

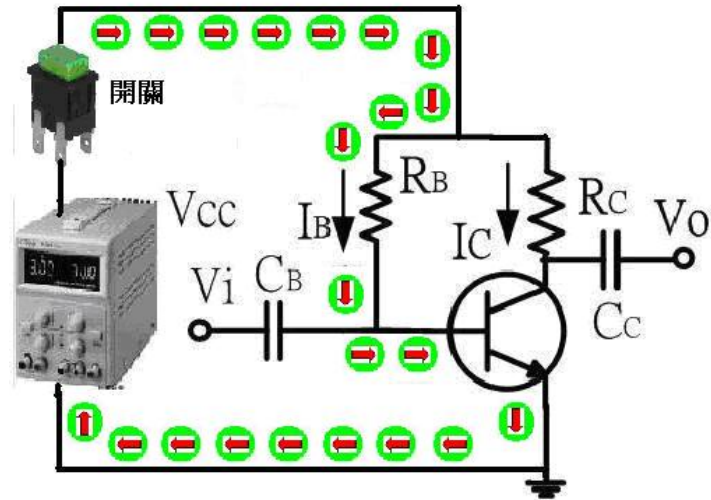


表二、高職數位教材發展與推廣計畫－電子學科單元教案設計表

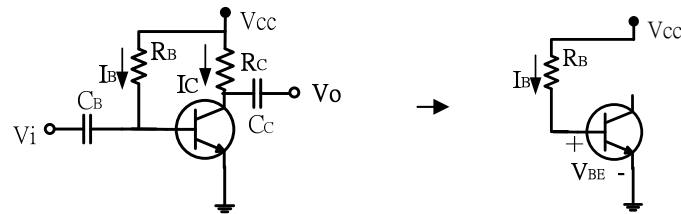
單元編號		5-2-1	單元名稱	固定偏壓電路		
對應之課綱		5-2 固定偏壓電路			預計本單元總教學時間	100 分鐘
教學目標	單元內容簡介	1. 直流偏壓分析 2. 偏壓穩定 3. 飽和				
	具體目標 (例如:能說出、能寫出、能列舉、能運用)	1. 能瞭解固定偏壓電路輸入迴路的直流分析與計算。 2. 能瞭解固定偏壓電路輸出迴路的直流分析與計算 3. 能分析溫度變化對固定偏壓電路穩定度的影響。 4. 能瞭解電晶體飽和的條件與計算。				
教學活動		教學時間	元件			元件內容說明 (請填入 8-9 個元件)
			編號	類型	時間	
發展活動	1 電路分析： 【輸入迴路直流分析】	10 分鐘	5-2-1-1 (輸入迴路的形成)	動畫	2 分鐘	輸入迴路的形成：製作以下選項的版面 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">輸入電流移動路徑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">完成輸入迴路</div> </div> 1. 輸入電流移動路徑 製作如下圖之版面 (1) 以動畫的方式呈現：當開關按下時，將輸入電流 $I_B$ 以  代表由 $V_{CC}$ ，然後著完整電路經電阻 $R_B \rightarrow$ 電晶體 $B \rightarrow E \rightarrow$ 接地回到 $V_{CC}$ 移動一圈然後重複循環（如下圖所示），當開關在按一次時就停止  移動。按返回則回選項版面。







返回

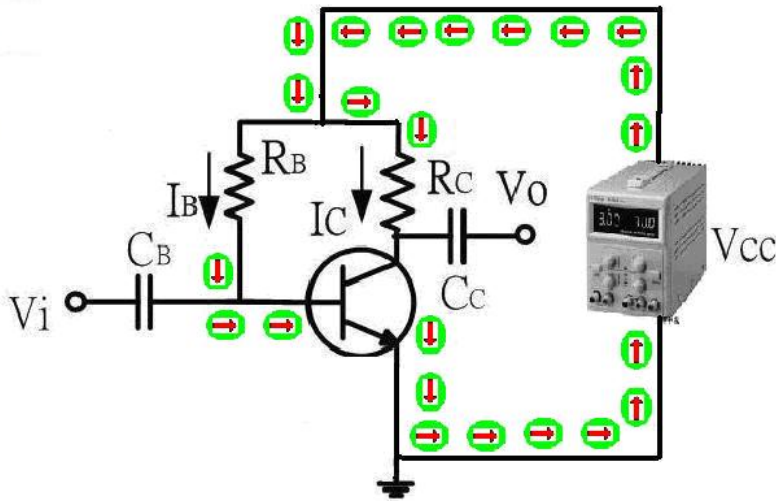
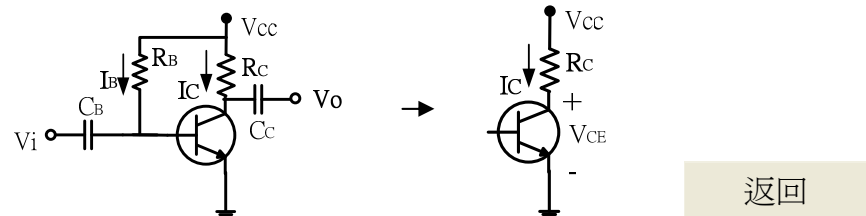
## 2. 完成輸入迴路

以動畫的方式由第一步中  $I_B$  的移動迴路將整個移動的迴路由完整電路中切割下來，形成輸入迴路（先出現左圖之完整電路，然後由完整電路用切割的方式切下形成右圖）。（如下圖所示）按返回則回選項版面。

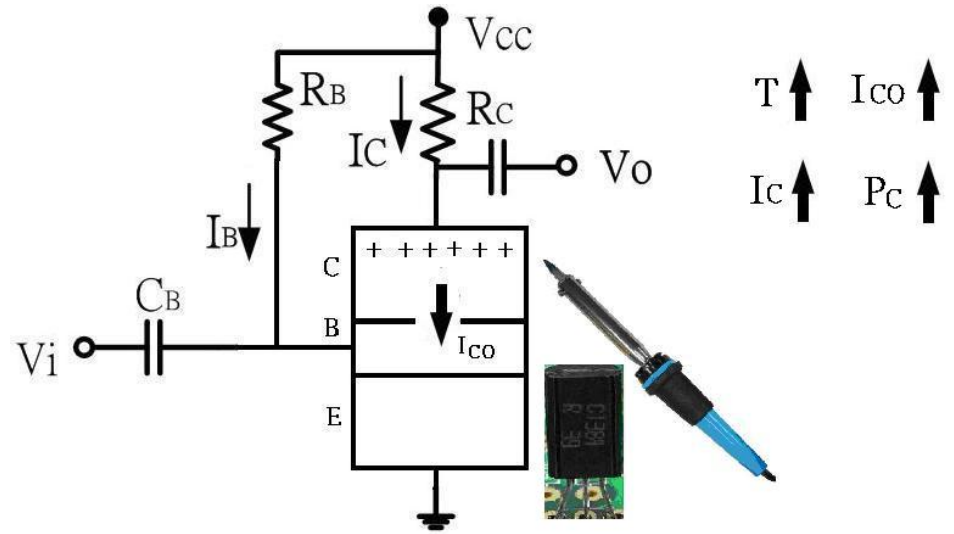


返回

發展活動	2 電路分析： 【輸入迴路電流公式推導】	10 分鐘	5-2-1-2 (輸入迴路電流 $I_B$ 公式推導)	簡報	1 分鐘	<p>2. 電流公式推導： 以簡報的方式呈現 <math>I_B</math> 電流公式的推導過程 (以逐步出現的方式, 由 (1) (2) (3) 一個一個出現) (1) 根據克希荷夫電壓定律 (KVL) 由輸入迴路可以寫出輸入方程式： <math display="block">I_B \times R_B + V_{BE} - V_{CC} = 0</math> (2) <math>\rightarrow I_B = (V_{CC} - V_{BE}) / R_B</math> (3) 由公式可得 <math>I_C = \beta I_B</math></p>
發展活動	3. 電路分析： 【輸出迴路直流分析】	10 分鐘	5-2-1-3 (輸出迴路的形成)	動畫	2 分鐘	<p>輸出迴路的形成：製作以下選項的版面</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">輸出電流移動路徑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">完成輸出迴路</div> </div> <p>1. 輸出電流移動路徑： 製作如下圖之版面：</p> <p>(1) 以動畫的方式呈現，當 <math>I_B</math>  不斷輸入時，輸出電流 <math>I_C</math> 以  代表不斷由 <math>V_{CC}</math> 出現然後沿著完整電路經電阻 <math>R_C \rightarrow</math> 電晶體 <math>C-E \rightarrow</math> 接地回到 <math>V_{CC}</math> 移動一圈然後重複循環 (如下圖所示)，當 <math>I_B</math>  停止時，<math>I_C</math>  也跟著停止。按返回則回選項版面。</p>

						 <p>2. 完成輸出迴路</p> <p>以動畫的方式由第一步中 <math>I_C</math> 的移動迴路將整個移動的迴路由完整電路中切割下來，形成輸入迴路（先出現左圖之完整電路，然後由完整電路用切割的方式切下形成右圖）。（如下圖所示）按返回則回選項版面。</p> 
發展活動	4. 電路分析： 【輸出迴路電流公式推導】	10分鐘	5-2-1-4 (輸入迴路電流 $I_B$ 公式推導)	簡報	1分鐘	<p>2. 電流公式推導：</p> <p>以簡報的方式呈現 <math>I_C</math> 電流公式的推導過程（以逐步出現的方式，由（1）（2）一個一個出現）</p> <p>（1）根據克希荷夫電壓定律（KVL）由輸出迴路可以寫出輸出方程式：  <math display="block">I_C \times R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0</math></p>

						(2) $\rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C \times R_C$
發展活動	5. 電路分析：【溫度變化對固定偏壓電路穩定度的影響】	20 分鐘	5-2-1-5	簡報+動畫 (2D 動畫)	3 分鐘	<p>製作如下面的版面可以選擇不同參數並連結到對應的分析 溫度變化對固定偏壓電路穩定度的影響：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">I<sub>CO</sub></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">β</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">V<sub>BE</sub></div> </div> <p>(1) I<sub>CO</sub> 對穩定度影響的分析：</p> <p>a. 製作一版面如下圖，以動畫方式呈現，其中將完整固定偏壓電路中的電晶體以如下圖之結構取代（旁邊為電晶體實體圖），並在旁邊用電烙鐵加熱，電烙鐵旁邊並呈現加熱溫度升高的感覺；當加熱時結構中的電洞 + 不斷產生並往 B 極的方向移動，箭頭符號以不移動位置往下流動的方式呈現。同時旁邊的各參數的箭頭符號亦隨著以不移動位置往上增加流動的方式呈現。一段時間後，電晶體的結構以閃電的符號將其裂成兩半。按返回則回選項版面。</p> <p>b. 製作一簡報呈現 I<sub>CO</sub> 對偏壓穩定的整個過程： 簡報內容：<math>T \uparrow \rightarrow I_{CO} \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow P_C \uparrow \rightarrow</math>重新循環  <math>\therefore I_C \uparrow \rightarrow V_{CEQ} \downarrow</math>  <math>\therefore Q (V_{CEQ} \downarrow, I_{CQ} \uparrow) \rightarrow Q</math> 點往飽和區移動。</p>



返回

(2)  $\beta$  對穩定度影響的分析：

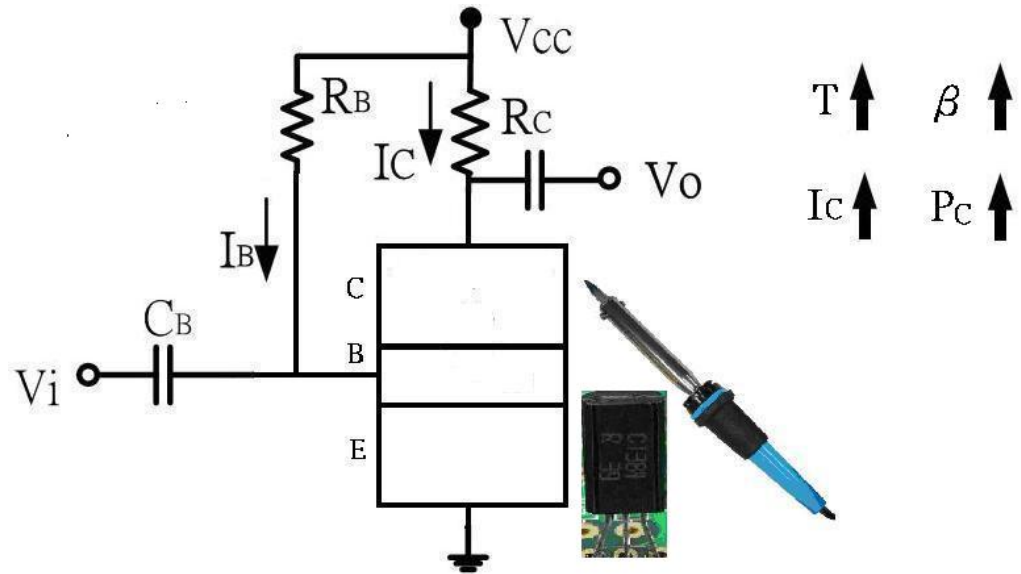
a. 製作一版面如下圖，以動畫方式呈現，其中將完整固定偏壓電路中的電晶體以如下圖之結構取代（旁邊為電晶體實體圖），並在旁邊用電烙鐵加熱，電烙鐵旁邊並呈現加熱溫度升高的感覺；當加熱時旁邊的各參數的箭頭符號亦隨著以不移動位置往上增加流動的方式呈現。一段時間後，電晶體的結構以閃電的符號將其裂成兩半。按返回則回選項版面。

b. b. 製作一簡報呈現  $I_{CO}$  對偏壓穩定的整個過程：

簡報內容： $T \uparrow \rightarrow \beta \uparrow \rightarrow I_c \uparrow \rightarrow P_c \uparrow \rightarrow$ 重新循環

$$\therefore I_c \uparrow \rightarrow V_{CEQ} \downarrow$$

$$\therefore Q (V_{CEQ} \downarrow, I_{CQ} \uparrow) \rightarrow Q \text{ 點往飽和區移動。}$$



返回

(3)  $V_{BE}$  對穩定度影響的分析：(假設  $I_{CO}$  與  $\beta$  不變)

a. 製作一版面如下圖，以動畫方式呈現，其中將完整固定偏壓電路中的電晶體以如下圖之結構取代(旁邊為電晶體實體圖)，並在旁邊用電烙鐵加熱，電烙鐵旁邊並呈現加熱溫度升高的感覺；當加熱時旁邊的各參數的箭頭符號亦隨著以不移動位置往上增加的方式或箭頭符號亦隨著以不移動位置往下減少的方式呈現。一段時間後，電晶體的結構以閃電的符號將其裂成兩半。按返回則回選項版面。

b. 製作一簡報呈現  $I_{CO}$  對偏壓穩定的整個過程：

簡報內容： $T \uparrow \rightarrow V_{BE} \downarrow \rightarrow I_B \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow P_C \uparrow \rightarrow$ 重新循環

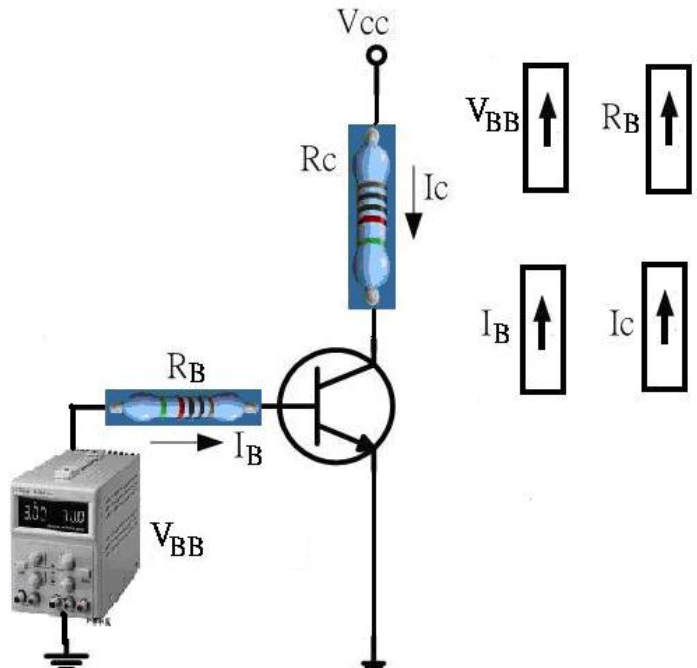
$\therefore I_C \uparrow \rightarrow V_{CEQ} \downarrow$

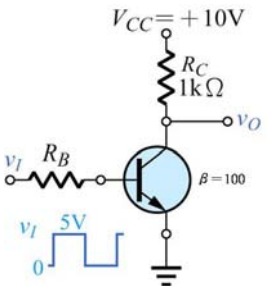
$\therefore Q (V_{CEQ} \downarrow, I_{CQ} \uparrow) \rightarrow Q$  點往飽和區移動。

發展活動	6. 電路分析 【飽和電路】	20 分鐘	5-2-1-6	簡報+ 動畫 (2D 動 畫)	2 分鐘	1. 製作一如下圖所示之版面：

返回

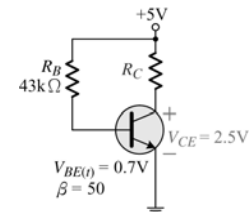


						 <p>(1) 以動畫方式呈現，當在 <math>V_{BB}</math> 的電源供應器圖示上往右轉動時(表示 <math>V_{BB}</math> 增加)，同時右邊的參數 <math>V_{BB}</math> 箭頭以在原位置往上的移動呈現，<math>R_B</math> 的箭頭不動，<math>I_B</math> 的參數箭頭也跟著以在原位置往上的移動呈現，<math>I_C</math> 的參數箭頭剛開始也跟著在原位置往上移動，一段時間後在 <math>I_C</math> 參數的箭頭停住不再往上，旁邊以文字顯示“我飽和了”。</p> <p>(2) 在 <math>R_B</math> 的電阻圖示上往左滑動，同時右邊的參數 <math>V_{BB}</math> 箭頭不動，箭頭以在原位置往上的移動呈現，<math>R_B</math> 的箭頭以在原位置往下的移動呈現，<math>I_B</math> 的參數箭頭也跟著以在原位置往上的移動呈現，<math>I_C</math> 的參數箭頭剛開始也跟著在原位置往上移動，一段時間後在 <math>I_C</math> 參數的箭頭停住不再往上，旁邊以文字顯示“我飽和了”。</p> <p>2. 製作一簡報：</p>
--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

						<p>內容：</p> $I_B = (V_{BB} - V_{BE}) / R_B$ $I_C(\text{sat}) = (V_{CC} - V_{CE(\text{sat})}) / R_C$ <p>飽和條件：</p> $\beta \times I_B \geq I_C(\text{sat})$
綜合活動	學生回答	5 分鐘	5-2-1-7	動畫	2 分鐘	<p>製作一版面如下之自動或手動出題形式的考題模式，當學生答對時給予文字顯示“你真厲害”加掌聲的鼓勵，答錯時給予文字顯示“再努力一下”加油語：</p> <p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">自動出題</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 50px;">手動出題（最多選兩題）</span> </p> <ol style="list-style-type: none"> <li>按自動出題時由 4 個題目中自動選出兩題顯示出來，其餘兩題隱藏，以供學生測驗回答。</li> <li>按手動出題時，可以由老師由 4 個題目中選擇兩個題目，以供學生測驗回答，未選到其餘兩題隱藏。</li> </ol> <p>題目：</p> <p>(1) 溫度上升，電晶體集極電流上升的原因為何？(A) <math>I_{CO}</math> (B) <math>V_{BE}</math> (C) <math>\beta</math> (D) 以上皆是。答案 (D)</p> <p>(2) 如下圖電晶體開關電路，使電晶體操作於飽和區的最小基極電流 <math>I_B</math> 為 (A) 1mA (B) 0.5mA (C) 0.1mA (D) 0.05mA。答案 (B)</p> 

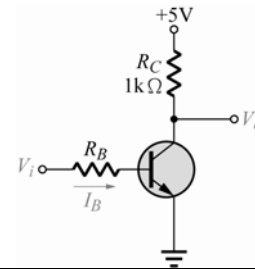
(3) 如下圖所示電路， $R_C = ?$  (A)  $5k\Omega$  (B)  $2.5k\Omega$  (C)  $500\Omega$  (D)  $250\Omega$ 。

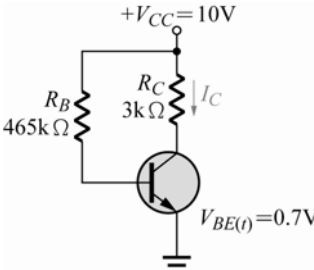
答案 (C)



(4) 如下圖所示若  $V_{CE(SAT)} = 0V$ ， $\beta = 50$  求讓電晶體進入飽和區的最小  $I_{B(min)}$

為多少？ (A)  $0.1$  (B)  $0.5$  (C)  $1$  (D)  $1.5$  mA。答案 (A)



綜合活動	上台演練	10分鐘	5-2-1-8	簡報+ 動畫 (2D 動畫)	1分鐘	<p>以簡報的方式呈現題目：</p>  <p>題目：如圖 若 <math>\beta = 100</math>，試求 <math>I_{BQ}</math>，<math>I_{CQ}</math>，<math>V_{CEQ}</math> 為多少？</p> <p>2. 以互動方式解答整個求解過程。</p> <p>(1) 顯示由直流輸入迴路導出直流輸入負載線方程式為</p> $I_{BQ} \times R_B + V_{BE} - V_{CC} = 0, \therefore I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$ $\rightarrow I_{BQ} = \frac{10V - 0.7V}{465k\Omega} = 20 \mu A \quad (I_{BQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}, \text{可以由題目手動輸入 } V_{CC}, R_B, V_{BE} \text{ 而自動計算 } I_{BQ} \text{ 數值的互動方式)}$ <p>(2) <math>I_{CQ} = \beta \times I_{BQ} \rightarrow I_{CQ} = 100 \times 20 \mu A = 2 \text{ mA}</math> (<math>I_{CQ} = \beta \times I_{BQ}</math> 可以由題目手動修改 <math>\beta</math> 而 <math>I_{BQ}</math> 隨前面的求解而自行帶入，並計算出 <math>I_{CQ}</math> 之數值)</p> <p>(3) <math>V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} \times R_C</math></p> $= 10V - 2 \text{ mA} \times 3k\Omega$ $= 10V - 6V = 4V$ <p>(<math>V_{CC}, R_C</math> 可以由題目手動修改而連動變化，<math>I_{CQ}</math> 隨前面的求解自動帶入，並計算出 <math>V_{CEQ}</math> 之數值)</p>
------	------	------	---------	----------------------	-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

綜合活動	學習單	5 分鐘	5-2-1-9	簡報	1 分鐘	製作一學習單簡報 內容： 1. 試列出固定偏壓電路之輸入與輸出方程式？ 解答：輸入方程式： $I_B \times R_B + V_{BE} - V_{CC} = 0$ 輸出方程式： $I_C \times R_C + V_{CE} - V_{CC} = 0$ 2. 試說明影響偏壓穩定的因素有哪些？ 解答：影響偏壓穩定的因素有：(1) $I_{C0}$ (2) $\beta$ (3) $V_{BE}$ 3. 電晶體飽和的條件為何？ 解答： $\beta \times I_B \geq I_{C(sat)}$
合計：		100 分鐘		合計：	15 分鐘	9 個元件
可供設計參考資源列表 (請至少填入 2-3 項)						
參考資源(線上資源或參考書籍)				簡 述		
1. 電子學 I (弘揚圖書有限公司)				5-2 固定偏壓電路		
2. 電子學 I (台科大圖書股份有限公司)				5-2 固定偏壓電路		
3. 電子學 I (龍騰文化事業股份有限公司)				5-2 固定偏壓電路		
4. <a href="http://ossacc.moe.edu.tw/uploads/datafile/ezgo7_win/PhET/index-2.html">http://ossacc.moe.edu.tw/uploads/datafile/ezgo7_win/PhET/index-2.html</a>				Phet 互動式科學教學		
5. <a href="http://hsmaterial.moe.edu.tw/">http://hsmaterial.moe.edu.tw/</a>				高中學科資訊科技融入教學資源網		