

設計範例報告

標題	使用 LinkSwitch™-PH LNK417EG (具有 3% 定電流調節的光耦合器回授功能) 的高效率，高功率因數 (>0.9) 15 W LED 驅動器
規格	90 VAC – 265 VAC 輸入；30 V、500 mA 輸出
應用	LED 驅動器
作者	應用工程部門
文件編號	DER-289
日期	2011 年 8 月 31 日
修訂	1.0

摘要與功能

- 在線間電壓和負載範圍內的輸出電流調節在 3% 以內
- 高能效
 - 115 VAC 和 230 VAC 輸入條件下，效率達 88% 以上
- 低成本、所需元件極少、體積小的印刷電路板解決方案
 - 頻率抖動功能可使用低成本、體積小的 EMI 濾波器元件
- 整合式保護與可靠性功能
 - 使用自動恢復功能保護輸出開路/輸出短路
 - 線間輸入過壓關機，延長了線路故障時的電壓承受度
 - 透過高磁滯溫度提供自動恢復過溫保護功能，同時保護元件與印刷電路板
 - 在電壓關閉和電壓啓動情況下，不會發生任何損壞
- 符合 IEC 61000-4-5 振盪波、IEC 61000-3-2 C 級諧波和 EN55015 B 傳導性 EMI 標準
- 啓動順利 – 無輸出閃爍
- 快速啓動 (<100 ms) – 沒有可感延遲

專利資訊

Power Integrations 的一項或多項美國及國外專利 (或可能正在申請的美國及國外專利) 可能涵蓋本文件中所示的產品和應用 (包括產品外部的變壓器構造和電路)。www.powerint.com 上提供了 Power Integrations 專利的完整清單。Power Integrations 授予其客戶某些特定專利權的授權，詳情請參閱 <<http://www.powerint.com/ip.htm>>。

Power Integrations

5245 Hellyer Avenue, San Jose, CA 95138 USA.

電話：+1 408 414 9200 傳真：+1 408 414 9201

www.powerint.com

目錄

1	簡介.....	4
2	植入的電路板.....	5
2.1	參考電路板 DER-284 與定電流調節電路板.....	5
3	電源供應器規格.....	6
4	電路圖.....	7
5	PCB 佈局.....	8
6	電路說明.....	10
6.1	輸出回授/二次側定電流調節電路.....	10
6.2	輸入濾波功能.....	10
6.3	LinkSwitch-PH 一次側.....	10
6.4	偏壓電源供應器和輸出過壓感測.....	11
6.5	輸出整流和濾波.....	11
6.6	提高效率的考量事項.....	11
7	物料表.....	12
7.1	主電路板物料表.....	12
7.2	子電路板物料表.....	13
8	變壓器規格.....	14
8.1	電氣圖.....	14
8.2	電氣規格.....	14
8.3	材料.....	14
8.4	變壓器建置圖.....	15
8.5	變壓器構造.....	15
9	變壓器設計試算表.....	16
10	效能資料.....	19
10.1	效率.....	19
10.2	線間與負載調節.....	20
10.3	功率因數.....	21
10.4	測試資料.....	22
10.4.1	30 V (10 LED).....	22
10.4.2	24 V (8 LED).....	22
10.4.3	18 V (6 LED).....	22
10.4.4	12 V (4 LED).....	23
11	諧波資料.....	24
12	波形以 30 V (10 LED) 測量.....	26
12.1	輸入線間電壓和電流.....	26
12.2	汲極電壓和電流.....	26
12.3	輸出電壓和電流啟動.....	27
12.4	輸出電壓和漣波電流.....	27
12.5	輸出整流器電壓和電流.....	28



12.6	輸出短路情況下的輸出電流和汲極電流	28
12.7	輸出短路情況下的輸出電流和輸出電壓	28
12.8	開路負載輸出電壓	29
13	線間突波	30
14	傳導性 EMI 以 30 V (10 LED) 測量	31
15	附錄 A – 二次側回授電路圖	33
16	修訂記錄	34

重要事項：雖然此電路板的設計滿足安全隔離需求，但其工程原型未經相關機構核准。因此，執行所有測試應使用隔離變壓器才能提供 AC 輸入給原型板。



1 簡介

本文件說明隔離式、功率因數修正、極高效率 LED 驅動器 (非調光)，其設計用於 90 VAC 至 265 VAC 輸入範圍內，以 500 mA (雙標準) 電流驅動 30 V 的 LED 燈串。此設計運用二次側電流回授電路，達成在線間電壓和負載範圍內的輸出電流調節小於 3%。其中使用參考電路板 DER-284 搭配加入的二次側定電流調節子電路板，以示範本項技術可如何運用於 LinkSwitch-PH 返馳式設計。

LED 驅動器使用 LinkSwitch-PH IC 產品系列中的 LNK417EG 裝置，這個整合式控制器和 725 V MOSFET 可大幅降低複雜度及所需元件數量。

本文件包含 LED 驅動器規格、電路圖、物料表、變壓器文件以及典型的效能特性。



2 植入的電路板

2.1 參考電路板 DER-284 與定電流調節電路板

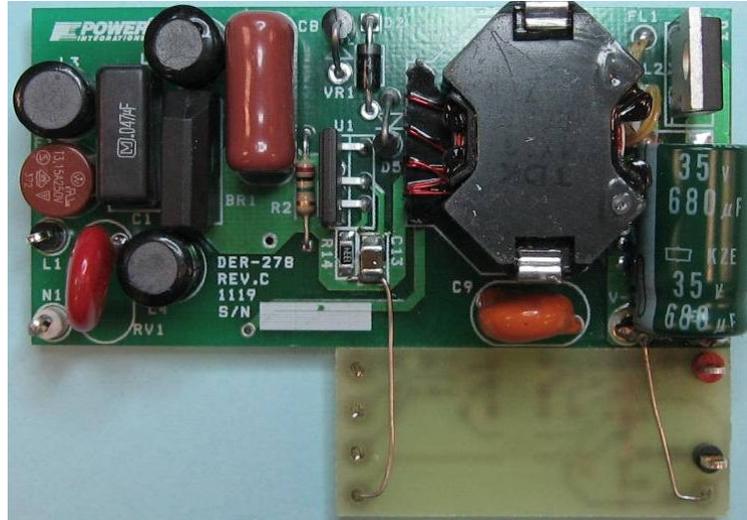


圖 1 – 參考電路板 DER-284 和二次側定電流調節子電路板 (俯視圖)。

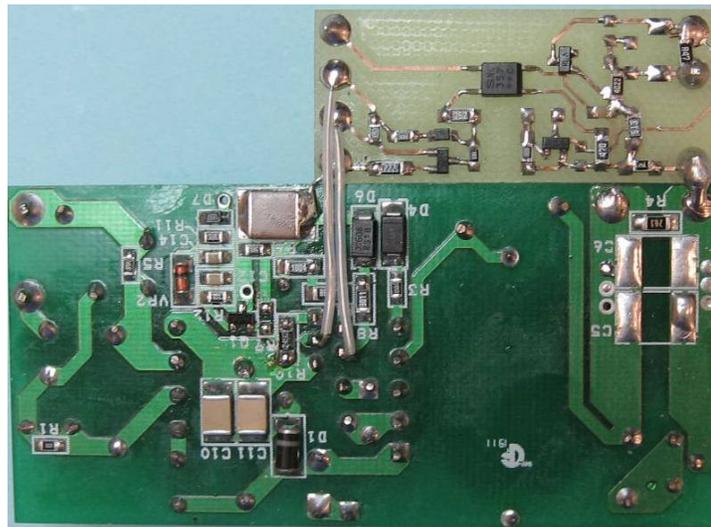


圖 2 – 參考電路板 DER-284 和二次側定電流調節子電路板 (仰視圖)。



3 電源供應器規格

下表展示設計的最低可接受效能。實際效能列在結果部分。

說明	符號	最小值	類型	最大值	單位	註解	
輸入							
電壓	V_{IN}	90	115/230	265	VAC	雙線 – 無 P.E.	
頻率	f_{LINE}	47	50/60	64	Hz		
輸出							
輸出電壓	V_{OUT}	12	30	33	V	±3% 佔平均輸出電流的比率	
輸出電流	I_{OUT}	0.485	0.50	0.515	A		
電流漣波 PK-PK			50		%		
總輸出功率	P_{OUT}		15		W		
連續輸出功率							
效率							
滿載	$\eta_{(115)}$ $\eta_{(230)}$	87				於 P_{OUT} 、25 °C、115 VAC 條件下測量 於 P_{OUT} 、25 °C、230 VAC 條件下測量	
效率							
環境							
傳導性 EMI		符合 CISPR 15B / EN55015B 標準					IEC 61000-4-5, 200 A
安全		設計符合 IEC950 / UL1950 第 II 級					
環形波 (100 kHz) 差模 (L1-L2) 共模 (L1/L2-PE)			2.5		kV		
功率因數		0.9				於 $V_{OUT(TYP)}$ 、 $I_{OUT(TYP)}$ 及 115/230 VAC 條件下測量	
諧波電流		EN 61000-3-2 C 級					
環境溫度 ^a	T_{AMB}		40		°C	自然對流，海平面	

附註：

^a 在 LinkSwitch-PH 裝置中加裝小型散熱片，可使最高環境溫度規格提高。



4 電路圖

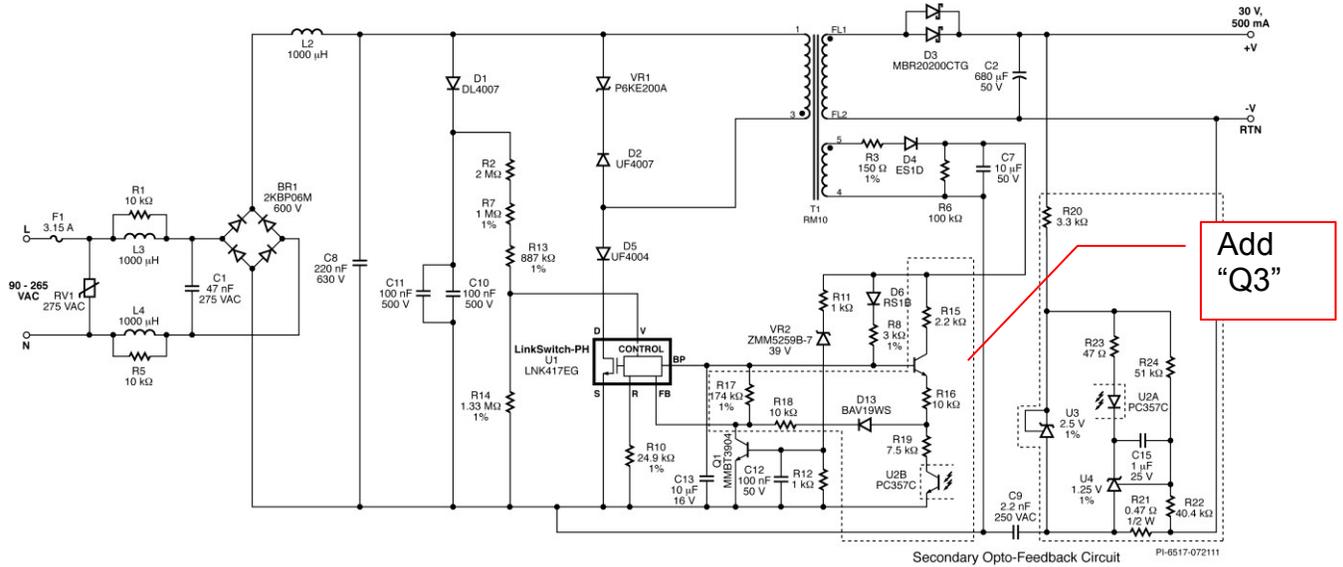


圖 3 – RD-284 及二次側電流回授電路電路圖。

注意：原始陶瓷輸出電容器已更換為單一 680 μF 電解電容器。



5 PCB 佈局

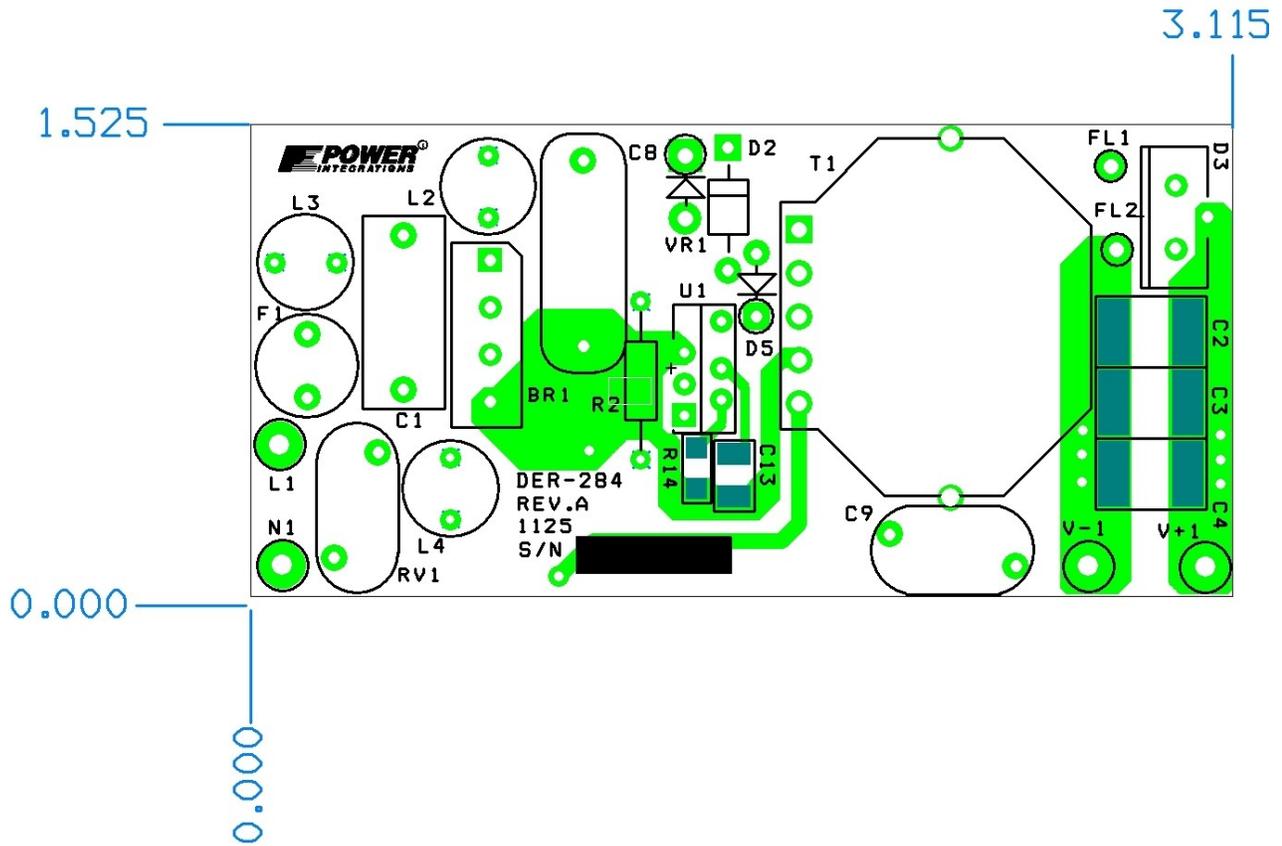


圖 4 – PCB 佈局 DER-284 電路板，頂部。

注意：所用的輸出電容器值更換為 680 μ F，50 V 電解類型。



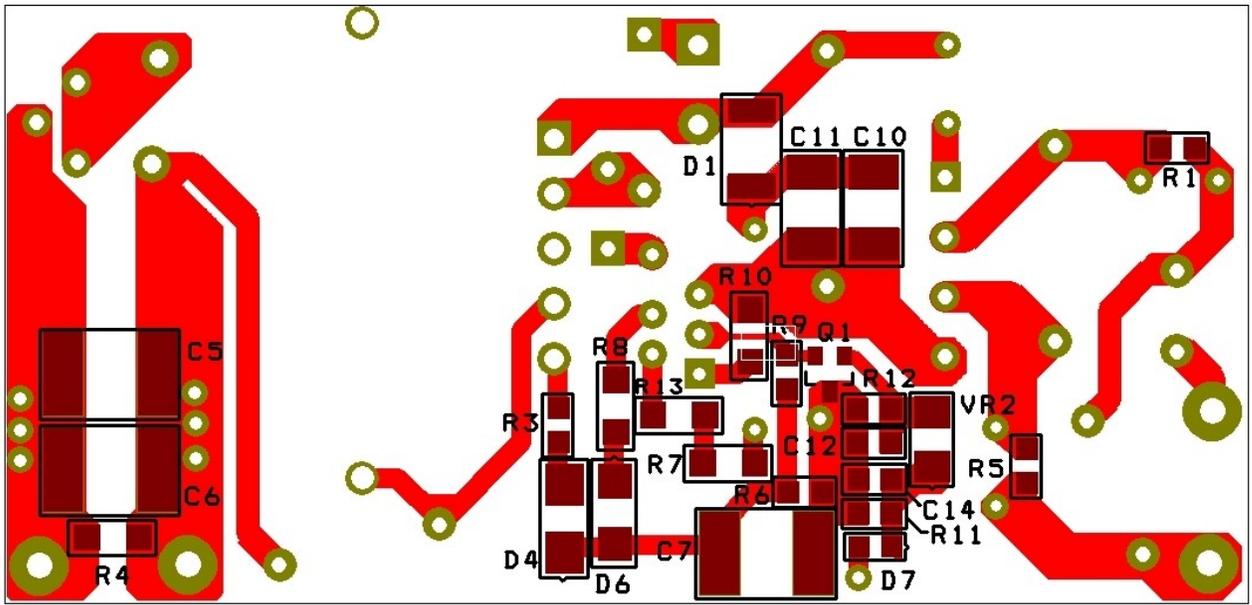


圖 5 – PCB 佈局 DER-284 電路板，底部。

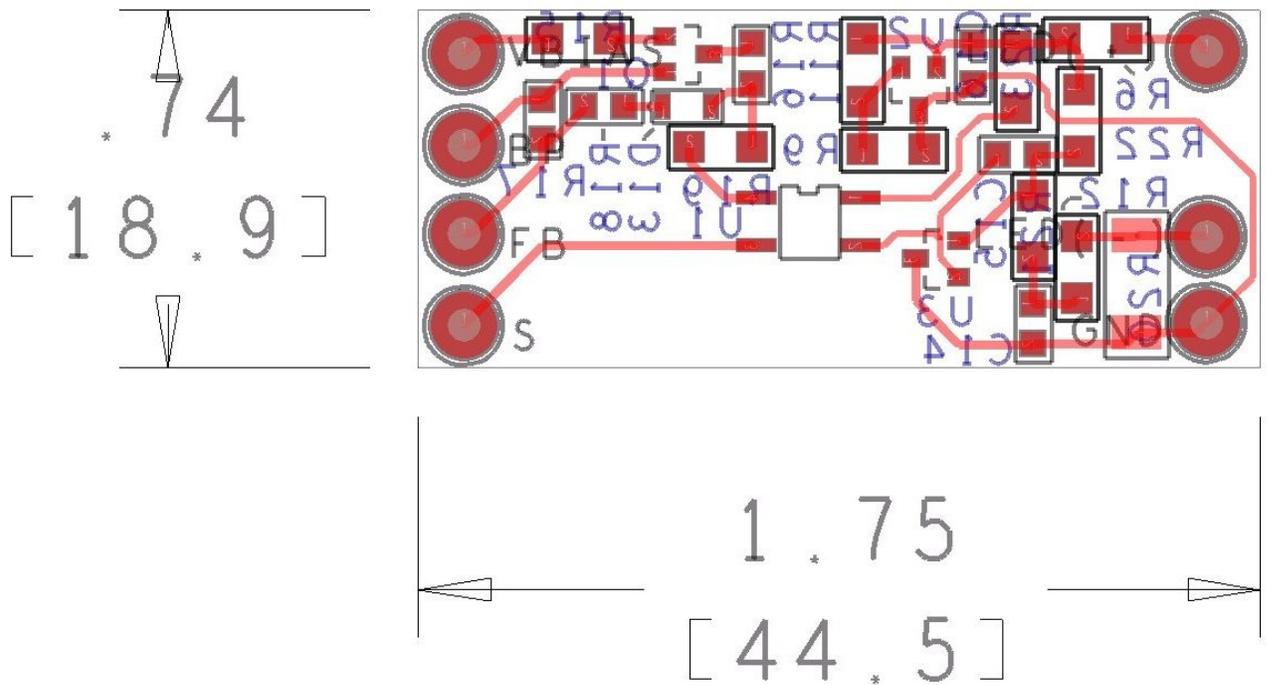


圖 6 – PCB 佈局二次側定電流調節子電路板 (符合此佈局的實際電路圖如附錄 A 所示)。



6 電路說明

LinkSwitch-PH 裝置是一種控制器和整合式 725 V MOSFET，主要應用於 LED 驅動器。LinkSwitch-PH 設定用於 Single-stage 連續導通模式返馳式架構，可提供調節過的一次側定電流輸出，同時保持 AC 輸入端的高功率因數。本設計中加入直接輸出電流感測，以將輸出電流調節公差提升為 $\pm 3\%$ 以內。

6.1 輸出回授/二次側定電流調節電路

由電阻器 R21 感測輸出 (LED) 電流。形成的壓降與 U4 的 1.25 V 參考相比較。1.25 V 參考會導致 0.63 W ($1.25 \text{ V} \times 0.5 \text{ A}$) 的消耗，效率降低 4%。為減少 R21 上所需的壓降，故於 U4 的參考輸入製造 1.1 V 的偏移電壓。這是從二次側 2.5 V 參考 IC (U3) 所產生，並以 $R24 + (R22 + R21)$ 分降為 1.1 V。如此能以額定的 500 mA 輸出將 R21 上的壓降減為 15 mV ($1.25 \text{ V} - 1.1 \text{ V}$)。功率損失減為 75 mW，亦即 0.25% 的效率。

為求精準，請使用參考 IC 產生公差的偏移電壓，因為這會直接影響輸出電流調節公差。

一旦超過電流臨界值，電流便流經光耦合器 LED，對一次側提供回授。由電阻器 R23 設定 DC 增益，並由 C15 限制 U4 的頻寬 (能降低於 DC 起的增益)。

利用電晶體 Q3 為回授電流提供穩定的上拉供電，使得調節獨立於偏壓繞組電壓變化之外。如此可允許即使在 LED (輸出) 電壓低的情形下，電路仍能維持穩壓。選擇使用電阻器 R16 及 R18，使得在最高負載之下，IC 能發揮最大功率 (亦即 U2 消耗最低電流)。運用電阻器 R17 以防止於最低 LED 負載之下自動重新啟動。選擇使用電阻器 R19，使得在最低功率之下 D13 不致正向偏壓，並依 R17 的值決定最低功率 (對應於最低 I_{FB})。

6.2 輸入濾波功能

保險絲 F1 可保護輸入，而 BR1 會對 AC 線間電壓進行整流。電感器 L2-L4、C1、R1 和 R5 會形成 EMI 濾波器，加上 C9 (Y1 安全性) 電容器，可使設計符合 EN55015B 傳導 EMI 限值。電容器 C8 會提供低阻抗路徑給一次側切換電流。為保持功率因數大於 0.9，需要使用小電容值。

6.3 LinkSwitch-PH 一次側

二極體 D1 和高電壓 SMD 陶瓷電容器 C11 和 C10 會偵測 AC 線間電壓峰值。此電壓會轉換成電流，並透過 R2、R7 和 R13 進入 VOLTAGE MONITOR (V) 接腳。裝置也會使用此電流，來設定輸入過壓/欠壓保護臨界值。IC 則使用 V 接腳電流和回授 (FB) 接腳電流，來控制平均輸出 LED 電流。此案例中，由 U1 設定的輸出電流高於所需的輸出電流，因此一律是由二次側回授網路予以控制。非調光設計在參考 (R) 接腳 (R10) 上需要 24.9 k Ω 電阻器，在 V 接腳 ($R2 + R7 + R13$) 上則需要 3.9 M Ω 。電阻器 R10 也會設定內部參照，以選取線間電壓欠壓臨界值。為進一步改善線間調節，已加入電阻器 R14，以在指定的輸入電壓範圍內提供定輸出電流。



二極體 D2 和 VR1 會將汲極電壓箝制在 U1 中內部功率 MOSFET 的 BV_{DSS} 額定值 (725 V) 以下。需要二極體 D5 來防止反向電流流經 LinkSwitch-PH 裝置 (這是因為最低輸入電容所致結果)。

6.4 偏壓電源供應器和輸出過壓感測

二極體 D4、D6、C7、R3、R6 和 R8 會形成一次側偏壓電源供應器。這會在正常運作期間，透過 D6 和 R8 提供 IC 工作電流至偏壓 (BP) 接腳。電阻器 R3 提供濾波功能，可在 R6 用作最低負載時改善輸出調節。

電容器 C13 提供去耦合功能給 LinkSwitch-PH。在啓動期間，會從裝置汲極 (D) 接腳連接的內部高電壓電流源將 C13 充電至約 6 V。一旦充電，儲存在 C13 的能量就會用於執行裝置，直到輸出和偏壓繞組電壓上升且透過 R8 提供電流為止。

負載中斷保護/欠壓關機功能會由 R11、VR2、C12、R12 和 Q1 提供。如果輸出 LED 負載斷路，輸出電壓將會上升，而 C7 上的偏壓繞組電壓也會因而上升。一旦這超過 VR2 電壓額定值加上 Q1 的 V_{BE} 時，將會對 Q1 進行偏壓，藉此將 FEEDBACK 接腳往下拉。當進入 U1 之 FEEDBACK 接腳的電流降至 $I_{FB(AR)}$ 以下，裝置會立即進入自動重新啓動，以限制輸出電壓。電阻器 R11、C12 提供濾波功能，R12 則定義 Q1 開啓時的積納二極體電流。

6.5 輸出整流和濾波

二極體 D3 會對二次側繞組進行整流，而電解電容器 C2 則使輸出平穩。爲了高效率，選用了 20 A、200 V 蕭特基二極體。

6.6 提高效率的考量事項

爲達到更高的效率，對標準 RD-195 做了以下變更。

- 更大的 LinkSwitch-PH 裝置 (LNK417EG 與 LNK416EG)。
- 20 A 與 4 A 蕭特基輸出二極體的比較。
- 較大的 RM10 鐵芯與可降低繞組電流密度的 RM8 (及較低的繞組損失)。
- 使用低下降電流感測。



想要更多資訊？

用您的智慧型手機以及從

www.neoreader.com 獲得的免費軟體

(或從您智慧型手機的 App Store

下載任何其他免費 QR Code

Reader)，即可連線至我們的網站以

取得更多相關內容。



7 物料表

7.1 主電路板物料表

項目	數量	參考說明	說明	製造商零件編號	製造商
1	1	BR1	600 V、2 A、橋式整流器、玻璃鈍化	2KBP06M-E4/51	Vishay
2	1	C1	47 nF、275 VAC、薄膜、X2	ECQU2A473ML	Panasonic
3	5	C2	680 μF、35 V		United Chemi-con
4	1	C7	10 μF、50 V、陶瓷、X7R、2220	C5750X7R1H106M	TDK
5	1	C8	220 nF、630 V、薄膜	ECQ-E6224KF	Panasonic
6	1	C9	2.2 nF、陶瓷、Y1	440LD22-R	Vishay
7	2	C10 C11	100 nF、500 V、陶瓷、X7R、1812	VJ1812Y104KXEAT	Vishay
8	1	C12	100 nF、50 V、陶瓷、X7R、0805	ECJ-2YB1H104K	Panasonic
9	1	C13	10 μF、16 V、陶瓷、X5R、1210	C1210C106K4PACTU	Kemet
10	1	C14	1 μF、50 V、陶瓷、X7R、0805	0805D105KAT2A	AVX
11	1	D1	1000 V、1 A、整流器、玻璃鈍化、DO-213AA (MELF)	DL4007-13-F	Diodes, Inc.
12	1	D2	1000 V、1 A、超快速恢復型、75 ns、DO-41	UF4007-E3	Vishay
13	1	D3	200 V、10 A、雙蕭特基、TO-220AB	MBR20200CTG	On Semi
14	1	D4	200 V、1 A、超快速恢復型、25 ns、DO-214AC	ES1D	Vishay
15	1	D5	400 V、1 A、超快速恢復型、50 ns、DO-41	UF4004-E3	Vishay
16	1	D6	100 V、1 A、快速恢復型、150 ns、SMA	RS1B-13-F	Diodes, Inc.
17	1	D7	250 V、0.2 A、快速切換、50 ns、SOD-323	BAV21WS-7-F	Diodes, Inc.
18	1	F1	3.15 A、250 V、慢速型、TR5	37213150411	Wickman
19	3	L1 L2 L3	1000 μH、0.3 A	RLB0914-102KL	Bourns
20	1	Q1	NPN、小型訊號 BJT、40 V、0.2 A、SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
21	3	R1 R5 R11	10 kΩ、5%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
22	1	R2	2.0 MΩ、5%、1/4 W、碳膜	CFR-25JB-2M0	Yageo
23	1	R3	150 Ω、1%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6ENF1500V	Panasonic
24	1	R4	20 kΩ、5%、1/4 W、厚膜、1206	ERJ-8GEYJ203V	Panasonic
25	1	R6	100 kΩ、5%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6GEYJ104V	Panasonic
26	1	R7	1.00 MΩ、1%、1/4 W、厚膜、1206	ERJ-8ENF1004V	Panasonic
27	1	R8	3.01 kΩ、1%、1/4 W、厚膜、1206	ERJ-8ENF3011V	Panasonic
28	1	R9	105 kΩ、1%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6ENF1053V	Panasonic
29	1	R10	24.9 kΩ、1%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6ENF2492V	Panasonic
30	1	R12	1 kΩ、5%、1/8 W、厚膜、0805	ERJ-6GEYJ102V	Panasonic
31	1	R13	887 kΩ、1%、1/4 W、厚膜、1206	ERJ-8ENF8873V	Panasonic
32	1	R14	1.33 MΩ、1%、1/4 W、厚膜、1206	MCR18EZH1334	Rohm
33	1	RV1	275 V、80J、10 mm、輻射式	ERZ-V10D431	Panasonic
34	1	T1	自訂變壓器、RM10、垂直、5 個接腳	P-1031	Pin Shine
35	1	U1	LinkSwitch、eSIP	LNK417EG	Power Integrations
36	1	VR1	200 V、5 W、5%、TVS、DO204AC (DO-15)	P6KE200ARLG	On Semi
37	1	VR2	39 V、5%、500 mW、DO-213AA (MELF)	ZMM5259B-7	Diodes, Inc.



7.2 子電路板物料表

項目	數量	參考說明	說明	製造商零件編號	製造商
1	1	C15	1 μ F, 25 V, 陶瓷, X7R, 0805	C2012X5R1E105K	TDK
2	1	D13	100 V、0.2 A、快速切換、50 ns、SOD-323	BAV19WS-7-F	Diodes, Inc.
3	1	Q1	NPN、小型訊號 BJT、40 V、0.2 A、SOT-23	MMBT3904LT1G	On Semi
4	1	R6	3.3 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ332V	Panasonic
5	1	R12	40.2 k Ω , 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8ENF4022V	Panasonic
6	1	R15	2.2 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ222V	Panasonic
7	2	R16 R18	10 k Ω , 5%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6GEYJ103V	Panasonic
8	1	R17	174 k Ω , 1%, 1/8 W, 厚膜, 0805	ERJ-6ENF1743V	Panasonic
9	1	R19	7.5 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ752V	Panasonic
10	1	R20	0.47 Ω , 1%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8RQJR47V	Panasonic
11	2	R11 R21	0 Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEY0R00V	Panasonic
12	1	R22	51 k Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ513V	Panasonic
13	1	R23	47 Ω , 5%, 1/4 W, 厚膜, 1206	ERJ-8GEYJ470V	Panasonic
14	1	U1	光耦合器, 80 V, CTR 80-160%, 4 - 微型扁平	PC357N3TJ00F	Sharp
15	1	U2	IC, 積納二極體分流調整器 ADJ SOT-23	LM431AIM3/NOPB	National Semi
16	1	U3	1.24 V 分流調整器 IC, 1%, -40 至 85 C, SOT23-3	LMV431AIMF	National Semi
17	0	C14 C16 R9	未植入	-	-



8 變壓器規格

8.1 電氣圖

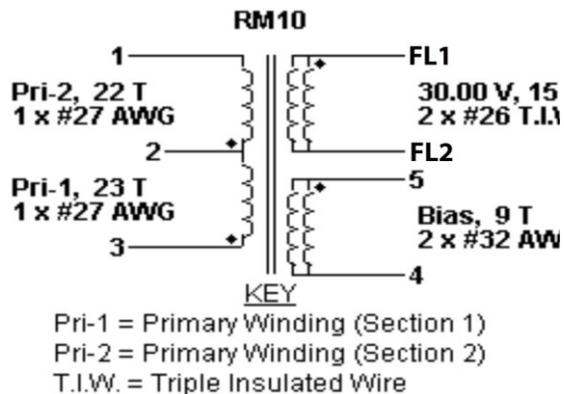


圖 7 – 變壓器電氣圖。

8.2 電氣規格

電氣強度	1 秒，60 Hz，自接腳 1、2、3、4、5 至接腳 FL1、FL2。	3000 VAC
一次側電感	於 1 V 峰對峰值、典型切換頻率、所有其他繞組為開路情況下，在接腳 1 到接腳 3 之間進行測量。	1.6 mH ±10%
諧振頻率	接腳 1-FL1，所有其他繞組為開路情況下。	750 kHz (最低)
一次側漏電感	所有其他繞組為短路情況下，在接腳 1 到接腳 3 之間進行測量。	40 μH ±10%

8.3 材料

項目	說明
[1]	鐵芯：PC95RM10Z-12 或等級品，有間隙，ALG 為 792 nH/t ²
[2]	線軸：一般，5 一次側 + 0 二次側
[3]	屏障膠帶：聚酯纖維膠膜 [底層厚度 1 mil (25 μm)]，寬 10.00 mm
[4]	分離膠帶：聚酯纖維膠膜 [底層厚度 1 mil (25 μm)]，寬 10.0 mm
[5]	凡立水
[6]	磁線：#27 AWG，可焊接雙塗層
[7]	三層絕緣線：#26 AWG
[8]	磁線：#32 AWG，可焊接雙塗層
[9]	固定夾：CLI/P-RM10/I



8.4 變壓器建置圖

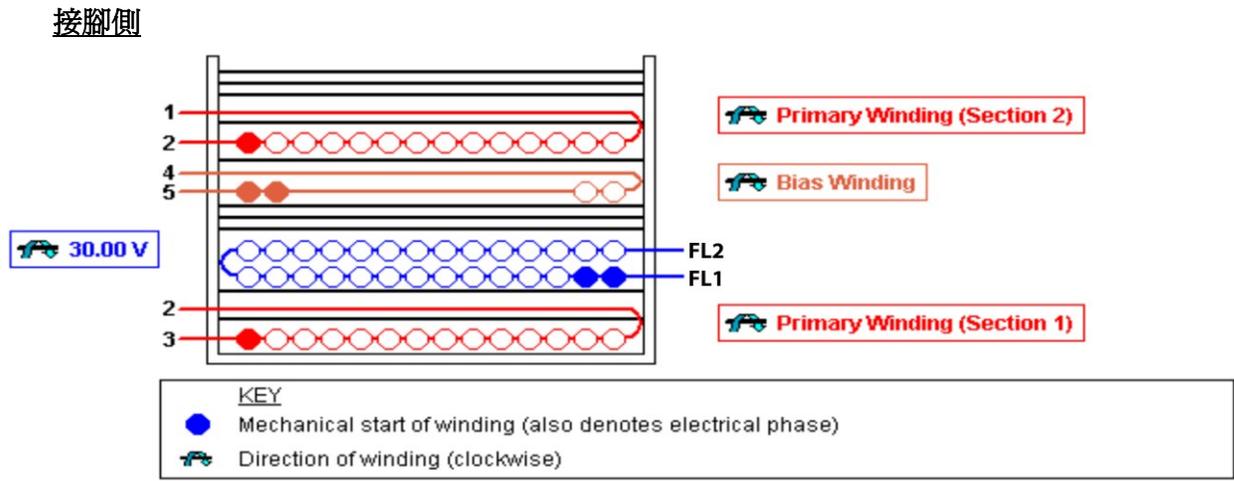


圖 8 – 變壓器建置圖。

8.5 變壓器構造

線軸準備工作	將線軸項目 [2] 放置在軸心上，如此接腳側位於左側。繞線方向為順時針方向。
一次側繞組 1	於接腳 3 開始，將項目 [6] 以完整 1 層由左到右纏繞 23 圈 (x1 股)。在每個一次側繞組層之間增加 1 層膠帶 (項目 [4])。在最後一層，將繞組均勻展開在整個線軸上。於接腳 2 結束繞線。
絕緣	增加 1 層膠帶 (項目 [3]) 進行絕緣。
二次側繞組	於接腳 FL1 開始，並將項目 [7] 纏繞 15 圈 (x2 股)。將繞組均勻展開在整個線軸上。以一次側繞組旋轉的相同方向繞線。於接腳 FL2 結束繞線。
絕緣	增加 3 層膠帶 (項目 [3]) 進行絕緣。
偏壓繞組	於接腳 5 開始，並將項目 [8] 纏繞 9 圈 (x2 股)。以一次側繞組旋轉的相同方向繞線。將繞組均勻展開在整個線軸上。於接腳 4 結束繞線。
絕緣	增加 1 層膠帶 (項目 [3]) 進行絕緣。
一次側繞組 2	於接腳 2 開始，將項目 [6] 以完整 1 層由左到右纏繞 22 圈 (x1 股)。在每個一次側繞組層之間增加 1 層膠帶 (項目 [4])。在最後一層，將繞組均勻展開在整個線軸上。於接腳 1 結束繞線。
絕緣	增加 3 層膠帶 (項目 [3]) 進行絕緣。
最後組裝	裝配及固定鐵芯半側。具有項目 [9] 的項目 [1]。將項目 [5] 均勻浸凡立水。請勿真空浸漬。



9 變壓器設計試算表

ACDC_LinkSwitch-PH_011111 ; 修訂版 1.2 ; Copyright Power Integrations 2011	輸入	資訊	輸出	單位	LinkSwitch-PH_011111 : 返馳式變壓器設計 試算表
輸入應用變數					
需要調光	否		否		如果需要調光，請選取 [是] 選項。否則請選取 [否]
VACMIN			90	V	最小輸入 AC 電壓
VACMAX			265	V	最大 AC 輸入電壓
fL			50	Hz	AC 主電源頻率
VO	30.00			V	滿載時 LED 串的典型輸出電壓
VO_MAX			33.00	V	最大的預期 LED 串電壓
VO_MIN			27.00	V	最小的預期 LED 串電壓
V_OVP			36.30	V	過壓保護設定點
IO	0.50				典型滿載 LED 電流
PO			15.0	W	!!! 針對全電壓輸入降低連續輸出功率 PO_CONT 低於 12W (或使用較大的 LinkSwitch-PH)
n	0.90		0.9		估計的操作效率
VB	17		17	V	偏壓電壓
鍵入 LinkSwitch-PH 變數					
LinkSwitch-PH	LNK417			通用	115 Doubled/230V
選擇的裝置		LNK417	功率輸出	12W	5.5W
限電流模式	RED		RED		在降低的限電流模式中選取「RED」或在滿載的限電流模式中選取「FULL」
ILIMITMIN			1.42	A	最小限電流
ILIMITMAX			1.66	A	最大限電流
fS			66000	Hz	切換頻率
fSmin			62000	Hz	最小切換頻率
fSmax			70000	Hz	最大切換頻率
IV			38.7	uA	V 接腳電流
RV			3.909	M-ohm	上方 V 接腳電阻器
RV2			1.402	M-ohm	下方 V 接腳電阻器
IFB			126.3	uA	FB 接腳電流 (85 uA < IFB < 210 uA)
RFB1			110.8	Ω	FB 接腳電阻器
VDS			10	V	LinkSwitch-PH 開啓狀態下的汲源極間電壓
VD	0.50			V	輸出繞組二極體順向壓降 (若是蕭特基則為 0.5 V，若是 PN 二極體則為 0.8 V)
VDB	0.70			V	偏壓繞組二極體順向壓降
關鍵設計參數					
KP	0.78		0.78		漣波與峰值電流比 (針對 PF > 0.9， 0.4 < KP < 0.9)
LP			1603	uH	一次側電感
VOR	91.50		91.5	V	輸出反射電壓
預期的 IO (平均)			0.48	A	預期的平均輸出電流
KP_VACMAX			1.02		在 VACMAX 的預期漣波電流比
TON_MIN			2.28	us	在最大 AC 輸入電壓時的最短開啓時間
PCLAMP			0.12	W	估計的一次側箝位中的消耗
輸入變壓器鐵芯/構造變數					
鐵芯類型	RM10		RM10		
線軸		RM10_BOBBIN		零件編號 :	CPV-RM10-1S-12PD
AE			0.966	cm^2	鐵芯有效截面積
LE			4.46	cm	鐵芯有效路徑長度
AL			4050	nH/T^2	無間隙鐵芯有效電感
BW	10.0		10	mm	線軸實體繞組寬度



M			0	mm	安全邊緣寬度 (一次側至二次側沿面距離的一半)
L	2.00		2		一次側層數
NS	15		15		二次側圈數
DC 輸入電壓參數					
VMIN			127	V	VACMIN 時的峰值輸入電壓
VMAX			375	V	VACMAX 時的峰值輸入電壓
電流波形參數					
DMAX			0.44		VACMIN 峰值的最小工作週期
IAVG			0.17	A	一次側平均電流
IP			0.81	A	一次側峰值電流 (以最小輸入電壓 VACMIN 計算)
IRMS			0.28	A	一次側有效值電流 (以最小輸入電壓 VACMIN 計算)
變壓器一次側設計參數					
LP			1603	uH	一次側電感
NP			45		一次側繞組圈數
NB			9		偏壓繞組圈數
ALG			792	nH/T ²	有間隙鐵芯有效電感
BM			2986	高斯	在 PO 且施加 VMIN 條件下的最大磁通密度 (BM<3100)
BP			3613	高斯	峰值磁通密度 (BP<3700)
BAC			1164	高斯	鐵芯損失曲線的 AC 磁通密度 (0.5 X 峰間值)
ur			1488		無間隙鐵芯的相對磁導率
LG			0.12	mm	間隙長度 (Lg > 0.1 mm)
BWE			20	mm	有效線軸寬度
OD			0.44	mm	最大一次側線徑 (包括絕緣層)
INS			0.06	mm	估計絕緣層總厚度 (= 2 * 薄膜厚度)
DIA			0.38	mm	裸線直徑
AWG			27	AWG	一次側線徑規格 (四捨五入為下一個較小的標準 AWG 值)
CM			203	Cmils	裸線有效面積 (以圓密爾為單位)
CMA		警告	724	Cmils/Amp	!!! 減少 CMA (200 < CMA < 600) 減少 L (一次側層數), 增加 NS, 較小的鐵芯
LP_TOL			10		一次側電感公差
變壓器二次側設計參數 (單一等同輸出)					
集總參數					
ISP			2.43	A	二次側峰值電流
ISRMS			0.90	A	二次側有效值電流
IRIPPLE			0.75	A	輸出電容器有效值漣波電流
CMS			180	Cmils	二次側裸線最小圓密爾數
AWGS			27	AWG	二次側線徑規格 (四捨五入為下一個較大標準 AWG 值)
DIAS			0.36	mm	二次側最小裸線直徑
ODS			0.67	mm	二次側三層絕緣線的最大外徑
電壓應力參數					
VDRAIN			566	V	在假設最大 LED 串電壓下估計的最大汲極電壓 (包含漏電感效應)
PIVS			161	V	輸出整流器最大反向峰值電壓 (以 VOVP 計算, 排除漏電感所產生的突波)
PIVB			93	V	偏壓整流器最大反向峰值電壓 (以 VOVP 計算, 排除漏電感所產生的突波)
微調 (從原型中鍵入測量值)					
V 接腳電阻器微調					
RV1			3.91	M-ohm	上方 V 接腳電阻器值
RV2			1.40	M-ohm	下方 V 接腳電阻器值
VAC1			115.0	V	測試輸入電壓狀況 1
VAC2			230.0	V	測試輸入電壓狀況 2



IO_VAC1			0.50	A	測量的 VAC1 輸出電流
IO_VAC2			0.50	A	測量的 VAC2 輸出電流
RV1 (新)			3.91	M-ohm	新 RV1
RV2 (新)			1.40	M-ohm	新 RV2
V_OV			318.3	V	觸發 OV 關機的典型 AC 輸入電壓
V_UV			70.8	V	典型 AC 輸入電壓 (超出此值電源供應器即可啓動)
FB 接腳電阻器微調					
RFB1			111	Ω	上方 FB 接腳電阻器值
RFB2			1E+012	Ω	下方 FB 接腳電阻器值
VB1			15.3	V	測試偏壓電壓狀況 1
VB2			18.7	V	測試偏壓電壓狀況 2
IO1			0.50	A	測量的 VB1 輸出電流
IO2			0.50	A	測量的 VB2 輸出電流
RFB1 (新)			110.8	Ω	新 RFB1
RFB2 (新)			1.00E+12	Ω	新 RFB2



10 效能資料

所有測量均在室溫下執行。

10.1 效率

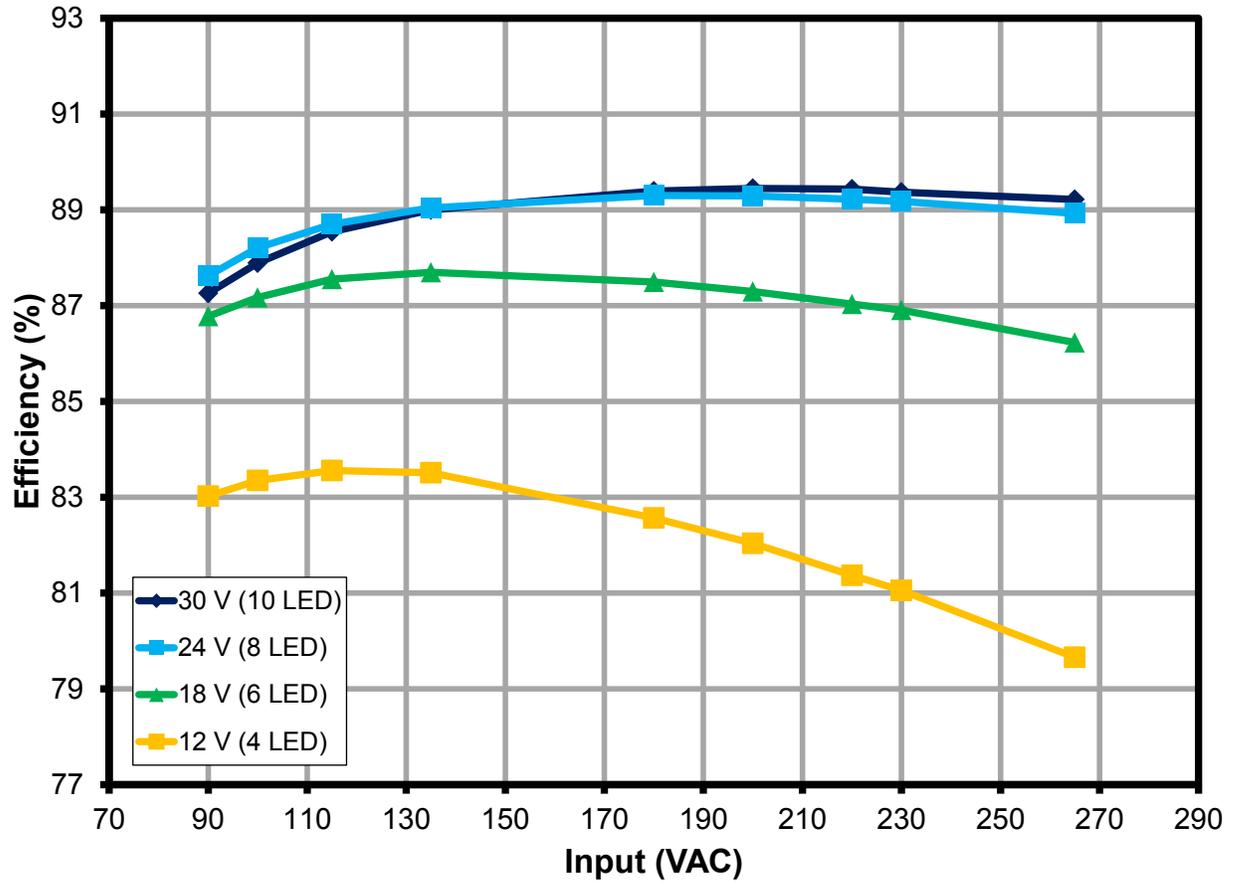


圖 9 – 不同 LED 負載與線間輸入對照的效率圖。



10.2 線間與負載調節

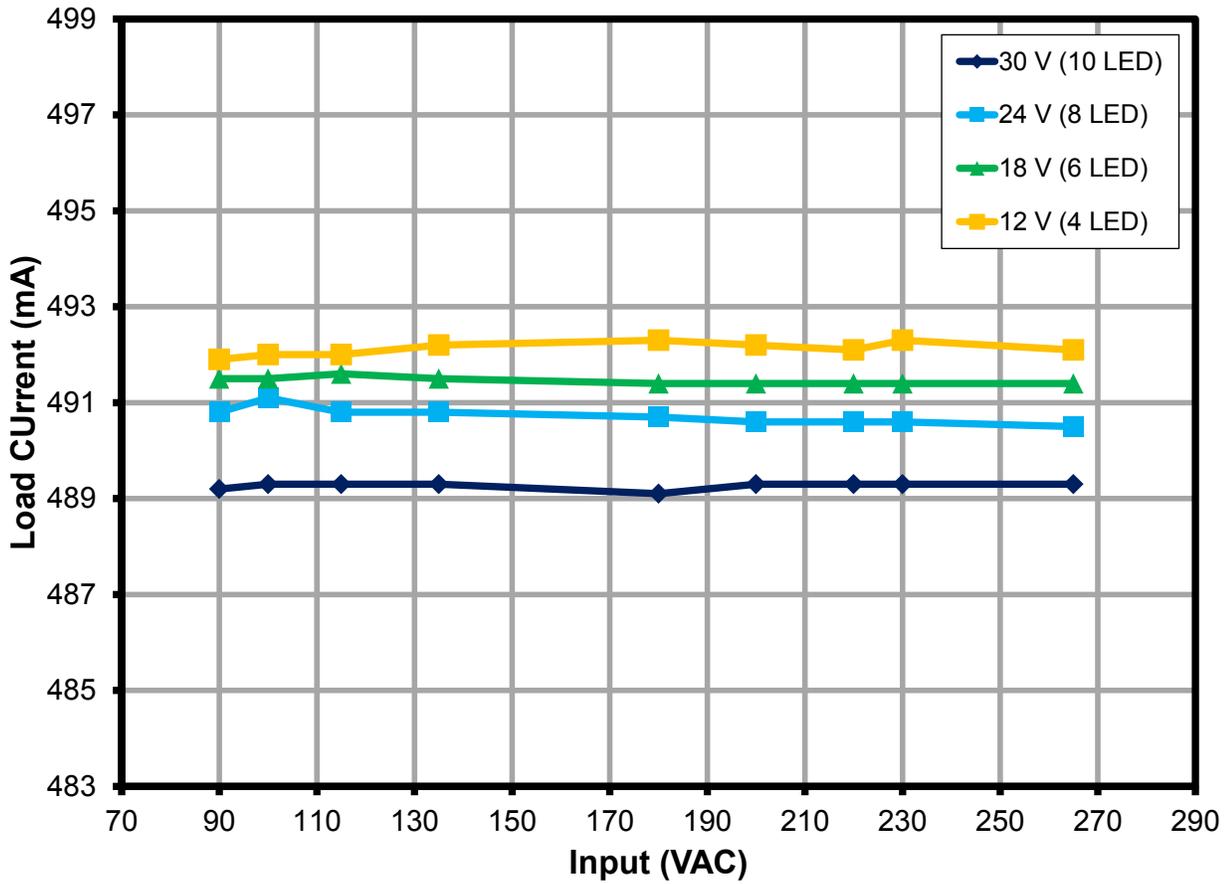


圖 10 – 室溫下以不同 LED 負載與線間輸入對照的線間調節。



10.3 功率因數

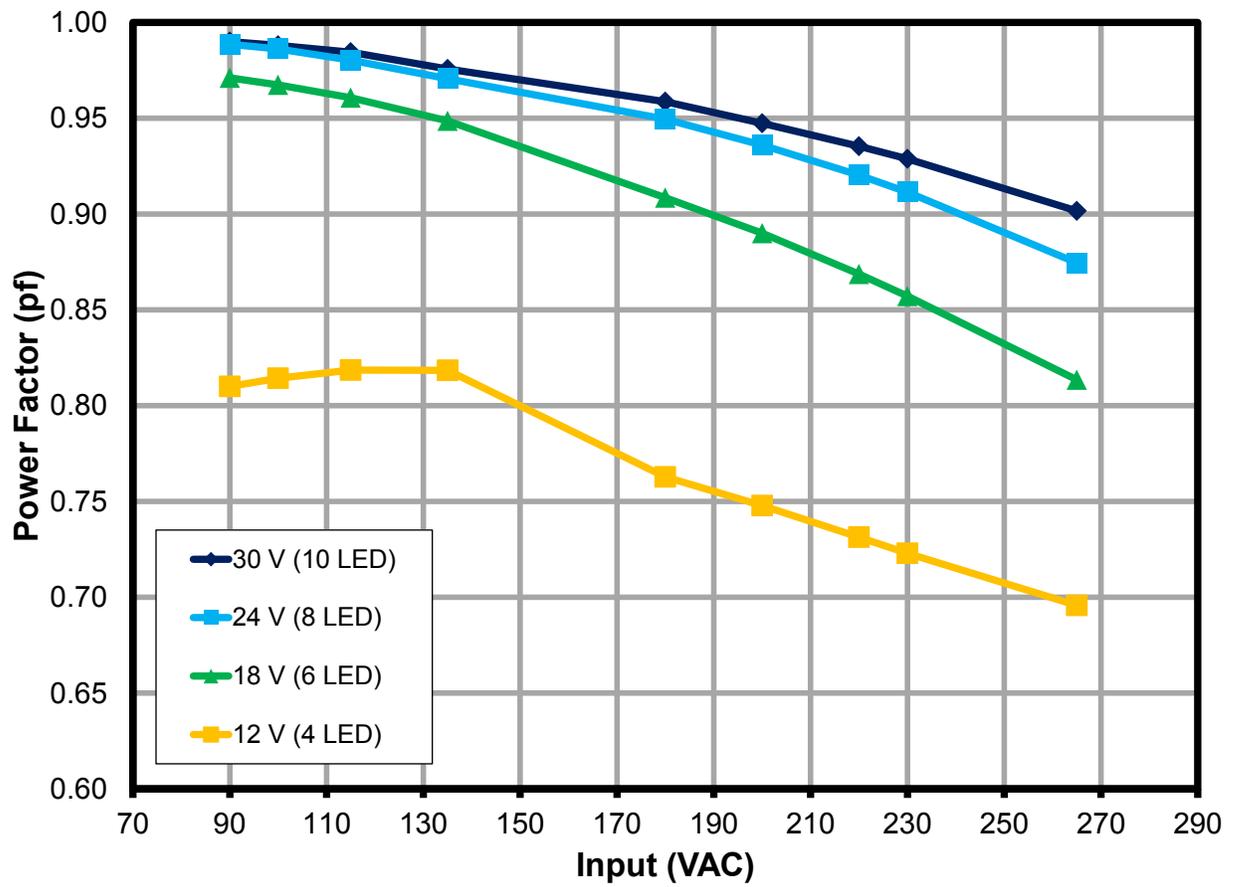


圖 11 - 室溫下功率因數與線間輸入對照。



10.4 測試資料

10.4.1 30 V (10 LED)

輸入		輸入測量					負載測量			計算			示波器測量值
VAC (V _{RMS})	頻率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	損失 (W)	漣波 Pk-pk
90	60	89.89	185.20	16.480	0.990	12.67	29.2700	489.300	14.380	14.32	87.26	2.10	319
100	60	99.93	165.73	16.362	0.988	13.62	29.2700	489.300	14.380	14.32	87.89	1.98	317.8
115	60	114.94	143.55	16.241	0.984	15.02	29.2700	489.300	14.380	14.32	88.54	1.86	312.1
135	60	134.91	122.67	16.146	0.976	18.54	29.2600	489.100	14.370	14.31	89.00	1.78	304.5
180	50	179.91	93.28	16.087	0.959	22.68	29.2600	489.300	14.380	14.32	89.39	1.71	338.3
200	50	199.90	84.90	16.077	0.947	24.56	29.2500	489.300	14.380	14.31	89.44	1.70	332.4
220	50	219.96	78.16	16.079	0.935	25.62	29.2500	489.300	14.380	14.31	89.43	1.70	326.4
230	50	229.90	75.30	16.080	0.929	25.97	29.2500	489.300	14.370	14.31	89.37	1.71	325.6
265	50	264.98	67.38	16.096	0.902	26.94	29.2500	489.000	14.360	14.30	89.21	1.74	317.3

10.4.2 24 V (8 LED)

輸入		輸入測量					負載測量			計算			示波器測量值
VAC (V _{RMS})	頻率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	損失 (W)	漣波 Pk-pk
90	60	89.90	149.34	13.273	0.989	12.06	23.5700	490.800	11.630	11.57	87.62	1.64	375.9
100	60	99.94	133.90	13.196	0.986	12.97	23.5700	491.100	11.640	11.58	88.21	1.56	372.3
115	60	114.95	116.37	13.112	0.980	15.4	23.5600	490.800	11.630	11.56	88.70	1.48	365.5
135	60	134.92	99.66	13.050	0.971	18.11	23.5600	490.800	11.620	11.56	89.04	1.43	357.3
180	50	179.91	76.24	13.024	0.950	21.47	23.5500	490.700	11.630	11.56	89.30	1.39	400.7
200	50	199.90	69.62	13.025	0.936	22.51	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.29	1.40	397.5
220	50	219.97	64.40	13.035	0.920	23.2	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.22	1.41	390.5
230	50	229.91	62.24	13.042	0.911	23.45	23.5500	490.600	11.630	11.55	89.17	1.41	385.9
265	50	264.99	56.39	13.067	0.875	24.34	23.5500	490.500	11.620	11.55	88.93	1.45	378.5

10.4.3 18 V (6 LED)

輸入		輸入測量					負載測量			計算			示波器測量值
VAC (V _{RMS})	頻率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	損失 (W)	漣波 Pk-pk
90	60	89.91	116.41	10.164	0.971	10.58	17.7600	491.500	8.820	8.73	86.78	1.34	496.6
100	60	99.95	104.64	10.118	0.967	10.83	17.7600	491.500	8.820	8.73	87.17	1.30	492.8
115	60	114.96	91.22	10.074	0.961	11.53	17.7600	491.600	8.820	8.73	87.55	1.25	486.1
135	60	134.93	78.48	10.046	0.949	12.76	17.7600	491.500	8.810	8.73	87.70	1.24	479
180	50	179.92	61.68	10.081	0.909	16.33	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.49	1.26	533.8
200	50	199.91	56.79	10.104	0.890	17.29	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.29	1.28	526.7
220	50	219.98	53.03	10.134	0.869	18.32	17.7500	491.400	8.820	8.72	87.03	1.31	516.5
230	50	229.92	51.51	10.149	0.857	18.93	17.7500	491.400	8.820	8.72	86.91	1.33	514.4
265	50	265.00	47.39	10.217	0.814	21.87	17.7500	491.400	8.810	8.72	86.23	1.41	494.7



10.4.4 12 V (4 LED)

輸入		輸入測量					負載測量			計算			示波器測量值
VAC (V _{RMS})	頻率 (Hz)	V _{IN} (V _{RMS})	I _{IN} (mA _{RMS})	P _{IN} (W)	PF	%ATHD	V _{OUT} (V _{DC})	I _{OUT} (mA _{DC})	P _{OUT} (W)	P _{CAL} (W)	效率 (%)	損失 (W)	漣波 Pk-pk
90	60	89.93	98.67	7.187	0.810	39.9	11.8300	491.900	5.967	5.82	83.02	1.22	837
100	60	99.96	87.88	7.153	0.814	38.31	11.8300	492.000	5.962	5.82	83.35	1.19	811
115	60	114.97	75.75	7.128	0.819	36.05	11.8400	492.000	5.956	5.83	83.56	1.17	778
135	60	134.94	64.53	7.127	0.818	33.43	11.8400	492.200	5.952	5.83	83.51	1.18	742
180	50	179.93	52.58	7.216	0.763	35.19	11.8300	492.300	5.958	5.82	82.57	1.26	794
200	50	199.92	48.55	7.259	0.748	35.11	11.8400	492.200	5.955	5.83	82.04	1.30	769
220	50	219.98	45.43	7.310	0.731	35.98	11.8400	492.100	5.948	5.83	81.37	1.36	748
230	50	229.93	44.14	7.337	0.723	36.71	11.8400	492.300	5.947	5.83	81.05	1.39	733
265	50	265.00	40.39	7.448	0.696	40	11.8500	492.100	5.933	5.83	79.66	1.52	686



11 諧波資料

此設計以 30 V (10 LED) 測量之下通過 C 類標準要求。

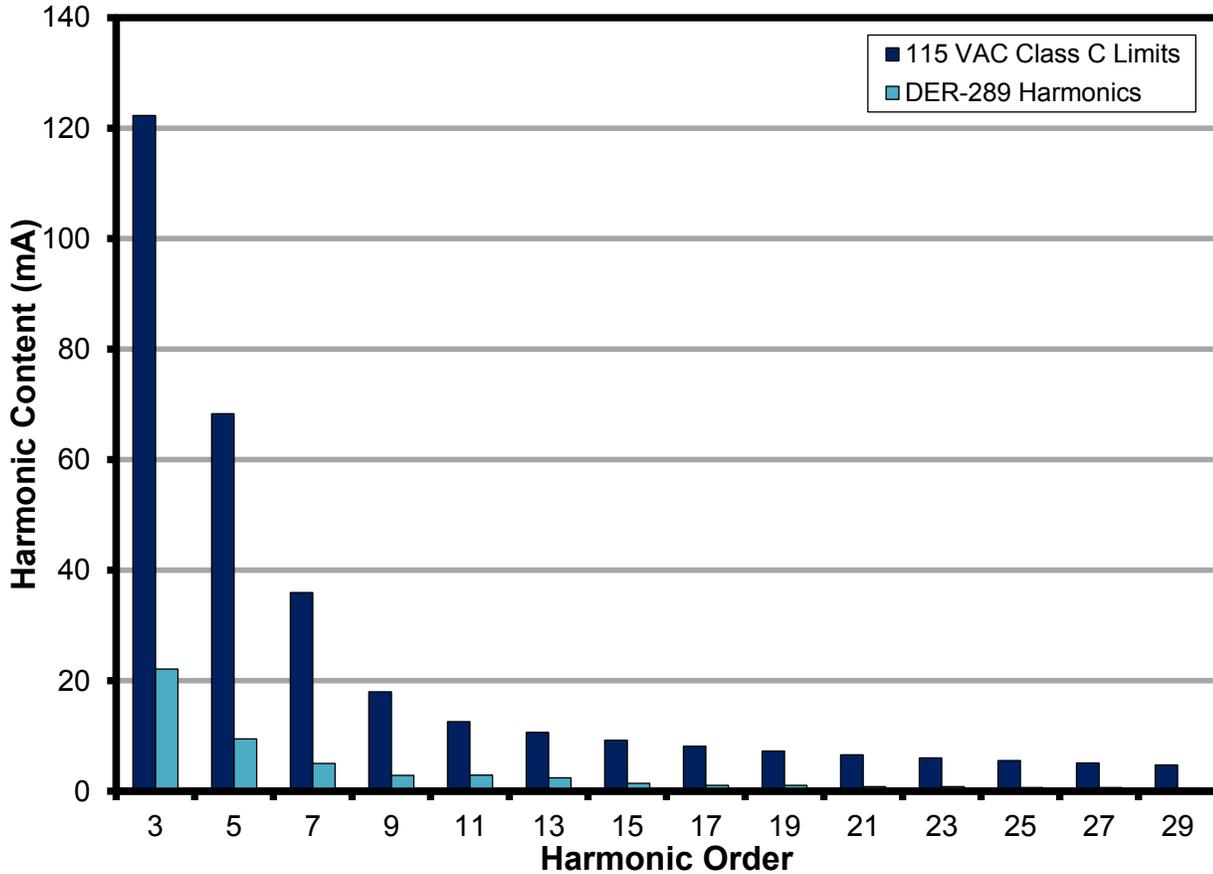


圖 12 – 115 VAC 諧波，室溫，滿載。



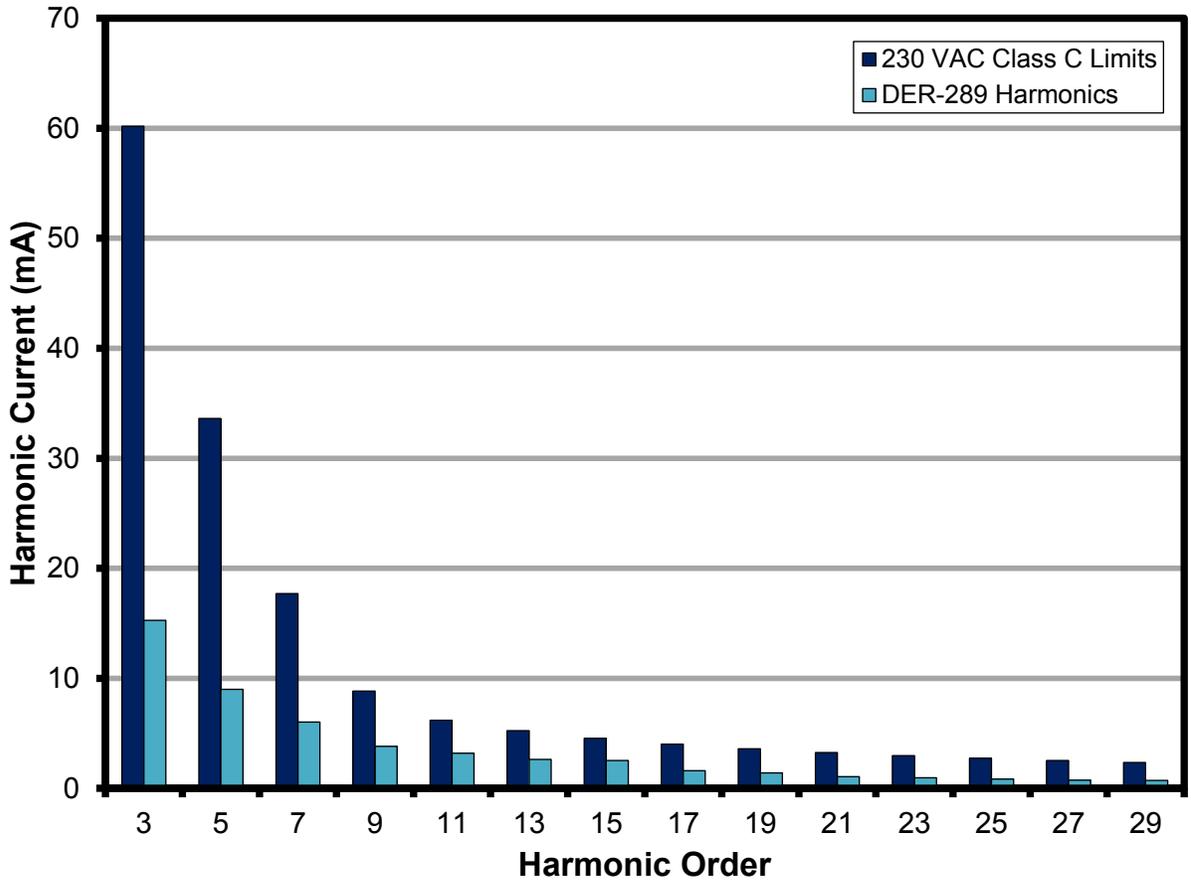


圖 13 – 230 VAC 諧波，室溫，滿載。

V _{IN} = 115 VAC		
THD (%)	限制 (%)	餘裕 (%)
16	33	16
V _{IN} = 230 VAC		
THD (%)	限制 (%)	餘裕 (%)
26	33	6



12 波形以 30 V (10 LED) 測量

12.1 輸入線間電壓和電流

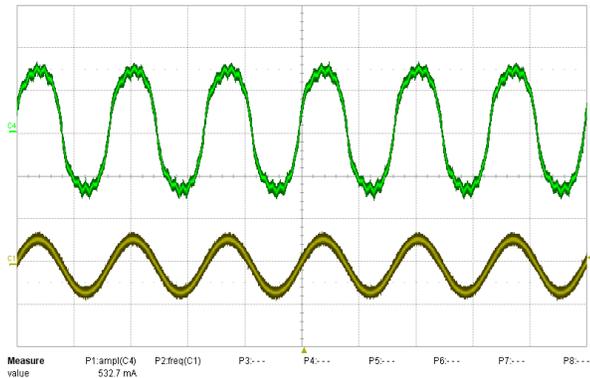


圖 14 – 90 VAC，滿載。
 上： I_{IN} ，每格 0.2 A
 下： V_{IN} ，200 V，每格 10 ms

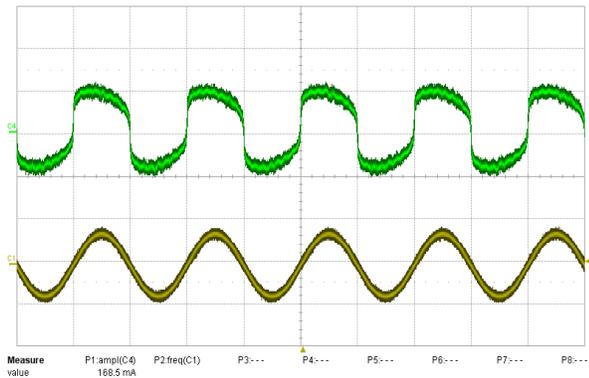


圖 15 – 265 VAC，滿載。
 上： I_{IN} ，每格 0.1 A
 下： V_{IN} ，每格 500 V，每格 10 ms

12.2 汲極電壓和電流

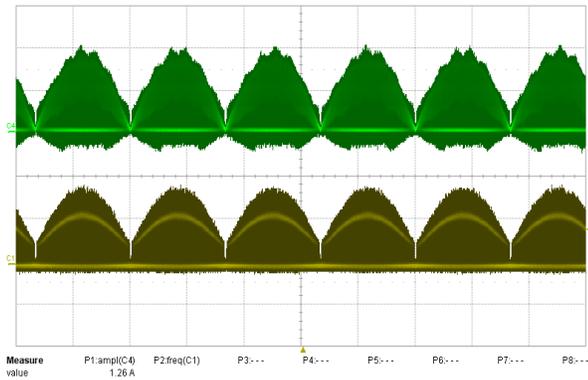


圖 16 – 90 VAC，滿載。
 上： I_{DRAIN} ，每格 0.5 A
 下： V_{DRAIN} ，200 V，每格 5 ms

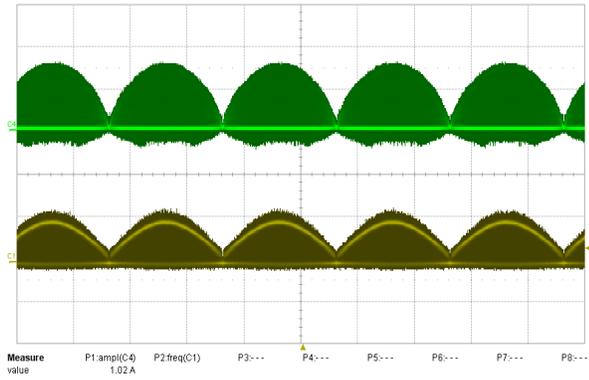


圖 17 – 265 VAC，滿載。
 上： I_{DRAIN} ，每格 0.5 A
 下： V_{DRAIN} ，每格 500 V，每格 5 ms

12.3 輸出電壓和電流啓動

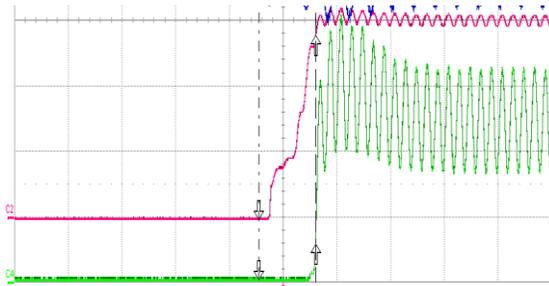


圖 18 – 115 VAC，滿載。
 上： V_{OUT} ，10 V，每格 5 ms
 下： I_{OUT} ，每格 100 mA

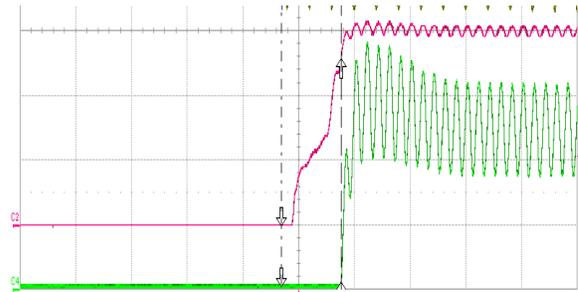


圖 19 – 230 VAC，滿載。
 上： V_{OUT} ，10 V，每格 5 ms
 下： I_{OUT} ，每格 100 mA

12.4 輸出電壓和漣波電流

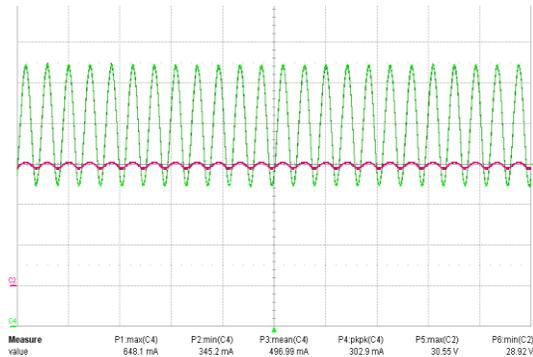


圖 20 – 115 VAC，滿載。
 上： I_{OUT} ，每格 100 mA
 下： V_{OUT} ，10 V，每格 5 ms

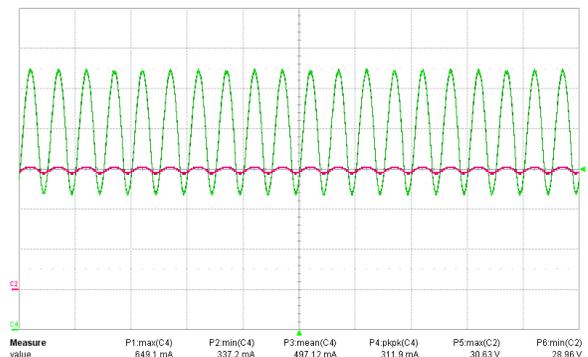


圖 21 – 230 VAC，滿載。
 上： I_{OUT} ，每格 100 mA
 下： V_{OUT} ，10 V，每格 5 ms



12.5 輸出整流器電壓和電流

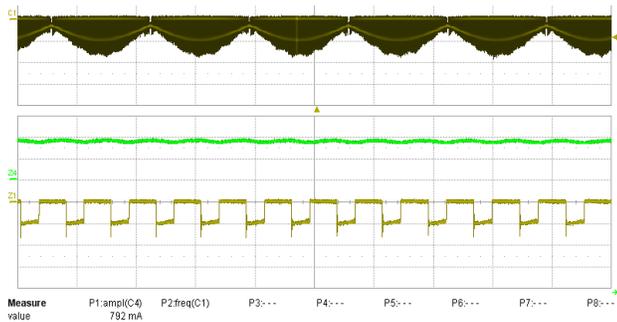


圖 22 – 110 VAC，滿載。
上： I_{RIPPLE} ，每格 0.5 A
下： V_{DIODE} ，100 V，每格 5 ms/200 μ s

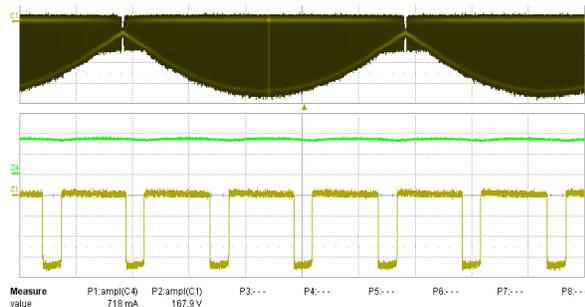


圖 23 – 265 VAC，滿載。
上： I_{RIPPLE} ，每格 0.5 A
下： V_{DIODE} ，100 V，每格 5 ms/200 μ s

12.6 輸出短路情況下的輸出電流和汲極電流

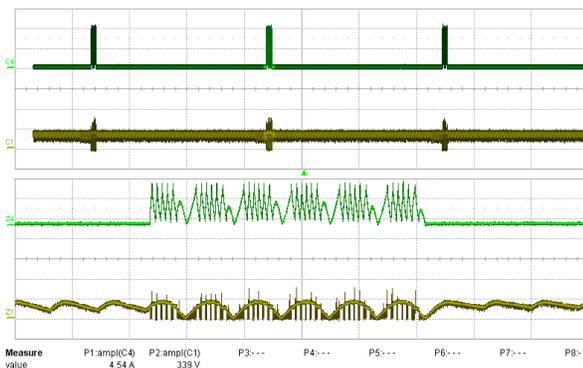


圖 24 – 90 VAC，滿載。
上： I_{OUT} ，每格 2 A
下： V_{DRAIN} ，200 V，每格 500 ms

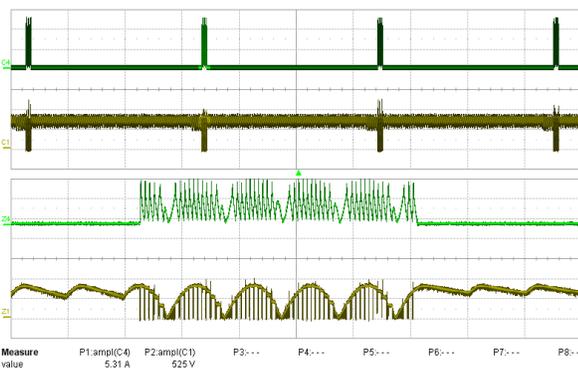


圖 25 – 265 VAC，滿載。
上： I_{OUT} ，每格 2 A
下： V_{DRAIN} ，200 V，每格 500 ms

12.7 輸出短路情況下的輸出電流和輸出電壓

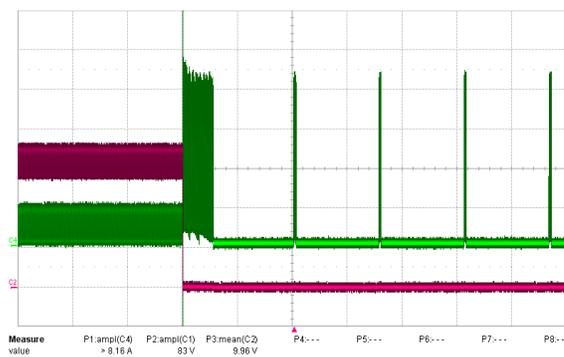


圖 26 – 110 VAC，滿載。
上： I_{OUT} ，每格 1 A
下： V_{DRAIN} ，10 V，每格 1 s



12.8 開路負載輸出電壓

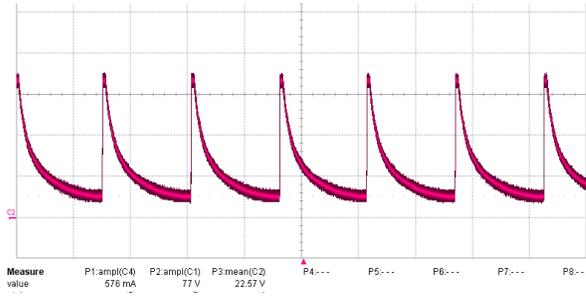


圖 27 – 輸出電壓：110 VAC
 V_{OUT} ，每格 20 V，每格 1 s

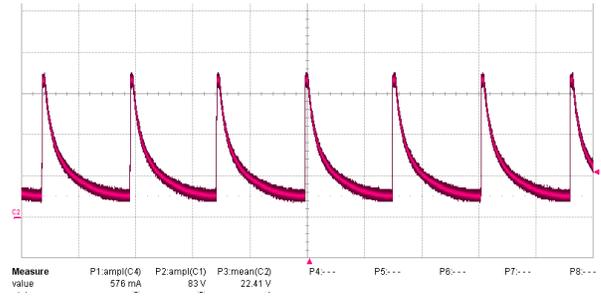


圖 28 – 輸出電壓：230 VAC
 V_{OUT} ，每格 20 V，每格 1 s

注意：在開路負載條件下，OV 關機功能設計為防止輸出電壓超出 SELV 限值 (45 V)。這可達成，但輸出電容器的電壓額定值會超出，這在故障情況下是可接受的。



13 線間突波

於單一測試設備上完成差模和共模輸入線 200 A 振盪波測試是否符合 IEC61000-4-5 標準。輸入電壓設在 230 VAC / 60 Hz。輸出已在滿載時載入，並於下列各突波活動後驗證操作。

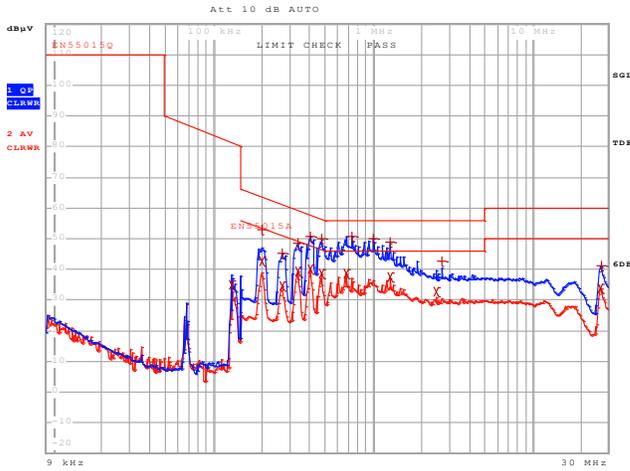
突波等級 (V)	輸入電壓 (VAC)	注入位置	注入相位 (°)	測試結果 (通過/未通過)
2500	230	L 至 N	90	通過
2500	230	L 至 N	90	通過
2500	230	L 至 PE	90	通過
2500	230	L 至 PE	90	通過
2500	230	N 至 PE	90	通過
2500	230	N 至 PE	90	通過

所有測試情況下的設備通過率。



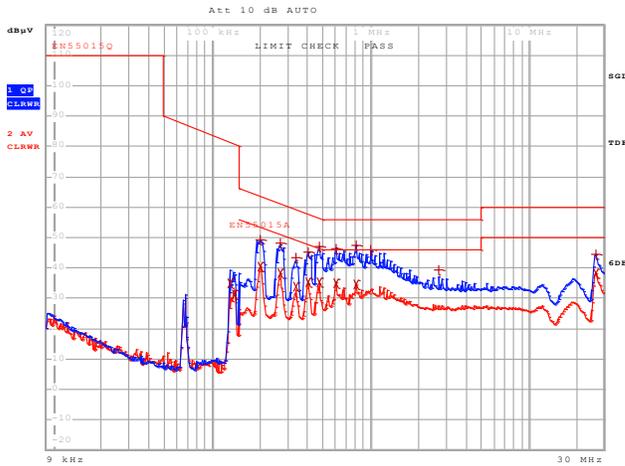
14 傳導性 EMI 以 30 V (10 LED) 測量

注意：請參閱表格瞭解餘裕至標準 – 藍線為峰值測量，但限值線為準峰值。



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)				
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBuV	DELTA	LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q			
Trace2:	EN55015A			
Trace3:	---			
2 Average	129.530094744 kHz	35.95	L1 gnd	
1 Quasi Peak	200.175581485 kHz	52.81	N gnd	-10.79
2 Average	202.1773373 kHz	42.64	N gnd	-10.87
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	45.18	L1 gnd	-15.93
2 Average	269.806440381 kHz	34.74	L1 gnd	-16.38
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	48.52	L1 gnd	-10.78
2 Average	335.832355405 kHz	39.33	L1 gnd	-9.97
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	50.78	L1 gnd	-7.03
2 Average	401.705024172 kHz	39.84	L1 gnd	-7.97
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	49.88	N gnd	-6.61
2 Average	471.030732902 kHz	38.39	N gnd	-8.09
1 Quasi Peak	673.936068749 kHz	50.60	L1 gnd	-5.39
2 Average	673.936068749 kHz	38.39	L1 gnd	-7.60
1 Quasi Peak	1.00339897152 MHz	49.91	L1 gnd	-6.08
1 Quasi Peak	1.27405044044 MHz	48.88	N gnd	-7.11
2 Average	1.27405044044 MHz	37.38	N gnd	-8.61
2 Average	2.48152506244 MHz	32.47	N gnd	-13.52
1 Quasi Peak	2.68713605405 MHz	42.58	N gnd	-13.41
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	40.33	L1 gnd	-19.67
2 Average	26.4975442467 MHz	33.40	L1 gnd	-16.59

圖 29 – 傳導性 EMI，最大穩態負載，230 VAC，線間，60 Hz 和 EN55015 B 限值。



EDIT PEAK LIST (Final Measurement Results)				
TRACE	FREQUENCY	LEVEL dBuV	DELTA	LIMIT dB
Trace1:	EN55015Q			
Trace2:	EN55015A			
Trace3:	---			
2 Average	138.873795737 kHz	34.89	N gnd	
2 Average	202.1773373 kHz	31.26	N gnd	
1 Quasi Peak	202.1773373 kHz	49.31	L1 gnd	-14.20
2 Average	202.1773373 kHz	40.53	L1 gnd	-12.99
1 Quasi Peak	269.806440381 kHz	48.00	L1 gnd	-13.12
2 Average	269.806440381 kHz	38.13	L1 gnd	-12.98
1 Quasi Peak	335.832355405 kHz	43.28	N gnd	-16.02
2 Average	335.832355405 kHz	33.71	N gnd	-15.58
1 Quasi Peak	401.705024172 kHz	45.29	L1 gnd	-12.52
2 Average	401.705024172 kHz	35.13	L1 gnd	-12.68
1 Quasi Peak	471.030732902 kHz	47.20	N gnd	-9.28
2 Average	471.030732902 kHz	35.35	N gnd	-11.13
1 Quasi Peak	604.06488251 kHz	46.47	L1 gnd	-9.52
2 Average	604.06488251 kHz	34.78	L1 gnd	-11.21
1 Quasi Peak	806.126927408 kHz	47.44	L1 gnd	-8.55
2 Average	806.126927408 kHz	34.72	L1 gnd	-11.28
1 Quasi Peak	1.00339897152 MHz	46.12	L1 gnd	-9.87
1 Quasi Peak	2.68713605405 MHz	39.24	N gnd	-16.75
1 Quasi Peak	26.4975442467 MHz	44.55	N gnd	-15.44
2 Average	26.4975442467 MHz	38.30	L1 gnd	-11.69

圖 30 – 傳導性 EMI，最大穩態負載，110 VAC，線間，60 Hz 和 EN55015 B 限值。

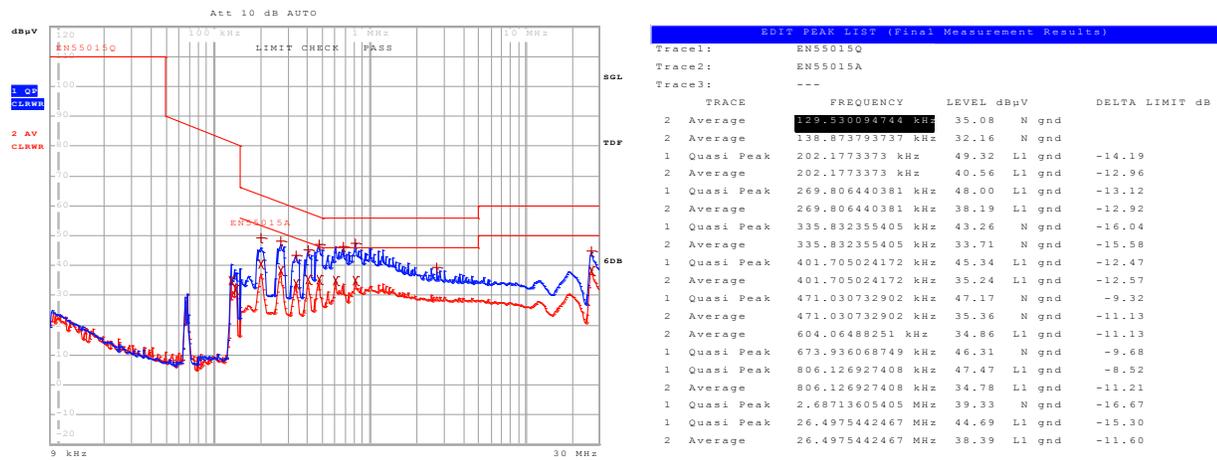


圖 31 – 傳導性 EMI，最大穩態負載，110 VAC，地線，60 Hz 和 EN55015 B 限值。

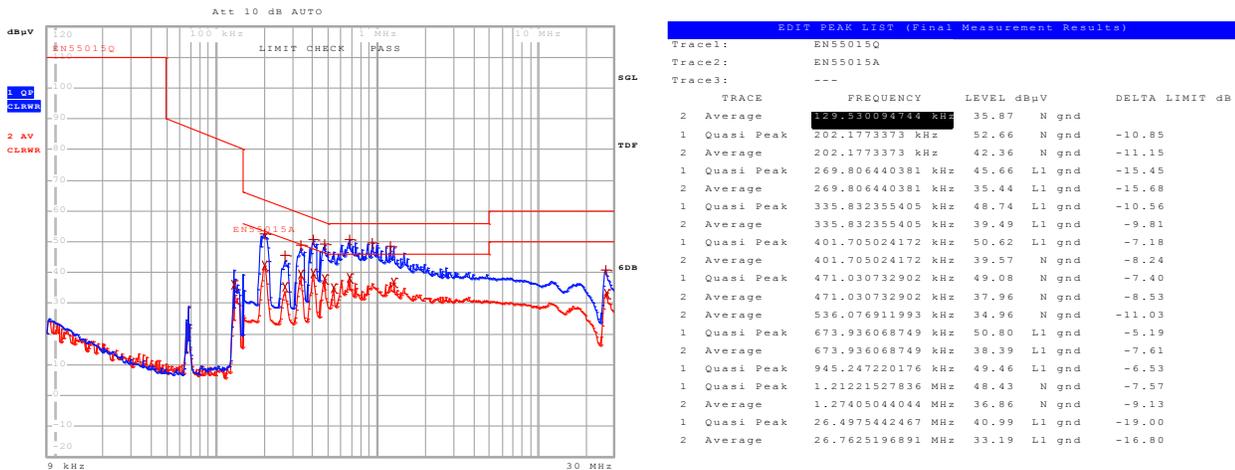


圖 32 – 傳導性 EMI，最大穩態負載，230 VAC，地線，60 Hz 和 EN55015 B 限值。



15 附錄 A – 二次側回授電路圖

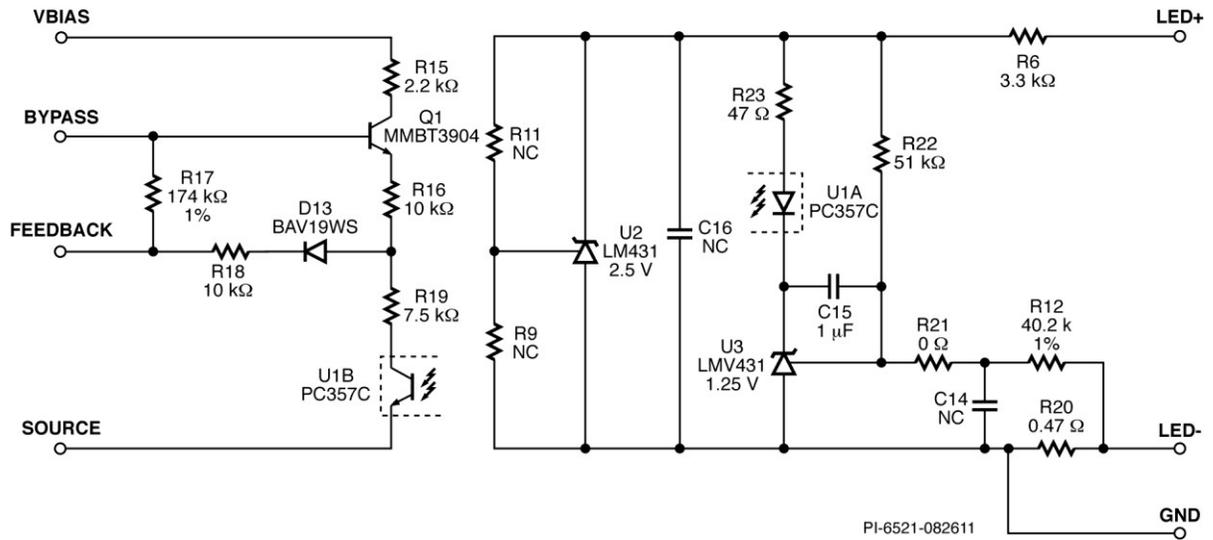


圖 33 – 圖 6 所示 PCB 佈局電路圖。



16 修訂記錄

日期	作者	修訂	說明與變更	已審核
2011 年 8 月 31 日	ME	1.0	初始版本	應用與行銷部門



For the latest updates, visit our website: www.powerint.com

Power Integrations reserves the right to make changes to its products at any time to improve reliability or manufacturability. Power Integrations does not assume any liability arising from the use of any device or circuit described herein. POWER INTEGRATIONS MAKES NO WARRANTY HEREIN AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ALL WARRANTIES INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY RIGHTS.

PATENT INFORMATION

The products and applications illustrated herein (including transformer construction and circuits' external to the products) may be covered by one or more U.S. and foreign patents, or potentially by pending U.S. and foreign patent applications assigned to Power Integrations. A complete list of Power Integrations' patents may be found at www.powerint.com. Power Integrations grants its customers a license under certain patent rights as set forth at <http://www.powerint.com/ip.htm>.

The PI Logo, TOPSwitch, TinySwitch, LinkSwitch, DPA-Switch, PeakSwitch, CAPZero, SENZero, LinkZero, HiperPFS, HiperTFS, HiperLCS, Qspeed, EcoSmart, Clampless, E-Shield, Filterfuse, StackFET, PI Expert and PI FACTS are trademarks of Power Integrations, Inc. Other trademarks are property of their respective companies. © Copyright 2011 Power Integrations, Inc.

Power Integrations Worldwide Sales Support Locations

WORLD HEADQUARTERS

5245 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, USA.
Main: +1-408-414-9200
Customer Service:
Phone: +1-408-414-9665
Fax: +1-408-414-9765
e-mail:
usasales@powerint.com

GERMANY

Rueckertstrasse 3
D-80336, Munich
Germany
Phone: +49-89-5527-3911
Fax: +49-89-5527-3920
e-mail:
eurosales@powerint.com

JAPAN

Kosei Dai-3 Building
2-12-11, Shin-Yokohama,
Kohoku-ku, Yokohama-shi,
Kanagawa 222-0033
Japan
Phone: +81-45-471-1021
Fax: +81-45-471-3717
e-mail: japansales@powerint.com

TAIWAN

5F, No. 318, Nei Hu Rd., Sec. 1
Nei Hu District
Taipei 114, Taiwan R.O.C.
Phone: +886-2-2659-4570
Fax: +886-2-2659-4550
e-mail:
taiwansales@powerint.com

CHINA (SHANGHAI)

Rm 1601/1610, Tower 1
Kerry Everbright City
No. 218 Tianmu Road West
Shanghai, P.R.C. 200070
Phone: +86-021-6354-6323
Fax: +86-021-6354-6325
e-mail:
chinasales@powerint.com

INDIA

#1, 14th Main Road
Vasanthanagar
Bangalore-560052
India
Phone: +91-80-4113-8020
Fax: +91-80-4113-8023
e-mail:
indiasales@powerint.com

KOREA

RM 602, 6FL
Korea City Air Terminal B/D, 159-6
Samsung-Dong, Kangnam-Gu,
Seoul, 135-728
Korea
Phone: +82-2-2016-6610
Fax: +82-2-2016-6630
e-mail: koreasales@powerint.com

EUROPE HQ

1st Floor, St. James's House
East Street, Farnham
Surrey GU9 7TJ
United Kingdom
Phone: +44 (0) 1252-730-141
Fax: +44 (0) 1252-727-689
e-mail:
eurosales@powerint.com

CHINA (SHENZHEN)

Rm A, B & C 4th Floor, Block C,
Electronics Science and
Technology Building
2070 Shennan Zhong Road
Shenzhen, Guangdong,
P.R.C. 518031
Phone: +86-755-8379-3243
Fax: +86-755-8379-5828
e-mail:
chinasales@powerint.com

ITALY

Via De Amicis 2
20091 Bresso MI
Italy
Phone: +39-028-928-6000
Fax: +39-028-928-6009
e-mail:
eurosales@powerint.com

SINGAPORE

51 Newton Road,
#19-01/05 Goldhill Plaza
Singapore, 308900
Phone: +65-6358-2160
Fax: +65-6358-2015
e-mail:
singaporesales@powerint.com

APPLICATIONS HOTLINE

World Wide +1-408-414-9660

APPLICATIONS FAX

World Wide +1-408-414-9760

