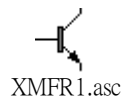
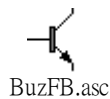
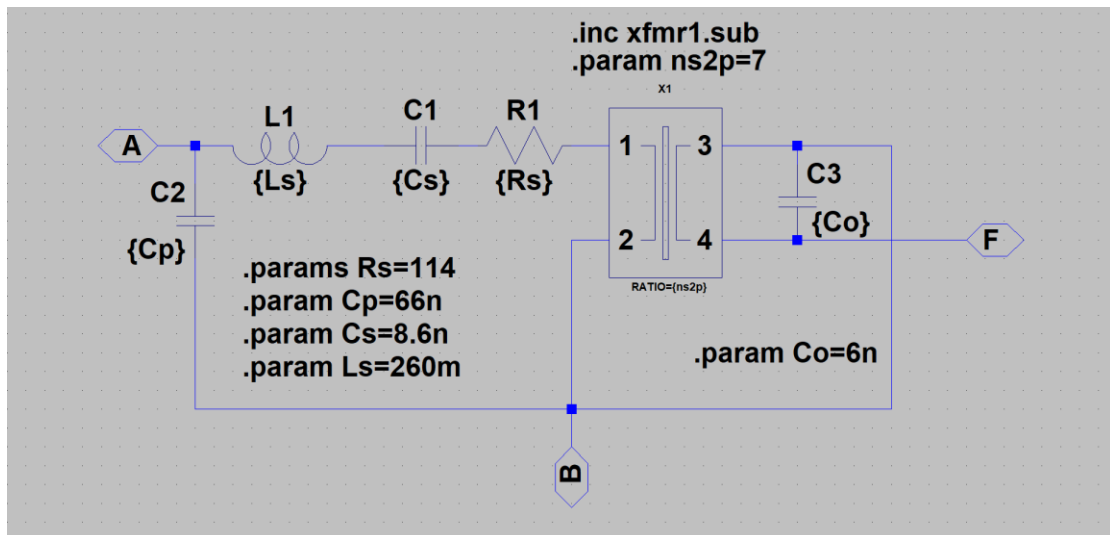


# Modelling the piezo-buzzer

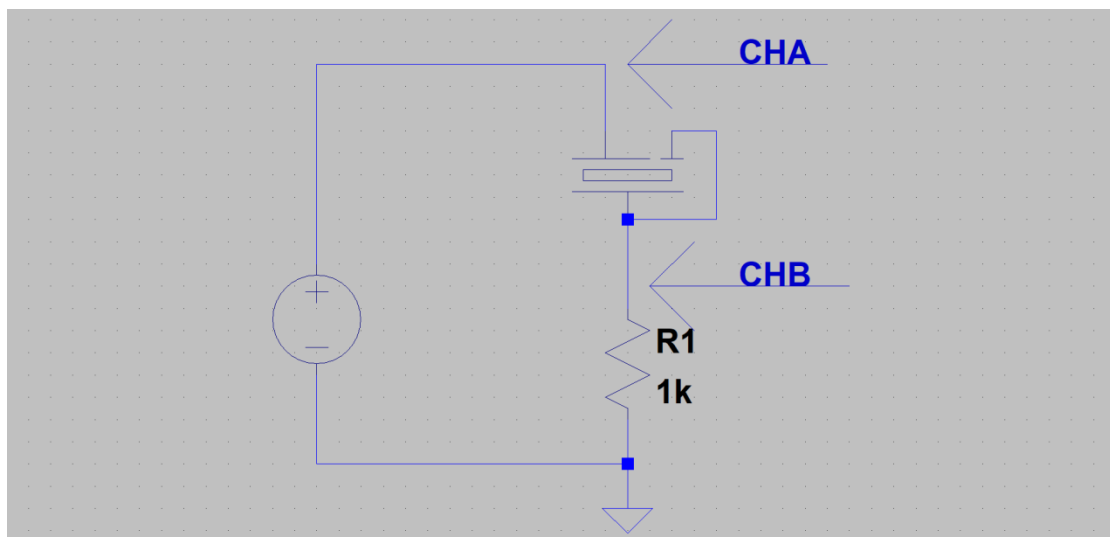
2018.10 by Bill Wang

1. 含 Feedback pin 的等效電路:  $C_p$ ,  $L_s$ ,  $C_s$ ,  $R_s$ ,  $C_o$ ,  $ns2p$ .

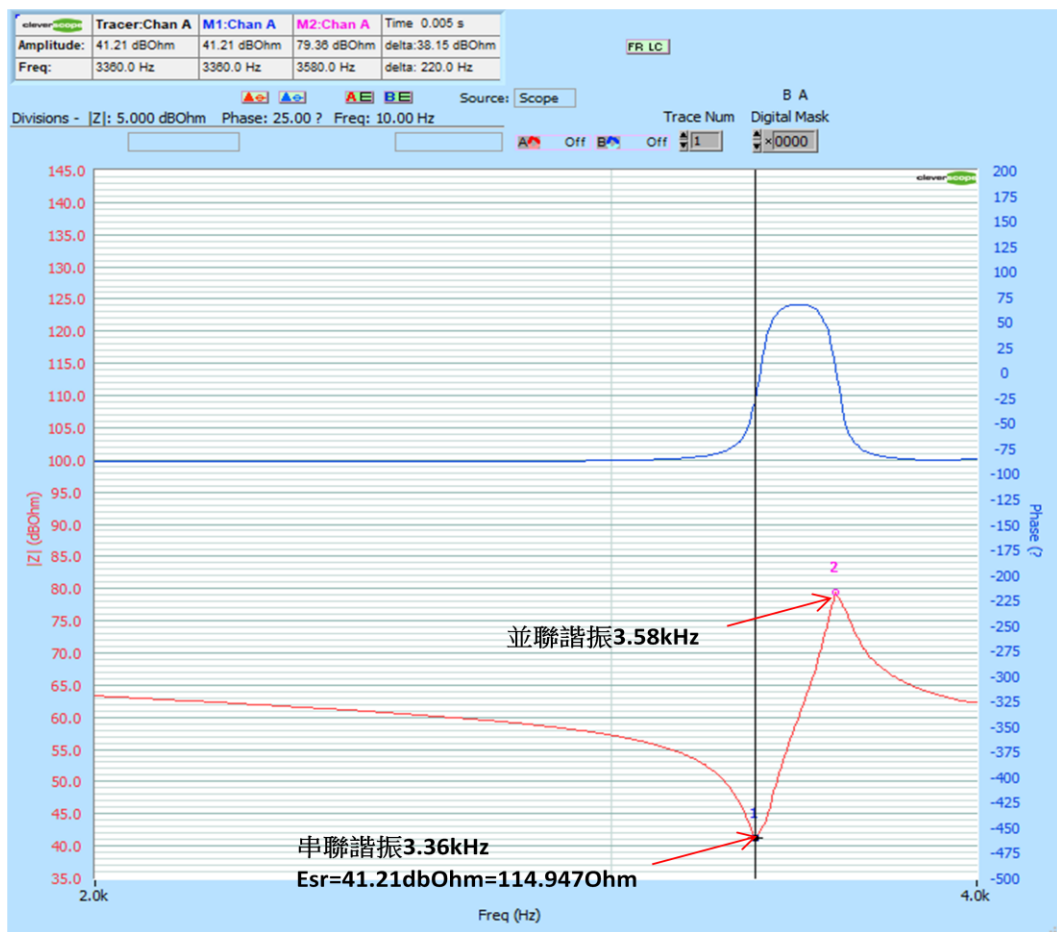
其中的  $ns2p$  為 dc transformer 的 turn ratio, 目的是提供一 180 度反向的信號



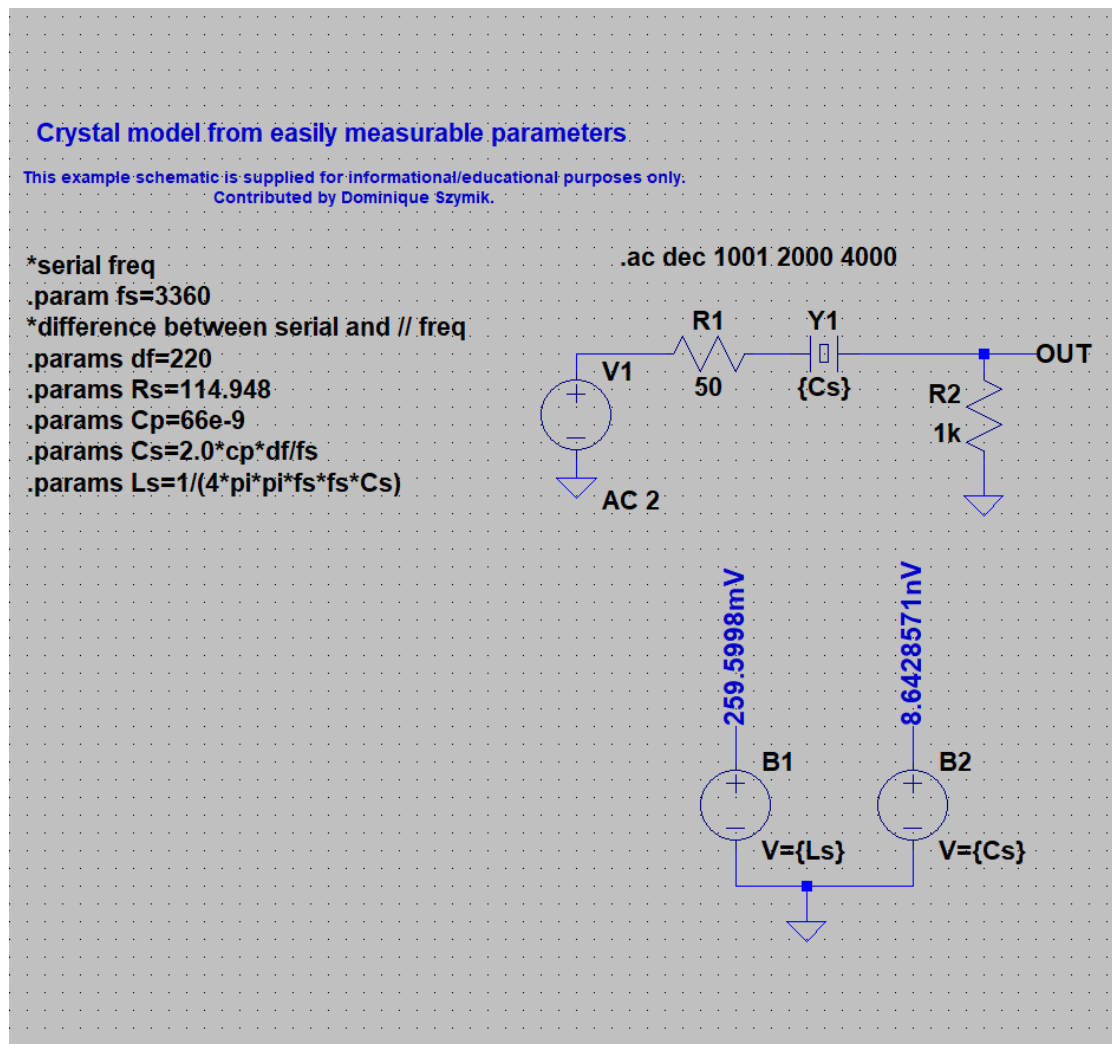
2. 先量測低頻時 FB 短路時的  $C_p$  約 66nF



3. 以 FRA 量測 2KHz~4KHz 的 impedance,量測結果如下



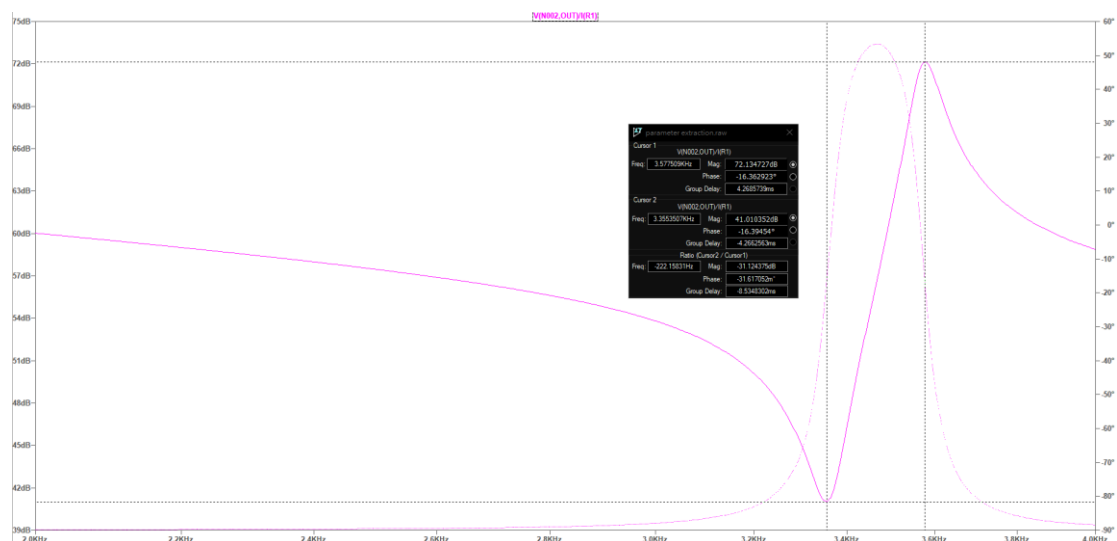
4. 在 LTspice 中代入  $f_s, df, R_s, C_p$ , 求出  $C_s = 8.6\text{nF}, L_s = 260\text{mH}$ .  $Df$  是  $f_p$  和  $f_s$  的差頻



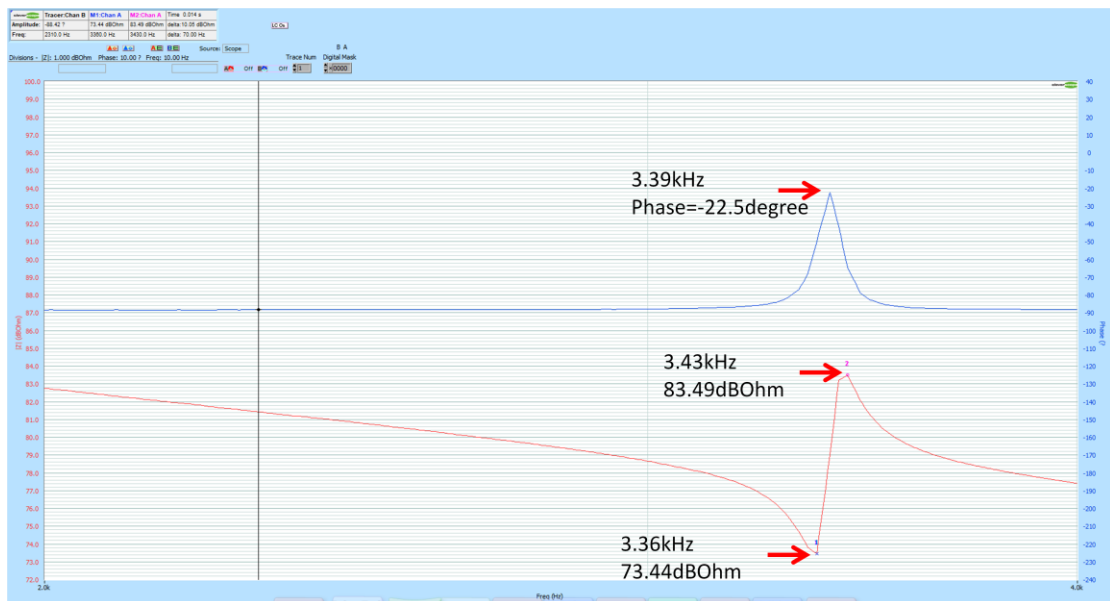
parameter  
extraction.asc

parameter  
extraction.log

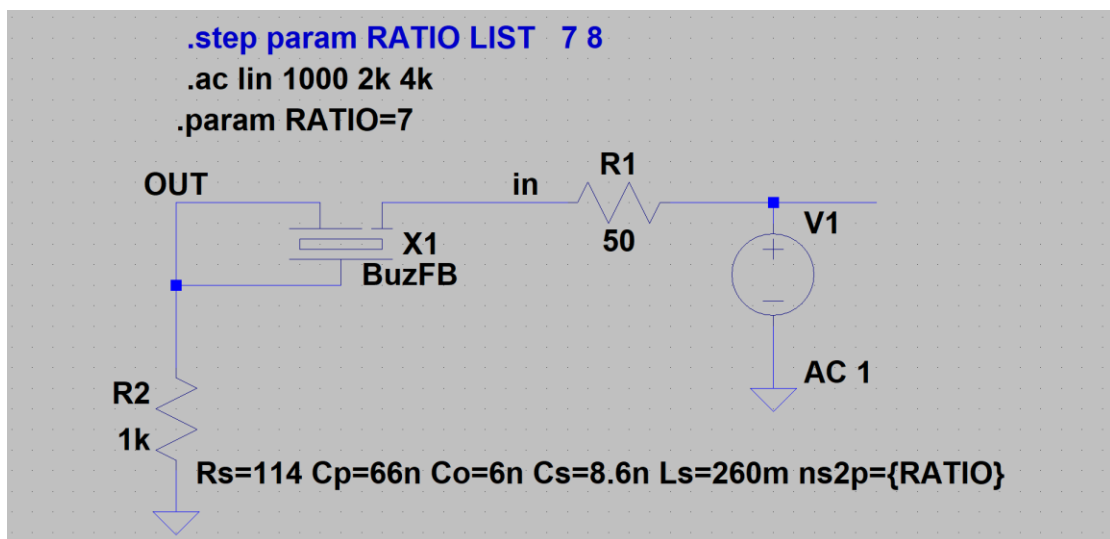
模擬結果如下:



5. 量測低頻時輸入短路時的  $C_o$  約 6nF
6. 以 FRA 量測輸入短路時 2KHz~4KHz 的 impedance,量測結果如下



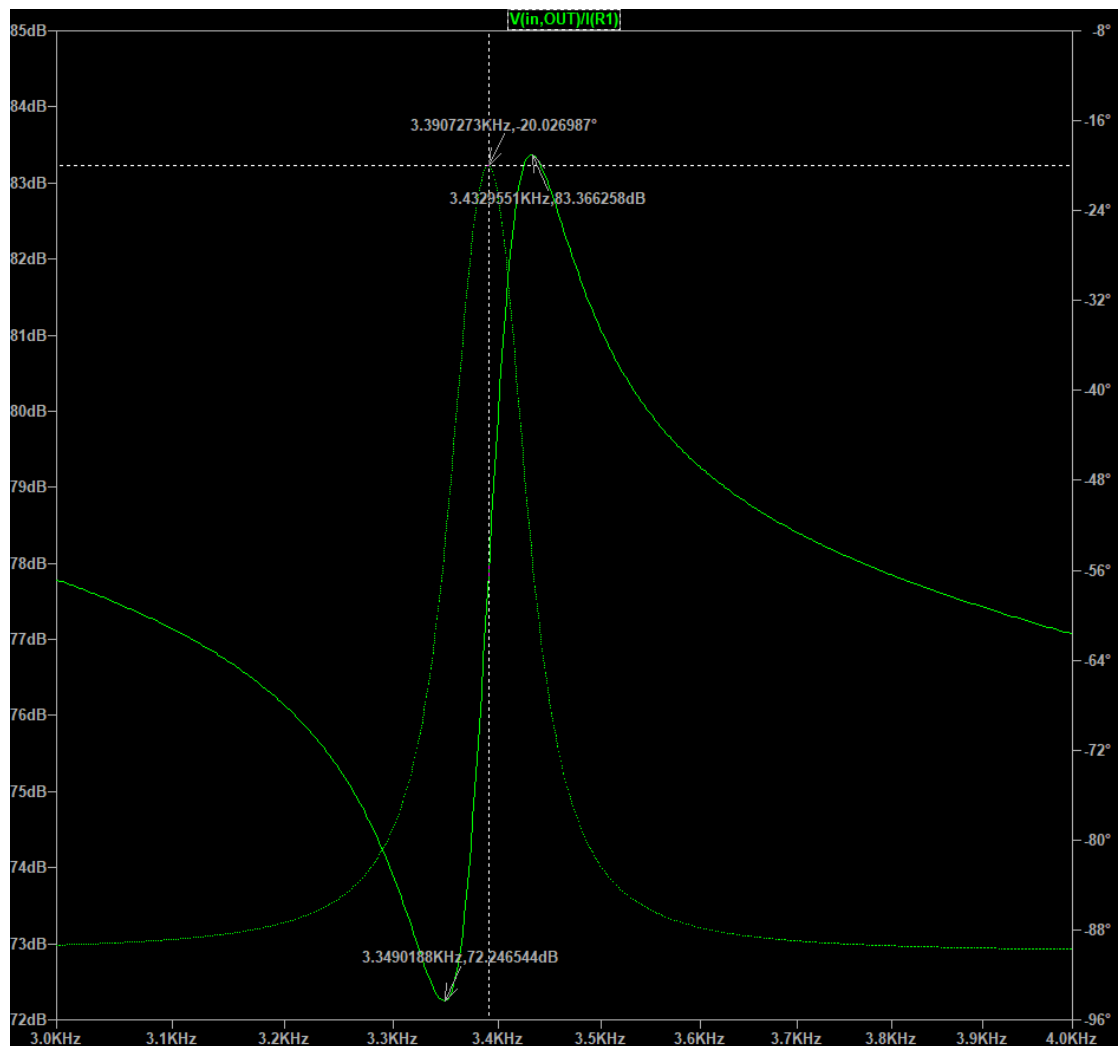
7. LTSPICE 模擬電路如下,調整 **RATIO** 參數,使其盡量吻合量測結果



input\_short.asc

input\_short.log

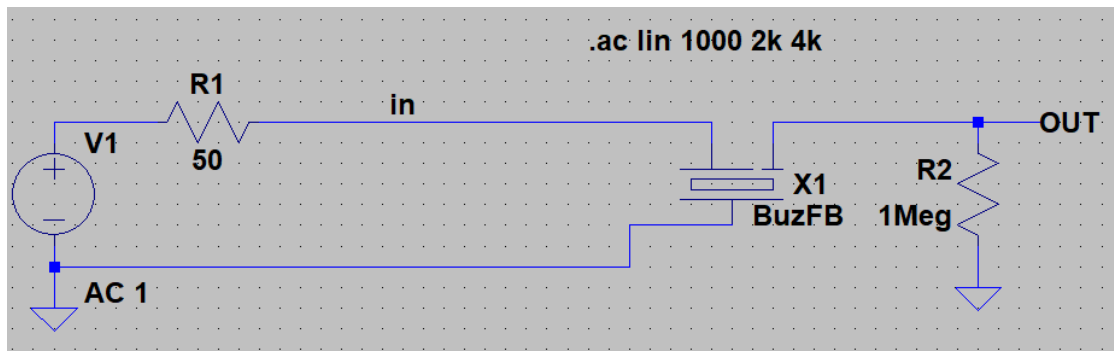
8. 當  $RATIO=7$  時模擬結果最吻合,可觀察到 phase 永遠都在 0 度以下



9. 量測輸入和輸出的 gain, phase

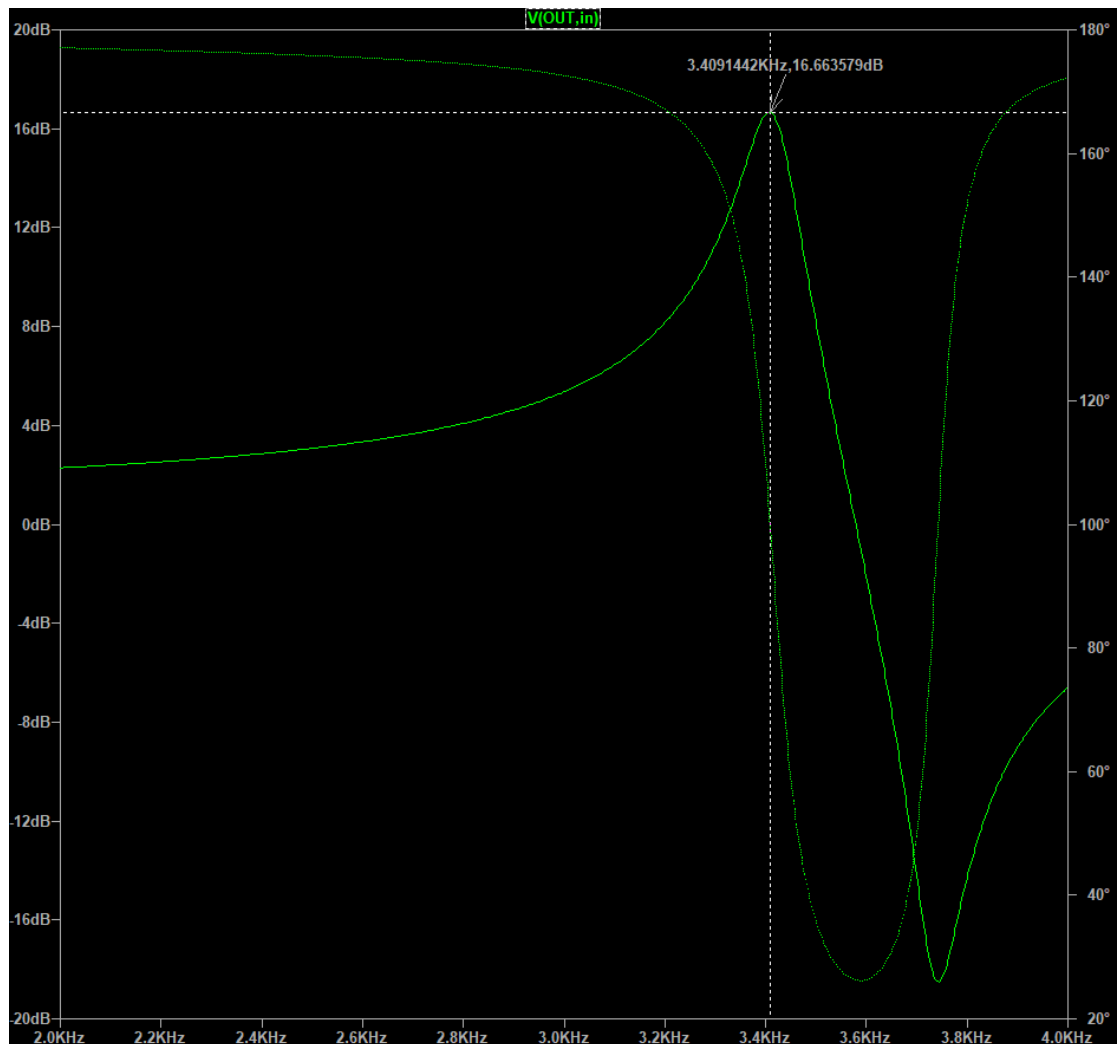


10. 模擬電路如下,比對結果在 gain 最大時結果蠻接近的



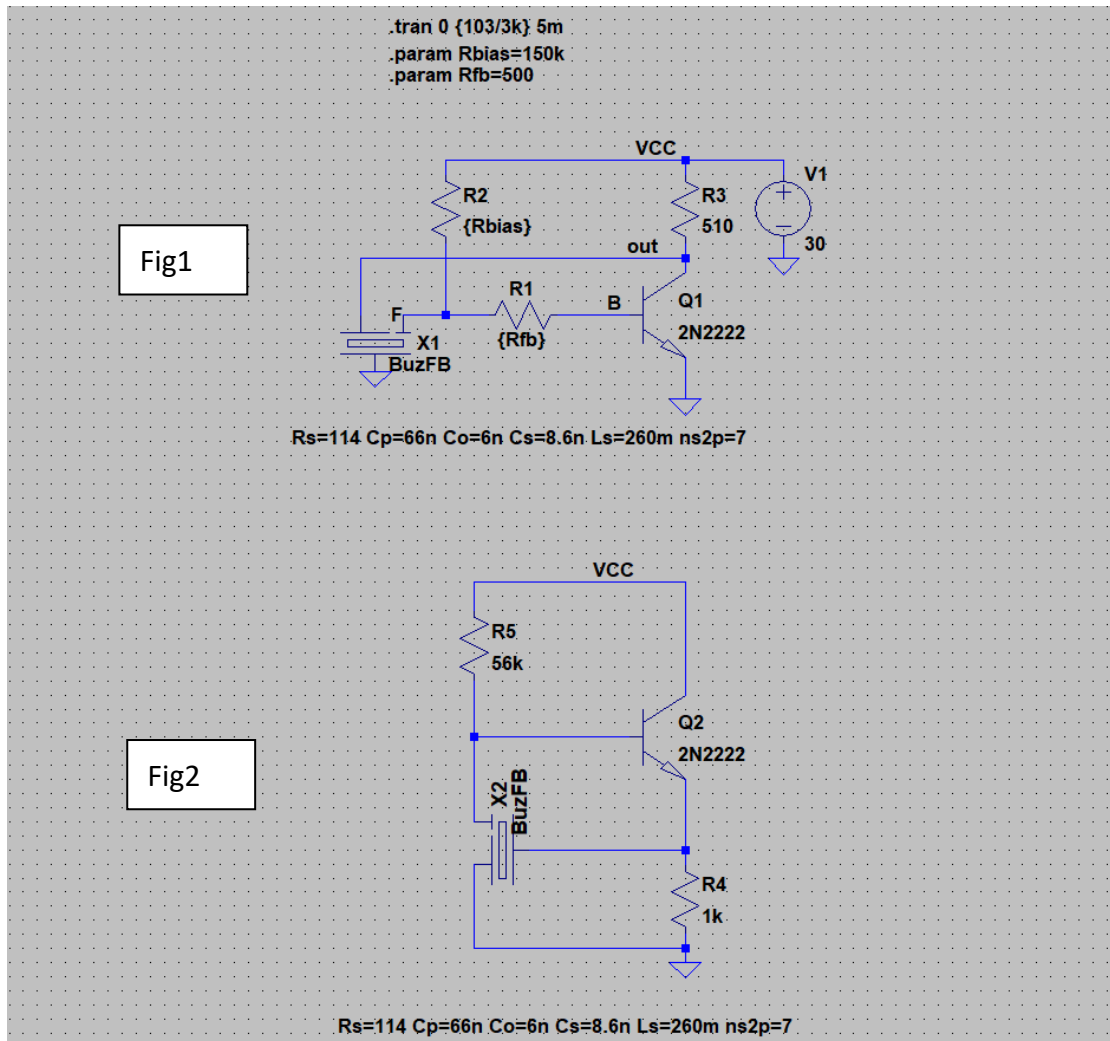
gain\_phase\_Measure  
ment.asc

gain\_phase\_Measure  
ment.log

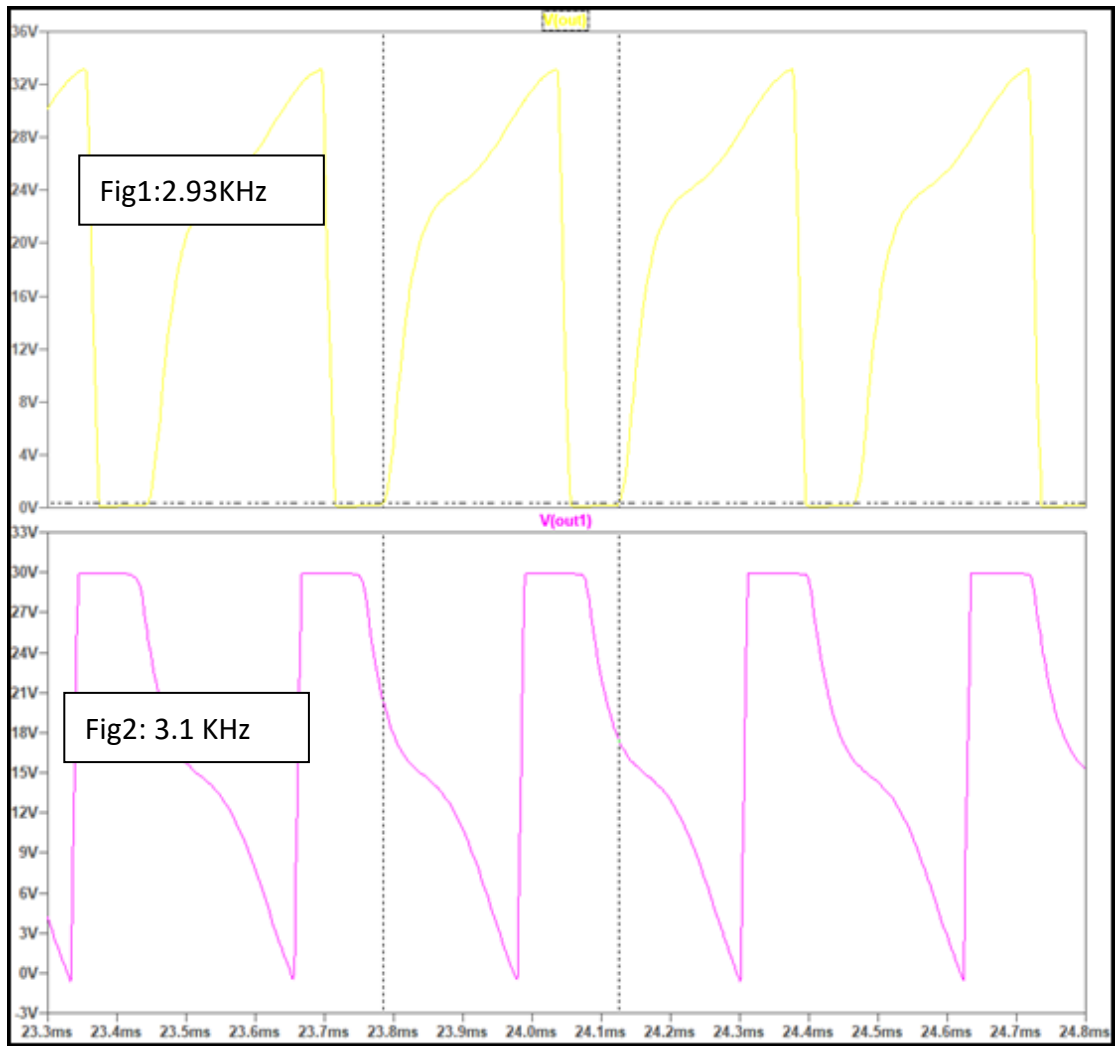


## 振盪器模擬

1.single end driver, 兩種接法比較,共振頻率有差異

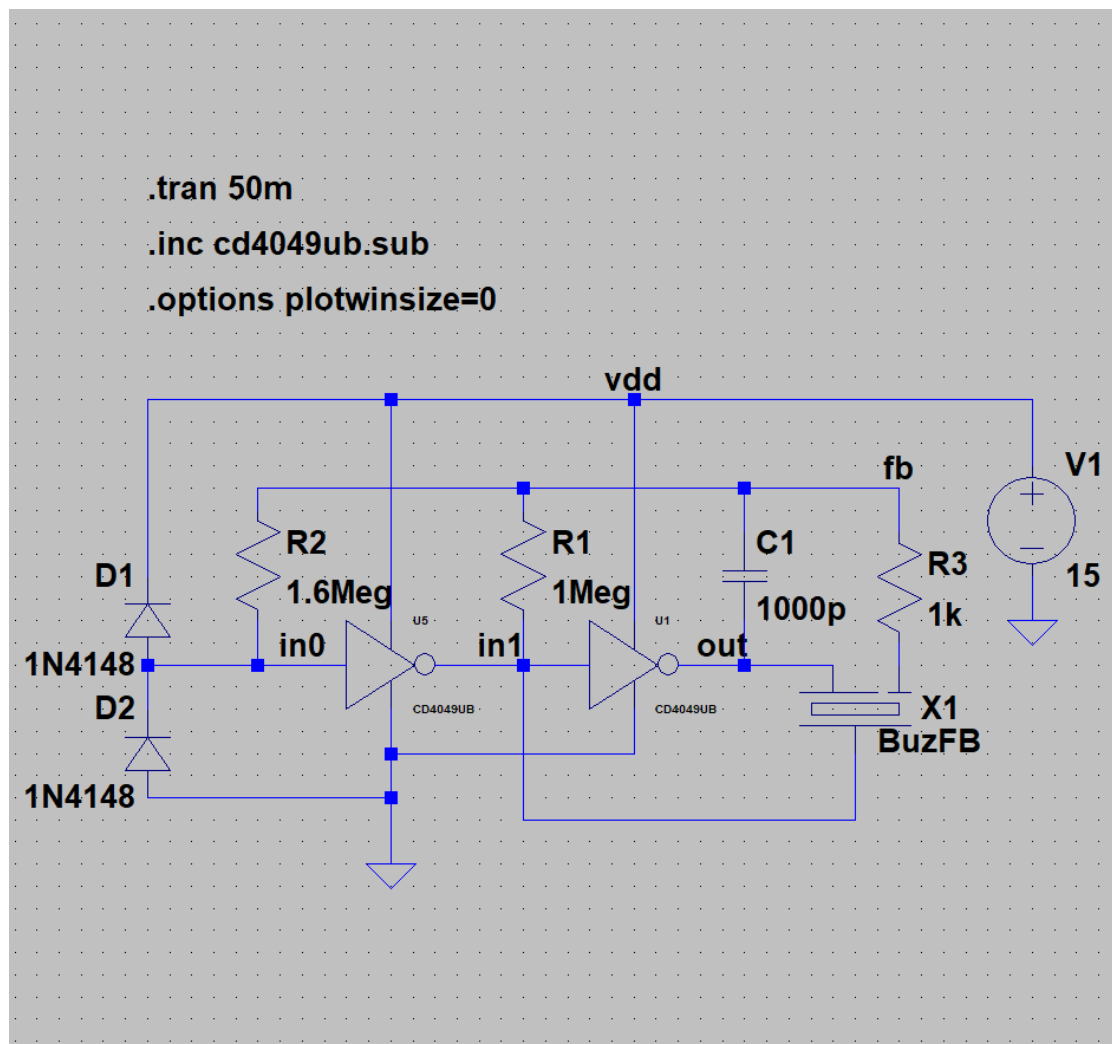


oscillator test\_bjt.asc oscillator test\_bjt.log





## 2. differential drive

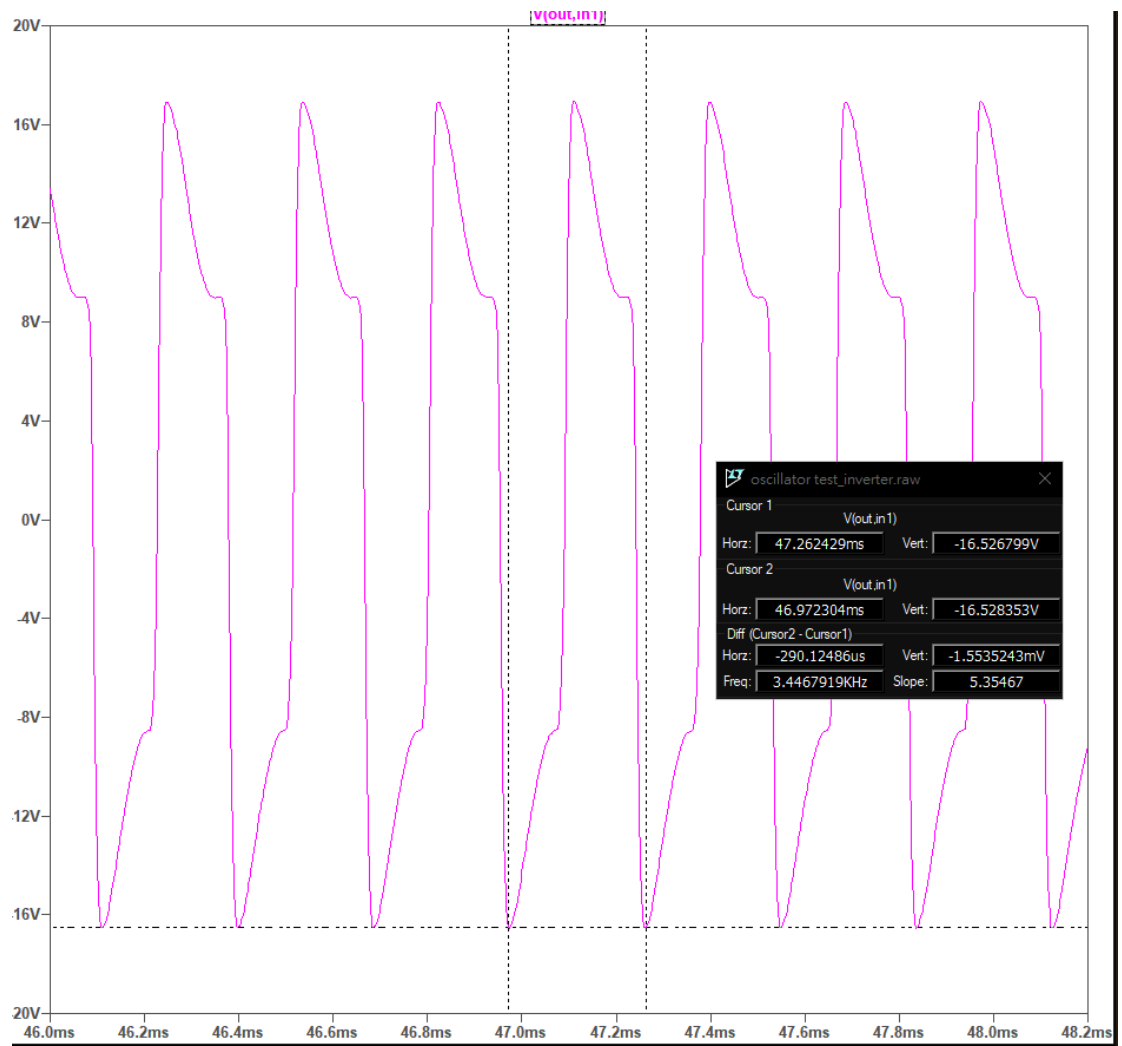


oscillator  
test\_inverter.asc

oscillator  
test\_inverter.log

buffer\_inv1.asy

cd4049ub.sub



模擬結果,頻率為 3.45kHz, Different 自激式比較接近共振頻率