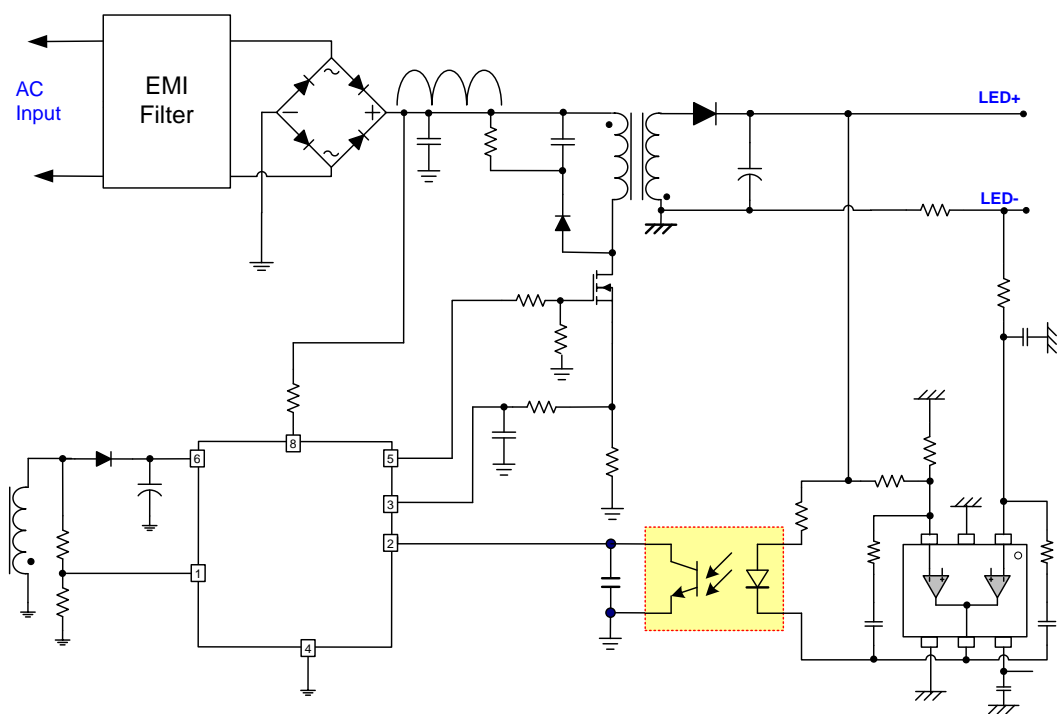


## LED 照明的漣波抑制電路

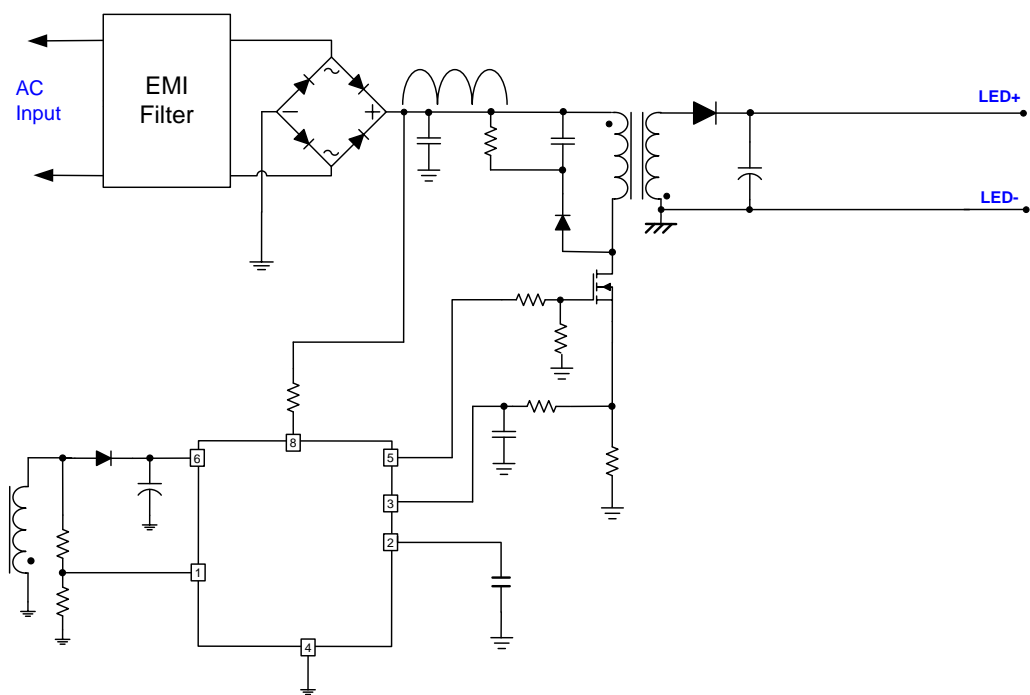
[日期：2015-12-18] 作者: 黃福源

LED 照明應用已日漸在普及中，一般會注意到的問題為 LED 燈的能耗、色溫、演色性、等等。除了這些之外，隨著消費者對 LED 的逐漸認識，了解到不同的 LED 燈具會有不同的照明品質且不好的照明品質，可能會對身體及心理造成某些影響。其中，最顯而易見的問題是頻閃，所謂頻閃 ( flicker ) 是指光的亮度隨著時間有明暗變化的現象。明暗變化的頻率在 60Hz 頻率以下時，人的眼睛都可以很輕易的覺察到光源的閃爍。而頻率在高於 60Hz 以上時，雖然人的眼睛無法輕易察覺，但是對於敏感的視覺神經系統而言，容易因為外界亮度的變化，需要一直去調節瞳孔的大小，導致眼睛容易有疲勞或不適。所以頻閃是一種我們在日常的照明中不希望發生的現象。其實所有的光源，無論是 LED 燈、白熾燈、鹵素燈、日光燈，其實都會有閃爍現象。原因是因為電力交流電的電源頻率，通常為 50Hz 或 60 Hz，閃爍頻率一般就是電源頻率的兩倍。所以 100Hz~120Hz 的頻閃現象，人眼不易察覺，卻又普遍存在我們的日常生活或當中，已經直接或間接對我們身體造成影響。

LED 照明的應用很廣，有室外照明、室內照明、商用照明、居家照明等等。因為照明的場所不同，就會需要不同的燈具及規格，在種類繁多的 LED 照明應用當中，設計者需要考慮的因素很多，每一種線路架構都有其優點及所需的零件成本，除了成本之外，一般設計時會考慮的規格有一、二次側是否需要隔離、效率要求、功因因素、諧波失真、輸出電流準確度及輸出電流漣波大小等。比較常見的 LED 照明線路架構有一次側回授調節、二次側回授調節兩種，又區分是否隔離，且都需要單級具有高功率因素的特性，不然就需要使用高價格的兩級線路架構，以目前 LED 照明的市場，除非是大瓦特數的應用，不然一般都以單級架構來達到高功率因素的需求。圖(一)及圖(二)是分別代表兩種常見的隔離式 LED 照明應用線路。



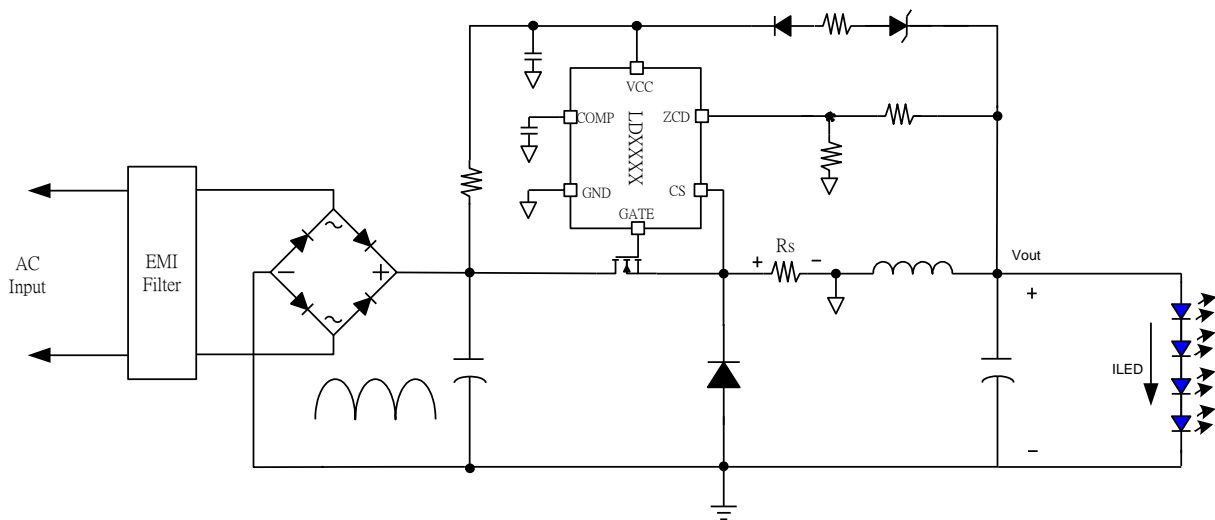
圖(一) 二次側回授調節控制架構有較佳的電流精確度



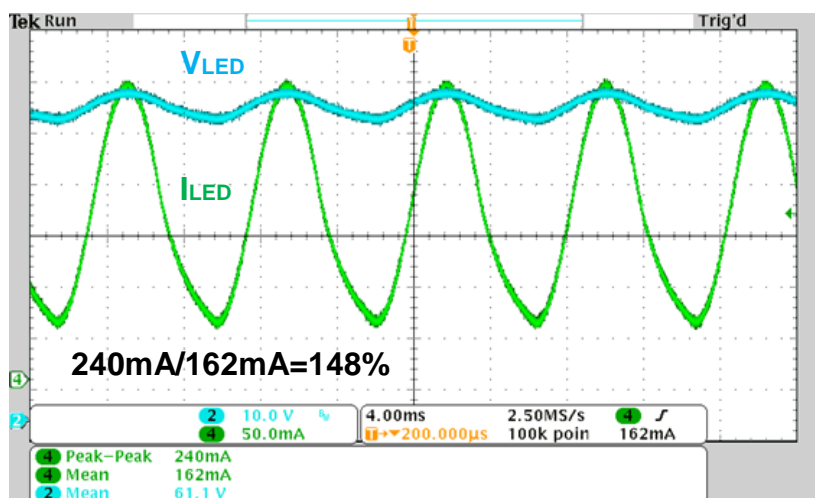
圖(二) 一次側回授調節控制架構省略二次側所有元件有較佳的零件成本優勢

LED 照明在未來幾年間將會逐漸地取代白熾燈泡、螢光燈泡及燈管，這已經是不可避免的趨勢。目前的 LED 照明驅動電路設計大多採用單級一次側調節架構(PSR)來達到高功率因素及定電流調節的功能，是將交流電轉換成定電流驅動 LED 負載，而交流電中的低頻漣波會造成兩倍頻的 LED 低頻漣波，既所謂“頻閃(flicker)”，為了抑制低頻漣波傳統應用線路上必須使用兩級架構，多加了一級 DC/DC 轉換器用以濾除低頻漣波，但是對 LED 照明在推廣成本上無疑是雪上加霜，而一個簡單的原理是利用基本晶體飽和區特性，來抑制 LED 低頻電流漣波，不但可以減少系統成本還可以去掉頻閃對人體不良之影響。

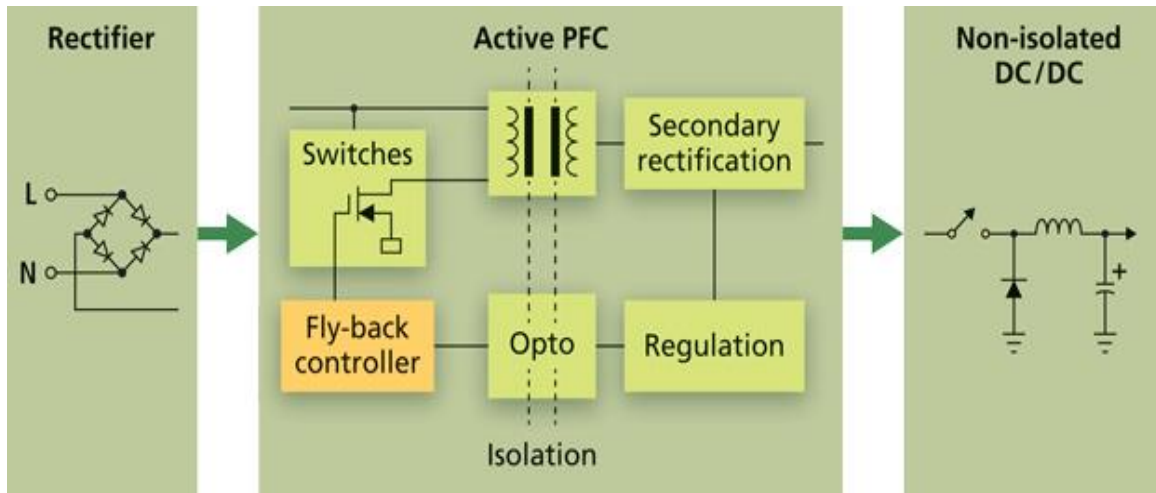
圖(三)是一種常見的非隔離式高功因降壓架構 LED 驅動線路，線路架構簡單，具成本競爭優勢，但是輸出電流有很大的漣波，輸出是 18 顆 LED 串聯，電壓約 60V，LED 電流 160mA，但是 LED 輸出漣波電流 240mA，輸出電流漣波占比高達 148%，如圖(四)



圖(三) 非隔離式高功因降壓架構 LED 驅動線路

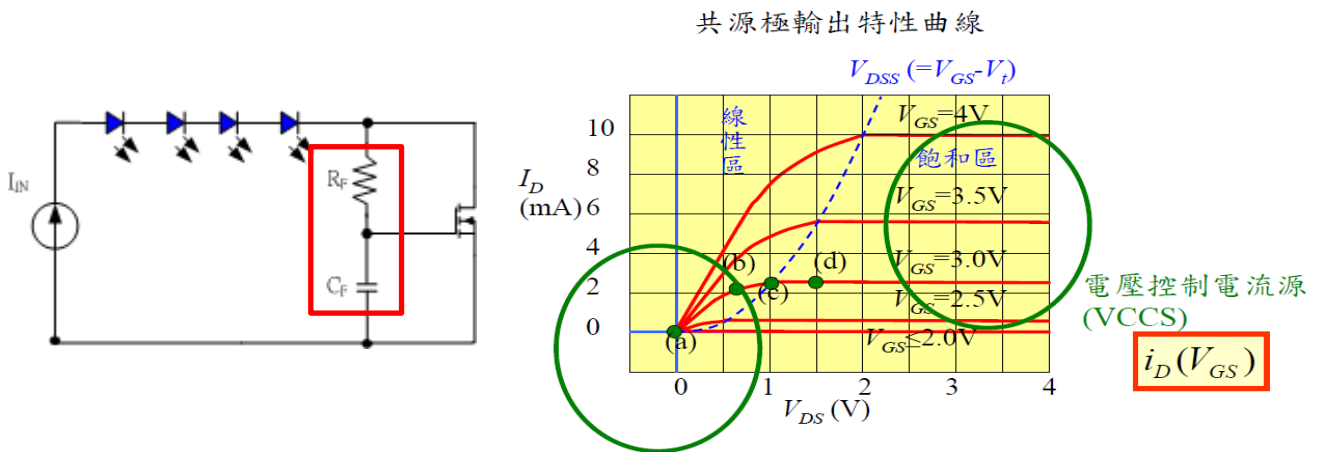


圖(四) LED 輸出電壓跟電流漣波波形



圖(五)兩級線路架構: 高功因返馳式加上切換式降壓降架構

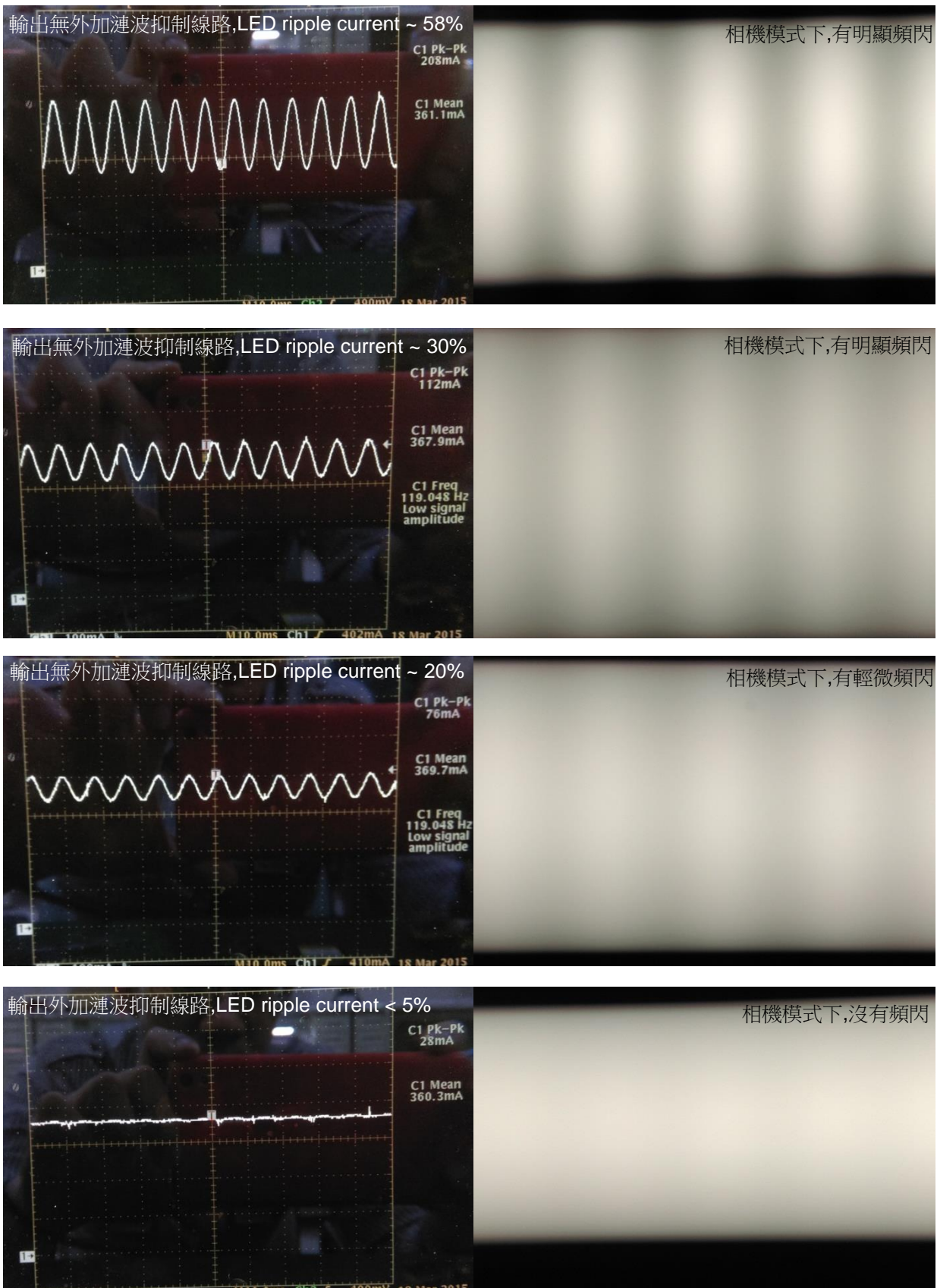
漣波抑制線路的原理為經由一個 RC 濾波線路將交流電中會造成兩倍頻(100Hz or 120KHz)的 LED 低頻漣波濾除，得到一個穩定的直流電壓來驅動開關元件 MOSFET 的閘級(Gate)，讓 MOSFET 操作在飽和區。圖(六)是一個簡單的漣波抑制線路，包括一個 RC 濾波線路，MOSFET 的 Drain 端連接到 LED(-)端，RC 濾波的輸出電壓提供給閘級(Gate)，可以大大的降低前級定電流控制器所產生的漣波電流，而不需使用成本較高的直流降壓轉換器。



圖(六) 漣波抑制線路和 MOS 輸出特性曲線

LED 的低頻閃爍會造成視覺疲勞影響視力，然而這種影響往往是緩慢的，因此長期以來沒有引起人們的重視，隨著 LED 照明市佔率不斷升高，市場對於 LED 照明規格也愈趨嚴格，目前雖然 LED 照明並未完整定義出頻閃規格，但頻閃現象已越來越受重視，一個簡易型漣波抑制電路可以解決頻閃現象，對於系統廠應用也是一大優點

一個簡單的實驗，LED 輸出電壓約 51V，LED 輸出電流 360mA，去調節輸出電容容值的大小，來調節 LED 輸出電流漣波的大小，觀察在相機模式下頻閃的現象，如圖(七)

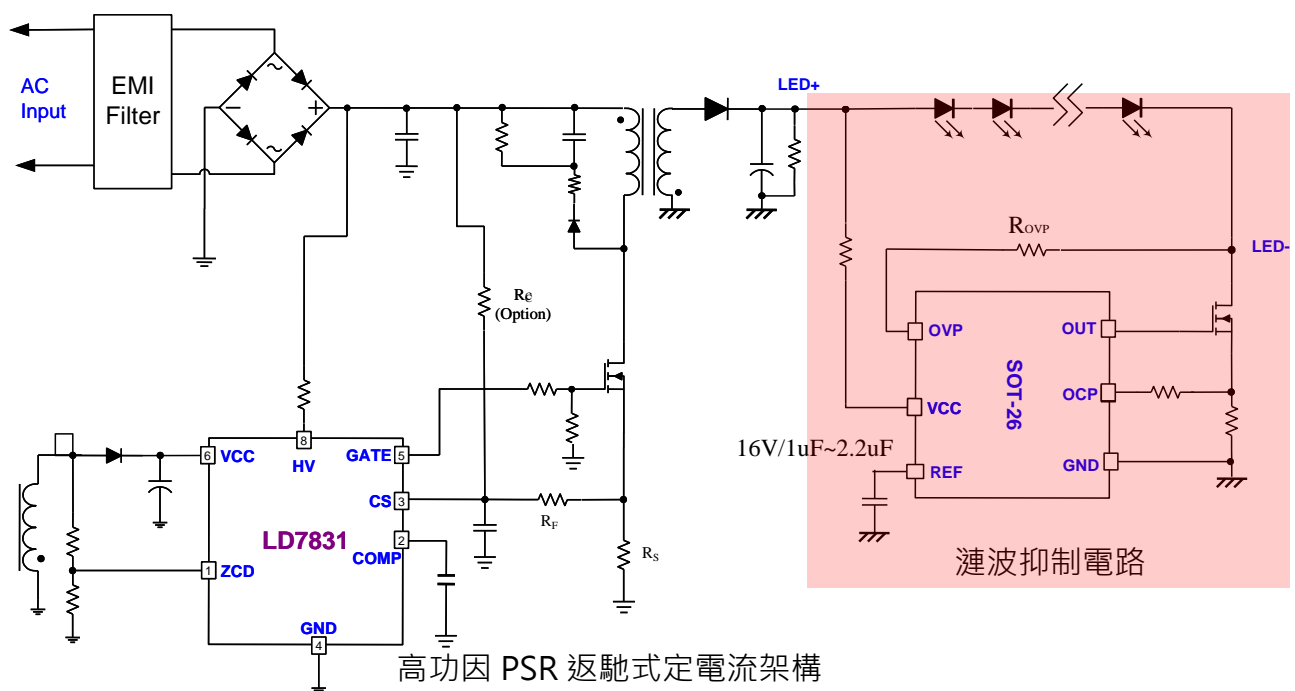


圖(七) LED 輸出電流漣波跟頻閃的關係

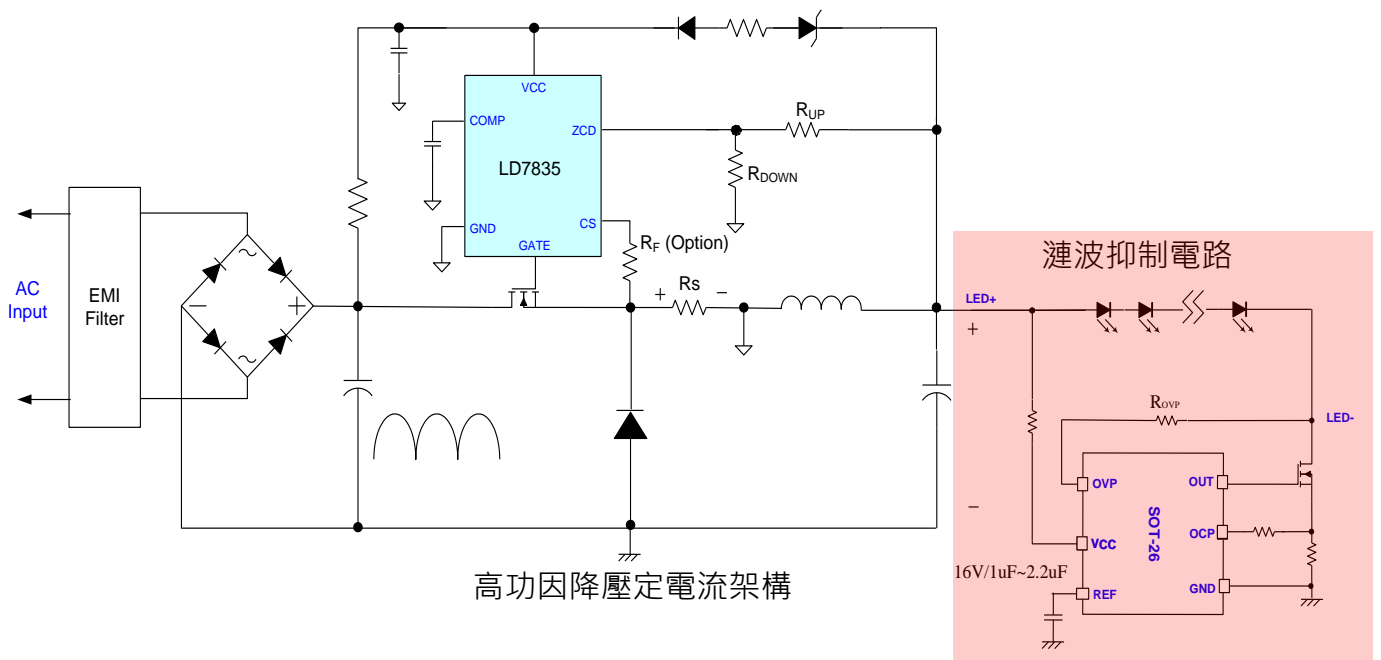
通嘉科技(Leadtrend Tech. Corp.)推出一款可以消除和抑制 LED 照明因為單級高功因轉換器架構下所產生 100Hz~120Hz 漣波之控制 IC – LD6801，其適用於替代傳統燈具下所有可能產生 100Hz~120Hz 頻閃的現象，常見需求於取代傳統螢光燈的產品。LD6801 也具有調整系統低頻漣波及各項特性上設定，產品運用整體規格表現較傳統或一般照明產品具有優勢。

LD6801 主要原理是利用 MOSFET 操作在線性區及飽和區的工作性質來使汲極產生跟前級相同的定電流源所輸出電壓漣波對應準位，藉由減少 LED 燈板端電壓的低頻漣波使輸出於燈板上的電流漣波也相對減少，而此原理較適用驅動器為定電流輸出裝置，而對於諧波失真主要依據前級 PWM 方案而定，須符合終端產品運用的 IEC61000-3-2 規範要求。

LD6801 是一個極簡約將 100Hz~120Hz 電流紋波消除和抑制的控制器，能消除和抑制各種 LED 紋波，並可搭配 PWM LED 恒流驅動 IC，不論是非隔離式還是隔離式，都能將紋波消除及抑制，改善後的紋波電流約可以小於 5%，所以可以增加光效，提升照明品質。雖然 LD6801 操作原理會使得電源效率平均下降約 2% 左右，但對於光效率也會因漣波改善程度增加約 2% 左右。對於頻閃及能效相關要求已在國際照明協定組織相繼提出參考文獻。所以 LD6801 提供一致的電流源給用戶，並且輸出電流可調節高達 1500mA，為用戶提供了靈活地控制 LED 的發光強度。LD6801 擁有可調整燈源端輸出異常下的保護功能，例如：開路保護、短路保護及過溫度等相關系統保護，當系統異常狀態解除後，將可恢復系統運作，讓系統在使用上更加安全及穩定。

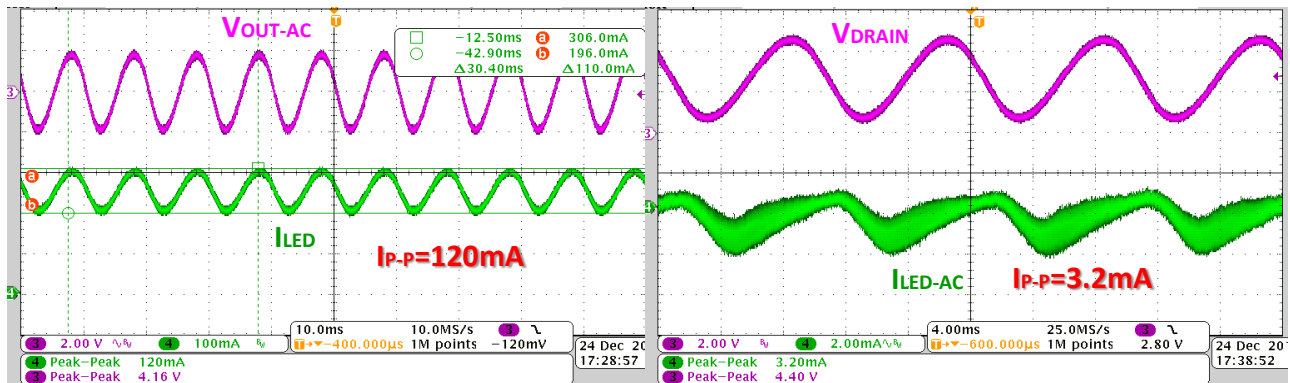


圖(八) 隔離式單級高功因一次側調節架構(PSR)+漣波之控制 IC – LD6801



圖(九) 非隔離式高功因降壓架構 LED 驅動線路+漣波之控制 IC – LD6801

圖(十)左圖是沒有加 LD6801 漣波抑制電路的 LED 輸出電流波形，右圖是有加 LD6801 漣波抑制電路的 LED 輸出電流波形，可以有效地將原本 120mA 的漣波電流大幅地降低到 3.2mA 達到消除輸出波的功能



圖(十) LED 輸出電流波形