

真空管音色調節器研究與實作

Research and Implementation of Vacuum Tube Sound Regulator

專題指導教授：莊岳儒 教授 沈鼎嵐 教授

合作廠商：AiriA瑞亞新創股份有限公司 莊品洋(AJ Chuang) 學生：傅鈞暉，吳正信，蔡卓穎，邱昱瀚

輔仁大學 電機工程學系大學部專題生

摘要

真空管，顧名思義，即為玻璃管內部為真空的管子。因為電子在放射過程中，會與空氣摩擦而產生阻力，因此真空管將電子放射之各項原件，即為燈絲、陰極、閘極、屏極等封裝於玻璃管內，並將其內部抽真空，才能使電子之放射動作達成最高效率。

真空管自19世紀便開始配合廣播及收音機使用，更在稍晚年代對戰爭、衛星與醫療，都有可觀貢獻。

我們試著以現成的DIY套件電路為參考，並加以研究、分析，經過多次的試聽與原件的更換，最終設計能播出色好聽音樂的真空管電路。

系統架構

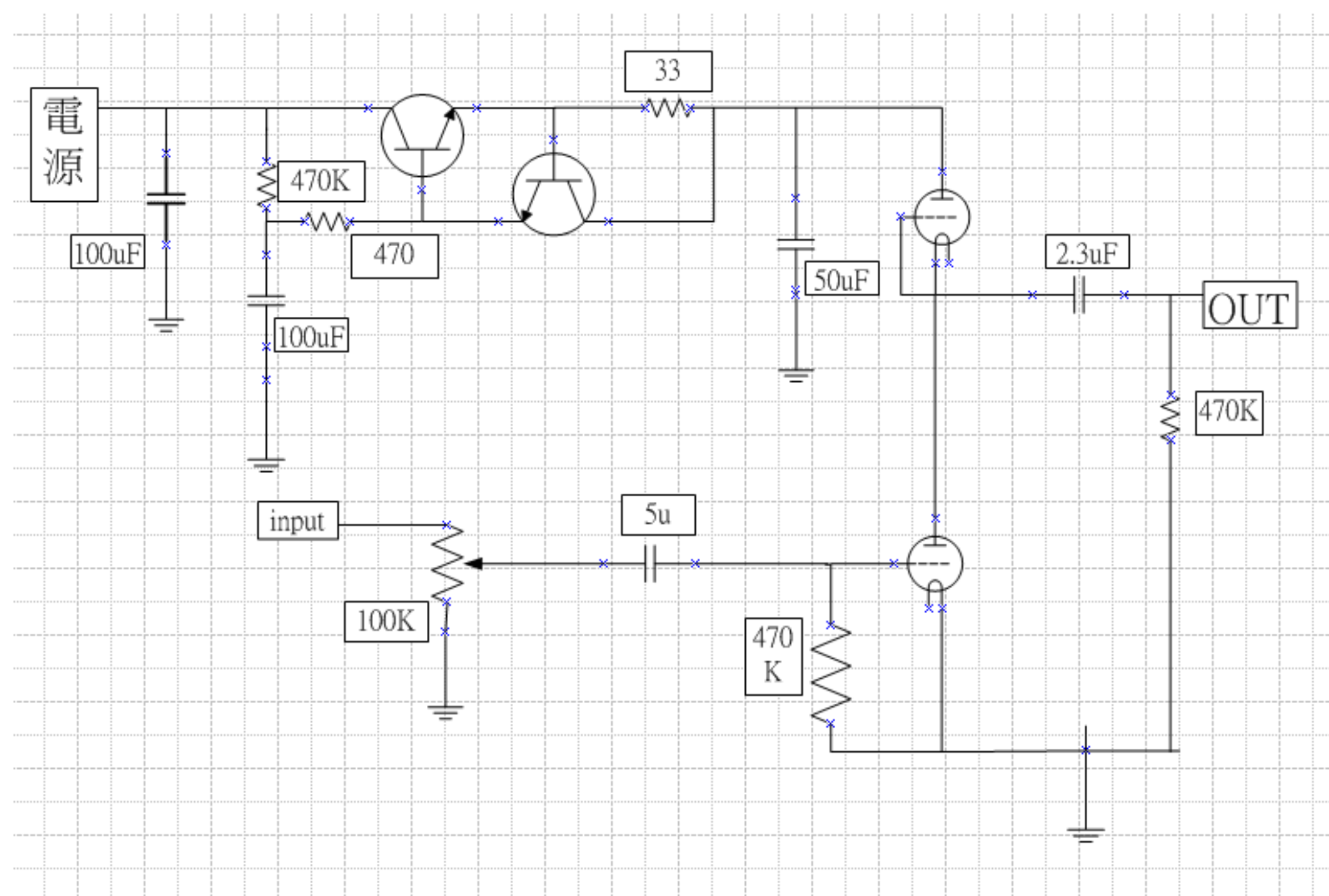
我們大致上將電路分為3個區塊：電流保護、SRPP放大、增益10倍，變壓器調聲。

一、電流保護中，利用電晶體VGS大約為0.7V，而流過電阻(33歐姆)之電流為 $0.7V/33 \sim 20mA$ ，如此一來即使輸入電壓有多大(或多小)，其電流都限定在20mA，不會因為太大使真空管燒壞，或太小造成高頻響應影響聲音。

二、SRPP中。我們要利用真空管與電晶體的相似性，且真空管聲音相比電晶體較飽滿之特性，將放大器中之電晶體轉換成真空管

PS：真空管原理：無論是真空管或者是電晶體，放大器大都可簡化為三極的元件。其中一極是用來輸入控制訊號，也是將要被複製的訊號，而另外二極則是用來接電源和地線以變成電流通路。（若電流通路的寬度或導通量，會隨著控制極輸入的電壓差異而跟著變大或變小，訊號就會被複製到新的電流通路上了。）→其輸出訊號就會因聲音之變化而變化、放大。

真空管電路



左上角的區塊是我們的電流保護區塊，主要是為了避免電流過大的情況，以防止真空管燒毀，下面右下角區塊則是真空管電路。我們主要強調的是美聲，所以增益大概是1.3倍左右，不需要太大。左下角則使用一個三聯可變電阻，是用於調整音樂的大小聲。

真空管Pspice模擬

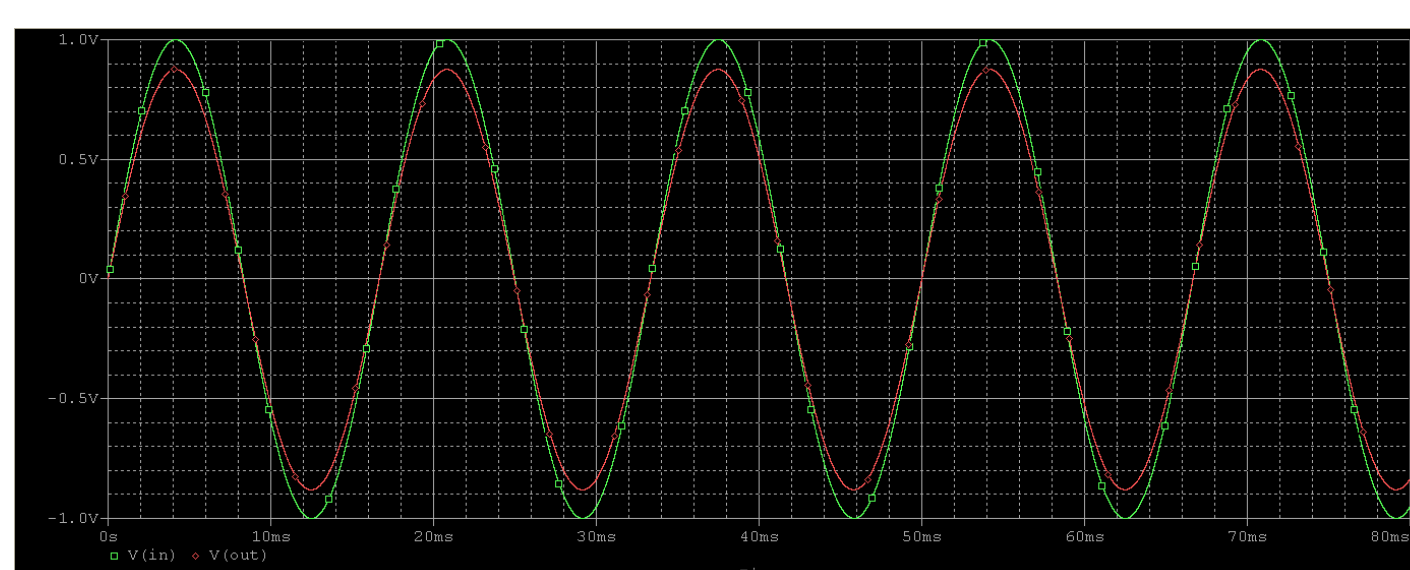
```
*test
Vinput p 0 24V
Voutput output 0 -24V
Vin in 0 sin(0 1 60)

Xtube p g k 6SL7GT

Rin node1 in 100k
Rout out 0 470k
R1 g node2 470k
R2 k node2 470
R3 node2 output 12k

C1 node1 g 0.47uF
C2 k out 1uF

.include 'D:\tube.sub'
.tran 0.1n 80n 0.1n 1000n
.probe
.end
```



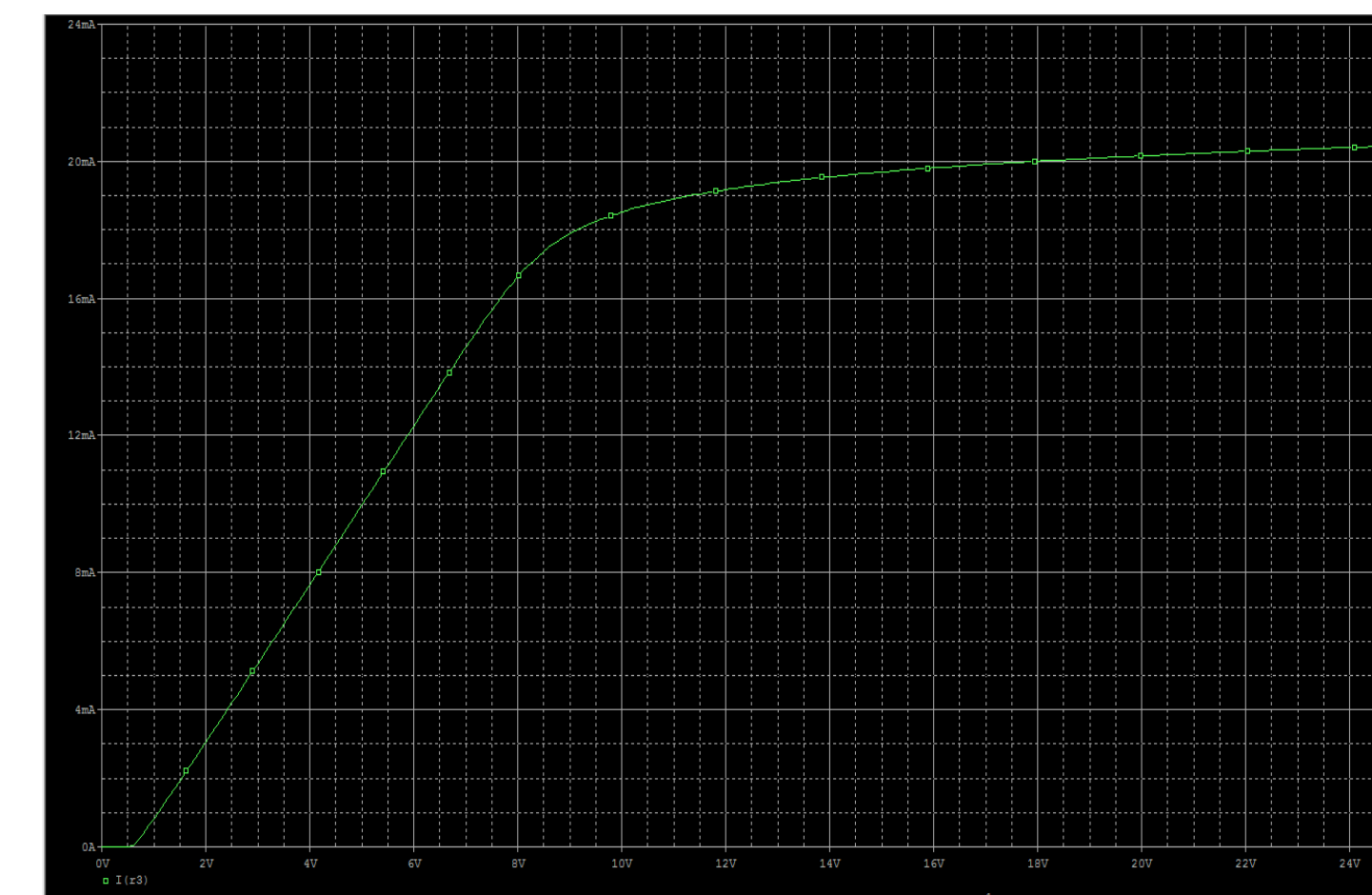
為了不讓訊號失真，我們採取以下措施：

- 1.輸入輸出電容要小，使其低頻響應較差
- 2.其輸入電阻(470K)要大，若小會衰減，輸出電壓同理
- 3.輸入前用電阻分壓使其放大器功能變小，以免放大之訊號(聲音)超出真空管區域限度造成最大值固定

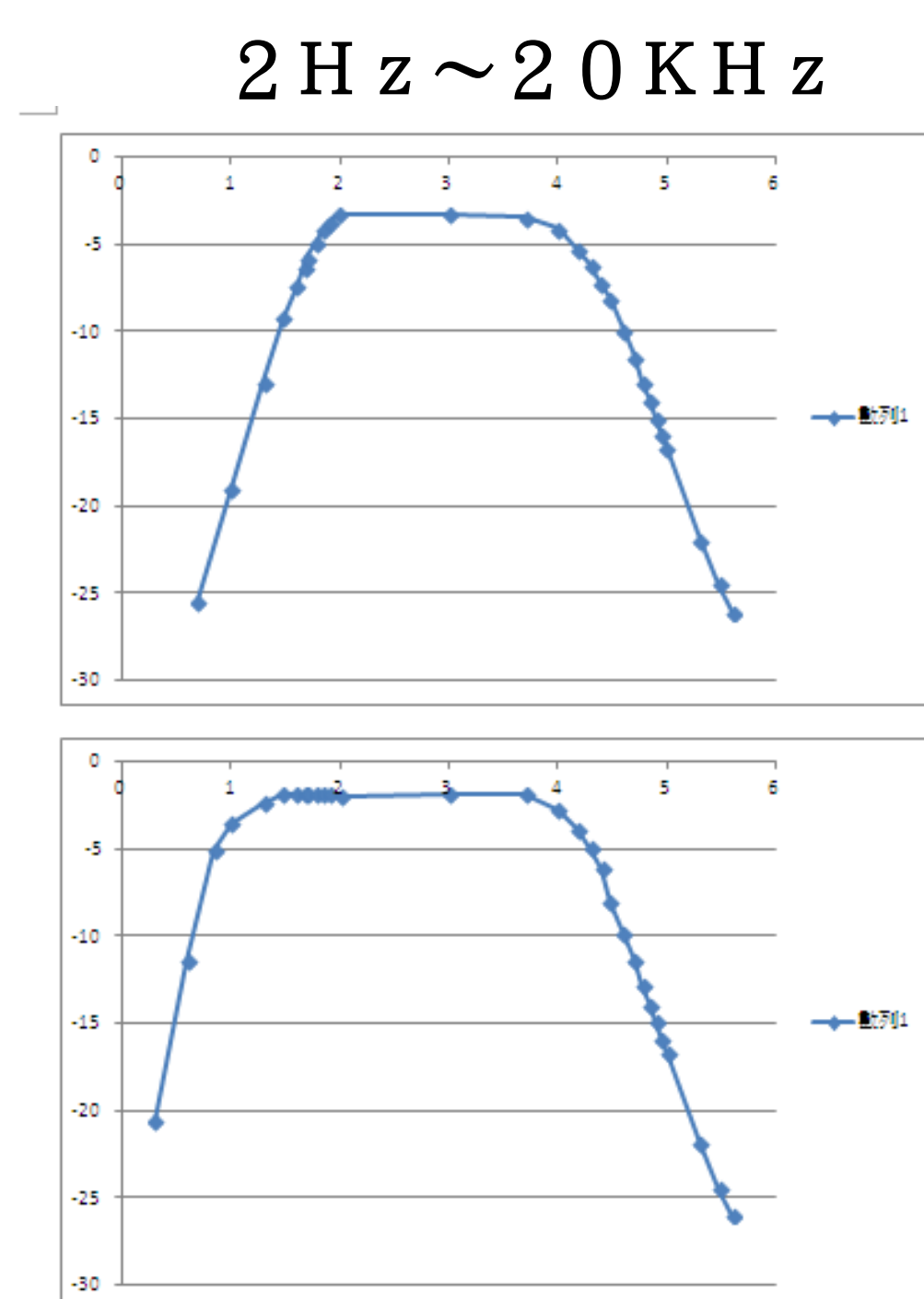
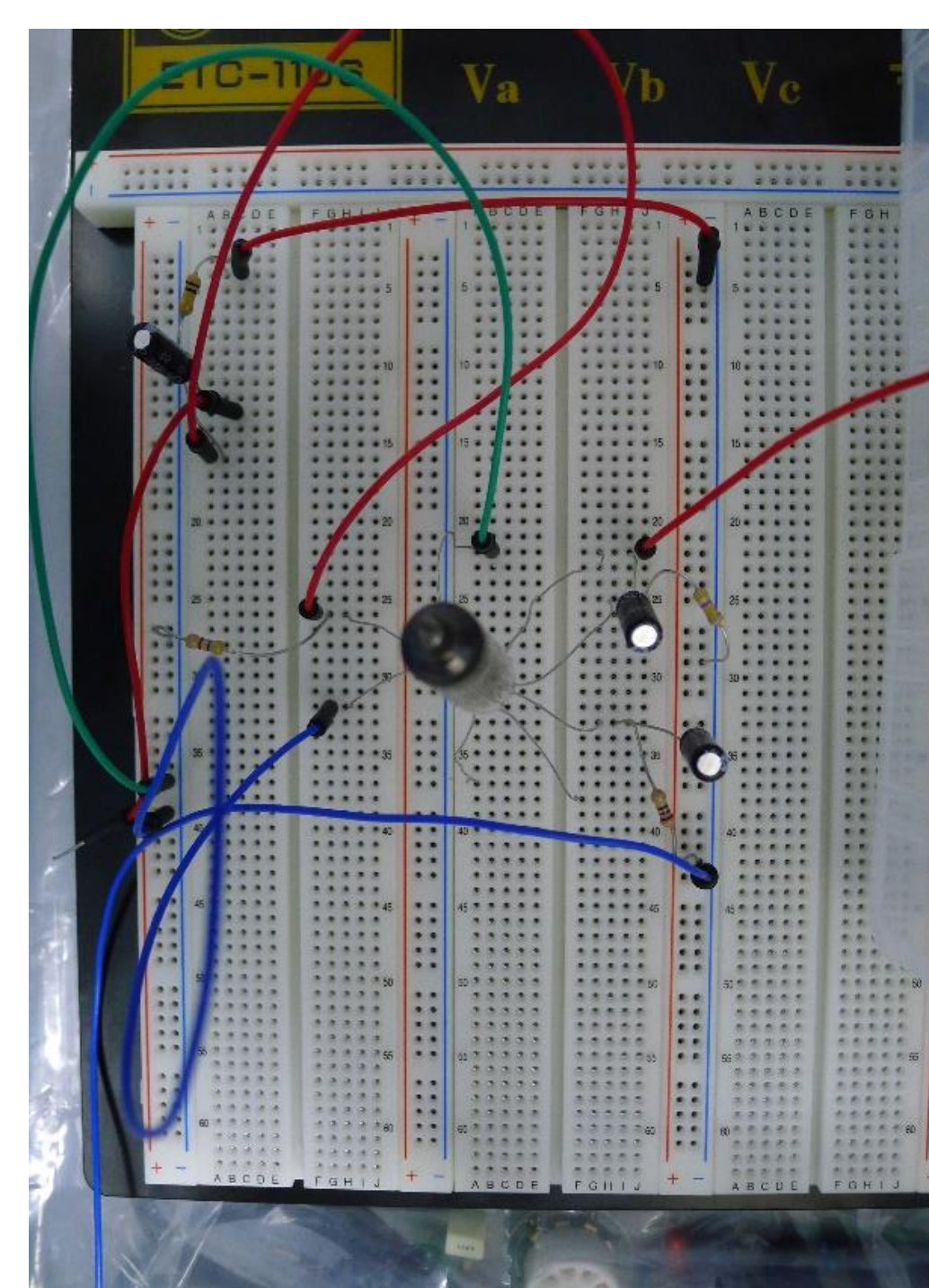
真空管限流電路模擬圖

```
*power protect
v1 a 0 dc 33.9
r1 a e 6800
r2 e b 4.7
r3 c d 33
r4 d 0 330
q1 a b c mode
q2 b c d mode

.dc v1 0 33.9 100m
.model mode npn(bf=100,is=10f)
.probe i(r3)
.end
```



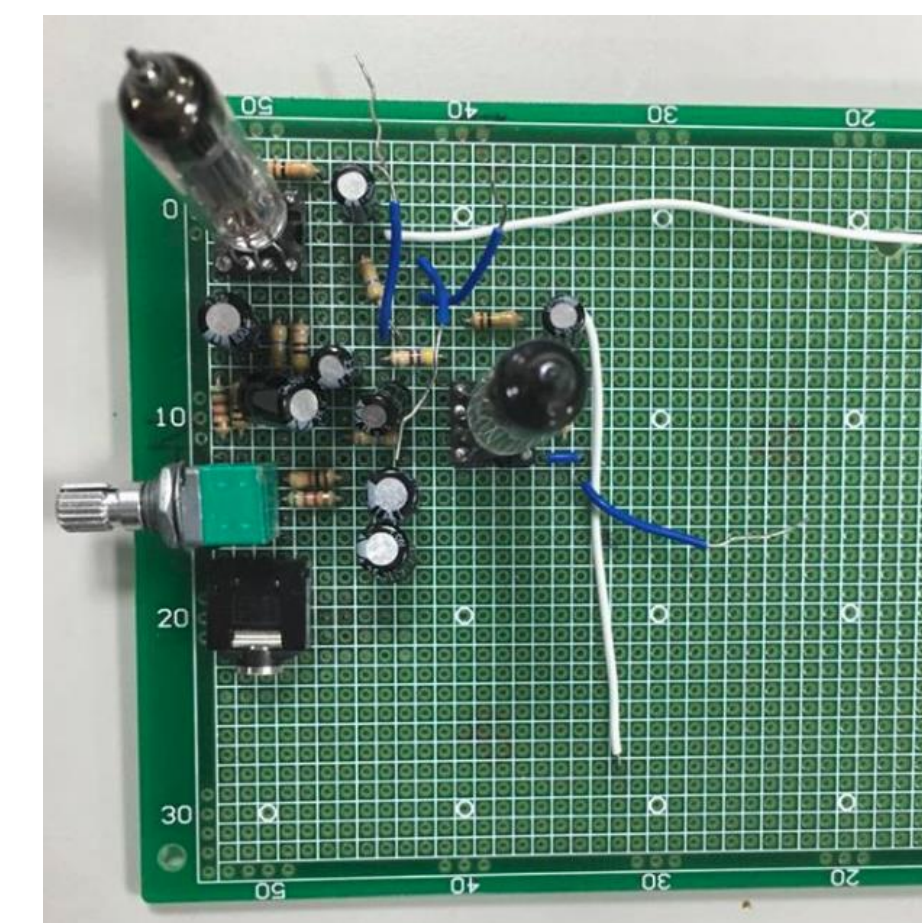
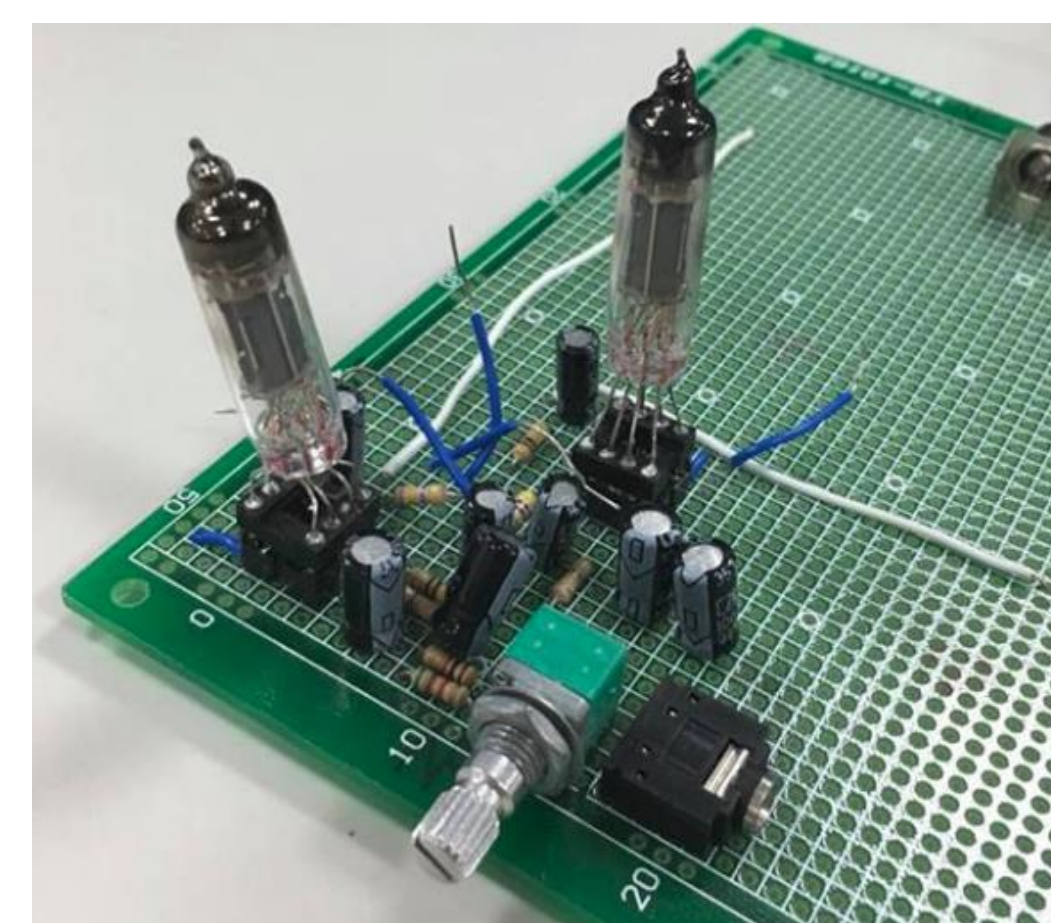
主電路（麵包板）測量一頻率振幅變化



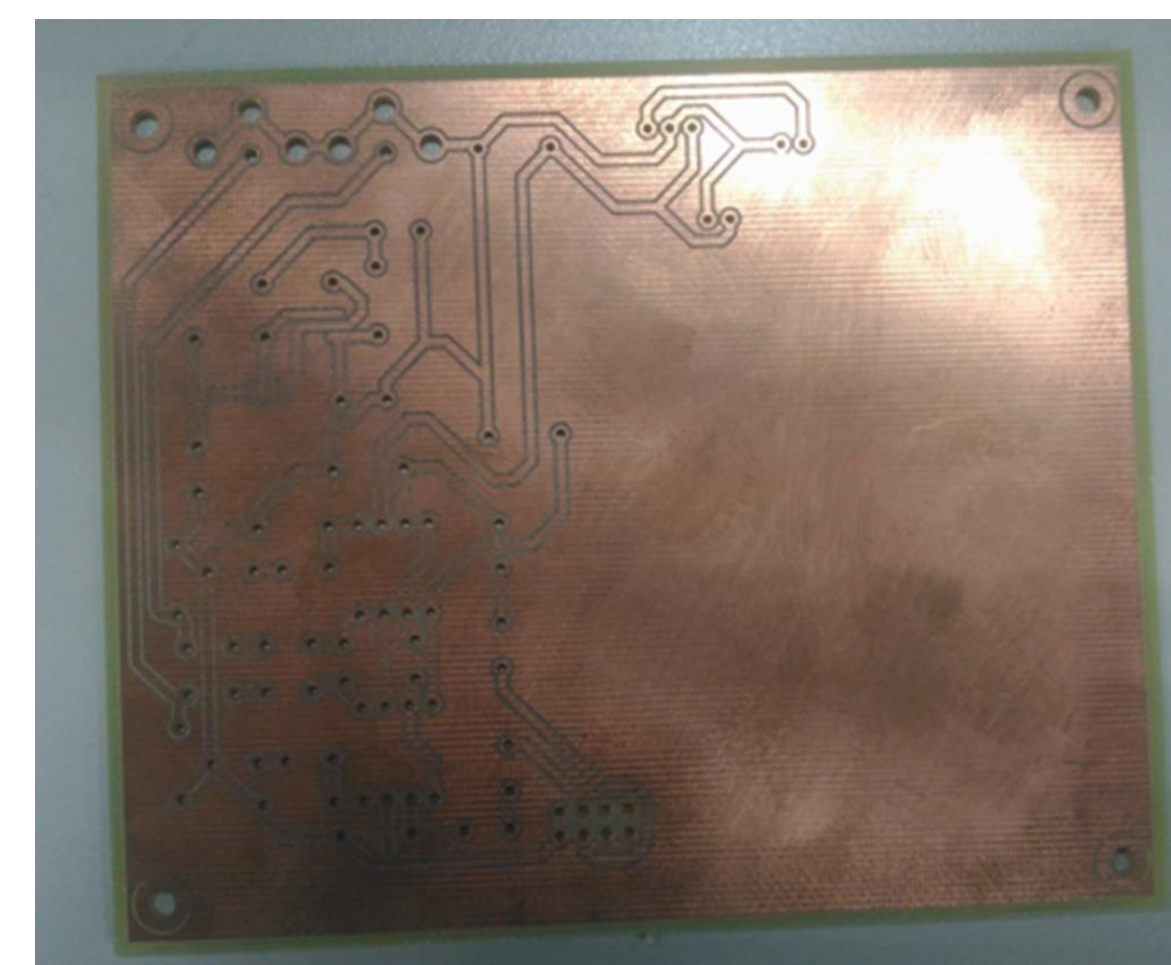
調整前

調整後

焊接電路圖



雕刻電路圖



使用circuit pro軟體

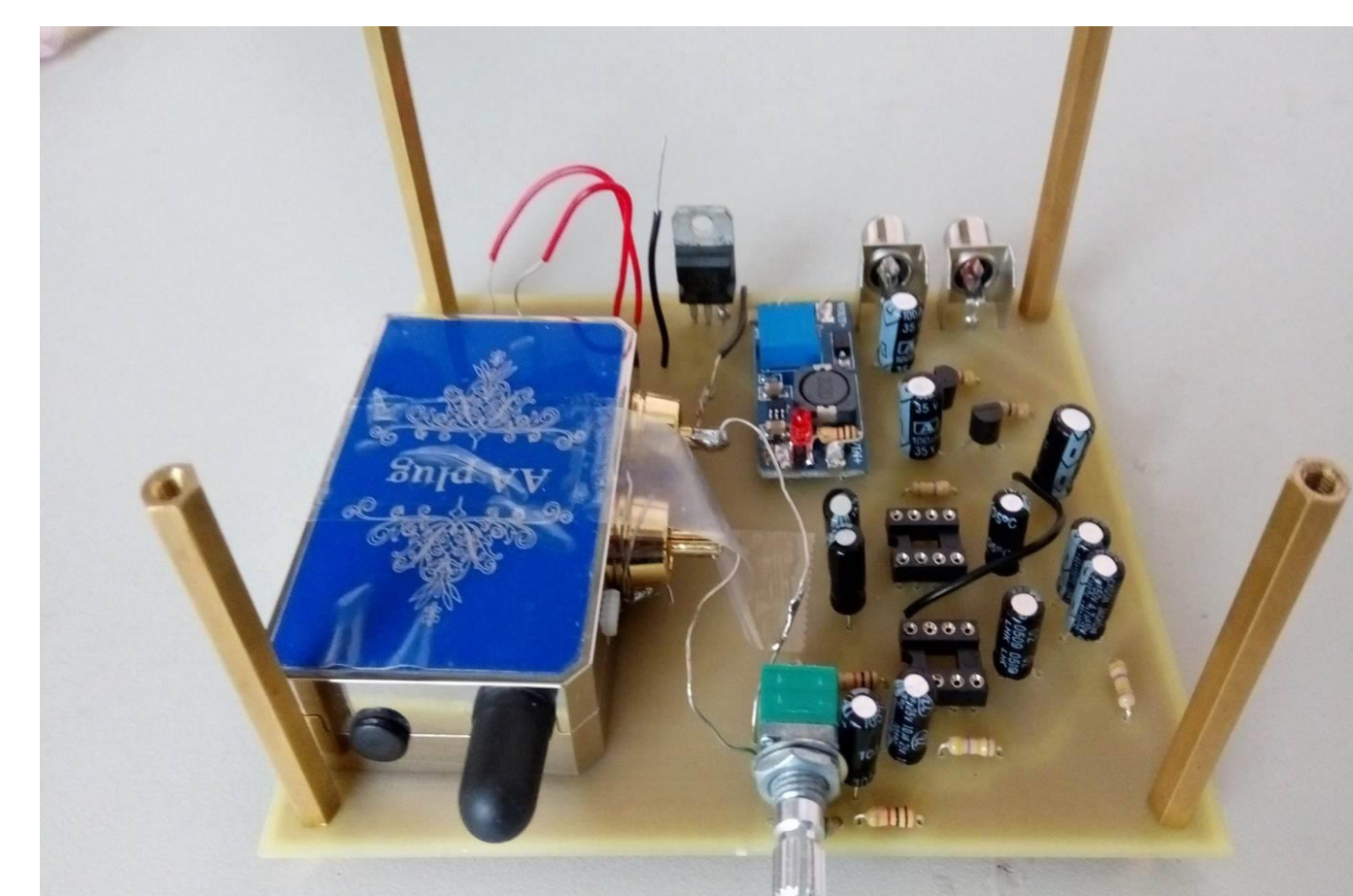
繪製出平面電路並拉線

在焊接線路圖中，使用

鋪銅的動作來增加速度

以及減少雕刻刀的損壞

成品



2016 輔仁大學電機工程學系
大學部專題成果展

