

投稿類別：工程技術類

篇名：

可調式十段燈泡亮度調節器

作者：

施治宇。私立屏榮高中。電子科。高三 1 班

胡舜淼。私立屏榮高中。電子科。高三 1 班

吳昭南。私立屏榮高中。電子科。高三 1 班

指導老師：

黃淑蘭老師

黃百申老師

壹、前言

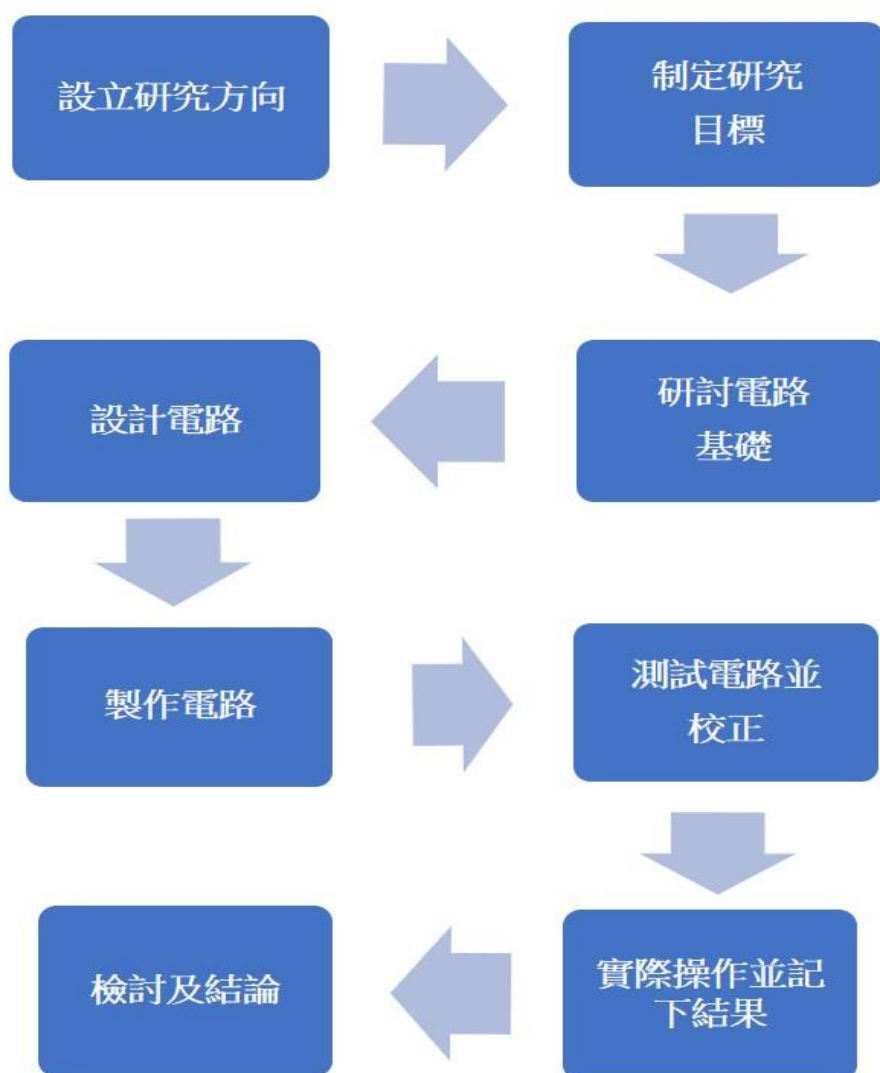
一、研究動機與目的

有感於普遍照明設備只能維持單一亮度且不能調整，是以製作一款能手動調整亮度的燈泡亮度調節器。為了達到此一目的，設計了以 **NE555** 脈波產生器、**OPA** 運算放大器和數位計數器等為基礎所組成的 **PWM** 脈波寬度調變電路，此電路擁有由低到高位元共十種亮度可供使用者依其意願調整，以因應不同情境下的照明需求。

二、研究方法

上網查詢、蒐集相關資料，並參考其他電路的著作及作品，做為此次研究的前置作業。然後進一步彙整 **PWM** 脈波寬度調變概念加以延伸，並加入個人的創意。再針對電路設計部分請教老師，加以整理之後設計出符合需求的電路。

三、研究架構



圖一：研究架構

(圖一資料來源；研究者繪製)

貳、正文

一、所需材料

表一：所需材料

材料名稱	規格	數量
單穩態觸發器	NE555	2 顆
電晶體	9015 PNP	1 顆
運算放大器(OPA)	LM324	1 顆
七段顯示器	共陽顯示器	1 顆
CMOS	4518	1 顆
CMOS	4511	1 顆
精密可變電阻	5K Ω	1 顆
電阻	200K Ω	5 顆
電阻	100K Ω	3 顆
電阻	330 Ω	7 顆
燈泡	12W	1 顆

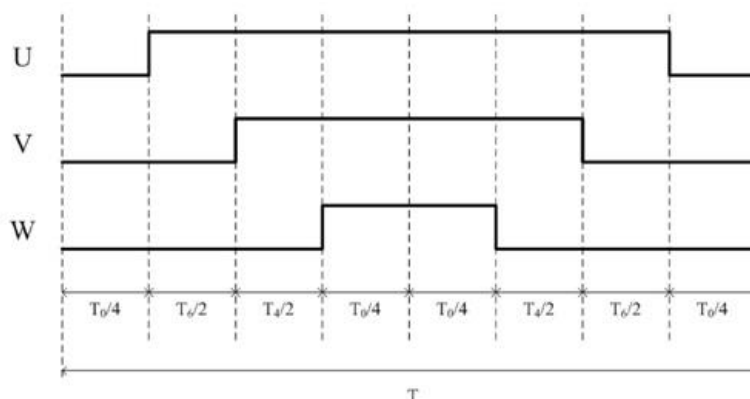
(表一資料來源：研究者編製)

二、認識 IC

IC 的全名是 **Integrated Circuit**，是一個把電晶體、二極體、電阻器、電容器、等元件整合到電路板上在放到矽晶片上，所組成的積體電路。

三、何謂 PWM

PWM 就是我們所稱的脈波寬度調變（英語：**Pulse Width Modulation**，縮寫：**PWM**）是把類比訊號轉換成脈波的一種技術，一般轉換後脈波的週期都是固定的，但是脈波的工作週期會依照類比訊號輸入的大小而改變。



圖二：PWM 波形示意圖

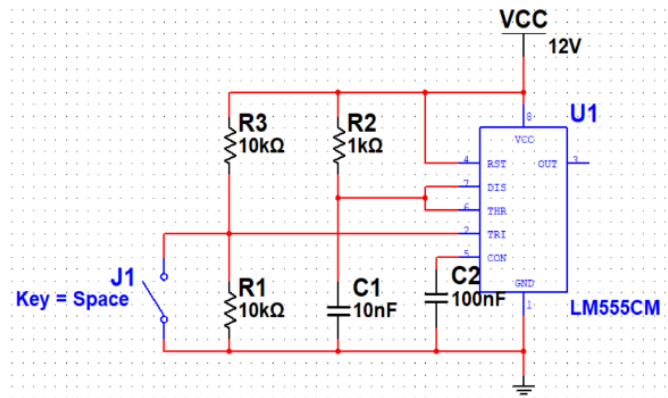
(圖二資料來源：新通訊。2018 年 11 月 12 日，取自 <http://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/magazine/-Technology/AE0A0BF5E27E4B809AFA7429B4C6C60F>)

四、應用電路

(一) NE555 單穩態觸發器：

單穩態觸發器是數位路中一個最基礎的觸發器之一，單穩態觸發器只有一個穩定狀態，而另一個狀態是在外加觸發信號時，從穩定狀態轉換成暫時穩定狀態，而經過 $1.1(R2 \cdot C1)$ 後電路能自動轉換回穩定狀態，利用電路中 $R2 \cdot C1$ 充放電原理控制觸發時間。

(例如:超商的自動門，在有人過去時如同觸發外加信號從穩定狀態轉換成暫穩狀態，經過一段時間門關起來就如同暫穩狀態自動轉回穩定狀態。)

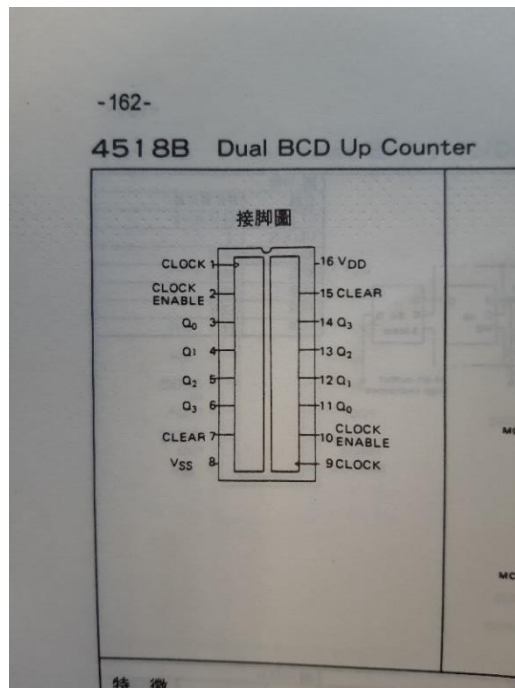


圖三：NE555 單穩態觸發器電路圖

(圖三資料來源：研究者自繪)

(二) CMOS 4518

內部有兩組同步式除十的 BCD 上數計數器。

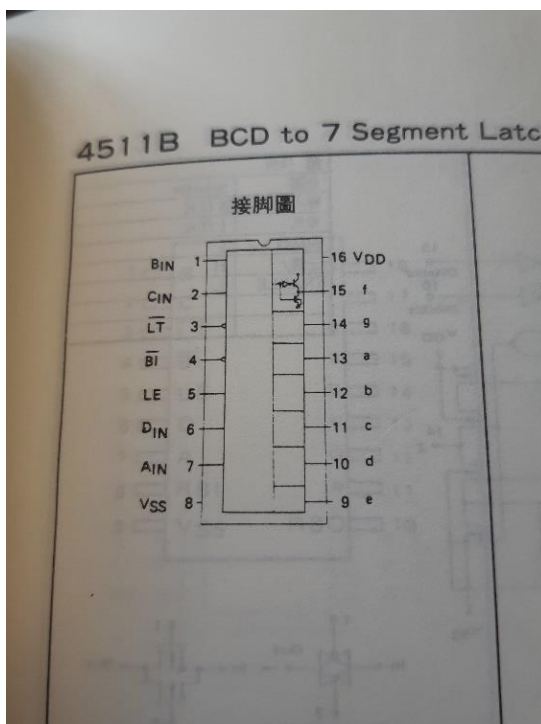


圖四：CMOS 4518 接腳圖

(圖四資料來源：研究者拍攝)

(三) CMOS 4511

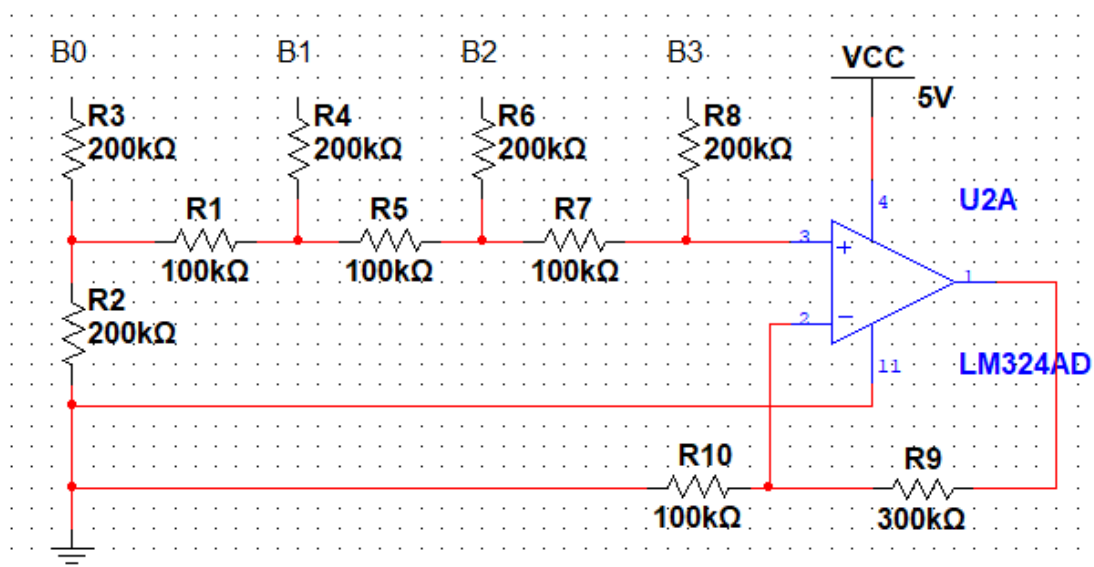
輸入 BCD 碼來驅動 7 段顯示器的信號變換解碼器



圖五：CMOS 4511 接腳圖
(圖五資料來源：研究者拍攝)

(四) R-2R

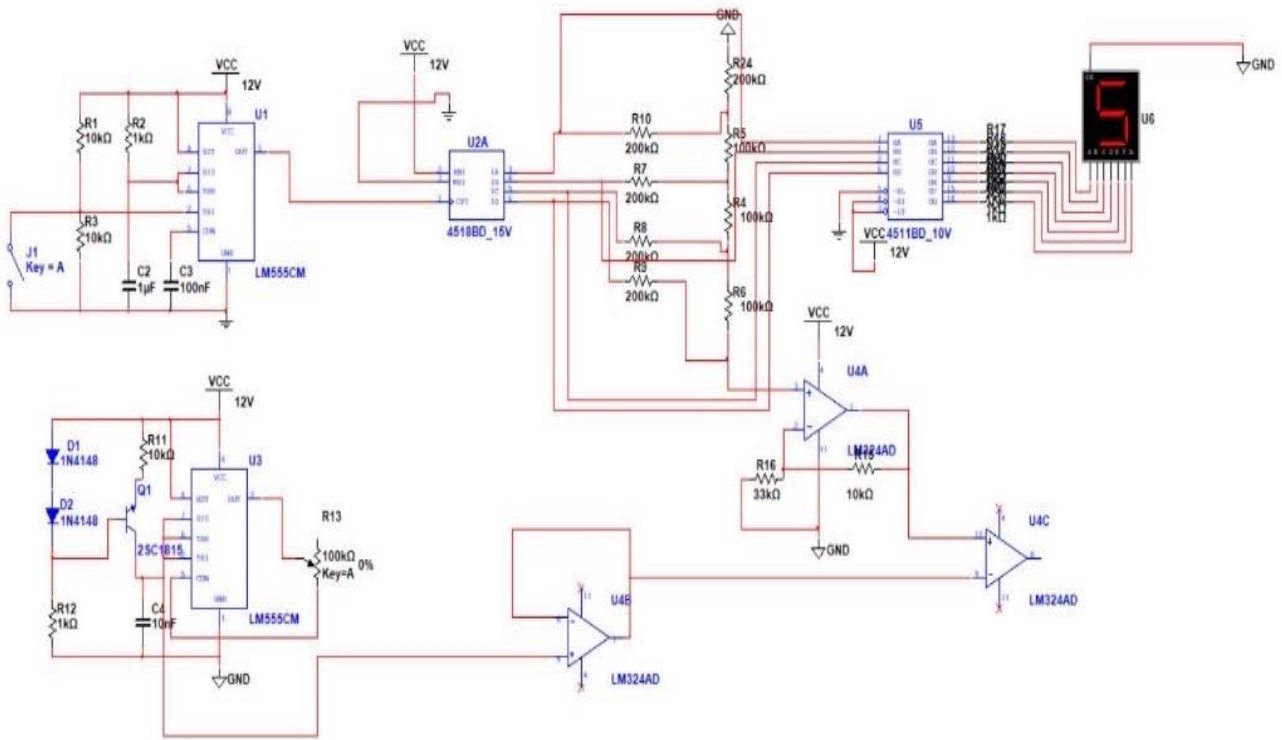
利用 R-2R 電路作 D/A 轉換(Digital To Analog Converter)，並使用 OPA 非反向放大進行補償。



圖六：R-2R 電路圖
(圖六資料來源：研究者自繪)

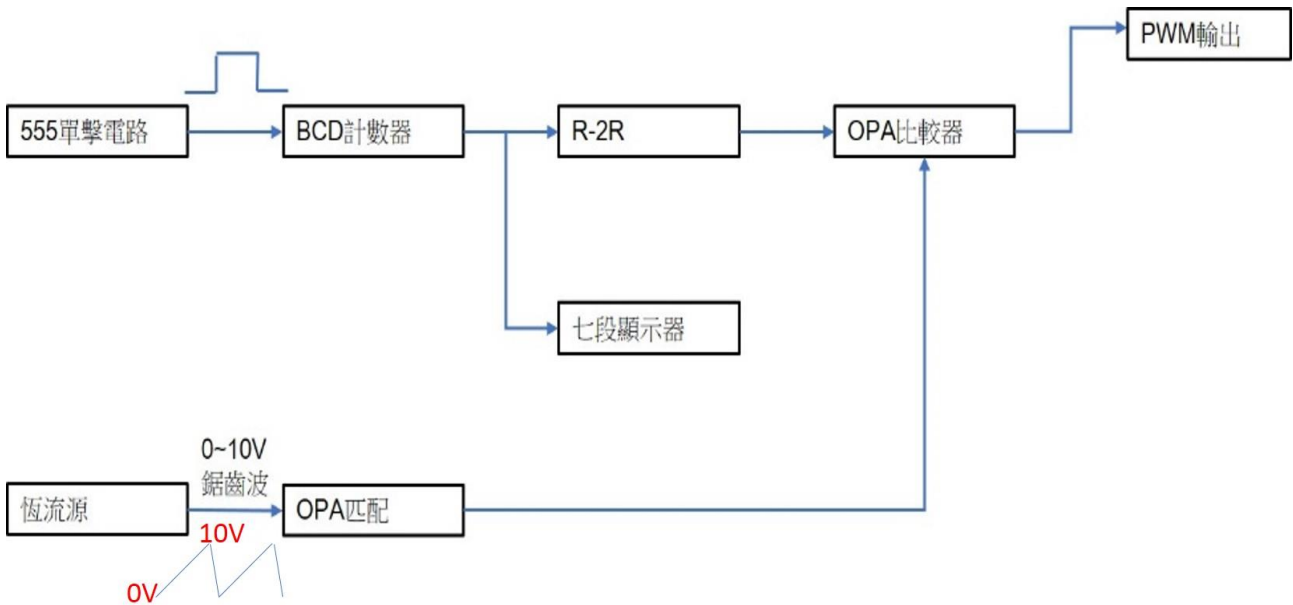
可調式十段燈泡亮度調節器

(五) 電路圖及流程圖



圖七：可調式十段燈泡亮度調節器電路圖

(圖七資料來源：研究者自繪)



圖八：電路流程圖

(圖八資料來源：研究者自繪)

(六) 電路測試

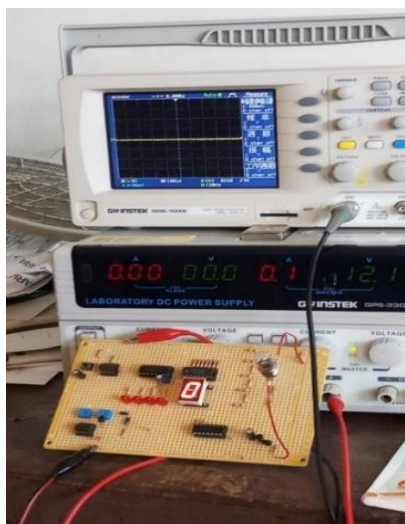
功能設定為十段恆流源電壓，如表二敘述。實際電路測試驗證如圖九至圖十二說明。

可調式十段燈泡亮度調節器

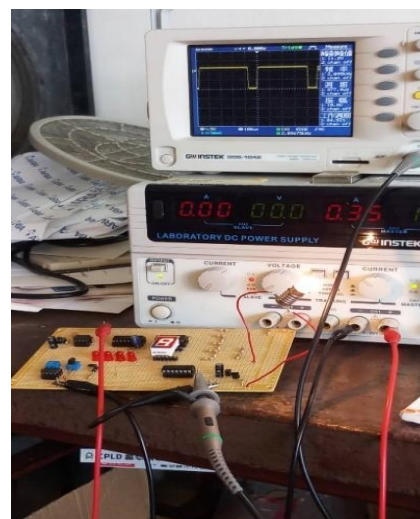
表二：恆流源與工作週期

恆流源（電壓） （TP1）	工作週期 （Duty Cycle）	七段顯示器
0V	0%	0
1V	10%	1
2V	20%	2
3V	30%	3
4V	40%	4
5V	50%	5
6V	60%	6
7V	70%	7
8V	80%	8
9V	90%	9

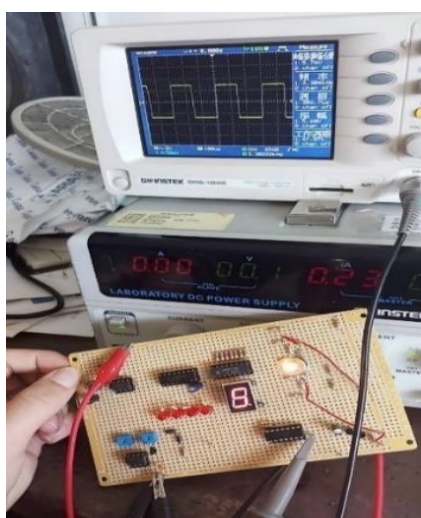
（表二資料來源：研究者編制）



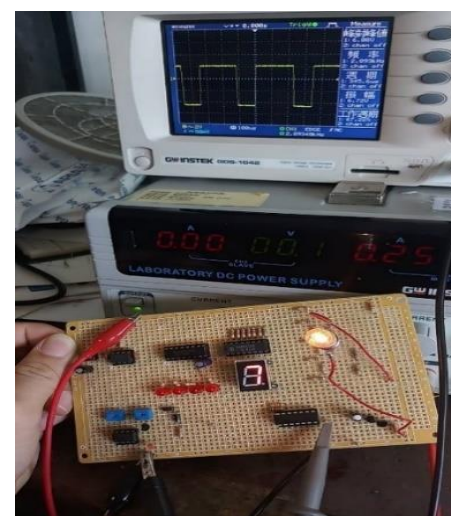
圖九：恆流源電壓為 0V 時工作週期為 0%
（圖九資料來源：研究者拍攝）



圖十一：恆流源電壓為 9V 時工作週期為 90%
（圖十一資料來源：研究者拍攝）



圖十：恆流源電壓為 6V 時工作週期為 60%
（圖十資料來源：研究者拍攝）



圖十二：恆流源電壓為 7V 時工作週期為 70%
（圖十二資料來源：研究者拍攝）

參、結論

經過此次研究，我們可以充分了解 PWM 的技術，藉著基本的數位邏輯 IC 特性加上電子電路設計的組合，即可完成電路成品。更重要的是，過程中也讓我們更加理解組成其電路的各種元件及應用。以 PWM 電路為基礎的發明不計其數，我們總結了許多資料及大家的想法與建議，集思而有所廣益，終於完成一個具有實用性的電路。

在指導老師及組員們的合作下，從上網查詢資料作為認知的基礎，進而將我們的想法具體化的設計成電路，而後完成。在這段漫長的學習、研究過程中學到了以往不曾深入的寶貴知識，可說是獲益良多。PWM 電路是一種基礎技術理論，電路設計組合可以搭配各種元件，再透過一連串的修正、補償，而達成使用者所需的各項功能，意味著擁有極大的相容性，如果能夠廣泛的運用在日常生活上，必定可為人們帶來更多的便利。

肆、引注資料

- 一、維基百科，自由的百科全書（2018）。2018 年 11 月 12 日。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/脈衝寬度調變>
- 二、新通訊。2018 年 11 月 12 日。取自 <http://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/magazine/-Technology/AE0A0BF5E27E4B809AFA7429B4C6C60F>
- 三、高敏雄（1997）。最新 CMOS IC 規格表。台北市：全華圖書。
- 四、黃慶璋（2010）。電子電路。新北市：台科大圖書。
- 五、蕭柱惠（2013）。數位邏輯實習。新北市：台科大圖書。
- 六、盧正川、張益順（2011）。數位邏輯實習。台北市：旗立資訊。