

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 電子、電機及資訊科

最佳創意獎

091001

瞎咪！喝水不會燙到了(自動感溫杯)

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 職二 蘇俊嘉 職二 林賢輝 職二 詹前隆 職二 王興禹	指導老師： 林己超
---	--------------

關鍵詞：溫度感測器

# 作品名稱：蝦咪!喝水不會燙到了(自動感溫杯)

## 摘要

本研究主要係在提供一種杯子，具有偵測杯子內水之溫度，並在水之溫度過高或過低時發出警示，以告知使用人注意。也可依個人喜好設定適合之溫度範圍，當加入之冷、熱水混合後到達所設定之溫度即發出警示，以方便使用人飲用。

本研究包含有：一杯體；一控制電路，其具有一溫度感測電路，一溫度控制電路，一受溫度控制電路所驅動之警示器(LED、蜂鳴器、語音)，且該溫度感測電路具有一溫度感測器，當溫度感測器感應到杯子內水之溫度時，經過溫度感測電路所傳達之訊號，由溫度控制電路來比較並判定溫度是否在設定值之內，以做為驅動警示器之依據。

## 壹、 研究動機

研究的構想來自於我們老師喜歡喝熱的開水，每當老師要喝熱開水時，總是需要藉由飲水機的冷、熱水混合，再直接飲用來嘗試水之溫度是否過高或過低。常常需要反覆試過幾次後才能找到合適的水溫，甚是麻煩。

而杯子乃我們日常生活中不可或缺的必需品，舉凡喝飲料或開水等，都需要使用到杯子。而我們所喝的飲料、水當中有熱有冷，有的溫度熱到會燙傷人，而有些人則不適合飲用過冷之水或飲料。然而，目前的杯子並無法辨識水或飲料之溫度，所以，仍然有很多人因為水或飲料之溫度過熱被燙到，也有很多人因飲用過冷之水或飲料而造成不適。

經由上網查詢「經濟部智慧財產局」專利發明時，並沒有人申請此種功能之杯子。較類似的專利為利用「LCD 顯示溫度之奶瓶」，其專利主要著重為溫度的「顯示」功能，需要持續的觀察溫度的變化。而我們的構想著重在溫度的「警示」的功能，只要溫度到達設定之範圍即發出警示，較之方便使用。

所以呢!我們開始研究，如何防止燙傷且又快速的知曉杯子內水的溫度，於是我們運用高一所學到『基本電學』的歐姆定理、分壓理論及『物理學』中材質熱傳導觀念再加上高二『電子實習』所教的二極體、電晶體、運算放大器電路運用，結合溫度感測器設計出一『溫度感測電路』配上『可設定溫度的電路』，兩種電路結合在一起來判斷是否驅動警示器，就變成可設定溫度告知的自動感溫警示杯，如此一來我們在喝水的時候，就不會因為要喝熱水而不小心燙傷了喉嚨。

## 貳、 研究目的

爲了讓大家在喝水時可以安全、快速、準確的知曉杯子內水的溫度。尤其特別針對盲眼人士在喝水時，可利用蜂鳴器發出警示聲音；且改善需要持續觀察溫度之缺失。研究的方向爲製作出可快速設定，又可符合每個人對喝水溫度的需求，且以簡單的警示(LED、蜂鳴器、語音)作爲告知使用人注意；設計出一自動感溫警示的杯子，並朝向該產品可商品化、實用化、精緻化爲目的。

## 參、 研究設備及器材

名稱	規格	單位	數量	備註
電阻器	1K 1/8W	個	1	
電阻器	10k 1/8W	個	1	
電阻器	100K 1/8W	個	2	
電阻器	1M 1/8W	個	3	
精密可變電阻器	500K	個	2	
可變電阻器	1M	個	1	
運算放大器 IC	LM324	個	1	
溫度感測器	AD590	個	1	
電晶體	9014	個	1	
稽納二極體	6 伏特	個	1	
LED 燈	5mm 紅、綠、藍	個	各 4	
電路板		個	1	
三用電表	YHF-360	個	1	
尖嘴前	電子用	個	1	
萬用鉗	電子用	個	1	
手提電鑽	110v600w 3000rpm	支	1	含鑽頭
手提砂輪機	110v300w 3000rpm	支	1	
木工工具組	線鋸、銼刀	套	1	
個人電腦	WindowsXP	台	1	含印表機
電源供應器	輸入 110v 輸出±12/5v	台	1	

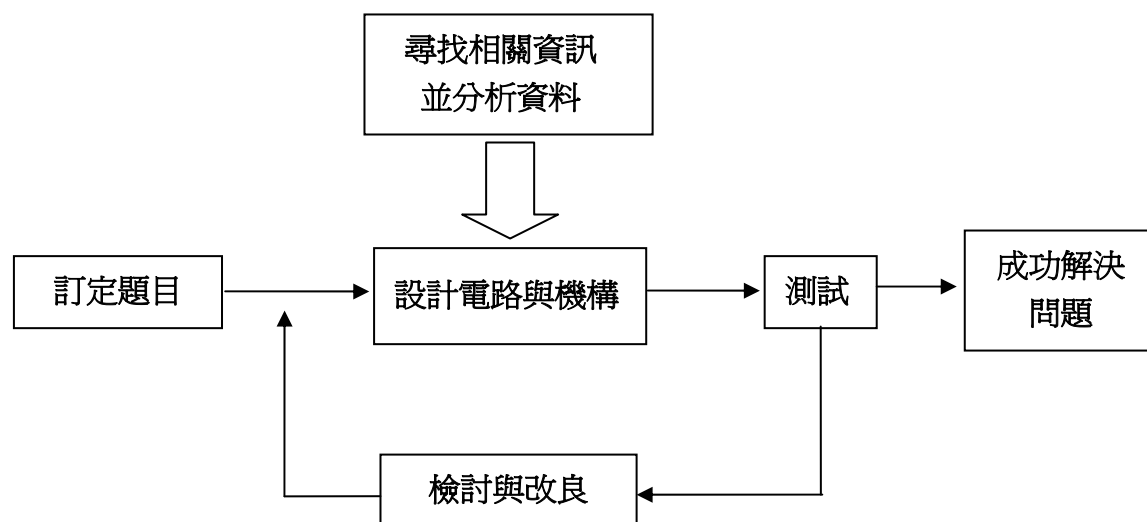
## 肆、研究過程與方法

依據研究目的，設計出一自動感溫杯，主要包含電路及機構兩大部份。

一、**電路**：溫度感測元件、溫度感測電路、溫度控制電路。

二、**機構**：杯子主體、杯子底座。

為順利解決所遇問題，採取如(圖一)所示研究過程流程圖步驟來達成研究目的。



圖(一)研究過程流程圖

## 一、電路

### (一)溫度感測元件：

我們走訪各(新竹、苗栗、台中)電子材料行，探詢溫度感測元件，主要販售的溫度感測元件有：

#### 1.AD590(半導體式溫度感測器)

#### 2.PT-100(電阻式溫度感測器)

#### 3.DS1821(數位式溫度感測器)

針對研究目的，考慮設計時應注意一般人喝水溫度的範圍、對溫度偵測的反應速度、使用小電池的驅動、設計的成本及與杯子機構的結合問題，列表(一)比較後，採用 AD590 做為我們電路之溫度感測元件。

名稱	溫度範圍	特性	價格(台幣)
AD590	-55°C~150°C	體積小、寬廣的工作電壓、高輸入阻抗	100~240 元
PT-100	-200°C~600°C	高精確度及高安定性	260~350 元
DS1821	-55°C~125°C	不需要校正電路、高靈敏度、體積小	360~500 元

表(一)市售各溫度感測器

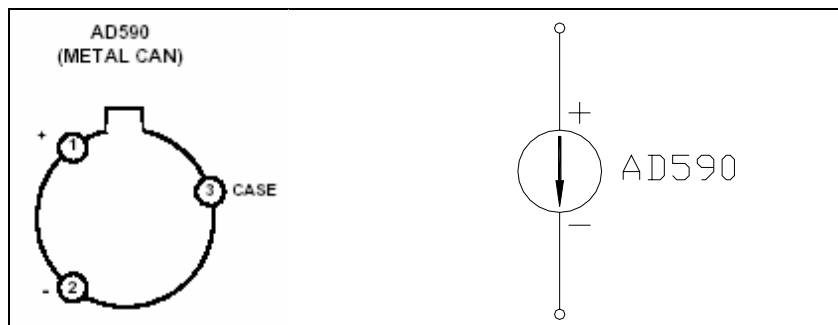
而 AD590 是一電流輸出型的半導體溫度感測元件，主要特性如下：

- (1)具有線性輸出電流。
- (2)寬廣的操作溫度範圍(-55°C~150°C)。
- (3)寬廣的工作電壓範圍(+4V~+30V)。
- (4)良好的隔離性。

AD590 的包裝與等效電路如圖(二)所示，是 TO-52 型金屬外殼包裝。他是兩端子的半導體溫度感測元件，另有一端子是外殼接腳，可接地以減少雜訊干擾。

AD590 如同一個隨溫度而改變輸出電流的定電流源，輸出電流與外殼的凱氏(°K)溫度成正比。凱氏溫度與攝氏溫度的單位相等，0°C 等於 273.2°K，100°C 等於 373.2°K。

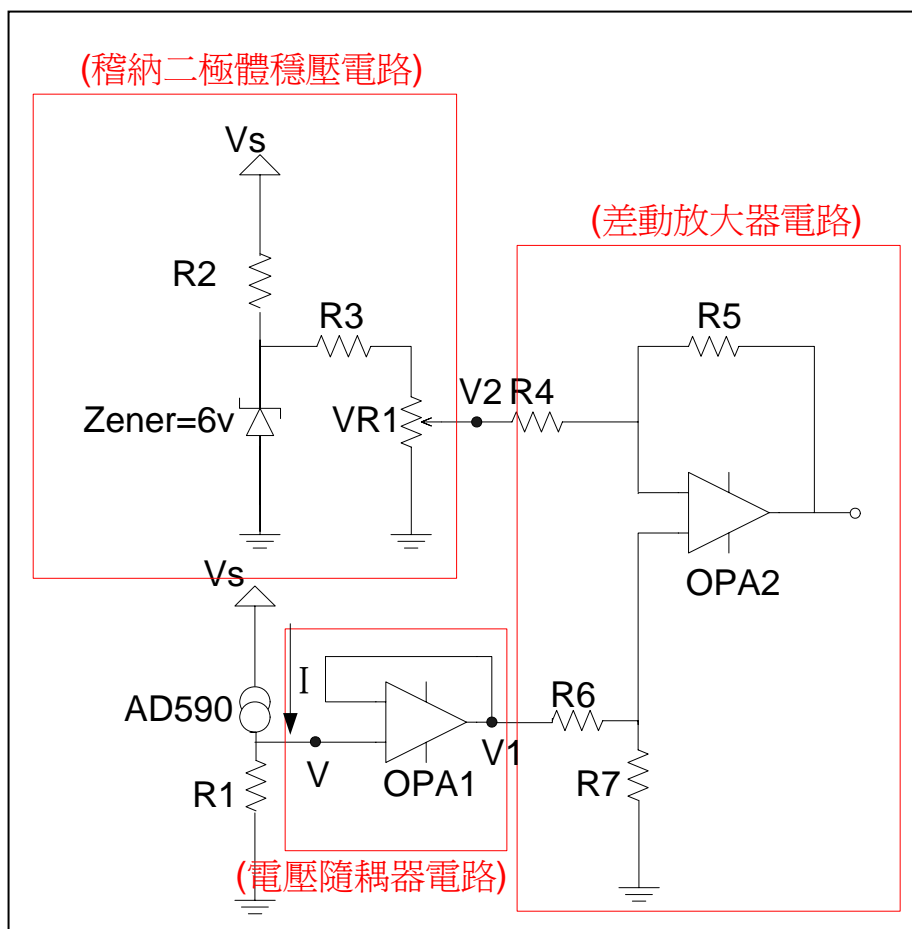
當溫度為 0°C 時，AD590 的輸出電流是 273.2  $\mu$ A。而溫度為 100°C 時，輸出電流是 373.2  $\mu$ A。溫度每升高 1°C，輸出電流增加 1  $\mu$ A，及溫度係數為 1  $\mu$ A/°C。



圖(二) AD590 包裝與等效電路圖

## (二)溫度感測電路：

由於 AD590 為一溫度變化型的定電流源，因此要知道目前的溫度必須將其轉換成電壓並做校正的處理使輸出較為方便量測。故利用『基本電學』所學之歐姆定理將電流轉換成電壓訊號，在運用『電子實習』所學習到之稽納二極體穩壓電路、電壓隨耦器電路、差動放大器電路電路組合出一溫度感測電路如圖(三)所示。



圖(三)溫度感測電路

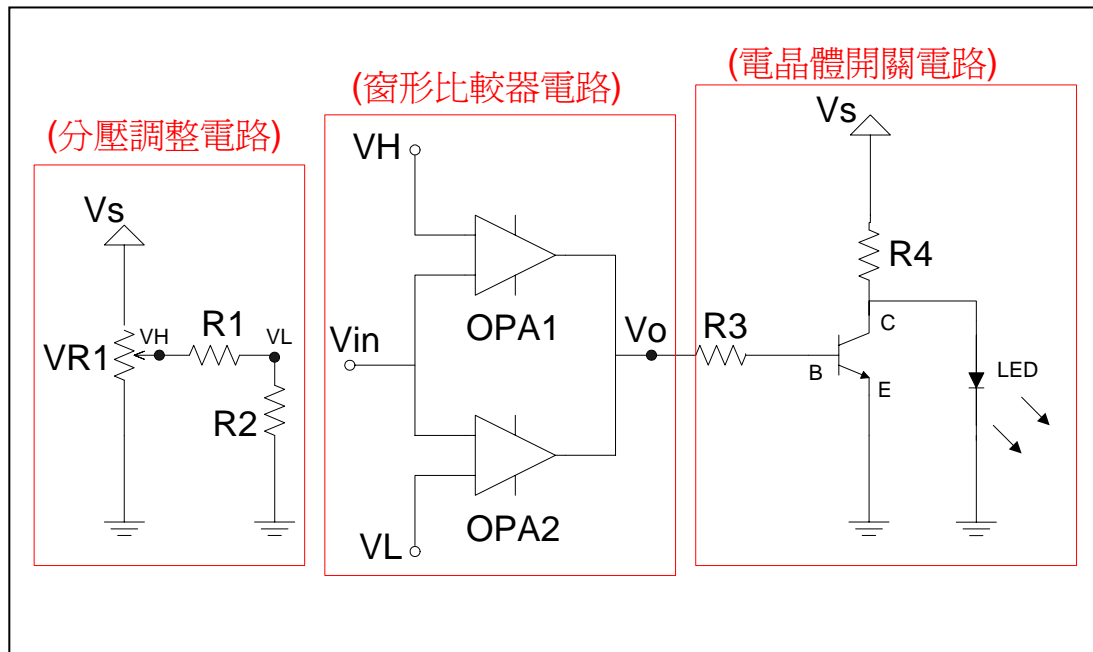


## 電路設計分析：

1. AD590 的輸出電流為  $I=(273+T) \mu A$  (T 為攝氏溫度), 因此利用歐姆定理的原理串接一  $R1=10K$  電阻, 使量測的電壓  $V$  為  $(273+T) \mu A \times 10K = (2.73+T/100)V$ 。為了將電壓量測出來又需使溫度感測元件轉換出之電流  $I$  不分流出來影響溫度準確度, 我們利用運算放大器輸入阻抗無限大的特性連接出電壓隨耦器電路使其輸出電壓  $V1$  等於輸入電壓  $V$ 。
2. 由於我們所設計的電源是使用小型電池, 怕電力消耗會影響到校正補償電壓值的漂移, 因此我們使用稽納二極體作為穩壓零件, 再利用可變電阻分壓, 使輸出電壓  $V2$  可調整至  $2.73V$  做為提供校正的電壓輸入值。
3. 接下來我們使用差動放大器電路設定  $R4=R6=100K$ ,  $R5=R7=1M$  將其輸出  $V_o$  為  $(1M/100K) \times (V1-V2) = T/10V$ , 使輸出電壓值可方便觀察出目前的攝氏溫度。(EX: 如果現在為攝氏 28 度, 輸出電壓為  $2.8V$ )。

### (三)溫度控制電路

爲了提供使用者可自由設定自動感溫杯內水之溫度並於水之溫度達到設定值之內時驅動警示器。我們主要運用『電子學』上課所教之窗形比較器電路，再利用『基本電學』中之串聯分壓原理使用可變電阻當作使用者之調整轉鈕再加上電晶體開關電路設計出溫度控制電路如圖(四)所示。



圖(四)溫度控制電路

## 電路設計分析：

- 1.將溫度感測電路中之輸出電壓值當作窗形比較器電路之輸入值( $V_{in}$ )，當輸入之電壓值介於窗形比較器之上、下限參考電壓  $V_H$ 、 $V_L$  的範圍內，使輸出電壓( $V_o$ )為零伏特。當輸入之電壓值小於  $V_L$  或大於  $V_H$  的設定值時，使輸出電壓( $V_o$ )為運算放大器的飽和電壓。
- 2.因為我們要設計出可快速設定溫度，又考慮倒入冷熱水之溫度變化的穩定時間問題及我們人體對喝水溫度的容忍範圍。如果溫度的設定值太精確或溫度範圍過大會造成使用上的不便，所以我們利用分壓原理，由可變電阻( $VR1$ )、 $R1$ 、 $R2$  及來設定溫度的上、下限溫度之電壓值  $V_H$ 、 $V_L$ ，就可藉由轉鈕快速設定溫度及調整溫度範圍。
- 3.為使窗形比較器輸出之訊號可驅動警示器(LED、蜂鳴器、語音器)我們可直接串接警示器做**低電位**動作；或利用電晶體開關電路的反相原理做來驅動警示器做**高電位**動作。如此只要杯內水之溫度達到設定範圍就可發出警示。

## 二、機構

### (一) 杯子主體：

我們為使所設計之電路可適用任何形式之杯體(馬克杯、圓形杯、方形杯等)及材質(如玻璃、水晶、金屬、陶瓷、木材、塑料等)，再加上盡量不破壞整體之美觀性及方便準確的感測杯內水之溫度。由『物理學』中之熱的傳播單元得知金屬中以銀的導熱最快，銅次之如表(二)，而非金屬較不易導熱。決定杯體如圖(五)所示，並考量施工便利性，暫時決定於杯的底部透過銅螺絲穿透杯底連結鋁片做熱傳導處理。如圖(六)所示。

物質	導熱係數 K	物質	導熱係數 K
銀	0.980	鉛	0.08
銅	0.92	水銀	0.02
鋁	0.48	橡木	0.0038
鋅	0.27	玻璃	0.0019
黃銅	0.258	水	0.0015
鐵	0.16	空氣	0.000055

表(二) 導熱係數(卡 / 公分 · 秒 °C)



圖(五)杯體



圖(六)杯底熱傳導處理

## (二)杯子底座

為使所設計之電路可放置的空間，及考慮到杯子清洗的問題可能會造成電路的故障及短路，所採取的處理方式有二：

- 1.做防水的處理。
- 2.做可拆式的處理。

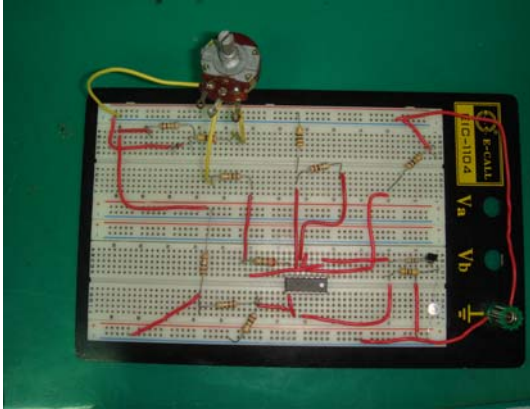
如果採用防水的處理可把杯子主體與底座封死，但在更換電池及控制轉鈕之處的防水處理就非常的重要，成本的花費很大，所以我們採取如圖(七)所示可拆式的處理方式來方便處理杯子主體清洗問題。



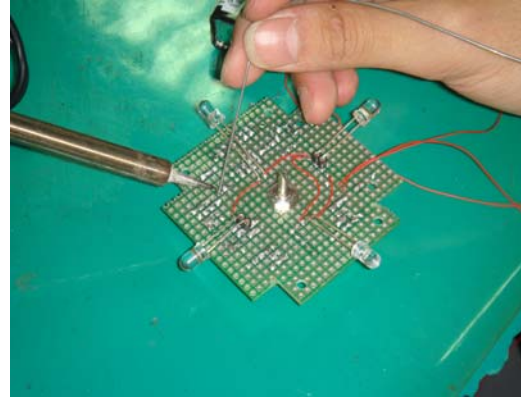
圖(七)杯子主體與底座

## 伍、研究結果

### 一、電路連接與焊接

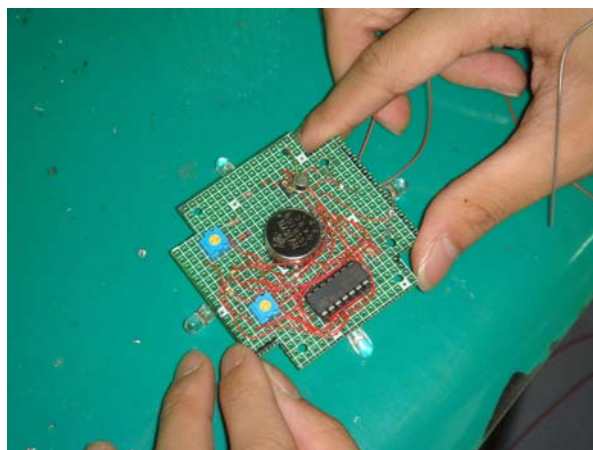


圖(八)電路麵包板測試連接



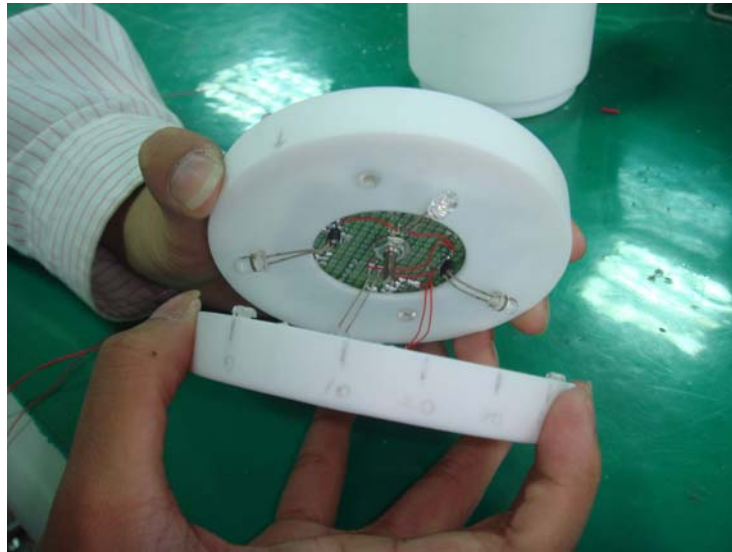
圖(九)電路焊接

### 二、電路測試



圖(十)電路測試

### 三、電路與機構組裝



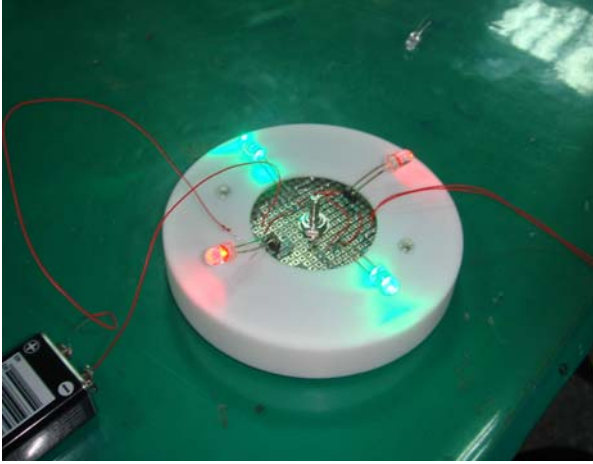
圖(十一)電路與底座、調整轉盤組裝



圖(十二)杯體與電路、底座、轉盤組裝



#### 四、實際測試



圖(十三)LED 驅動測試



圖(十四)靜態測試



圖(十五)加入冷熱水測試

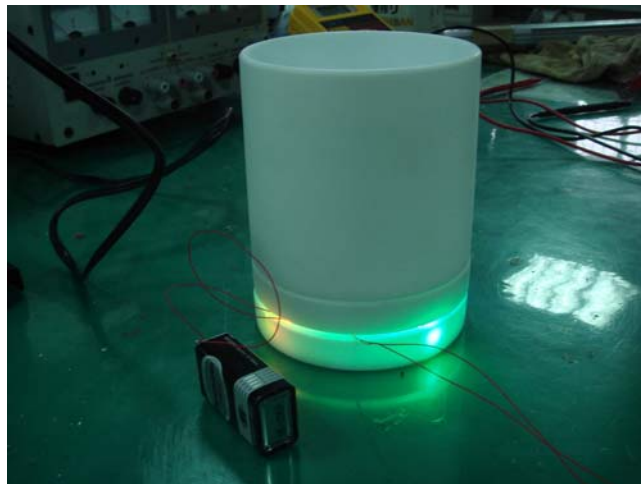


## 五、產品製作完成

### (一) LED 警示型：

優點：溫度設定較為方便，直接轉動轉盤即可設定。也可藉由轉動轉盤觀看溫度刻度，立即得知杯內水之溫度。夜間或光線不足時更易提醒使用人注意。

缺點：機構需多增加一層轉盤，增加製作成本。



圖(十六)自動感溫杯(LED 警示型)

### (二)蜂鳴器警示型：

優點：主要針對盲眼人士所設計之警示杯，藉由聲響來達到警示之功能。

缺點：電路縮小不易，因蜂鳴器體積有限，如圖(十七)所示。



圖(十七)蜂鳴器警示型電路



圖(十八)自動感溫杯(蜂鳴器警示型)

(三)溫度內調整式型：

優點：可節省電路面積，適用於較小尺寸樣式之水杯，方便製作出精緻小巧之自動感溫杯。

且可分段警示溫度之低、中、高溫。

缺點：設定之溫度無法由外部直接調整。



圖(十九)自動感溫杯(溫度內調整式型)

## 陸、討論

一、為使電路可以適用任何杯體及注重杯子美觀、精緻的處理，必須把電路做到最小化，但在實際的設計時，因最基本的電子零件尺寸、電池大小、焊接的技術等，在設計機構時必須要配合電路的尺寸來設計，故有一定大小的限制。在改進上可用兩種方式處理：

(一)簡化電路，並使用較小尺寸零件：可移除校正溫度電路，即可減少倍分電子零件，增加空間利用及提高電池使用時間(因減少支路分流)，成本花費減少。但在換算為攝氏溫度時較為不便(如：攝氏 30 度  $C = 3.03V$ )，且設定轉鈕之變化不宜過大，因移除校正電路，溫度範圍 0~100 度 C 轉換為電壓值為 2.73V~3.73V。或使用數位式溫度感溫器，即可大幅簡化溫度感測電路，因感測輸出之電壓直接可對應攝氏之溫度，且靈敏度、精準度更高，但成本較高，如大量生產即可考慮使用。

(二)將電路做成積體電路：如此電路體積可減少至最小，使用電壓可使用小伏特之電池驅動，較為省電且可長時間使用，是最為理想的處理方式。但製作積體電路需要特別訂做，所花費成本過大，除非大量生產才可降低成本。

二、實際加冷熱水測試時，因各種杯體材質的不同影響對杯子內水溫度的熱平衡(降溫或升溫後穩定的快慢)及杯底所設計導熱材質與溫度感測器的接觸傳導情形及考量人體對水溫度的容忍程度，會影響感測時溫度的設定值與範圍是否設定妥當。在改進上可採取以下處理方式：

(一)使用較高靈敏度之溫度感測器。

(二)設法將溫度感測器與杯體的導熱材質做最佳接觸面的處理。

(三)導熱材質可使用銀之材質，使溫度感測器可更快速感測杯內水之溫度變化。

(四)針對不同材質的杯體必須分別測試校正各杯體內水溫度於較穩定之時間為何，並考量人體的接受程度來設定溫度值與範圍。

## 柒、結論和心得:

- 一、產品的生命，維繫於設計過程考量的慎密與周到。
- 二、產品的命運，決定於同質性的競爭與消費者臨場購買的名智抉擇。
- 三、產品的生態，因使用者的心智、流行性而有所影響；惟有好的設計、容易使用、舒適、安全、時代感、重視環保…等的條件，是愛用與延續的不二法門。
- 四、設計之路要經常培養創造力，不僅可從中獲得樂趣，更是維持本身未來競爭力的方法。

本研究過程本著求真、求新之科學精神，讓我們磨練資料收集分析之研究能力，並將我們所學過的物理、基本電學、電子學與感測器元件運用等理論學科應用至生活中，讓這些知識不僅僅是升學考試的一環而已，更激發出我們的創意思維。

## 捌、參考資料

1. 陳加山(民 87)。感測器。台北縣：龍騰文化事業有限公司
2. 陳昇(民 95)。電子學 II。台北市：華興書局
3. 黃錦華、郭塗註(民 93)。基本電學 I。台北市：華興書局
4. 黃國軒、陳美汀(民 94)。電子實習 I。台北市：全華科技圖書股份有限公司
5. 黃國軒、陳美汀(民 94)。電子實習 II。台北市：全華科技圖書股份有限公司
6. 葉英珍、柯士山(民 90)。物理 I。台北縣：龍騰文化事業有限公司

【評語】

091001 瞎咪！喝水不會燙到了(自動感溫杯)

1. 本作品能感測杯水溫度，溫度過高或過低時會以燈光或音效警示，具創新性與實用性。
2. 溫度量取方式及相關機構設計仍有改善空間。
3. 可靠度宜再提升，電路、元件或電池故障或失效時，如格確保安全，宜加考量。