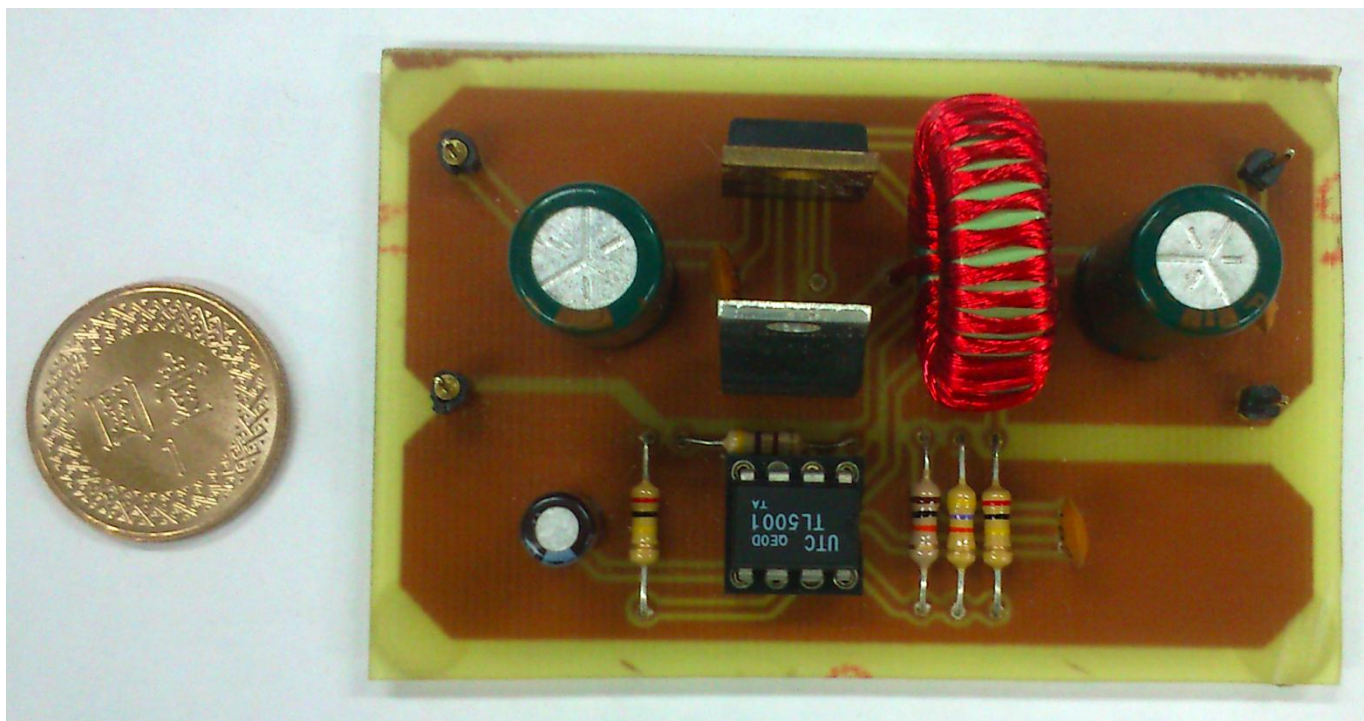

電力電子實習教具與教材製作

Buck Converter

□ 實體圖



目錄

- 材料規格
- 電路圖
- 電感器繞製
- 元件分佈
- 元件規格表
- 組裝步驟與注意事項
- 評估與量測
- 靜態測試紀錄
- 名詞說明
- 波形圖
- 效率曲線

□材料規格

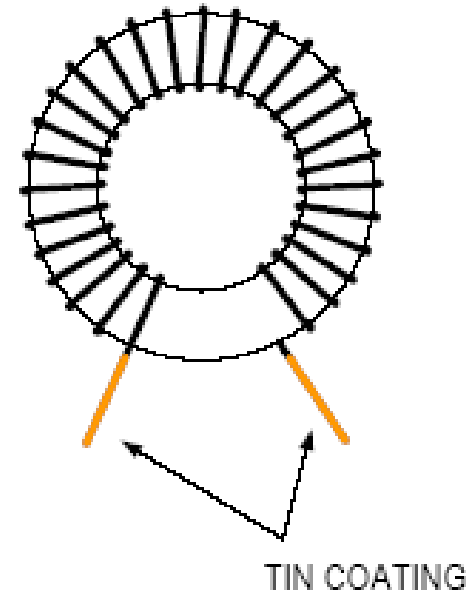
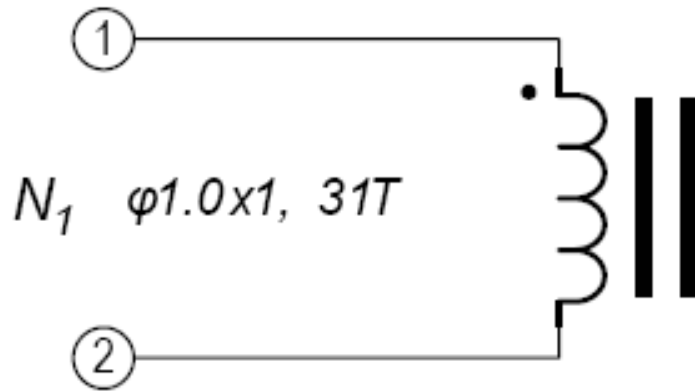
- **INPUT VOLTAGE** 8 V DC TO 25V DC
- **OUTPUT VOLATGE** 5 V DC
- **OUTPUT CURRENT** 0.2 A TO 3A
- **SWITCHING FREQUENCY** 100 kHz
- **OUTPUT RIPPLE VOLTAGE** 50 mV
- **LOAD REGULATION** +/- 1%
- **LINE REGULATION** +/- 1%
- **TRANSIENT RESPONSE** 2A TO 4A, 0.1A/uS
- **SHORT-CIRCUIT PROTECTION** 3A

□材料規格

- **OVERSHOOT / UNDERSHOOT** **200mV**
- **SETTLING TIME** **500uS**
- **START UP**
- **RISE TIME** **100 mS**
- **OVERSHORT** **250 mV**
- **DELAY TIM** **0.5 mS**
- **REMOTE CONTROL** **HIGH ACTIVE**

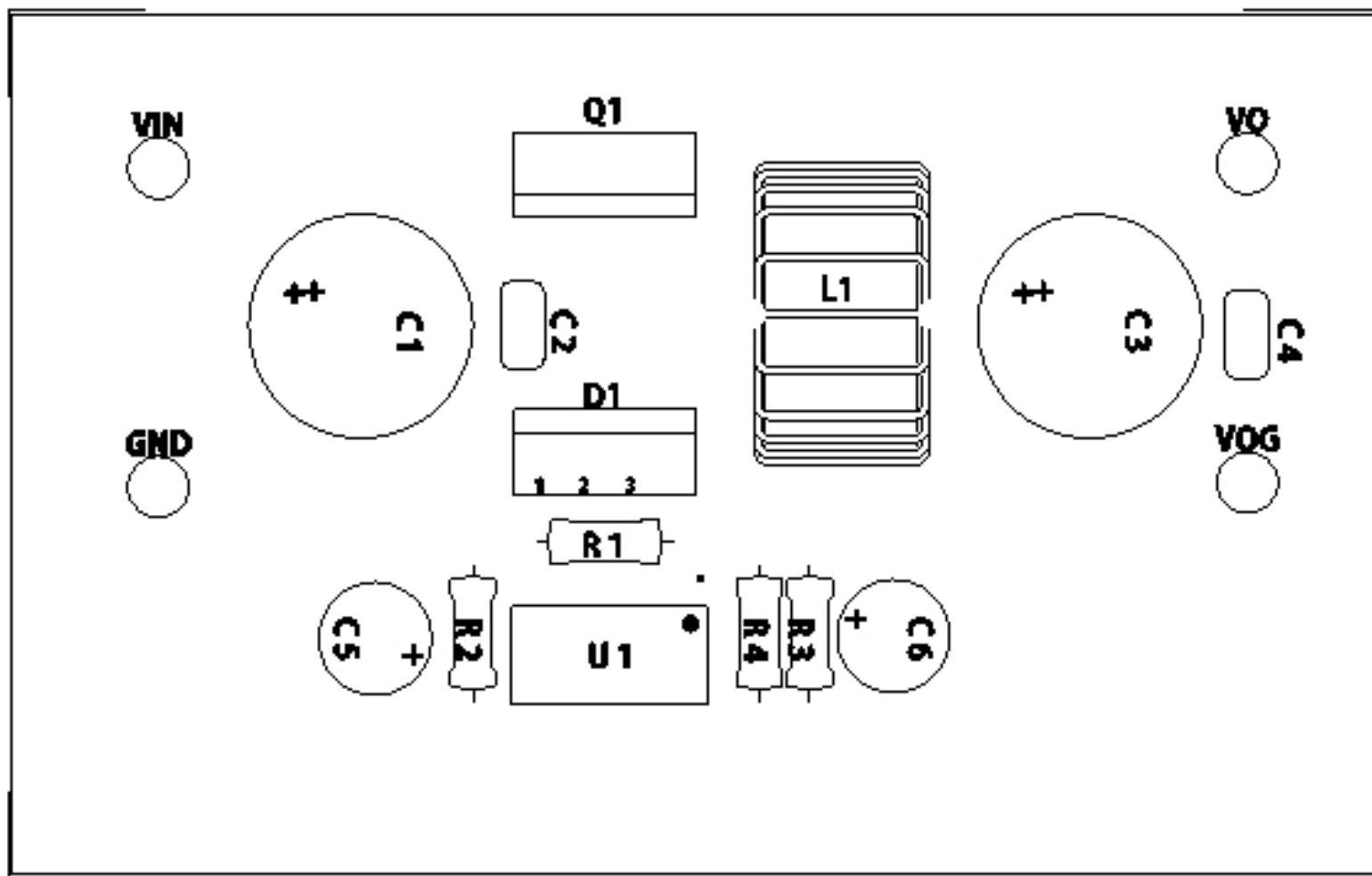
[illegible]

□電感器繞製



- 1. CORE : T80-52 (MICROMETALS OREQUIVALENT)
- 2. WIRE : 1.0 ψ , SINGLE LAYER
- 3. INDUCTANCE : 30 UH +/- 2UH (#1 TO #2)
- 4. 31 TURNS REFERENCE

□ 元件分佈



□ 元件規格表

| 項次 | PCB位置 | 規格說明 | 數量 |
|----|-------|-----------------------------|----|
| 1 | R1 | RES 1.8K +/-1% 1/4W | 1 |
| 2 | R2 | RES 100K +/-1% 1/4W | 1 |
| 3 | R3 | RES 20K +/-1% 1/4W | 1 |
| 4 | R4 | RES 5.1K +/-1% 1/4W | 1 |
| 5 | C1 | EC 680μ 25V 10×20 | 1 |
| 6 | C2 | MLCC 0.1μ 50V | 1 |
| 7 | C3 | EC 680μ 25V 10×20 | 1 |
| 8 | C4 | MLCC 0.1μ 50V | 1 |
| 9 | C5 | EC 2.2μ 50V 6×11 | 1 |
| 10 | C6 | EC 2.2μ 50V 6×11 | 1 |
| 11 | L1 | CHOKE 30U 4A T80-52 | 1 |
| 12 | Q1 | PMOS IRF9Z34N 55V/19A | 1 |
| 13 | D1 | SBDSBL1660 60V/16A TO220 | 1 |
| 14 | U1 | IC PWN CONTROLLER TL5001ACP | 1 |

□組裝步驟與注意事項(1/5)

➤組裝工具

- (1) 溫控電烙鐵 30W，圓尖頭
- (2) 焊錫絲 $0.6\Phi \sim 1.0\Phi$
- (3) 尖嘴鉗
- (4) 斜口鉗

□組裝步驟與注意事項(2/5)

➤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)

□組裝步驟與注意事項(3/5)

➤ 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、IC與IC座除外)，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。

□組裝步驟與注意事項(4/5)

➤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。
- (3) 將，最低元件1/4W 的電阻焊於PCB上。
- (4) 其次是陶瓷電容(MLCC)。
- (5) 接著焊IC (U1)，注意IC 腳位標示。

□組裝步驟與注意事項(5/5)

(6) 接著是Q1 、D1 。

(7) 依序將所有電解電容、電感焊上。

(8) 檢查零件是否已完全裝在PCB 上。

(9) 接著焊接TEST PIN與輸入輸出PIN 。

(10) 最後將銅柱鎖定，完成PCB 作業。

□評估與量測(1/3)

➤注意事項：

- (1) 使用三用電表檢查輸入 V_i 與GND是否短路，在檢查輸出端 V_o 與GND。
- (2) 輸入電源供應器的最大輸出電流須設定在3A。
- (3) 仔細查看電路圖，明確瞭解TEST PIN 是哪一點。
- (4) 確定ON/OFF REMOTE CONTROL 在 “ENABLE” (HIGH)。
- (5) 輸入端與輸出端要確認再開機。

□評估與量測(2/3)

- 1. CONVERSION EFFICIENCY**
- 2. LOAD REGULATION**
- 3. LINE REGULATION**
- 4. OUTPUT RIPPLE & NOISE (PIN 8 TO PIN 9) (DSO)**
- 5. DYNAMIC RESPONSE (PIN 8 TO PIN 9) (DSO)**
- 6. DUTY CONTROL SIGNAL (PIN 4 TO PIN 6) AND
DIODE VOLTAGE(PIN 7 TO PIN 9) (DSO)**

□評估與量測(3/3)

7. REMOTE CONTROL (PIN 3 TO PIN 2) (DSO)

8. START-UP (PIN 8 TO PIN 9) (DSO)

9. INDUCTOR CURRENT (OPTIONAL) (DSO + CURRENT PROBE)

10. GAIN / PHASE MARGIN (OPTIONAL) (GAIN-PHASE ANALYZER)

□ 靜態測試紀錄(1/2)

□ 輸入電壓=8V

| | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 輸出電流 | 1A | 1.5A | 2A | 2.5A | 3A |
| V_o (V) | 5.22 | 5.22 | 5.22 | 5.22 | 5.21 |
| I_{in} (A) | 0.69 | 1.06 | 1.44 | 1.92 | 2.51 |

□ 輸入電壓=10V

| | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 輸出電流 | 1A | 1.5A | 2A | 2.5A | 3A |
| V_o (V) | 5.23 | 5.23 | 5.22 | 5.22 | 5.22 |
| I_{in} (A) | 0.57 | 0.89 | 1.13 | 1.49 | 1.79 |

□ 輸入電壓=12V

| | | | | | |
|--------------|------|------|------|------|------|
| 輸出電流 | 1A | 1.5A | 2A | 2.5A | 3A |
| V_o (V) | 5.23 | 5.22 | 5.22 | 5.21 | 5.2 |
| I_{in} (A) | 0.52 | 0.75 | 1.05 | 1.29 | 1.58 |

□ 靜態測試紀錄(1/2)

➤ 注意：

輸入電壓讀值：用DMM 量 V_i TO GND。

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 V_o TO VG。

輸出電流讀值：可直接於電子負載表頭讀取。

□ 名詞說明(1/4)

1. CONVERSION EFFICIENCY

用量取的資料，計算出效率，並以EXCEL作圖。 $\left(\eta = \frac{V_o \cdot I_o}{V_{in} \cdot I_{in}} \right)$

2. LOAD REGULATION

定義： $Load\ Regulation = \left| \frac{V_{o, \min\ load} - V_{o, fullload}}{V_{o, \min\ load}} \right| \times 100\%$

@ 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。

□ 名詞說明(2/4)

3. LINE REGULATION

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

用量取的資料，分別計算在輸出電流為0.5A， 2A， 3A條件下的線電壓穩壓率。

4. OUTPUT RIPPLE AND NOISE

條件：輸出滿載 (4A)

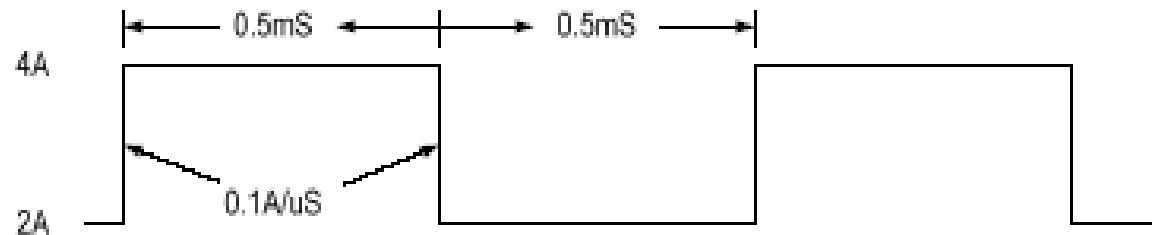
輸入電壓 = 8V， 10V， 12V

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。

□ 名詞說明(3/4)

5. DYNAMIC RESPONSE

條件：負載設定



輸入電壓 = 8V，10V，12V

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

□ 名詞說明(4/4)

6. DUTY CONTROL 信號與DIODE VOLTAGE

條件：負載設定 = 0.1A，Boundary Current，2A，4A

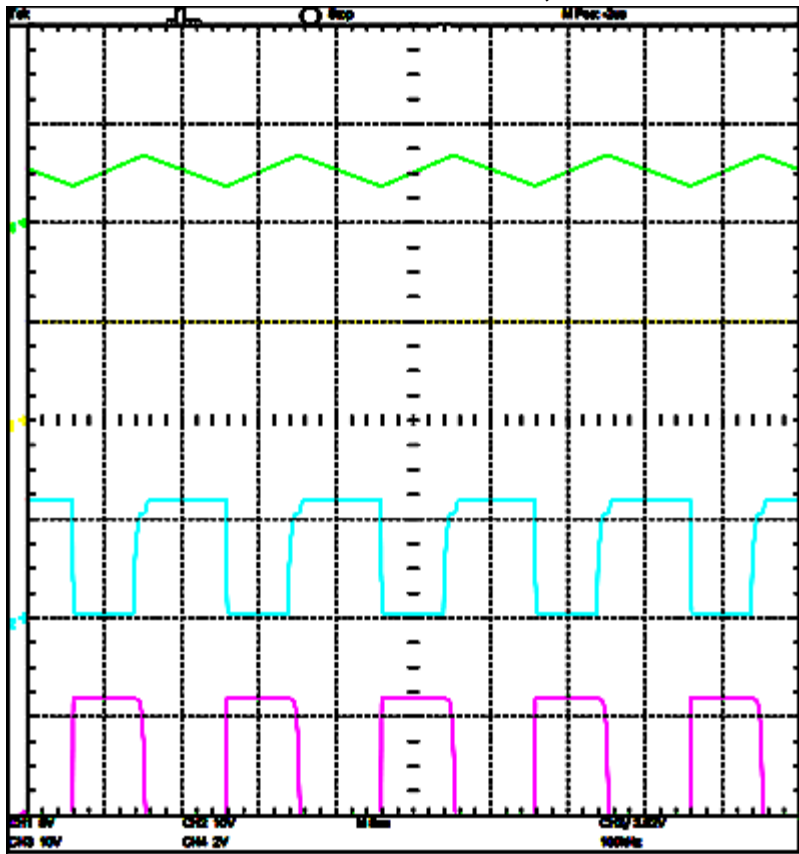
輸入電壓 = 10V

觀察記錄：

用數位示波器觀察pin G電壓與pin IL+，pin IL- 的跨壓，並將波形記錄存檔。其中緩慢整電子負載，使達到CCM/DCM界線。觀察重點：DUTY 與負載變化的關係、CCM/DCM電感電流波型。

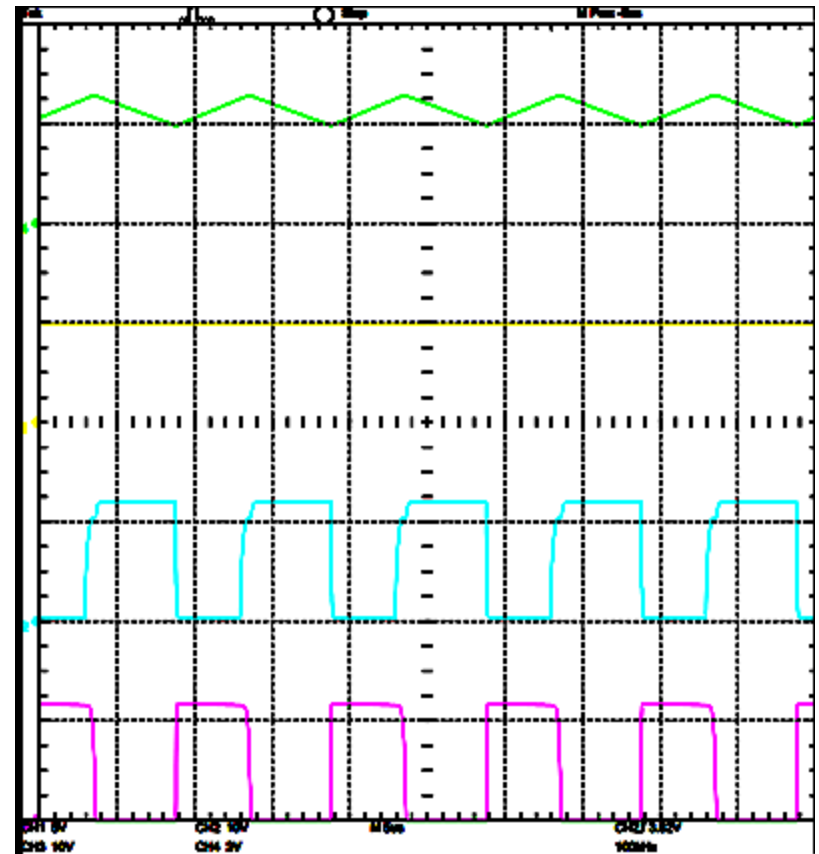
□波型圖

Waveforms of I_L , V_o , V_D , V_G



$V_{in} : 12V$ $I_o : 1A$

(2A/div, 5V/div, 10V/div, 10V/div, 5μs/div)

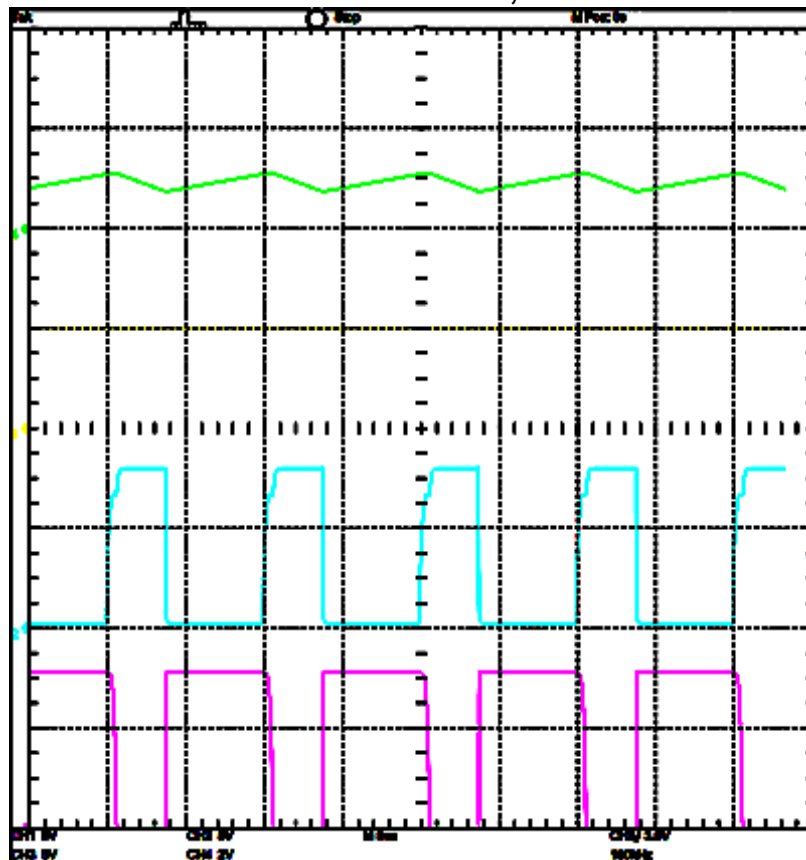


$V_{in} : 12V$ $I_o : 2.5A$

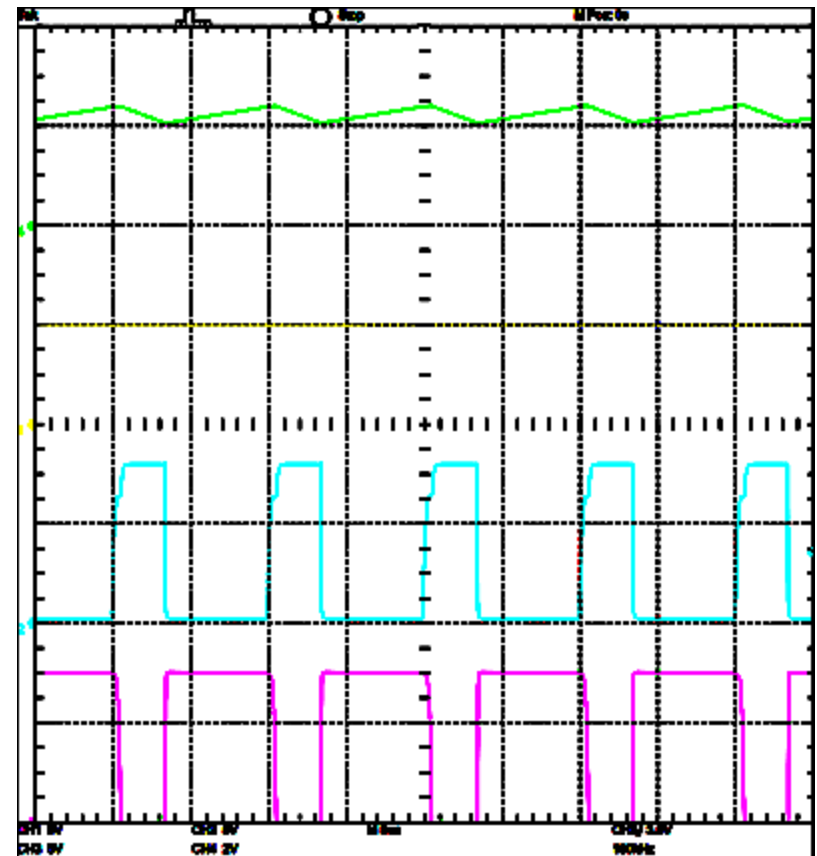
(2A/div, 5V/div, 10V/div, 10V/div, 5μs/div)

□波型圖

Waveforms of I_L , V_o , V_D , V_G



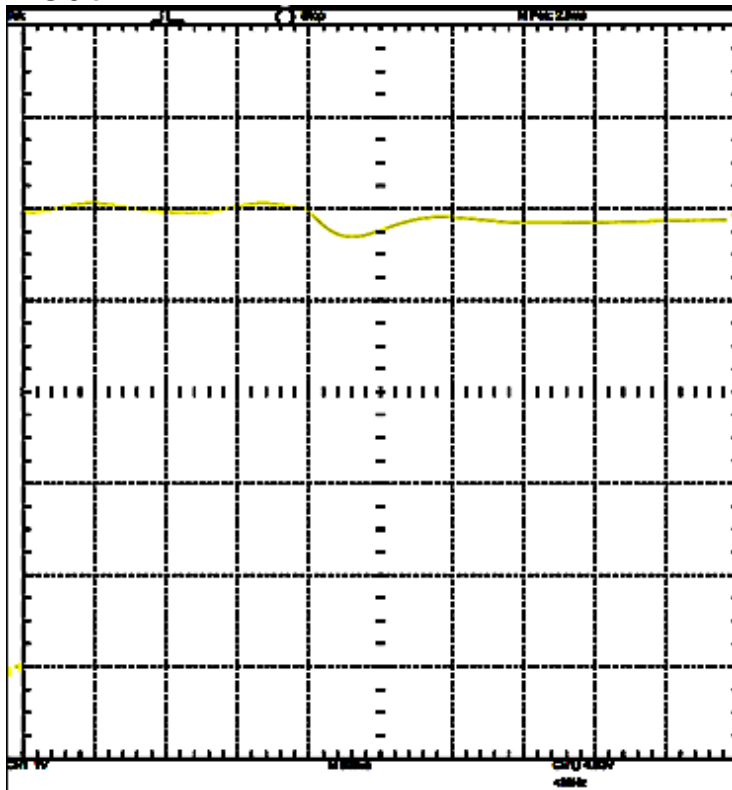
$V_{in} : 8V \quad I_o : 1A$
(2A/div, 5V/div, 5V/div, 5V/div, 5μs/div)



$V_{in} : 8V \quad I_o : 2.5A$
(2A/div, 5V/div, 5V/div, 5V/div, 5μs/div)

□ 波型圖

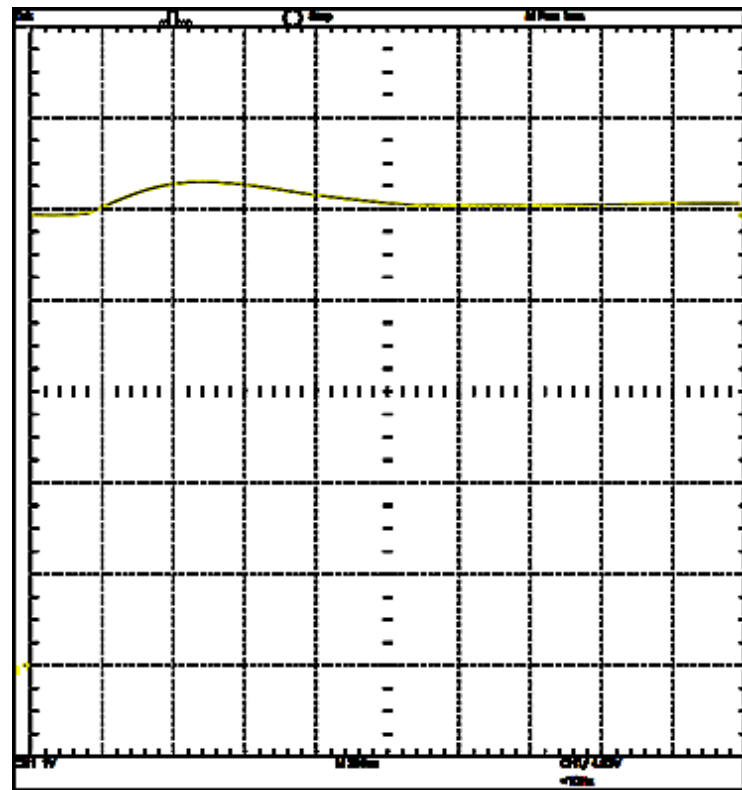
$V_{out} : 5V$ Changing loads



1→3A

$V_{in} : 8V$

(1V/div, 200 μ s/div)



3→1A

$V_{in} : 8V$

(1V/div, 200 μ s/div)