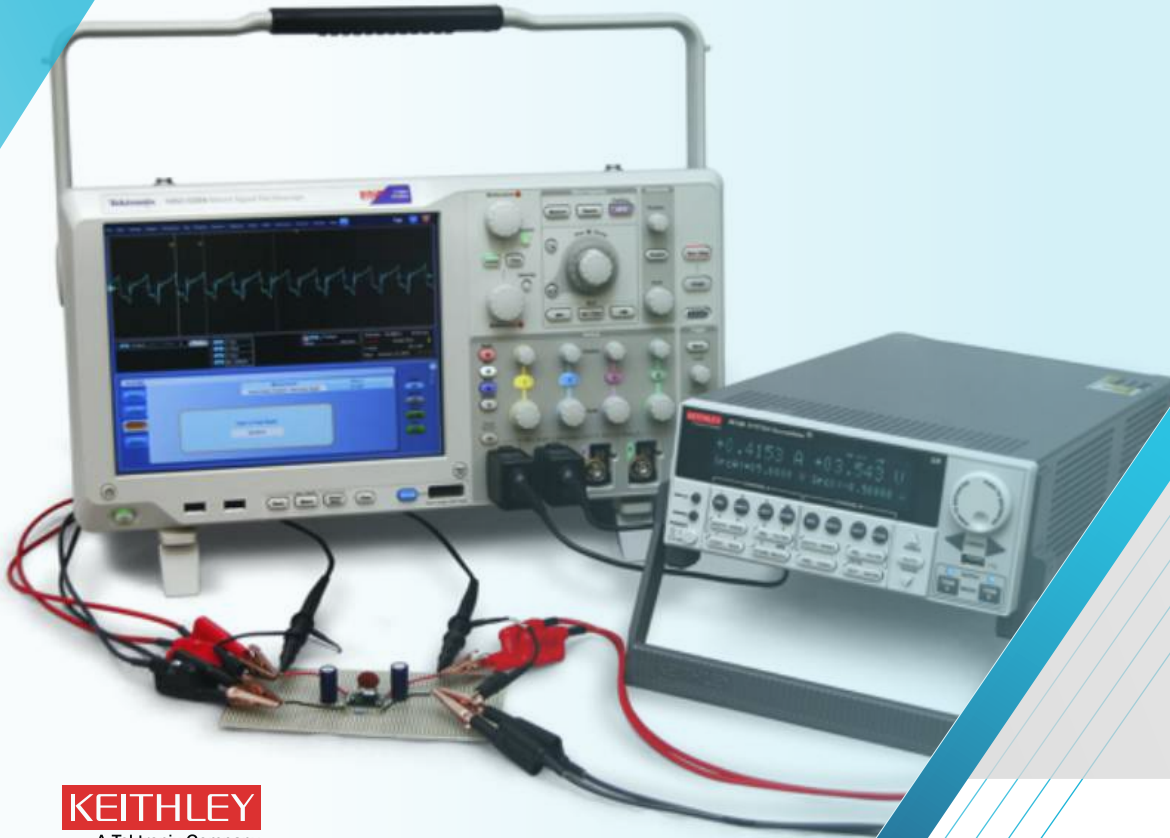


# 使用 2600B 系統 SourceMeter® SMU 儀器和 MSO/DPO-5000 或 DPO-7000 系列示波器簡化直流/直流轉換器特性分析

## 應用摘要



**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

## 簡介

直流 / 直流轉換器是廣泛使用的電子元件，可轉換直流電源的電壓位準，同時調節輸出電壓。輸出端可為電路提供恆定的電壓，而與輸入電壓或負載電流的變化無關。這些電源管理裝置用於各種電子產品，包括筆記型電腦、手機和儀器。

鑑於需開發出功耗更低且電池壽命更長的产品等日益增加的壓力，設計工程師需要達到更高的電源轉換效率。因此，設計時需執行大量的量測以分析直流 / 直流轉換器的電氣參數特性。測試執行包括線路調節、負載調節、輸入和輸出電壓準確度、靜態電流、效率、導通時間、漣波和暫態回應。其中某些測試需使用直流測試儀器以進行輸出和量測；另一些需要示波器，有些可能則兩者均需要。

本應用摘要說明如何使用 Keithley 雙通道系列 2600B 系統 SourceMeter SMU 儀器和 Tektronix MSO/DPO-5000 或 DPO-7000 系列示波器來簡化直流 / 直流轉換器測試。為這些示波器所開發的 DPOPWR 應用軟體可支援常見的電源管理裝置參數的量測和分析功能。圖 1 顯示測試直流 / 直流轉換器的典型組態。

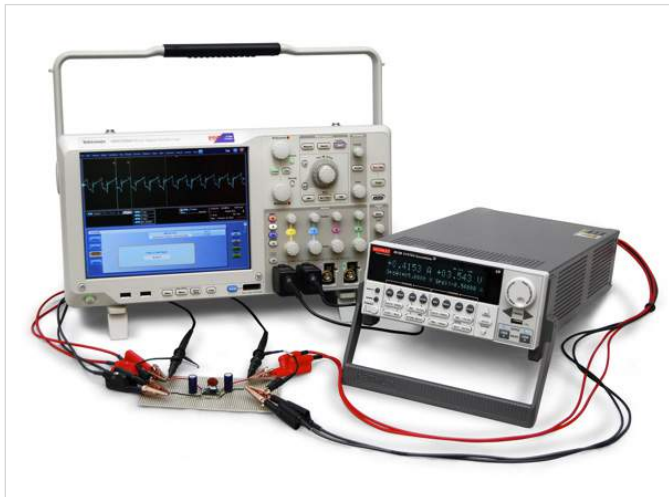


圖 1. 完整解決方案：MSO-5204 示波器和 2612B 雙通道 SMU，可用於測試直流/直流轉換器電路。

## 直流/直流轉換器

若要產生高於或低於輸入電壓的輸出電壓，直流 / 直流轉換器將會是非常實用的儀器。降壓轉換器可產生低於輸入電壓的輸出電壓；升壓轉換器則可產生高於輸入電壓的輸出電壓。在理想狀況下，這種轉換應當以高效率執行，以避免浪費能量。圖 2 是直流/直流轉換器的簡化圖。 $V_{IN}$  終端是裝置的輸入電壓節點 (參考至共用的接地終端)。 $V_{OUT}$  終端是相對於共用終端的調節電壓輸出。

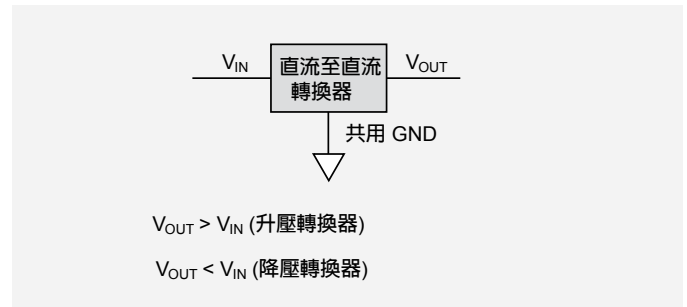


圖 2. 直流/直流轉換器的簡圖。

## 使用系列 2600B SMU 進行直流/直流轉換器參數測試

通常，直流 / 直流轉換器的電氣特性分析涉及輸出和量測輸入電壓 ( $V_{IN}$ )、量測輸入電流 ( $I_{IN}$ )、量測輸出電壓 ( $V_{OUT}$ ) 和輸入負載電流 ( $I_{OUT}$ )。從這些量測的結果即可確定效率和其他參數。效率對於大多數設計 (尤其是電池供電的产品) 而言非常重要，因為這會直接影響裝置的執行時間。轉換器的效率是輸出功率除以輸入功率：

$$\text{效率} = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{(V_{OUT} \times I_{OUT})}{(V_{IN} \times I_{IN})}$$

傳統上，這些裝置的直流特性分析需使用數個數位萬用電錶、電源供應器和電子負載。然而，使用單一雙通道系列 2600B 系統 Source Meter SMU 來更換所有這些電子儀器，可以簡化直流特性分析。此 SMU 是測試各種直流/直流轉換器 I-V 參數的理想選擇，因為其可輸出和量測電流及電壓，並可作為電子負載。使用一台儀器 (而非多個設備) 將可有效簡化測試實行、軟體和同步等程序，並可佔用較少的機架或工作台空間。

如圖 3 所示，在直流/直流轉換器的輸入終端上使用一個 SMU 通道 (CH1)，並在輸出終端上使用另一個 SMU 通道 (CH2)，即可取代數個儀器的功能。

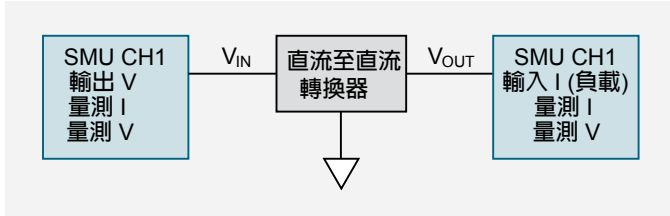


圖 3. 使用兩台 SMU 執行直流/直流轉換器的參數測試。

雖然直流 / 直流轉換器特性分析涉及測試許多電參數，但是負載調節和線路調節也會進行詳細的討論，因為這些是非常常見的測試。

## 負載調節

負載調節測試會分析在恆定輸入電壓 ( $V_{IN}$ ) 下，當負載電流 ( $I_{LOAD}$ ) 變化時直流/直流轉換器維持指定輸出電壓的能力。負載調節測試通常在負載電流的整個範圍內執行。

圖 4 顯示了使用兩個 SMU 通道的典型負載調節測試。SMU CH1 提供輸入電壓並監視輸入電流。透過將 SMU CH2 設定為輸入電流 (輸出負電流)，將其配置為電子負載。在這種模式下，系列 2600B SMU 將在第四象限內運作並輸入電流。

SMU 是配置使用遠端感應或四線連接。使用四線連接即可消除可能會影響量測準確度的引線電阻。藉由四線法，輸出端會使用一對測試引線 (在 Output HI 和 Output LO 之間) 輸出，並跨過第二組引線 (跨 Sense HI 和 Sense LO) 量測電壓下降。感應引線應盡可能接近裝置，以確保量測不會受到引線電阻影響。

圖 5 顯示典型負載調節測試的結果。在此特定範例中，直流/直流轉換器配置為輸出恆定的 3.6V 電壓。SMU CH1 設為對電壓輸入終端偏壓 5V (額定值)。SMU CH2 則配置為掃描從 0 至 -1A 的負載電流，並量化所得的輸出電壓。這些量測是在嵌入式 TSP® Express 軟體的控制下進行，可進行快速又簡便的 I-V 測試。使用者可輕鬆地從 I-V 資料計算負載調節百分比。

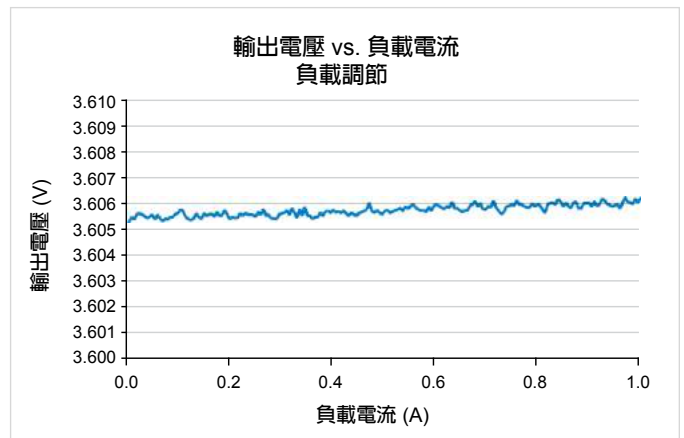


圖 5. 使用雙通道 2612B SourceMeter SMU 儀器所進行的直流/直流轉換器負載調節圖。

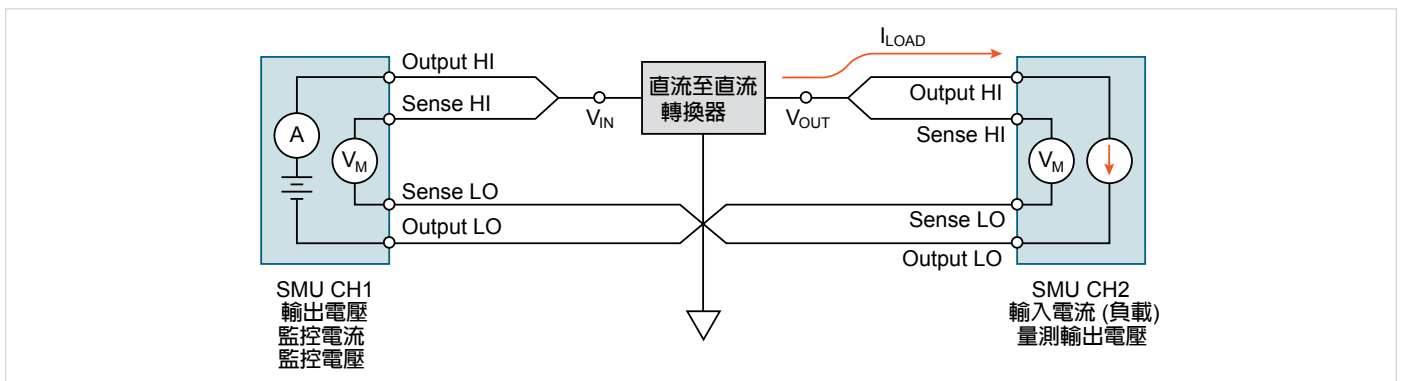


圖 4. 使用兩台 2600B 系列系統 SourceMeter SMU 儀器進行的負載調節測試。

## 線路調節

線路調節功能可讓直流 / 直流轉換器在輸入電壓變化時維持指定的輸出電壓。輸出電壓應保持恆定 (在數毫伏範圍內)，而輸入電壓在指定的電壓輸入範圍內變化。

針對線路調節測試，兩個 SMU 均以與負載調節測試相同的方式連接至直流 / 直流轉換器。然而，針對於此測試，會在指定的輸入電壓範圍內掃描，並量測輸出電壓。負載電流通常設為 0A。

圖 6 顯示典型線路調節測試的結果。此測試是使用機型 2612B SMU 執行。機型 2612B (SMU CH1) 的第一個通道配置為在裝置的輸入終端上掃描電壓：SMU 的第二個通道 (SMU CH2) 則配置為量測輸出電壓。從 I-V 資料可輕鬆地計算線路調節百分比。

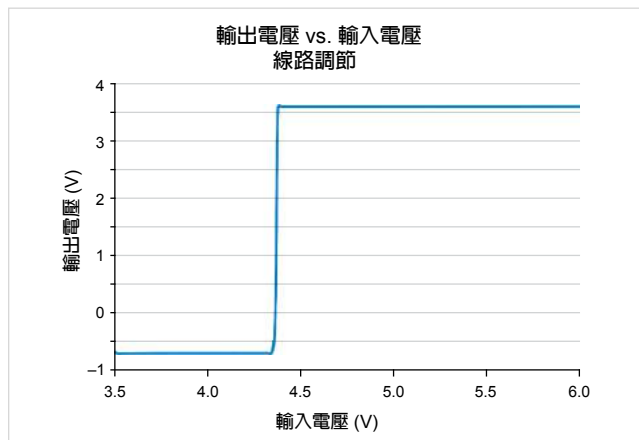


圖 6. 使用單一機型 2612B SourceMeter SMU 儀器所進行的直流/直流轉換器線路調節量測圖。

## 適用於直流/直流轉換器測試的 DPO-7000 系列示波器

除了由 SMU 執行的直流參數測試外，某些直流/直流轉換器測試需要使用示波器。這些交流測試包括量測導通時間、漣波、頻譜分析和暫態回應。針對許多示波器測試，SMU 可提供輸入電壓和負載電流。圖 7 顯示一個 SMU 和示波器均連接至裝置的典型測試組態。使用的特定示波器探棒取決於裝置和完整的測試電路。

為了簡化裝置測試，示波器的選配 DPOPWR 應用軟體為直流 / 直流轉換器、交流 / 直流轉換器、電源供應器和其他電源管理裝置提供自動電源量測和分析。此軟體與 Tektronix MSO/DPO-5000 或 DPO-7000 系列示波器搭配使用時，可提供常用的電源量測裝置量測和計算，以供磁性、電氣和輸入 / 輸出分析。下列直流/直流轉換器導通時間和頻譜分析的範例測試可協助說明此軟體的功能。

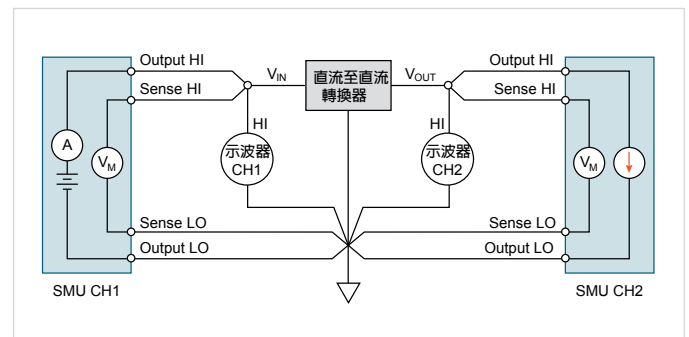


圖 7. 使用一台示波器和兩台 SMU 測試非隔離直流/直流轉換器。





圖 8. MSO-5000 示波器上 DPOWPR 軟體的導通時間測試螢幕擷取畫面，顯示量測導通時間 (紅色強調顯示)。

## 導通時間

DPOWPR 應用軟體的內建測試之一是確定直流/直流轉換器的導通時間。導通時間測試可量測當輸入電壓施加到系統時到發展至穩定輸出電壓所需的時間之間的時間延遲。

針對此特定的測試，機型 2612B 的 SMU 通道 1 已施加了輸入電壓，且示波器的通道 1 (CH1) 已連接至直流/直流轉換器的輸入端。圖 8 顯示以時間為基礎的量測結果。請注意，除了在螢幕頂以時間為基礎的圖形結果之外，在 DPOWPR 軟體的 Results 索引標籤中，導通時間會自動計算和顯示，提供可重複的量測，並且不需要使用者手動量測螢幕上的時間。

## 頻譜分析

頻譜分析功能是另一個內建的測試功能，可讓您分析頻域中不需要的輸出電壓交流分量和量測輸出雜訊/漣波。頻譜分析測試可根據所選擇的開始、停止和頻寬值來分析、量測並顯示訊號的交流分量。

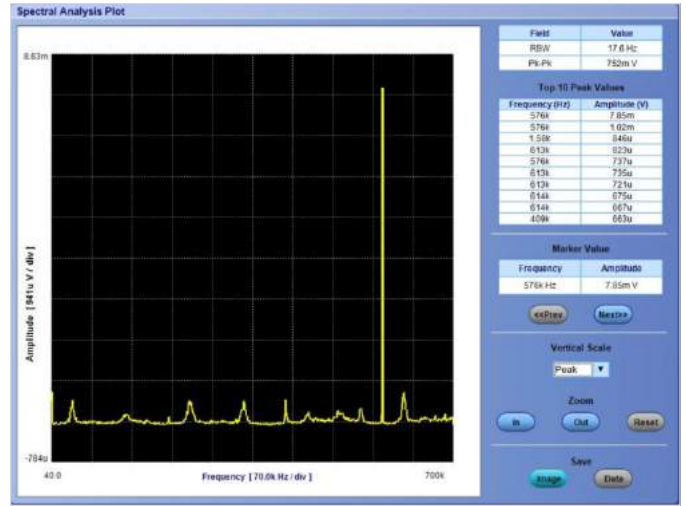


圖 9. 直流/直流轉換器的頻譜分析圖。

為了產生直流/直流轉換器的頻譜分析圖，機型 2612B 可供應輸入電壓。示波器的通道 1 (CH1) 連接至裝置輸入端，通道 2 (CH2) 則連接至裝置輸出端。所得到的直流/直流轉換器頻譜分析圖如圖 9 所示。此軟體會將電壓振幅繪製為頻率的函數，並在螢幕上的圖表中顯示頂峰值。此量測指示直流輸出電壓上的數毫伏切換頻率漣波。

如需有關 DPOWPR 應用軟體上的詳細資訊，請參閱 Tektronix 應用摘要《利用 DPOWPR 應用軟體執行電源供應器量測和分析》。

## 結論

傳統上，測試直流/直流轉換器時需使用數種不同的測試儀器。然而，雙通道系列 2600B 系統 SourceMeter SMU 儀器將多種量測儀器結合成一個設備，有效簡化了直流/直流轉換器的電特性分析程序。雙通道系列 2600B SMU 儀器與 MSO/DPO-5000 或 DPO-7000 系列示波器結合，為直流/直流轉換器的測試和分析提供了一個更完整的解決方案。

## Tektronix 聯絡方式：

東南亞國協/大洋洲 (65) 6356 3900  
奧地利\* 00800 2255 4835  
巴爾幹半島、以色列、南非及其他 ISE 國家 +41 52 675 3777  
比利時\* 00800 2255 4835  
巴西 +55 (11) 3759 7627  
加拿大 1 (800) 833 9200  
中東歐、烏克蘭及波羅的海諸國 +41 52 675 3777  
中歐與希臘 +41 52 675 3777  
丹麥 +45 80 88 1401  
芬蘭 +41 52 675 3777  
法國\* 00800 2255 4835  
德國\* 00800 2255 4835  
香港 400 820 5835  
印度 000 800 650 1835  
義大利\* 00800 2255 4835  
日本 81 (3) 67143010  
盧森堡 +41 52 675 3777  
墨西哥、中/南美洲與加樂比海諸國 52 (55) 56 04 50 90  
中東、亞洲及北非 + 41 52 675 3777  
荷蘭\* 00800 2255 4835  
挪威 800 16098  
中國 400 820 5835  
波蘭 +41 52 675 3777  
葡萄牙 80 08 12370  
南韓 001 800 8255 2835  
俄羅斯及獨立國協 +7 (495) 7484900  
南非 +27 11 206 8360  
西班牙\* 00800 2255 4835  
瑞典\* 00800 2255 4835  
瑞士\* 00800 2255 4835  
台灣 886 (2) 2656-6688  
英國與愛爾蘭\*00800 2255 4835  
美國 1 800 833 9200

\* 歐洲免付費電話，若沒接通，請撥：+41 52 675 3777

最後更新日期 2013 年 6 月

若需進一步資訊，Tektronix 維護完善的一套應用指南、技術簡介和其他資源，  
並不斷擴大，幫助工程師處理尖端技術。請造訪 [www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw)



Copyright © Tektronix, Inc. 版權所有。Tektronix 產品受到已經簽發及正在申請的美國和國外專利的保護。本文中的資訊代替以前出版的所有資料。技術規格和價格如有變更，恕不另行通知。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc 的註冊商標。本文提到的所有其他商標均為各自公司的服務標誌、商標或註冊商標。

2016 年 10 月

1KT-60105-1

Tektronix 台灣分公司

**太克科技股份有限公司**

114 台北市內湖堤頂大道二段 89 號 3 樓

電話：(02) 2656-6688 傳真：(02) 2799-8558

太克網站：[www.tektronix.com.tw](http://www.tektronix.com.tw)

**KEITHLEY**  
A Tektronix Company

**Tektronix**<sup>®</sup>