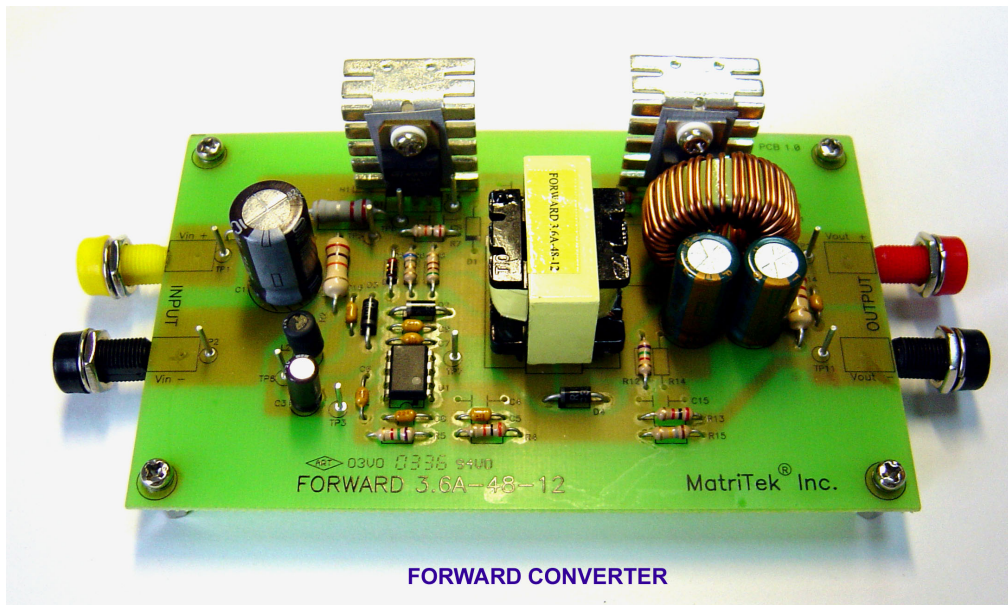


科目：FORWARD Switching Regulator 實作



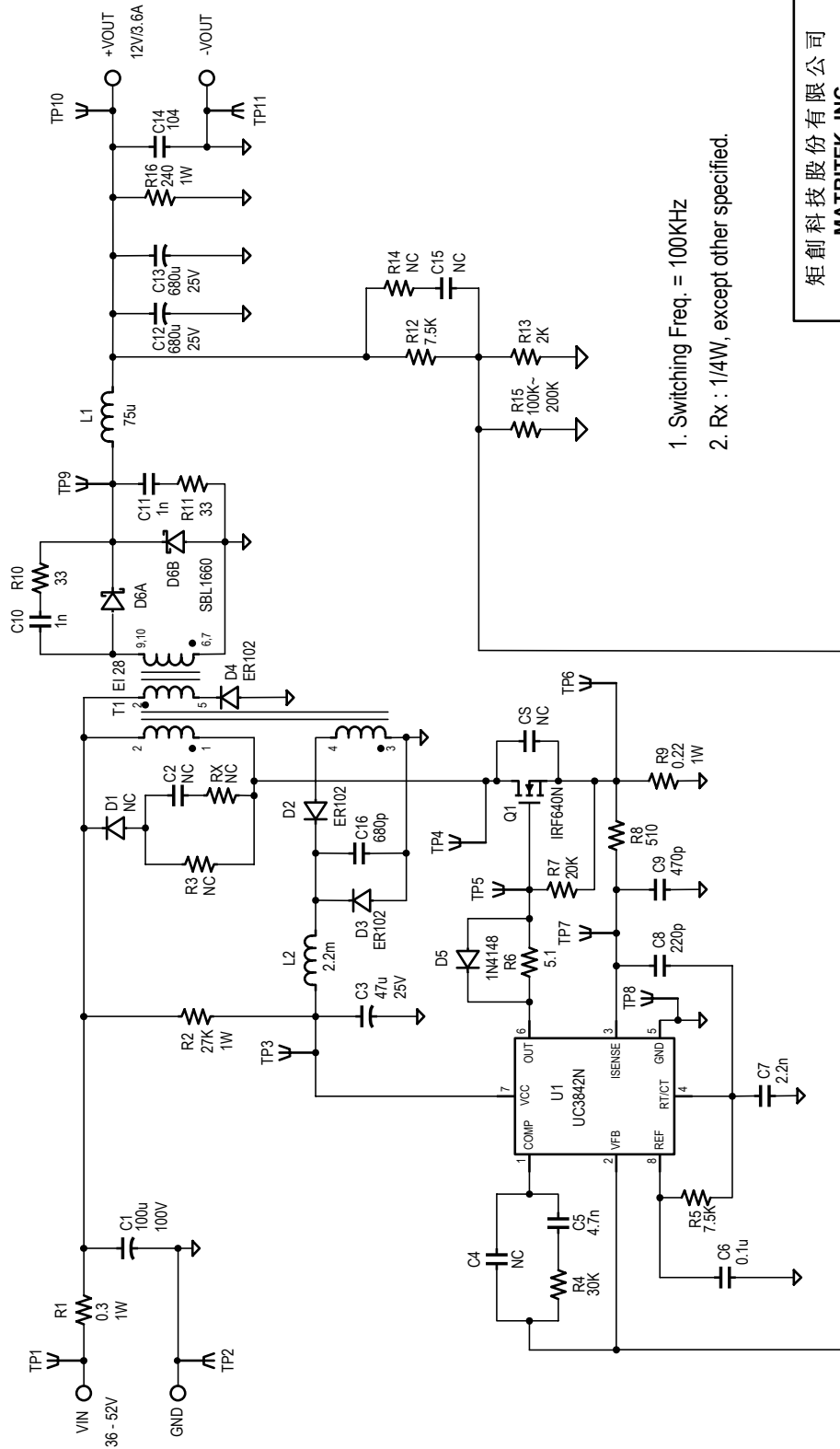
1. 材料元器件一套
2. 簡易規格
3. 電路圖 FORWARD SCH
4. 磁性元件繞製圖
5. 印刷電路板圖面
6. 材料表
7. 組裝步驟與注意事項
8. 參考資料
9. 評估與量測

Model Name : FORWARD 3.6A-48-12

【GENERAL SPECIFICATION】

•	INPUT VOLTAGE	36 VDC TO 56VDC
•	OUTPUT VOLATGE	12VDC
•	OUTPUT CURRENT	0.2 A TO 3.6A
•	OUTPUT RIPPLE VOLTAGE	100mV
•	LOAD REGULATION	+/- 1%
•	LINE REGULATION	+/- 1%
•	TRANSIENT RESPONSE @ 1.25A TO 2.5A, 0.1A/uS	
	OVERSHOOT / UNDERSHOOT	200 mV
	SETTLING TIME	2 mS
•	START UP	
	RISE TIME	100 mS
	OVERSHORT	250 mV
	DELAY TIME	1 S
•	SHORT-CIRCUIT PROTECTION	Auto-recovery
•	EFFICIENCY	> 83% @ I/P : 48V , O/P : 3.6A

FORWARD 3.6A-48-12



- 1. Switching Freq. = 100KHz
- 2. Rx : 1/4W, except other specified.

THE CIRCUIT IS DESIGNED FOR EDUCATION USE ONLY !

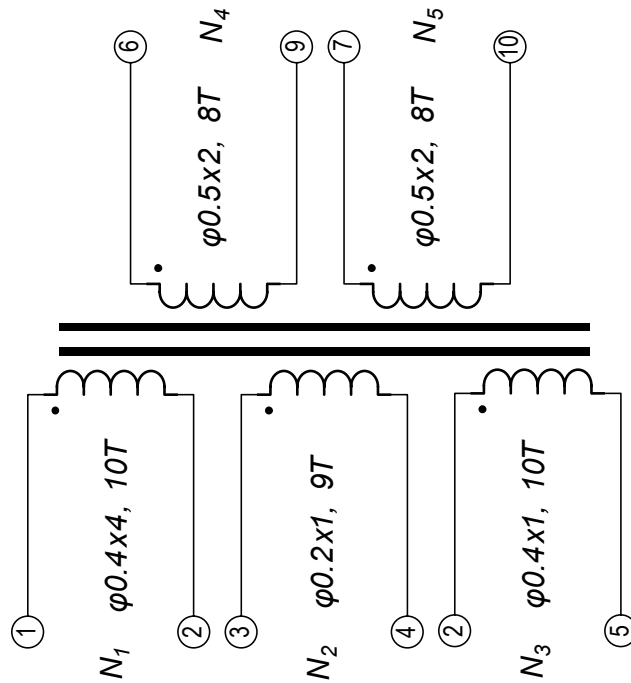
TEST POINT

矩創科技股份有限公司
MATRITEK INC.

機種名稱	FORWARD 3.6A-48-12
文件號碼	FORWARD SCH.vsd
設計	王信雄 Edwin S. Wang
繪圖	王信雄 Edwin S. Wang
日期	AUG 05, 2003
版次	1.1

【TRANSFORMER】

FORWARD 3.6A-48-12



Tape 2 turns x 6 layers

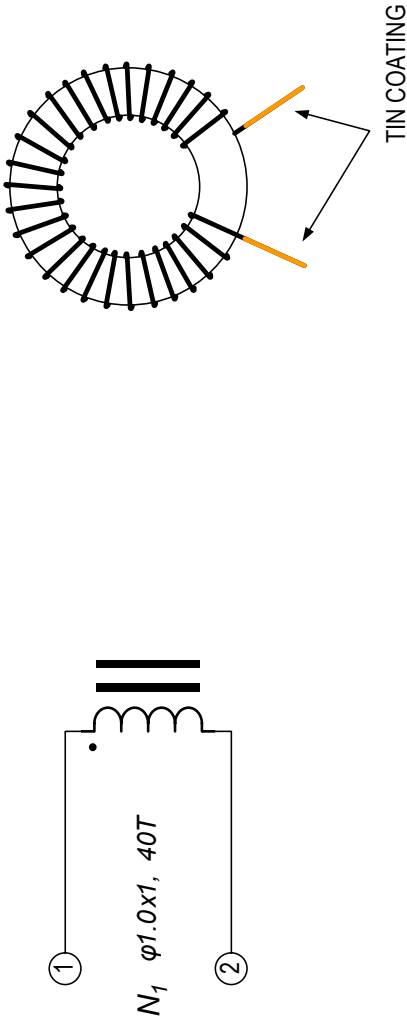
N_{1A}	#1→#2	$\varnothing 0.4 \times 2$	10T
N_5	#7→#10	$\varnothing 0.5 \times 2$	8T
N_2	#3→#4	$\varnothing 0.2 \times 1$	9T
N_3	#2→#5	$\varnothing 0.4 \times 1$	10T
N_4	#6→#9	$\varnothing 0.5 \times 2$	8T
N_{1A}	#1→#2	$\varnothing 0.4 \times 2$	10T

1. CORE : EI-28 (PC40 OR EQUIVALENT)
2. BOBBIN : EI-28 10 PIN VERTICAL
3. INDUCTANCE : WITHOUT GAP, 2mH REFERENCE
4. CUT PIN #8 AFTER WINDING

矩創科技股份有限公司
MATRITEK INC.

機種名稱	FORWARD 3.6A-48-12
文件號碼	FOR TRANS EI-28.vsd
設計	王信雄 Edwin S. Wang
繪圖	王信雄 Edwin S. Wang
日期	AUG 05, 2003
版次	1.0

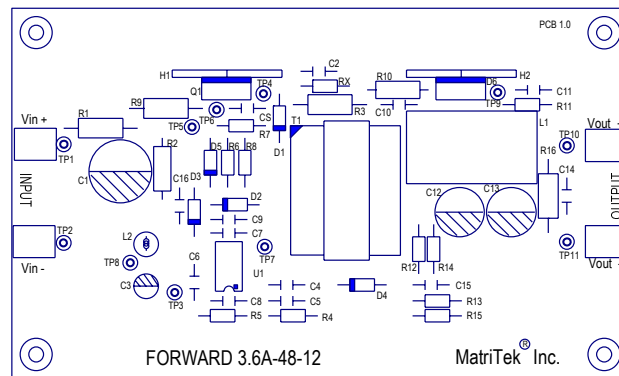
FORWARD 3.6A-48-12



- 1. CORE : T90-52 (MICROMETALS OR EQUIVALENT)
- 2. WIRE : 1.0 ϕ
- 3. INDUCTANCE : 75 UH REFERENCE (#1 TO #2)
- 4. 40 TURNS

矩創科技股份有限公司 MATRITEK INC.			
機種名稱	FORWARD 3.6A-48-12		
文件號碼	INDUCTOR 75U 3.6A.svd		
設計	王信雄 Edwin S. Wang		
繪圖	王信雄 Edwin S. Wang		
日期	AUG 05, 2003	版次	1.0

【PCB 文字面】



【FORWARD 3.6A-48-12 PART LIST】

	PCB 位置	規格說明	數量
1	R1	RES 0R3 +/-5% 1W	1
2	R2	RES 27K +/-5% 1W	1
3	R3	RES NC +/-5% 1W	0
4	R4	RES 30K +/-5% 1/4W	1
5	R5	RES 7.5K +/-5% 1/4W	1
6	R6	RES 5R1 +/-5% 1/4W	1
7	R7	RES 20K +/-5% 1/4W	1
8	R8	RES 510 +/-5% 1/4W	1
9	R9	RES 0R22 +/-5% 1W	1
10	R10	RES 33 +/-5% 1/4W	1
11	R11	RES 33 +/-5% 1/4W	1
12	R12	RES 7K5 +/-5% 1/4W	1
13	R13	RES 2K +/-5% 1/4W	1
14	R14	RES NC +/-5% 1/4W	0
15	R15	RES 180K +/-5% 1/4W	1
16	R16	RES 240 +/-5% 1W	1
17	RX	RES NC 1W	0
18	C1	EC 100U 100V 13X20	1
19	C2	MLCC NC 50V	0
20	C3	EC 47U 25V 6X11	1
21	C4	MLCC NC 50V	0
22	C5	MLCC 472 50V	1
23	C6	MLCC 104 50V	1
24	C7	MLCC 222 50V	1
25	C8	MLCC 221 50V	1
26	C9	MLCC 471 50V	1
27	C10	MLCC 102 50V	1
28	C11	MLCC 102 50V	1
29	C12	EC 680U 25V 10X20	1
30	C13	EC 680U 25V 10X20	1
31	C14	MLCC 104 50V	1
32	C15	MLCC NC 50V	0
33	C16	MLCC 681 50V	1
34	CS	MLCC NC 50V	0
35	T1	TRANSFORMER EI-28 FORWARD	1
36	L1	CHOKE T90-52 75U 3.6A	1
37	L2	CHOKE R5X7 2.2mH	1
38	Q1	NMOS IRF640N 200V/18A	1
39	D1	FRD NC	0
40	D2	FRD ER102	1

41	D3	FRD ER102	1
42	D4	FRD ER102	1
43	D5	DIODE 1N4148	1
44	D6	SBD SBL1660 16A/60V TO220	1
45	U1	IC PWM CONTROLLER UC3842N	1
46	H1,H2	HEATSINK 20X30X1	2
47	SCREW	SCREW PAN HEAD M3X7	2
48	NUT	NUT M3	6
49		INSULATOR TO-220	2
50		INSULATOR SILICON TO-220	2
51	TP1~11	TEST PIN 0.8D 10mm	11
52	IN/OUT	CONNECTOR	4
53		COPPER STAND	4
54	PCB	PCB 3X5 IN SS FORWARD 3.6A-48-12	1

【FORWARD 3.6A-48-12 組裝步驟與注意事項】

- **組裝工具**
 - (1) 溫控電烙鐵 30W，圓尖頭
 - (2) 焊錫絲 0.6Φ ~ 1.0Φ
 - (3) 梅花起子
 - (4) 尖嘴鉗
 - (6) 斜口鉗
- **量測設備**
 - (1) 直流電源 60V / 3A
 - (2) 電子負載 60V / 60A / 300W (DYNAMIC FUNCTION)
 - (3) 100MHZ 以上數位儲存式示波器 DSO (可 HARDCOPY 畫面)
 - (4) 100KHZ 以上 LCR METER
 - (5) DIGITAL MULTIMETER
 - (6) 電流探棒 CURRENT PROBE (OPTIONAL)
 - (7) GAIN-PHASE ANALYZER (OPTIONAL)
- **組裝一般注意事項**
 - (1) 對照料表，清點材料。必要時可用 RLC METER 確認電感、電容與電阻值。
 - (2) 階層式組立步驟：先將獨立單元組立 (如功率半導體與散熱片組合)，再依零件高低由低而高依次焊錫固定。
 - (3) 焊錫作業注意”三點同溫”原則，避免空焊、冷焊發生，也避免零件(特別是 IC)過熱損壞。
- **組裝步驟**
 - (1) 組立 MOSFET Q1 與 SBD D1 與散熱片。注意絕緣片與絕緣粒子。
 - (2) 將最矮的零件，Zener D5 與 8 顆積層陶瓷電容(MLCC)，焊於 PCB 上。
 - (3) 其次是 1/4W 的電阻，共 10 顆。
 - (4) 其次 D2、D3 與 D4。
 - (5) 接著焊 IC (U1)，注意 IC 腳位標示。
 - (6) 4 顆 1W 電阻。
 - (7) 焊接 11 支 TEST PIN。
 - (8) 依序將所有電解電容、電感及變壓器焊上。
 - (9) 再來是帶散熱片的 Q1 與 D6 組合。
 - (10) 檢查零件是否已完全裝在 PCB 上。
 - (11) 接著焊輸入與輸出的 PIN (或 CONNECTOR)
 - (12) 最後將銅柱鎖定，完成 PCB 作業。

【評估與量測】

注意： (1) 輸入電源供應器的最大輸出電流須設定在 **2A** 左右，如果電源串聯輸出，先確定正確電壓。

(2) 仔細查看電路圖，明確瞭解 TEST PIN 是哪一點。

(3) 輸入端與輸出端要確認再開機。

1. CONVERSION EFFICIENCY
2. LOAD REGULATION
3. LINE REGULATION
4. OUTPUT RIPPLE & NOISE (DSO)
5. DYNAMIC RESPONSE (DSO)
6. GATE SIGNAL AND MOSFET VOLTAGE (DSO)
7. START-UP (PIN 10 TO PIN 11) (DSO)
8. CURRENT SENSING VOLTAGE (U1 PIN3)
9. SECONDARY DIODE CURRENT (OPTIONAL) (DSO + CURRENT PROBE)
10. OTHERS

靜態測試記錄

輸入電壓 = 36V

輸出電流	0.5A	1A	1.5A	2A	2.5A	3A	3.6A
V_O							
I_{IN}							

輸入電壓 = 48V

輸出電流	0.5A	1A	1.5A	2A	2.5A	3A	3.6A
V_O							
I_{IN}							

輸入電壓 = 56V

輸出電流	0.5A	1A	1.5A	2A	2.5A	3A	3.6A
V_O							
I_{IN}							

注意：

- (1) 輸入電壓讀值：用 DMM 量 PIN 1 TO PIN 2；輸入電流讀值：可直接於電源供應器表頭讀取；輸出電壓讀值：用 DMM 量 PIN 10 TO PIN 11；輸出電流讀值：可直接於電子負載表頭讀取。

1. CONVERSION EFFICIENCY

用量取的資料，計算出效率，並以 EXCEL 作圖。($\eta = \frac{V_O \cdot I_O}{V_{IN} \cdot I_{IN}}$)

2. LOAD REGULATION

定義： $Load\ Regulation = \left| \frac{V_{O,min\ load} - V_{O,full\ load}}{V_{O,min\ load}} \right| \times 100\% \text{ @ specified input voltage}$

用量取的資料，分別計算在三種輸入電壓下的負載穩壓率。

3. LINE REGULATION

定義： $Line\ Regulation = \left| \frac{V_{O,min\ input} - V_{O,max\ input}}{V_{O,min\ input}} \right| \times 100\% \text{ @ specified load}$

用量取的資料，分別計算在輸出電流為 0.5A, 2A, 3.6A 條件下下的線電壓穩壓率。

4. OUTPUT RIPPLE AND NOISE

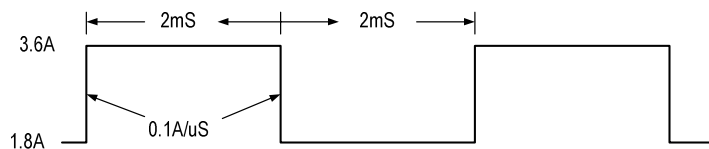
條件：輸出滿載 (3.6A)

輸入電壓 = 36V, 48V, 56V

觀察記錄：用數位示波器觀察輸出電壓(AC Coupling)，並將波形記錄存檔。注意量測技巧，以免探棒耦合雜訊。

5. DYNAMIC RESPONSE

條件：負載設定



輸入電壓 = 36V, 48V, 56V

觀察記錄：用數位示波器觀察輸出電壓動態響應(AC Coupling)，並將波形記錄存檔。注意量測技巧，以免探棒耦合雜訊。

6. GATE SIGNAL (DUTY CONTROL) 信號與 MOSFET VOLTAGE

條件：負載設定 = 0.2A, 2A, 3.8A

輸入電壓 = 48V

觀察記錄：用數位示波器觀察 PIN 5 與 PIN 8 的電壓，並將波形記錄存檔。

7. START-UP

觀察從輸入電壓灌入到輸出電壓穩定的現象。DUAL CHANNEL 量輸入與輸出電壓，以及 SOFT START 功能。

【參考資料】

- (1) UC3842 Data Sheet
- (2) IRF640 Data Sheet
- (3) EI-28 Ferrite Core Data Sheet
- (4) 75uH T90-52 Inductor Analysis

MICROMETALS INDUCTORS FOR POWER FILTER APPLICATIONS

DC BIASED OUTPUT FILTER INDUCTANCE ANALYSIS

CORE PART NUMBER	T90-52	X 1	NO. IN STACK
WIRE GAGE / STRANDS	1.0 mm	X 1	
NUMBER OF TURNS	36		
DC BIAS CURRENT	3.6	AMPERES	
PEAK INDUCTOR VOLTAGE	38.4	VOLTS	
DC OUTPUT VOLTAGE	12.5	VOLTS	
FREQUENCY	100	K Hz	
AMBIENT TEMPERATURE	27	°C	

ELECTRICAL PROPERTIES

INDUCTANCE	64.55	uH	CORE LOSS	0.828	W
DC RESISTANCE	25.65m	Ω	COPPER LOSS	0.332	W
AC RESISTANCE	25.65m	Ω	TOTAL LOSSES	1.161	W
RIPPLE CURRENT	1.46	A p-p			
DC BIAS	28.2	Oe	SURFACE AREA	18.90	cm ²
AC FLUX DENSITY	332	Gauss	TEMP RISE	30.88	°C
PERCENT PERM	78	%	TIME TO 115% LOSS	300K	Hrs
CORE AL VALUE	64	nH	LIFE LIMIT	100M	Hrs

MECHANICAL PROPERTIES

CORE OD	0.900	in	WIRE DIA	0.043	in
CORE ID	0.550	in	WIRE LENGTH	3.7	ft
CORE HEIGHT	0.375	in	WIRE WEIGHT	0.018	lb
CORE WEIGHT	0.035	lb	WINDOW FILL	18.4	%
CORE VOLUME	2.283	cm ³	WOUND OD	0.983	in
MAGNETIC Ac	0.395	cm ²	WOUND HEIGHT	0.458	in
MAGNETIC Lm	5.780	cm			

