

欲打印此文章，從您的瀏覽器菜單中選擇“文件”後再選“打印”。

## 解析LED線性分段式定電流驅動電路工作原理

上網時間:2015年09月21日

由於環保意識抬頭，節能省電、使用壽命、色彩飽和度及電源品質等成為消費者考慮購買的因素，因此發光二極體(LED)產品成為未來照明市場的趨勢，並且漸漸取代傳統省電燈泡，LED照明技術發展成為大家注目的焦點。

近年來，LED晶片技術快速發展及成本下降，使得LED線性驅動器在照明應用上日漸提升，其中，無電磁干擾(EMI)問題、無需使用電解電容、生產方便快速、少量的週邊被動元件及成本優勢等讓線性驅動器成為吸引人的方案。

本文將以達鑫電子離線式定電流LED驅動IC來介紹線性分段式定電流驅動器的動作原理、LED導通時間及瓦數計算，讓各位更能了解此方案的原理。

### LED線性驅動器工作原理

首先將先針對LED線性驅動器基本工作原理作個簡單的說明：圖1所示為LED線性驅動電路，主要由橋式整流器、離線式線性驅動IC及LED燈所組成，由此應用電路可以發現週邊被動元件數相當少，且無使用電感磁性元件，電容部分僅使用陶瓷電容，並無使用電解電容，提升產品的壽命。

此LED驅動IC可驅動多顆串聯LED並採用分段式點亮架構，分段式點亮架構相較於傳統CRD技術有較早導通的優點，因此在光效率上有不少的提升，另外，應用電路中特別標示電流名稱，方便後面解釋工作原理使用。

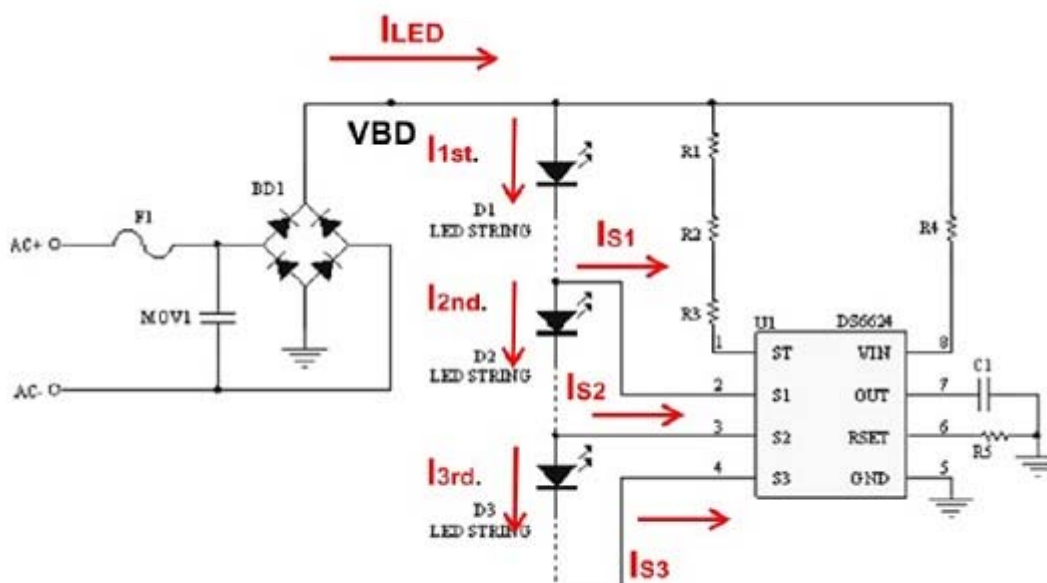


圖1 LED線性驅動器電路

圖2為電流工作原理的示意圖，當輸入弦波電壓透過橋式整流器轉變成頻率雙倍的半波電壓波形VBD，當VBD漸漸提升來到 $V_{1st}$ ，此電壓為分段式LED設定的第一段電壓，此時第一段LED導通，電流為 $I_{1st}$ ，此電流並流入IC S1 PIN，電流為 $I_{S1}$ 。

當VBD繼續提升至 $V_{1st}+V_{2nd}$ ，此電壓為分段式LED設定的第一段電壓加第二段電壓，此時第一段及第二段LED導通，電流為 $I_{2nd}$ ，此電流流入IC S2 PIN，電流為 $I_{S2}$ 。

最後當VBD繼續提升至 $V_{1st}+V_{2nd}+V_{3rd}$ ，此電壓為分段式LED設定的第一段、第二段及第三段電壓總和，此時第一段、第二段及第三段LED導通，電流為 $I_{3rd}$ ，此電流流入IC S3 PIN，電流為 $I_{S3}$ 。

由波形圖可知，第一段LED電流 $I_{1st}$ 被分段為 $I_{S1}$ 、 $I_{S2}$ 及 $I_{S3}$ 來導通。同樣地，第二段LED電流 $I_{2nd}$ 被分段為 $I_{S2}$ 及 $I_{S3}$ 來導通。

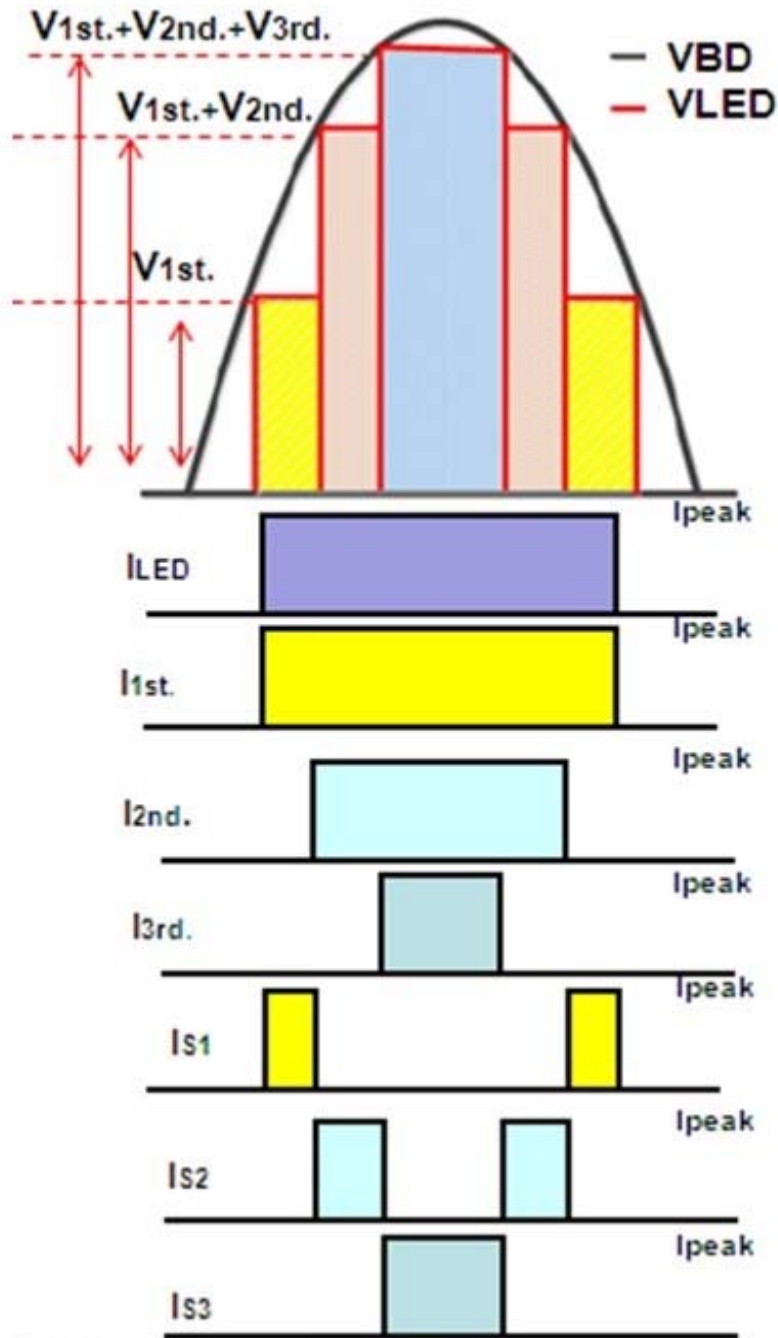


圖2 線性驅動器電路之電流工作原理

### 如何計算導通時間

先以簡單的波形來做介紹，圖3為單段的LED導通波形示意圖，當VBD電壓不斷上升來到VLED時，LED將會導通，這段尚未導通的時間定義為Toff，LED導通的時間定義為Ton，因此整個週期由2Toff與 Ton所組成，而只要用以下公式求得Toff後就能求出導通時間及責任週期：

$$V_{LED} = V_{PEAK} * \sin\left(\frac{180^\circ}{1/f} * T_{off}\right)$$

公式1

$$T_{on} = \frac{1}{f} - 2T_{off}, \text{Duty Cycle} = \frac{T_{on}}{1/f}$$

公式2

其中，VLED為LED的總電壓，VPEAK為VBD的峰頂電壓，f為VBD頻率。

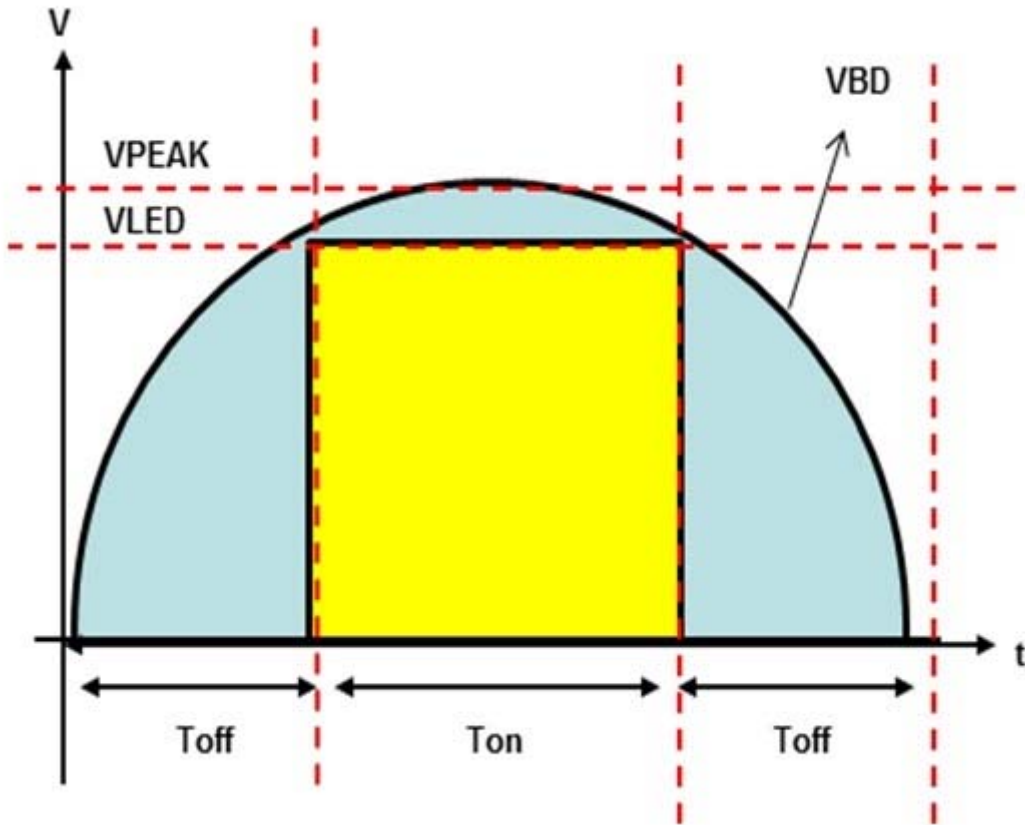


圖3 單段LED導通波形示意圖

同樣的方式，回到分段式架構舉個例子，先假設輸入源為120Vac且頻率為60Hz，LED分段設計為第一段LED電壓為88V，第二段為22V，第三段為22V。由輸入源資訊可得VPEAK為120V×1.414=170V，f為2×60Hz=120Hz，第一段LED的Toff、Ton及Duty Cycle為：

$$88V = 170V * \sin\left(\frac{180^\circ}{8.3mS} * T_{off}\right)$$

$$T_{off} = 1.44mS$$

$$T_{on} = 5.42mS$$

$$\text{Duty Cycle} = 65\%$$

公式3

第二段LED的Toff、Ton及Duty Cycle為：

$$88V + 22V = 110V = 170V * \sin\left(\frac{180^\circ}{8.3mS} * T_{off}\right)$$

$$T_{off} = 1.86mS$$

$$T_{on} = 4.58mS$$

$$DutyCycle = 55\%$$

公式4

第三段LED的T<sub>off</sub>、T<sub>on</sub>及Duty Cycle為：

$$88V + 22V + 22V = 132V = 170V * \sin\left(\frac{180^\circ}{8.3mS} * T_{off}\right)$$

$$T_{off} = 2.35mS$$

$$T_{on} = 3.6mS$$

$$DutyCycle = 43\%$$

公式5

圖4為此例子的分段式架構導通波形示意圖。

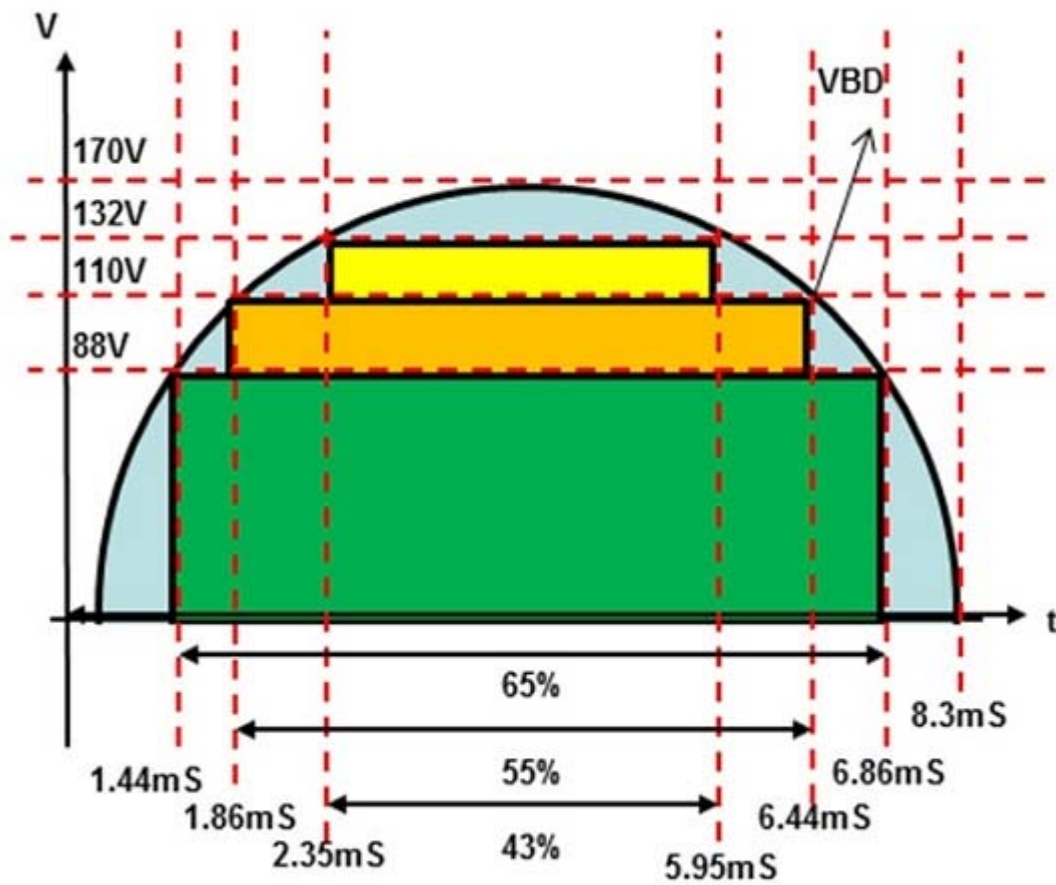


圖4 分段式架構導通波形示意圖。

輸出瓦數計算

關於輸出瓦數的計算，由於LED電流與電壓波形呈現方波，且LED電流與電壓波形為同相位，因此瓦數如下所示：

$$Watt = \frac{1}{T} \int_0^T V_{LED}(t) \times I_{LED}(t) = V \times I \times DutyCycle$$

公式6

由以上公式可以計算分段式架構的每段LED瓦數為何，以同樣上述的例子，並假設定電流為200mA，可計算第一段LED瓦數為：

$$Watt = 88V \times 0.2A \times 0.65 = 11.4W$$

公式7

第二段LED瓦數為：

$$Watt = 22V \times 0.2A \times 0.55 = 2.4W$$

公式8

第三段LED瓦數為：

$$Watt = 22V \times 0.2A \times 0.43 = 1.9W$$

公式9

因此三段LED總瓦數為11.4W+2.4W+1.9W=15.7W。

以下再以實際測試此例子的波形圖來佐證，圖5(a)為第一段LED的電壓電流波形(b)為測試的數據，單位皆為方均根值，經由計算後，瓦數為11.4W，使用Power Meter測試結果為11.27W，數據結果接近計算預估。

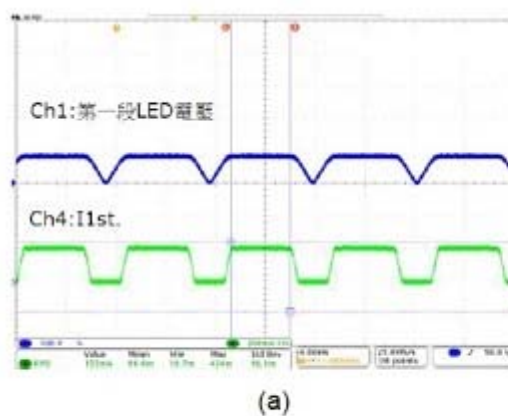


圖5 (a)第一段LED的電壓電流波形(b)測試數據

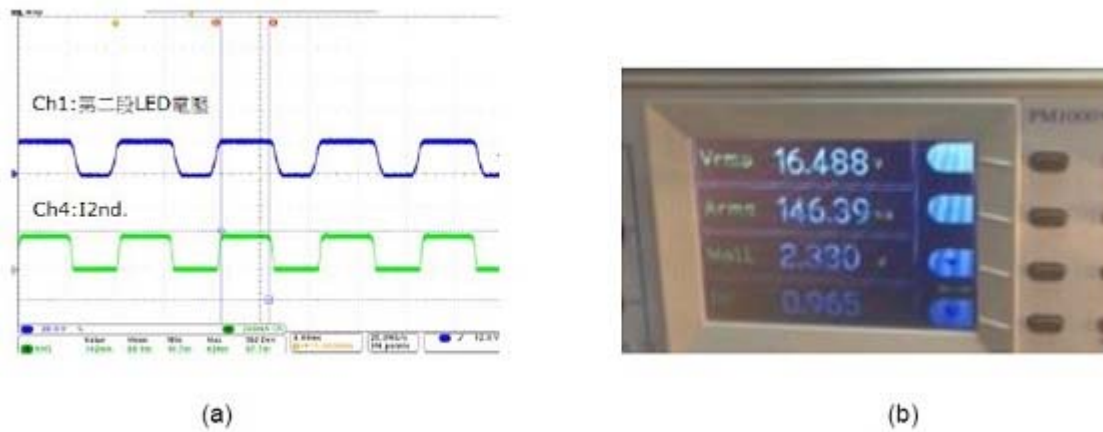


圖6 (a)第二段LED的電壓電流波形(b)測試數據



圖7 (a)第三段LED的電壓電流波形(b)測試數據

圖6(a)為第二段LED的電壓電流波形(b)為測試的數據，經由計算後，瓦數2.4W，與儀器測試結果接近2.33W。圖7(a)為第三段LED的電壓電流波形(b)為測試的數據，經由計算後，瓦數1.9W，同樣的，也與儀器測試結果接近1.8W。由上述證明此計算過程是成立，且有一定程度的準確性。

### 結論

由於無電感磁性元件、無電解電容需求、方便快速生產、少量的週邊被動元件及成本優勢，讓線性分段式定電流驅動器在LED照明市場的蓬勃發展，而此方案與傳統切換式轉換器架構動作不盡相同，為了各位在設計上能更了解此方案的動作原理，本文介紹了一系列工作原理與計算方式。而文中所介紹的導通時間與瓦數計算方法，可以在設計此方案前先行評估，在設計上更能減少問題產生。

此文章源自EDN TW網站:

[http://www.edntaiwan.com/ART\\_8800525006\\_3000003\\_TA\\_ce8bce62.HTM](http://www.edntaiwan.com/ART_8800525006_3000003_TA_ce8bce62.HTM)

[http://www.edntaiwan.com/ART\\_8800525006\\_3000003\\_TA\\_ce8bce62.HTM](http://www.edntaiwan.com/ART_8800525006_3000003_TA_ce8bce62.HTM)

[返回文章頁](#) | [返回主頁](#)