

模組化的電路製作－簡易防盜器

曾昭銘

新竹女中生活科技教師兼註冊組長

壹、前言

在國中生活科技的傳播科技課程中，電路製作所學的知識是局部性的，或是硬體的組裝。而在高中階段，我企圖讓學生明瞭電路與電路之間的控制動作及簡易的電學理論，於是設計了這份教材，要求同學在學習完各個電路之後，以小組為單位，將所學得的電路組合成為「小組專題電路」。本電路可視為一模組化的教材，每一電路均有其個別的功能，將全部電路組合後，便可完成一個簡易的防盜電路，並藉此培養同學們的「合作學習態度」及「問題解決能力」。

貳、教學目標

- 一、了解電子元件的特性
- 二、了解基本的電學原理。
- 三、了解各個模組電路之間的控制方式。
- 四、能具有基本的電路檢修能力。
- 五、培養小組合作學習的態度與團隊精神。
- 六、培養問題解決的能力。
- 七、能將實作中的經驗及心得與他人分享。

參、教學對象

高中一、二年級。

肆、活動節數

14 節課。

伍、電路之功能說明

本簡易型防盜電路可分為密碼電路、閃爍電路、光控電路、鳥鳴電路、開鎖電路此五大部份，具有密碼鎖、光控偵測、鳴叫警告、閃爍警示之功能，電路功能說明如圖 1 所示。其電路詳細說明及接線方式，請參閱「拾參、電路配線與組裝說明」。

一、密碼電路

利用指撥開關組合一組解碼電路(使用串聯迴路, 使其具有邏輯閘A N D的功能, 用來連接開鎖的電路), 及一組偵錯電路(使用並聯迴路, 使其具有邏輯閘O R的功能, 用來接鳥鳴電路, 產生具有警告的鳴叫聲)。

二、閃爍電路

防盜電路啓動時, 利用無穩態多諧振盪器, 使紅色及綠色L E D分別閃爍, 產生警示功能。

三、光控電路

利用此電路中的光敏電阻偵測光線的明暗, 驅動繼電器來控制鳥鳴電路產生鳴叫。

四、鳥鳴電路

將密碼鎖的並聯迴路及光控電路的繼電器接至鳥鳴電路, 即可由此二個電路來控制鳥鳴電路產生鳴叫。

五、開鎖電路

本電路可以省略, 或是串接一顆L E D, 利用其明滅來表示開鎖、閉鎖的狀態。

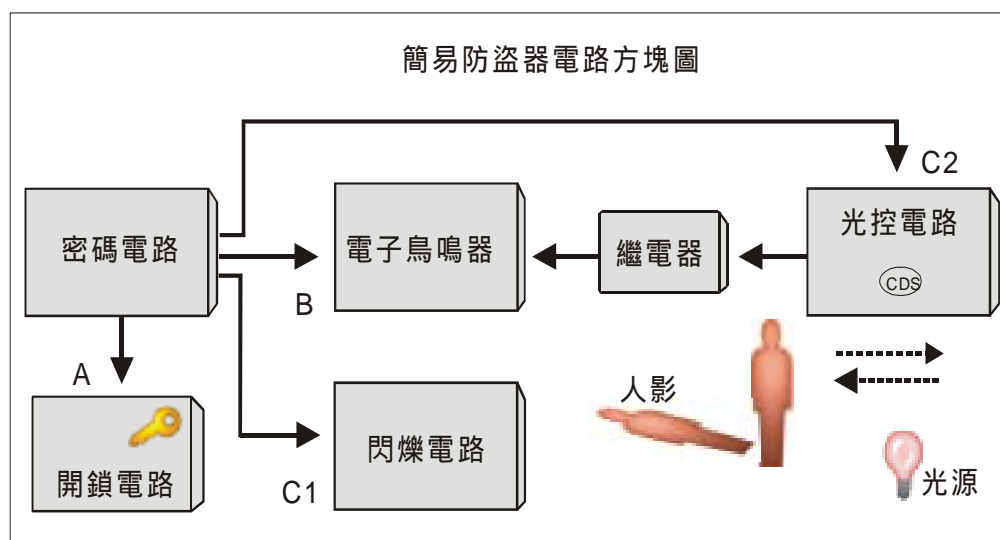


圖 1 電路功能說明

測試電路時, 光源部份可以使用檯燈或是手電筒來代替, 並配合調整光控電路中的可變電阻來改變光控電路偵測光線的靈敏度。將光源對準光控電路中的光

敏電阻，此時只要有人走過或有任何物體的遮擋（如圖 1 所示），此時即可使光控電路偵測不到光線而驅動鳥鳴器鳴叫，產生警報的功能。

陸、材料與機具

本教學活動使用的電子材料與機具如表 1、表 2 所示。

表 1 電子材料表

名稱	規格	數量	備註
電晶體	9014	5	
電阻	1k Ω	4	
	560 Ω	2	
	33k Ω	2	
	43k Ω	2	
	330 Ω	2	
	100 k Ω	3	
	10 k Ω	3	
	B100k Ω	1	
電容	10 μ F/ 16v	1	
	100 μ F/ 16v	2	
	0.022 μ F	2	
	0.1 μ F	1	
		1	
喇叭	8 Ω / 0.5W	1	
輸出變壓器	O P T 14 mm	1	
指撥開關	8 bit	1	
發光二極體	L E D 5mm 紅色	2	
	綠色	1	
光敏電阻	C D S 5mm	1	
繼電器	R e l a y 5V	1	
電池	積層電池 9v	2	
電池扣	9V 電池用	2	
單芯線			
免焊電路板			

表 2 機具表

名稱	規格	數量	備註
斜口鉗		2 支/組	
尖嘴鉗		2 支/組	
電子夾(鑷子)		4 支/組	
三用電表	(數位或類比型皆可)	2 台/組	

註：1. 表 1、表 2 所列清單均為必備，其餘可視學生需求做為教學參考之用
2. 每組 4 人

柒、重要概念

本活動所具備之重要概念如下：

科技概念	科技技能	科技態度
1. 瞭解電子科技對生活的影響。	1. 能知道電子零件的名稱。	1. 樂意並積極參與討論且注重團隊的精神。
2. 瞭解電路基本原理。	2. 能知道電子零件的電路符號。	2. 能虛心請教，接納他人意見，幫助他人。
3. 能瞭解歐姆定律。	3. 能知道電路焊接用具及材料。	
4. 電路與電路之間的控制動作	4. 能知道常用的電路板種類。	
5. 能瞭解市售防盜器的種類與動作原理。	5. 能知道使用免焊電路板的方法。	
	6. 創造思考、解決問題。	

捌、教學步驟

節數	教師活動	目標	學生活動	教具器材	備註
	一、準備活動 1. 設計、製作及測試防盜電路 2. 蒐集教學資料與圖片 3. 編製實作學習單				

1	<p>二、發展活動</p> <p>1. 提示電子元件的種類、特性、利用與發展</p> <p>2. 防盜電路的種類與動作原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 可適時提問要求學生回答或分享 	1	<ul style="list-style-type: none"> ● 學生能了解 ● 能回應老師所給 ● 念與問題或提出自己的意見 	<p>投影片</p> <p>投影機</p>	
1	<p>2. 進行分組，每組 4 人</p> <p>3. 發給由每人一份實作學習單</p> <p>4. 講解製作時需考慮的重要因素：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如何使判別電子元件的極性 ● 如何組合將各個組電路組合 <p>5. 提示學習歷程檔案之內容並要求學生開始組裝工作</p>	2 3 5	<ul style="list-style-type: none"> ● 能進行分組 ● 在老師說明時能 ● 閱讀作學習單 ● 了解製作與組合防盜電路的重要因素 ● 進行各項電子二件的檢測工作 ● 利用課餘時間查詢相關知識及生活中可應用之方式 	防盜電路	<p>分組約 5 分鐘</p> <p>教師於下課前檢查進度</p>
2	<p>6. 提示組裝時之注意事項，包括各電子元件極性、符號判別、辨識電路圖，並要求學生相互檢查電路，減少組裝錯誤的發生。</p>	2 3 5	<ul style="list-style-type: none"> ● 決定小組小作分工 ● 討論電路組合的佈線方式 ● 撰出所要使用的電子元件。 ● 依照電路圖組裝電路 ● 相關材料與工具 	防盜電路	<p>教師於下課前檢查進度</p>
6	<p>7. 指導各組組裝電路之細部改進：</p> <p>8. 巡視各組進行製作：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 電路之組裝之組裝 ● 機具之使用 ● 進度之掌控 	3 4 5	<ul style="list-style-type: none"> ● 決定電路組合的佈線方式或進行細部改進 ● 進行製作，並視進度完成學習歷程檔案相關內容要項 	<p>生活科技教室</p> <p>提供部分材料與工具如表 1、表 2 所示</p>	<p>指導學生進行相關製作</p> <p>注意學生製作之安全</p>

3	9. 指導學生進行防盜電路 10. 完成作品評分	3 5	<ul style="list-style-type: none"> ● 測試防盜電路並調整其對光線偵測的靈敏度 ● 繳交作品 ● 完成文件 	選定較暗的地點或使用紙板來遮光。	
1	三、綜合活動 11. 學生報告心得及各組作品展示 12. 老師講評 13. 單元總結 14. 完成本活動總評	6	<ul style="list-style-type: none"> ● 能對電路做初級的檢測工作 ● 能分享電路組裝心得與知識 ● 繳交文件 ● 能對他人作品表達自己的意見 		

玖、教學評量

一、本單元兼重形成性與總結性評量

二、總評參酌要點如表：

參酌要點		佔分比率 (%)
實作學習單：		
認知	<ul style="list-style-type: none"> ● 內容充實程度 ● 內容的正確性 	30
作品呈現：		
技能	<ul style="list-style-type: none"> ● 電路功能 ● 佈線方式 ● 組合方式 ● 創造思考、解決問題。 ● 平時上課的製作進度 	50
情意	<ul style="list-style-type: none"> ● 學習態度與精神 ● 參與討論的程度 ● 互助合作的程度 	20

拾、教學建議事項

一、教師教學前可先組裝一組防盜電路，供學生參考用。

二、防盜電路在測試上會受到光線因素的影響，教師可事先說明此問題的克服方式(調整光控電路中的可變電阻)。

- 三、實作電路時，一定要先量測各個電子元件是否功能正常、9 V的積層電池是否電量充足，才能組裝。
- 四、免焊電路板在使用前，須詳細說明其佈線方式。實作電路中若電路動作錯誤時，通常都是接線錯誤及接觸不良。
- 五、部份同學生在國中時可能不具有電路製作的知識，教師可視學生所具有的先備知識狀況調整課程進度與內容。
- 六、本課程為模組化的電路，教師也可依實際教學需求，選擇部份的電路來組合。例如密碼電路與閃爍電路、密碼電路與鳥鳴器、光控電路與鳥鳴器、光控電路與閃爍電路…等多種的組合方式。
- 七、本課程在高中第二、三類組實施時，可融入電子學、基本電學的基礎知識，將理論與電路實作並行，學生反應良好。

拾壹、教學資源

- 一、無線電界月刊主編輯部（1996）。**防盜電路專輯**。台北：無線電界雜誌社。
- 二、陳文山（1989）。**電子學(四)**。台北：全華科技圖書股份有限公司。
- 三、舒服壽（2001）。**實用電子電路實作應用**。台北：台科大圖書股份有限公司。
- 四、蔡朝洋（1994）。**電子電路實作技術**。台北：全華科技圖書股份有限公司。
- 五、黃能堂等（1999）。**生活科技教師手冊第三冊**。台北：康和出版股份有限公司。
- 六、陳憲章等（2000）。**高中生活科技教師手冊上冊**。台北：謳馨事業股份有限公司。

拾貳、作品展示

筆者將實際教學時之學生完成之作品拍攝後，呈現如圖 2 至圖 6 所示。



圖 2 防盜電路(全)

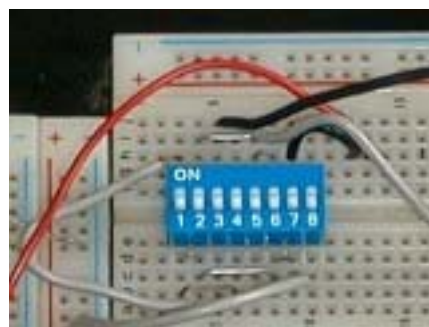


圖 3 密碼電路

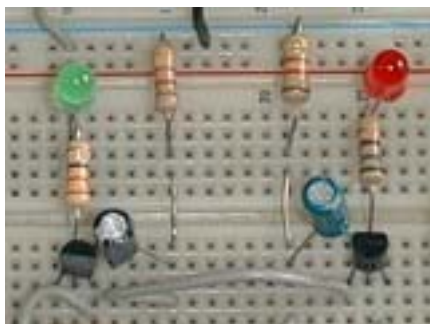


圖 4 閃爍電路

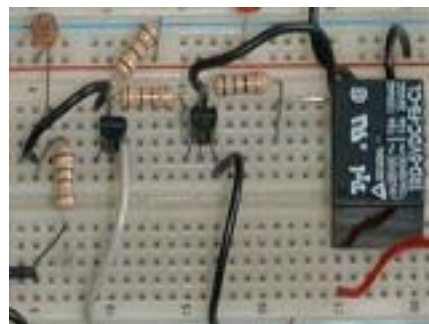


圖 5 光控電路

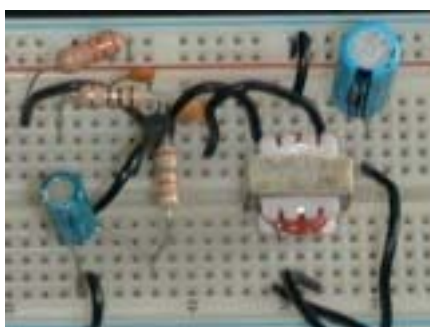


圖 6 鳥鳴電路

拾參、電路配線與組裝說明

一、電源

本電路之電源，由二顆 9 V 的積層電池組成。如圖 17 防盜電路方塊圖所示，「電池一」負責提供密碼電路、閃爍電路、光控電路、開鎖電路之電源。「電池二」負責提供鳥鳴器之電源。本電路可視需求將鳥鳴器之電源改成使用「電池一」，惟「電池一」負載增加，將造光控電路及鳥鳴器穩定度降低。

二、密碼電路

利用 8 b i t 指撥開關組合一組解碼迴路（使用串聯迴路【A 迴路】，用來連接開鎖的電路）。一組偵錯迴路（使用並聯迴路【B 迴路】，用來接電

子鳥鳴器，產生具有警告的鳴叫聲)。解碼正確時則開鎖，解碼錯誤時則電子鳥鳴器產生鳴叫。

電路動作分析如圖 7 密碼電路圖所示：

(一) 電源開關：

開關 S 8 為整個防盜電路的電源開關，S 8 閉合時(O N)時，光控電路 (C 1 迴路導通) 開始偵測光線，閃爍電路 (C 2 迴路導通) 兩顆 L E D 開始交互閃爍。

(二) 解碼迴路【A 迴路】：

S 1、S 3、S 7 全部閉合時(O N)，表示密碼輸入正確，此時 A 迴路導通，電流經 S 7、S 1、S 3，再由 A 端流出至開鎖電路使開鎖電路動作。

此串聯迴路動作必須是： $(S 1 \cdot S 3 \cdot S 7) = 1$ 時動作，「 \cdot 」為 A N D。(設開關閉合時，9 V 高電位 = 1，開關打開時低電位 = 0)。若 S 1 = 1，S 3 = 0，S 7 = 1，則 $(S 1 \cdot S 3 \cdot S 7) = 0$ 若 S 1 = 1，S 3 = 1，S 7 = 1，則 $(S 1 \cdot S 3 \cdot S 7) = 1$ 故必須是 S 1 = 1，S 3 = 1，S 7 = 1 全部閉合時 (每個密碼皆輸入正確時)，A 迴路才能導通。

(三) 偵錯迴路【B 迴路】：

S 2、S 4、S 5、S 6 其中任一開關閉合時(O N)，B 迴路導通，表示密碼輸入錯誤。電流經 B 迴路流至鳥鳴器，驅動鳥鳴器鳴叫，以示警告。

此並聯迴路動作是： $(S 2 + S 4 + S 5 + S 6) = 1$ 時動作，「+」為 O R。(設開關閉合時，9 V 高電位 = 1，開關打開時低電位 = 0)。若 S 2 = 1，S 4 = 0，S 5 = 0，S 6 = 0 時，則 $(S 2 + S 4 + S 5 + S 6) = 1$ 也就是說只要任一密碼輸入錯誤時，若 S 2 = 1 或 S 4 = 1 或 S 5 = 1 或 S 6 = 1 時，B 迴路即可導通。

本電路可用來說明電路中的串並聯、A N D 及 O R 邏輯閘的特性，並可讓學生利用此原理自行設計密碼。但若 8 個開關皆切至 O N 時，則開鎖電路動作 (L E D 亮) 且鳥鳴器鳴叫 (此誤動作可使用二極體或繼電器再加以改良，在

此暫不討論)。其使用免焊电路板之佈線圖如圖 8 密碼電路佈線圖。

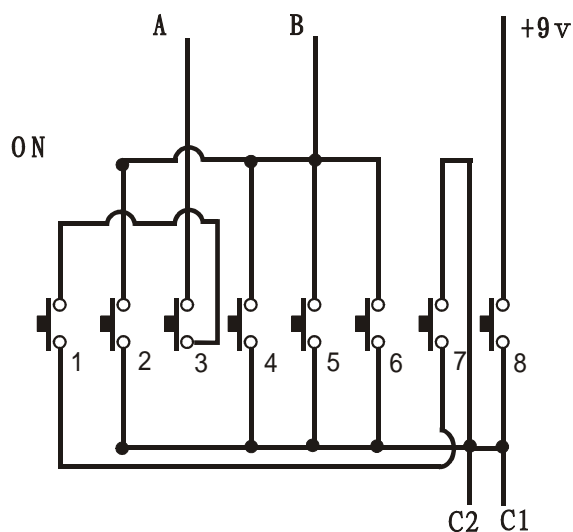


圖 7 密碼電路圖

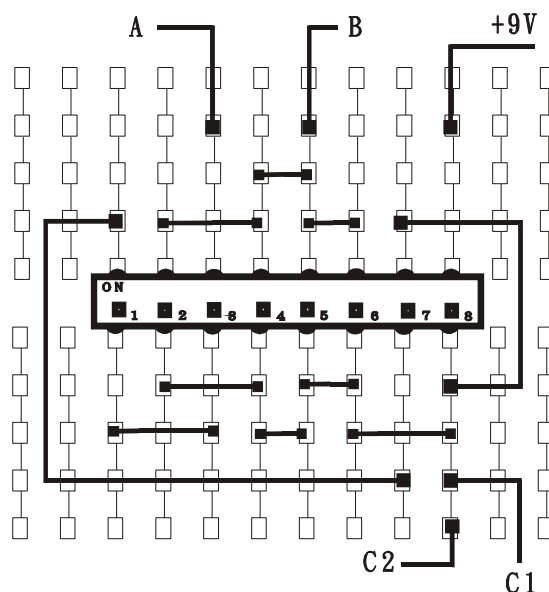


圖 8 密碼電路佈線圖

三、閃爍電路

利用電容充放電的特性來控制電晶體導通與截止，使兩顆 L E D 分別閃爍。而閃爍的速度可由電阻及電容來控制。其閃爍的週期公式為：

$$T = 0.7(R_2 \times C_1 + R_3 \times C_2)$$

在本電路中， $R_2 = R_3 = 43 \text{ k } \Omega$ ， $C_1 = C_2 = 10 \mu \text{ F}$ 。

其電路閃爍的週期為：

$$T = 0.7(R_2 \times C_1 + R_3 \times C_2) = 0.7(43 \text{ k} \times 10 \mu + 43 \text{ k} \times 10 \mu) = 0.602 \text{ (s)}$$

頻率為：

$$F = 1 / T = 1.66 \text{ (Hz)}$$

若將 C_1 、 C_2 改為 $2.2 \mu \text{ F}$ ，閃爍速度較快。

本電路可用來說明無穩態振盪的原理及電容器充放電、電晶體導通與截止的特性。其電路圖及電路佈圖如圖 9、圖 10 所示。

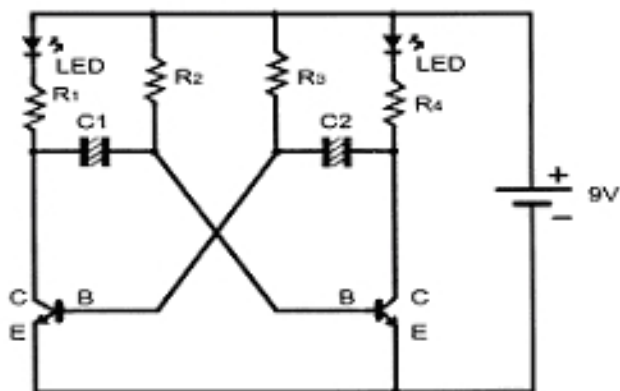


圖 9 閃爍電路(無穩態諧振電路)

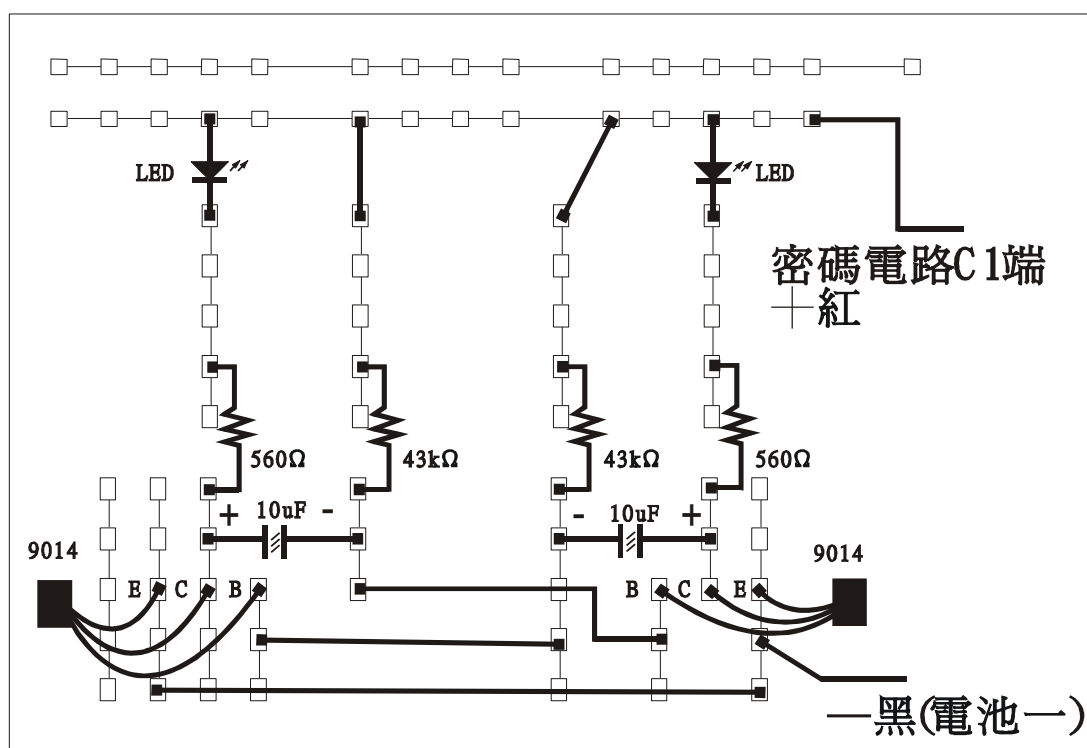


圖 10 閃爍電路佈線圖

四、光控電路

利用光敏電阻 (C D S)受光時電阻值較低，不受光時電阻值較高的特性，來控制電晶體的 B E 腳的電壓準位，即可產生具有光控作用的功能。目前市面上的光控小夜燈，就是利用此種電路改良而來。

(一) 分壓定則的運用 (控制電晶體 ON 或 OFF)

如圖 11 所示， V_{B1} 為電晶體基極電壓，其為可變電阻 V_R ($100K\Omega$) 與光敏電阻 C D S 之分壓。

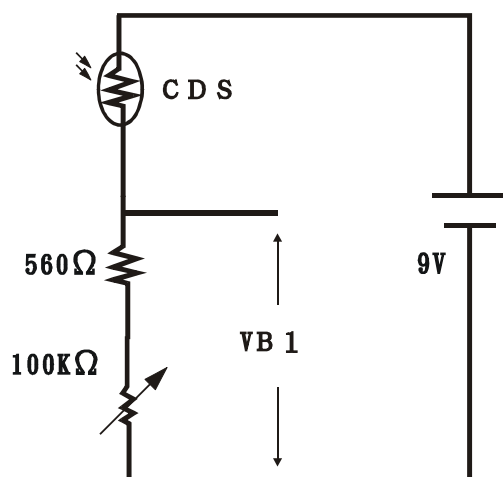


圖 11 可變電阻與光敏電阻之分壓

$$V_{B1} = 9 \times \frac{560 + R_{VR}}{R_{CDS} + 560 + R_{VR}}$$

由此可知：

光線增加（↑）時，C D S 電阻減少（↓），V B 1 電壓增加（↑）。
反之光線減少（↓）時，C D S 電阻增加（↑），V B 1 電壓減少（↓）。
此外，調整可變電阻的電值也可改變 V B 1 的電壓大小，故若要改變光控電路對光線偵測的靈敏度時，只要調整可變電阻即可。

（二）電路動作分析

如圖 12 所示，其完整的電路動作如下：

在此符號 ↑ 表示增加；符號 ↓ 表示減少。

1. 光 ↑，CDS ↓，VB1 ↑，電晶體 T R 1 導通， V_{CE1} ↓，VB2 ↓，電晶體 T R 2 截止，LED 滅。
2. 光 ↓，CDS ↑，VB1 ↓，電晶體 T R 1 截止， V_{CE1} ↑，VB2 ↑，電晶體 T R 2 導通，LED 亮。

本電路若再加上用繼電器控制鳥鳴器的電源，就可利用偵測光線的明暗來驅動鳥鳴器鳴叫。其組裝方式為將 L E D 及電阻 3 3 0 Ω 拔除，改接繼電器（如圖 13 所示），則光 ↓ 時繼電器動作，即可驅動鳥鳴器鳴叫。其電路佈線圖如圖 13 所示。其繼電器接線方式，圖 14 所示。

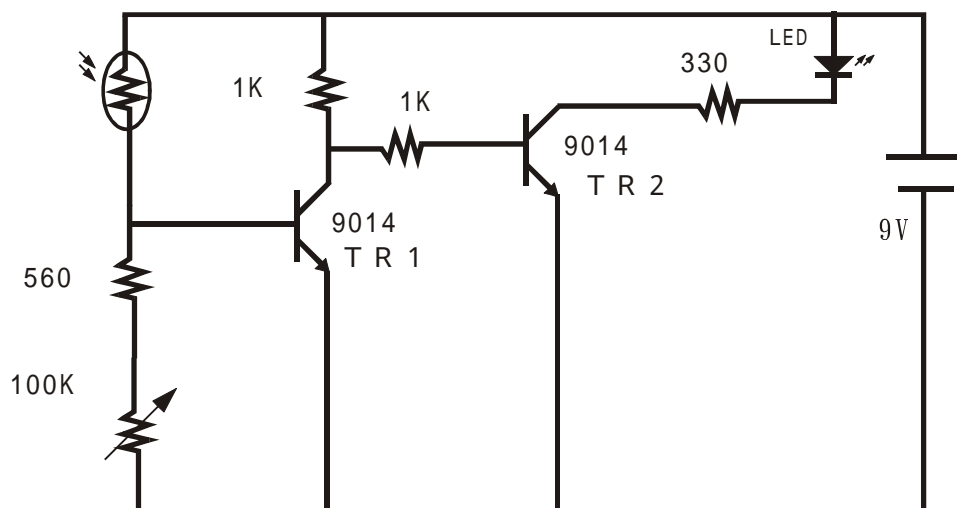


圖 12 光控電路

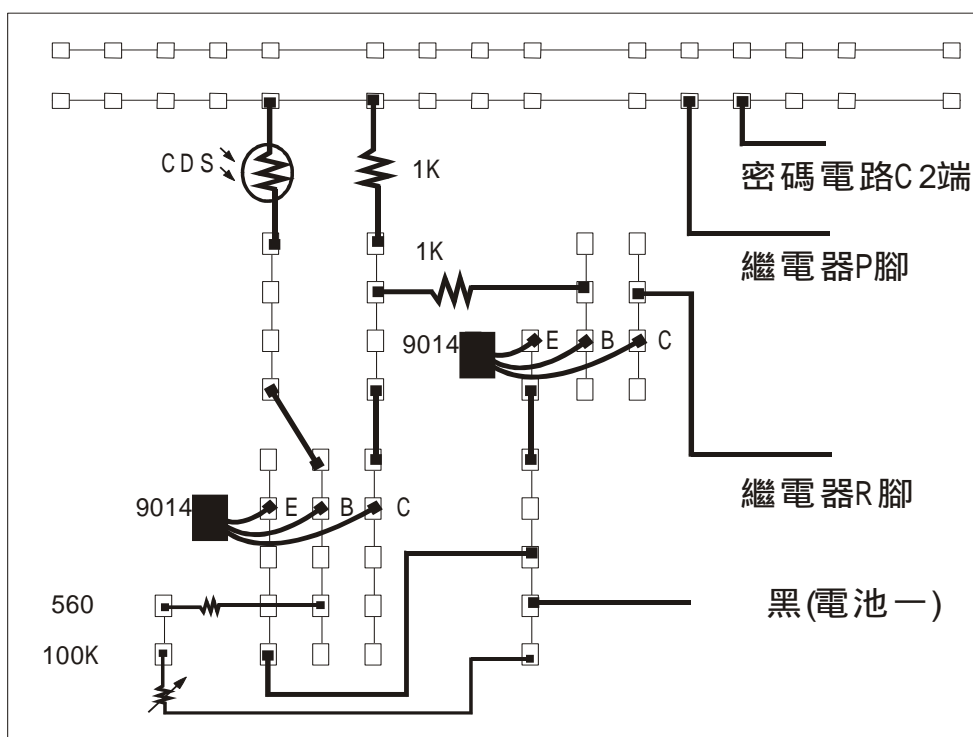


圖 13 光控電路佈線圖

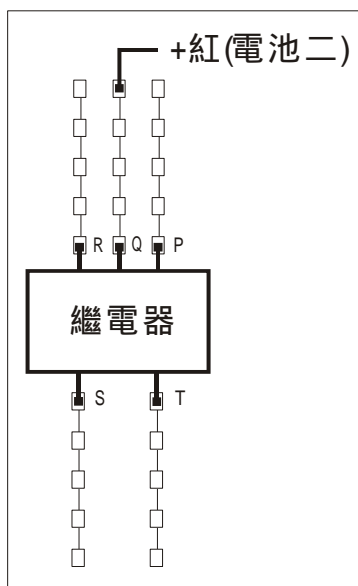


圖 14 繼電器接線圖

五、鳥鳴電路

利用電晶體、輸出變壓器、電容及電阻，組成間歇振盪器，其優點是所需要的零件少，只要電路沒有裝錯，就可以產生振盪。目前市面上的電子鳥鳴式的門鈴，也是經由此種電路改良而來。其電路圖如圖 15 所示，佈線圖如圖 16 所示。

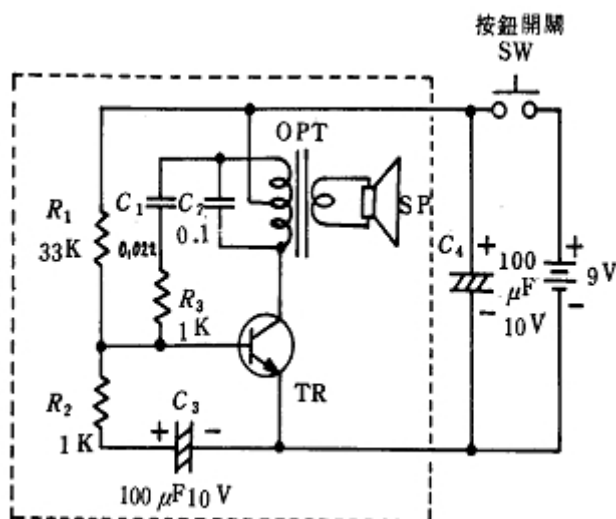


圖 15 鳥鳴器電路圖

資料來源：蔡朝洋（1994），**電子電路實作技術**，頁 187。台北：全華科技圖書股份有限公司。

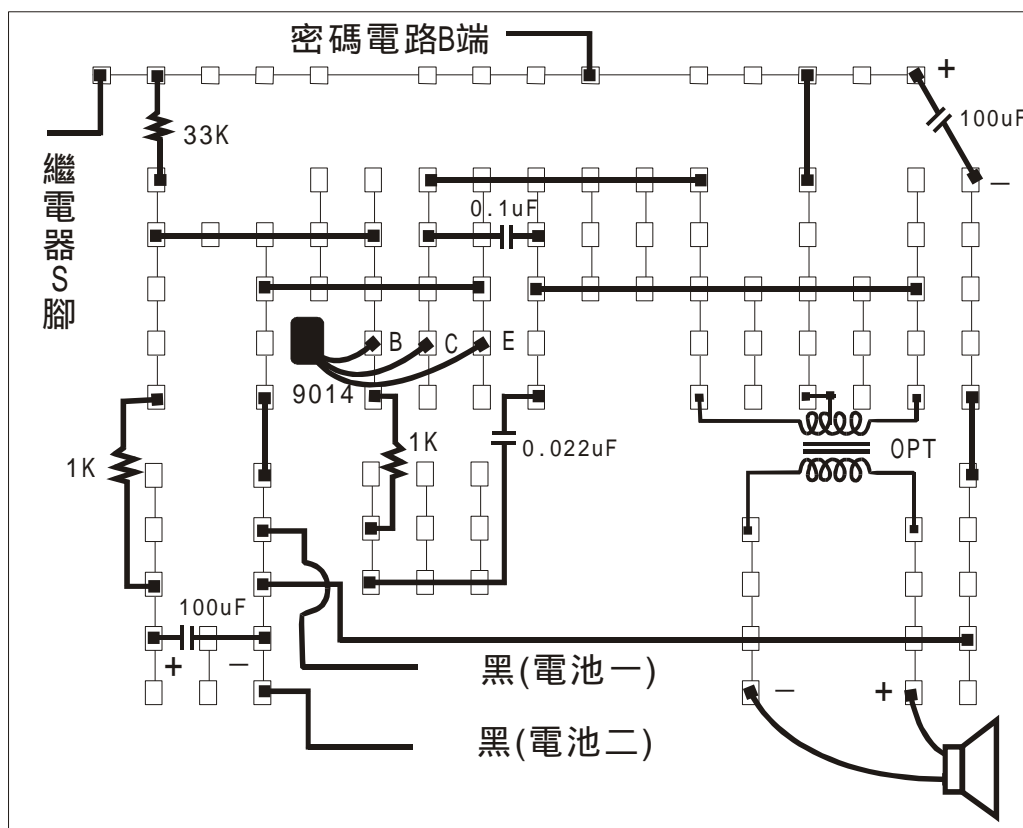


圖 16 鳥鳴器佈線圖

六、防盜電路方塊圖

如圖 17 所示，為整個防盜電路完整的接線方塊圖，只要參照圖中的接點位置，如密碼電路 B 端接至鳥鳴器的 B 端；密碼電路 C 1 端接至閃爍電路 C 1 端…等，以此方式即可完成本電路。

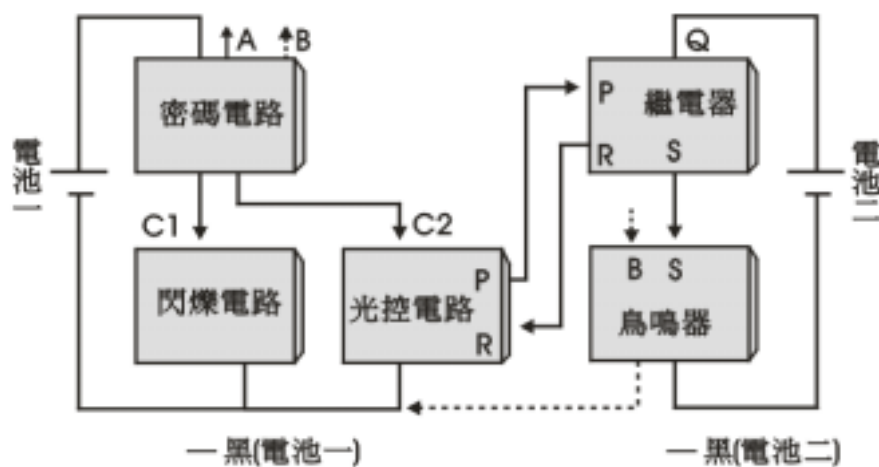


圖 17 防盜電路方塊圖