

舞台MIC及正向回輸消除器 的製作及其研究

國中組應用科學科第三名

高雄縣立阿蓮國民中學

作者：廖正吉、陳順發
蔡勝義、林春忠
指導教師：李 暄、石天財

一、研究動機

上學期我們被訓導處指定負責“74.學年度兒童劇展比賽”的音響管理工作，雖然也有老師指導我們如何工作，但是由於器材和場地的不理想，不論如何努力，都不能達到預期的效果，所以我們在比賽完成後，再繼續研究，才有現在這一點小小的成就。

二、研究目的

- (一)製造一個超靈敏MIC，使演員不必攜帶任何MIC就可以使講話的聲音放大給全體觀眾聽到。
- (二)製造一個可以自動消除正向回輸的銳刺耳嘯聲，同時仍然可以正常擴音的機器。

三、設備器材之研究

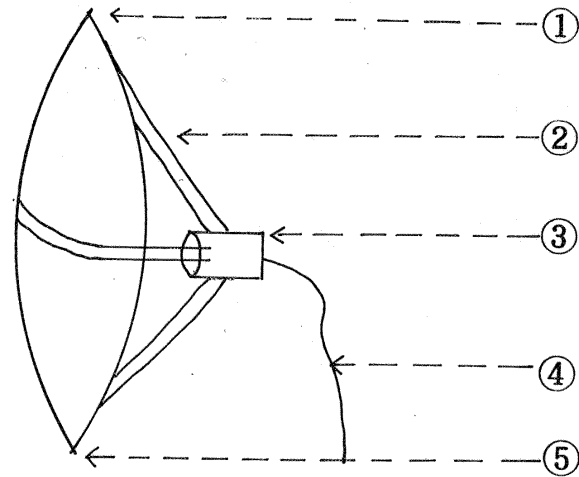
(一)購買的部份：擴音器等。

(二)自製的部份：

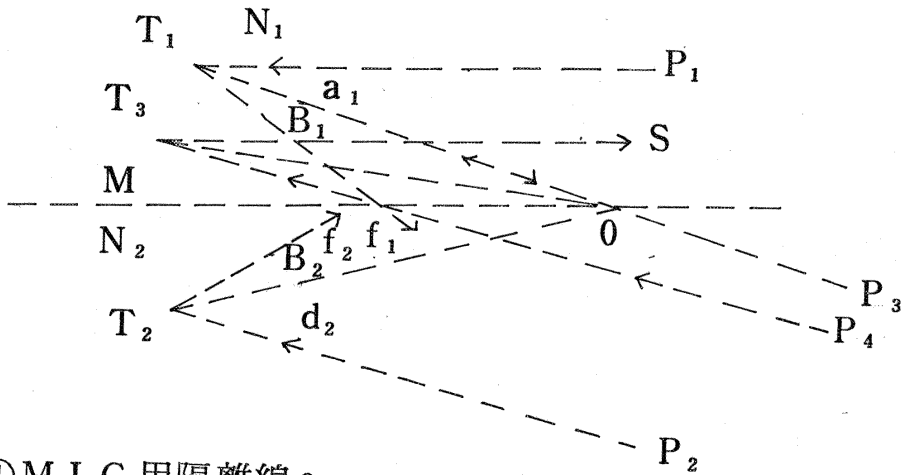
1. 超靈敏MIC如圖(一)圖(二)。

(1)實物說明：

- ①反射面：由市面可以買到的其曲面接近於球面的鋁鍋改裝而成。
- ②MIC支架：用“ I ”字橫切面的鋁條製成。
- ③MIC：用一般學校擴音用的MIC，有線無線均可使用。



圖(一) 超靈敏 Mic 實體圖



圖(二) 超靈敏 Mic 原理圖

④ MIC 用隔離線。

⑤ 吸音板：防止背面來音引起正向回輸。

(2) 原理說明：如圖(二) $T_1 M T_2$ 為反射面， MO 為主軸， $N_1 T_1$

， $N_2 T_2$ 為切面，且 T_1 為反射面的上緣，則：

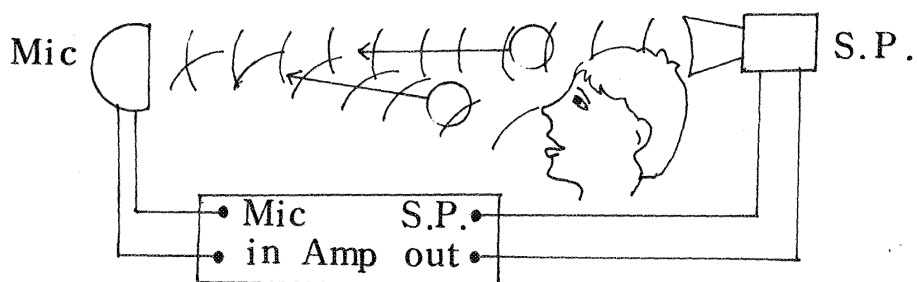
(A) 當聲音以平行主軸的路徑到達反射面時，如 $P_1 T_1$ 則反射必通過焦點 f ，但根據幾何作圖， f 並不是一個點，而是沿 MO 中點左右相當長度的一段直線，因此在 f 點的 MIC 最好是長型碳粒 MIC，可惜市面上買不到。

(B) 當聲音由側方到達反射面，且已到達邊緣 T_1 ，如 $P_3 D$ 與 $P_2 T_2$ ， $P_4 f_1$ 按照幾何作圖的結果； $P_3 D$ 到達 T_1 後，將原線反回而通過 D 點； $P_4 f_1$ 到達 T_3 後則沿 S 方向而散失，而 $P_2 T_2$ 則反射經過 f_2 。所以當聲音由側方到達時，則自 M 到 D 點都可能是聲音經過的點，而無法聚在一點

，且愈側面就散失得愈多，如果我們以 $P_3 D T_1$ 線為最大側方，則做一支長度為 MD 的碳粒 MIC ，就可以吸收 P_3 ， P_4 的入射波，而又可吸收 P_2 的反射波 $T_2 f_2$ ，使 S 不存在，但現市場已購買不到 MIC 用的碳粒，好在現有的磁圈 MIC 的靈敏度很高，在 $15cm$ 內，都有很好的反應，我們就它代替碳粒 MIC 。

2 正向回輸消除器：

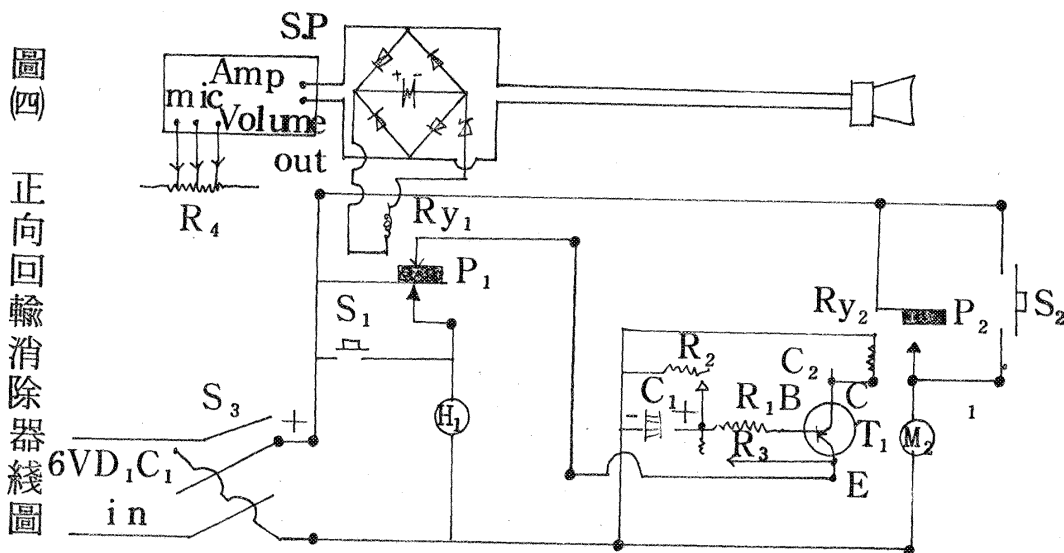
(1) 正向回輸產生的原因如圖(三)



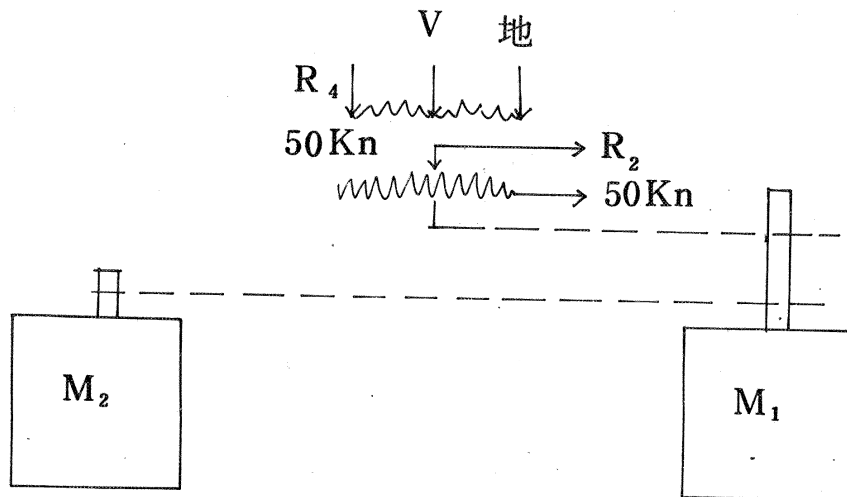
圖(三) 正向回輸的原理

說明：①為原音，②為經放大後的輸出聲音，當擴音器 (Amp) 的音調電阻已調整妥當後，而從喇叭來的聲音 ②又重疊進入 MIC 時，可使擴音器中晶體偏壓升高，以致引起振盪。這就是尖銳刺耳嘯音的來源，此時擴音器的輸出電壓比正常工作時的輸出電壓增加十倍以上。

(2) 正向回輸消除器的製作：如圖(四)圖(五)



圖(四) 正向回輸消除器綫圖



圖(五) 機械與電阻接合示意圖

說明：

- (A) 從擴音器輸出端引出二線，一線與定壓二極體 (Zenerdiodes) 串聯後輸入繼電器 Ry_1 的線圈，倘若 Amp 的輸出電壓超過限定電壓時 (本機限定在 10 . V . A . C) Ry_1 即開始工作，而 Zenerdiodes 的個數，可隨各 Amp 的輸出電壓加以改變，一方面可限定工作電壓，一方面可保護 Ry_1 。
- (B) Ry_1 工作後 P_1 向下，於是① M_1 轉動使 R_4 的 V 向右， R_4 與 Amp 中的音量調整電阻並聯，所以可以降低 Amp 的輸出。直到電壓小於 10V 為止。②此時與 R_4 同軸的 R_2 也向右轉動，以增加三極體 T_1 的偏壓。
- (C) 當嘯音已消除以後① P_1 向上， M_1 停止。② T_1 為功率三極體，(本機採用 2 S B 475) 因射極 E 接通 C，開始工作， P_2 向下， M_2 開始轉動， M_2 的轉向與 M_1 相反，使 R_4 的 V 向左，Amp 的音調電阻也向增加音量的方向轉動，使輸出音量不會因 M_1 的過份消除嘯音而減少③但是 C_1 在 T_1 工作時被充電，且所得的電量與 T_1 的轉動時間成正比，當 C_1 兩端被充電到與 T_1 的射極 E 的電壓接近時，B, E 同電位， T_1 停止工作； P_2 向上， M_2 停止轉動，所以只要能夠調整 C_1 的

容量以及 R_2 , R_3 的阻值，就可以控制 M_2 的迴轉時間，使 R_4 的 V 不致再回到原來嘯音時的阻值，因此達到自動消除嘯音，而不致使輸出音量降得過低的效果。本機 R_2 採 $0 \sim 50K\Omega$ 與 R_4 同軸，以便自動跟隨音量調整 C_1 的充電時間； R_3 採 $0 \sim 50K\Omega$ ，可由手動調整 M_2 的轉動時間； C_1 採用 $100\mu f$ ，就可達到各種的自動調整效果。

四、研究過程與討論

(一)實驗一：大操場司令台的測試情形：

1 實驗目的：測試超靈敏 M I C 及正向回輸消除器的功能。

2 實驗設計：

(1)控制變因：三個風琴按照圖(六)的位置放置，摹擬合唱團，依次發出相同的音調，本實驗一律採用中央 C，頻率 256 HZ。

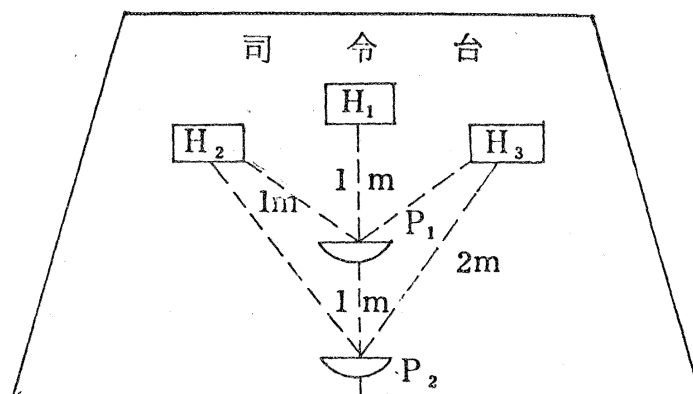
(2)改變變因：一個普通 M I C 和一個我們的超靈敏 M I C。

(3)應變變因：測定琴音的音量。

3. 操作手續：

(1)按圖(四)圖(五)接線後，按下 S_2 可以使 R_4 的 V 端向左到盡頭，再調整 R_3 在中間位置，按下 P_1 ，再放開，看看 R_4 的回復位置是否合用，否則就再一次調整 R_3 到合用為止。插入 M I C，調整擴音器上的音量調整電阻，使全系統在最高音量輸出下，無嘯音的工作。

(2)將三台風琴按照圖(六)排列：



圖(六)
風琴位置分配圖
(H 表風琴，M 表公尺，P 表 Mic)

(3)先用普通M I C擴音，用示波器檢查擴音器輸出的波形和音量。

(4)再用我們的超靈敏M I C做同樣的試驗。

(5)把三台風琴分次調換位置，重做以上實驗，並記錄各次音量。

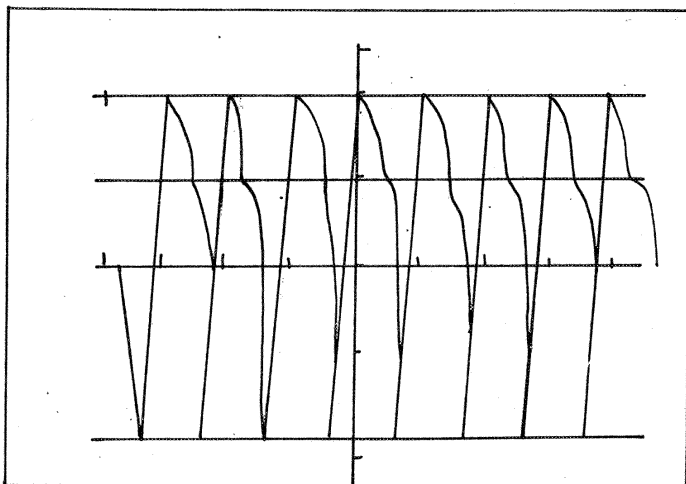
4. 實驗結果：如表(一)及圖(七)

表(一)：

音 量 普 通	公尺 琴	1				2				3				4			
		H ₁	H ₂	H ₃	合音	H ₁	H ₂	H ₃	合音	H ₁	H ₂	H ₃	合音	H ₁	H ₂	H ₃	合音
普 通		3	2	2	5	1.5	1	1	3	1.1	0.8	0.8	2	0.8	0.5	0.5	1.2
超 靈 敏		4	2.5	2.5	7	4	2.5	2.5	7	4	3	3	8	3	2	2	5

註：(1)音量的大小以示波器顯示管面為0.5cm，2為1cm，依此類推。

(2)音調：各風琴都發中央C，約256HZ。



圖(七)
示波器的顯示管

註：當第一次距離第一次測量時，把示波器調整妥當後就不再改變任何旋鈕，才可得表(一)的各個比較值。

討論：

(1)從表(一)、圖(七)可知超靈M I C比普通M I C靈敏很多。

如能用分貝表來檢查，可能會更具體。

(2)超靈敏M I C的方向性較佳，所以在2至3 m時，就可以收到比較完整的合音。

(3)由於是在司令台測試，喇叭的聲音反回M I C的很少，所以正向回輸消除器很少工作。

(二)實驗二：室內測試：

1. 實驗目的：在室內測試超靈敏M I C及正向回輸消除器。

2. 實驗設計：

(1)控制變因：在同一間教室中，沒有吸音板裝置。同一個擴音機，三台風琴仍按圖(六)配置。

(2)改變變因：與實驗一同樣。

3. 操作手續：與實驗一同樣。

4. 實驗結果：

(1)M I C部份與實驗一的結果大致相同，從略。

(2)正向回輸消除器部份，工作比較忙碌，但都能按照圖(五)的說明把嘯音迅速消除，且不會影響擴音機的原有功能。

5. 討論：

(1)由於教室沒有吸音板，反射音很強，不如司令台的音效。

(2)在妥當調整 R_3 後，本研究所製的正向回輸消除器是可以實用的。

五、結 論

(一)本研究所製作的二件作品，由於我們的能力有限，經費也有限，所以不能I C來組成類比電路，否則會更好。

(二)當 M_1 在轉動時，理論上必定同時產生反電動勢，倘若能把此反電動勢對 C_1 充電，然後當 M_1 停止轉動時， C_1 作逆電流的放電而觸發 T_1 的基極，使 M_2 能按照 C_1 的充電量而轉動。則 R_4 的V將可完全作定量的回復，則本作品就更理想了，希望有一天可以實現它。

(三)試想當幾位話劇的演員同時上台時，除了在設備完善的錄音室中演出外，實在很難讓每一位演員的聲音全部都放大出來，因為有

線MIC實在是不可能的，無線MIC最多只能用到三個頻道，否則在同一個有限而封閉的舞台中，必定時常引起嘯音，而且會找不到究竟是那一支MIC引起的。所以本研究作品的實用價值就很高了。

六、參考資料

書名	著者	出版者	頁數
國中理化冊 第二冊	國立編譯館	國立編譯館	P 99 ~ P 121
特種半導體的特性與應用	歐文雄	大中國圖書公司	P 66 ~ P 70
工業電子	陳進福	雲陽出版社	P 35 ~ P 38
100種電子電路實驗	黃華馨	無線電界雜誌社	P 116 ~ P 117 P 192 ~ P 193

評語

利用弧面反射原理，設計一個靈敏度高、適合舞台使用的麥克風，同時以馬達帶動可變電阻器，調節麥克風放大器增益，自動消除嘯音，其觀念新穎，設計頗有創意，實作之雛型系統也能證明其設計可行，值得獎勵。但是對於弧面的選擇，未能作較詳細的研究與實驗，對於回饋控制的穩定性問題，未作探討，文件說明亦不夠清楚，是其缺點。