

超音波反射原的理應用

高中組應用科學第二名

臺中一中

製作：雲逸仙 楊建中

廖倍顯

指導：許志成

一、動機：

近世科學日益昌明，各種專門學問幾已發展至登峰造極的階段，超音波當然亦不例外。

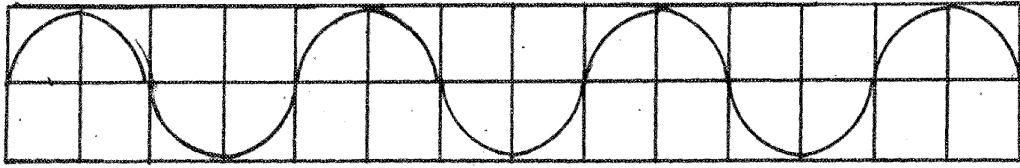
從神話中我們知道阿拉丁有一個神燈，也知道潘多拉有一個魔箱，它們都能製造令人不可思議的奇蹟，如今我們有一魔鏡——「雷達」它能增加吾人的視界，其具有超過百層阻礙的能力能夠明示道路、山脈和移動的飛機，還能……，功能遠超於神燈和魔箱，但是至今雷達仍是一秘密，且市面上無法找到詳細的參考資料，以致不能應用於日常生活之中，所以我們想是否可以不利用無線電波而以別的波代之，來做類似雷達的工作。

二、目的：

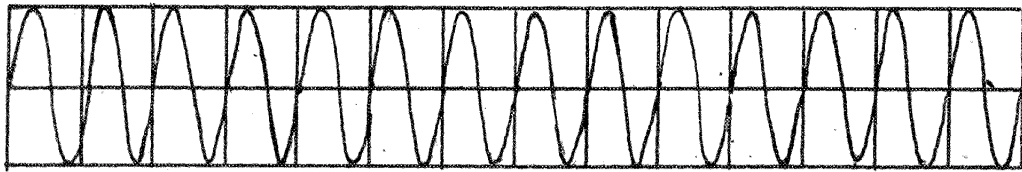
這次實驗我們以超音波為對象，純為實驗性質，成功與否對我們只是一種考驗，主要以測量距離、防盜和幫助盲人為宗旨。

三、基本原理：

超音波為一較普通音波頻率為高之音波，蓋人耳可聽見之音波最高至 20KHz，而超音波之頻率往往高至 50KHz，因此超音波有很重要的特性——人耳聽不見，但仍有音波之各種特性。



低 頻 率 之 音 波

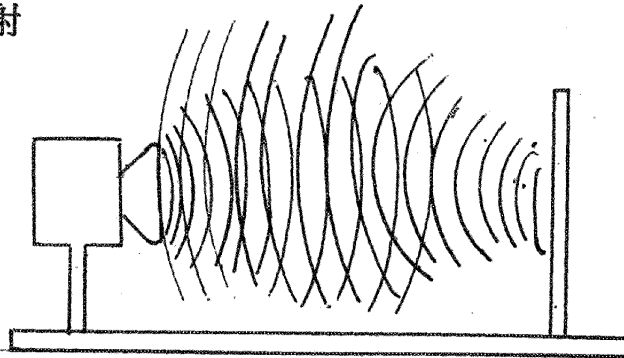


高 頻 率 之 音 波

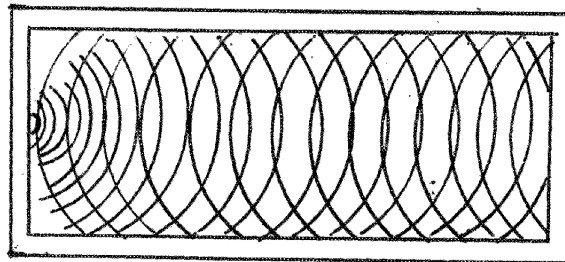
今天，我們利用超音波之很重要的特性——遇物反射，音波前進時碰到障礙物就會反射，然其性質仍未改變，我們可由回聲知道音波的反射，更可由水波之實驗清楚觀察之。

(一)音波之反射

(二)水波之反射



(一)



(二)

音波在定溫時，具有定速度之性質，這是很重要的特性，就如無線電波，今以 15°C 討論之，此時聲速 340 m/sec ，由 $S = VT$ 設發射到接收時所經過的時間為 t ，則其間距離

$$S = 340\text{ m/sec} \times \frac{t}{2}\text{ sec} \quad (\text{來回時間之半})$$

這是我們測量距離的依據。

測距計算：

距離 = 速度 \times 時間

$$S = VT$$

$$1. V = 331 + 0.6t \quad (\text{溫度})$$

2. 溫度以 15°C 計算之

$$\therefore V = 331 + 0.6 \times 15 = 340 \quad (\text{m/sec})$$

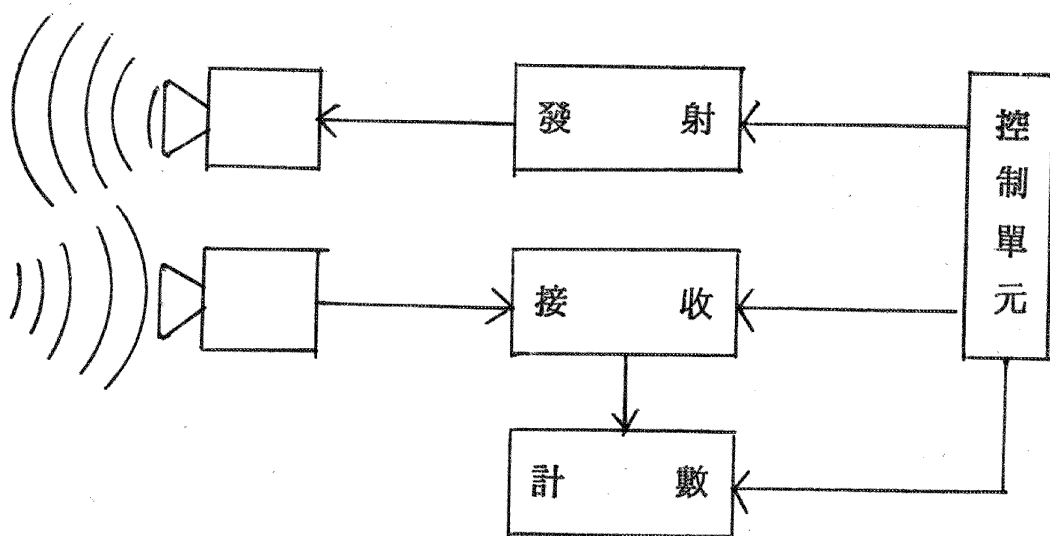
溫度改變時可重新訂之。

$$3. \therefore S = 340\text{ m/sec} \times \frac{t}{2}\text{ sec} \quad (\text{來回時間之半})$$

$$4. \text{在水中} \quad S = 340\text{ m/sec} \times \frac{t}{2}\text{ sec} \times 4$$

5. 在其他介質中以此類推。

現在根據上述我們可設計其方塊圖如下：



當電源打開時，控制單元就開始工作，令發射器發射超音波，同時也令計數器按一定頻率計數（控制單元、發射器、計數器三者之動作同時進行），此時接收器無作用，當發射器發射一極短時間之超音波後，即令之停止，而令接收器接收（發射器關，接收器開的動作亦是同時進行的），而此時計數器仍有作用，當超音波遇物反射經接收後，則令計數器停止計數，則由計數器上之數字我們便可知道某物之距離了。

圖解如下：

	控制單元	發射器	接收器	計數器
發射開始	1	1	0	1
發射完畢	1	0	0	1
接收開始	1	0	1	1
接收至訊號	1	0	1	0

為何要發射時不接收，而接收時不發射呢？

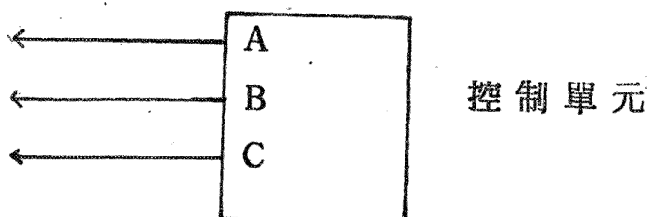
因為若發射時也接收，則發射出去之超音波未經反射即被接收了，因此所得之數字就不準確了。

若接收時也發射，則發射之超音波會干擾到接收器的動作。

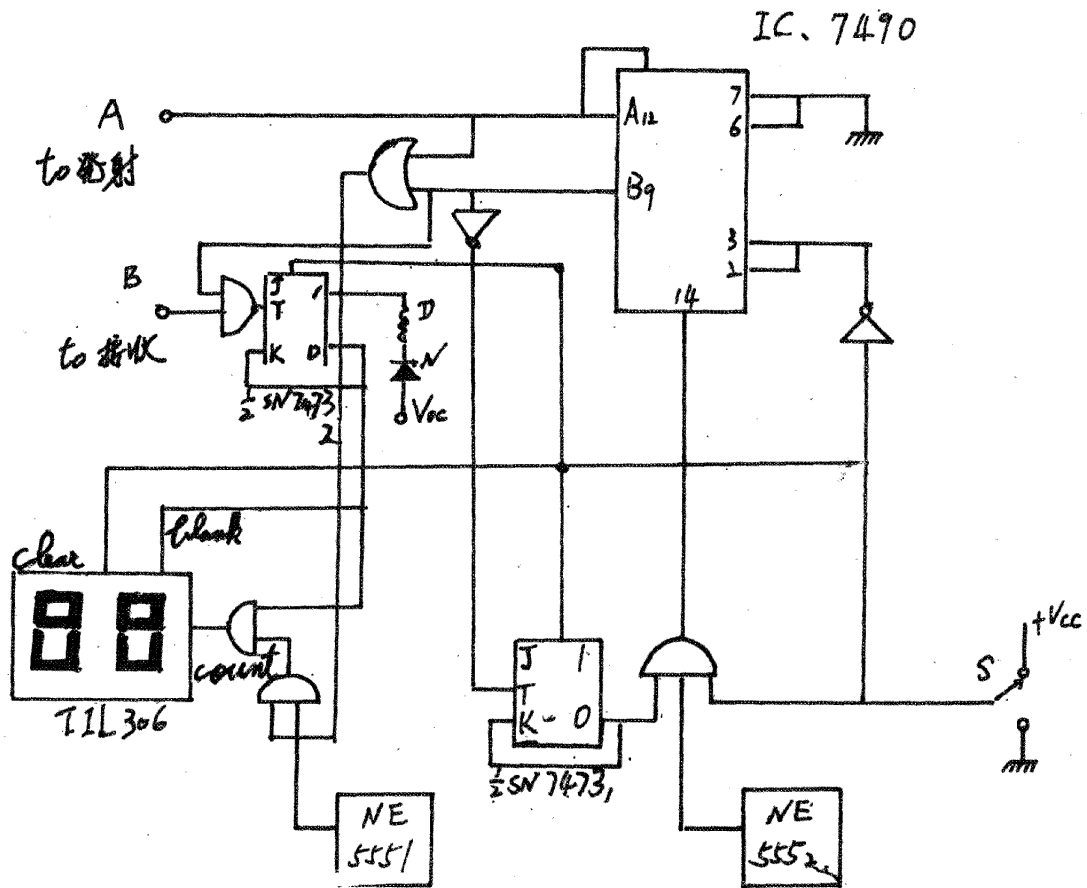
電路設計：

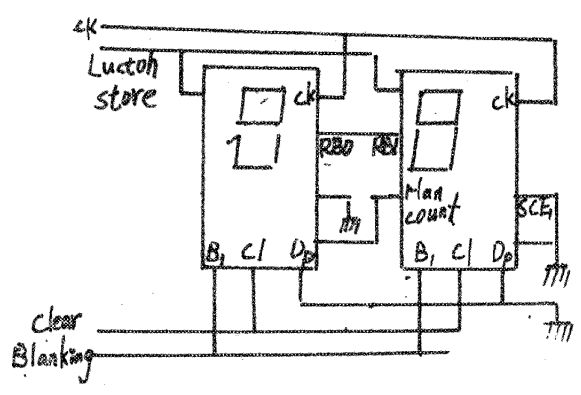
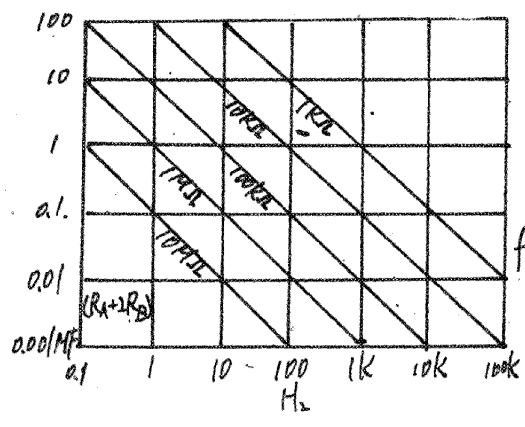
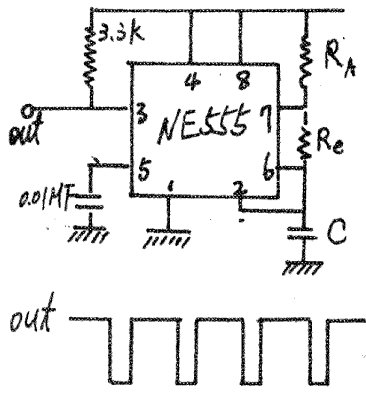
我們竭盡心思設計了此電路，唯因才疏學淺，雖經多次修改，難免有錯誤，尚請諸先進不吝指正，則不勝感激。此電路最主要的部份為控制單元，控制單元其功用為控制發射、接收和計數的動作。我們採用了數位 IC，以邏輯 1.0 之變化所組成。

但其必須具有下列邏輯功能：



	A	B	C
發射開始	1	0	1
發射停止接收開始	0	1	1
收到訊號	0	1	0
動作完成	0	0	0



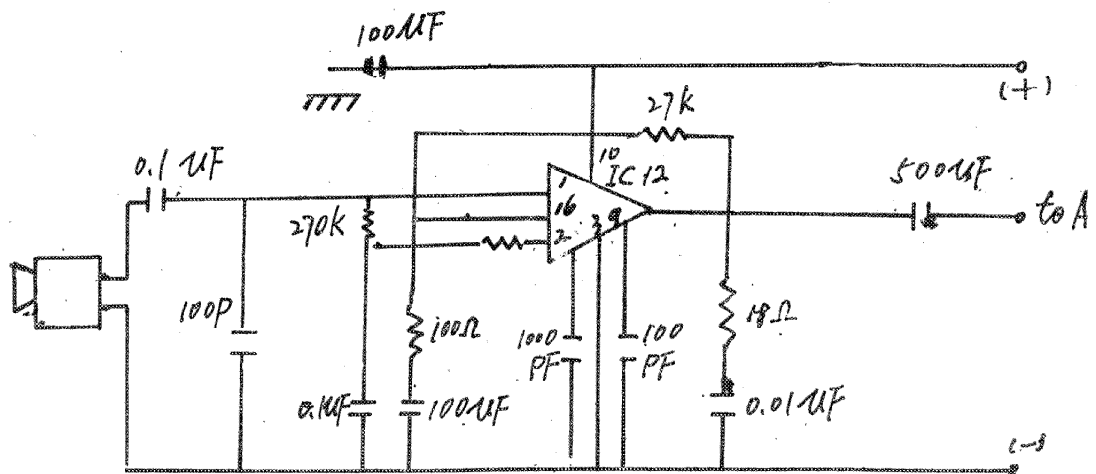


NE 555₁ 係用來產生計數脈波，NE 555₂ 產生脈波由 0→1 時使 SN 7490 之 Pin 12 由 0→1，因此使發射開始同時也經 AND 閘，使 TIL 306 產生計數動作，此時 SN 7490 之 Pin 9B 為 0 故接收之訊號不輸入，無法使 SN 7473₂ 產生動作。又當 NE 555₂ 之脈波再一次由 0→1 時，使得 SN 7490 之 Pin 12 A 由 1→0 因此發射停止，同時 Pin 9B 也由 0→1，因此使 SN 7473₂ 之 0 輸出由 1→0 由於 AND 閘之作用使得 NE 555₂ 之動作無法再影響到 SN 7490，因此 SN 7490 之 Pin 12A 保持著 0，而 Pin 9B 就保持著 1，也就是發射停止，接收開始，但此時計數的動作不受影響。若經一段時間後訊號反射回來使得 SN 7473₂ 之 0 輸出端由 1→0，因此 TIL 306 停止計數且由於 blank 由 1→0 因此數字管 TIL 306 也就顯示出數字。

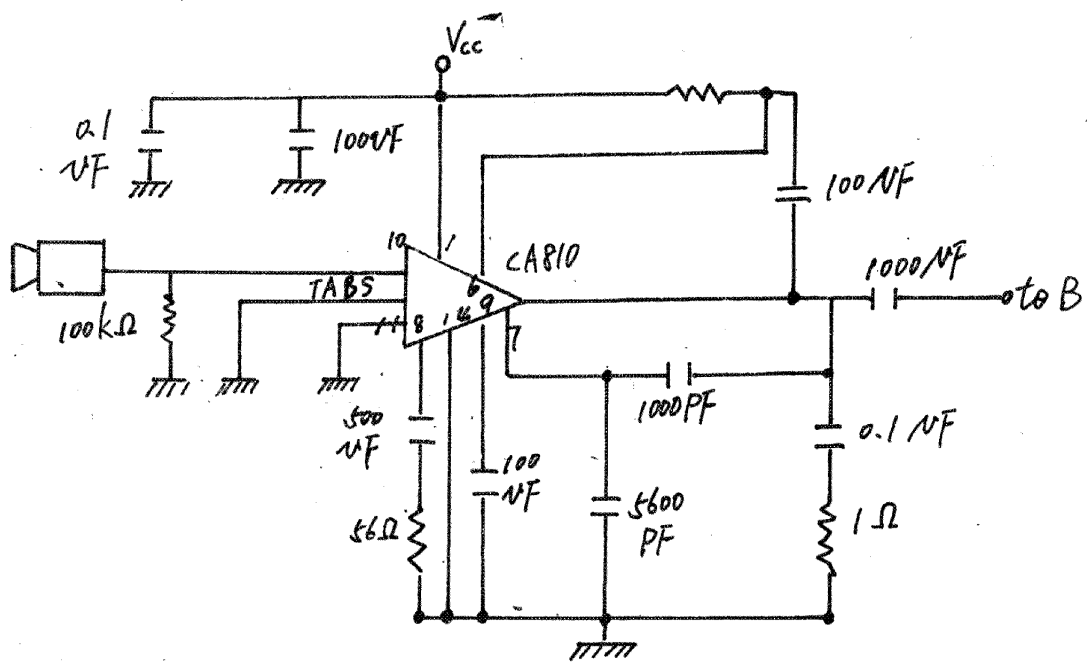
SN 7473₂ 之 1 輸出由 1→0，所以發光二極體 D 也就由發光→不發光，即為無數字時 D 發光顯示數字時，D 不發光。由於 NE 555 是按一定頻率動作（我們設定為 17000 次/sec）則 TIL 306 上顯示出之數字，即為距離（光聲速 340 m/sec）若要再重新測量時，則按下還原鍵 S 即可重新使用。

至於發射器、接收器之線路，均為參考現成之電路，但其必需具有低雜訊、高截頻、高輸出、高靈敏度之特性方可。根據上述我們選擇了如下之電路。

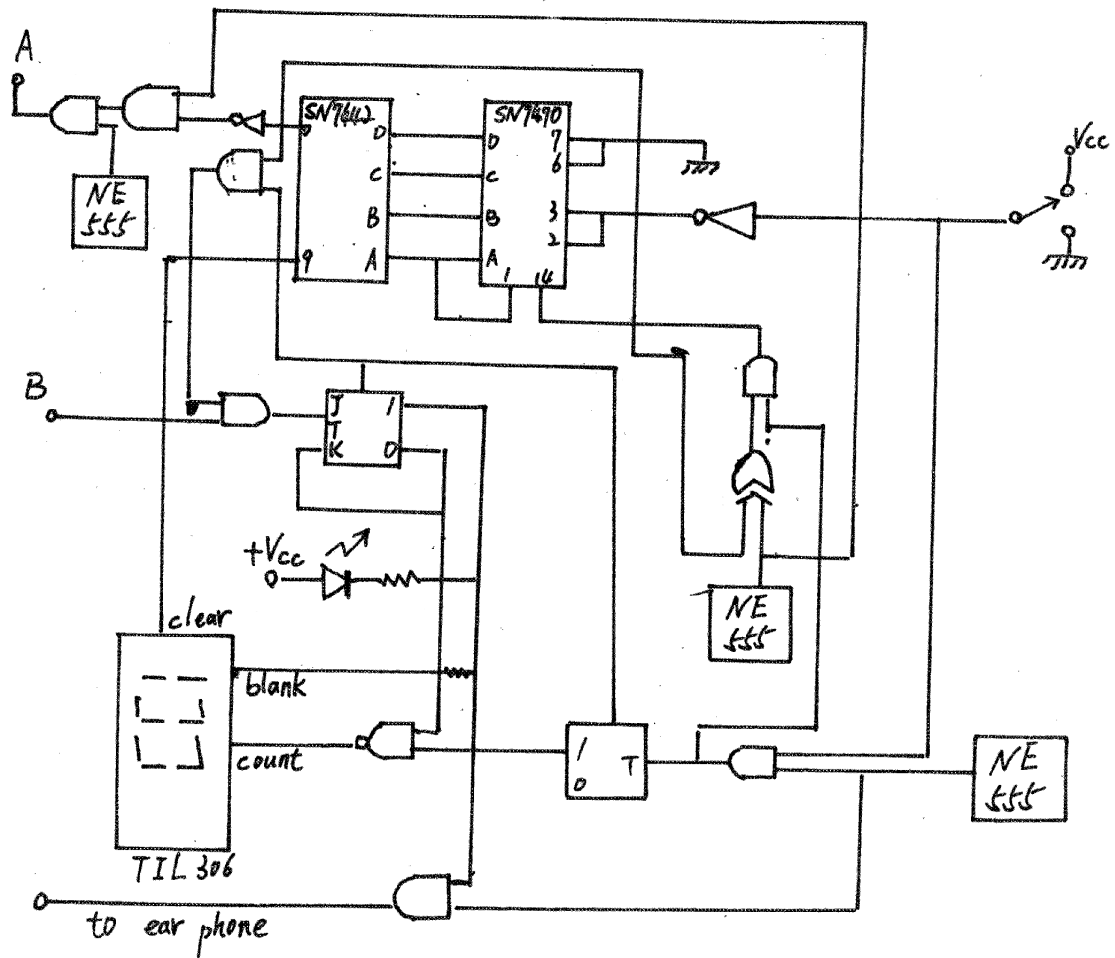
發射：



接收部分：



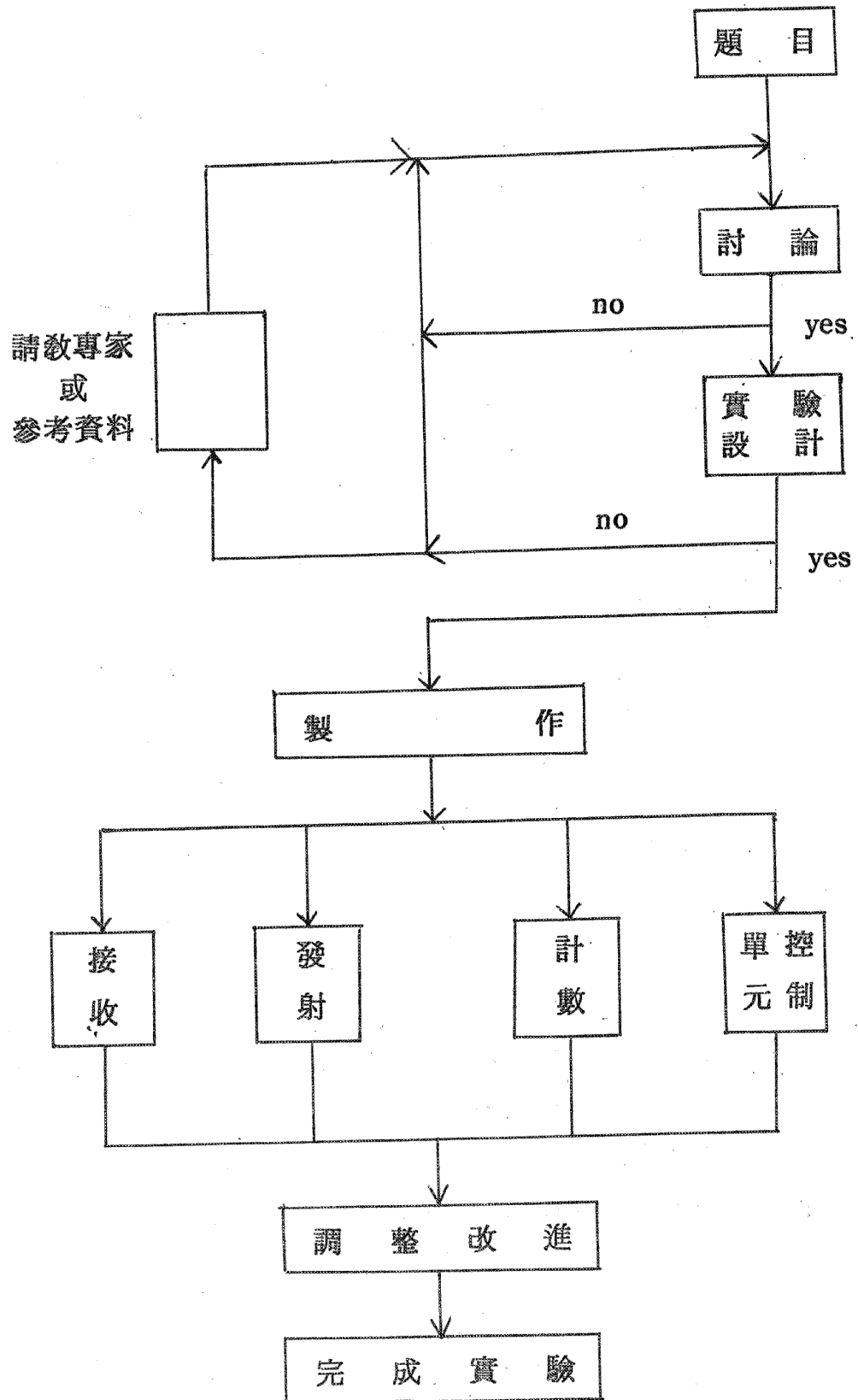
上述之電路，雖經我們製作完成，然亦發現不少缺點；就如控制單元，如欲重新使用，則需再按下開關S，因此我們想是否能使其自動重覆作用，抱著嘗試錯誤的心理，我們設計並製作如下之電路：



檢討：超音波之發送頗多困難，尤其利用來測距，距實用階段尚早。

- 1 需使音波呈直線進行不使四方發射。
- 2 需使接收不受干擾。
- 3 音波之反射會因反射物之環境而受影響。

製作過程：



後記：

這是我們第一次參加科學展覽，以我們目前有限的知識和經驗來講，我們想這是不可能的。但是我們既然參加了，我們就必須做好它，況且我們完全是以研究觀摩的態度來和其他的同學切磋，希望能由這次科學展覽學到許多課外的知識和做人做事的態度，更藉此喚起大家對科學的興趣。這些我們想我們是得到了，這次研究的對象——超音波，當我們想以它來為研究時，我們想這應是沒有什麼困難的。但未曾料到當我們一步步地深入討論時，它却是如此的奧妙和精深，我們到圖書館找資料，請問學有專長的教授，但都不能給我們具體詳細的答案，此時國科會及無線電雜誌社給我們的回信，使我們在黑暗中找到了明燈，重新建立起我們的信心，這次能來參加科學展覽，更是我們莫大的光榮，我們衷心地感激他們。

參考書籍：

積體電路學

運算放大器

雷達的起源

線性 IC

無線電界

Application of Liner Intergrated Ckt : HNATEK 中央出版社

Design with TTL Intergrated Ckt : TEXAS