

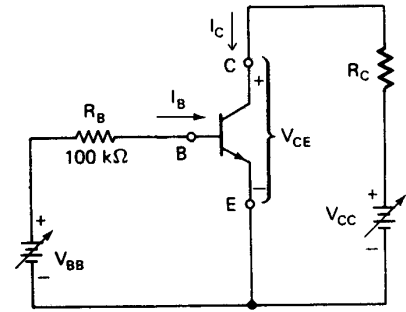
實驗五、電晶體開關

目的：學習電晶體的截止狀態與飽和狀態，利用電晶體製作一個開關電路。

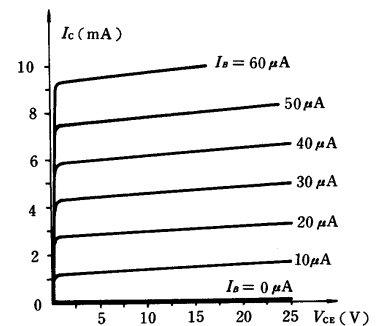
原理：

圖一所示是 npn 電晶體的共射極電路，圖二所示是它的特性曲線圖，圖中它有 3 種工作區域：截止區 (Cutoff Region)、線性區 (Active Region)、飽和區 (Saturation Region)。電晶體是以 B 極電流 I_B 作為輸入，操控整個電晶體的工作狀態。若電晶體是在截止區， I_B 趨近於 0 (V_{BE} 亦趨近於 0)，C 極與 E 極間約呈斷路狀態， $I_C = 0$ ， $V_{CE} = V_{CC}$ 。若電晶體是在線性區，B-E 接面為順向偏壓，B-C 接面為逆向偏壓， I_B 的值適中 ($V_{BE} = 0.7\text{ V}$)， $I_C = h_{FE} I_B$ 呈比例放大， $V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C = V_{CC} - R_C h_{FE} I_B$ 可被 I_B 操控。若電晶體在飽和區， I_B 很大， $V_{BE} = 0.8\text{ V}$ ， $V_{CE} = 0.2\text{ V}$ ， $V_{BC} = 0.6\text{ V}$ ，B-C 與 B-E 兩接面均為順向偏壓，C-E 間等同於一個帶有 0.2 V 電位落差的通路，可得 $I_C = (V_{CC} - 0.2)/R_C$ ， I_C 與 I_B 無關了，因此時的 I_B 大過線性放大區的 I_B 值， $I_C < h_{FE} I_B$ 是必然的。

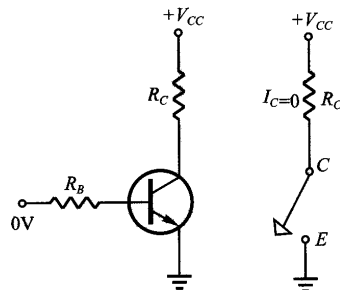
電晶體在截止態時 C-E 間如同斷路，在飽和態時 C-E 間如同通路 (帶有 0.2 V 電位降)，因此可以作為開關。控制此開關的是 I_B ，也可以用 V_{BB} 作為控制的輸入訊號。圖三、四分別顯示電晶體開關的通路、斷路狀態，及其對應的等效電路。



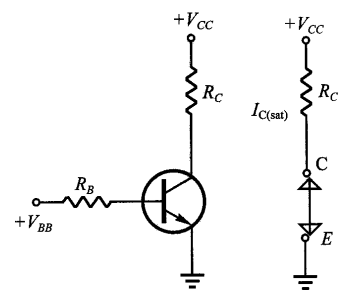
圖一、npn 電晶體共射極電路



圖二、共射極電路輸出特性曲線圖



圖三、截止態如同斷路



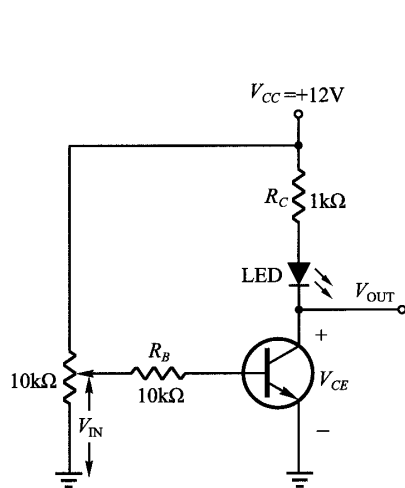
圖四、飽和態如同通路

材料：雙極性電晶體 NPN 2 顆、發光二極體 LED 1 顆、可變電阻 10 kΩ 1 顆、電阻 1 kΩ 1 顆、10 kΩ 2 顆。

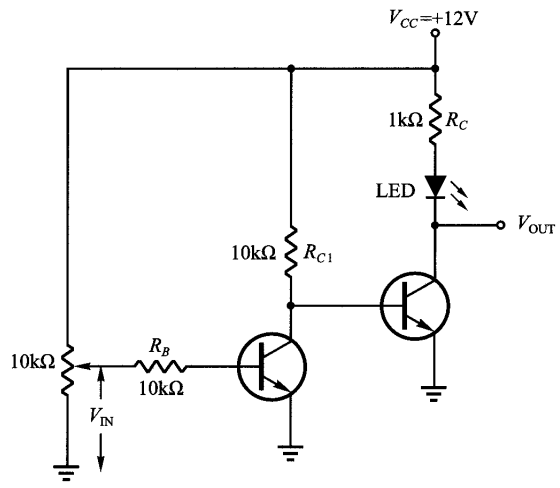
步驟：

簡單電晶體開關：電路如圖五，將輸入訊號 V_{IN} 從 0 調到最大（等分為約 20 個間隔），觀察並記錄對應的 V_{OUT} 以及 LED 的亮度。當電晶體開關為斷路時， $V_{OUT} = V_{CC} = 12V$ ，LED 不亮。當電晶體開關通路時， $V_{OUT} = 0.2V$ ，LED 會亮。

改良電晶體開關：因為電晶體由截止區過度到飽和區需經過線性區，開關的效果不會有明確的界線。為使電晶體開關的效果明確，可串接兩電晶體，電路如圖六。同樣將輸入訊號 V_{IN} 從 0 調到最大（等分為約 20 個間隔），觀察並記錄對應的 V_{OUT} 以及 LED 的亮度。



圖五、簡單電晶體開關電路



圖六、改良電晶體開關電路