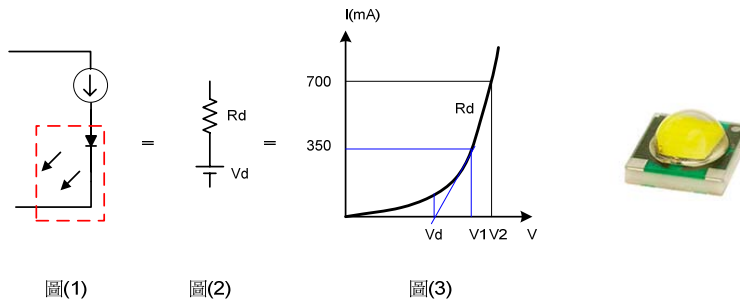


LED Driver 測試說明

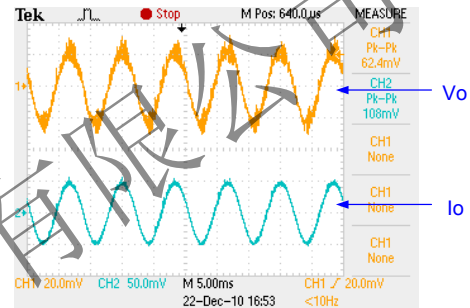
1 LED 的負載特性

- 1.1 圖 1 LED 的等效電路為圖 2 的電阻 R_d 與串聯電壓 V_d ，特性曲線如圖 3 所示，當 LED 兩端的電壓大於 LED 等效串聯電壓 V_d 後，流經 LED 的電流 I_o 為 $(V-V_d)/R_d$ (即為等效電阻 R_d)。

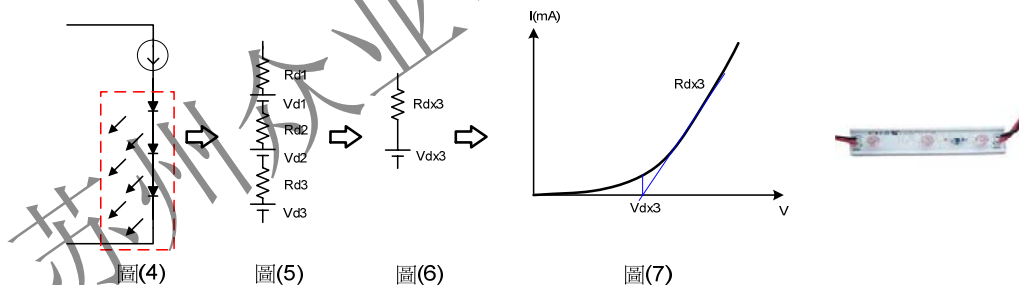


- 1.2 當 LED driver 為定電流源時，流過 LED 於 LED 端的電壓為 $V_d + (I \cdot R_d) = V_o$ ，實際上 V_d 為負溫度係數 $(-2mV/^\circ C \sim -4mV/^\circ C)$ ，即 V_d 會隨溫度上升而降低，導致 V_o 會隨溫度上升而降低。

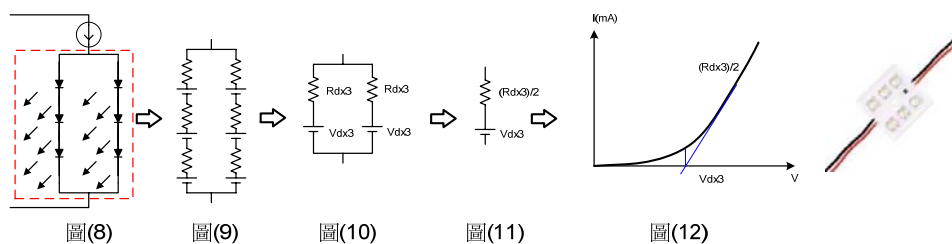
- 1.3 為 LED driver 定電流源 I_o 有漣波時，則 LED 端電壓亦會產生 $I_o \cdot R_d$ 的漣波電壓。(一般為高的三角波)。



- 1.4 多個 LED 串聯，多個 LED 串聯可增加輸出亮度， V_d 及 R_d 均會依串接的倍數增加。圖 4 為 3 個 LED 串聯，其等效電路如圖 5 所示，圖 6 為簡化的等效電路，圖 7 為對應的特性曲線。



- 1.5 多個 LED 串併聯：多個 LED 串併聯可更增加輸出亮度， V_d 會依串接的倍數增加， R_d 則依串併的結果，圖 8 為兩串各 3 個 LED 的併聯，其等效電路如圖 9 所示，簡化的等效電路如圖 10，最簡化的等效電路如圖 11，其特性曲線如圖 12 所示。



2 LED 負載與電子負載：

以下說明實際 LED 負載與電子負載測試時，其中電子負載在 CR、CV、LED mode 的差異

2.1 實際 LED 負載(3W/3.85V/700mA LED 串 10 個)

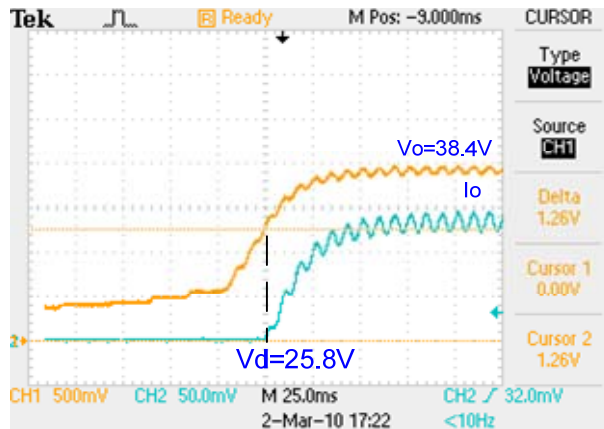


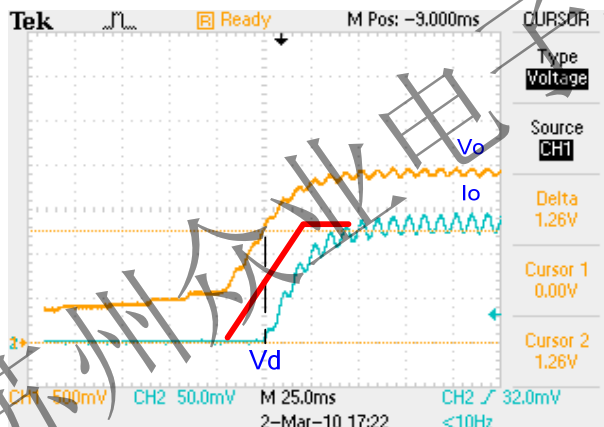
圖 (13)

實際 LED 負載之 V、A
波形 $V_d=25.8V$,
 $R_d=(V_o-V_d)/I_o = 18\Omega$

2.2 電子負載：

由於實際 LED driver 所連接的 LED 會依廠牌、規格、串接、併接等各種狀況而有不同的負載，若逐一測試則需花費高昂的測試成本，使用電子負載來模擬各種不同 LED 的組合來測試，可達到快速又低廉的成本。

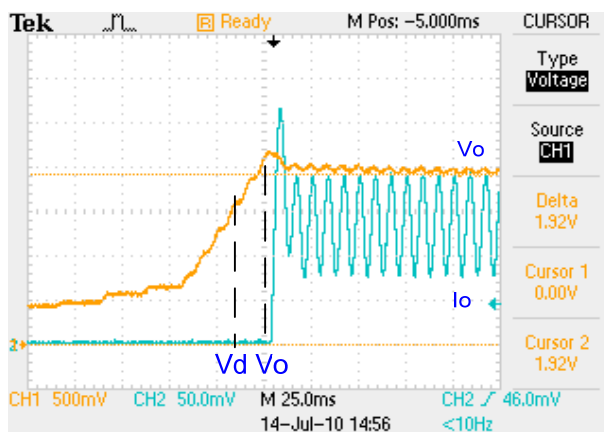
2.2.1 CR mode；設定 $R= V_o/I_o$, $38.5/0.7 = 55\Omega$



圖(14)

CR mode 較實際 LED
於電壓上升時提早在
紅色斜線吃載，亦可能發
生過衝造成無法開機

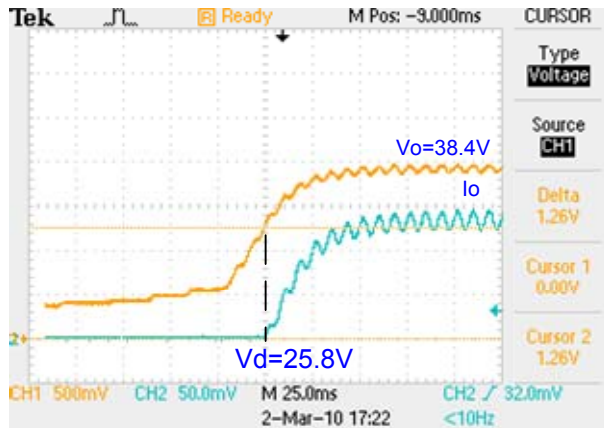
2.2.2 CV mode；設定 CV mode 的 $V=V_o$



圖(15)

CV mode 雖然少了 V_d
到 V_o 的電流，但到達
 V_o 後卻有電流的突波

2.3 LED mode: LED 模式為模擬等效電路圖(2) 的LED, 整合上述的CR mode + CV mode 而成, 3340F 系列 LED mode 需設定 V_d 與 R_d , 此時電流波形與 2.1 實際 LED 負載相同。



3340F LED mode 電子負載的電壓 V_o 與電流 I_o 波型, 其中當輸出電壓達到 25.8V 時, I_o 電流才開始增加, 與 LED 等效電路相同

3 如何設定 LED mode 負載的參數, V_d 、 R_d 、 V_o 等。

知道負載所使用的 LED 廠牌、型號、規格, 再依據特定 LED 的特性來設定。

不知道負載所使用的 LED 廠牌、型號、規格為何→依據一般 LED Driver 規格來設定, V_o =LED Drive 的輸出電壓規格, V_d 則為 V_o 的 70~90%(可先設定為 80%), $R_d = (V_o - V_d)/I_o$, I_o 即為 LED Driver 的輸出電流規格。

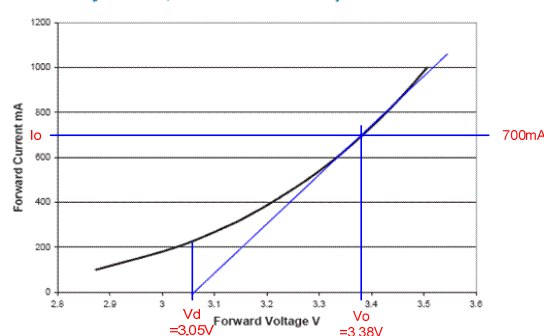
3.1 廠牌: LUXEON Rebel(Philips) 的 LED 規格說明

Typical Electrical Characteristics at 700mA for LUXEON Rebel, Part Numbers LXML-Pxx1-0xxx, Thermal Pad Temperature = 25°C

Color	Typical Forward Voltage V_f (V)
Cool-White	3.40
Neutral-White	3.40
Warm-White	3.40
Green	3.40
Cyan	3.40
Blue	3.40
Royal-Blue	3.40
Red	3.60
Red-Orange	3.60
Amber	3.60

3.1.1 依 LED 規格表找出 V_o , 即上表的 V_f (Forward Voltage), 一般 LED 廠商規格表上標示的 V_f (Forward Voltage) 並非 LED 特性曲線中的順向偏壓電壓點, 而是 LED 的輸出電壓點 V_o 。

Cool-White, Neutral-White, Warm-White, Green, Cyan, Blue and Royal-Blue, Thermal Pad Temperature = 25°C



$$\begin{aligned}
 V_o &= 3.38V \\
 V_d &= 3.05V \\
 I_o &= 700mA \\
 R_d &= (V_o - V_d)/I_o \\
 &= (3.38 - 3.05)/0.7 \\
 &= 0.47 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

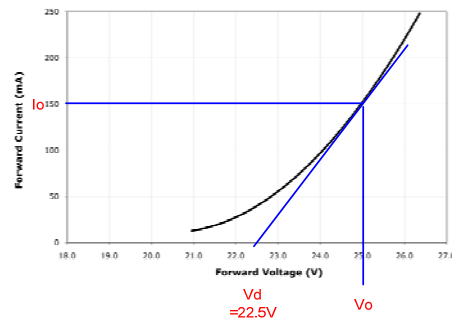
3.1.2 依特性曲線圖, 如上圖藍色線條描繪出順向導通電壓點 V_d , $V_d=3.05V$

3.2 廠牌：CREE 的 LED 的規格說明(XLamp-L)

Characteristics	Unit	Minimum	Typical	Maximum
Solder Point Temperature	°C			110
Viewing Angle (FWHM) - white	degrees		125	
Temperature Coefficient of Voltage (per LED string)	mV/°C		-30	
ESD Classification (HBM per Mil-Std-883D)			Class 2	
Total Power, all strings @ 150 mA	W		11.3	
Total Power, all strings @ 250 mA	W		19.9	
DC Forward Current, per LED string	mA			250
Reverse Current, per LED string	mA			0.1
Forward Voltage @ 150 mA, per LED string	V		25.0	26.0
Forward Voltage @ 250 mA, per LED string	V		26.5	27.5
Moisture Sensitivity Level Rating (MSL)			MSL 2A	

Electrical Characteristics (T_j = 25°C)

The following graph represents typical electrical characteristics of an individual string of XLamp MP-L EasyWhite LEDs.



$$\begin{aligned}
 V_o &= 25V \\
 V_d &= 22.5V \\
 I_o &= 150mA \\
 R_d &= (V_o - V_d) / I_o \\
 &= (25 - 22.5) / 0.15 \\
 &= 16.666 \text{ ohm}
 \end{aligned}$$

3.2.1 如何設定 3340F 系列 Vo, Vd, Rd, No

Press Mode key to Preset ON



如上圖先選擇 LED mode

按下“PRES”鍵設定 LED 串聯或者串併聯數量(初始值為 1, 一般來說 LED Driver 輸出規格都已經直接列出 Vo 最終數值, 故一般來說設定在 1 即可)。

再按“PRES”鍵設定 Vo。

依 CREE LED 規格設定 Vo=25.000V

再按“PRES”鍵設定 Vd。

依 CREE LED 特性曲限設定 Vd=22.500V

再按“PRES”鍵設定 Rd。

依 (Vo-Vd)/Io 設定 Rd = 16.666Ω

按下“LOAD”按鍵開始準備吃載。

待測物接上負載端子後, 再開啓待測物電源 (LED Driver 為定電流源時無法空載開機)。



3.3 Vo & Io 設定與實際輸出

3.3.1 3340F 系列 LED mode 負載依據使用者設定 Vo, Io 及 Rd 來模擬出如圖(3)之 LED 特性曲線，所以並不是 LED 實際的拉載值。

3.3.2 因為 Io 是由 LED Driver 所提供，若實際輸出電流與設定值有誤差時，相對地 Vo 值也會不一樣。例如 Io 設定為 150mA，實際 LED Driver 輸出 140mA，那麼實際 Vo 值也就會偏低。不能用一般電子負載的 CV 或 CC mode 的觀念來看 Vo 及 Io 值。若以輸出電壓 Vo 實際測試值來看會認為沒有依照 Vo 設定輸出，其實這是 LED Driver 的輸出電流不正確了。(這可以用 3340F 系列的電流表讀值或使用實際 LED Lamp + 電流表來驗證)

4 LED Driver 的短路測試

4.1 輸出為定電流的 LED Driver 無法用一般 E-Load 進行短路測試

4.2 3340F 系列 LED mode Load 提供一 12V 電源及 Short Relay output 介面來控制外部 12V 繼電器進行短路測試。

5 LED Driver 的調光測試

LED Driver 調光裝置大致分為 TRIAC dimming 和 PWM dimming 2 種，一般 E-Load 反應速度太慢，無法進行 LED Driver 的調光測試(Dimming test)，3340F 系列 LED mode Load 提高頻寬(100KHz 以上)改善反應速度。

5.1 TRIAC dimming 為使用 TRIAC 調光器(目前市面上已使用多年的白熾燈泡調光器，使用 TRIAC 來調整電壓相位，達到調整白熾燈泡的亮度)，LED Driver 的輸入連接於調光器時，可以依 TRIAC 調光器的電壓相位變化，調整 LED Driver 的輸出電流達到調整 LED 燈的亮度。

5.2 PWM dimming 模式的調光測試，必須提供一控制訊號到 LED Driver 的調光控制輸入端做 LED Driver 的調光測試，故 LED Driver 測試系統必須增加一控制訊號來做調光測試，3340F 系列 LED mode Load 則提供了一 DIM Ctrl O/P 電壓訊號(可調整電壓準位 0~10V, Duty Cycle 0.01~0.99(1~99%), Frequency DC, 10Hz~1KHz) 以模組來達到系統的功能。

6 如何判別 LED driver 為 PASS, FAIL

LED driver 的等效電路如右圖，其中誤差如下

6.1 LED driver 的電流源 (Io) 誤差。

6.2 不同廠牌、規格的 LED 有不同的 Vd, Rd。

6.3 不同數量的 LED 串接，例 3 個 LED、5 個 LED 串接負載，其 Rd, Vd 會隨之變化。

6.4 溫度變化時 Vd 會隨溫度升高而降低 -2 mV/°C ~ -4mV/°C，Rd 亦有溫度係數，因此測試時需綜合以上的因素。

故測試 LED driver 時，設定不同的 Rd, Vd 會有不同的 Vo，($V_o = I_o \cdot R_d + V_d$)，並不像一般的定電壓輸出的 Power Supply，用 CC 測試時，其輸出電壓/電流有一般規格(如 5%) 亦不像一般的定電流輸出的 Charger，用 CV 測試時，其輸出電壓/電流有一般的規格)，LED driver 輸出的 Vo 會隨 Vd, Rd 的設定而有相對應之變化。

6.5 故一般的判別項目有 Vo, Io, 短路時的電壓及 PWM 調光功能等。

