢

- Vicor UAV 供電設計關鍵技術—創新拓撲 和 創新散熱包裝
- Vicor 高性能電源模組的無人機應用
  - 監控無人機(Surveillance)
  - 配送無人機(Delivery)
  - 通信無人機(Unmanned aircraft for communications)
  - 媒體與娛樂無人機(Media and entertainment)
  - 巡檢無人機(Inspection)
  - 農業無人機(Agricultural)
  - 繫留空中、水下無人機(Tethered, aerial/underwater vehicles)
- 成功案例研究

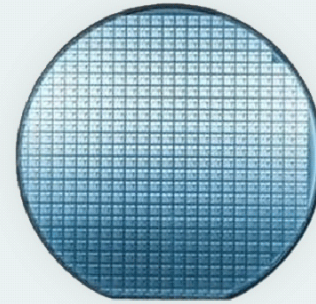
# Vicor UAV 供電設計關鍵技術 -創新拓撲

# 電力系統創新的四大支柱

Innovative architectures

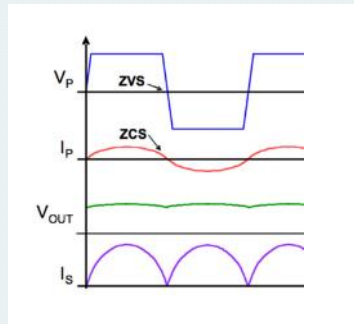


Unique control systems

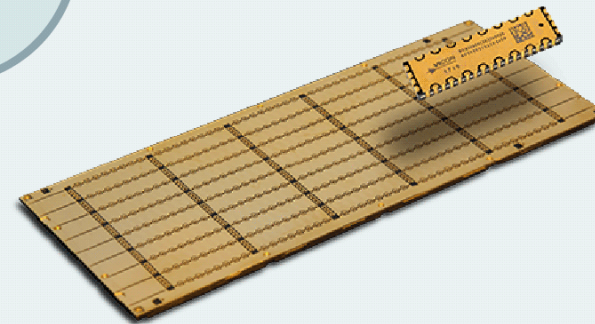


VICOR

Advanced topologies

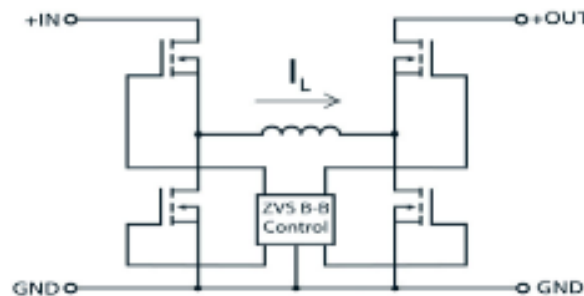


Proprietary components and packaging

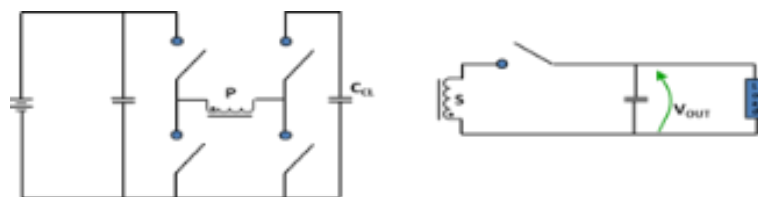


# Vicor 如何實現高密度、高效率、更輕重量、低雜訊

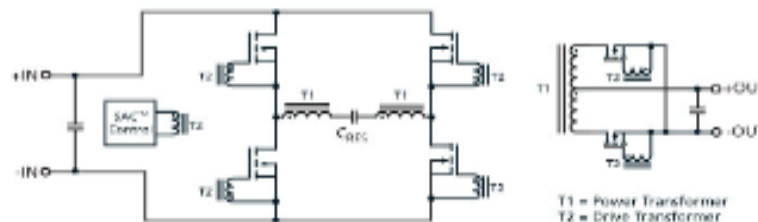
- 拓撲結構
- 高頻開關
- 平面磁性設計
- 半導體集成
- 模組化、3D 封裝
  - 特有包裝設計
  - 卓越的散熱和 EMI 特性
  - 設計靈活性



ZVS Regulator  
Non-isolated,  
DC-DC regulator



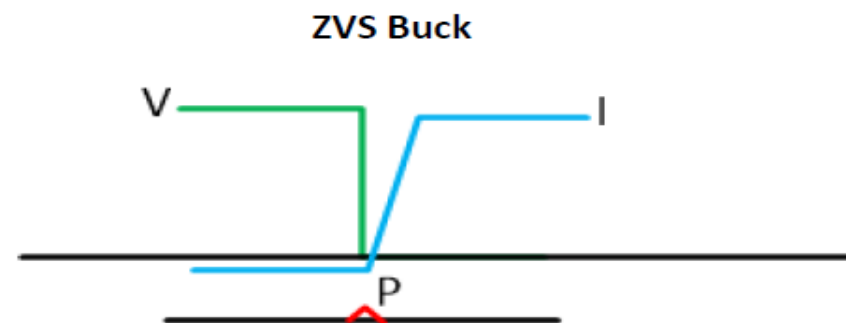
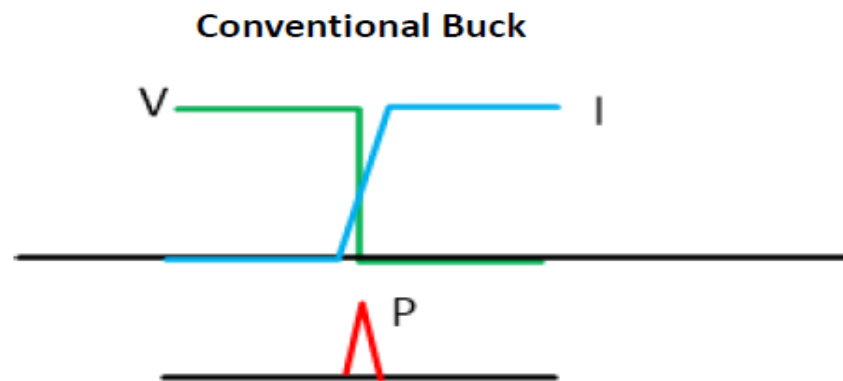
Double-Clamped  
ZVS (DC-ZVS)  
Isolated,  
regulated,  
DC-DC or AC-DC  
converter



Sine Amplitude  
Converter (SAC)  
Isolated, fixed-  
ratio,  
DC-DC transformer

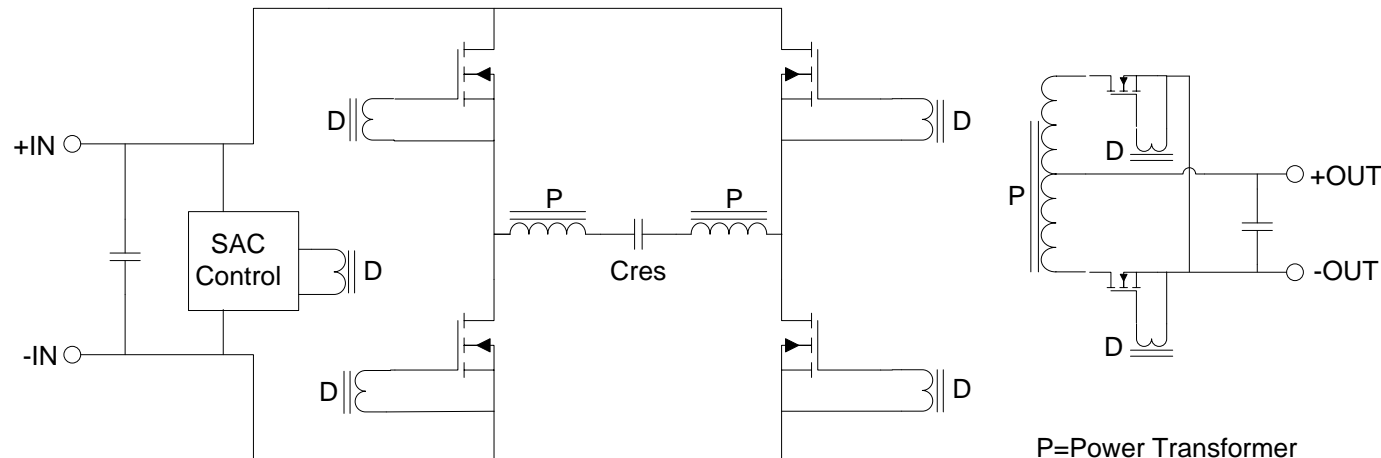
# 零電壓開關 Zero-Voltage Switching

- 零電壓開關是一種在開關打開之前將電流導入開關以均衡兩側電壓的技術
- 這大大減少或消除了開關損耗
  - 使開關頻率提高 4 倍（或更多），從而減小磁性元件的尺寸
  - Reducing the penalty of a large step down
- ZVS 用於所有 Vicor 電源產品

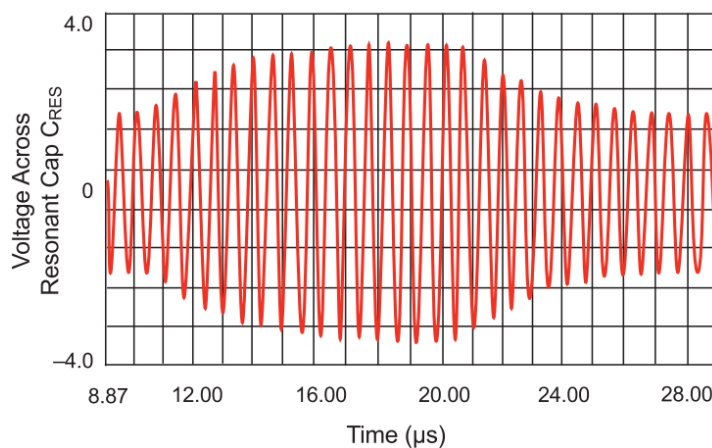


# 拓撲結構: 正弦振幅轉換器 Sine Amplitude Converter (SAC)

- 基於變壓器的串聯諧振拓撲
- 固定比率 DC-DC 轉換器
  - 開環控制 (非穩壓轉換器)
- 固定開關頻率
  - 與一次側諧振頻率匹配
- 零電壓開關與零電流開關
  - 極低的開關損耗

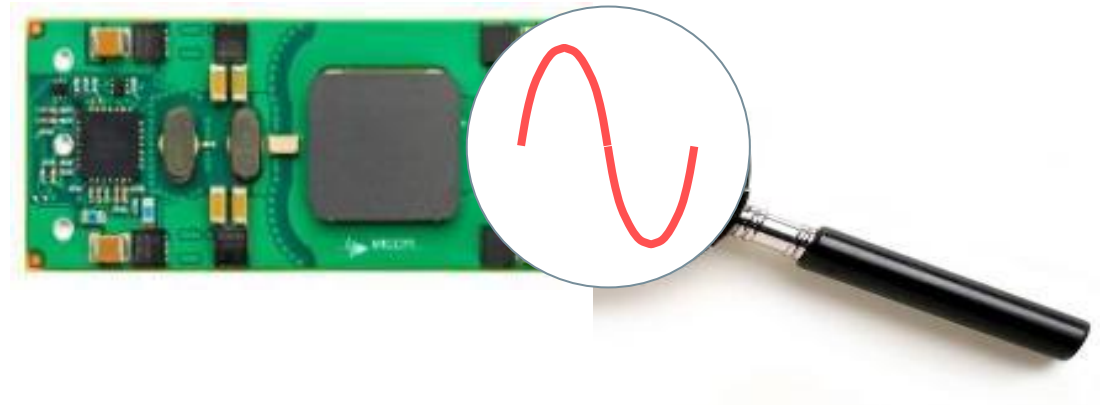


P=Power Transformer  
D=Drive Transformer



# SAC Topologies - Always Sinusoidal Current (必定是正絃振幅)

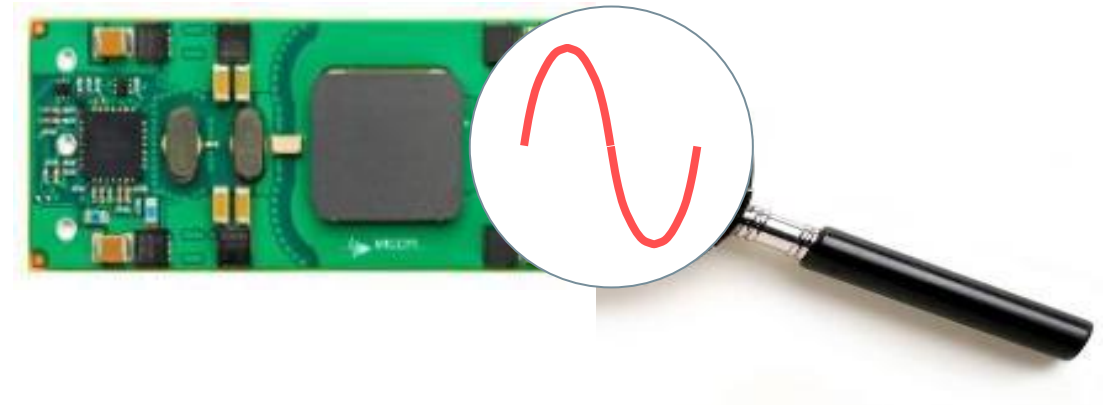
- Fast transient response (快速瞬變響應):
  - Resonant tank will naturally let current flow and output voltage settle within few switching cycles
- Reduced EMI (減少EMI):
  - Very narrow spectrum 噪聲頻譜狹窄
- Bidirectional (雙向傳輸):
  - Power can be processed from input to output or vice versa across the entire converter bandwidth
- Optimal filtering (容易濾波):
  - No harmonics below switching frequency, and very few above





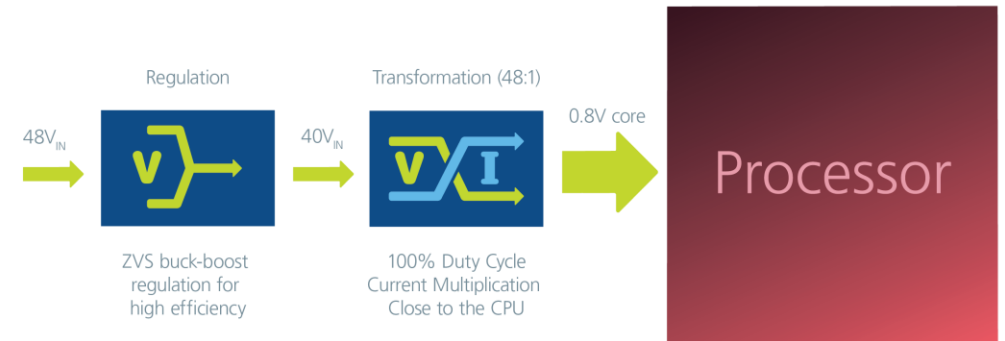
# SAC Topologies - Always Sinusoidal Current (必定是正絃振幅)

- Zero-voltage, zero-current switching (零電流/電壓開關):
  - All transitions, every cycle
- Enables components with higher figure of merit(容許使用最高規格的零件):
  - Reduced de-rating guidelines
- No switching losses (沒有開關損耗):
  - Switching frequency not limited by power switches' losses
- Low peak to average current and voltage ratios(低”峰值/平均”電流或電壓比例):
  - Most efficient use of silicon switches



# 分比式電源架構 (Factorized Power Architecture)

- Regulation stage first
  - Keep input and output of regulator stage as close as possible to ideal (1:1)
- Transformation at the point of load (current multiplication)
  - Minimize impedance of current multiplier
- Soft switching topologies:
  - Minimize noise
  - Enable High Switching frequency (1-3MHz)
  - Enable high-power density



# Vicor UAV 供電設計關鍵技術 -創新散熱包裝

# Vicor 創新散熱包裝

SM-ChiP panels



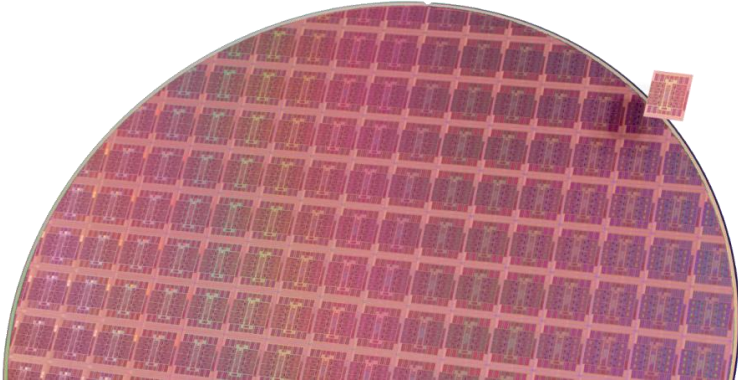
ChiP panels



IC-based controllers low component count, higher reliability



Semiconductor wafers



# Vicor 高效能電源模組 — 現今的無人機應用

# 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



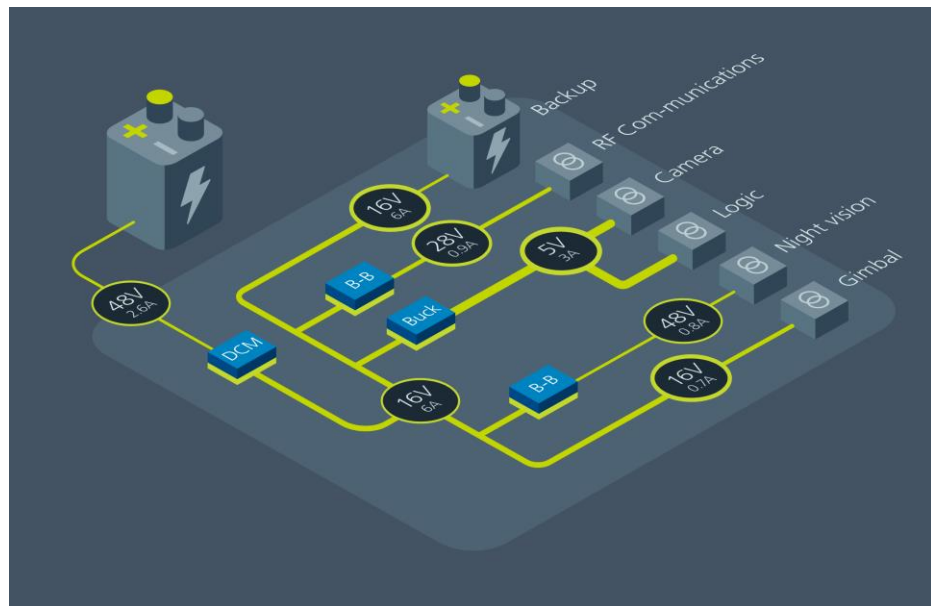
DCM 具有業內領先的功率密度



高效率可延長飛行時間



確保備用電池持續充電



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

效率：高達 96%

尺寸：24.8x22.8x7.21 毫米



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：高達 98%

尺寸：小巧至 10.0x10.0x2.56 毫米



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

效率：超過 98%

尺寸：10.5x14.5x3.05 毫米

# 配送無人機



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。



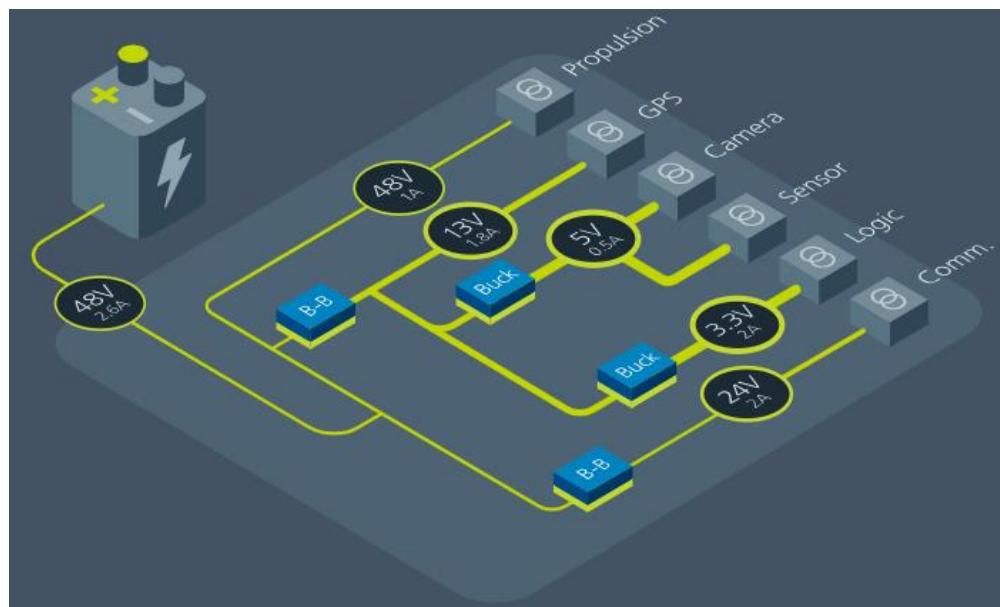
高功率密度可實現更小的尺寸和更輕的重量



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冗餘



## 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：高達 98%

尺寸：小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米



## 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

效率：超過 98%

尺寸：10.5 x 14.5 x 3.05 毫米

# 通信無人機

高效率、高密度模組為高階通訊騰出空間並擴大範圍。



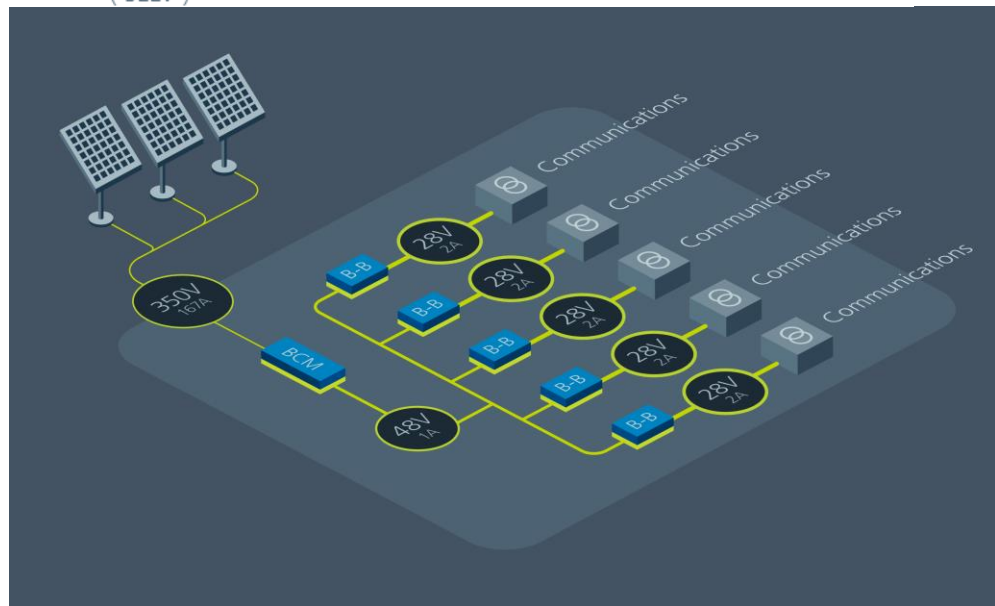
將高壓高效地轉換為安全的48V安全超低電壓 (SELV)



輕型供電網路



負載點轉換的寬輸入範圍



VICOR



BCM6123

固定比率 DC-DC 轉換器

輸入: 260 – 410V

輸出: 32.5 – 51.3V

電流: 高達 25.7A

63.3 x 22.8 x 7.2mm



ZVS 升降壓穩壓器

輸入: 8 – 60V

輸出: 10 – 54V

功率: 高達 150W 連續功率

效率: 超過 98%

10.5 x 14.5 x 3.05 毫米



# 媒體與娛樂無人機

靈活、可擴充的供電網路，滿足各類視聽設備的供電需求。



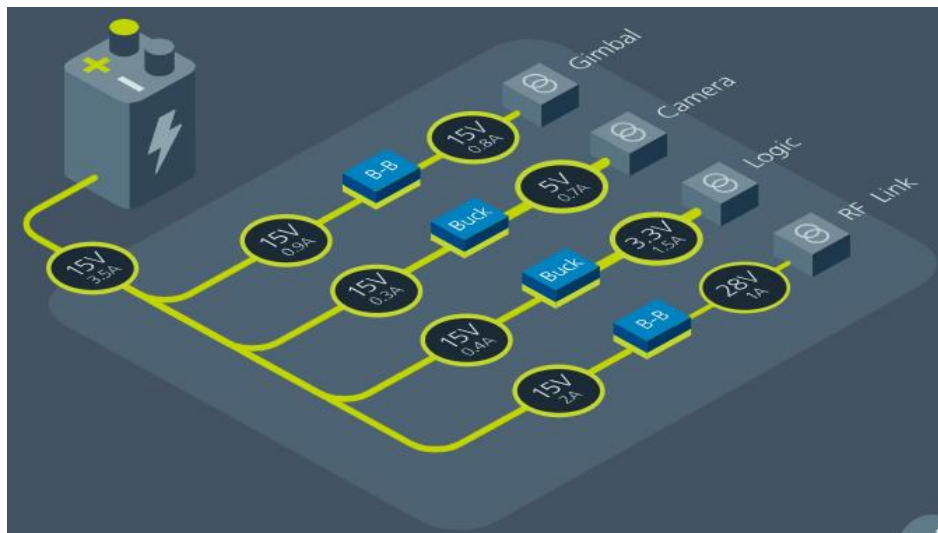
寬範圍的輸入和輸出電壓



高效率



高功率密度



VICOR



## ZVS 降壓穩壓器

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：高達 98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米



## ZVS 升降壓穩壓器

輸入：8 – 60V

輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 連續功率

效率：超過 98%

10.5 x 14.5 x 3.05 毫米

# 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



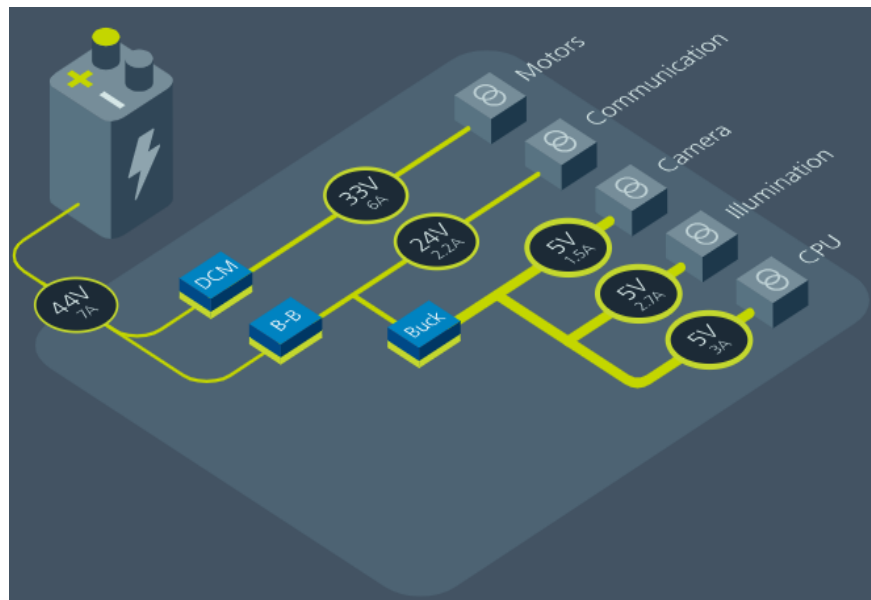
高功率密度·實現更小規格和更輕重量



最小化電磁干擾 (EMI)



ZVS 拓撲結構使模組效率高達 98%



VICOR



## DCM DC-DC 轉換器

輸入：9 – 420V

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

功率：高達 1300W

效率：高達 96%

小巧至 24.8 x 22.8 x 7.21mm



## ZVS 降壓穩壓器

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：高達 98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米



## ZVS 升降壓穩壓器

輸入：8 – 60V

輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 連續功率

效率：超過 98%

10.5 x 14.5 x 3.05 毫米

# 農業無人機

提升功能性，保障可靠性與生產力。



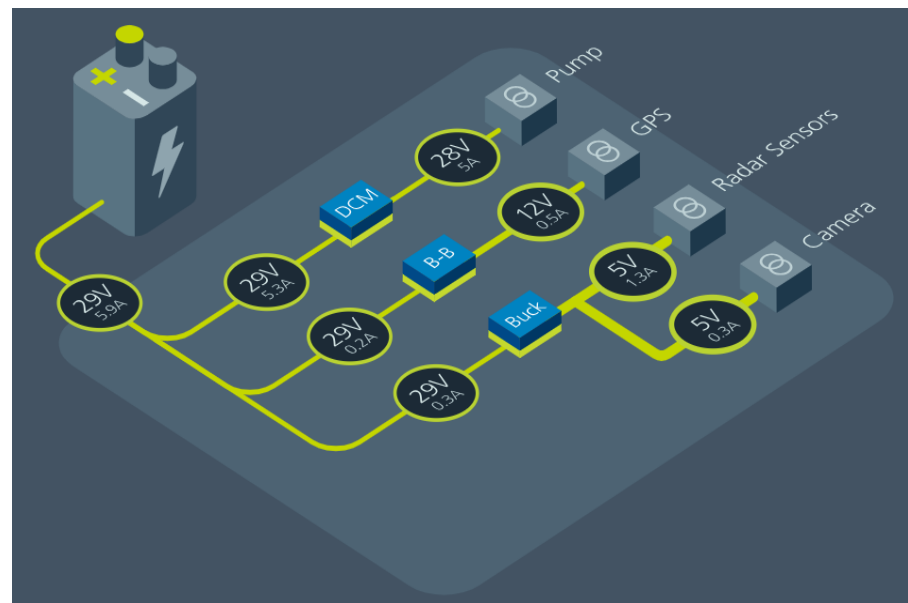
更高的效率可延長飛行時間和工作範圍



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



VICOR



## DCM DC-DC 轉換器

輸入：9 – 420V

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

功率：高達 1300W

效率：高達 96%

尺寸：24.8 x 22.8 x 7.21 毫米



## ZVS 降壓穩壓器

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：高達 98%

小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米



## ZVS 升降壓穩壓器

輸入：8 – 60V

輸出：10 – 54V

功率：高達 150W 連續功率

效率：超過 98%

10.5 x 14.5 x 3.05 毫米

# 繫留空中、水下無人機

高密度、高功率模組實現更輕巧、安全、經濟的線纜設計，延長任務續航能力。



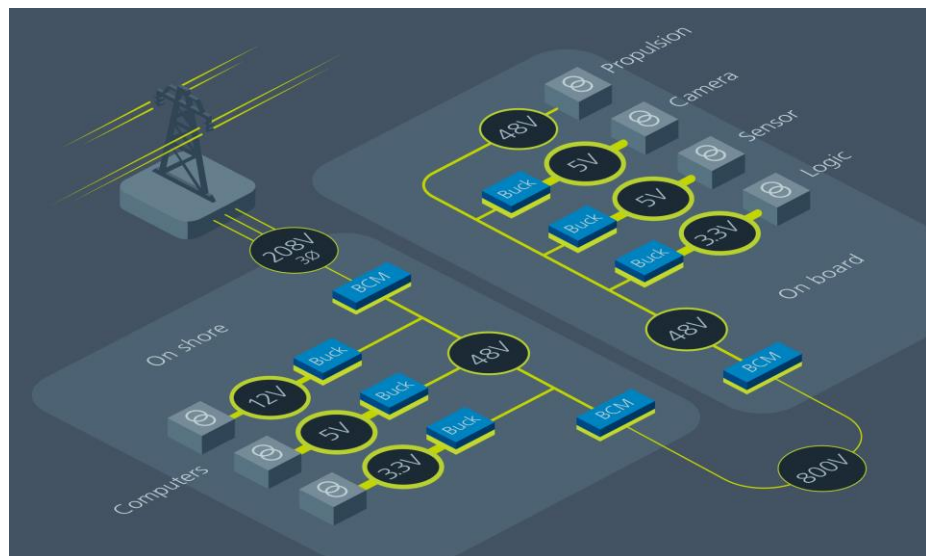
顯著減小線纜尺寸、重量和阻力



實現高壓線纜到安全超低電壓母線的輕巧轉換



模組化設計滿足靈活的设计需求



VICOR



## BCM 高壓母線轉換器模組

隔離固定比率

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

功率：高達 150A

效率：高達 98%

尺寸：22.0 x 16.5 x 6.7 毫米



## 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：高達 98%

尺寸：小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

# 成功案例研究

# 無人機在自然災害中實現救生通訊



供電網路面臨的挑戰



高功率密度與重量



高電壓



低 EMI

Vicor 優勢



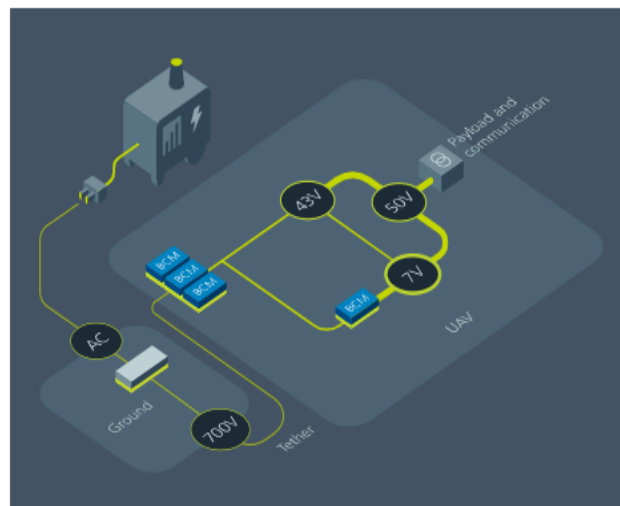
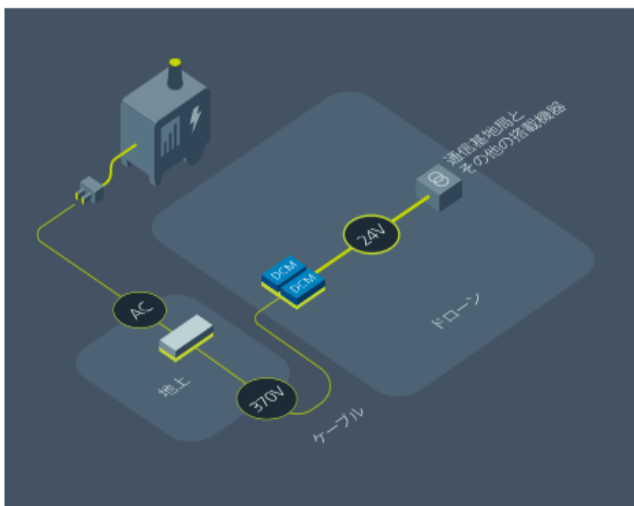
低雜訊



高密度



高效率



BCM<sup>®</sup> 高壓母線轉換器模組

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

功率：高達 150A

效率：高達 98%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.7 mm



DCM DC-DC 轉換器

輸入：9 – 420V

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

功率：高達 1300W

效率：高達 96%

小巧至 24.8 x 22.8 x 7.21mm

# 無線充電為機器人和無人機提高 新一代生產力



## 技術挑戰



無線充電基座的廣泛兼容性



尋找輕量級小型組件



在寬輸出範圍內保持高效率

## Vicor 優勢



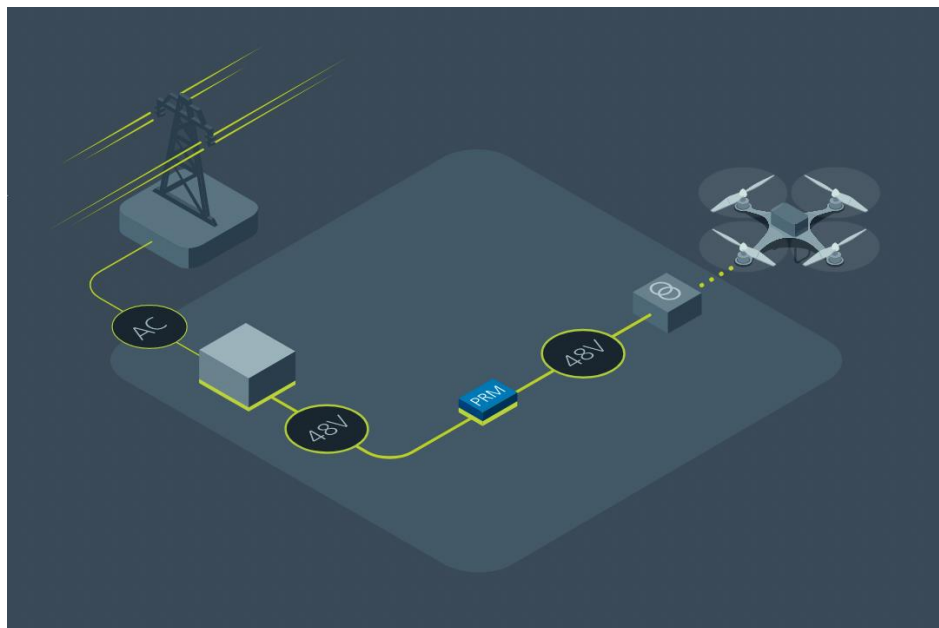
模組化與可擴展性



輕量級



高效率貫穿輕載到滿載



## PRM 前後變壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：48V (36 – 75V)

輸出：48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

效率：高達 97%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米

# 面向 UAV 的全球首款商用氫燃料電池組



供電網路挑戰



緊湊



輕量級



寬範圍穩壓

為什麼選擇  
Vicor?



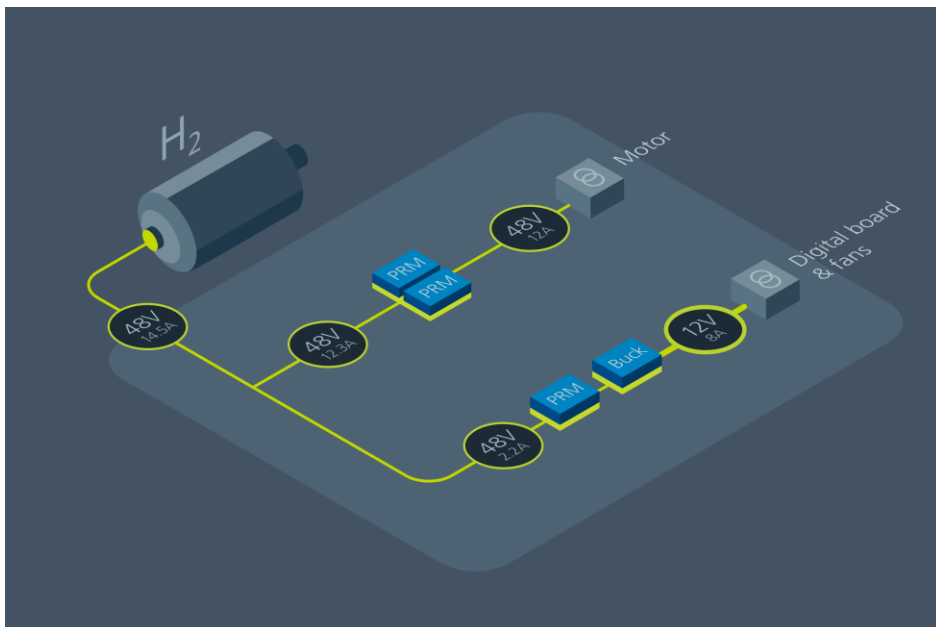
高功率密度



可靠



寬電壓範圍



PRM 前後變壓穩壓器

非隔離穩壓

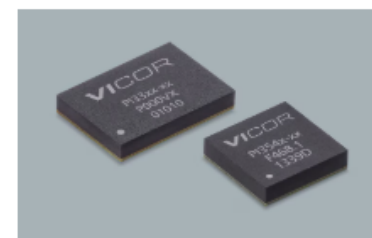
輸入：48V (36 – 75V)

輸出：48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

效率：高達 97%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米



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：高達 98%

尺寸：小巧至 10.0 x 10.0 x 2.56 毫米

提供 5 倍的  
航程和飛行時間



# 新型繫留無人機徹底改變了機動性和遠端通訊



## 供電網路挑戰



功率密度和重量



高壓



低 EMI

## 為什麼選擇 Vicor



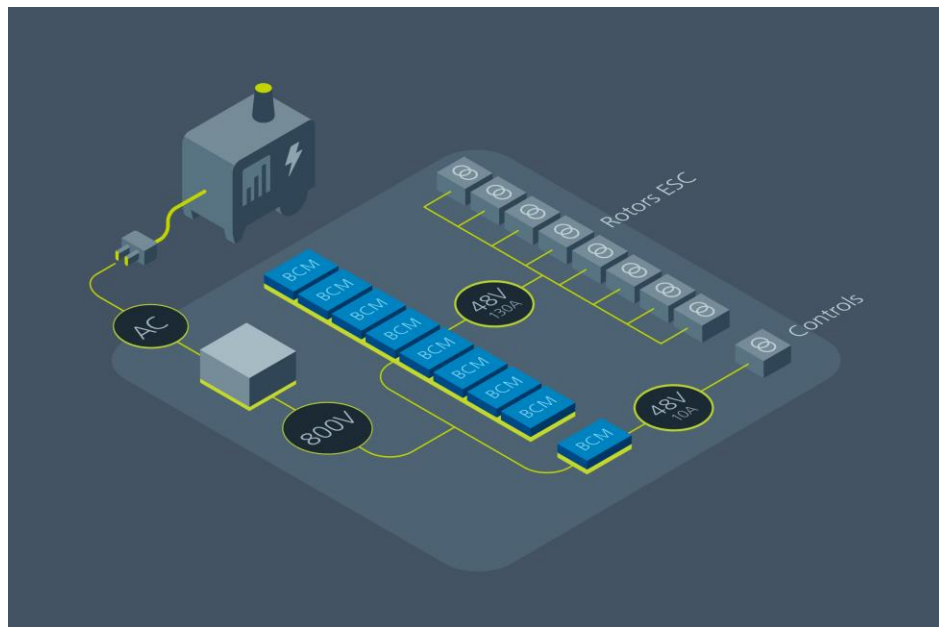
功率密度高達 776W/in<sup>3</sup>



高效率



低雜訊拓撲



## BCM 高壓母線轉換器模組

隔離固定比率

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

功率：高達 150A

效率：高達 98%

尺寸：22.0 x 16.5 x 6.7 毫米

# 模組化水下機器人迅速適應當前危險的水下任務



## 供電網路挑戰



輕量級



可擴展電源



低 EMI

## 為什麼選擇 Vicor?



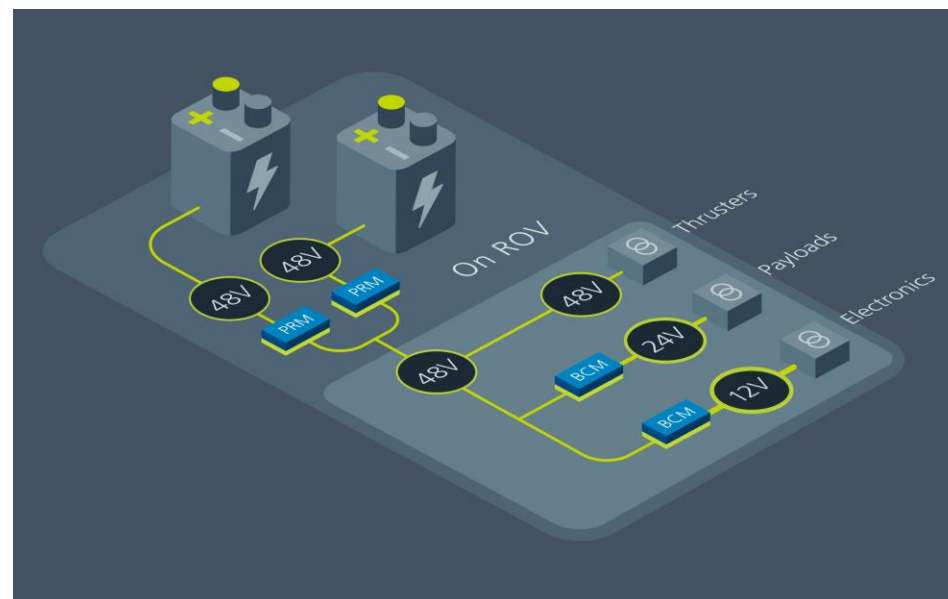
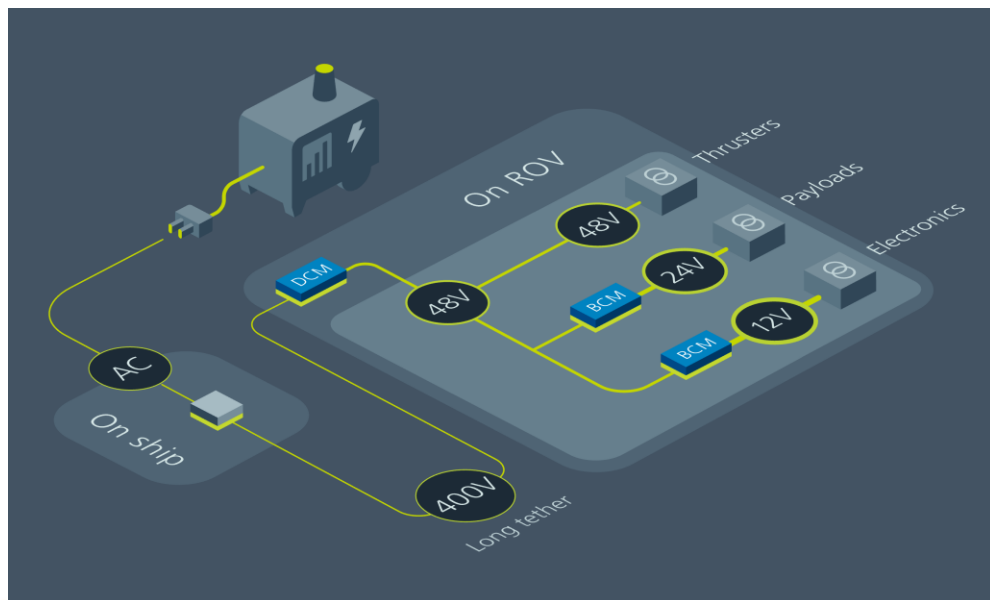
高達 2,400W/in<sup>3</sup> 的功率密度



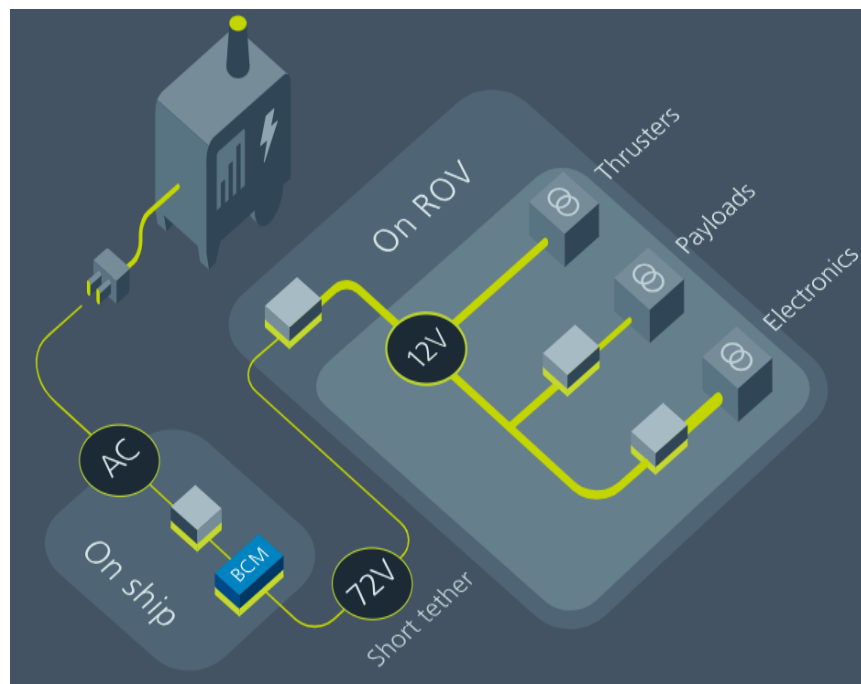
高效率



低噪聲拓撲



# 模組化水下機器人迅速適應當前危險的水下任務



DCM DC-DC 轉換器

隔離穩壓

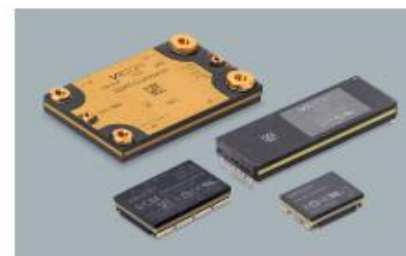
輸入：9 – 420V

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

功率：高達 1300W

效率：高達 96%

尺寸：24.8 x 22.8 x 7.21 毫米



BCM 高壓母線轉換器模組

隔離固定比率

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

功率：高達 150A

效率：高達 98%

尺寸：22.0 x 16.5 x 6.7 毫米



PRM 前後變壓穩壓器

非隔離穩壓

輸入：48V (36 – 75V)

輸出：48V (5 – 55V)

功率：高達 600W

效率：高達 97%

小巧至 22.0 x 16.5 x 6.73 毫米

# Vicor 的電源模組赋能全球最先進的全電動工作級水下機器人(eWROV)



供電網路面臨的挑戰



高功率密度



尺寸與重量



散熱管理

Vicor 優勢



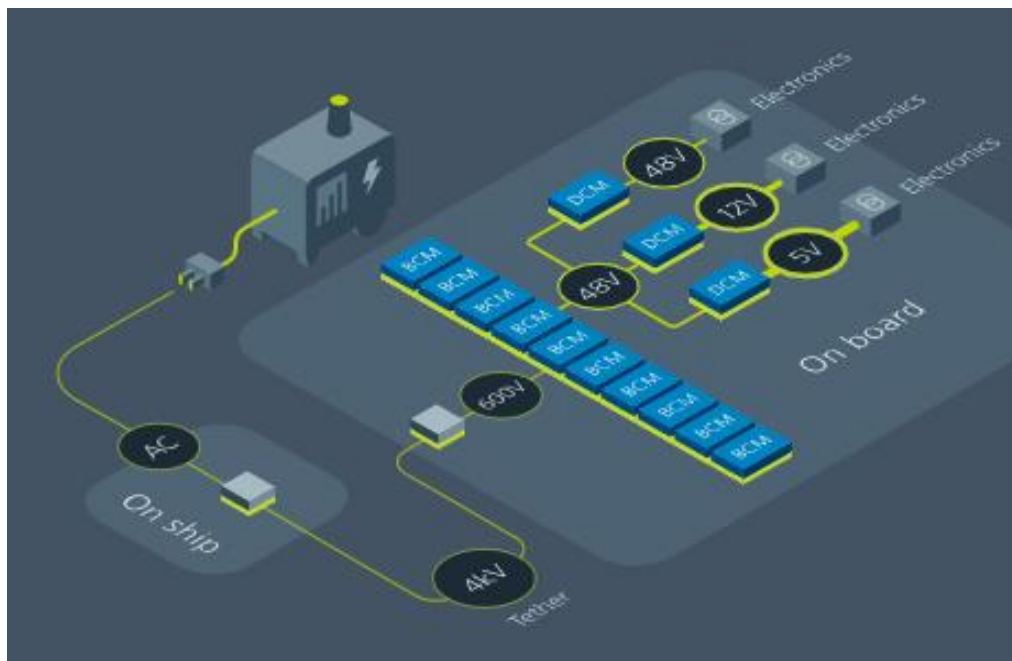
~7.8kW/in<sup>3</sup>  
功率密度



~1.45kg  
重量



高熱效能電源模  
組



BCM 高壓母線轉換器模  
組

隔離固定比率

輸入：800 – 48V

輸出：2.4 – 55.0V

功率：高達 150A

效率：高達 98%

尺寸：22.0 x 16.5 x 6.7 毫米



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

效率：高達 96%

尺寸：24.8 x 22.8 x 7.21 毫米

*VICOR*

Thank you  
謝謝

# UAV reference designs documented on web

各類UAV參考設計

- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/aerospace-and-defense/solutions/aerospace-defense-fixed-winged-hale-uav> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uavs/uavs-media-entertainment> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uav-solutions/uavs-delivery> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uavs/unmanned-aircraft/communications> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uavs/uavs-inspection> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uavs/uavs-surveillance> 
- <https://www.vicorpower.com/industries-and-innovations/uavs/uavs-tethered-aerial-underwater> 

...and ROV discussion in a podcast with the manufacturer plus a case study

- <https://www.vicorpower.com/resource-library/podcasts/videoray-podcast>
- <https://www.vicorpower.com/resource-library/case-studies/saab-seaeye>