

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030821

智慧節能燈座

學校名稱：新北市私立南山高級中學(附設國中)

作者： 國二 吳宛諭	指導老師： 張文昇
---------------	--------------

關鍵詞：光感應開燈顯示、減半亮度、多功能開關

摘要

本組的研究，是想要設計一個走廊用燈座系統，可以依據目前環境亮度的狀態去控制是否能開燈，並且在電燈開關面板上顯示狀態，讓使用者知道目前是否適合開燈，預防白天環境亮度足夠時還開燈的情形發生。此外，也能在可開燈狀態下，選擇減半亮度，讓照明更有效率、更節能省電。本組在燈座上有設計切換開關，可選擇一般模式或是智慧控制模式，讓使用上更有彈性。

壹、研究動機

有次下午上廁所的時候，發現廁所的燈是開的，那時天色沒有很暗，廁所內的能見度也足夠，當下就在想，這樣狀態下開燈其實是在浪費電，心中靈機一動，想觀察看看其它公共區域的燈是不是也是在環境亮度不是很暗時被打開，結果有很多被打開了。回家後上網找尋有關省電燈座的資料，也實際前往 DIY賣場了解相關的省電燈具裝置，發現目前都是以定時器或人體感應為主，對於環境亮度足夠時開燈的狀況，就無法預防，因此，想要製作一個可以依據目前亮度的狀態去控制是否能開燈的念頭就產生了，如此可以預防環境亮度足夠時還開燈的情形發生，達到省電的目的。

本組有這樣的想法後與老師討論，老師也很支持做這個研究，整理出所需的相關知識，制定出研究方法與過程如下：

- | | | |
|----------|----------|------------|
| 1.實際觀察紀錄 | 2.耗電度數探討 | 3.目前省電燈座分析 |
| 4.解決方式討論 | 5.技術實驗 | 6.燈座實作驗證 |

本組研究的所需相關課程內容，列出如表 1 所示。

表 1 研究過程相關的課程內容

1.Word 文書處理 (報告撰寫)
2.PhotoImpact 影像軟體 (照片處理)
3.Fritizing 電路圖的軟體 (報告撰寫)
4.ArduBlock 程式 (控制 Arduino 板)
5.Arduino UNO 電路板 (技術實驗、實作驗證)
6.光感應器 (技術實驗、實作驗證)

貳、研究目的

本組的研究目的如下：

- 一、如何能判斷出目前環境亮度
- 二、如何避免亮度足夠時燈被開啟
- 三、如何利用開關達到切換減半亮度的功能

參、研究設備及器材

此次使用到的設備包括有：照度計、Arduino 電路板、光感測模組、麵包板、三用電錶、白光 LED、紅色 LED、綠色 LED、碳膜電阻、可變電阻、杜邦連接線、電燈開關組、RGB LED、個人電腦等，如圖 1 至圖 11。



圖 1 照度計



圖 2 Arduino 電路板

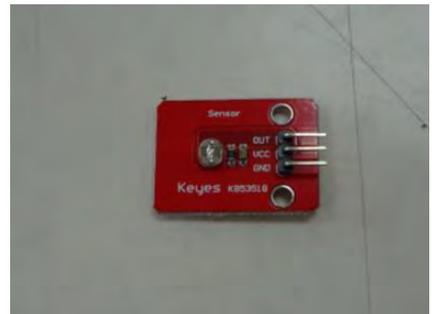


圖 3 光感測模組

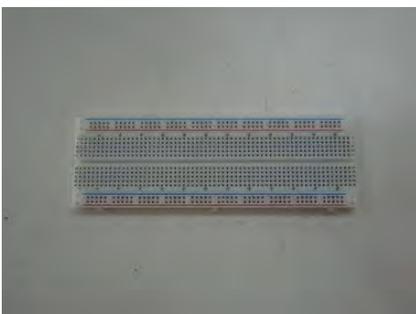


圖 4 麵包板



圖 5 三用電錶



圖 6 紅、綠、白光 LED



圖 7 碳膜電阻



圖 8 可變電阻



圖 9 杜邦連接線



圖 10 電燈開關組



圖 11 RGB LED



圖 12 USB (A To B) 連接線

肆、研究過程

一、實際觀察紀錄

本組為了瞭解學校未關燈的情況是如何，先統計全校走廊、樓梯間、穿堂、廁所的燈座數量，統計結果如表 2。

表 2 全校燈座數統計

建築名稱	燈座總數
幼保樓 (2 層樓建築)	21
正德樓 (4 層樓建築)	34
熊祥樓 (3 層樓建築)	46
崇智樓 (5 層樓建築)	68
曹俊樓 (7 層樓建築)	86
自強樓 (9 層樓建築)	128
中正樓 (12 層樓建築)	146

至於照度的標準，是以中華民國國家標準局各種場所照度為依據，如表 3 所示。

表 3 中華民國國家標準局（CNS）學校場所照度表

學校			
照度 LUX	場 所 (室 內)		作 業
1500		製圖教室	○精密製圖 ○精密實驗 ○縫紉 ○打鍵工作 ○圖書閱覽 ○精密工作 ○工藝美術製作 ○黑板書寫 ○天秤計量
1000			
750			
500	教室，實驗室，實習工場，研究室，圖書閱覽室，書庫	電腦教室	
300	辦公室，教職員休息室，會議室，保健室，餐廳，廚房，配膳室		
200	廣播室，印刷室，總機室，守衛室，室內運動場	大教室，禮堂，儲櫃室，休息室，電梯走道， 樓梯間 ， 走廊 ， 廁所 ，值班室，工友室，天橋	
150			
100			
75			
50	倉庫，車庫		
30	安全梯		

依此標準，只要照度高於 75 LUX 即符合不適合開燈，因此，由本組同學分工，於早自習、每節下課、午休、打掃時間、放學後，帶著照度計實際觀察記錄開燈的情況，並記錄下來，如圖 13，統計結果如表 4。此處所記錄是看到未達到開燈標準而被開啟的次數，如圖 14，但無法記錄開燈持續的時間，記錄期間為期一個月。



圖 13 照度計實際觀察記錄

表 4 未達標準而被開燈之座數統計表

建築名稱	開啟次數
幼保樓	58
正德樓	82
熊祥樓	121
崇智樓	154
曹俊樓	179
自強樓	199
中正樓	265



圖 14 照度足夠時燈被開啟



圖 15 廁所中多個燈座由一個開關控制

以觀察記錄發現，未達開燈標準而開啟的情形頻率非常高，每棟樓平均每天至少都會有 2 個燈座發生，最多的是一天當中有超過 10 個燈座被開啟。探討原因，這應該與每個人對亮度的感受不同，有人覺得稍微暗一點就打開燈，但實際上還沒到適合開燈的標準，此外，本組也發現每個燈座並非都是由一個電燈開關控制，例如廁所中 3 個燈座由一個開關控制，如圖 14，因此，當被打開時一次就是全被點亮。

二、耗電度數探討

每個燈座 4 支燈管，每支燈管 20W，則耗電為

$$20W \times 4 = 80W$$

若依據觀察統計一個月中共有 1058 個燈座在環境亮度足夠時被開啟，因為無法得知被開啟多久，本組先假設以 1 小時（上課前開，下課時才發現）計算，則耗電為

$$80W \times 1 \times 1058 = 84640W$$

1000W 使用一小時為一度電

$$\text{則 } 84640W / 1000W = 84.64 \text{ 度電}$$

依此基準，若假設以 3 小時（亮度足夠時開、晚上忘記關）計算，則耗電為

$$84.64 \times 3 = 253.92 \text{ 度電}$$

由此可知，未達標準就開燈，或是到晚上忘記關燈的話，會浪費非常多的電。

三、目前省電燈座分析

目前並沒有省電型燈座，只有單一電燈的省電燈具，而省電燈具大致可分為定時器型或焦電型紅外線感應型及這兩類的混合型。

1.定時器型

這類型燈座須搭配定時器使用，也就是將電燈的電源接上定時器，在設定範圍內能開啟或關閉電燈。

2.焦電紅外線感應型

這型燈座是透過焦電紅外線感應器，偵測是否有人經過，若有則點亮照明，經過一小段時間後自動關閉電燈。

3.定時器加焦電紅外線感應型

綜合上述兩型的特點，在定時範圍內偵測是否有人經過而控制點燈。

定時器型的優點是只能在設定範圍內開燈，例如每天下午 6 點至第二天清晨 5 點，但缺點是如果想在設定範圍外開燈，就沒有辦法，例如陰雨天時天色較早昏暗，此時沒在時間範圍內，就無法開燈。焦電紅外線感應型的優點是只有人經過時才會開燈，但缺點是若想持續點燈時，就無法做到。而定時器加焦電紅外線感應型，一樣有上述的缺點，底下表 5 列出優缺點比較。

表 5 目前省電燈具優缺點表

燈具類型	優點	缺點
定時器型	定時範圍（晚上）內才能開燈，預防白天開燈浪費	無法在定時範圍外開燈（例如白天陰暗時）
焦電紅外線感應型	無分白天晚上，有人經過時就感應開燈	白天也會感應開燈，且無法長時間開燈
定時器加焦電紅外線感應型	定時範圍（晚上）內有人經過時才感應開燈	無法在定時範圍外開燈、無法長時間開燈

四、解決方式討論

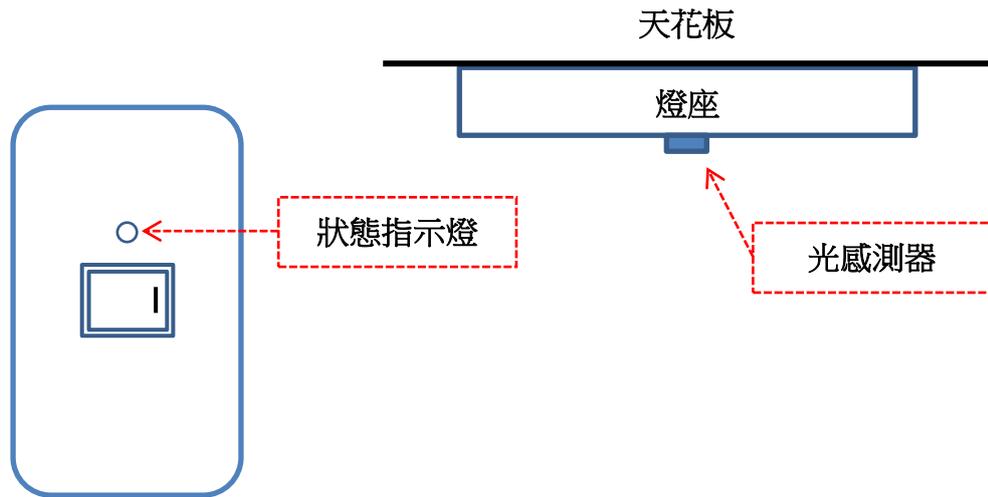
依據上述分析，目前的省電燈具皆無法達到本組所設想的功能，因此，本組制定出應有之功能如下：

- 1.依據環境亮度決定是否能開燈
- 2.可顯示出能否開燈之狀態

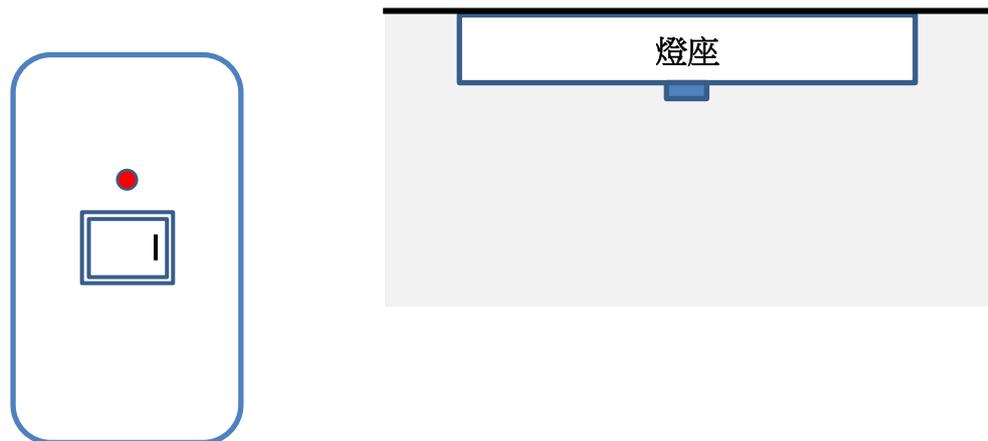
- 3.在無法開燈的狀態下開啟，即使到了適合開燈時並不會直接就開啟，除非關掉重開
- 4.可自由調整感光靈敏度
- 5.可選擇照明亮度

設計說明：

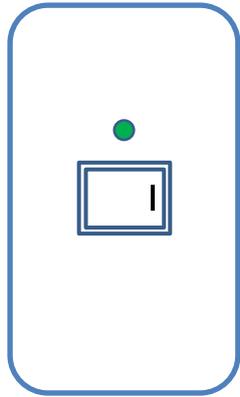
- 1.電燈開關面板上有一狀態指示燈



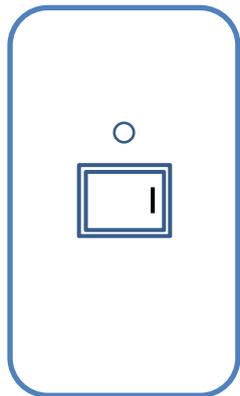
- 2.環境亮度足夠時，紅色指示燈亮起，表示不適合開燈，此時按下電燈開關將無法開燈。



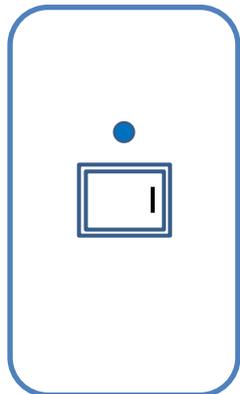
3.環境亮度不足時，電燈開關面板上的綠色指示燈亮起，表示適合開燈，此時按下電燈開關將可開燈。



4.燈開啟後，綠色指示燈熄滅。



5.在可開啟狀態下（綠色指示燈亮起），燈開啟後，再按下電燈開關可減半亮度照明，燈開啟後，顯示藍色指示燈。



五、技術實驗

本組先以 fritzing 軟體會製電路圖，電路圖如圖 16，並以 Arduino 電路板加上麵包板及電子零件做測試，如圖 17。測試過程如圖 18 ~ 21。

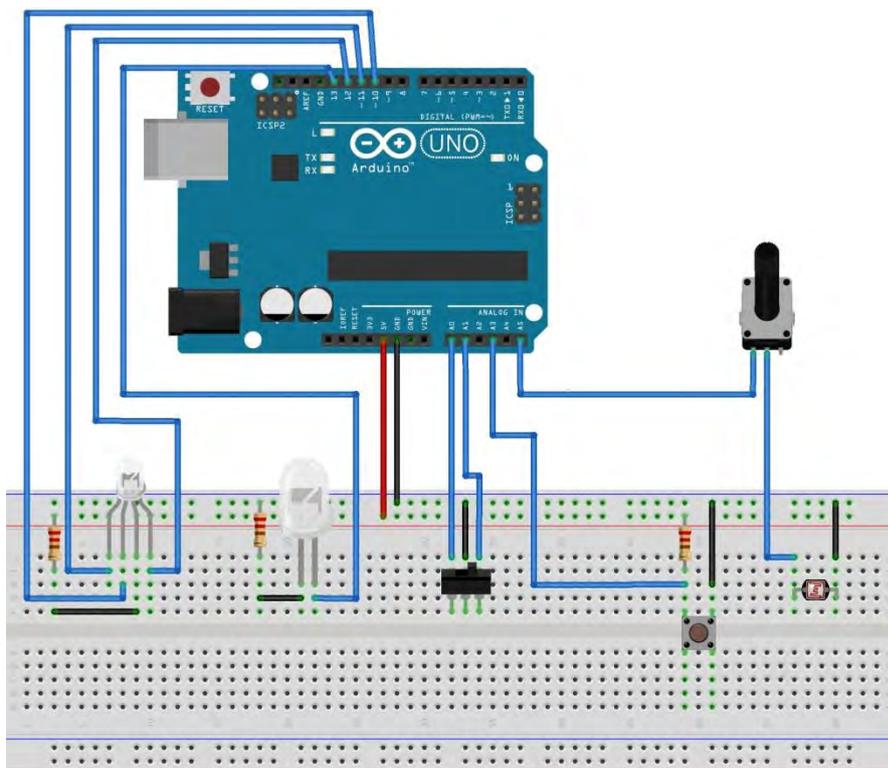


圖 16 電路圖

顯示狀態的 RGB LED 接 PinD13、PinD12 及 PinD11，模擬日光燈接 PinD10，狀態切換開關接 PinA0 與 PinA1，電燈開關接 PinA3，光感測模組接 PinA5。

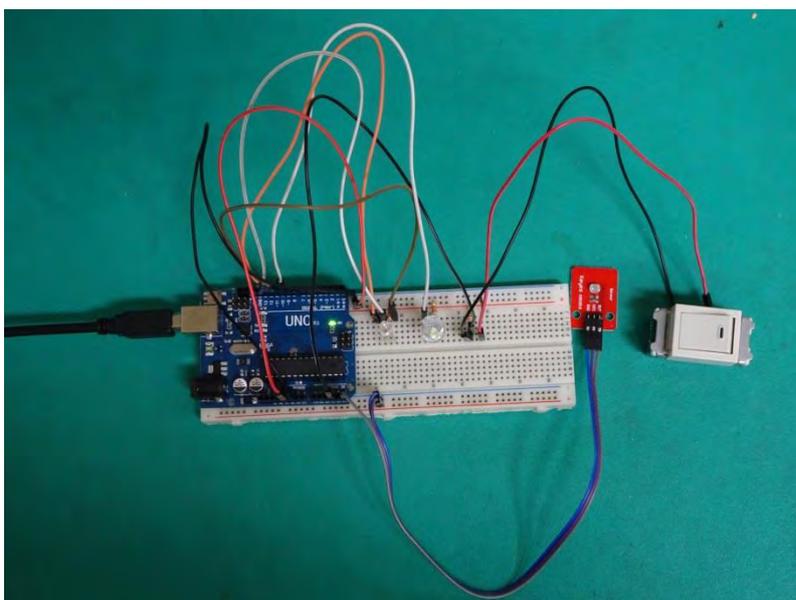


圖 17 實驗電路

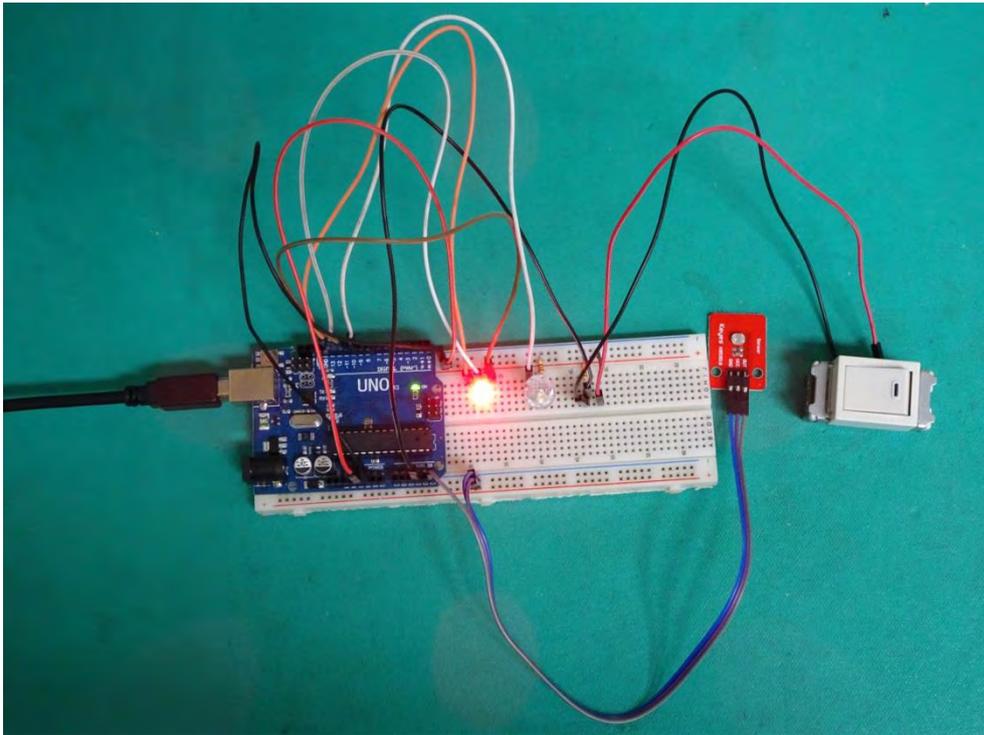


圖 18 亮度足夠時，亮紅燈，日光燈無法被開啟

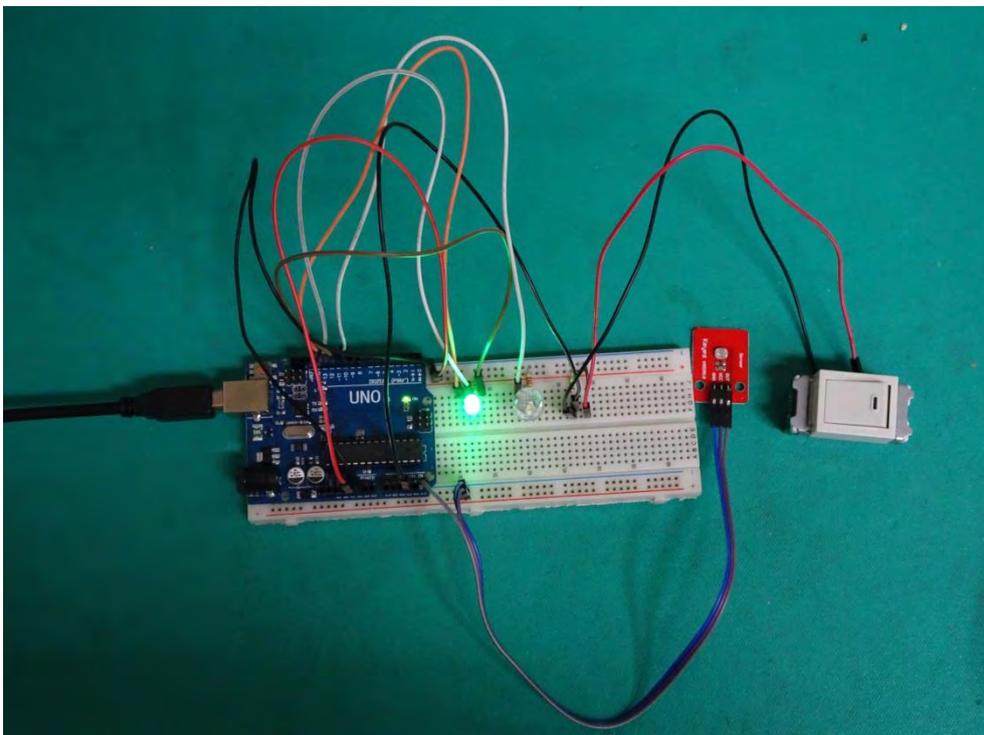


圖 19 亮度不足時，亮綠燈，日光燈可以被開啟

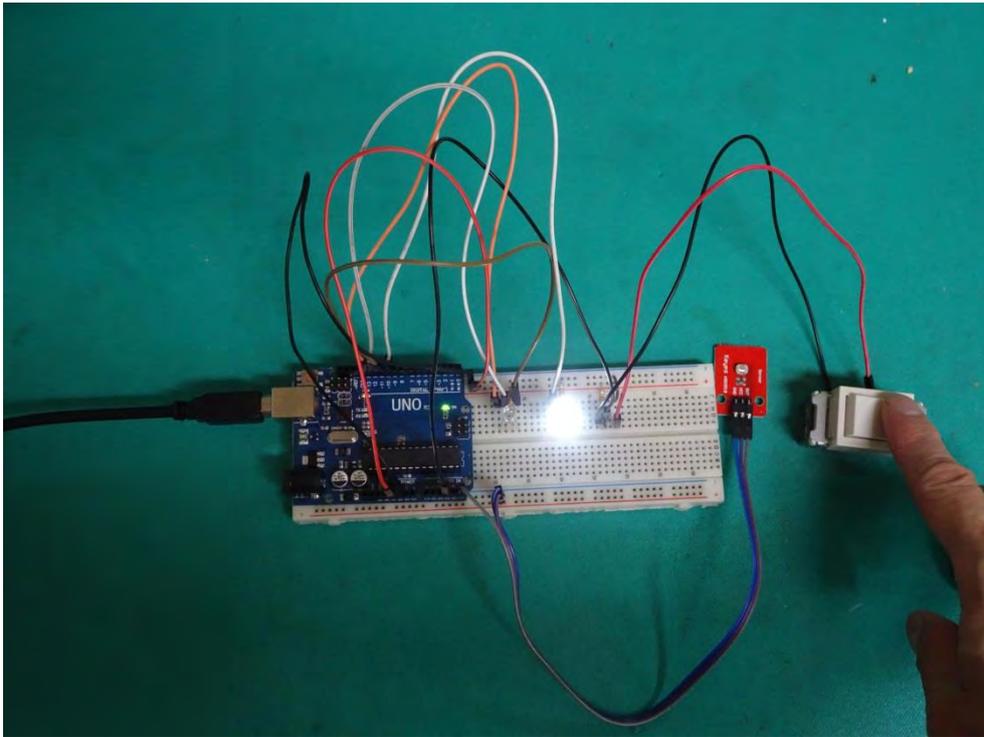


圖 20 日光燈被開啟後，綠燈熄滅

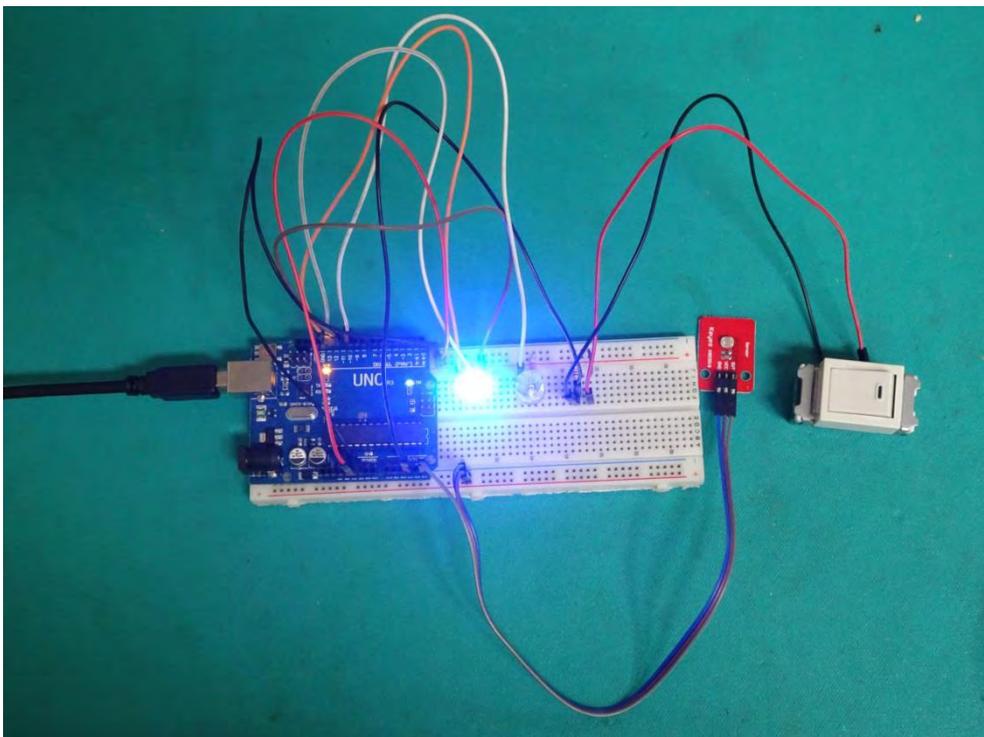


圖 21 亮藍燈表示亮度減半

五、燈座實作驗證

技術驗證成功後，本組試著製做一個日光燈座，也製做了會顯示狀態的電燈開關，程式也成功撰寫，如圖 22 至 27。

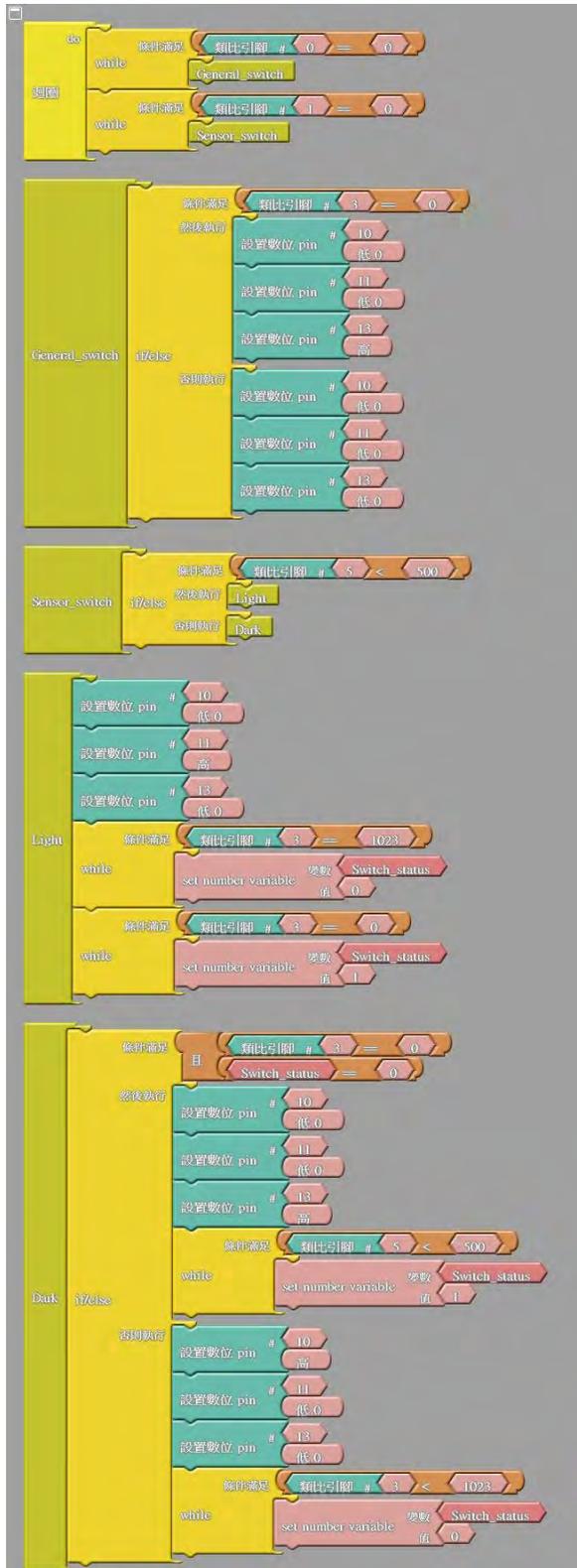


圖 22 本組用 ArduBlock 撰寫的程式



圖 23 會顯示能否開燈狀態的電燈開關面板

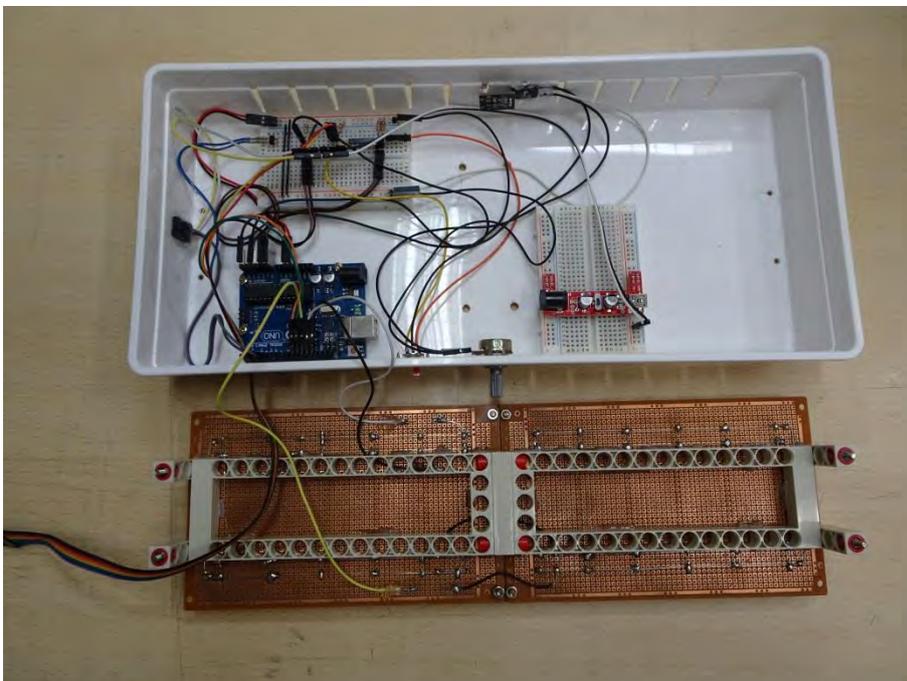


圖 24 燈座實作驗證內部電路

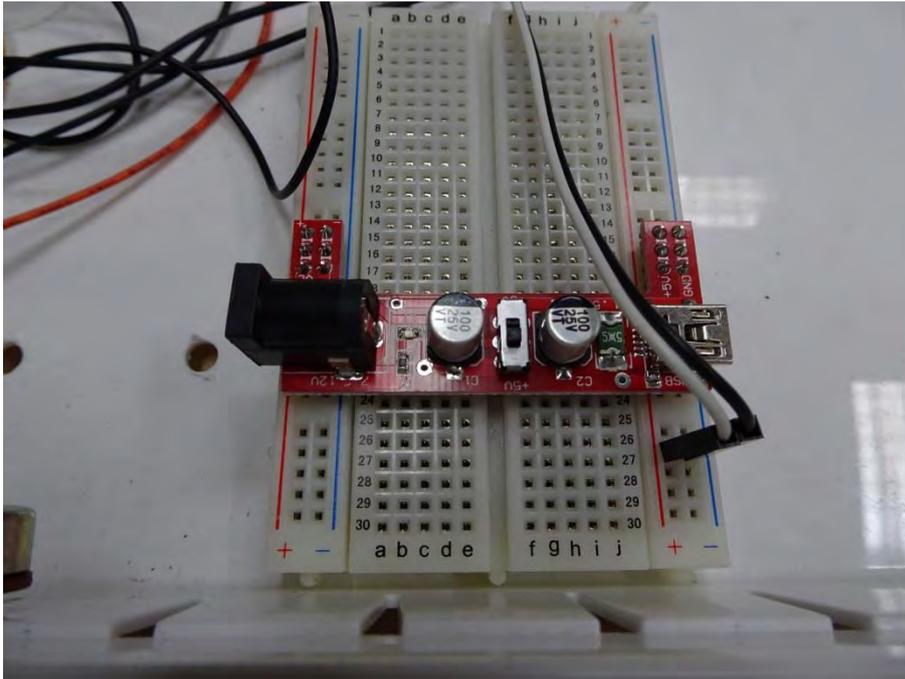


圖 25 穩壓電路



圖 26 微調用可變電阻



圖 27 感光模組

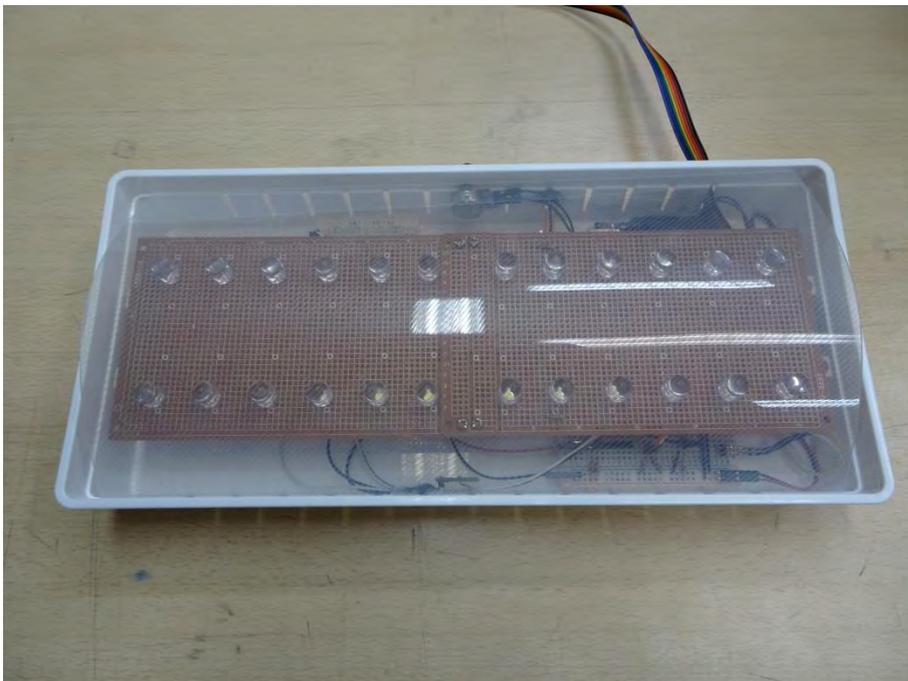


圖 28 燈座外觀

伍、研究結果

根據本組的研究，若在亮度足夠下無法開燈，並以燈號顯示，確實可預防不良的開燈習慣，有效的達到節能的目的，此外，減半亮度，可使用在傍晚時環境亮度還夠，沒有非常暗時，同樣是可達省電的功效。本組在實驗室外走廊的牆壁上，實際安裝此一開關，如圖 29，並請老師幫忙宣導，讓同學實際體驗此一裝置的功能，獲得同學的認同。



圖 29 實際安裝於牆壁上測試

陸、討論

研究雖然完成了，但本組也想到幾個問題，在此提出討論。

- 一、在電燈蓋板上安裝 LED 燈，比較不方便，是否需要改善
本組當時原本希望將顯示狀態的 LED 燈安裝在開關上，因為現在市面上就有關關上有一顆小燈，是用來做為夜間看清開關位置用，因為改裝時難度高，一直無法成功，因此還是安裝在蓋板上。
- 二、亮度減半的功能，是否只要用間歇點亮即可，不需此功能
針對此點，本組曾經觀察，若間歇點亮，例如走廊有 5 個燈座，只點亮 1、3、5 個，其實也能達到省電的目的，但這會造成亮度不均，照明的效果不佳，若只減半點亮，也就是 1 個燈座中的 4 支燈管只點亮 2 支，雖然亮度較低，但整體照明效果好，因此減半亮度得功能是值得使用的。

三、成本是否會增加很多

研究實驗時，是用 Arduino 實驗電路板，成本較高，但若要真正安裝成為市面上的商品時，當然就不會用實驗板，而是只會使用上面的單晶片，再加上必需的驅動電子零件即可正常運作，成本其實不高，若增加些微的成本，確能達到節能之目的，是非常值得推廣的。

柒、結論

這次研究的題目，是探討如何避免亮度足夠時燈被開啟，其實這應該是要從教育著手，讓所有人有這樣的好習慣才是，但在真正能做到前，只能先用這樣的裝置，能有效省電達此目的。

捌、參考資料及其他

一、書籍部分

1. 孫駿榮（2014）。Arduino 互動設計超入門：用 ArduBlock 圖形化控制真簡單。台北市：碁峰資訊。
2. 無線電編輯部（2014）。35 個 Arduino 大神的實作範例。台北市：佳魁資訊。
3. 楊明豐（2014）。Arduino 最佳入門與應用。台北市：碁峰資訊。
4. 盧明智、許陳鑑（2002）。電子實習與專題製作－感測器應用篇。台北市：全華科技圖書。

二、網路資源

1. 中華民國國家標準局（CNS）網站
（https://www.cnsonline.com.tw/?locale=zh_TW）
2. 經濟部能源局網站
（<http://energymonthly.tier.org.tw>）

【評語】 030821

1. 本研究主要是利用光感測器偵測環境的亮度，再以程控裝置控制是否開燈，裝置相對簡易，初步實驗有證實可行。
2. 讓參與學生了解感光電路設計方法。研究有趣。
3. 目前程控電路板成本仍高，除了未來可能以晶片量產方式製作降低成本外，如以學校部分教室內外區域作為主要實驗場域，思索如何以更經濟之方式，製作此智慧節能燈座，價值會更高。
4. 智慧節能照明議題很多，藍燈減半照明的控制想法很新，若結合行動偵測將不必要的燈自動調低或關閉就更理想，可以加以思考。
5. 利用 Arduino 進行實驗，可以思考更實用價值。

摘要

本組的研究，是想要設計一個走廊用燈座系統，可以依據目前環境亮度的狀態去控制是否能開燈，並且在電燈開關面板上顯示狀態，讓使用者知道目前是否適合開燈，預防白天環境亮度足夠時還開燈的情形發生。此外，也能在可開燈狀態下，選擇減半亮度，讓照明更有效率、更節能省電。本組在燈座上有設計切換開關，可選擇一般模式或是智慧控制模式，讓使用上更有彈性。

壹、研究動機

有次下午上廁所的時候，發現廁所的燈是開的，那時天色沒有很暗，廁所內的能見度也足夠，當下就在想，這樣狀態下開燈其實是在浪費電，心中靈機一動，想觀察看看其它公共區域的燈是不是也是在環境亮度不是很暗時被打開，結果有很多被打開了。回家後上網找尋有關省電燈座的資料，發現目前都是以定時器或人體感應為主，對於環境亮度足夠時開燈的狀況，就無法預防，因此，想要製作一個可以依據目前亮度的狀態去控制是否能開燈的念頭就產生了，如此可以預防環境亮度足夠時還開燈的情形發生，達到省電的目的。

貳、研究目的

本組的研究目的：

- 一、如何能判斷出目前環境亮度
- 二、如何避免亮度足夠時燈被開啟
- 三、如何利用開關達到切換減半亮度的功能

參、研究設備及器材



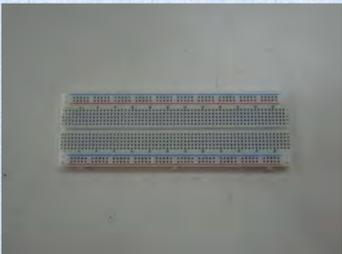
照度計



Arduino 電路板



光感測模組



麵包板



三用電錶



RGB LED



碳膜電阻



可變電阻



杜邦連接線



電燈開關組

肆、研究過程

一、實際觀察紀錄

中華民國國家標準局（CNS）學校場所照度表

學校	
照度 LUX	場所(室內)
200	廣播室，印刷室，總機室，守衛室，室內運動場
150	大教室，禮堂，儲櫃室，休息室，電梯走道， 樓梯間 ， 走廊 ， 廁所 ，值班室，工友室，天橋
100	
75	
50	倉庫，車庫安全梯
30	

未達標準被開燈之統計表

建築名稱	未關燈座次數
幼保樓	36
正德樓	52
熊祥樓	55
崇智樓	86
曹俊樓	97
自強樓	114
中正樓	205

照度高於75 LUX即符合不適合開燈，因此，由本組同學分工，於早自習、每節下課、午休、打掃時間、放學後，帶著照度計實際觀察記錄燈未關的情況。此處所記錄是看到未關的次數，但無法記錄開燈持續的時間，記錄時間為期一個月。

二、耗電度數探討

每個燈座4支燈管，每支燈管20W，則耗電為

$$20W \times 4 = 80W$$

若依據觀察統計一個月中共有1058個燈座在環境亮度足夠時被開啟，因為無法得知被開啟多久，本組先假設以1小時（上課前開，下課時才發現）計算，則耗電為

$$80W \times 1 \times 1058 = 84640W$$

1000W使用一小時為一度電 則 $84640W / 1000W = 84.64$ 度電

依此基準，若假設以3小時（亮度足夠時開、晚上忘記關）計算，則耗電為

$$84.64 \times 3 = 253.92$$
度電

由此可知，未達標準就開燈，或是到晚上忘記關燈的話，會浪費非常多的電。

三、目前省電燈座分析

- 1.定時器型
- 2.焦電紅外線感應型
- 3.定時器加焦電紅外線感應型

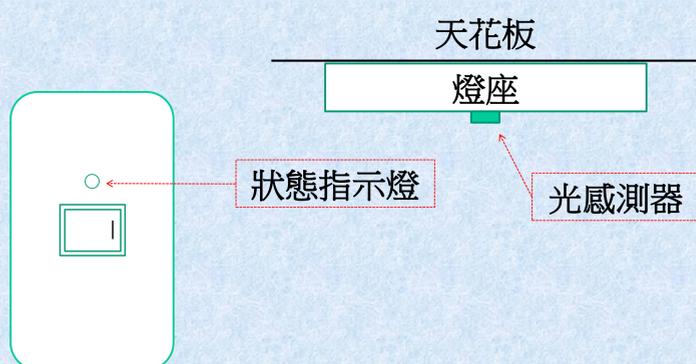
四、解決方式探討

依據上述分析，目前的省電燈具皆無法達到本組所設想的功能，因此，本組制定出應有之功能如下：

- 1.依據環境亮度決定是否能開燈，並可顯示出能否開燈之狀態
- 2.在無法開燈的狀態下開啟，即使到了適合開燈時並不會直接就開啟，除非關掉重開
- 3.環境亮度足夠時會自動關燈
- 4.可自由調整感光靈敏度

設計說明：

- 1.電燈開關面板上有一狀態指示燈



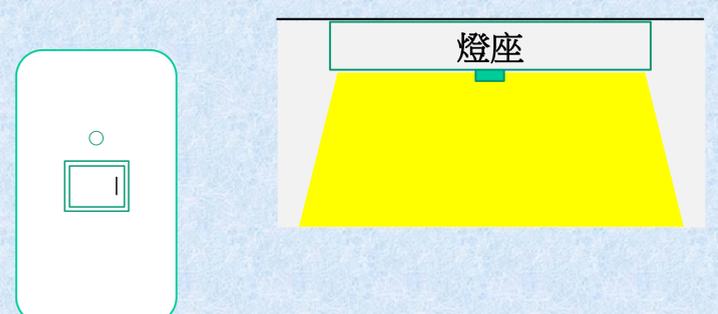
- 2.環境亮度足夠時，紅色指示燈亮起，表示不適合開燈，此時按下電燈開關將無法開燈



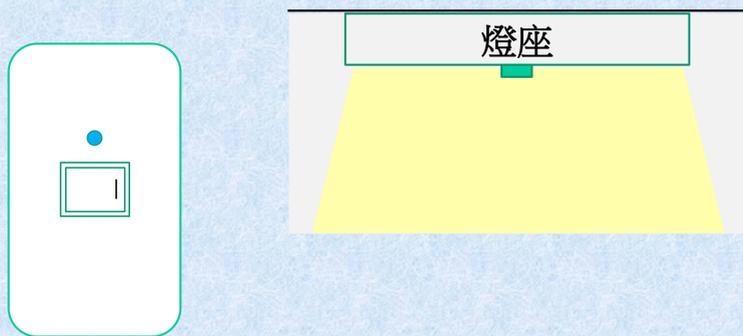
- 3.環境亮度不足時，電燈開關面板上的綠色指示燈亮起，表示適合開燈，此時按下電燈開關可開燈



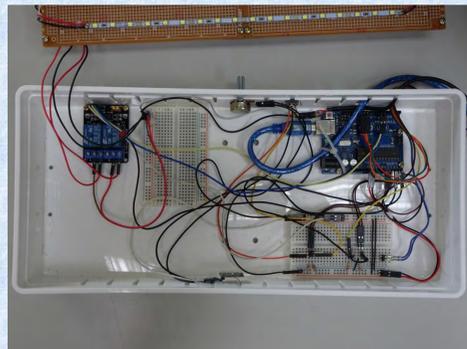
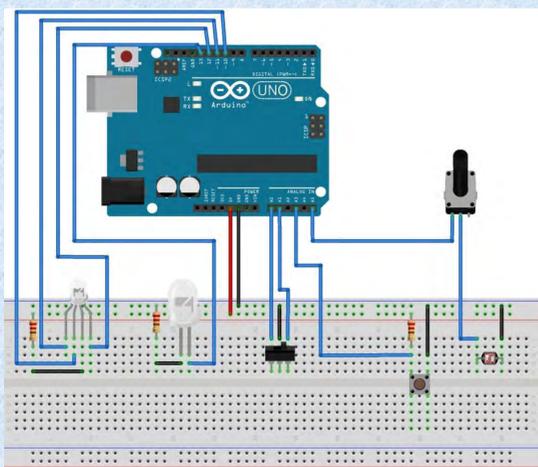
- 4.燈開啟後，綠色指示燈熄滅



5.在可開啟狀態下（綠色指示燈亮起），燈開啟後，再按下電燈開關可減半亮度照明，燈開啟後，顯示藍色指示燈



五、電路設計



伍、研究結果

根據本組的研究，若在亮度足夠下無法開燈，並以燈號顯示，確實可預防不良的開燈習慣，有效的達到節能的目的，此外，減半亮度，可使用在傍晚時環境亮度還夠，沒有非常暗時，同樣是可達省電的功效。本組在實驗室外走廊的牆壁上，實際安裝此一開關，如圖29，並請老師幫忙宣導，讓同學實際體驗此一裝置的功能，獲得同學的認同。

陸、討論

一、在電燈蓋板上安裝LED燈，比較不方便，是否需要改善

本組當時原本希望將顯示狀態的LED燈安裝在開關上，因為現在市面上就有關關上有一顆小燈，是用來做為夜間看清開關位置用，因為改裝時難度高，一直無法成功，因此還是安裝在蓋板上。

二、亮度減半的功能，是否只要用間歇點亮即可，不需此功能

針對此點，本組曾經觀察，若間歇點亮，例如走廊有5個燈座，只點亮1、3、5個，其實也能達到省電的目的，但這會造成亮度不均，照明的效果不佳，若只減半點亮，也就是1個燈座中的4支燈管只點亮2支，雖然亮度較低，但整體照明效果好，因此減半亮度得功能是值得使用的。

三、成本是否會增加很多

研究實驗時，是用 Arduino 實驗電路板，成本較高，但若要真正安裝成為市面上的商品時，當然就不會用實驗板，而是只會使用上面的單晶片，再加上必需的驅動電子原件即可正常運作，成本其實不高，若增加些微的成本，確能達到節能之目的，是非常值得推廣的。

柒、結論

這次研究的題目，是探討如何避免亮度足夠時燈被開啟，其實這應該是要從教育著手，讓所有人有這樣的好習慣才是，但在真正能做到前，只能先用這樣的裝置，能有效省電達此目的。