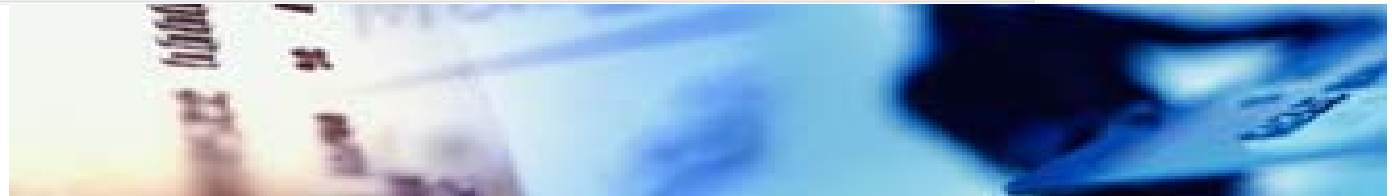


致力創新 追求卓越

Chroma

LED 電源測試技術及 模擬負載發表研討會

Part 2: LED 模擬負載介紹與應用



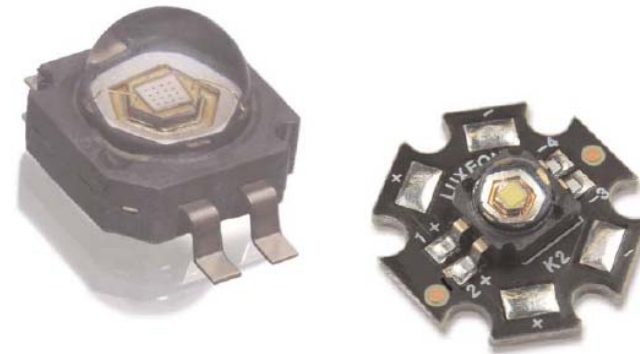
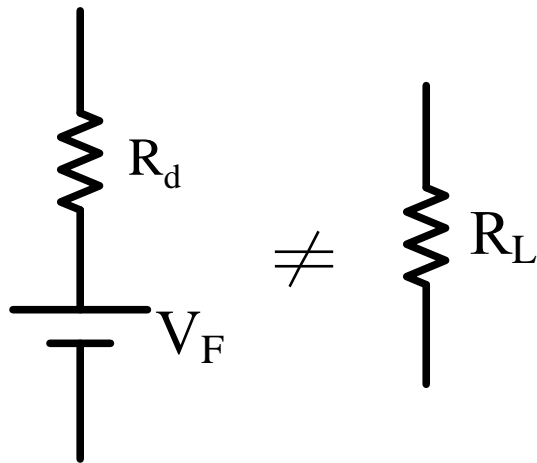
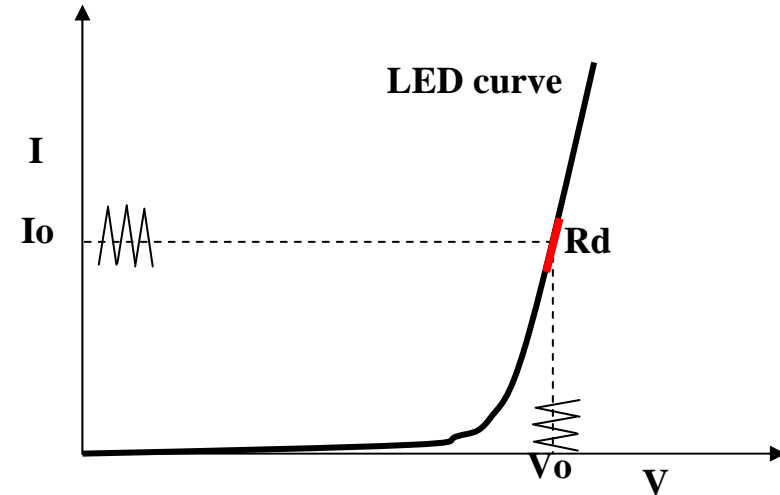
致茂電子產品企劃協理: 周晏加

Working on Better Solutions

LED 特性

LED 特性

1. Nonlinear V-I curve
2. 順向偏壓(V_F), 操作電阻抗(R_d)
3. 電流小(several hundreds mA)
4. 亮度由**功率**決定



為何不用LED當負載來測試

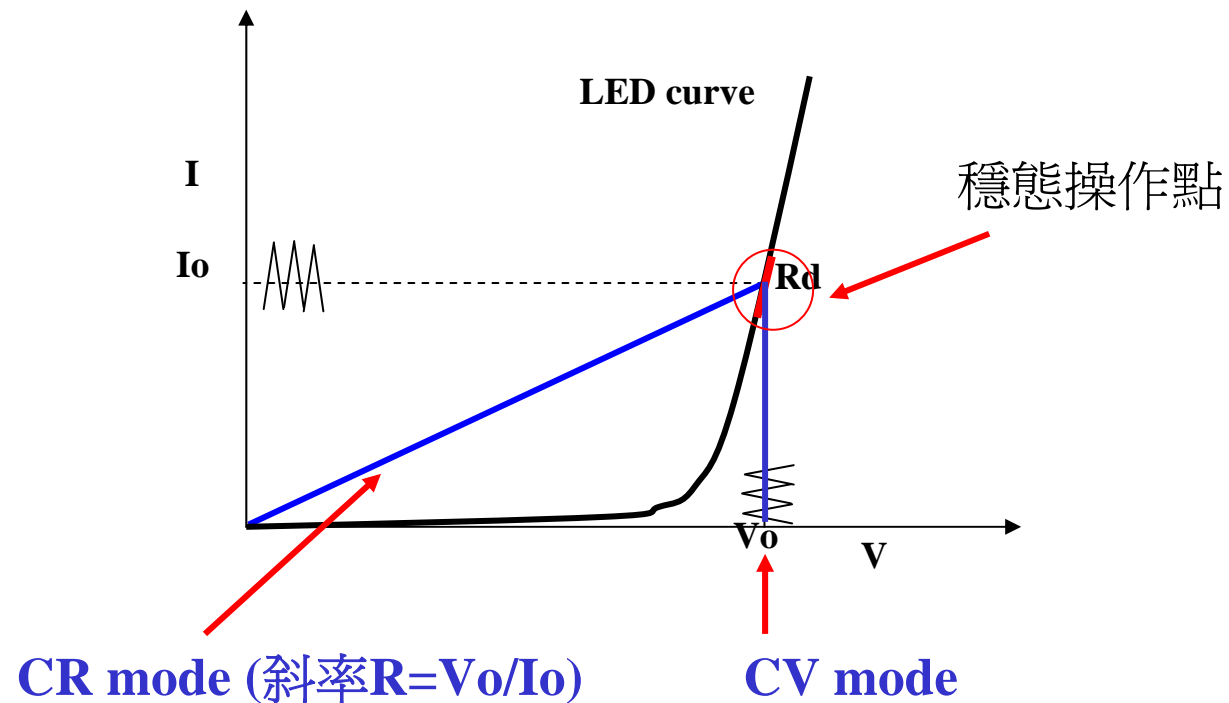
- LED 驅動電源的規格會有一適用的電壓範圍，測試時需串聯不同數量的LED，會相當不方便。
- LED的光衰特性會隨時間改變，或相同燈具, 也有些特性差異, 測試無法得到一致結果。
- 不同款的LED， V_F 、 R_d 皆不盡相同，使用者需準備各種不同的LED，確保LED driver都能運作，有其困難度。
- 測試過程中，若串接的LED bar有一顆LED損壞，往往無法馬上察覺，造成錯誤測試數據。
- 一個供測試使用的儀器等級標準負載, 才能解決問題。



一般電子負載常見問題

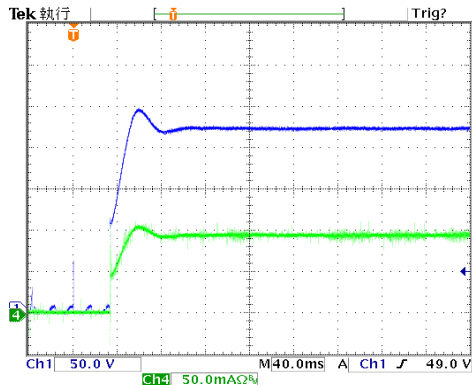
設定CR或CV mode, 只能測試穩態操作點

無法驗證是否能正確開關機的動態過程，也無法模擬不同特性LED(V_f , R_d)及其漣波電流狀況。

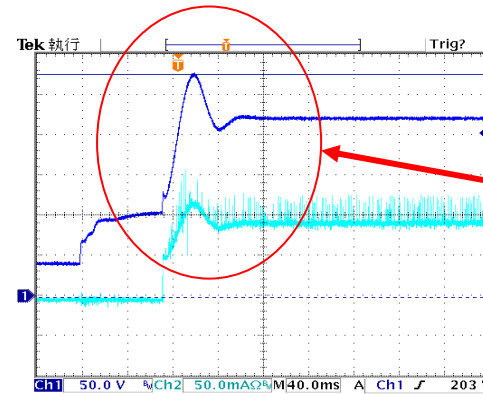


一般電子負載常見問題

一般E-load內部阻抗效應，可能導致LED driver 開機OCP或OVP.



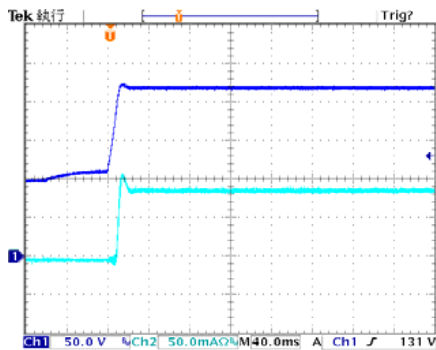
LED模擬負載



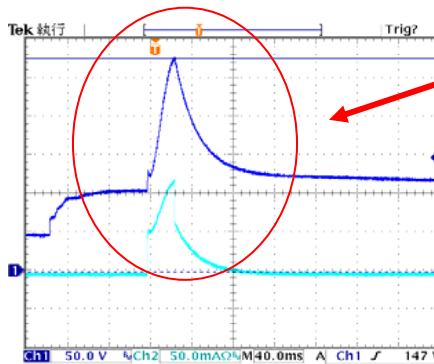
電壓電流過衝

一般E-load

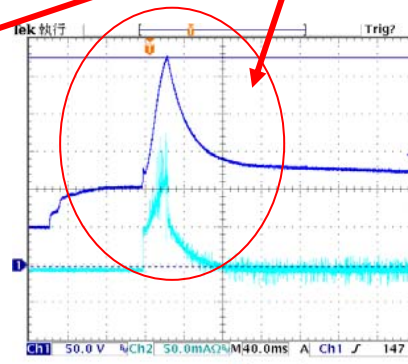
過衝開機失效



LED模擬負載



電阻Load

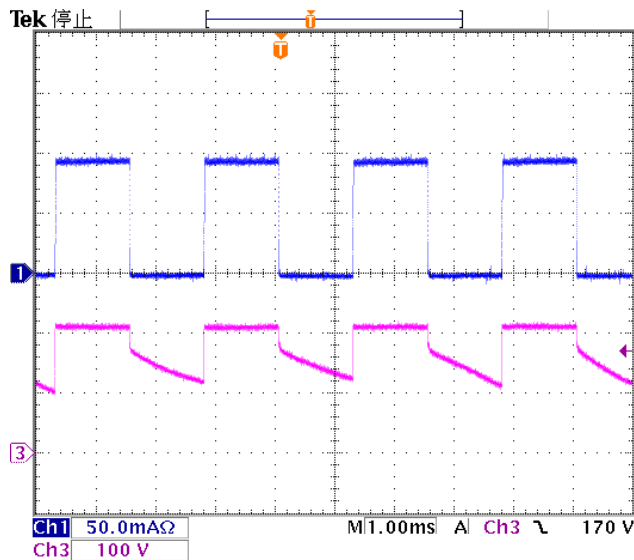


一般E-load CR Mode

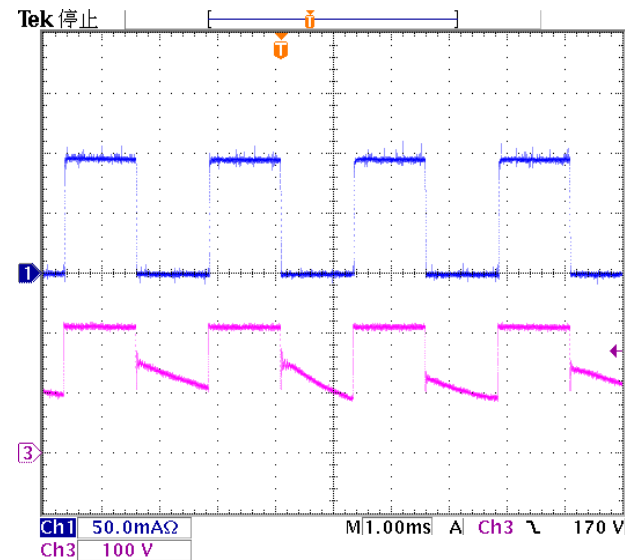
一般電子負載常見問題

一般E-load反應速度太慢，無法進行LED driver的PWM調光測試(Dimming)

63110A LED模擬負載增加頻寬，改善反應速度。



以 LED為負載



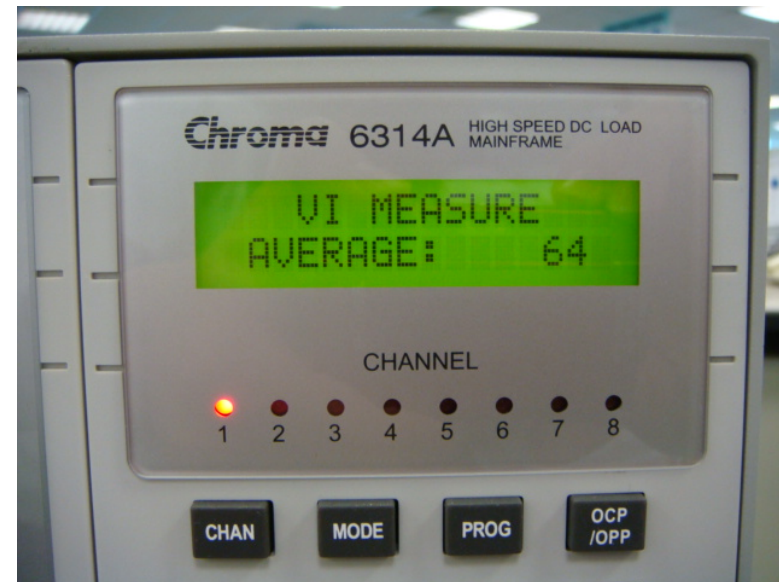
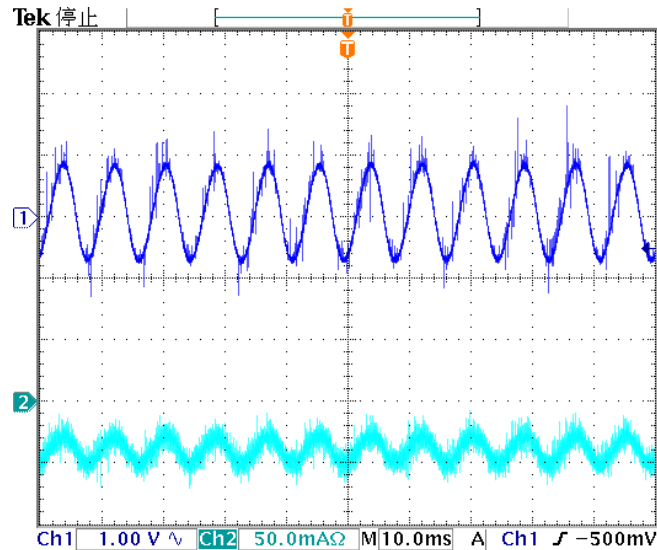
以63110A為負載

一般電子負載常見問題

電壓、電流的量測值跳動，無法穩定

先確認UUT輸出是否會變動，可使用平均法，增加次數，減少其效應。

6310A系列 可設定量測平均次數



最多可平均64次

LED 電源專用電子負載

Chroma 特別開發LED 模擬負載

Model 63110A：雙通道 LED 電源專用模擬負載

電壓 Range：0 ~ 60V / 0 ~ 300V

電流 Range：0 ~ 0.6A / 0 ~ 2A

操作：專用**LED mode**，模擬**LED**特性。

也包括其他 CC、CR、CV mode (CC mode無動態模式)



LED 模擬負載

63110A LED模擬負載目的: 模擬不同LED特性

1. 對不同LED為負載時, 可否正常開機, 不能有OCP或OVP
2. 開機時的瞬間衝擊電流, 不能超出規格, 損壞LED
3. 在不同的電壓輸出範圍(串聯不同顆數LED), 是否上述都正常
4. 穩態時的輸出電流, 是否如規格
5. 穩態時的漣波電流, 對不同LED為負載, 是否如規格
6. 輸出PWM調光(Dimming)時, 可否正常運作, 不能有OCP或OVP
7. 多通道輸出PWM調光時, 是否能保持電流平衡



參數設定

63110A 是要模擬 LED 特性，藉由下列的設定參數，來定義其負載特性。

1. V_o : LED driver 輸出電壓
2. I_o : LED driver 輸出電流
3. R_d 或 R_d Coefficient : 操作點電阻或係數
4. R_f : 高頻電阻

先LOAD ON , LED電源再送電

LED mode



V_o & I_o 設定

1. V_o : LED 電源操作點電壓
2. I_o : LED 電源操作點電流



按MODE鍵選擇LEDH(High V檔位)或LEDL(Low V檔位)，然後按ENTER鍵後進入編輯畫面，設定 V_o 及 I_o 。



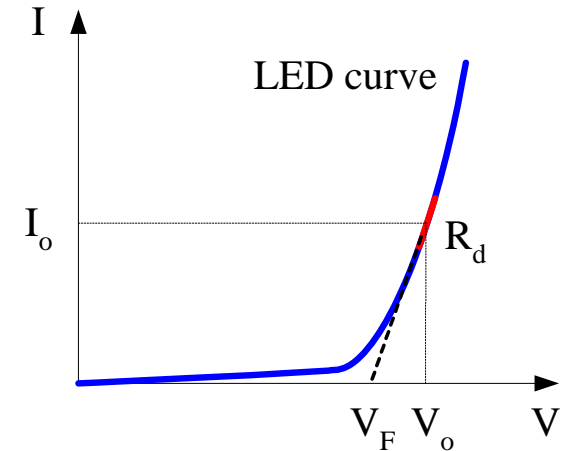
R_d Coefficient 設定

R_d Coefficient：操作點電阻係數

按CONF.鍵，再按▲ ▼鍵選擇R_d Coeff.，然後按ENTER鍵進入設定。

R_d Coeff. 的設定有二：1. Default。2. Set。

R_d Coeff.範圍：0.001 ~ 1。



Rd Coefficient 的意義

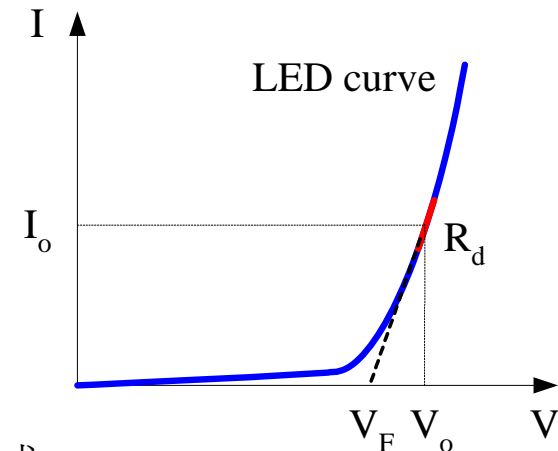
定義：

V_o ：LED 操作點電壓

I_o ：LED 操作點電流

V_F ：LED的順向偏壓

R_d ：LED的操作點阻抗



由上述四個參數及LED的V-I 特性曲線可得下列方程式：

$$V_o = V_F + I_o \times R_d$$

假設 $V_F = a \times V_o$, $a < 1$

$$\therefore V_o = a \times V_o + I_o \times R_d \Rightarrow (1-a)V_o = I_o \times R_d \Rightarrow R_d = (1-a) \frac{V_o}{I_o} = \text{Coeff.} \times \frac{V_o}{I_o}$$

由上公式的推導，不論串幾顆LED，其操作點阻抗 R_d 是由一個係數 **Coeff.** (**Coeff.<1**) 乘上操作點 V_o / I_o 的值，

如何計算Rd Coefficient？(方法一)

舉例說明：

假設有一LED light bar，共有10顆LED燈，單顆LED燈的V-I特性曲線如下圖所示。LED driver 輸出電流(I_o)為350 mA。

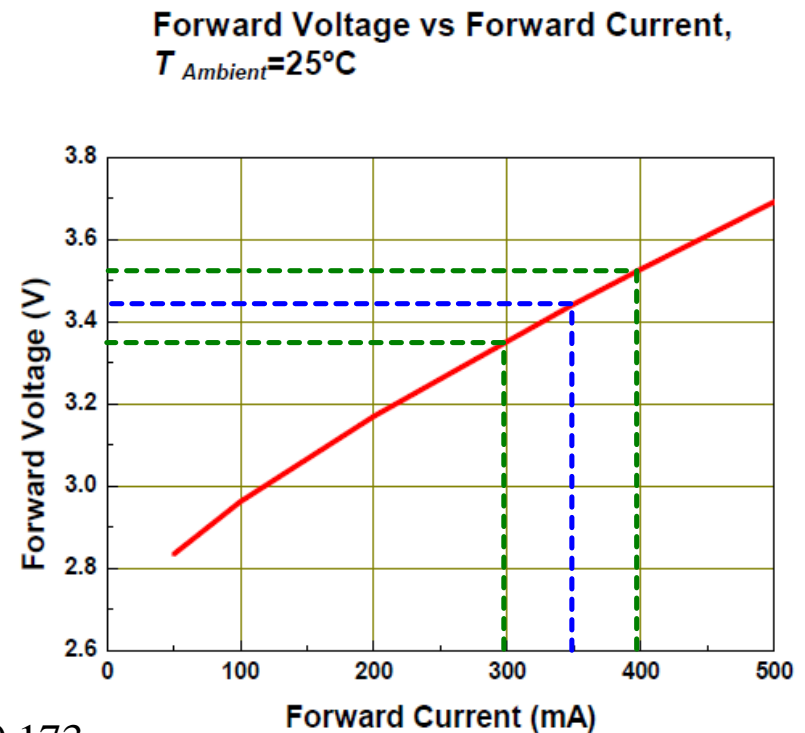
單一LED燈在**350mA**下的操作電壓(V_o)為**3.44V**，則 R_d 的係數該如何設定？

根據右圖LED的V-I特性曲線，可知操作點的切線斜率即為操作點阻抗 R_d 。

$$\text{實際單顆LED的 } R_d = \frac{3.52 - 3.35}{0.4 - 0.3} = 1.7\Omega$$

因此 R_d Coeff.的設定應該為

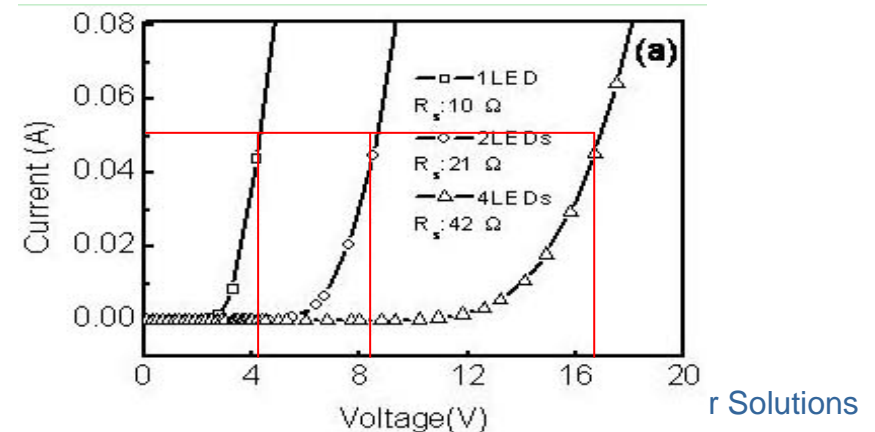
$$R_d = \text{Coeff.} \times \frac{V_o}{I_o} = \text{Coeff.} \times \frac{3.44}{0.35} = 1.7 \Rightarrow \text{Coeff.} = 0.173$$



設定 R_d Coefficient 的優點

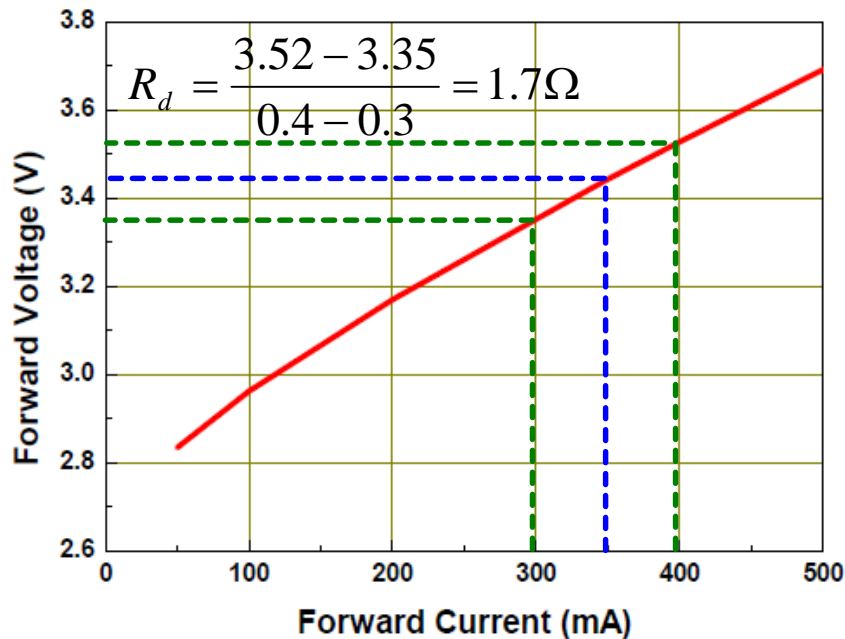
爲何不建議直接設定操作點電阻 R_d ，卻設定 R_d Coefficient？

1. LED driver規格中，有輸出電壓範圍，例如 3V – 36V。這代表此driver可以驅動不同顆數LED串聯的組合。
2. 此LED driver測試時，一定需要測試其輸出電壓範圍的規格。
3. 不同輸出電壓，表示LED串聯顆數不同，其 R_d 的值也就不同。
4. 若是直接設定 R_d ，則每次改變測試電壓，都要再設定 R_d ，很不方便。
5. 因爲 R_d 和測試電壓(LED顆數) 成正比例，所以只要設定一次 R_d Coeff.，63110A會自動計算相對應的 R_d 。



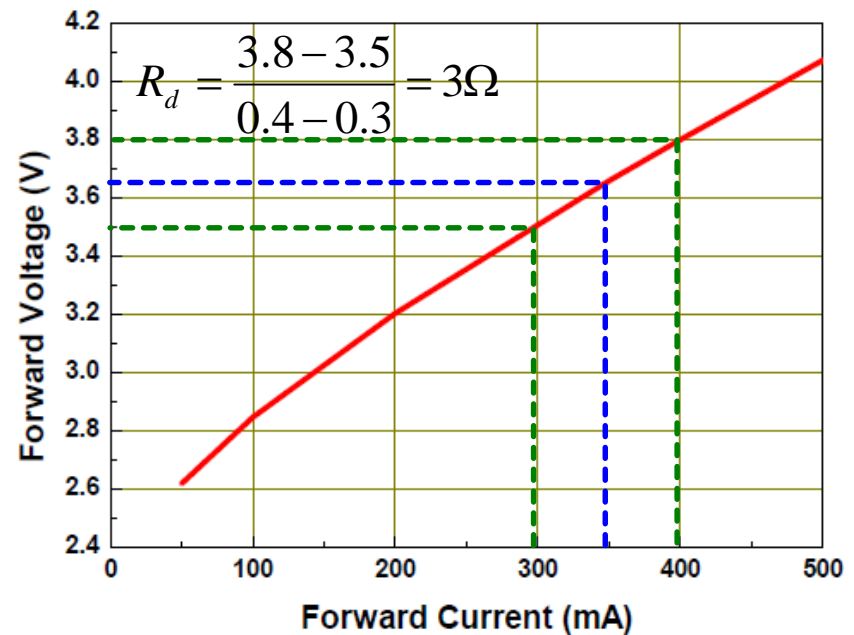
驗證不同 LED 燈

LED driver測試時, 需考慮未來驅動不同LED燈. 舉例: 相同電流規格為350mA的LED, 不同編號, 其 R_d 可能是不一樣的, 相對 R_d Coeff.也是不同, 此參數可讓使用者可以方便的用63110A 模擬不同 LED為負載的各種狀況, 做完整驗證。



$$R_d = Coeff. \times \frac{34.4}{0.35} = 17 \Rightarrow Coeff. = 0.173$$

Chroma



$$R_d = Coeff. \times \frac{36.5}{0.35} = 30 \Rightarrow Coeff. = 0.287$$

Working on Better Solutions

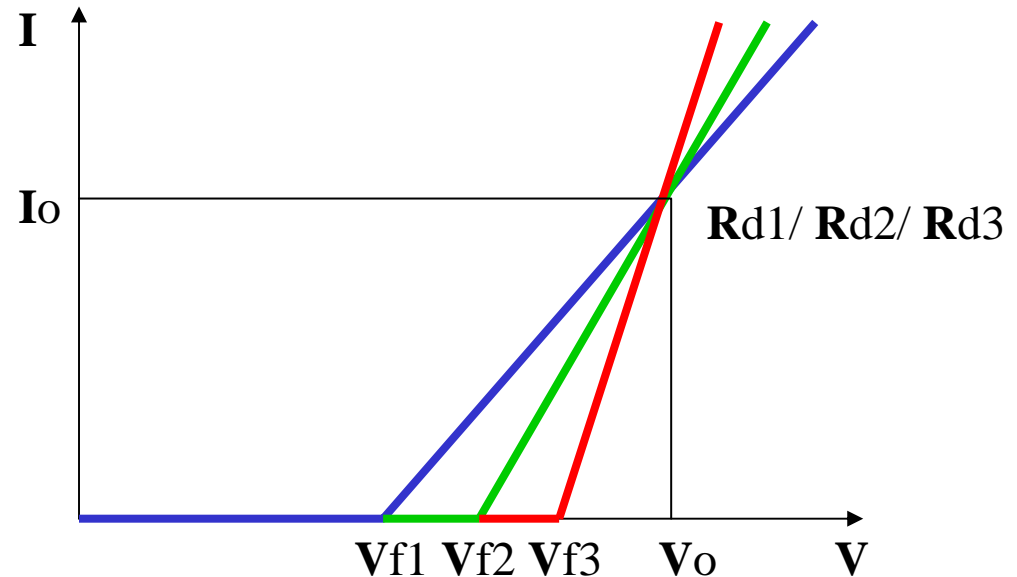
如何計算Rd Coefficient？(方法二)

LED driver設計者常不清楚其實際使用的LED特性. 所以常無發直接算得 Rd Coefficient.

可以用間接方式, 由以下兩個公式:

$$V_o = V_F + I_o \times R_d$$

$$R_d = \text{Coeff.} \times \frac{V_o}{I_o}$$

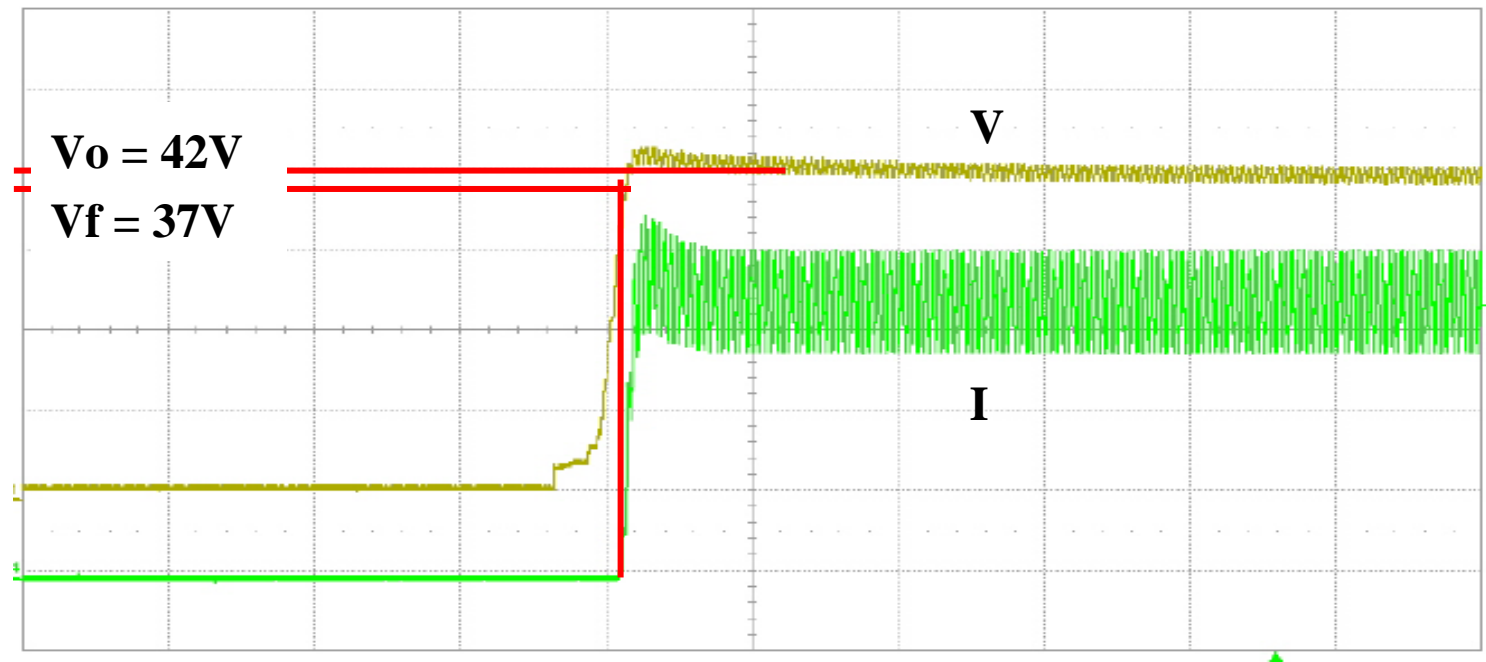


換算後可以得到: $\text{Coeff.} = \frac{V_o - V_f}{V_o}$

也就是不同的 **Rd** 會有不同的 **Vf** 相對應

如何計算Rd Coefficient ? (方法二)

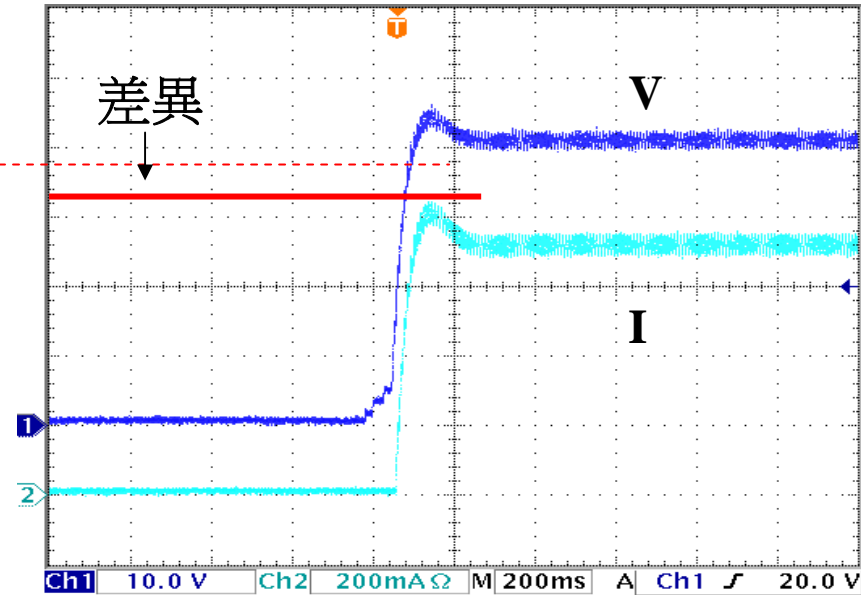
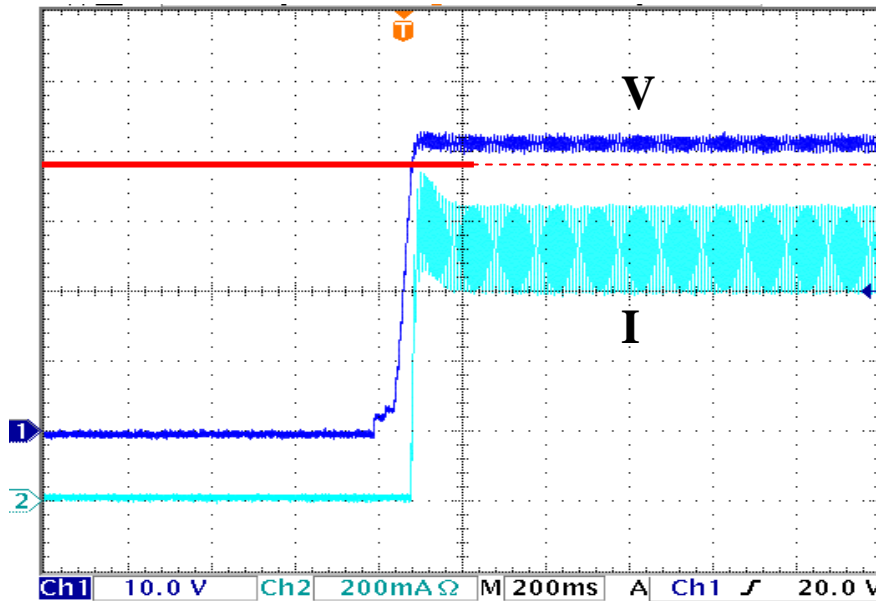
範例：



由LED driver的開機波形, 電流開始導通時的電壓點, 為 V_f 值.

再由公式 $Coeff. = \frac{V_o - V_f}{V_o}$, 可以得到 $R_d Coeff = (42V - 37V) / 42V = 0.119$

如何計算Rd Coefficient？(方法二)



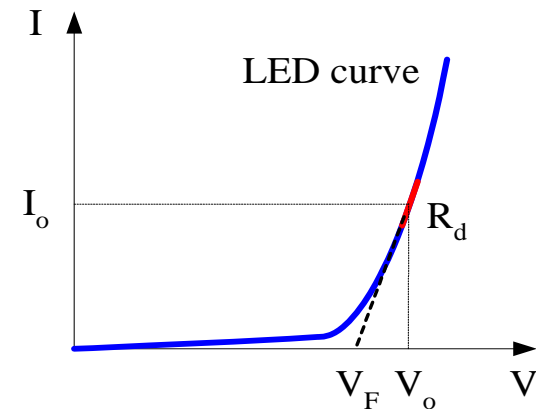
在63110A 輸入設定 $V_o=42V$, $I_o=750mA$, 再輸入上一頁 $R_d \text{ Coeff} = 0.119$, 實際測試如上左圖. 和原來使用LED為負載很類似.

若是設定不同 $R_d \text{ Coeff}$ 值 ($R_d \text{ Coeff}=0.5$), 可看到不同輸出結果, 如上右圖.

V_o & I_o 設定與實際輸出

1. 63110A根據使用者設定V_o、I_o及R_d Coeff.，來計算並模擬出LED特性，如圖，所以V_o、I_o並非實際拉載值。

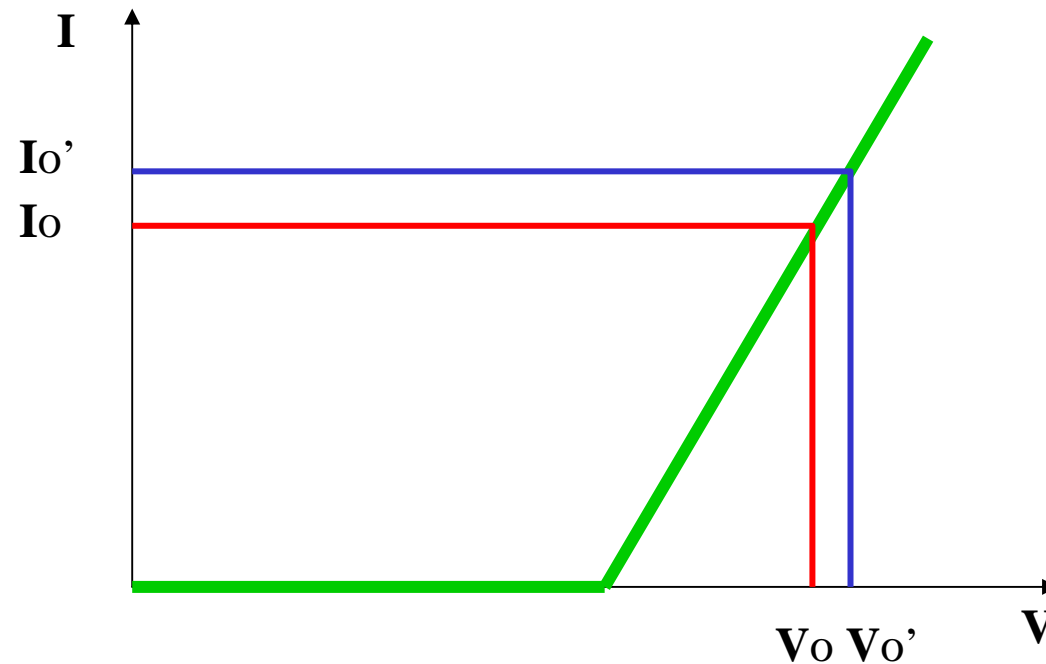
$$V_o = V_F + I_o \times R_d$$



2. 因為 I_o 是由LED Driver 決定提供，若實際輸出與設定有誤差，相對V_o也會不一樣。例如若 I_o 設定為100mA，實際LED driver 輸出 110mA，那實際 V_o 就也會偏高。不能用一般負載的 CV mode或CC mode的觀念來思考 V_o及 I_o。

V_o & I_o 設定與實際輸出

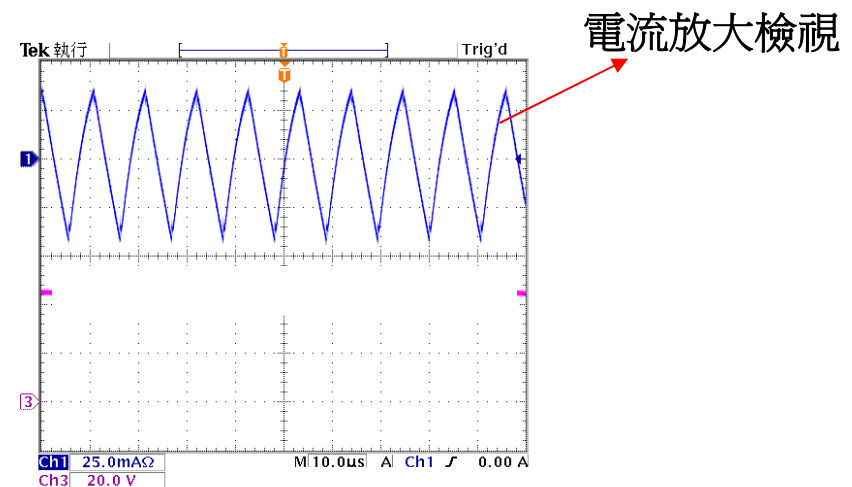
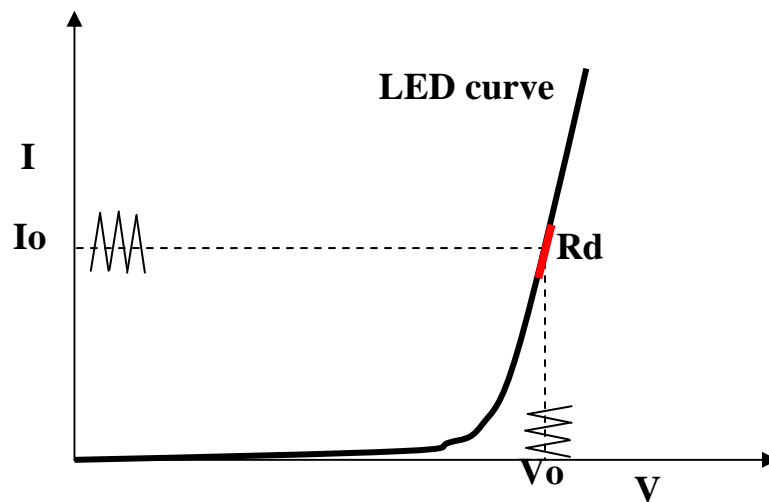
例如若 I_o 設定為 100mA，實際 LED driver 輸出 $I_o' = 110\text{mA}$ ，那本來設定 V_o 的值也就會不準，會偏高到 V_o' 。不能說怎麼沒有依照設定的 V_o 來輸出，因為這 LED 電源的電流超出規格了。



LED Driver 的 Ripple Current

LED driver的Ripple current產生原因

1. 在固定的工作點下(V_o / I_o)， I_{ripple} 之產生是由LED driver的 V_{ripple} 對LED的等效阻抗 R_d 所造成，亦即 $V_{ripple} / R_d = I_{ripple}$ 。
2. V_{ripple} 是採用切換式電源技術的LED driver輸出常見的現象，其頻率為50/60Hz, 另外就是本身的切換頻率，一般可能高達100kHz以上。



以 LED 為負載

設定高頻電阻 模擬Ripple Current

R_r ：高頻電阻

按CONF.鍵，再按▲ ▼鍵選擇 R_r ，然後按ENTER鍵進入設定。

R_r 的設定有二：1. Default。2.Set。

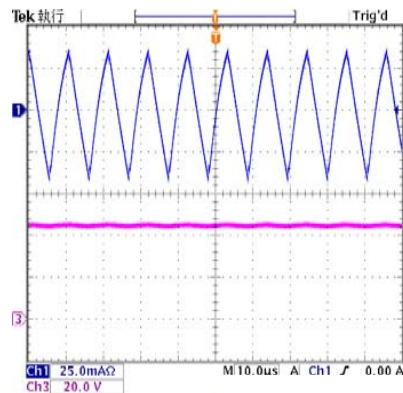
R_r 範圍：5 Ω ~ 250 Ω 。

R_r 是用來調整漣波電流(ripple current)用的內部阻抗，在LED driver開機時，建議設定為OFF，避免LED driver產生OCP保護。因此 R_r 的預設值設定為OFF。只有當使用者需要測試LED driver的漣波電流時，再自行將 R_r 設定為ON。

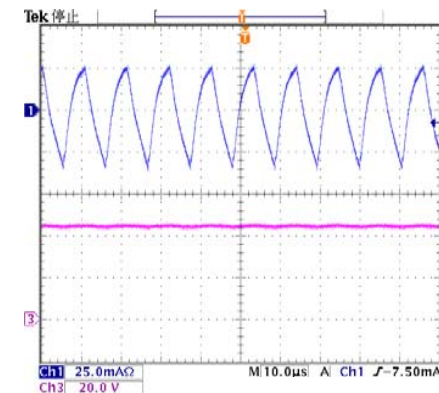
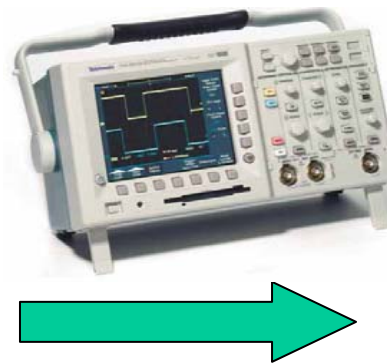


設定高頻電阻 模擬Ripple Current

1. 因為63110A為主動式負載，內部控制迴路有一定頻寬。 R_d 的設定無法應付高頻範圍(>100kHz).
2. 此高頻電阻 R_r ，可設定與 R_d 相同值。但是考慮實際狀況，建議可再用示波器觀察實際LED負載，比較後可再微調 R_r 的設定，可得到更正確的 ripple current 的模擬結果。



以 LED為負載



以 63110A為負載

短路測試

1. 輸出為定電流的LED driver, 不容易用E-load來進行短路測試.
2. 63110A 內建繼電器(Relays), 可控制來進行輸出短路測試.
3. 先設定短路狀態, 再對LED driver開機



63110A負載

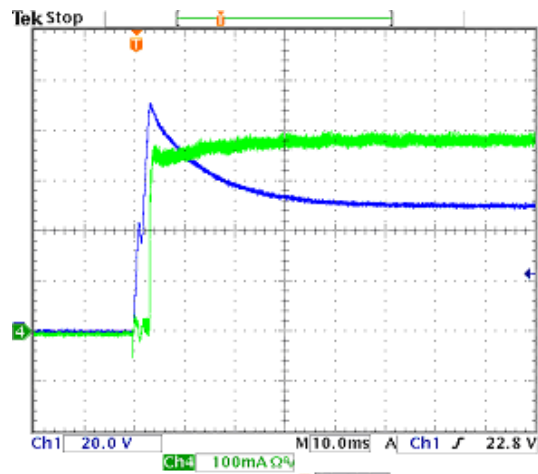
Working on Better Solutions

結 論

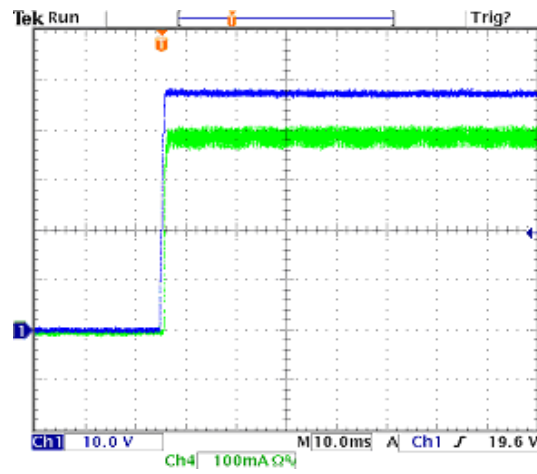
- 目前各廠商的電子負載主要線路架構類似，都無法模擬LED V-I 特性曲線之非線性現象，也可能會因為內部阻抗效應產生異常保護動作，無法真實模擬LED為負載的情況，用來測試LED driver 是不適當的。
- 63110A 為專用型 LED模擬負載，主要是模擬LED特性，用來測試LED driver 的功能保其設計或規格的正確性。
- 63110A不僅可以測試穩態操作點，還可測試開機及PWM 調光 (Dimming)的暫態特性，內部參數 R_d 也可依LED 燈的V_I 特性曲線做調整，以其能滿足LED driver 的驗證需求。

實際操作範例

LED照明電源, 輸出規格: 45-55V/400mA



一般電子負載



真實LED



LED模擬負載