

投稿類別：  
工程技術類

篇名：  
超音波感測器之應用探究

作者：  
翁茂傑。臺北市立松山工農職業學校。子三智班。  
郭彥智。臺北市立松山工農職業學校。子三智班。

指導老師：  
陳茂璋

## 壹●前言

### 一、研究動機

我們做的題目是超音波感測器之應用探究。為什麼會突然想研究超音波呢？最近在看一些動物頻道，剛好看到節目在介紹蝙蝠，他說蝙蝠獵食時，是利用超音波來感測獵物的所在地，而達到精準的獵捕行動。看到此處，我對超音波大感好奇，於是便著手開始研究了超音波。

剛開始時，我們從生活中找出了有用到超音波的物品，隨便搜尋便找出了一大堆東西，經過我們仔細的閱讀之後，發現了超音波已經開始成為了一種新的趨勢了，所以我們決定去研究超音波的應用與原理。

### 二、研究目的

- (一)了解超音波可利用在哪些地方。
- (二)了解超音波發射與接收之處理方法。
- (三)利用超音波感測器設計應用電路。

## 貳●正文

### 一、理論探討

#### (一)超音波的利用

超音波感測器是一種偵測及發射頻率超過聲音頻率(20KHz以上)的元件。並且接收與發射是針對某一特定的頻率。底下我們將進一步說明超音波感測器應用在什麼地方。

#### 1. 醫學應用

- (1) 超音波顯像：婦產科或其他偵測。
- (2) 超音波碎石機：人體結石之體外震碎設備。

## 2.工業應用

- (1) 超音波熔接機：把兩片塑膠完全熔接。
- (2) 超音波洗碗機：去汙去油高速清洗設備。

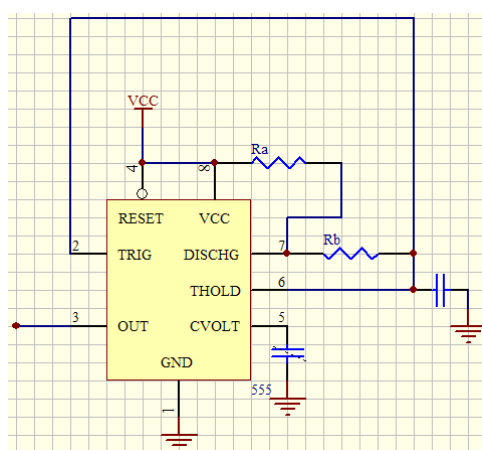
## 3.家庭應用

- (1) 超音波驅蚊、驅鼠器：高頻音波是蚊鼠受不了。
- (2) 超音波防盜器：小偷入侵時的警報設備。

## 4.其他應用

- (1) 超音波測距、超音波接近開關……。
- (2) 超音波磨膚去角質。
- (3) 超音波按摩浴缸、超音波切割器……。

### (二)555無穩態多諧振盪器原理



(圖一)555無穩態基本電路圖

當加上電源後，電容器 C 經外接電阻  $R_a$  與  $R_b$  由  $V_{cc}$  充電，電容器 C 兩端電壓一直上升到  $2/3V_{cc}$ (第六腳之臨界電壓)，於是推動 555 內部比較器，再觸發正反器使第三腳的輸出為低態，此外，放電電晶體被驅動而導通，使得第七腳的輸出將電容 C 經電阻  $R_b$  放電，電容器的

電壓就開始下降，直到它降到觸發位準  $1/3V_{cc}$ ，正反器再次被觸發，使第三腳輸出回到高態，且放電電晶體截流，於是電容器 C 再次經由電阻  $R_a$  及  $R_b$  充電，重複這些動作就會產生震盪。(註一)

1. 充電迴路：由  $V_{cc}$  出發，經由  $R_a$  及  $R_b$  至電容器 C。

2. 放電迴路：由電容器 C 出發，經由  $R_b$  至 555 第七腳。

3. 週期  $T=[0.7(R_a+R_b)*c]+[0.7*R_b*C]$ 。(註一)

4. 震盪頻率  $f=1/T=1.44/[(R_a+2R_b)*c]$ 。(註一)

### (三)OPA的簡介

#### 1. 基本 OPA 之特性

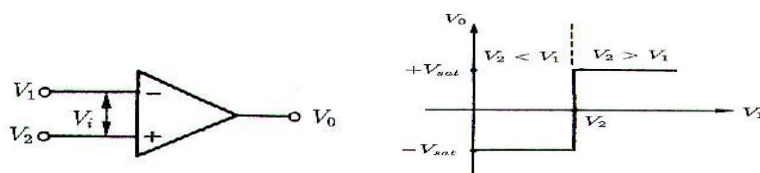
- (1) 輸入偏移電壓(input offset voltage,  $V_{io}$ )指為獲得零輸出電壓而必須加於二輸入端之間的電壓。
- (2) 輸入偏移電流(input offset current,  $I_{io}$ )當輸出電壓為零時，輸入端的各電流間之差值。
- (3) 輸入偏壓電流(input bias current,  $I_{ib}$ )指兩輸入端電流和的平均值。
- (4) 輸入偏移電壓漂移(input offset voltage drift,  $\Delta V_{io}/\Delta T$ )指對一定值輸出電壓時，輸入偏移電壓變量對溫度變量之比值。(註二)

#### 2. OPA 理想特性

- (1) 輸入阻抗無限大。
- (2) 輸入抵補電壓為零。
- (3) 輸出電阻為零。
- (4) 特性不隨溫度改變而漂移。
- (5) 開環電壓增益無限大。

- (6) 響應時間為零。
- (7) 頻帶寬度無限大。
- (8) 共模增益等於零。

3. OPA 構成之比較器



(圖二)比較器簡介(註二)

如(圖二)為利用 OPA 構成之比較器電路，其工作原理為：當  $V_1$  等於  $V_2$  時，則  $V_0$  為 0，當  $V_1$  小於  $V_2$  時，則  $V_0 = +E_0(\text{sat})$  正飽和極限，當  $V_1$  大於  $V_2$  時，則  $V_0 = -E_0(\text{sat})$  負飽和極限。(註二)

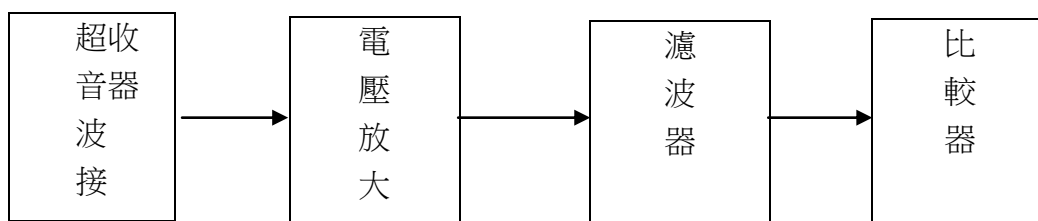
二、 電路方塊圖

1. 發射電路方塊圖



(圖三) 發射電路方塊圖

2. 接收電路方塊圖



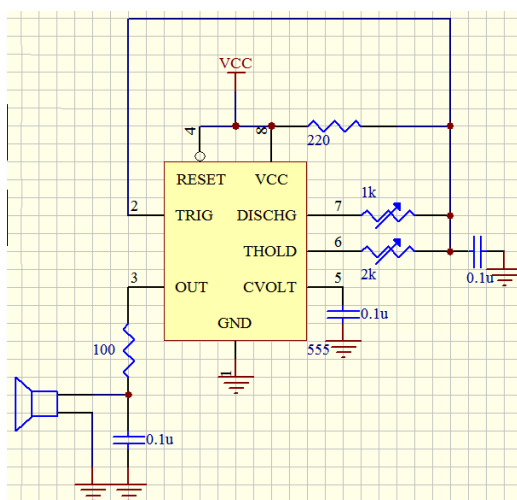
(圖四) 接收電路方塊圖

以下是電路方塊圖的簡單說明：

- (1)震盪電路：提供超音波發射器所需的39kHz頻率。
- (2)電壓放大：將超音波接收器所接受到的微弱信號加以放大，以增加超音波發射、接收的距離。
- (3)濾波器：將電壓放大器輸出的交流信號，整流、濾波成直流電壓並輸出至比較器。
- (4)比較器：藉由比較器的輸出，來指示是否有接收到超音波信號。

### 三、 電路與原理說明

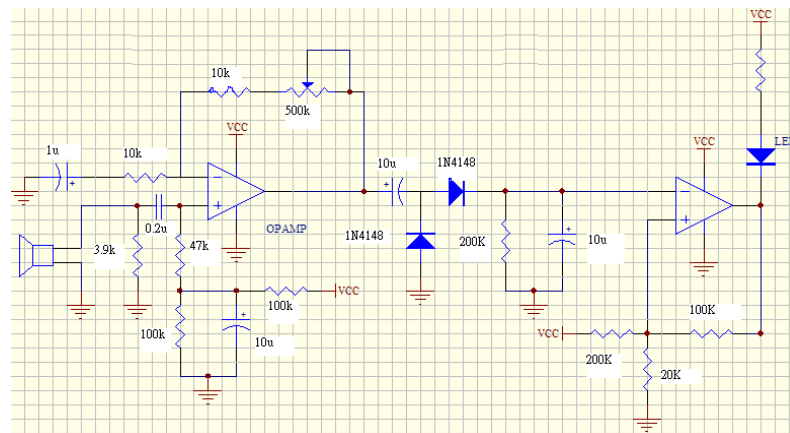
#### (一) 發射電路原理說明



(圖五)發射電路圖

(圖五)為超音波發射器的電路圖，主要是利用555多諧振盪電路，產生超音波發射器所需的諧振頻率。途中的可變電阻是用來調整555震盪電路的輸出頻率，此頻率與超音波發射器的諧振頻率越接近，則超音波發射器的輸出信號電壓越大。(註三)

(二)接收電路原理說明



(圖六)接收電路圖

因為超音波接收器的輸出信號，決定於發射器所發射出來的音波壓力有多強，所以在一定距離以上時，所接收到的信號會變弱，所以必須把所獲得的信號加以放大。若有不必要的干擾時，可以加帶通一個濾波器，若輸出信號太小，便再加以放大，或以比較器做波形整形，以利判斷電路，辨認是否有信號發射過來。(註三)

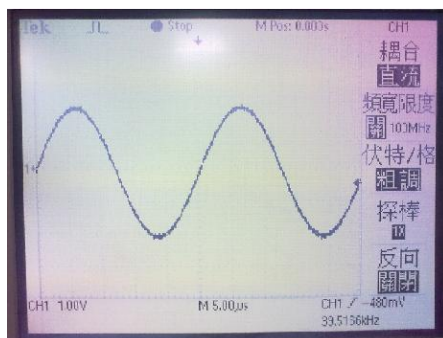
比較器電路則是，由電阻的設定，以改變其高臨界電壓合低臨界電壓( $V_{TH}$ 和 $V_{TL}$ )。當接收到超音波信號時， $V_{o2} > V_{TH}$ ，則 $V_{o3} = 0$ ，LED ON。若沒有接收到超音波信號時， $V_{o2} < V_{TL}$ ， $V_{o3} = V_{cc}$ ，則LED OFF。(註三)

四、研究過程與成果

在做完理論探討及電路設計之後，我們即著手進行實驗研究。

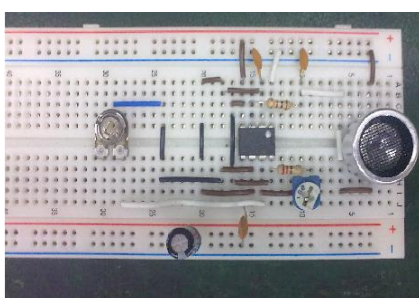
(一)首先，我們先將函數波產生器接在超音波發射器，示波器則接在超音波接收器，然後調整函數波產生器的輸出頻率(振幅固定不變)，直到示波器上的波行振幅最大為止。此時的頻率及為超音波發射、接收器的諧振頻率。如(圖七)所示的頻率為39.58kHz。

## 超音波感測器之應用探究

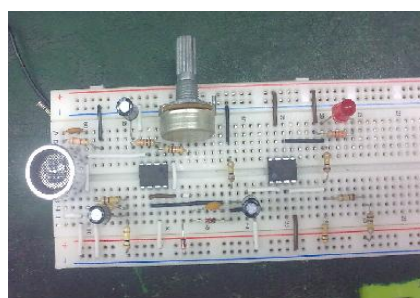


(圖七)超音波發、射接收器的諧振頻率測試

(二)(圖八)是超音波發射器的電路實品，(圖九)則是超音波接收器電路實品。

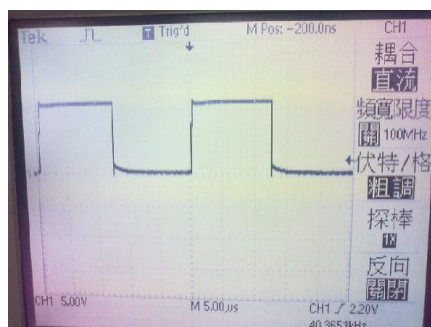


(圖八)超音波發射電路

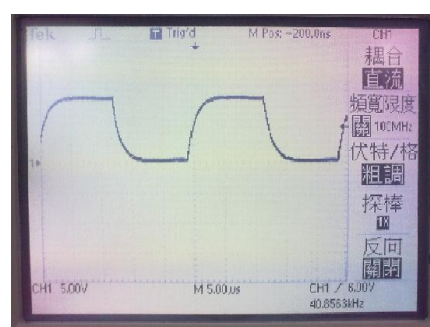


(圖九)超音波接收電路

(三)(圖十)則是超音波經過555震盪器所產生的頻率 $f=1/T=1.44/[(Ra+2Rb)*c]$ 約為40.36KHz，(圖十一)是超音波發射器發射出的波形。



(圖十) 555震盪器輸出波形



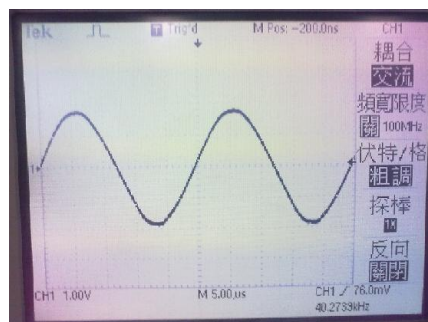
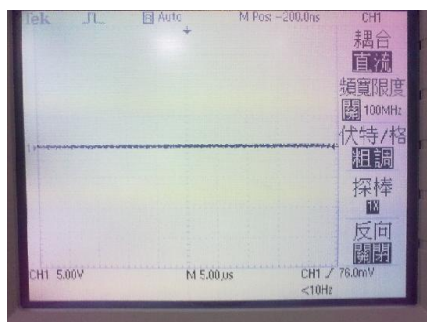
(圖十一)超音波發射波形

(四)(圖十二)是超音波未接收到信號的波形，(圖十三)則是超音波接收器接收



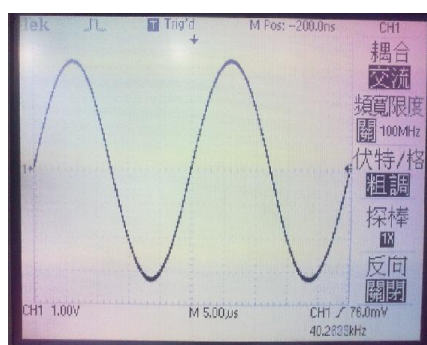
## 超音波感測器之應用探究

到信號的波形。



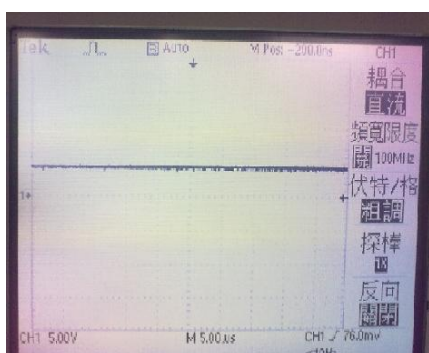
(圖十二)未收到信號的超音波波形 (圖十三)收到信號的超音波波形

(五)(圖十四)是超音波信號經過OPA的信號放大所產生的波形。

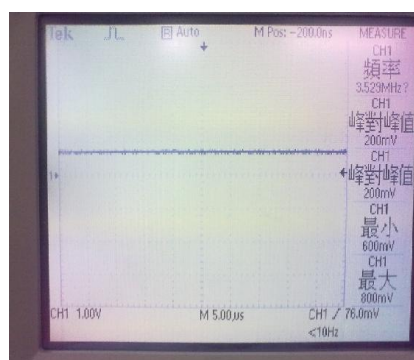


(圖十四)OPA信號放大輸出波形

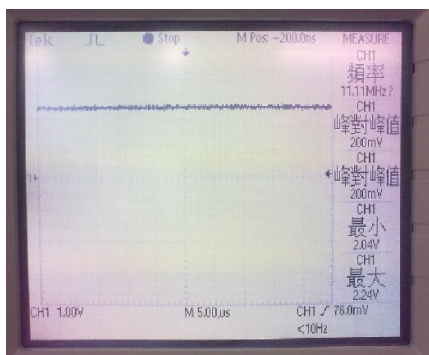
(六)(圖十五)是經半波整流的波形，(圖十六)是未經比較器的電壓約為0.6V，(圖十七)則是經過比較器之後的電壓約為2.04V，(圖十八)則是比較器接收到超音波信號時，使LED燈發光。



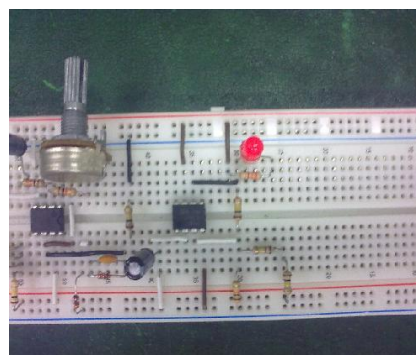
(圖十五)經半波整流之波形



(圖十六)未經比較器的電壓



(圖十七)經過比較器之後的電壓



(圖十八)比較器收到信號使LED燈亮

## 參●結論

在此次的研究中，我們經過一番的實驗之後，終於完成超音波感測器的發射與接收實驗。在一開始還沒接觸超音波之前，對於超音波的看法總是很抽象，沒有辦法去想像一個看不到的現象，還要用這看不到的現象來作應用，更是讓人摸不著頭緒，不過，也由深具挑戰性，所以激起我們對超音波的研究興趣，因此，我們才決定要研究此設計，最後也在我們不斷的實驗，不斷的測試，終於完成我們的研究目的。雖然實驗的結果並不是十分理想，但是卻能當作一個往超音波感測器深入研究的基石，從實驗、測試到結果，我們獲得不少超音波的資訊、感測方式、感測原理和其應用，也從中得到許多的經驗，這是我們研究過程中最大的收穫。

## 肆●引註資料

註一、陳清良。電子電路。台北：龍騰。

註二、陳文山、郭清池(民83年)。電子學(三)。台北：全華。

註三、盧明智、陳政傳(2009)。感測器原理與應用實習。台北：台科大。