

電子電路實驗 6: Power Amplifiers

實驗結報

B02901178 江誠敏

May 11, 2015

1 實驗結果

1.1 Class A output stage

項目	量測值
V_{BB}	840 mV

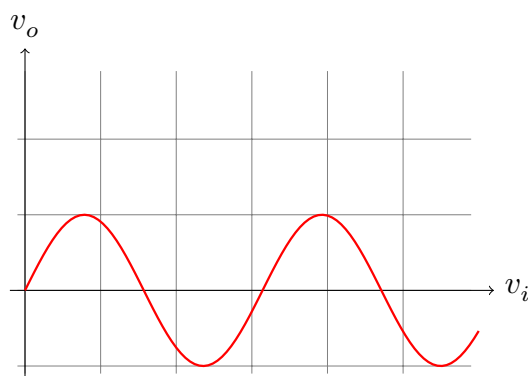
1.2 Class AB output stage

項目	量測值
V_{CE3}	841 mV
V_{REN}	920 mV
V_{REP}	550 mV
R_b	213 Ω
V_{BB}	200 mV

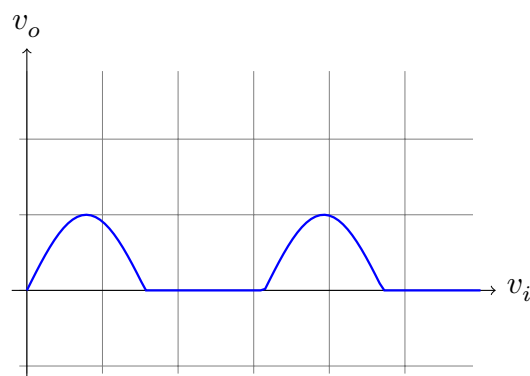
2 結報問題

1. How to identify whether a power amplifier (PA) is class-B PA?

答: 與 Class A amplifier 不同, Class B amplifier 只會導通半個周期, 因此很容易從 v_i - v_o Transfer 圖上看出差異。(可用示波器的 X-Y mode 觀察。)



(a) Class A amplifier



(b) Class B amplifier

2. What is crossover distortion? What is the reason of occurring it?

答: Crossover distortion 是因為 Class AB/B 的 BJT 只會導通半個周期，而在兩個互補的 BJT 的半周期間，BJT 的電壓會掉出 active 區間，使得電壓有偏誤產生，即為 crossover distortion. 從 v_i-v_o Transfer 圖上看出差異。(可用示波器的 X-Y mode 觀察。)

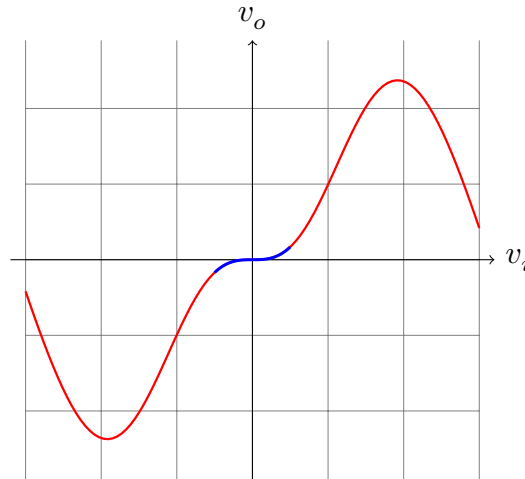


Figure 2: Example of crossover distortion.

3. Try to explain how to calculate the power transfer efficiency of class-B PA?

答: 可在電源供應器和 load 都同時接上伏特計和安倍計，假設電源供應器的讀值分別為 V_S, I_S ，load 的讀值為 V_L, I_L (接用 rms 計算)，則

$$\% \text{power transfer efficiency} \approx \frac{V_L I_L}{V_S I_S} \cdot 100\%$$

4. Does the crossover distortion exist in class-AB PA? Try to answer the power transfer efficiency of class-AB PA is between which two kinds of power amplifiers.

答: Crossover distortion still exist in class-AB PA, but slightly smaller than class-B PA, which could be seen by the result of the experiment.

The transfer efficiency of class-AB PA is between class-B and class-A. i.e,

$$\text{class-A} < \text{class-AB} < \text{class-B}$$

5. Please perform the simulation of the class-B power amplifier circuit shown in Fig. 1. Determine what the transfer curve of V_O-V_i is. What is the V_O-I_O curve if applying a sine wave signal with 10 V amplitude, 0 V the dc offset value, and 1 kHz frequency in the input terminal?

答: 這裡使用 Ngspice 模擬。我一開始使用實驗用的 MJE2955T, MJE3055T 來模擬，但是結果非常奇怪。

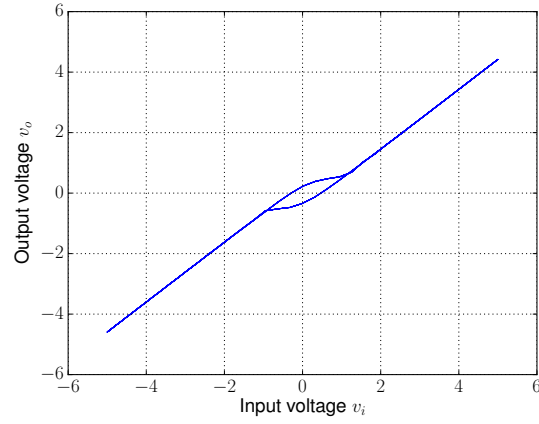


Figure 3: Simulation with MJEs

可能是網路上提供的參數有點問題，但我也找不到其他免費的，因此改用 2N2222, 2N4032 來模擬。

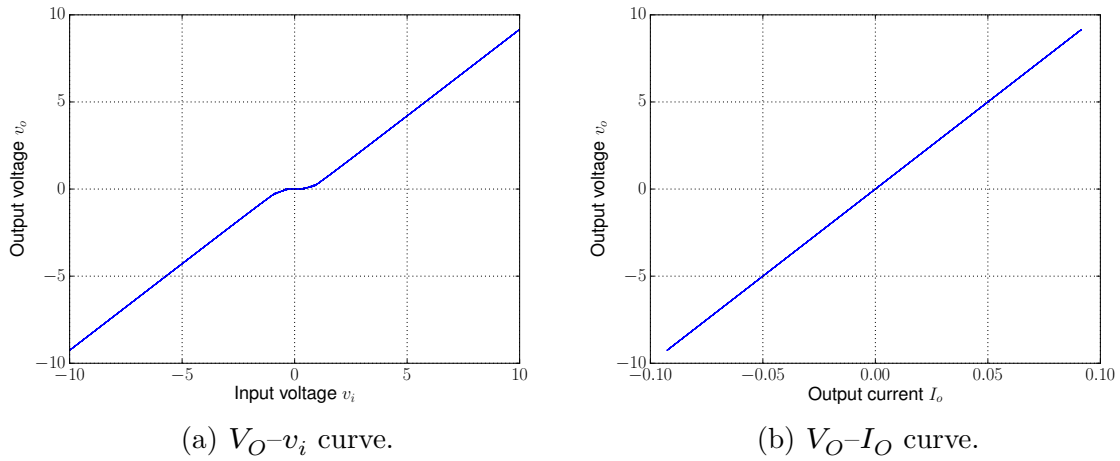


Figure 4: Simulation with 2N*

6. In Fig. 8, please perform the simulation of the class-B power amplifier circuit. Determine what the transfer curve of V_O-V_i is. What is the V_O-I_O curve if applying a sine wave signal with 10 V amplitude, 0 V DC-offset value, and 1 kHz frequency in the input terminal?

答：在這個電路中， Q_3, Q_4 提供了一個穩定的電壓差，把 crossover distortion 給抵消掉，因此只要 I_{bias} 不要太小（如下圖），維持 BJT 在 active mode 即可！

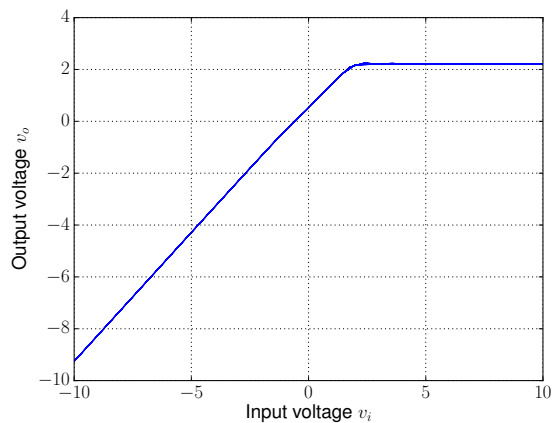
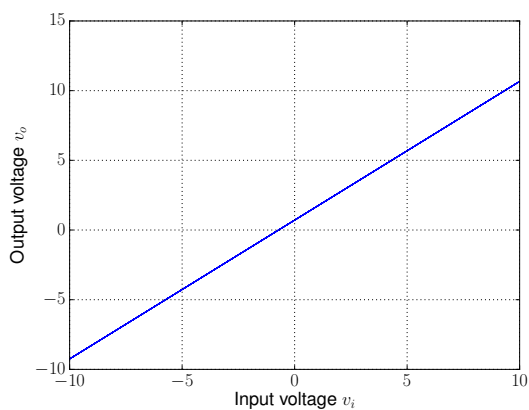
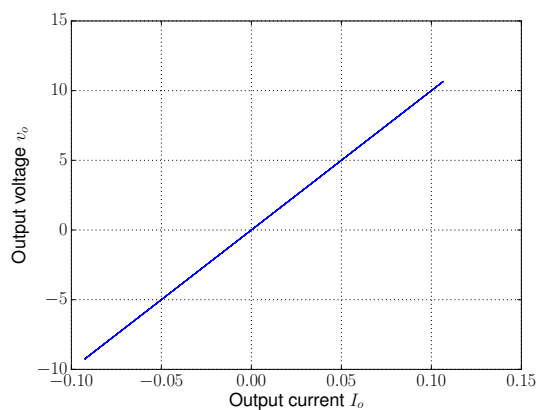


Figure 5: $I_{\text{bias}} = 10 \mu\text{A}$

以下是 $I_{\text{bias}} = 10 \text{ mA}$ 的模擬結果。



(a) V_O-v_i curve.



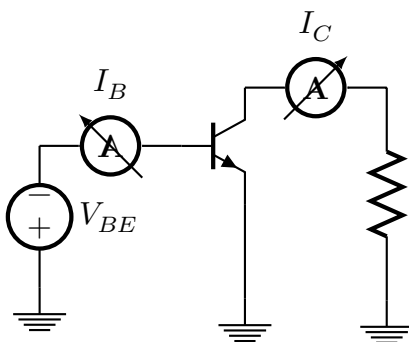
(b) V_O-I_O curve.

Figure 6: Simulation with 2N*

這兩題 V_O-I_O 似乎顯然是一條斜率為 R_L 的直線。

7. 請設計一個電路，使得 BJT 的 β 值可以被量測到。

答：可利用 BJT 在 active mode 時， $I_C/I_B = \beta$ ，因此我們只要給 V_{BE} 一個適當的跨壓 ($\approx 0.7 \text{ V}$)，在量測 I_C, I_B 的比值即可！



3 心得

今天的實驗雖然複複雜雜，但是只要耐心做，其實好像沒那麼困難。我想應該是因為這次做的是比較「大訊號」的東西，儀器在這部分比較不會出問題，如果是小訊號的話，你就要開始擔心示波器的雜訊、線路接觸不良等等麻煩的問題。真希望以後都不要在做跟小訊號相關的東西了！