

高雄市高英高級工商職業學校
Kao Ying Industrial Commercial Vocational High
School

專題製作報告



無段式可調亮度 LED 照明檯燈

指導老師：蘇志雄 老師

科別班級：電機科 3 年 2 班

組 長：陳政升

組 員：呂聖偉、呂奕葦、陳建平

中 華 民 國 103 年 6 月

目錄

| | |
|------------------|----|
| 壹、摘要 | 1 |
| 貳、研究動機 | 1 |
| 參、研究方法（過程） | 2 |
| 肆、研究結果 | 16 |
| 伍、討論 | 18 |
| 陸、結論 | 20 |
| 柒、參考資料與其他 | 20 |

圖目錄

| | | |
|-----------|--------------------------------|----|
| 圖 3-1 | 專題電路區塊關聯圖 | 2 |
| 圖 3-2 | 專題電路區塊製作流程圖 | 3 |
| 圖 3-3 | 專題電路組件功能組合流程圖 | 4 |
| 圖 3-4 | LM555 接腳圖 | 5 |
| 圖 3-5 | LM555 內部構造圖 | 5 |
| 圖 3-6 | n-channel MOSFET 物理結構圖 | 6 |
| 圖 3-7 | MOSFET 內部結構圖 | 6 |
| 圖 3-8 | MOSFET n 型半導體圖 | 7 |
| 圖 3-9 | n-channel MOSFET 電路符號 | 8 |
| 圖 3-10 | FET 狀態曲線圖 | 9 |
| 圖 3.11 | 半波整流輸出入波形 | 9 |
| 圖 3.12 | 全波整流輸出入波形 | 10 |
| 圖 3-13 | 單穩態電路 | 10 |
| 圖 3-14 | 無穩態基本型電路圖 | 11 |
| 圖 3-15 | 無穩態基本型波形 | 11 |
| 圖 3-16 | 無穩態精簡型電路圖 | 11 |
| 圖 3-17 | 無穩態精簡型波形 | 12 |
| 圖 3.18 | 交換式電壓調節器原理 | 12 |
| 圖 3.19(a) | 同時性 (synchronous) 調節器 | 13 |
| 圖 3.19(b) | 非同時性 (asynchronous) 調節器 | 13 |
| 圖 3.20 | 漣波控制法 | 14 |
| 圖 3.21 | 電壓模式控制法 | 14 |
| 圖 3.22 | 電流模式控制法 | 15 |
| 圖 3.23 | 使用降壓模式 DC-DC 轉換器的 LED 驅動 | 15 |
| 圖 4.0 | 設計電路圖 | 16 |
| 圖 4-1 | 電路板成品零件面 | 17 |
| 圖 4-2 | 電路板成品 PCB 面 | 17 |
| 圖 4-3 | LED 燈模組 | 17 |
| 圖 4-4 | 無段式可調亮度 LED 照明檯燈成品 | 17 |
| 圖 5.1 | 555 所形成之 PWM 電路 | 18 |
| 圖 5.2 | 555 所形成之 PWM 電路導通與截止波形圖 | 18 |
| 圖 5.3 | PWM 改進電路 | 20 |

表目錄

| | | |
|-------|----------------------|----|
| 表 3-1 | IC5 LM555 接腳說明 | 5 |
| 表 3-2 | 各式硬體元件 | 16 |
| 表 4-1 | 節電率比較表 | 18 |
| 表 4-2 | 使用儀器設備一覽表 | 20 |
| 表 4-3 | 工作進度甘特圖 | 20 |

壹、摘要

一般檯燈皆由鐵心變壓器（電感器）交流點燈，易受發電機頻率及電壓變動而造成照明閃爍之現象產生，此對人體視覺有傷害之疑慮，且交流照明設備易受功率因數影響，照明設備之供給功率變大。無段式可調亮度 LED 照明檯燈，為解決以上之問題，採用低功率高亮度發光二極體（LED）配合整流電路及脈波調變電路(PWM)，形成一變壓變流之直流供應電路供給 LED 點燈。變壓器在一般檯燈中所扮演角色等同於主角，無變壓器則無檯燈可言，但變壓器在一般檯燈中也可說是個沉重累贅，一般檯燈會如此的重是因為變壓器就占了檯燈大部份的重量且有散熱問題。目前的科技趨勢是以「節能環保省電」為主要前提，採用 LED 照明檯燈可降減少空間、重量以及延長台燈的使用壽命等優點。

關鍵詞：LED 、 PWM、 可調亮度

貳、研究動機

目前節約用電一般皆以節能標章來認定電器是否符合節能，但重大電器節能除專業人士在不影響其用電其況下經由虛功補償等策略方式節能，現在人們最常用以及生活必須電器就是照明電器，而市面上所販售一般檯燈皆由變壓器降壓後並整流或不整流直接接上插頭供電給檯燈，變壓器在檯燈中所扮演角色等同於主角它的核心，無變壓器對很多電器來說，根本沒辦法驅動因為台電所供應的電壓 AC110 電壓過高會導致電器燒毀，但相對的變壓器在一般檯燈中也可說是個沉重累贅，一般檯燈會如此的重是因為變壓器就占了檯燈大部份的重量。目前的科技趨勢是以「節能環保省電」為主要前提，採用 LED 照明檯燈可減少空間、重量以及延長台燈的使用壽命，燈泡我們是採用 LED 燈泡，它具有照度高、省電、消耗功率小以及點燈時間持久等種種優勢遠勝於一般市面上所販售的燈泡，如鹵素燈、日光燈、一般燈泡、

省電燈泡、LED 及 T5、T8 省電燈管等，本專題藉由研發其他方法不需搭配變壓器配合電子電路[1,2]、555[3]、LED[4]及 DC Rectifier[5] 及 DC Converter 的程序來完成 AC110V 無變壓器之 LED 照明檯燈，拿來跟市面上的 LED 檯燈比較下，它除了可以依據當時環境的條件下去做燈光的調變消耗功率更是只有一般檯燈的 1/6 倍，此項發明對未來的照明設備可能延伸無限的發展，不僅侷限在於檯燈甚至日光燈，大樓或醫院逃生設備、小夜燈、隨身輕型照燈等等，也可以在進一步研發進化成把整個電路製作成單晶片的方式嵌入晶片讀取到資料來做警示燈泡閃爍或是恆亮等功能，元件也可以採用可為收無污染等材質讓省電與環保效應同時達到成效。

參、研究方法（過程）

（一）電路區塊關聯圖

圖 3-1 本專題電路區塊關聯圖。本專題由 AC110V 經 A/D Rectifier 整流電路將 AC 整流為直流，因整流濾波後直流電壓過高，配合 LED 模組所需之順向偏壓電壓，經 DC Converter 直流轉換電路將直流高壓降至適當之 LED 模組所需之順向偏壓電壓，形成穩壓穩流 LED 照明控制，另設計一防共振電路防止電壓共振過高損毀電路，完成無段式可調亮度 LED 照明檯燈。

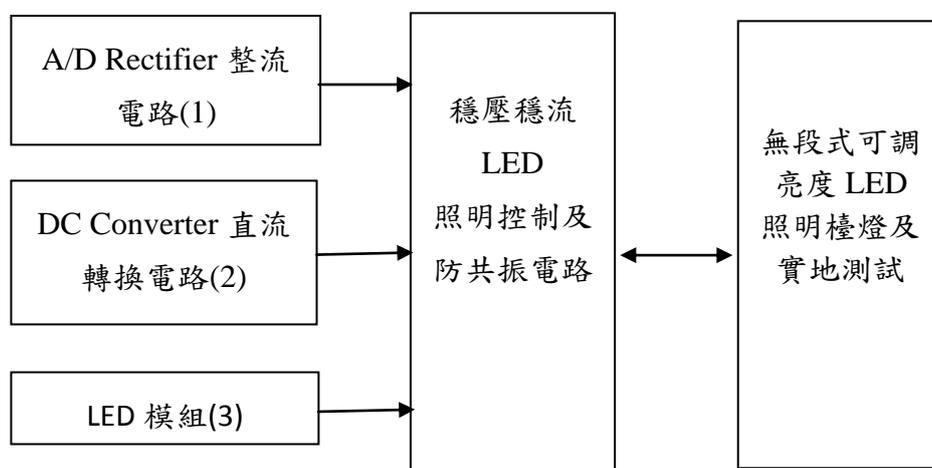


圖 3-1 本專題電路區塊關聯圖

（二）電路區塊製作流程

圖 3-2 本專題電路區塊製作流程圖，完成 AC110V 直接供電，配合

LED 台燈模組及 PCB 等之實用無段式可調亮度 LED 照明檯燈。

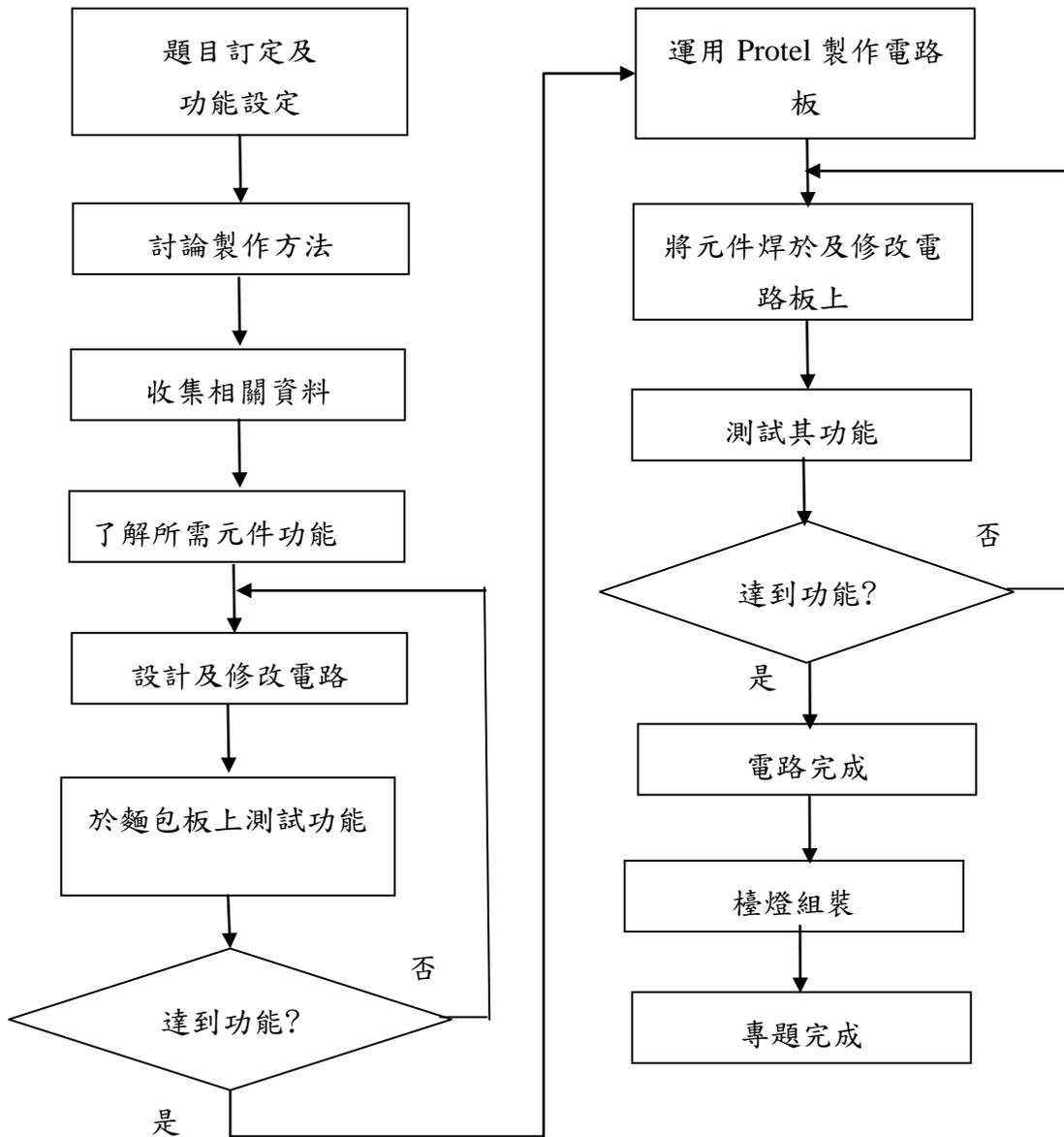


圖 3-2 本專題電路區塊製作流程圖

(三) 電路組件功能組合流程圖

圖 3-3 本專題電路組件功能組合流程圖，利用 AC110V 整流為直流電，利用 DC Converter 形成 PWM IC 電壓等及集 LED 模組所需直流偏壓電壓，再利用 PWM 電路調變電壓變流，於某一階段形成穩壓穩流供電 LED 模組點燈，完成實用無段式可調亮度 LED 照明檯燈。

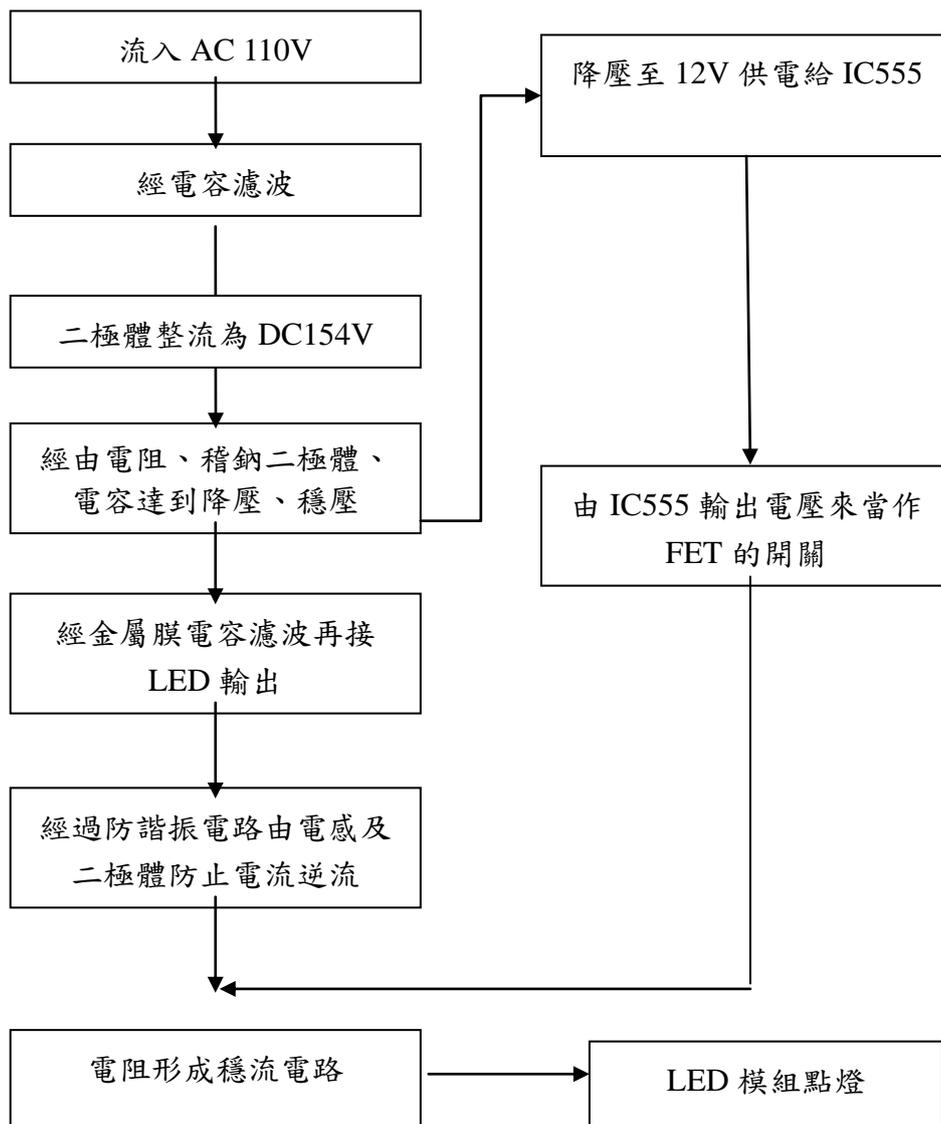


圖 3-3 本專題電路組件功能組合流程圖

(四)電路組件說明

1、IC LM555

(1)LM555 接腳說明

如圖 3-4 為 LM555 接腳圖。

(2)IC LM555 內部構造解析

如圖 3-2 為 LM555 接腳功能內部簡易方快圖。

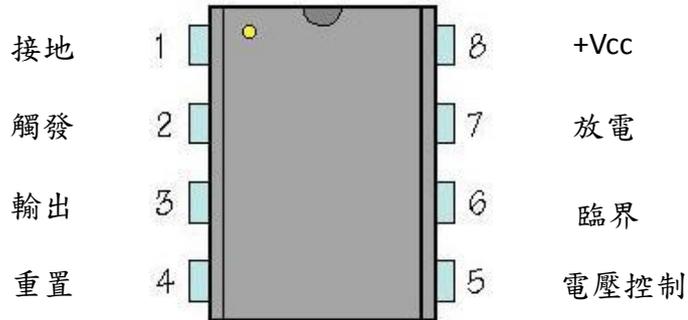


圖 3-4 LM555 接腳圖

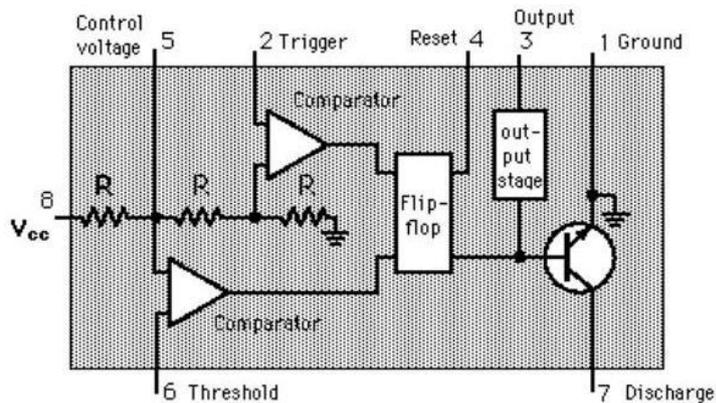


圖 3-5 LM555 內部構造圖

(3)IC LM555 各接腳詳細解說如表 3-1

表 3-1 IC5 LM555 接腳說明

| 接腳 | 名稱 | 接腳說明 |
|------|-------------|--|
| Pin1 | 接地(Ground) | 系統的共通接地點。 |
| Pin2 | 觸發(Trigger) | 當 Pin2 之電壓低於 $1/3V_{cc}$ 時，會令 Output 輸出高電位及 Pin7 對地開路。 |
| Pin3 | 輸出(Output) | 輸出腳，由 Pin2、4、6 控制其為高電位或低電位。 |
| Pin4 | 重置(Reset) | Pin4 之電壓小於 0.4V 時，Output 之輸出為低電位、Pin7 對地短路。所以不使用 Pin4 時，應接於 1V 以 |

| 接腳 | 名稱 | 接腳說明 |
|------|------------------------|---|
| | | 上之電壓。 |
| Pin5 | 電壓控制 (Control Voltage) | Pin5 直接與比較器的參考電壓相通，允許由外界電路改變 Pin2、Pin6 之動作電壓。平時多接一個 0.01mf 以上之電容到 Ground，以避免雜訊干擾。 |
| Pin6 | 臨界 (Threshold) | Pin6 之電壓高於 $2/3V_{cc}$ 時，會使 Output 低電位、Pin7 對地短路。 |
| Pin7 | 放電 (Discharge) | 與 Output 同步動作。當 Output 輸出高電位時，Pin7 對地開路；Output 輸出低電位時，Pin7 對地短路。 |
| Pin8 | 電源(+Vcc) | 電壓輸入，最大可至 15V。 |

2、MOSFET

n-channel MOSFET 的物理結構，乍看之下與 npn 型 BJT 很相似，但兩者有所不同：FET 的兩塊 n 型半導體摻雜濃度(doping concentration)相同，即 FET 是對稱的結構，而 BJT 的 Emitter 摻雜濃度遠高於 Collector。中間 p 型半導體並未刻意像 BJT 的 Base 一樣做得很薄。中間 p 型半導體先鍍上一層 SiO_2 後再接外部導線，而 BJT 的 Base 則直接接上外部導線，如圖 3-6 所示。由於 SiO_2 是絕緣體無法導電，此為輸入電流為零的關鍵。

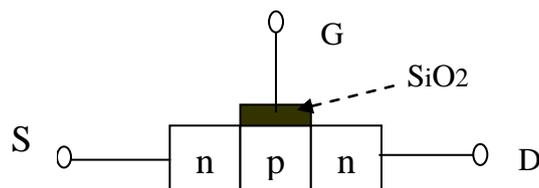


圖 3-6 n-channel MOSFET 的物理結構圖

MOSFET 與 BJT 在結構上大同小異，而它們真正的不同點在於設計觀念上：FET 徹底揚棄以 pn 界面控制電流的想法，改以電場控制半導體內自由電子(或電洞)的流動，同樣達到控制電流的結果，如圖 3-7 所示。(這是場效電晶體名稱的由來。)

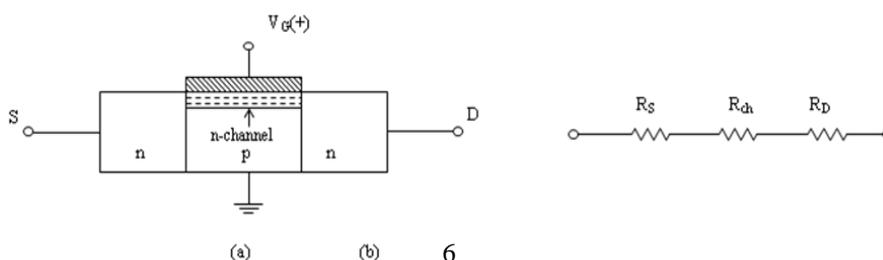


圖 3-7 MOSFET 的內部結構圖

在 SiO_2 絕緣層加上正電壓(V_G)，當 V_G 足夠大時，聚集在 SiO_2 絕緣層下方的自由電子濃度將高於電洞濃度，形成一長條位於 p 型半導體內的帶狀 n 型半導體。由於它的形狀類似一條隧道，所以稱為 n 型通道(n-channel)。因 V_G 吸引而產生的 n 型通道，剛好將原來分離的兩塊 n 型半導體連在一起，成為三塊彼此相連的 n 型半導體如圖 3-8 所示。等效上相當於一顆電阻(R)：

$$R = R_S + R_{ch} + R_D \quad (\text{公式 3-1})$$

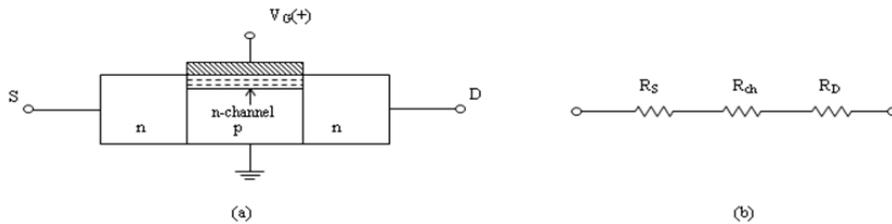


圖 3-8 MOSFET n 型半導體圖

由於 S 極和 D 極的摻雜濃度很高，並且它們的截面積遠比由感應產生的 n 型通道寬，因此在一般情況下：

$$R_{ch} \gg R_S, R_D, \quad R \cong R_{ch} \quad (\text{公式 3-2})$$

在 D 極和 S 極間外加正電壓($V_{DS} > 0$)，可以預期會有電流(I_D)由 D 極流向 S 極，其大小為：

$$I_D \cong \frac{V_{DS}}{R_{ch}} \quad (\text{公式 3-3})$$

由於 R_{ch} 是由 V_G 感應而生，因此藉 V_G 改變 R_{ch} 便可以控制 I_D ，所以 FET 是一顆名符其實的電壓控制電流元件。因為輸入端(G 極)為絕緣層，故 $I_G = 0$ ，使得流入 D 極的電流必定等於流出 S 極的電流，所以 FET 只需考慮一個電流(I_D)，是 FET 比 BJT 簡單好用的主因。

圖 3-9 是 n-channel MOSFET 的電路符號。實際上 D 極和 S 極結構完全相同，區分的方式是載子流出者為 S 極，而流入者為 D 極。由於 n-channel FET 的載子是電子，而電子從低電位流到高電位，所

以接高電位的是 D 極，接低電位的是 S 極。箭頭則指引電流方向。

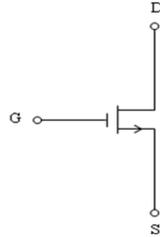


圖 3-9 n-channel MOSFET 的電路符號

(1) 截止模式(cutoff mode)

$V_{GS} < V_t$ 當 V_{GS} 很小時無法產生通道，此時 channel 處於關閉 (OFF) 狀態。當 V_{GS} 大於 一個臨界電壓(threshold voltage) V_t 時，channel 才由關閉狀態進入導通(ON)狀態。

當 $V_{GS} < V_t$ ， $I_D = 0$ 三極模式(triode mode)

$V_{GS} > V_t$ ， $V_{DS} < V_{GS,eff}$ channel 導通，等效上像一顆電阻，其阻值與 V_{GS} 有關，然而真正決定 R_{ch} 的是 $V_{GS} - V_t$ 而非 V_{GS} 。

I_D 隨 $V_{GS,eff}$ 及 V_{DS} 上升而增加。

定義有效 V_{GS} 電壓(effective VGS) $V_{GS,eff}$

$$V_{GS,eff} = V_{GS} - V_t \quad (\text{公式 3-4})$$

I_D 與 V_{DS} 及 $V_{GS,eff}$ 的關係如下：

$$I_D = k \cdot (2V_{GS,eff}V_{DS} - V_{DS}^2) \quad (\text{公式 3-5})$$

k 與自由電子的移動率(mobility) μ_n 及 channel 的實際結構有關：

$$k = \frac{\mu_n C_{ox}}{2} \cdot \frac{W}{L} \quad (\text{公式 3-6})$$

(2) 飽和模式(saturation mode)

$V_{GS} > V_t$ ， $V_{DS} \geq V_{GS,eff}$

pinch-off 發生， I_D 不再隨 V_{DS} 上升而增加。 I_D 只和 $V_{GS,eff}$ 有關而和 V_{DS} 無關。將 $V_{DS} = V_{GS,eff}$ 代入便得到 saturation mode 的電流：

$$I_D = k(V_{GS,eff})^2 \quad (\text{公式 3-7})$$

(3) n 型半導體

當 $V_{GS} < V_t$ ， $I_D = 0$ ，FET 處於 cutoff mode

當 $V_{GS} > V_t$ 且 $V_{DS} < V_{GS,eff}$ 時，FET 處於 triode mode， I_D 隨 V_{DS} 上升而增加當 $V_{DS} \geq V_{GS,eff}$ ，FET 處於 saturation mode， I_D 保持定值不再隨 V_{DS} 改變如圖 3-10。

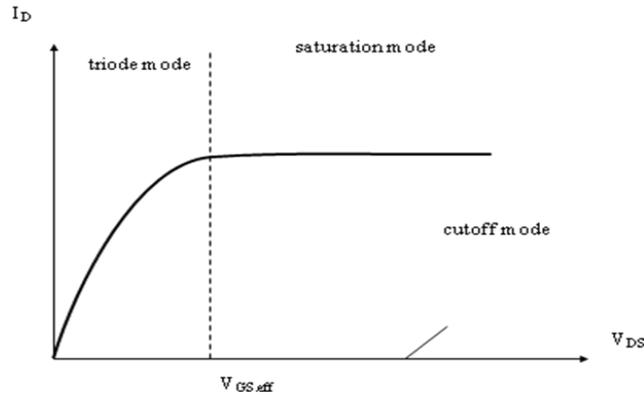


圖 3-10 FET 狀態曲線圖

3、應用電路

(1) A/D 整流電路

A、半波整流

在半波整流器中，交流波形的正半週或負半週其中之一會被消除。只有一半的輸入波形會形成輸出，對於功率轉換是相當沒有效率的。半波整流在單相供應時使用一個二極體，三相供應時使用三個二極體。電路及輸出入波形如圖 3.11 所示。

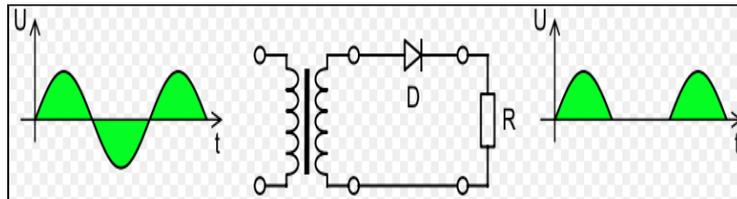


圖 3.11 半波整流輸出入波形

半波整流器的直流電壓輸出可以下列兩個理想方程式計算之。

$$V_{peak} = V_{rms} \sqrt{2}$$

$$V_{dc} = \frac{V_{peak}}{\pi} \quad (\text{公式 3-8})$$

B、全波整流

全波整流可以把完整的輸入波形轉成同一極性來輸出。由於充份利用到原交流波形的正、負兩部份，並轉成直流，因此更有效率。全波整流有中心抽頭式與橋式：

如果不是使用具有中間抽頭的變壓器，而只有一組輸出線圈，則需使用四個二極體才能做全波整流。令峰值電壓為 V_m ，未做濾波時的平均 $V_{dc}=0.636V_m$ ，頻率為原來 AC 頻率的 2 倍，每個二極體所承受的逆向峰值電壓(PIV, Peak Inverse Voltage)值是 V_m 。輸出電壓之有效值(V_{rms})約為 $0.707V_m$ (最大值)。此種方式(如圖 3.12)稱為橋式整流，這四個二極體合稱為橋式整流器：

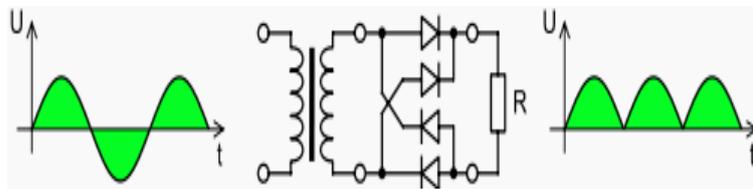


圖 3.12 全波整流輸出入波形

(2) PWM 電路

LMC555 的應用範圍很廣，但一般多應用於單穩態多諧振盪器 (Monostable Multivibrator) 及無穩態多諧振盪器 (Astable Multivibrator)。

(A)單穩態多諧振盪器 (Monostable Multivibrator)

單穩態多諧振盪器電路如圖 3-13 所示，其作動為當開關 SW 壓一下 (Pin2 接地) 時，Output 腳位會由原本的低電位，輸出 T 秒的高電位， T 由式(3.9)計算，隨後恢復為低電位，待 Pin2 再次觸發才會再作動，可於負載後串聯一個 LED 到 Ground 實驗。

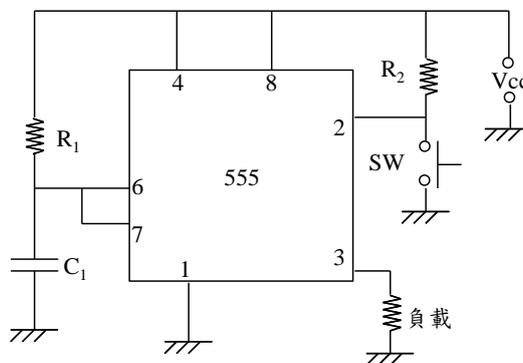


圖 3-13 單穩態電路

$$T = 1.1 \times R_1 \times C_1 \quad (\text{公式 3-9})$$

(R_1 範圍：10kΩ~1MΩ、 C_1 範圍：100pF~1000μF)

(B) 無穩態多諧振盪器(Astable Multivibrator)

無穩態多諧振盪器的即為方波產生器，其電路可分成基本型及精簡型，如圖 3-14、圖 3-16 所示。其差別在於基本型之高位及低位輸出時間比例可以調整，如圖 3-15 所示；而精簡型之高位及低位輸出時間比例固定為 1:1，如圖 3-17 所示。

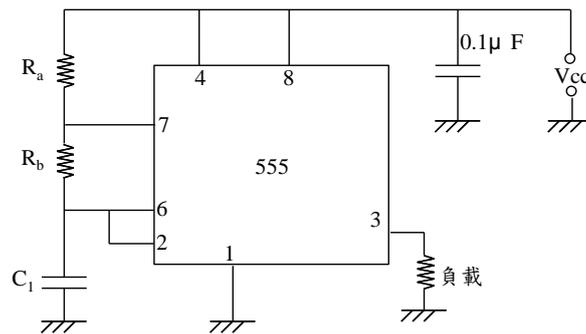


圖 3-14 無穩態基本型電路圖

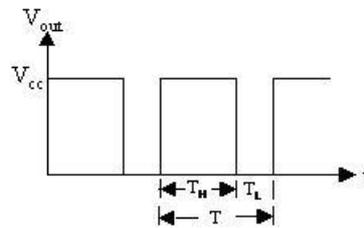


圖 3-15 無穩態基本型波形

$$T_H = 0.693(R_a + R_b)C_1$$

$$T_L = 0.693R_b C_1$$

$$T = 0.693(R_a + 2R_b)C_1$$

(公式 3-10)

$$f = \frac{1}{T}$$

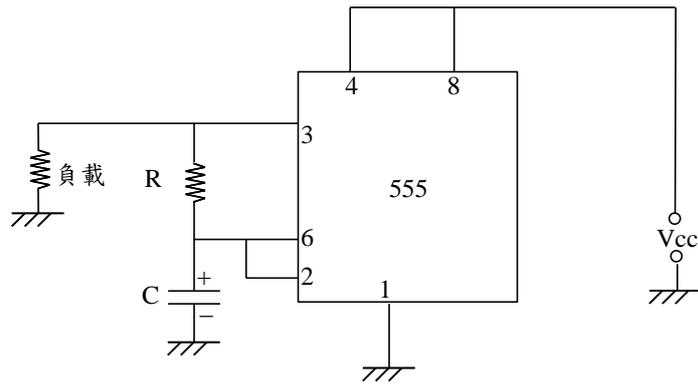


圖 3-16 無穩態精簡型電路圖(50% Duty cycle oscillator)

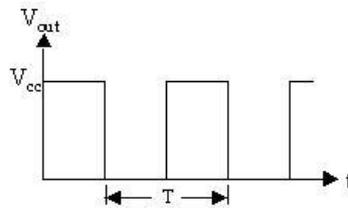


圖 3-17 無穩態精簡型波形

$$T = \frac{1}{1.4RC}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

(公式 3-11)

(3) D/D 直流轉換電路

交換式電壓調節器的工作原理，基本上是由一個控制器來開/關金氧半導場效電晶體 (MOSFET)。打開時，電能便儲存在整流電感與輸出電容裡；關閉時，電感與電容會負起維持電流與電壓的任務。如圖 3.18 所示。藉控制開關的動作，我們可以得到所需的電壓與電流；而這個回授控制開關的方式，便是整個技術核心之所在。

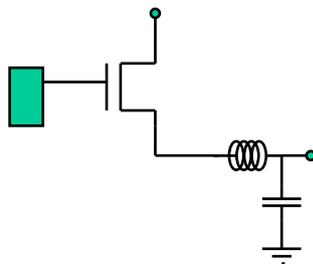


圖 3.18 交換式電壓調節器原理

最常用的控制方法，是直接或間接比對輸出電壓與一個三角

波的位準，以決定開/關時間的長短，亦即所謂的脈衝寬度調變法（PWM, pulse width modulation）。亦即在三角波的位準高於（或低於）某個位準時，便將連接到電源的上方 MOSFET 打開；反之，則因為整流電感有讓電流持續的作用，電流會經由下方的電流通路流通。

根據下方電流通道的不同，可分為同時性（synchronous）與非同時性（asynchronous）兩種方法，如圖 3.19。若是一顆 MOSFET 作為下方電流通路，稱為同時性。此時，上下方的 MOSFET 的打開時間剛好完全錯開。若是以蕭特基（Schottky）二極體作為下方的電流通路，則稱為非同時性。通常，MOSFET 會比蕭特基二極體消耗較少的能量，因此有較高的效率。

不過在同時性的作法裡，還是會有一小段時間上下方的 MOSFET 都沒有打開，仍需要蕭特基二極體作為電流通路，只是耐熱性並不需要那麼大。

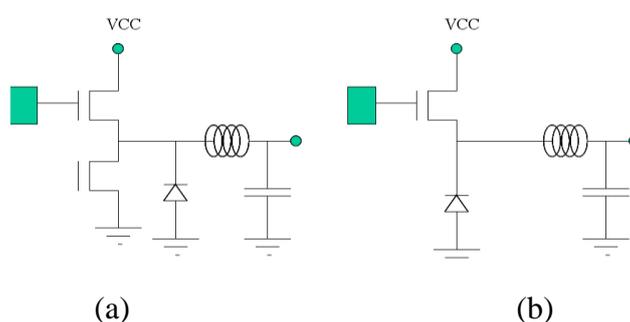


圖3.19 (a) 同時性（synchronous）調節器
與 (b) 非同時性（asynchronous）調節器

上方 MOSFET 的打開時間比例，稱之為工作週期（duty cycle）。交換式電壓調節器的調節方式，基本上就在於改變工作週期，來改變電壓。當電流輸出量並不大時，工作週期大抵上就是輸出電壓與輸入電壓的比例： $D = V_{out} / V_{in}$ 。對 PentiumII 的 2.8V 輸出電壓而言， $D = 2.8 / 5 = 0.56$ 。但當電流輸出量甚大時，MOSFET 的內阻 ($R_{DS(ON)}$) 與所有傳導路徑上的電阻 (R_e) 將會影響。

$$\text{工作週期： } D = \frac{V_{out} + I_{out}(R_{DS(ON)} + R_e)}{V_{in}} \quad (\text{公式 3-12})$$

PWM 的控制技術，又分為以下幾種：

(A) 漣波控制法 (ripple regulator)

這是最早期，也是最簡單的一種，如圖 3.20。基本上它是以前輸出端的漣波電壓作為回授控制的信號。當輸出電壓超過某一參考電壓時，上方 MOSFET 就會被關閉，是一種很直接的控制方法。它最大的問題，是隨著整流電感 L 值的改變，漣波電壓的大小也會跟著改變，此時無法保證平均電壓能保持不變，只能保證峰值電流不變。由於隨著電流的增加，電感接近飽和，電感值會變小，因此此法常常無法達到理想的電壓控制。

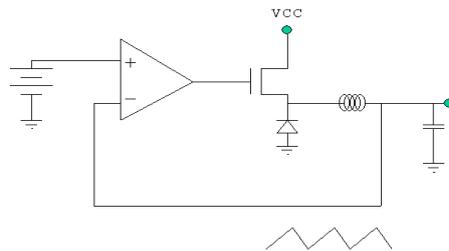


圖 3.20 漣波控制法

(B) 電壓模式控制法 (voltage mode control)

電壓模式控制將三角波產生器內建在控制器內部。首先由一個錯誤信號放大器 (error Amp) 比較輸出電壓與參考電壓的差值，再將這差值與三角波比較，來決定 MOSFET 的開關與否，如圖 3.21。由於此種方式相對說來較為簡單，因此被廣為使用。

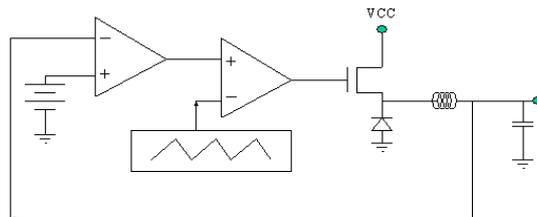


圖 3.21 電壓模式控制法

(C) 電流模式控制法 (current mode control)

電流模式控制模式使用雙回授線路來控制 MOSFET 的開關。它的原理是把一個阻值甚小的精密電阻放在整流電感的輸出端，隨著輸出電流的改變，精密電阻兩邊的壓降也會改變，從而測知輸出電流的大小。藉由輸出電壓與輸出電流兩個參數值，可以決定 MOSFET 的開關與否 (如圖 3.22。這種方法可以在輸入電壓改變 (從而改變整流電感的電流變化速度) 的瞬間

感知到，並改變工作週期，而不必等輸出電壓的改變被感知到。

這種方法需要的精密電阻通常較大（以方便散熱）且需要若干成本，也會有限制電流高低限度的作用。也有人以成本較低的錳銅線代替，但阻值的控制不良，將會使電流的高低限度較我們的預期值偏移。

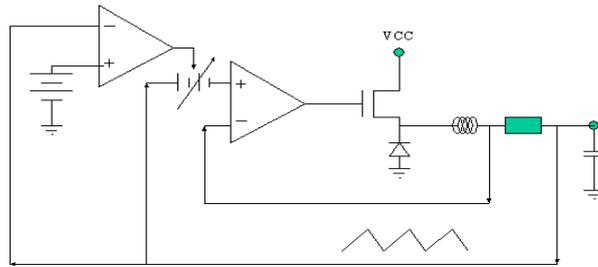


圖 3.22 電流模式控制法

無論是哪種控制法，都是利用回授控制的原理；因此為了保證回授的穩定度，在設計上可以加上一些電阻電容之類的被動元件來改善迴路的頻率響應。通常我們希望頻寬（亦即倍率（gain）降至 1 時的頻率）能愈寬愈好以提高反應的速度，亦希望能有 45 度以上的相位餘裕（phase margin）以保持控制迴路的穩定。

4、直流範例參

描述直流照明系統中驅動 LED 的新方法，這種方法能提供 95% 的效率、更長的使用壽命以及更高的抗電氣和機械衝擊力，同時對採用 DC-DC 控制器的實際電路設計進行了計算和分析。如圖 3.23 所示。

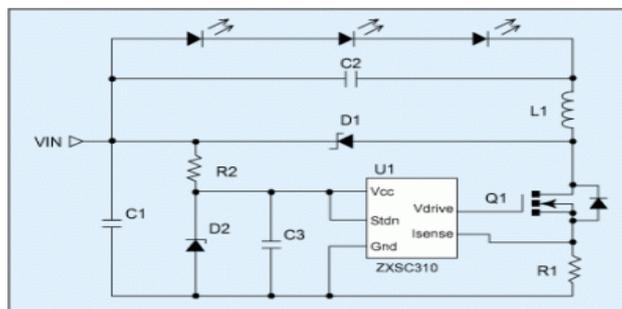


圖 3.23 使用降壓模式 DC-DC 轉換器的 LED 驅動。

電路工作原理分析:

當 Q1 導通時，電流流過 LED、電容 C2 和電感。當 R1 兩端的壓降達到 I_{sense} 引腳的閾值電壓時，Q1 關斷並保持一個固定時間，電感中的能量流過 D1 和 LED。經過這個固定時間後，Q1 重新導通，如此循環往返。

肆、研究結果

1、設計電路圖

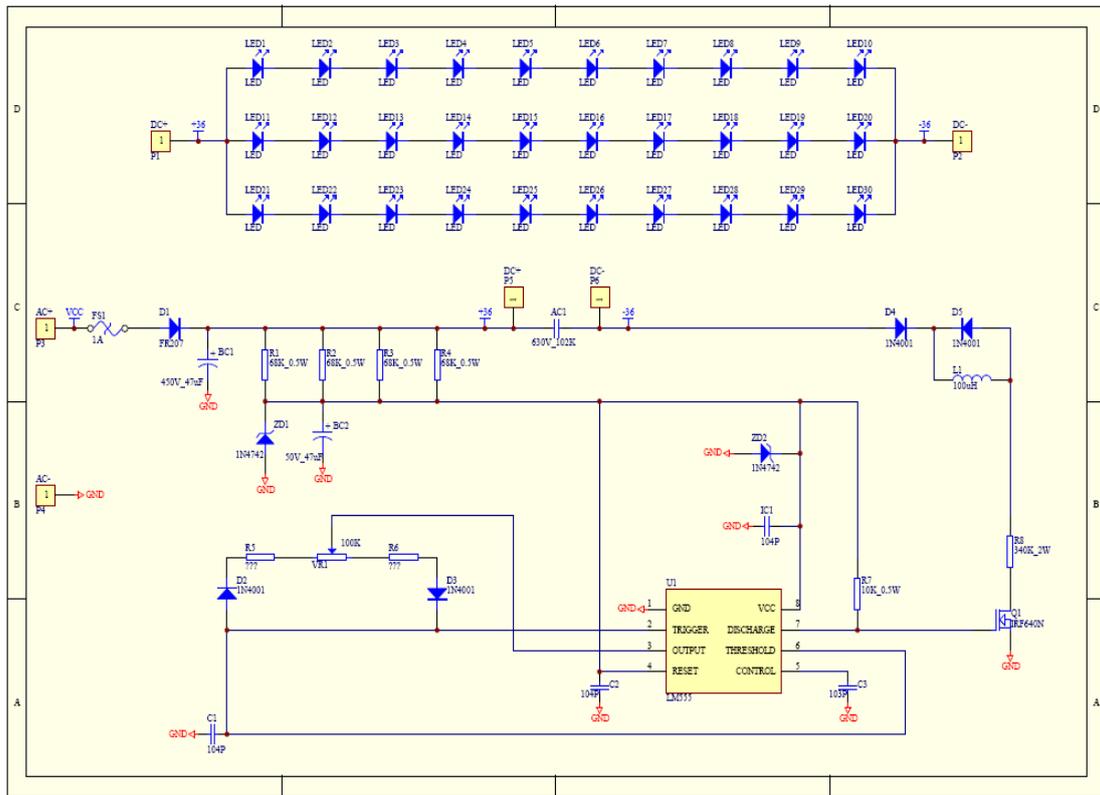


圖 4-0 設計電路圖

2、硬體元件表

本專題成品所使用各式硬體元件如表 3-2

| 編號 | 名稱 | 規格 | 數量 |
|----|------|----------------|-----|
| 1 | 二極體 | 1N4001 | 4 個 |
| 2 | 二極體 | FR207 | 1 個 |
| 3 | 電解電容 | 47 μ f450v | 1 個 |
| 4 | 電解電容 | 47 μ f50v | 1 個 |
| 5 | 電阻 | 68K Ω | 4 個 |
| 6 | 電阻 | 10K Ω | 1 個 |
| 7 | 可變電阻 | 100K | 1 個 |
| 8 | IC | LM555 | 1 個 |

| 編號 | 名稱 | 規格 | 數量 |
|----|--------|-------------|------|
| 9 | LED 燈泡 | 5mm10n5 | 18 個 |
| 10 | 水泥電阻 | 5W6.8KJ | 2 個 |
| 11 | 水泥電阻 | 5W1KJ | 1 個 |
| 12 | 陶瓷電容 | 0.1 μ f | 3 個 |
| 13 | 電感 | 100uh | 1 個 |
| 14 | 稽納二極體 | 12V | 1 個 |
| 15 | 場效電晶體 | IRF640N | 1 個 |
| 16 | 金屬膜電容 | 102K630V | 1 個 |
| 17 | 插頭 | 15A 125V | 1 個 |

3、功率測試比較

經由測試完成之成品無段式可調亮度 LED 照明檯燈，所消耗功率約為 5 瓦，比市面上一般檯燈功率 15~20 瓦足足少了 10 瓦，且日光或省電燈管的電能轉光效率比 LED 差，同清晰度下比 LED 耗電約近 6 倍，由此可知本成品已有效達到省電。而一般檯燈照度都太高，眼睛會刺眼，時間久了會造成眼睛疲勞不適、酸痛、揉眼睛。依照日本及美國、德國專業照明學會研究報告，看書、寫字最舒服的照度在 500~1000 Lux 間，本組無變壓器之 LED 照明檯燈照度約在 600~1000 Lux，且可經由可變電阻隨意調整亮度不會造成眼睛疲勞不適。在重量方面也克服了傳統檯燈笨重不易攜帶的問題，圖 4~2 為本專題之成品圖。

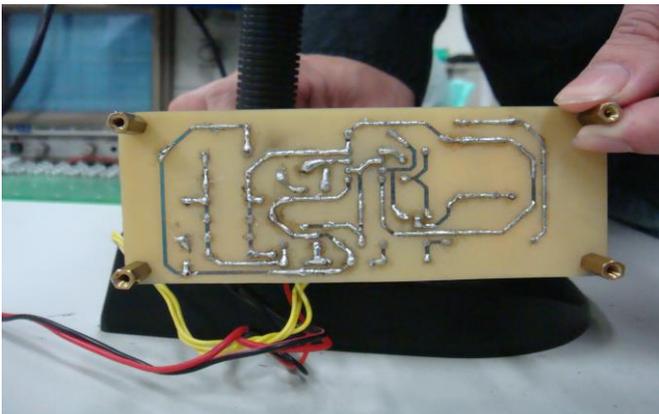


圖 4-1 電路板成品零件面

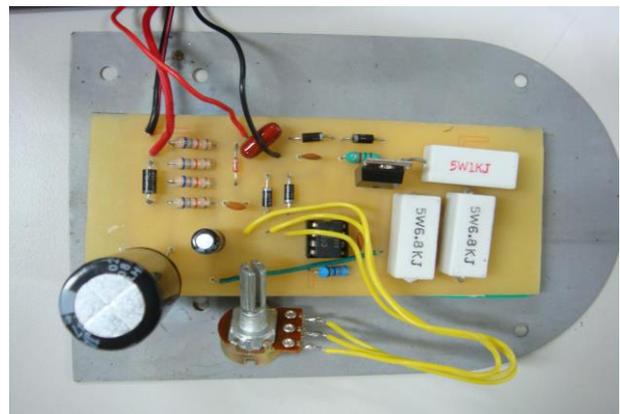


圖 4-2 電路板成品 PCB 面

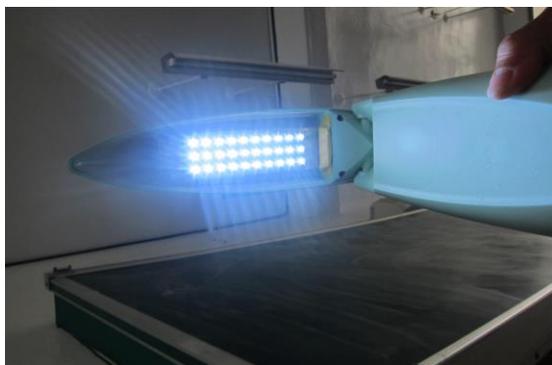


圖 4-3 LED 燈模組



圖 4-4 無段式可調亮度 LED 照明檯燈成品

LED 調光電路檯燈經測試後與傳統檯燈比較後明顯達到省電效果如表 4-1 所示。

表 4-1 節電率比較表

| LED 調光電路檯燈 | | | |
|--|----------|---------|------------|
| 輸入電壓 | 整流後電壓 DC | 整流後輸入電流 | 消耗功率 Nw |
| AC103.25V | 42V | 37mA | 1.554W |
| 一般 U 型燈管檯燈 | | | |
| 輸入電壓 | 整流後電壓 | 整流後輸入電流 | 消耗功率 Nw |
| AC110V | - | - | 13W+2W=15W |
| 節電率 SE% | | | |
| $SE\% = (Nw - NL) * 100\% / Nw$ | | | |
| $SE\% = (15 - 1.554) * 100\% / 15 = 89.64\%$ | | | |

伍、討論

圖 5.1 所示為 555 所形成之 PWM 電路。圖 5.2 所示為 555 所形成之 PWM 電路導通與截止波形圖。

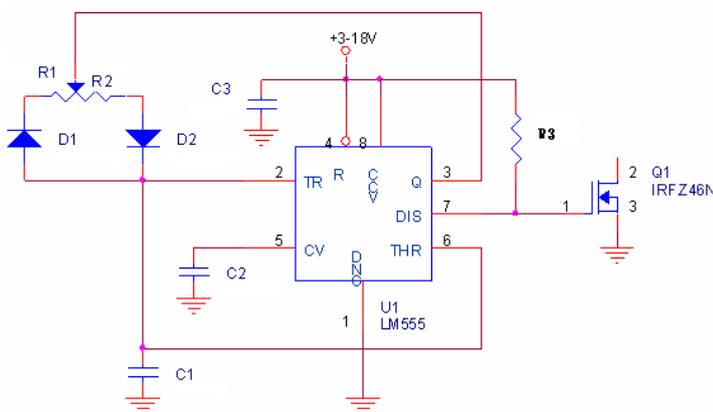


圖 5.1 555 所形成之 PWM 電路

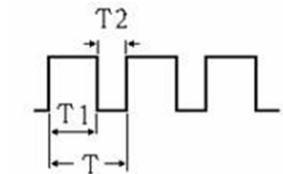


圖 5.2 所示為 555 所形成之 PWM 電路導通與截止波形圖

$$T1=0.693 \times R1 \times C1$$

$$T2=0.693 \times (R1+R2) \times C1$$

$$T=T1+T2$$

$$\text{導通率}=(T1/T) \times 100\%$$

此電路導通率介於 0~100%，若供電電壓為 $110 \times 1.414 = 141.1V$ 。

本專題 LED 採矩陣連接為 3 並 10 串(3P10S)，LED 採用 5mm 低功率高亮度白光食人魚 LED 燈，LED 燈供電電壓介於 3.6~2.8V 之間，LED 模組供電電壓介於 36~28V 之間，若含穩流電阻壓降需小於 40V 最有效率，若高於 40V 則會增加不敝校之損失。

本專題以 AC110V 經整流濾波電壓=141.1V，若以此電壓供電為造成 LED 模組燒毀。

電路改進：

將導通率下降至支上限為 $40 \times 100 / 141.4 = 28.29\%$ ，若維持 R1，R2，C1，則需於 R2 串連適當電阻 Rf，改進電路如圖 5.3。

$$T1=0.693 \times R1 \times C1$$

$$T2=0.693 \times (R1+R2+Rf) \times C1$$

$$T=T1+T2$$

$$\text{導通率}=(T1/T) \times 100\% < 30\%$$

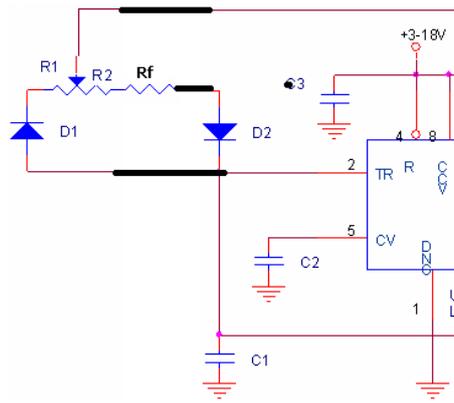


圖 5.3 PWM 改進電路

表 4-2 使用儀器設備一覽表

| 設備名稱 | 用途說明 |
|------------------------------|------------------------|
| 個人電腦 | 程式設計、報告撰寫、電路圖繪製及專題成品測試 |
| 電源供應器 | 模擬、實驗過程使用 |
| 數位相機 | 紀錄整個專題製作流程 |
| 三用電錶 | 測量元件好壞及量測元件之信號 |
| Protel 99SE | 電路繪製、電路板元件的排列與線路設計 |
| 噴墨印表機 | 列印專題相關資料 |
| Microsoft Office Word | 製作專題報告 |
| Microsoft Office Power Point | 進行口頭報告、製作及專題成品報告呈現 |
| 銲接工具(烙鐵) | 銲接電路板 |

表 4-3 工作進度甘特圖

| 工作進度 | 102 年 | | | | 103 年 | | | | | | 負責成員 | |
|---------|-------|----|----|----|-------|----|----|----|----|-----|------|------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 確認研究主題 | ● | ● | | | | | | | | | | 全體成員 |
| 擬定研究大綱 | ● | ● | | | | | | | | | | 呂聖偉 |
| 文獻資料蒐集 | | ● | ● | ● | | | | | | | | 呂奕葦 |
| 製作原理探討 | | ● | ● | ● | | | | | | | | 全體成員 |
| 硬體電路設計 | | | ● | ● | | | | | | | | 陳建平 |
| 購買專題器材 | | | | ● | ● | | | | | | | 陳政升 |
| 硬體電路製作 | | | | ● | ● | ● | ● | ● | | | | 呂聖偉 |
| 整體專題測試 | | | | | | | ● | ● | | | | 全體成員 |
| 數據資料整理 | | | | | | | ● | ● | | | | 呂奕葦 |
| 撰寫專題報告 | | | | | | | | ● | ● | | | 呂奕葦 |
| 專題成果發表 | | | | | | | | | ● | ● | | 呂聖偉 |
| 完成進度(%) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | | |

陸、結論

目前全球都極度關切際問題全球暖化問題，全球暖化問題又與節能減碳有密切關係，節能減碳又與環保問題息息相關。藉環保意識製作出一個提倡環保又跟生活息息相關的節能減碳設備，以省電 LED 檯燈作為這次專題的成品，一舉擺脫笨重的變壓器及運用精巧電路來達到消耗功率小又可隨著空間環境需求作燈泡亮度的調變而進一步達到省電及輕攜型市場需求，以上提出的幾項論點都大大的比傳統型檯燈更占優勢，且 LED 是現今科技走向的一大趨勢，未來科技業更是商機莫測，巧用電子元件及完整精簡電路來達到整個檯燈的降壓程序是我們專題最主要的一大關鍵，當然在元件的選擇上及整塊電路板 Lay Out 到製作電路板完成也是重點的一部分。藉由這次專題學到很多儀器及器具上運用，且深深瞭解很多產品效

果並不是只有市面上專業儀器及硬體設備才做得出來，自己動手用小元件及設計電路來製作完成在用美觀包裝手法也可以與市場上的科技產品媲美，我們製作檯燈過程中遇到瓶頸及錯誤經由一再測試一再修改最後完成了省電又實用的無段式可調亮度 LED 照明檯燈。

柒、參考資料及其他

1. 蔡朝洋編著，電子學實驗，全華科技圖書股份有份公司，2002。

LMC555 CMOS Timer, datasheet DS008669, National Semiconductor Corporation, 2002.

2. 高銘盛編著，基礎電子學，滄海書局·鼎隆圖書股份有限公司，2003。
3. 作者：Ho Wong，LED 照明的直流驅動電路設計新方法，電子工程專輯。
4. 孫允武編著，中興物理系，應用電子學講義。
5. 維基百科

6. 資料來源網址

<http://ezphysics.nchu.edu.tw/prophys/electron/lecturenote/FET.pdf>

<http://www.national.com/ds/LM/LM555.pdf>

http://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC



高足盈校 英才輩出

高雄市高英高級工商職業學校

校址：高雄市大寮區鳳林三路 19 巷 44 號

電話：(07)783-2991

網址：www.kyicvs.khc.edu.tw

E-mail：kyic@kyicvs.khc.edu.tw