

篇名：

酷炫的聲控開關之製作與研究

作者：

陳奕璋。台北市立松山工農。日間部。電子科一年級智班

指導老師：

郭盈顯老師

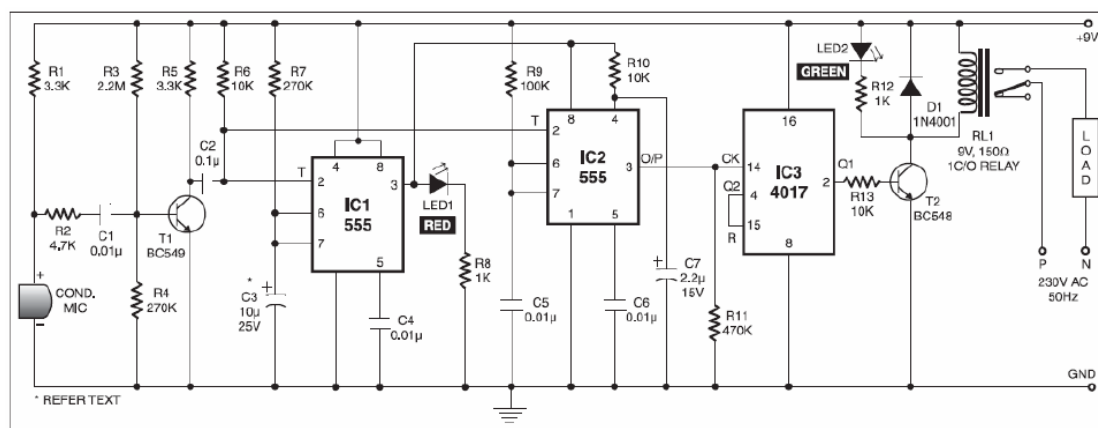
壹●前言

我每天晚上要睡覺前，總是會先在床上躺一會兒，等有睡意時再起來關燈睡覺。但總是覺得又要起來關燈麻煩了點，尤其是寒冷的天氣，更是不想離開床邊。於是想找個可以不必起身就可關燈的方法—搖控電路。經過我詢問師長及上網搜尋的結果，發現大致有兩種方法，一是使用紅外線遙控；二是使用聲控開關。紅外線遙控就像平時使用家電一樣，利用遙控器遙控。而聲控開關，顧名思義，就是使用聲音來達成控制開關的目的。我將兩種方式做比較，聲控開關較符合我的需求，因為它除了接收端，不需要其他額外電力。如果使用紅外線遙控的方式，一旦遙控器不在身邊，也得離開床邊，這失去了原本電路需求的意義，所以我選擇製作與研究聲控開關。

貳●正文

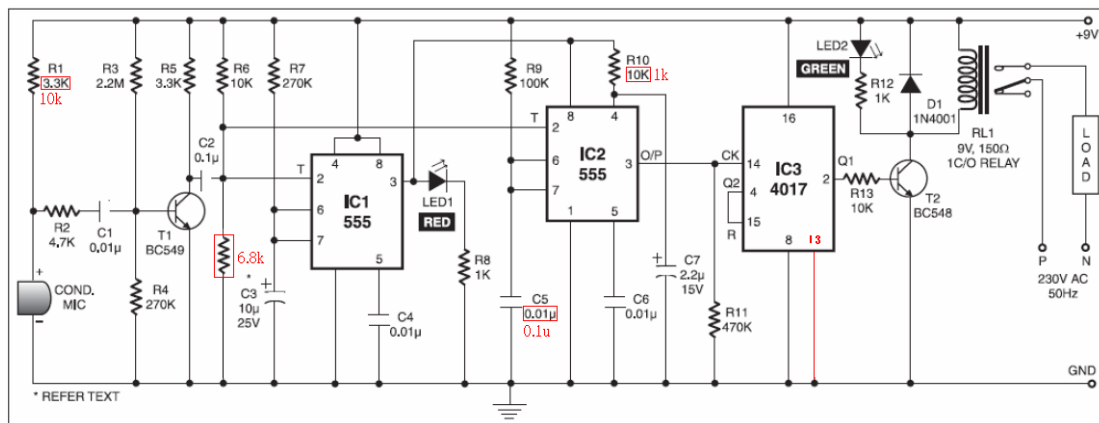
一、麵包版實驗電路

爲了達成我的需求，於是上網搜尋相關的電路圖，在喬治查爾斯電子電路網中電路收集分享區的控制類、單晶片、震盪器類裡，發現了符合我需求的電路。這個電路是使用555加4017所構成，因為此電路設計需要拍兩下拍手聲音才會使繼電器開或關，因此可以減少誤動作的發生，LED1是顯示是否爲預備動作，LED2則是顯示繼電器是否爲開啓的狀態。



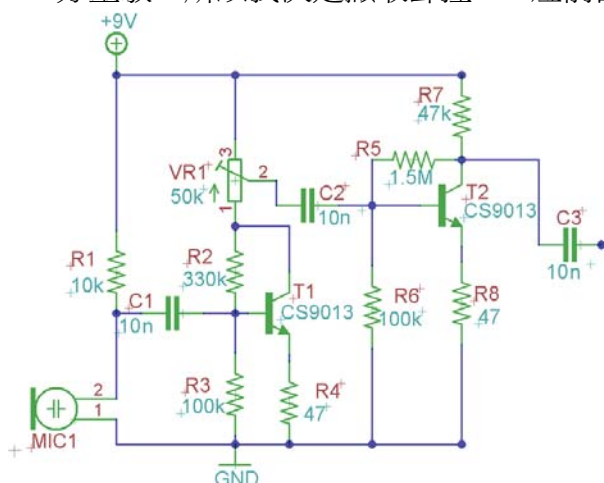
圖一 『拍掌聲控電路555+4017』 (註一)

經過我使用麵包板試做，發現電路不能正常工作，於是向老師求救。經過老師指導，發現原電路有誤，且有設計不良之處。老師幫我做了以下修改：R1限流電阻改爲10k、IC1的第二腳加一顆6.8k電阻接地、C5改爲0.1u、R10改爲1k、IC3第13腳接地。

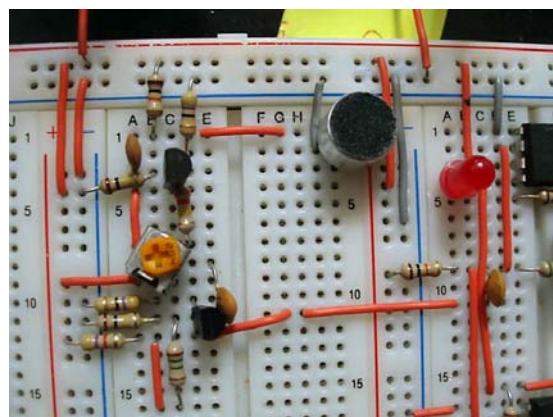


圖二 修改後的拍掌聲控電路

依照老師指示，果然電路可正常工作了。但在靈敏度方面，仍有帶加強。我發現原電路麥克風輸入後，僅經過一級放大，無法使較小的音量產生足夠的電壓觸發IC1，因此我想到我以前曾製作過的聲控LED燈，麥克風經過二級放大，動作十分靈敏，所以我決定擷取聲控LED燈前面的放大電路(註二)，和聲控電路結合。



圖三 麥克風二級放大部份之電路

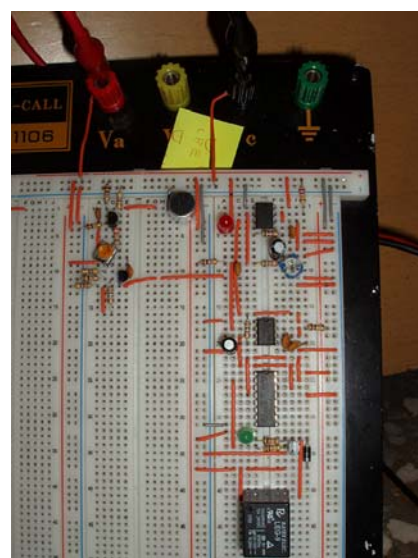


圖四 加入二級放大後的聲控電路麵包板

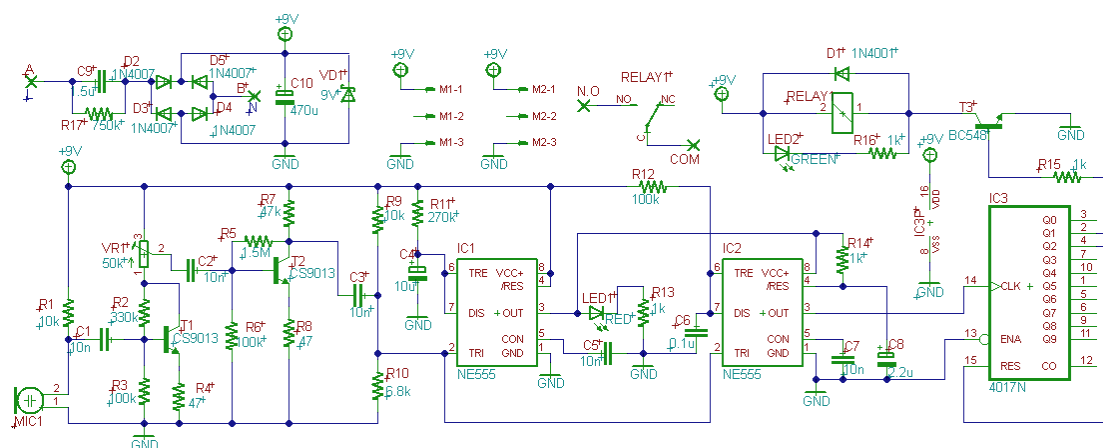
經過修改，果然電路靈敏度增加了不少，但又太過靈敏，所以又向老師發問。解決方法是把C1、C2與C3改小，我將它們都換為10n之電容。

二、電路板製作

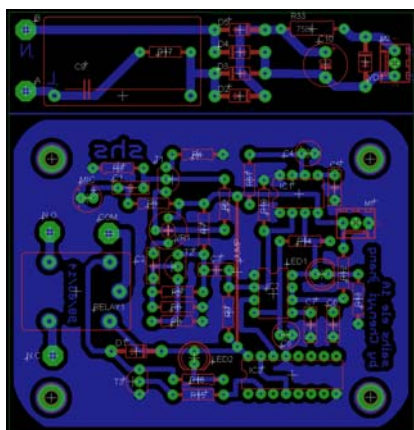
麵包板實驗電路成功後，我決定製作印刷電路板，以電腦將layout製作出來，為了提供電路的電源，但又因為體積限制，所以採用電容降壓的方式來提供電源。最後修改的電路圖及layout如下:(此後所提到的代號都是指圖六的電路圖)



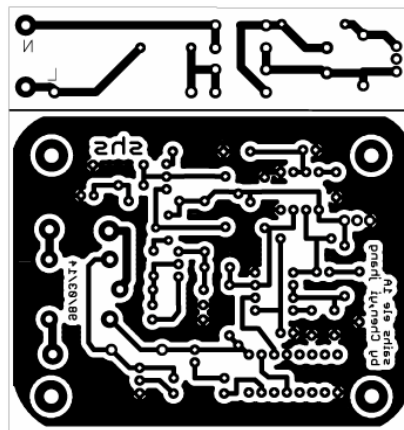
圖五 麵包板整體圖



圖六 加入電容降壓及二級放大的聲控電路



圖七 電路layout零件面視圖



圖八 曝光底片

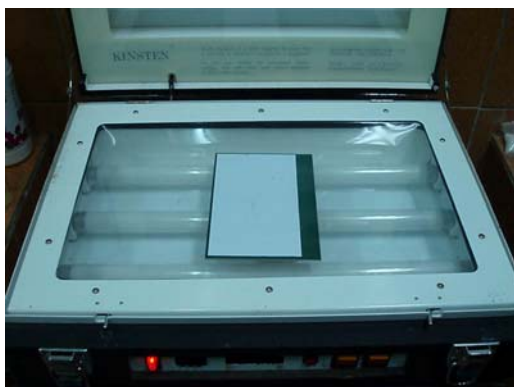
我特別將電容降壓部分與聲控電路隔開，避免110V的交流電源不小心和聲控電路的部份短路，造成危險。製作完成後，先確定電容降壓部分無誤，才用3pin模式座連接線連至下層電路。我將零件編號製作成表，以方便製作。

表一 零件列表

零件名稱	零件編號	數值	零件名稱	零件編號	數值
電容	C1	10uF	電阻	R1	10kΩ
電容	C2、C5	100uF	電阻	R2	330kΩ
電容	C4	10uF	電阻	R3	100kΩ
電容	C3、C6	0.1uF	電阻	R4、R8	47Ω
電容	C7	100uF	電阻	R5	1.5MΩ
電容	C8	2.2uF	電阻	R6,R12	100kΩ
電容	C9	1.5uF	電阻	R7	47kΩ
電容	C10	470uF	電阻	R9	10kΩ

二極體	D1~D5	1N4004	電阻	R10	6.8k Ω
發光二極體	LED1	5mm 紅色	電阻	R11	270k Ω
發光二極體	LED2	5mm 綠色	電阻	R13~R16	1k Ω
稽納二極體	VD1	9V 2W	電阻	R17	750k Ω
積體電路	IC1~IC2	NE555	可變電阻	VR1	50k Ω
積體電路	IC3	4017N	麥克風	MIC1	電容式
電晶體	T1、T2	CS9013	繼電器	RELAY1	9V
電晶體	T3	BC548	模式座	M1,M2	3pin
IC 腳座兩個		8pin	IC 腳座一個		16pin

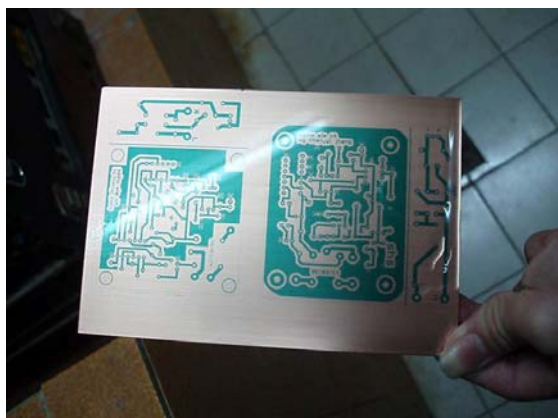
印刷電路板製作之過程



圖九 將感光電路板及曝光底片放入曝光機。



圖十 設定曝光機曝光秒數 (因為是使用普通白紙當曝光底片, 因此曝光時將要將原本透明的120秒提高至300秒。)



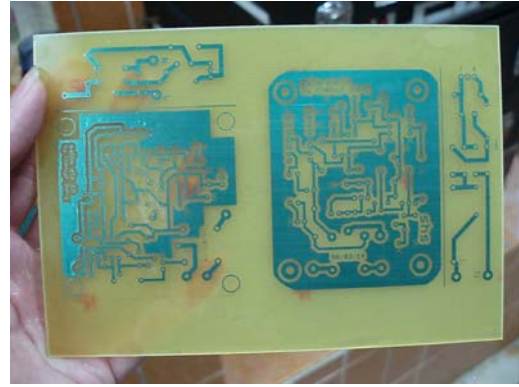
圖十一 顯影後之電路板



圖十二 設定蝕刻機速度



圖十三 將板子放入蝕刻機內



圖十四 製作完成的電路板



圖十五 使用鑽孔機鑽孔



圖十六 將鑽孔完畢的板子使用裁版機裁板



圖十七 銲接完畢後的電路板



圖十八 電路板背面

三、電路原理解析

1. 電源部份

電源部份採用電容降壓的方式。在交流時，電容會產生容抗，頻率或電容數值越大，則容抗越小。其公式如下 $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ (註四)。其中 X_c 代表容抗， C 代表電容， f 代表頻率。此電路的電容採用 1.5uF，若以 110V，60Hz 來計算，則：

$$\frac{1}{2 * \pi * 60 * 0.0000015} \cong \frac{1}{5.6548667764616278292327580899031e - 4}$$

$$= 1768.3882565766148418764862596946$$

算出來的結果大約為1768歐姆，與負載電阻分壓即可得到一電壓。經過稽納二極體穩壓後，即可得到9V電源。而R17 750k歐姆則為C1 1.5uF放電用。因為V=IR，所以用數學式可表示為： $110=1768I$ 可得最大可提供電流 $I \cong 0.06221719(A)$ ，也就是62mA。

2. 電路一

A、麥克風訊號放大

R1為麥克風限流電阻，訊號經C1藕合由T1作第一級放大。VR1、R2、R3組成自給偏壓，VR1調整麥克風靈敏度。訊號又經C2藕合到Q2做第二級放大，訊號由Q2經C3輸出到IC1第二腳做觸發。

B、第一個拍掌聲

因為555IC的觸發腳(也就是第二腳)低於 $\frac{1}{3} VCC$ 時，會使第三腳輸出腳為高態、

第七腳開路。而第六腳高於 $\frac{2}{3} VCC$ 時，使輸出為低態。(註三)當訊號使第二腳觸

發時，第三腳輸出為高態，LED1發亮，並提供IC2之電源，準備接受第二個拍掌聲，做預備的動作。此時C4開始充電，當充電大於 $\frac{2}{3} VCC$ 時，使LED熄滅，並關

閉IC2電源，取消預備動作。預備時間的秒數由C4與R11控制，可以這樣計算：因為RC串聯暫態公式為 $\tau = RC$ ，因此將C4與R11數值帶入，可得

$\tau = 270k * 10u = 2.7$ (秒)，當 1τ 時(也就是經過了2.7秒)，電容充電到

$9(1 - e^{-1}) \cong 9(1 - \frac{1}{2.71828}) \cong 9(1 - 0.368) = 9 * 0.632 = 5.688$ 伏特。此時已經接近

$\frac{2}{3} VCC$ ，所以預備時間約為2.7秒多，如果想要縮短此時間，只要減少C4或R11的數值就可以了。

C、第二個拍掌聲

為了防止IC1提供IC2電源時產生的錯誤觸發，因此在IC2第八及第四腳加裝R14與C8，使提通IC2電源時，第三腳保持低態。當預備動作時，第二個拍掌聲觸發了IC2，並使第三腳為高態，觸發IC3，使IC3之Q1為高態，經R15限流後使電晶體動作，LED2發亮、繼電器動作，進而控制負載端。

參●結論

一、關於聲控電路的應用

聲控電路可以很方便的控制電器產品，而不需要走到電器旁或使用遙控器遙控，只需要拍手即可。如果可以將聲控電路整合至燈泡內，那麼就成爲了「聲控燈泡」，只要利用聲音即可控制燈泡開啓或關閉，不過得克服的問題是：假設只想關閉其中一顆燈泡，如何不使兩個燈泡同時動作。經過我思考的結果，我想到可使用拍手次數，或是兩次拍手間的時間大小，甚至不一定要利用拍手的方式，例如發出Do、Me的音調開啓第一顆燈泡，發出Me、So的音調開啓第二顆燈泡。

二、製作過程發生的問題與解決方式

1. 電源所提供電流不足

我本來降壓電容C9使用0.68uF，套入公式 $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$ 得到

$$X_c = \frac{1}{2 * \pi * 60 * 0.00000068} \cong \frac{1}{2.5635396053292712825855170007561e - 4} \\ = 3900.8564483307680335510726316794$$

結果大約爲3900歐姆， $110=3900I$ ，得最大可提供電流 $I \cong 0.02820512(A)$ ，也就是28mA。因爲需要較大電流來驅動繼電器，但是0.68uF所提供的電流最大電流只有28mA，因此無法順利驅動，IC也不能正常工作，我將C9換爲1.5uF才成功。

肆●引註資料

註一、喬治查爾斯電子電路網。檢索日期2009/03/02。取自<http://gc.digitw.com/Circuit/Clap-Relay-2.pdf>。

註二、喬治查爾斯電子電路網。檢索日期2009/03/02。取自http://gc.digitw.com/new_page_17.htm。

註三、陳茂璋、鄧明發、郭盈顯 (2001)。基礎電子實習(II)。台北市：知行文化。

註四、李文源、盧正川 (2006)。基本電學(II)。台北市：旗立資訊。