



## 示波器於交換式電源供應器(SMPS)的量測應用



**GW INSTEK**

Made to Measure Since 1975

## 前言

交換式電源供應器(Switching Mode Power Supply)主要用途乃是將電力公司所提供的高壓、低穩定性的交流電源，轉換成適合各種電子產品使用的低壓、穩定性較佳的直流電源。依其功能上的差異，又可分為 AC/DC(交流轉直流電源供應器)、DC/DC(直流轉直流電源供應器)兩種產品。SMPS 可廣泛應用在電腦、辦公室自動化設備、工業控制設備、通訊設備等。以目前的應用及趨勢，朝向體積小、重量輕、轉換效率高的切換式電源供應器將會是應用的主流。這份文件將以介紹示波器的電源分析功能及相關應用。

在切換式電源供應器上包含了被動、主動和磁性元件，如圖 1 示。穩壓電路的調整則利用場效式電晶體(MOSFET)或是 IGBT 等低損耗的電子半導體切換元件來取代一般的電阻，其主要目的在提供快速的切換，在順向偏壓導通(ON)時提供趨近為零的阻抗，在斷開(OPEN)時則可提供非常高的阻抗而形成開路的狀態，在高速的切換過程中，調整不同導通和斷開所週期時間比率(Duty Cycle)來穩定輸出的電壓及大小。電壓的輸出及時間的關係如圖 2 所示。

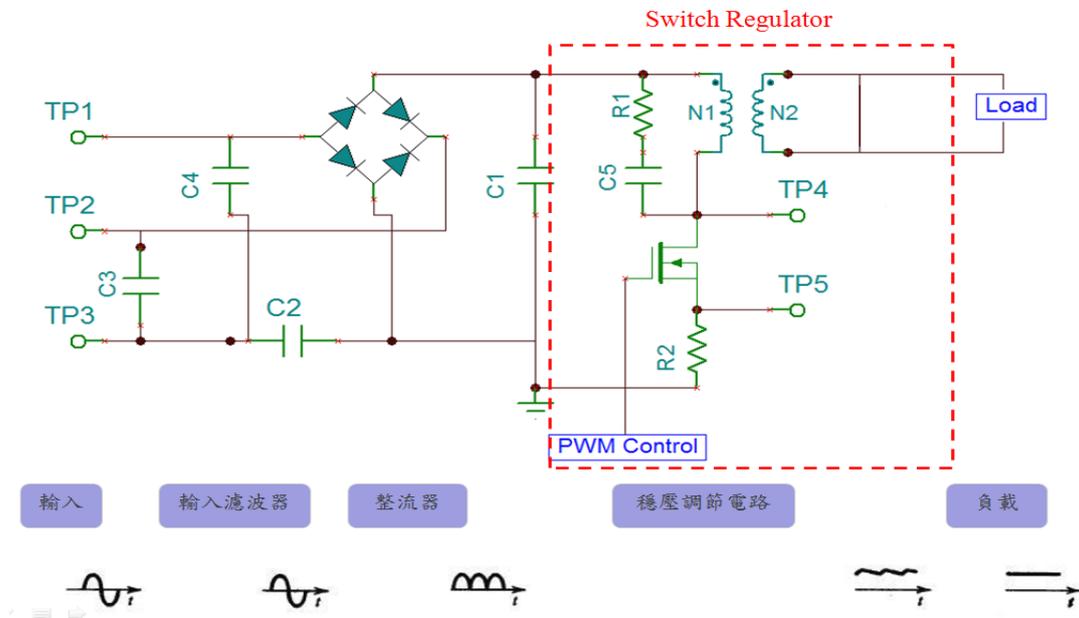


圖 1: SMPS 電路示意圖

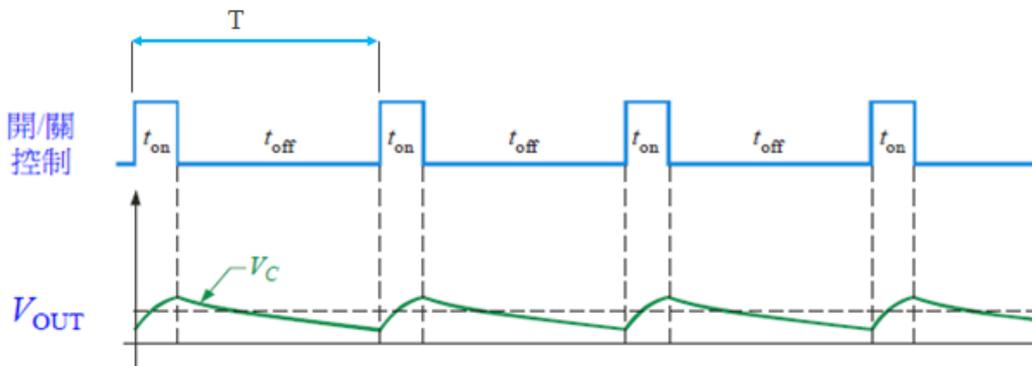


圖 2: SMPS 開關與電壓輸出關係

Made to Measure Since 1975

一般而言，在輸出端負載所看到的平均電壓為：

$$V_{O(avg)} = (t_{on}/T) \times V_i$$

導通時間  $t_{on}$  越短，輸出電壓相對變小，一般切換的頻率高達 20MHz 以上，切換裝置的控制是透過控制器輸出脈寬 (PWM) 調製訊號驅動 MOSFET 閘極，控制斷開及導通，用以穩定輸出電壓。越高的切換頻率則可減低輸出電壓的漣波，確保功率的穩定輸出。

## 固緯 GDS-3000 示波器功率測試介紹

GDS-3000 可選配電源分析軟體，其功能包含電源品質(Power Quality)、諧波(Harmonics)、漣波(Ripple)與湧入電流(In-rush current)。只要選配此電源分析軟體，便可以讓使用者省下購買相對昂貴的功率計(Power Meter)的費用，讓使用者可以從示波器便輕易地取得電源測試的相關數據。

其功能介紹如下：

### 1. 電源品質(Power Quality)

設計一個開關電源，需要評估開關電源一次測的品質。實際供電電壓和電流波形不是理想的正弦波，而是包括失真及其它異常的現象。這種異常影響功率消耗，效率和可靠性。因此衡量電源品質是非常重要的。

GDS-3000 電源分析軟體除了計算基礎的參數，如視在功率(Apparent Power)，有效功率(True Power)，虛功率(Reactive Power)與功率因數(Power Factor)外(圖 3)，亦包含其他豐富的參數可供使用者用來判別電源品質的優劣(圖 4)

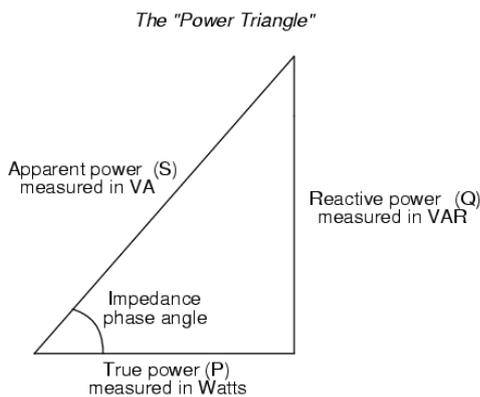


圖3: 功率三角示意圖

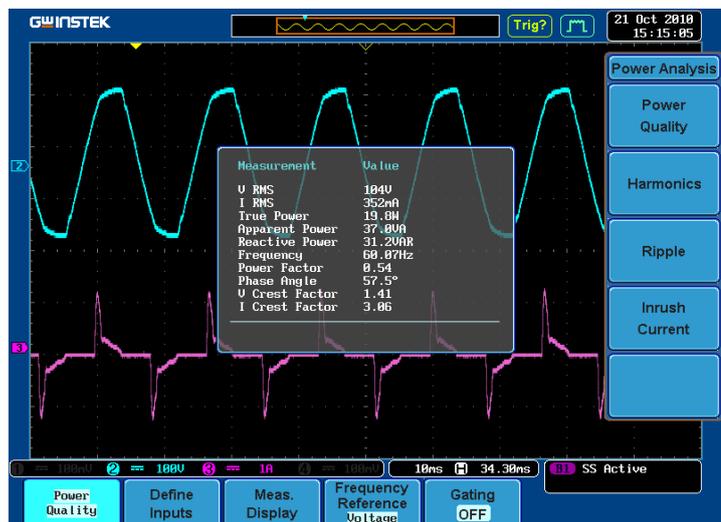


圖4: GDS-3000 電源質量測試圖解

### 2. 諧波(Harmonics)

若負載是非線性負載，例如整流性負載，電流波形就會失真。若電壓頻率是50Hz，將失真的電流經傅立葉轉換分析後，可將其電流組成分解為除了基頻(50Hz)外，倍頻(100Hz, 150Hz,...)成份的組合。其倍頻的成份就稱為諧波。由於近年來整流性負載的大量使用，造成大量的諧波電流的出現，也間接污染了市電。所以會有IEC61000-3-2這個法規的實施。來確保市電電壓的純正。

GDS-3000諧波測試包含了業界的標準IEC61000-3-2(圖5)，並可選擇Class A/B/C/D以符合各種不同應用的需求(見表1與表2)。例如: Class A可測試三相電源設備、家電用品、調光器、音頻設備等；Class B可評斷攜帶式設備、非工業的電弧焊(arc welder)；Class C可評斷照明設備及Class D可評斷電視接收器、個人電腦、及電腦螢幕相關功率與小於600W功率的裝置。因此使用GDS-3000的諧波測試功能，除可依使用者需求得到各階的諧波失真外，也可立即得到業界標準IEC61000-3-2的測試結果。相關的應用選擇如下表所示：

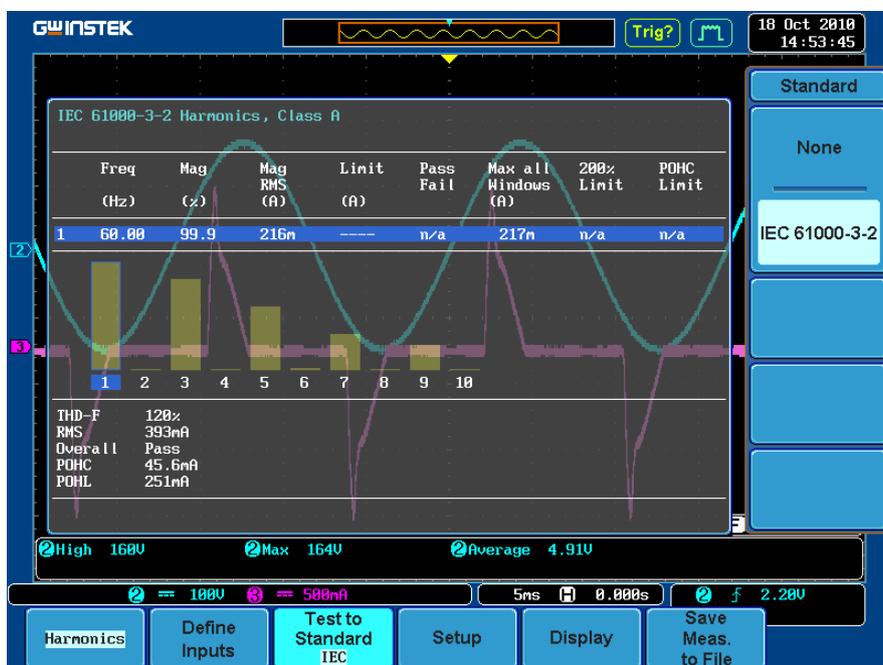


圖5: GDS-3000諧波測試顯示

表1: IEC61000-3-2 A/B/C/D 分類表

<p><b>Class A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Balanced 3-phase equipment</li> <li>Household appliances, excluding equipment identified as Class D</li> <li>Tools excluding portable tools (portable tools are Class B)</li> <li>Dimmers for incandescent lamps</li> <li>Audio equipment</li> <li>Equipment not specified in 1 of the other 3 classes (B, C, and D)</li> </ul>	<p><b>Class B</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Portable tools</li> <li>Non-commercial arc welders</li> </ul>	<p><b>Class C</b></p> <p>Lighting equipment</p>
<p><b>Class D</b></p> <p>Television receivers, personal computers (PCs), and PC monitors with a rated power of 600 W or less</p>		

表2: GDS-3000 在諧波失真可選擇None 及IEC61000-3-2的標準規範，其相關測試項目如下表所示

Measurement	None	IEC 61000-3-2
Frequency (Hz)	v	All Classes
Magnitude (%)	v	All Classes
Mag. RMS (A)	v	All Classes
Phase(°)	v	
Limit (A)		A, B, C1, C3, D
Limit (%)		C2
Pass/Fail		All Classes
Max All Windows (A)		All Classes
200% Limit		All Classes
POHC limit		All Classes
THD F	v	All Classes
THD R	v	
RMS	v	
Overall		All Classes
POHC		All Classes
POHL		All Classes
Input Power		C3, D
Power Factor		C1, C2, C3
Fundamental Current		C1, C2, C3
Harmonic 3		C3

### 3. 漣波(Ripple)與雜訊(Noise)

- 漣波(Ripple) :

開關電源输出的整體雜訊可以被視為是具有漣波和雜訊的組合(圖 6)。漣波是開關電源的充放電所造成的電壓波動事件。這種雜訊具有低的峰值/均值比。發生在基礎的開關頻率，通常被稱為雜訊的 RMS 值。漣波波形代表輸入和輸出電容的充放電效應，增加輸入和/或輸出電容值可以降低漣波的影響。

- 雜訊(Noise) :

高頻的雜訊尖峰(noise spike)發生在電源的開啟和關閉時。雖然雜訊的重複頻率是由開關電源的開關頻率來決定，雜訊尖峰的頻率普遍高於開關式電源的開關頻率。雜訊振幅會依開關電源拓撲結構，電路寄生效應和 PCB 佈局來變化。當雜訊發生在一個較高的頻率時，雜訊尖峰極易受探棒或實驗室設置的影響。

相較於其他示波器的電源量測功能僅能量測Ripple，GDS-3000透過自行研發技術，還能量測電源的Noise，讓使用者更能完整的預測電源的實際狀況，做出更精確的評估(見圖8)。其量測示意圖可參考圖7。

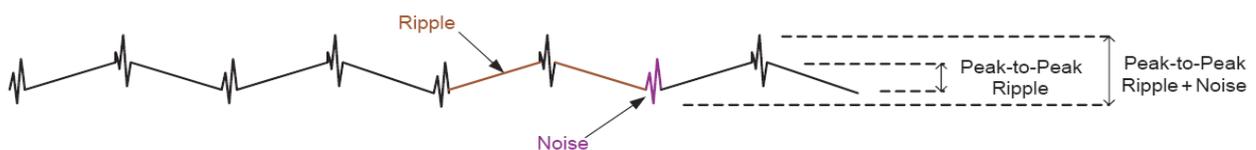


圖6: 漣波(Ripple)與雜訊(Noise)示意圖

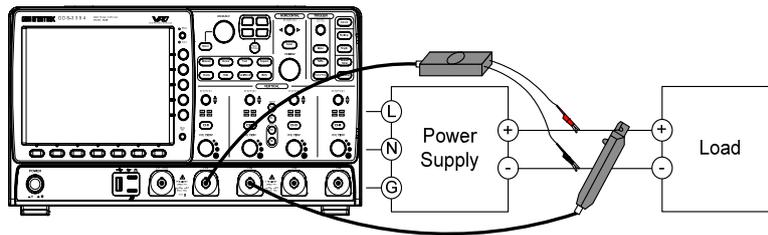


圖7: GDS-3000 Ripple/Noise 測試示意圖



圖8: GDS-3000 Ripple/Noise 量測結果示意圖

#### 4. 湧入電流(In-rush current)

湧入電流或浪湧電流(Surge Current)可視為：當開關電源第一次啟動時流入電子裝置瞬間最大的輸入電流。如此高的初始電流為偏壓首次加入時，使電容造成瞬間短路的結果。設計人員須注意此一重要參數，就是當切換器啟動時，若控制失當的話，大量的湧入電流將會湧現，並在切換器上產生壓降，此時將對整個系統產生致命的衝擊。

此瞬間湧入的電流量測，目的在確認電源供應器的輸入電容的充電電流不會超過最大額訂電流或超過輸入端的元件可承受的最大電流。GDS-3000的電源分析軟體，透過一階湧入電流(First Peak)的計算，可讓設計者可以輕鬆地選擇保險絲規格，省去手動計算的耗時與錯誤。而除了一階湧入電流的計算外，固緯獨創的第二階湧入電流(Second Peak)觀測，讓使用者更可清晰地觀測待測物開機時瞬間的變化(見圖10)。其量測示意圖如圖9所示。

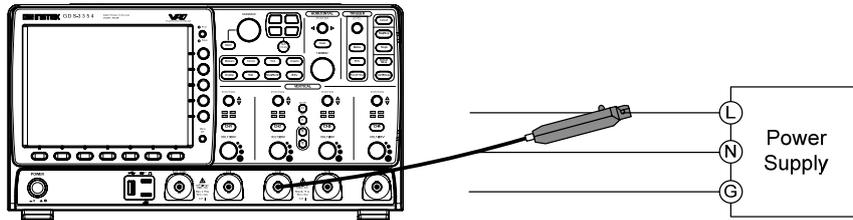


圖9: GDS-3000湧入電流測試示意圖

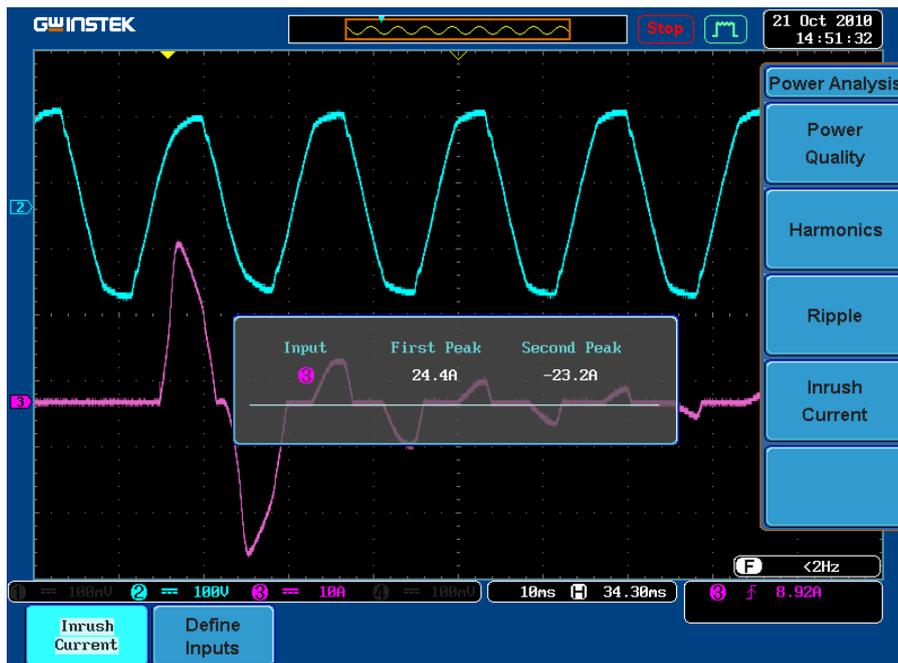


圖10: GDS-3000湧入電流測試顯示

## 結語

今日交換式電源的應用已廣泛地使用在各個領域。而固緯 GDS-3000 示波器，搭配電源分析軟體包含了完整的電源品質分析，諧波分析測試，漣波測試和湧入電流測試，可取代傳統使用示波器外加功率計的效能，為您在提供完整的工具的前提下，減少您所需投入的成本。

## GDS-3000 系列產品簡介

GDS - 3000 系列是一個全新的測試平台，全系列最高提供 350MHz 的頻寬，4 個類比輸入通道，5GSa/s 取樣率和 VPO 波形顯示技術。4 分割畫面功能可以達到同時獨立觸發測試多信號的要求，可運用於測試研究和製造領域，選配的功率分析軟體和串列匯流排分析軟體，可以更方便工程師加速測試和製造相關產品的發展速度。

GDS-3000 系列可選配差動探棒或是電流探棒來進行電源分析測試，包含 3 個 25MHz/1400Vp-p\*200 衰減，50MHz/7000Vp-p\*1000 衰減以及 100MHz/7000Vp-p\*1000 衰減的差動探棒，和 2 個全新的 50MHz/30A 與 100MHz/30A 電流探棒。完整的功率測試效能，讓 GDS-3000 提供了整體解決方案以符合各式電源測試應用的需求。GDS-3000 高科技的數位測試平台其面面俱到的功能以及固緯電子所提供的 TCO 顧客價值，讓 GDS - 3000 系列不僅僅用於專業測試市場，更可廣泛於一般用途進行測試與應用。

### 特點

- \* 全系列 頻寬覆蓋 350MHz 範圍，提供 2/4 輸入通道
- \* 雙取樣模式: 5GSa/s 即時取樣率及 100GSa/s 等效取樣率
- \* 強大的 VPO 訊號處理技術，快速洞察異常訊號
- \* 8 英寸 800\*600 高解析度大尺寸畫面，能更舒適的檢視複雜訊號的細節
- \* 獨特的分割視窗功能，能同時獨立觸發及獨立顯示四個通道的波形訊號
- \* 彈性的 GW App 應用軟體平台，軟體擴充/ 升級更容易
- \* 可選擇 50Ω/75Ω/1MΩ 三種不同的輸入阻抗
- \* 可選配功率量測軟體以進行電源品質測試與分析
- \* 可選配串列匯流排的觸發、解碼功能。軟體可支援 I2C, SPI 以及 UART

GDS-3000 系列						
	GDS-3152	GDS-3154	GDS-3252	GDS-3254	GDS-3352	GDS-3354
通道數	2Ch + Ext	4Ch + Ext	2Ch + Ext	4Ch + Ext	2Ch + Ext	4Ch + Ext
頻寬	DC~150MHz (-3dB)		DC~250MHz (-3dB)		DC~350MHz (-3dB)	
取樣率	2.5GSa/s	5GSa/s	2.5GSa/s	5GSa/s	5GSa/s	5GSa/s
記憶體長度	25k points					

欲知更多 GDS-3000、電源分析軟體和其相對應配件的資訊，請至：

<http://www.gwinstek.com/tw/product/productdetail.aspx?pid=17&mid=23&id=1291>

Global Headquarters

**GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.**

No. 7-1, Jhongsing Road, Tucheng City, Taipei County 236, Taiwan  
T +886-2-2268-0389 F +886-2-2268-0639  
E-mail: marketing@goodwill.com.tw

China Subsidiary

**INSTEK ELECTRONIC (SHANGHAI) CO., LTD.**

8F, of NO.2 Building, No.889 Yishan Road, Shanghai China  
T +86-21-6485-3399 F +86-21-5450-0789  
E-mail: marketing@instek.com.cn

Malaysia Subsidiary

**GOOD WILL INSTRUMENT (M) SDN. BHD.**

27, Persiaran Mahsuri 1/1, Sunway Tunas,  
11900 Bayan Lepas, Penang, Malaysia.  
T +604-6309988 F +604-6309989  
E-mail: sales@goodwill.com.my

U.S.A. Subsidiary

**INSTEK AMERICA CORP.**

3661 Walnut Avenue Chino, CA 91710, U.S.A.  
T +1-909-5918358 F +1-909-5912280  
E-mail: sales@instek.com

Japan Subsidiary

**INSTEK JAPAN CORPORATION**

4F, Prosper Bldg, 1-3-3 Iwamoto-Cho Chiyoda-Ku,  
Tokyo 101-0032 Japan  
T +81-3-5823-5656 F +81-3-5823-5655  
E-mail: info@instek.co.jp

Korea Subsidiary

**GOOD WILL INSTRUMENT KOREA CO., LTD.**

Room No.805, Ace Hightech-City B/D 1Dong,  
Mullae-Dong 3Ga 55-20, Yeongduengpo-Gu, Seoul, Korea  
T +82 2 3439 2205 F +82 2 3439 2207  
E-mail : gwinstek@gwinstek.co.kr

**DISTRIBUTOR :**