

國立成功大學

工程科學系

112 學年度第二學期 電子學實驗課程

第十一實驗報告

工程科學系 2 年級

E94114073 張哲維

繳交日期: 2023/5/28

一、 實驗目的

先利用 Pumping circuit 來實現階梯波產生器電路，再利用所產生的階梯波及減法電路整合成電晶體特性曲線的觀測電路，可透過示波器來觀測電晶體 $V_{CE}-I_C$ 的特性取線

二、 實驗步驟

1. Pumping circuit

- i. 令 $V_S=1\text{hz}$ ， $4V_{P-P}$ 觀察 V_O 電壓
- ii. 說明電路工作原理

2. 階梯波產生器：

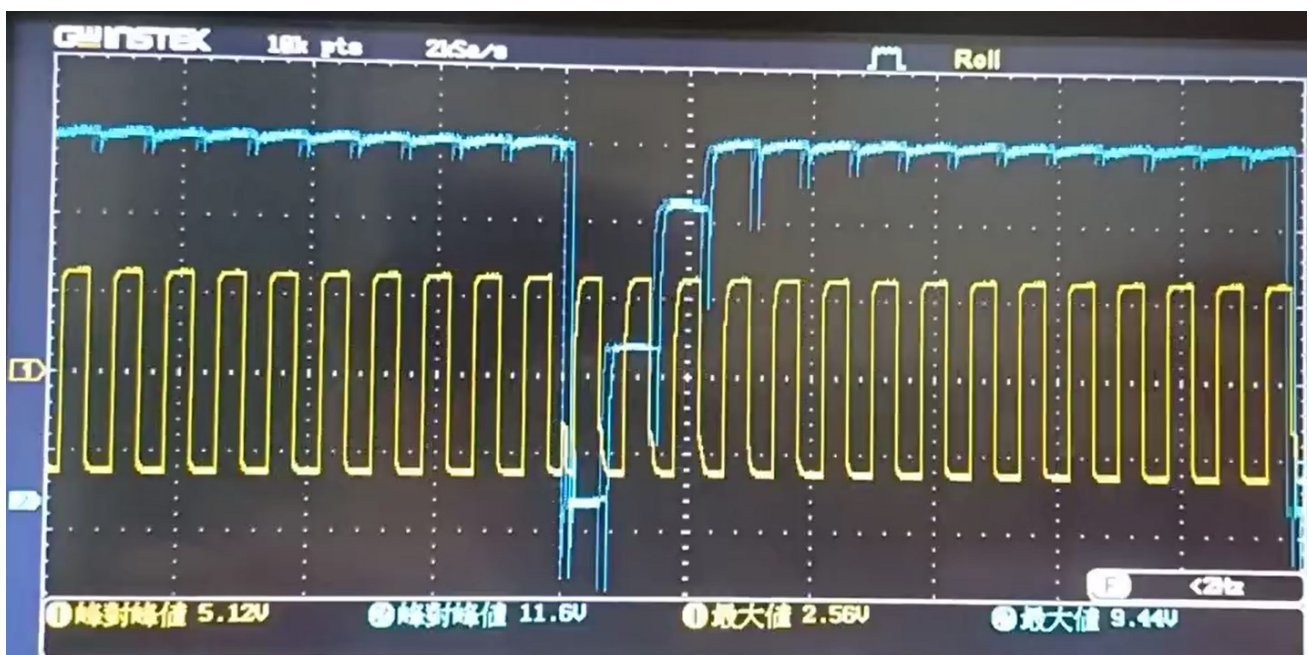
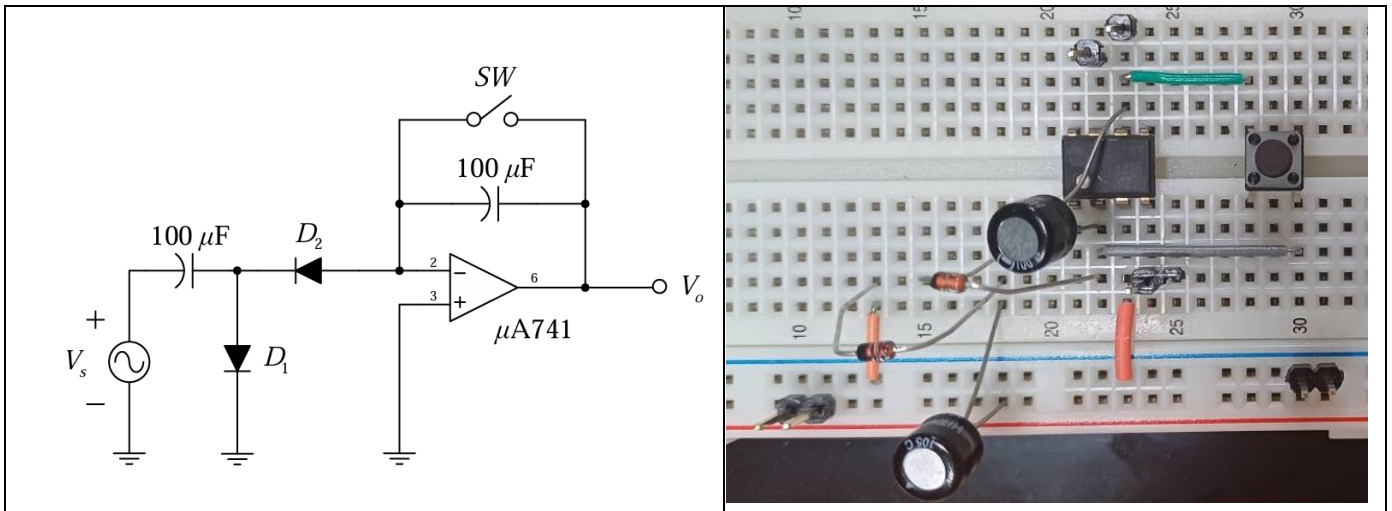
- i. 令 V_S 為方波，調整輸入參數找到，觀察 V_O 是否為階梯波
- ii. 說明電路工作原理
 - 此實驗所用到二極體為 1n4148(紅螞蟻)

3. 應用 - 量測電晶體特性曲線：

- i. 令 V_{S1} 為正弦波， V_{S2} 為階梯波
- ii. CH1 勾住 C 點，CH2 勾住 V_O
- iii. 使用 X-Y 檔位觀察電晶體特性曲線
- iv. 說明電路原理

三、 實驗結果

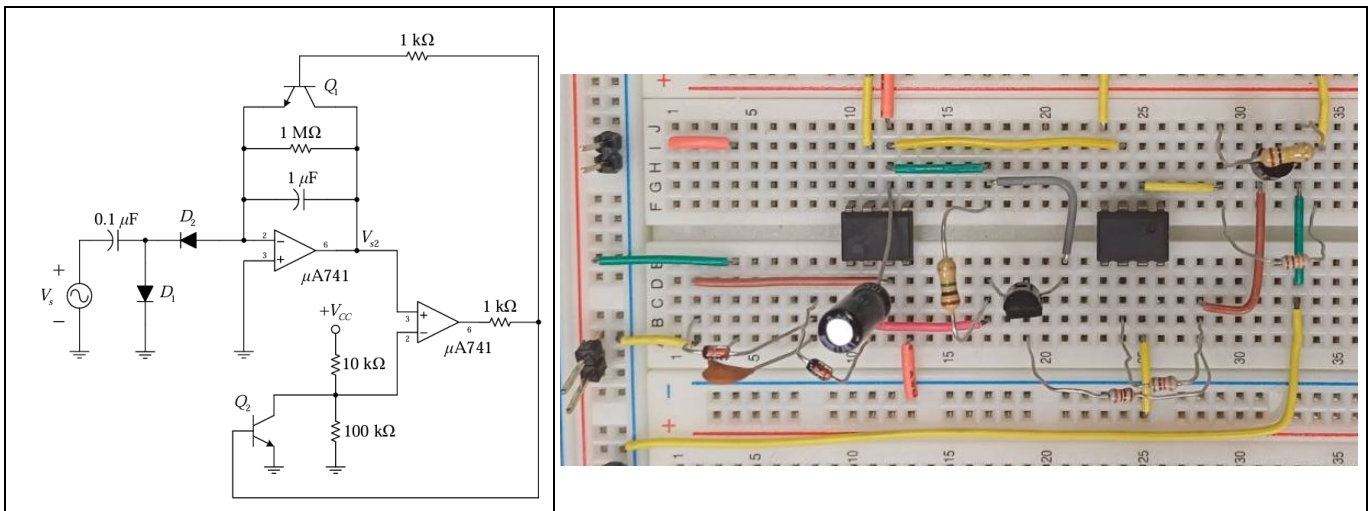
1. Pumping circuit



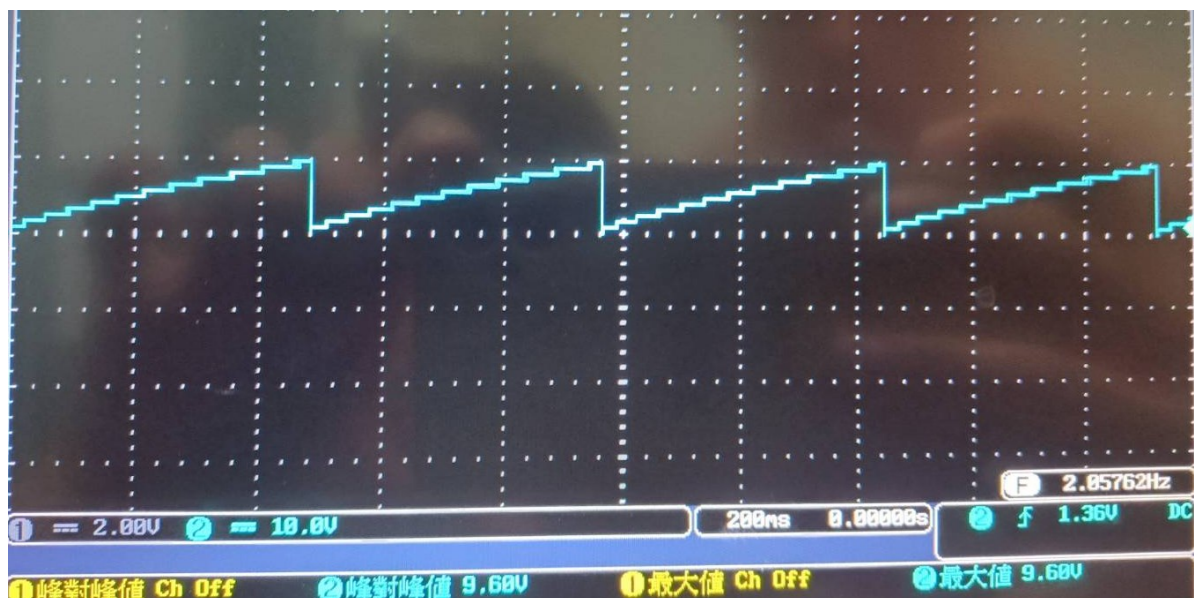
當輸入波為正的 $V_{i\text{-peak}}$ ，電流會通過 D_1 ，並對 C_1 充電

當輸入波 $V_i = 0$ ，電流會從接地通過 OP 並將 C_1 放的電對 C_2 充電。上述動作會重覆到 C_2 電壓 $= V_{CC}$ 就會維持，直到按下按鈕將電都放掉，才會重複充電動作。

2. 階梯波產生器：



- 使用 $5V_{P-P}$, 2Khz 的方波



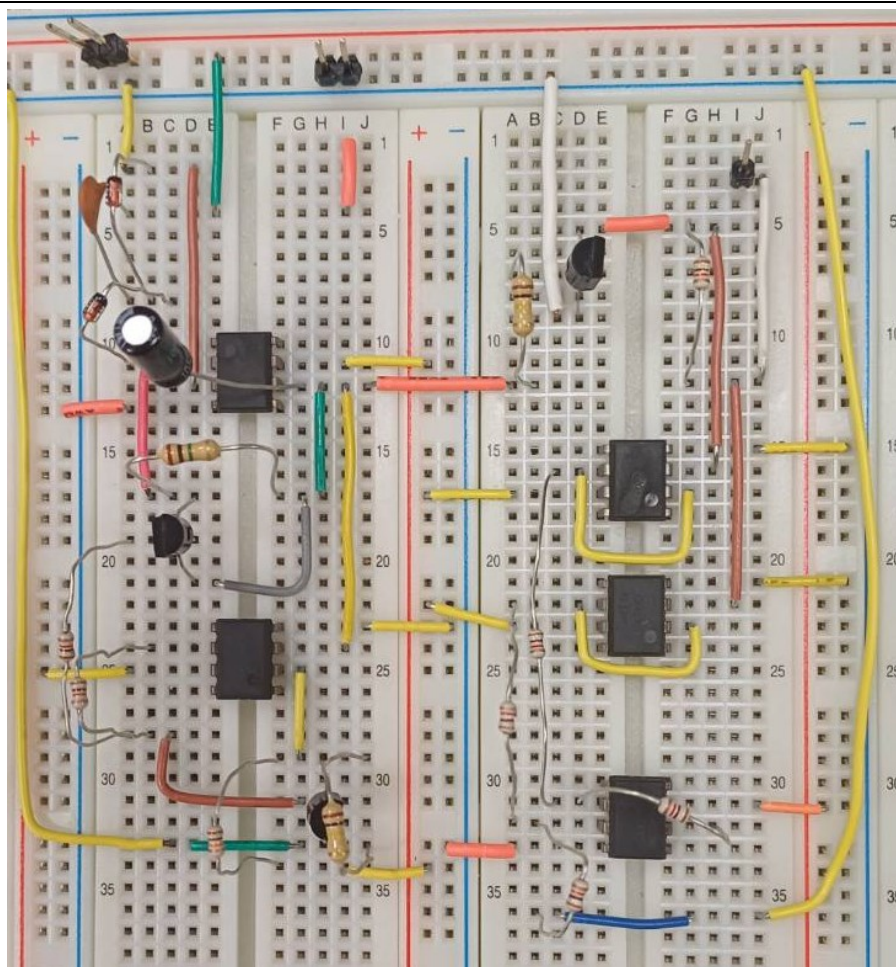
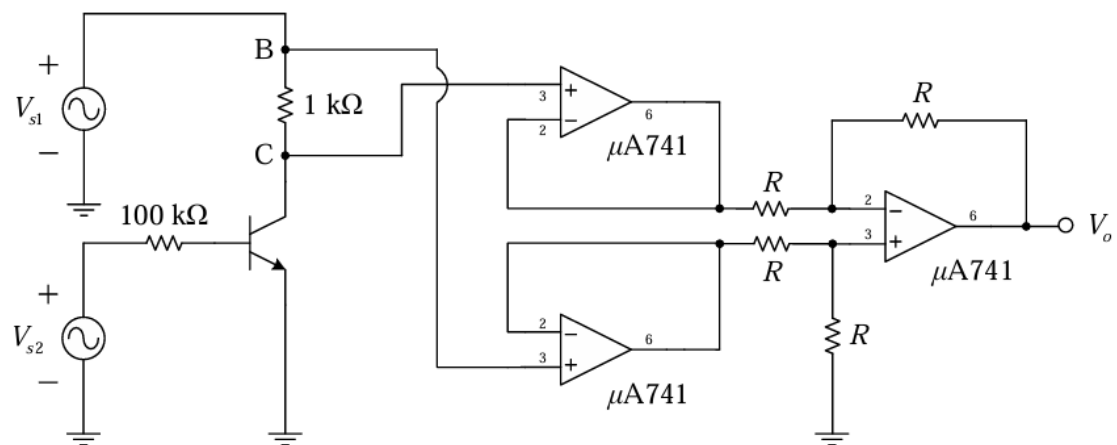
此電路為 pumping circuit 加上一個比較器，並將按鈕更換成電晶體 Q_1 ，在比較器非反向端額外加上另一個電晶體 Q_2 。

當 $V_{S2} < 0.2V$ ， Q_1 、 Q_2 截止，電路會將 C_2 充電， V_{S2} 上升

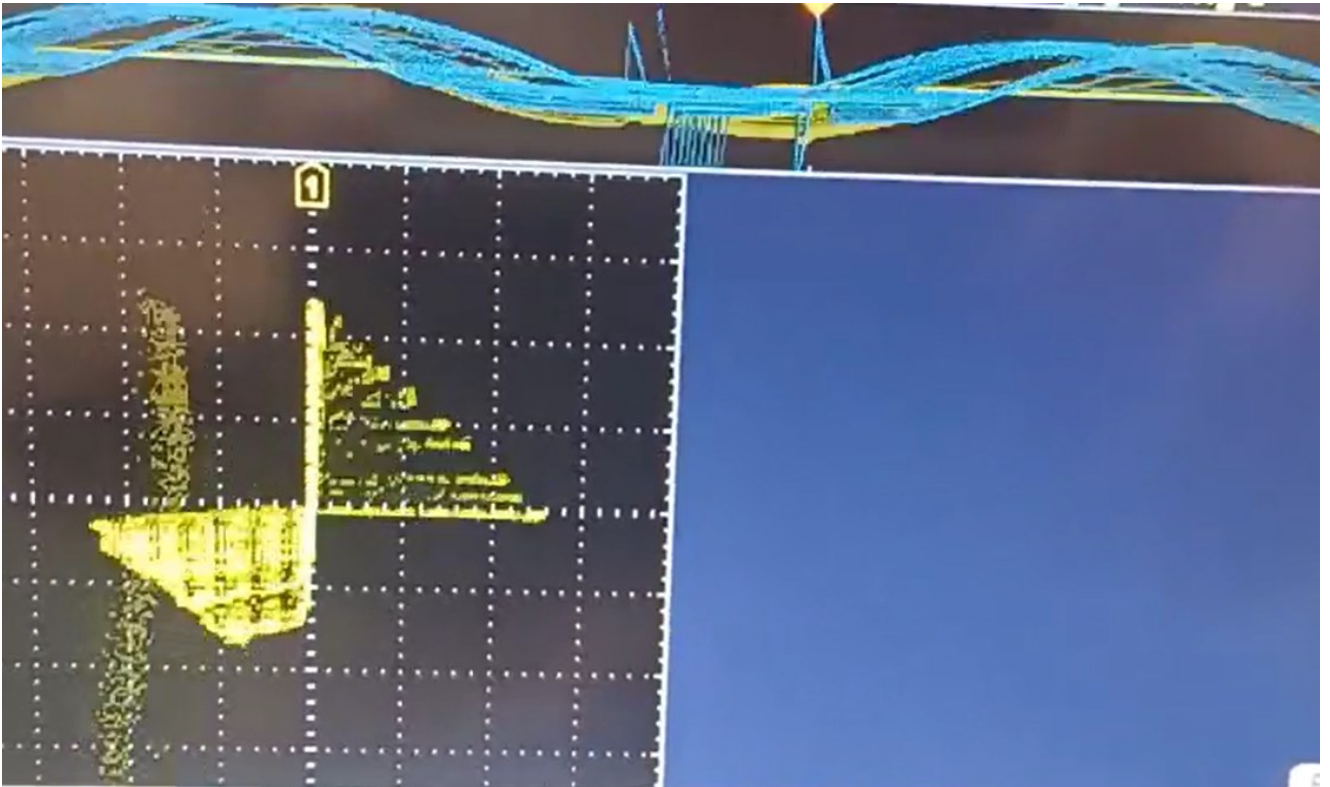
當 $V_{S2} > 9V$ ， Q_1 、 Q_2 工作， C_2 會放電， V_{S2} 下降

Q_2 的作用是為了解 C_2 將電放掉，不然 V_{S2} 最後只會維持在 9V

3. 應用 - 量測電晶體特性曲線：

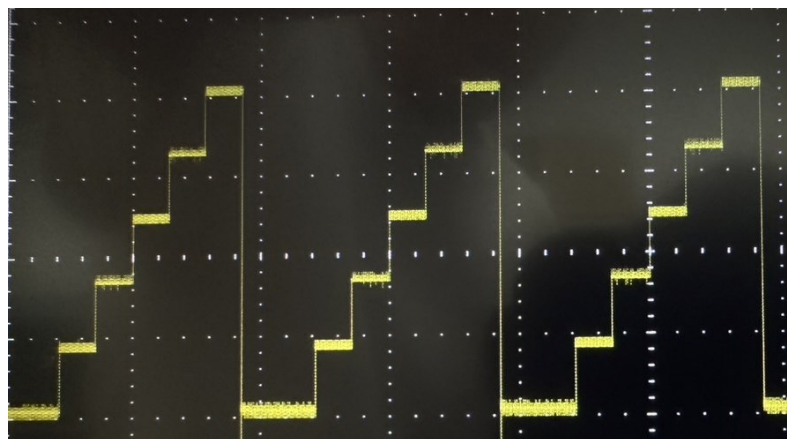


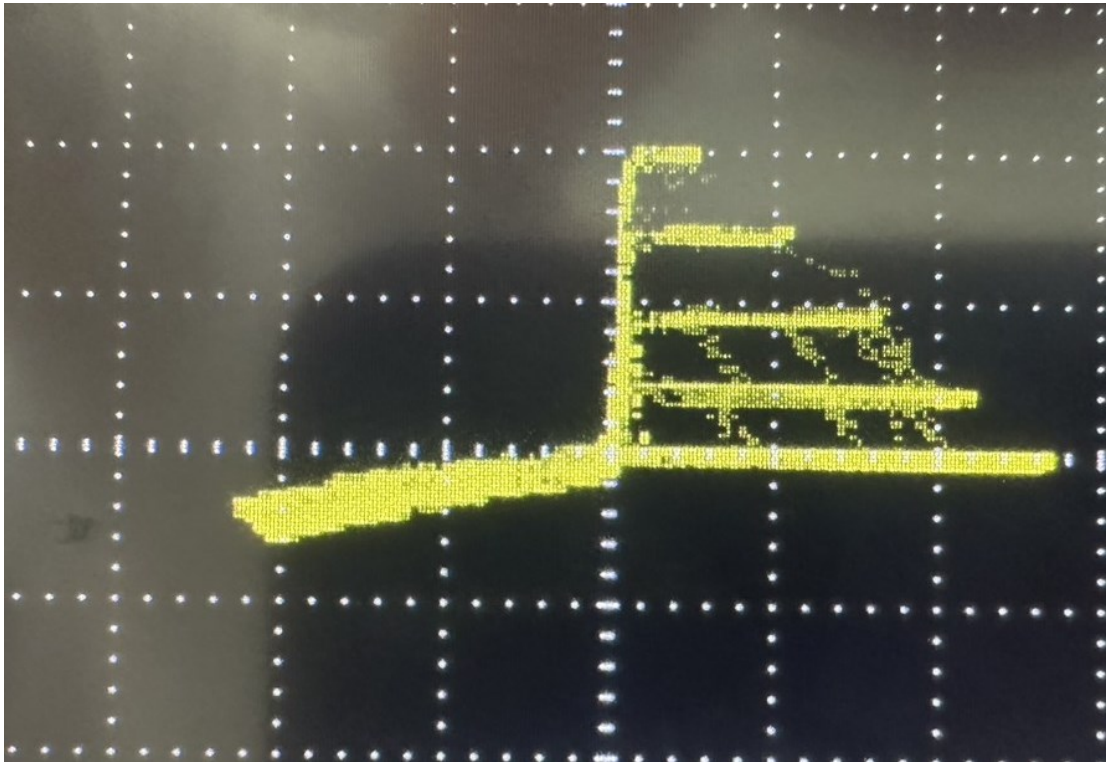
使用階梯波產生器:



使用波形產生器的函式:

使用 ARB function 、point value 去調整波形上升頻率



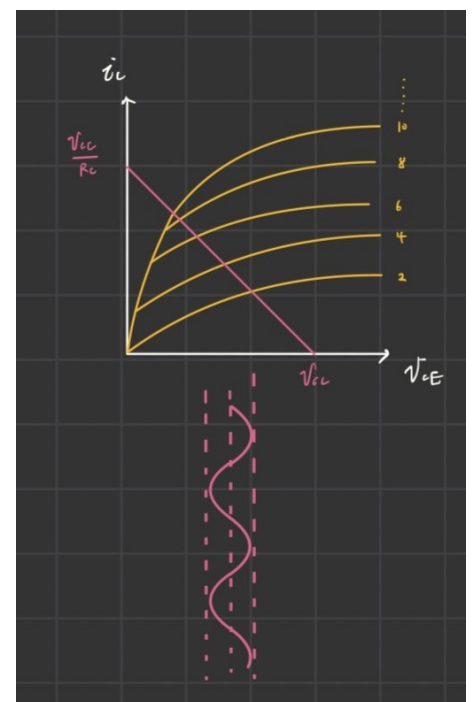


使用階梯波產生器當作 V_{BB} 通過電晶體，形成電晶體的不同 V_{BE} ，並將 X 軸設置成 V_{CE} 、Y 軸設置成 I_C 將特性曲線設置出來：

使用 C 點的電壓(V_{CE})作為 X 軸。

使用 V_{CC} 正弦波提供震盪的 I_C ，而將電路的 B 點和 C 點使用絕對值電路相減，就會產生一電壓 $= R_C * I_C$ ，作為 Y 軸。

因為 V_{CC} 是會一直改變的，藉由此方法將特性曲線掃描出來



四、 問題與討論

pumping circuit 的輸出波形在一個週期後會有掉落不連續，是因為電容充放電的過程並非完全連續，會有一些時間差距。

在階梯波產生器的電路中，使用示波器的 zoom 模式能更好的擷取到完整的輸出階梯波。

應用上使用波形產生器的函數去實現的階梯波較穩定，通過應用的電路能更好的觀察到特性曲線，而切換到 X-Y 檔位的時候，雖然能看到特性曲線，不過會有很多的雜訊，這是因為輸出的波形示一直在改變的，而每次改變皆會有些許誤差，導致雜訊的出現。

五、 心得

這次實驗是觀察電晶體的特性曲線，而為了觀察不一樣的 V_{BE} 上的曲線所以需要使用階梯波，而階梯波一開始為按鈕觸發，而因為電路要是自動的，所以將觸發的裝置改用比較器。而整個實驗我覺得最難的是要將波形產生器和示波器調整至剛好的參數，才能看到較完美的波形，所以需要對示波器有一定的熟悉程度。特別是在應用的電路，因為實驗中會有雜訊所以必須要一直微調，且有可能因為電路本身就有接觸不良等外在因素，所以波形特別不穩定。