

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

介紹

絕緣柵雙極晶體管 (IGBT) 被認為是執行各項電能轉換的出色解決方案，它們特別適用於不間斷電源 (UPS)；UPS 在 AC 電源的電壓出現異常時，會供電給 AC 線路所連接的設備。

5 kW UPS 的目的是在供電中斷發生時，在備用柴油發電機啟動供電前維持 AC 電源的電壓。在這種情況下，UPS 會啟動，提供數分鐘所需的 AC 電流，以讓發電機供應所需要的負載電流。

在不間斷電源中，設計人員不是使用 MOSFET，而是使用 IGBT，這讓設計人員得以採用更簡單和更小的散熱器設計，因為 IGBT 具有更低的功率損耗和更高的熱導率。因此，[Bourns® IGBT](#) 是眾多 UPS 功能區塊的最佳解決方案；這些功能區塊普遍存在於資料伺服器設備、網路和通訊集線器設施，以及製造工廠，為製造工廠中的工業機器人及通訊網路提供電力。IGBT 在靜態的 UPS 系統中亦很有用，靜態的 UPS 系統用於資料中心，以監控運作所需要的電源，並維持電池備用自主性，以實現供電連續性。

本文概論為什麼使用 IGBT 作為 UPS 功能區塊中的開關元件是有優點的，說明將重點放在 IGBT 為 UPS 的設計提供了體積更小、重量更輕和效能更高的種種優點。本文亦概述如何實現更簡單的電路和更低的物料成本，這通常亦會使故障的元件減少、備用作業的可靠性提高，且可拉長 UPS 的平均故障間隔時間 (MTBF)。

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

UPS 類型

離線型 UPS 是最常見的 UPS 類型，如圖 1 的方塊圖所示。

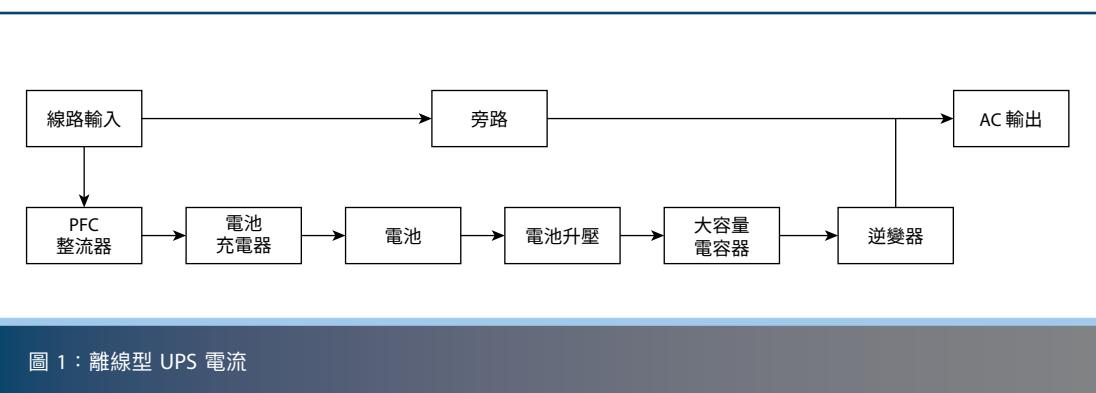


圖 1：離線型 UPS 電流

這類 UPS 的主要概念是電池以低電流緩慢充電，並以高電流快速放電，以提供 AC 輸出電源。使用到 IGBT 的階段有下列：

- PFC 整流器—電池充電器將交流電轉換為直流電，並為電池充電
- 電池升壓，在更高的電壓下，將直流電轉換成交流電
- 逆變器在相同或不同的線路頻率將直流電轉換成交流電

第二種最常見的 UPS 是在線型 UPS，如圖 2 所示。這種 UPS 之所以被認為是在線型，係因為 AC 輸出電壓一直可供負載使用。負載電流連續流過直流到 AC 逆變器。

在離線型 UPS 中，PFC 整流器以低於其在 UPS 輸出作業期間所提供的電流為電池充電。在線上型 UPS 中，無論何時，只要連接的負載有需求，PFC 整流器即會供應 UPS 的全額定功率—這可能是連續的。這凸顯出線上型 UPS 的主要優點：沒有轉換時間，轉換時間係指離線型 UPS 啟動 DC 到 AC 逆變器並變更旁路繼電器以從逆變器提供輸出功率所需要的時間。這個時間的長度可以長到一個電源頻率週期，可能是 16.7 ms，亦可能是 20 ms。

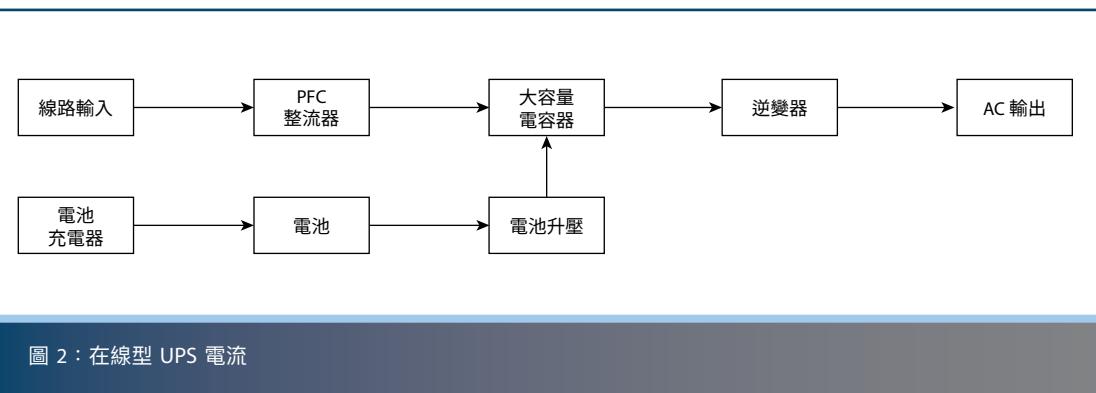


圖 2：在線型 UPS 電流

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

UPS 電源轉換區塊

組裝這兩種 UPS 所需要的電源開關功能如下：

- PFC 整流器—電池充電器將交流電轉換為直流電，並為電池或大容量電容器充電
- 電池升壓，在更高的電壓下，將直流電轉換成交流電
- 逆變器在線路輸出頻率上將直流電轉換成交流電

下面說明使用 IGBT 的四個 UPS 轉換區塊：

- PFC AC 線路 208 至 250 VAC 將大容量電容器充電至標稱 360 VDC，開關功率 7 kW (在線型 UPS)
- PFC AC 線路 208 至 250 VAC 將電池充電至最大 1.2 kW (離線型 UPS)
- 40 至 60 VDC 輸入到升壓轉換開關到 360 VDC 大容量電容器
- 逆變器 360 VDC 大容量電容器 220 至 240 VAC 輸出

蓄電池選擇

每個 UPS 應用和產品定義可以是不同的，且將是不同的。對本應用手冊，使用了淨 5 kW 交流輸出作為例子。一開始規劃一個額外的電源轉換器，以克服每個階段所發生的開關損耗所導致的功率損耗。對於所有階段的 5 kW 淨輸出和 90% 的效能，系統電源需要額外的 556 瓦特。

UPS 通常被設計成在有限的時間內供應標稱輸出電源，蓄電池將提供所需要的電流，直到其電壓到達最小放電電壓。使用四個容量為 100 A-h 的 12 V 電池可滿足這個要求。四個深循環密封鉛酸電池可提供 15 分鐘的 154 A 電流，最終電壓為 40 V。這將是 6160 W，比需求多出 11%。這餘量允許電池老化，但仍可提供 5 kW 的輸出。四個 12 V 電池在 58 VDC 下需要最大 20 A 的電流才能進行充電。

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

功率因數校正：來自交流線路的電能

離線型開關電源轉換器通常有一個不是正弦的輸入電流。這個輸入電流的波形含有很高的諧波量，因為電流在輸入電壓波形的峰值處以脈衝形式被吸收。

從 AC 電源線路取電通常會導致電源線路頻率的諧波返回到交流線路上。這會產生諧波能量，使線路傳輸變壓器產生循環電流和功率損耗 (溫度升高)，這是我們不希望出現的情況。在每個線路電壓峰值為電容器充電的整流器允許電流的峰值尖峰流動幾毫秒。下面的圖 3 顯示電流尖峰。

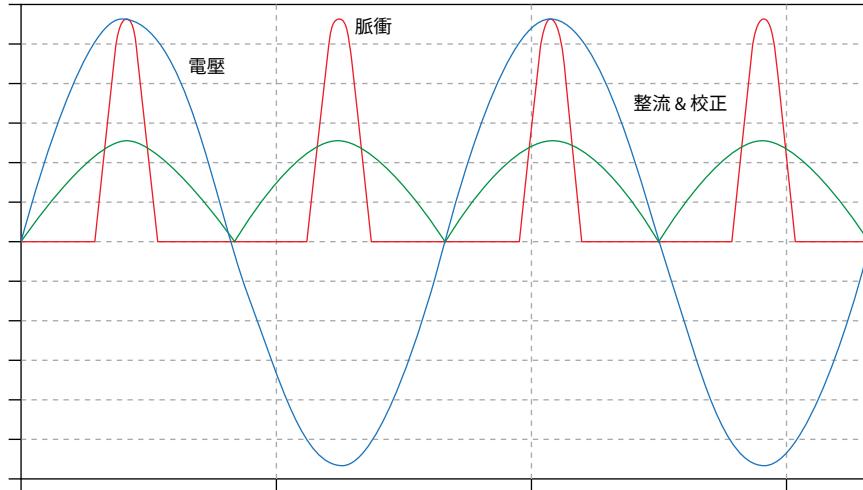


圖 3：線路電壓以及脈衝與整流電流

主動功率因數校正電路控制輸入電流，以跟隨線路電壓，強迫轉換器看起來像線路的電阻負載。在電流和電壓波形之間，電阻負載的相移是 0° 。功率因數 (PF) 被定義為電流和電壓的正弦波形之間的相位角的餘弦值。因此，純電阻負載的功率因數為 1。

使負載電流跟隨線路電壓、因而使相位差不存在的技術稱為「功率因數校正」。當功率因數為 1 (電壓和電流之間的相位角的餘弦值) 時，交流線路上的功率僅在電壓是高的時候流動，且諧波失真是低的。PFC 僅在電壓是高的時候從線路中取得電流，因而使全波二極體整流器以線路的電阻負載而出現。

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

PFC 轉換交流線路電壓 208 至 250 VAC 至 360 VDC

對在線型 UPS，功率因數校正 (PFC) 從交流線路 208 至 250 VACrms 取得電力，以將大容量電容器充電至標稱 360 VDC，將 20 A 轉換為 60 A。控制器透過轉換 AC 輸入線路電流的波形，使其對應 AC 輸入線路電壓的波形，因而實現近乎整功率因數。這個 PFC 階段的控制器實施平均電流模式控制。這個控制方法可維持低失真正弦線路電流，因而將輸入諧波失真減至最低。

這個 PFC 階段的控制器實施平均電流模式控制。這個控制方法可維持低失真正弦線路電流，因而將輸入諧波失真減至最低。

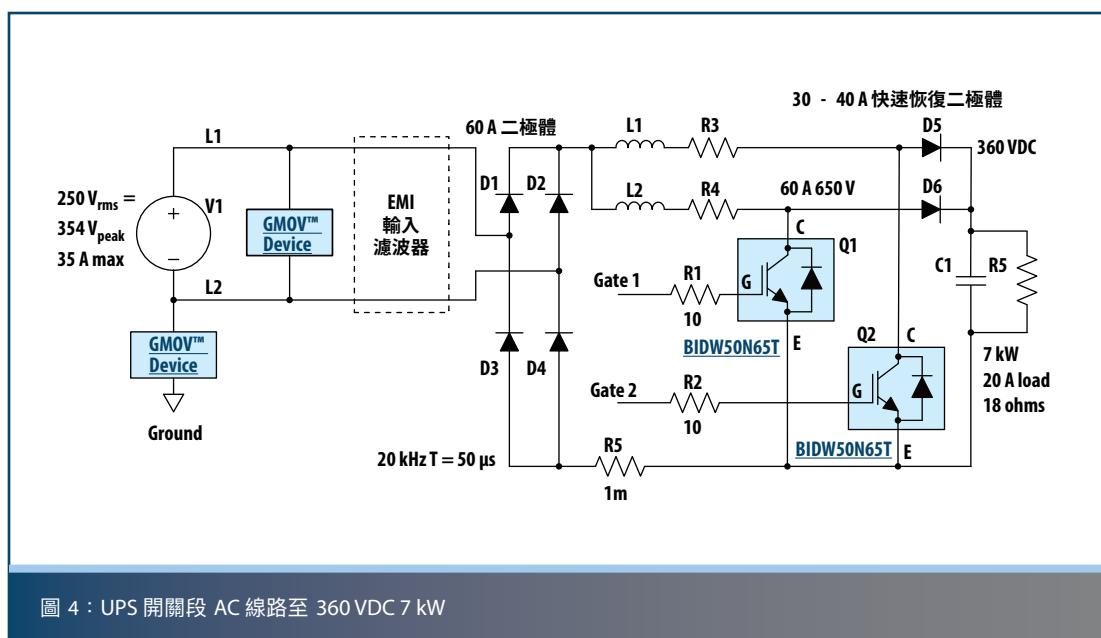


圖 4：UPS 開關段 AC 線路至 360 VDC 7 kW

圖 4 說明 7 kW 整流器的 PFC 開關的形式。一開始是電源線路浪湧保護，有一個 EMI 濾波器，以符合線路諧波能量要求，且有一個全波橋式整流器。兩個扼流圈 (L1 和 L2) 與 IGBT 開關 U1 和 U2 一起工作，以允許電流通過。負載 R5 代表 PFC 整流器的負載。

柵極 1 和柵極 2 的控制是定時的，因此當線路電壓可用於提供電流時，它們會通過電流。透過計算 AC 線路何時能夠向負載輸送電流並調節儲能電容器 C1 上的電壓來啟動柵極。基本的 IGBT 有效週期是從大約 20 kHz 的恆定頻率計算出來的。

應用手冊

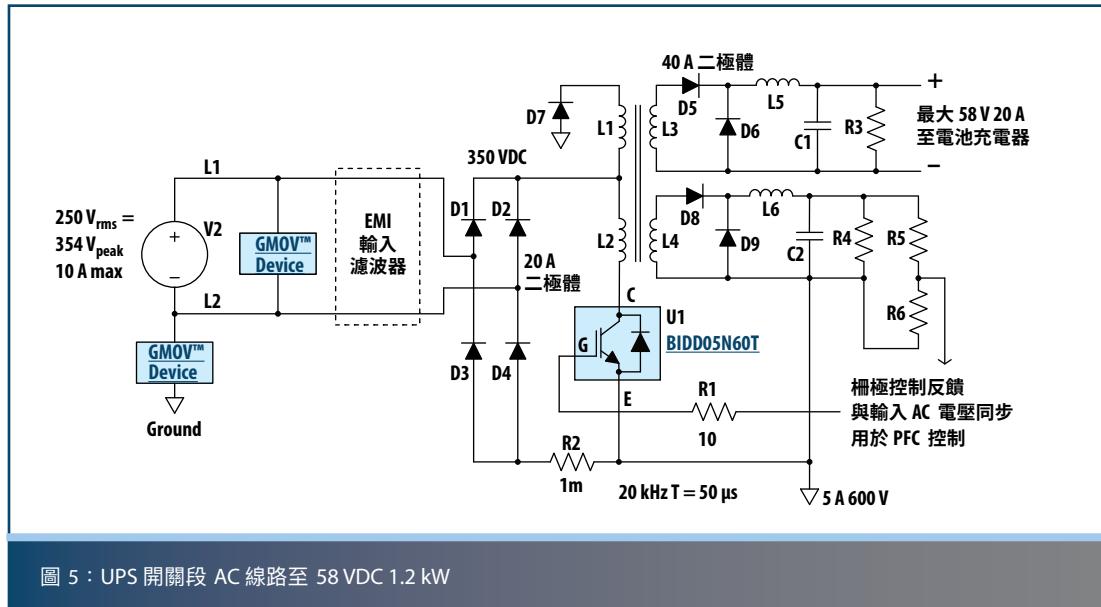
在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

PFC AC 線路電池充電器在 58 VDC 時為 20 A

PFC 在 208 至 250 VAC_{rms} 從 AC 線路取得電力，在最大 20 A 和 58 VDC 為電池充電。請注意，這個正向轉換器亦適用高功率 PoE（乙太網供電）。



透過量測 R2 上的電壓來檢測充電電流。

應用手冊

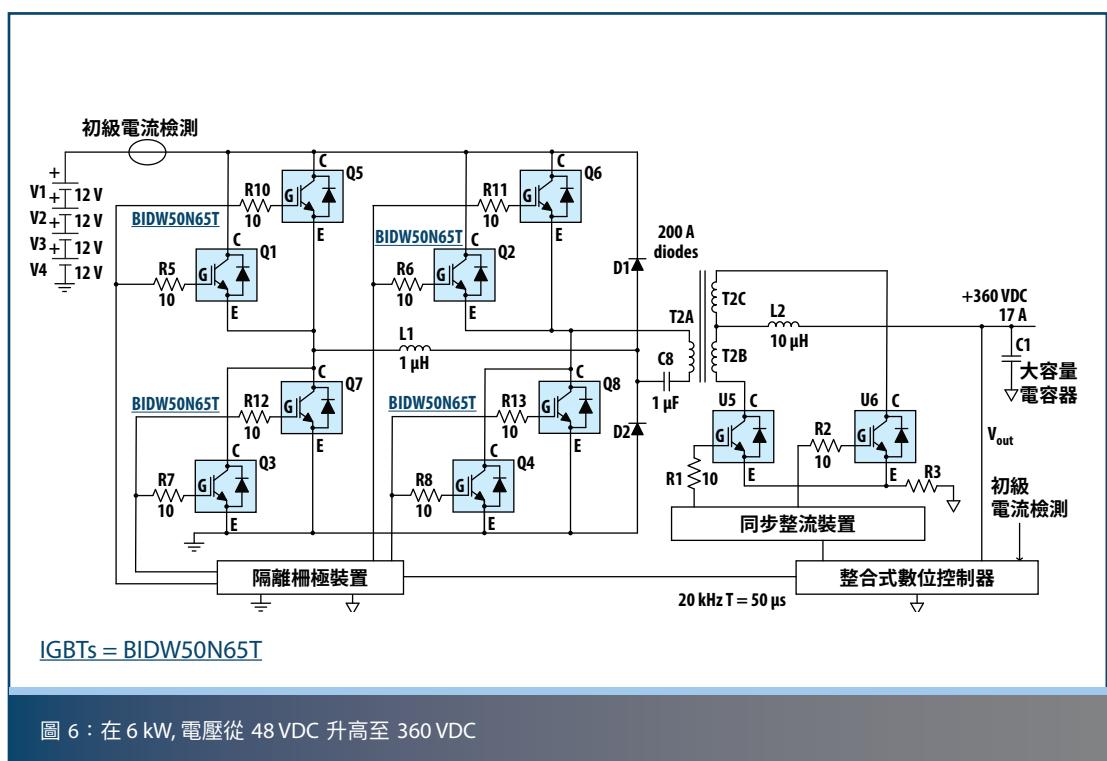
在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

DC 升壓轉換器

如圖 6 所示，使用帶有 H 橋主開關電路的經典馳返式輸出來將低的 DC 電壓升高。透過開關 U1 至 U4，從四個串聯的 12 volt 電池中取出電流，以為馳返式變壓器 T2 充電。全波同步整流器 U5 和 U6 對次級變壓器進行整流。透過檢測輸出電壓、輸出電流和初級電流，整合式數位控制器產生全 H 橋柵極驅動信號。



應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

DC 至 AC 逆變器 5.5 KW

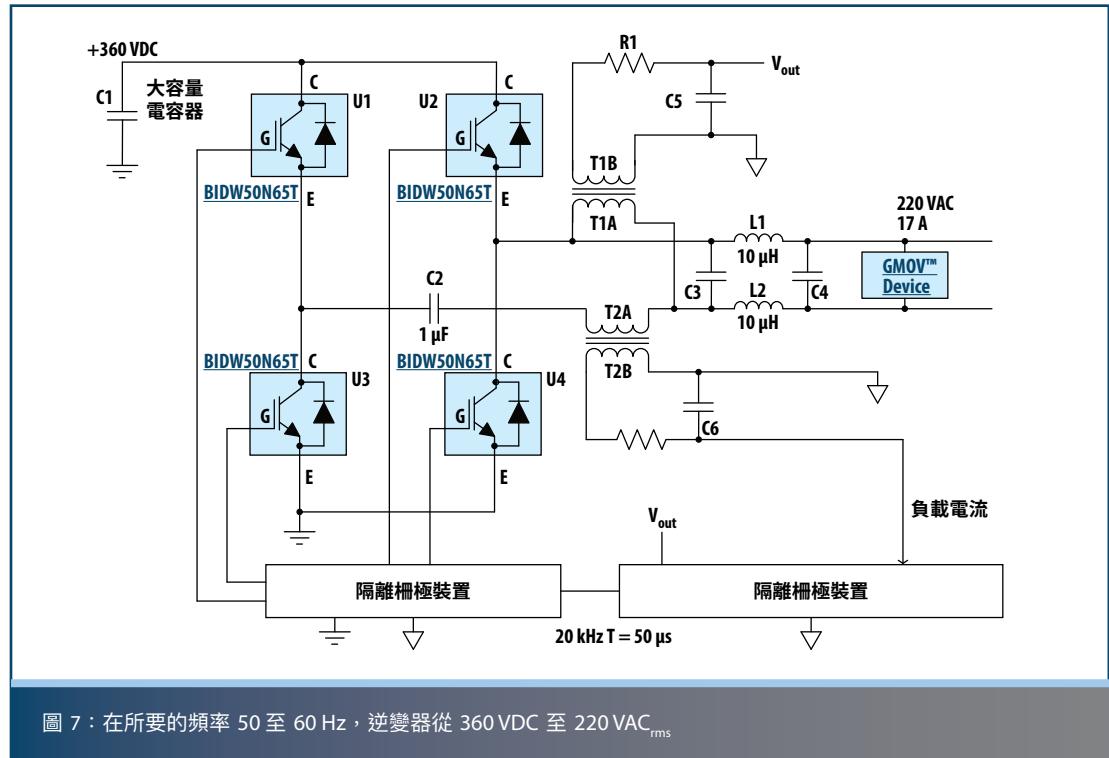


圖 7：在所要的頻率 50 至 60 Hz，逆變器從 360 VDC 至 220 VAC_{rms}

圖 7 顯示從 360 VDC 到 220 到 240 VAC 輸出的全橋式直接驅動逆變器。整合式數位控制器使用合成的 AC 電壓和電流波形來控制 H 橋開關的柵極驅動。從內部算得的功率頻率波形來計算開關相位，並與內部 20 kHz 時鐘做比較。穩定的頻率控制提供了頻率穩定性和狹窄的 AC 波形公差。

應用手冊

在不間斷電源功能區塊中，使用 IGBT 作為開關



Bourns® BID IGBT 系列

結論

在許多不同的電路配置中使用適當的 IGBT 會產生有用且多樣的功率轉換電路。IGBT 作為開關和整流器，結合二極體和磁性元件，為多種類型的不間斷電源創造出各種架構。現代數位控制電路簡化了轉換電路的控制和調諧，因而可以最高效率實現所需要的功能。

Bourns 提供一系列先進的 IGBT，具有大電流和最多僅 30% 的功耗特色，使電路能夠在最低量的高頻雜訊下運作，並可減少所需要的元件數量，有助減低總物料成本。以驅動 MOSFET 的相同方式來驅動柵極，因此非常簡易，採用全新型 Bourns® IGBT 可以簡化流程設計出完整的 UPS 應用電路。

有關更多完整的規格和其他應用資訊，請參閱 Bourns 網頁。

其他資源

- [產品頁面：Bourns 離散式 IGBT](#)
- [技術資料庫：Bourns 離散式 IGBT](#)
- [白皮書：瞭解 IGBT 資料表上的參數](#)
- [白皮書：實現快速的 IGBT 反向恢復損耗](#)
- [白皮書：量測 IGBT 傳導損耗，以將效能最大化](#)
- [白皮書：Bourns® IGBT vs. MOSFET – 確定效能最大的電源開關解決方案](#)

www.bourns.com

BOURNS®

Americas: Tel +1-951 781-5500
Email americanus@bourns.com

EMEA: Tel +36 88 885 877
Email eurocus@bourns.com

Asia-Pacific: Tel +886-2 256 241 17
Email asiacus@bourns.com