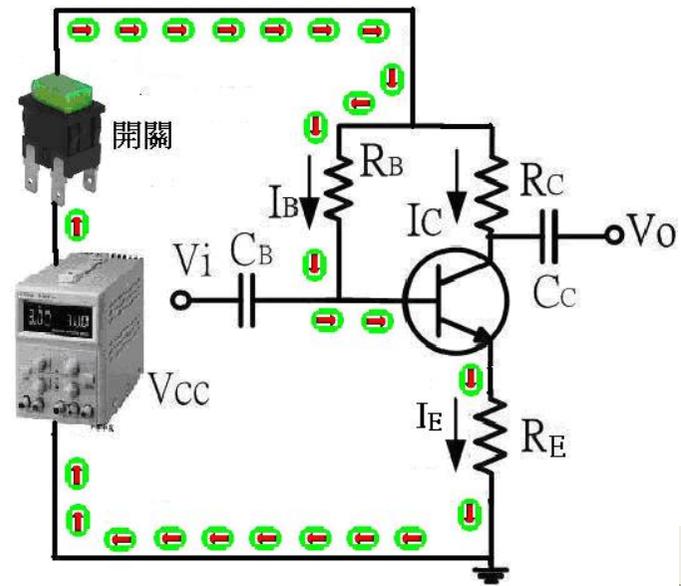


表二、高職數位教材發展與推廣計畫－電子學科單元教案設計表

單元編號		5-3-1	單元名稱		射極回授偏壓電路	
對應之課綱		5-3 回授偏壓電路			預計本單元總教學時間	87 分鐘
教學目標	單元內容簡介	1. 射極回授偏壓電路直流偏壓分析 2. 射極回授偏壓電路偏壓穩定				
	具體目標 (例如:能說出、能寫出、能列舉、能運用)	1. 能瞭解射極回授偏壓電路輸入迴路的直流分析與計算。 2. 能瞭解射極回授偏壓電路輸出迴路的直流分析與計算 3. 能分析溫度變化對射極回授偏壓電路穩定度的影響。				
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	5-3-1-1	動畫	2 分鐘	輸入迴路的形成：製作以下選項的版面，點擊時可以連結至相對的選項。 <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 $B \rightarrow E \rightarrow$ 電阻 $R_E \rightarrow$ 接地回到 V_{CC} 移動一圈然後重複循環（如下圖所示），當開關再按一次時

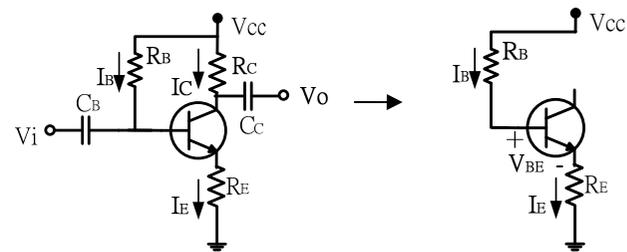
就停止  移動。按返回則回選項版面。



返回

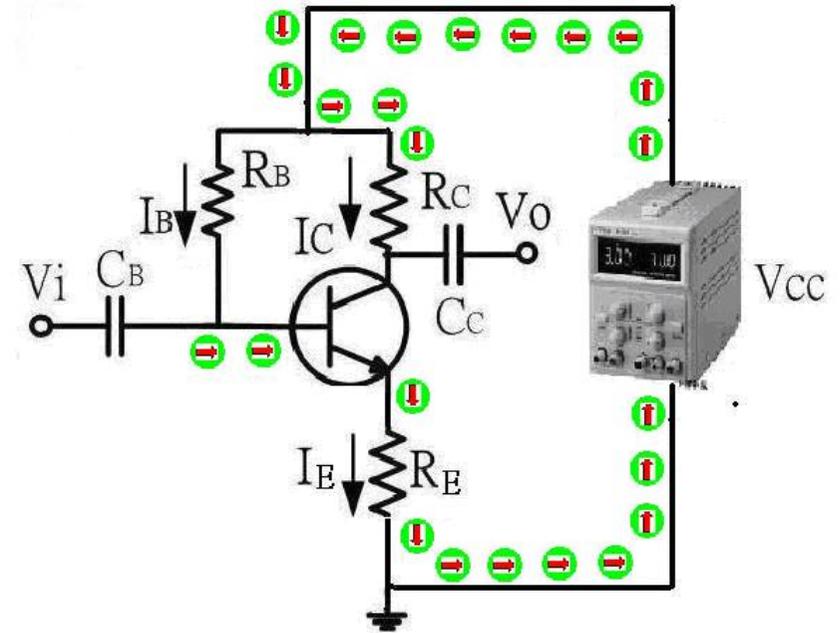
2. 完成輸入迴路

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】	12 分鐘	5-3-1-2)	簡報	1 分鐘	<p>2. 電流公式推導：</p> <p>以簡報的方式呈現 I_B 電流公式的推導過程（以逐步出現的方式，由（1）（2）（3）（4）（5）一個一個出現）</p> <p>（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：</p> $I_B \times R_B + V_{BE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$ <p>（2） $\rightarrow I_B \times R_B + V_{BE} + (1 + \beta) I_B \times R_E - V_{CC} = 0$</p> <p>（3） $\rightarrow I_B [R_B + (1 + \beta) \times R_E] = V_{CC} - V_{BE}$</p> <p>（4） $\rightarrow I_B = (V_{CC} - V_{BE}) / [R_B + (1 + \beta) \times R_E]$</p> <p>（5） 由公式可得 $I_C = \beta I_B$</p> $I_E = (1 + \beta) I_B$
發展活動	3. 電路分析：【輸出迴路直流分析】	10 分鐘	5-3-1-3)	動畫	2 分鐘	<p>輸出迴路的形成：製作以下選項的版面，點擊時可以連結至相對的選項。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <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：</p> <p>製作如下圖之版面：</p> <p>（1）以動畫的方式呈現，當按 I_B 開始時 I_B 不斷輸入時，輸出電流 I_C 以 代表不斷由 V_{CC} 出現然後沿著完整電路經電阻 $R_C \rightarrow$ 電晶體 $C-E \rightarrow$ 電阻 $R_E \rightarrow$ 接地回到 V_{CC} 移動一圈然後重複循環（如下圖所示），當按 I_B 停止時 I_B 停止輸入，I_C 也跟著停止。按返回則回選項版面。</p>



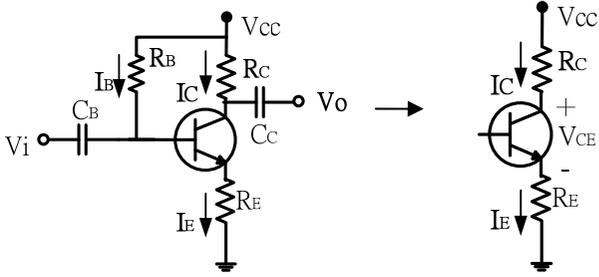
IB開始

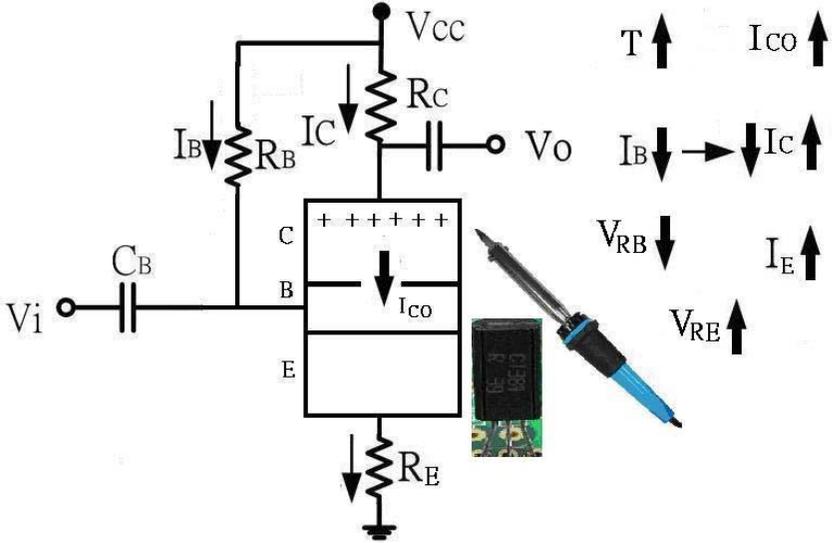
IB停止

返回

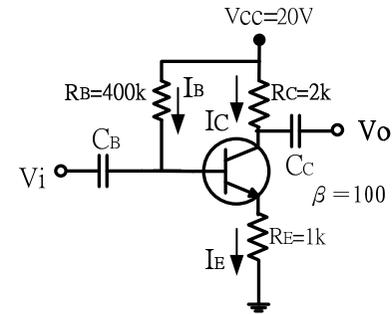
2. 完成輸出迴路

以動畫的方式由第一步中 I_C 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。

						
發展活動	4. 電路分析：【輸出迴路電流公式推導】	12 分鐘	5-3-1-4	簡報	1 分鐘	<p>2. 電流公式推導：</p> <p>以簡報的方式呈現 I_C 電流公式的推導過程（以逐步出現的方式，由（1）（2）（3）（4）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：</p> $I_C \times R_C + V_{CE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$ <p>（2）$\rightarrow \cong I_C \times R_C + V_{CE} + I_C \times R_E - V_{CC} = 0$ ($\because I_C \cong I_E$)</p> <p>（3）$\rightarrow \cong I_C \times (R_C + R_E) + V_{CE} - V_{CC} = 0$</p> <p>（4）$\rightarrow V_{CE} \cong V_{CC} - I_C \times (R_C + R_E)$</p>
發展活動	5. 電路分析：【溫度變化對射極回授偏壓電路穩定度的影響】	15 分鐘	5-3-1-5	簡報+動畫 (2D 動畫)	3 分鐘	<p>製作 I_{C0} 對射極回授偏壓電路穩定度影響的分析動畫：</p> <p>1. 製作一版面如下圖，以動畫方式呈現，其中將完整射極回授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。同時旁邊的參數剛開始 I_C 的箭頭符號隨著以不移動位置往上增加流動（往下箭頭不出現），其他參數的箭頭隨著以不移動位置往上增加流動或往下減少流動的方式呈現。當回到 I_B 下降時，I_C 則往下減少（往下上箭頭不出現）一下後就停住不往下一直減少；</p>

						 <p>2. 製作一簡報呈現 I_{CO} 對偏壓穩定的整個過程：</p> <p>簡報內容：$T \uparrow \rightarrow I_{CO} \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow I_E \uparrow \rightarrow V_{RE} \uparrow$ ($V_{RE} = I_E \times R_E$) $\rightarrow V_{RB} \downarrow$ ($V_{RB} = V_{CC} - V_{BE} - V_{RE}$) $\rightarrow I_B \downarrow \rightarrow I_C \downarrow$ 偏壓回穩不因溫度上升而往飽和區移動。</p>
綜合活動	教師自行命題	5 分鐘	5-3-1-6	動畫	2 分鐘	製作一教師自行命題的動畫： 版面如下：

						<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">題目區</div> <div style="margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">選項區</div></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">選項區</div></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">選項區</div></div> <div style="margin-bottom: 5px;"><input type="checkbox"/> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">選項區</div></div> <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> 勾選區 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">下一題</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">儲存</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">讀取</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">確定</div> </div> </div>
綜合活動	學生回答	3分鐘	5-2-1-7	簡報+動畫 (2D動畫)	1分鐘	<p>1. 以簡報製作題目： 電晶體直流偏壓電路，當溫度升高時會造成直流工作點何種變動？ (A) I_C 減少，V_{CE} 減少 (B) I_C 減少，V_{CE} 增加 (C) I_C 增加，V_{CE} 減少 (D) I_C 增加，V_{CE} 增加</p> <p>答案：(C)</p> <p>2. 答案答對以一個比讚的動畫表示答對，並顯示你好棒的稱讚語；答案答錯的則以傷心臉的動畫表示答錯了，並顯示要在加油喔的鼓勵語。</p>
綜合活動	上台演練	10分鐘	5-2-1-8	簡報+動畫 (2D動畫)	2分鐘	<p>以簡報的方式呈現題目：</p> <p>題目：如圖若 $\beta = 100$，試求 I_{BQ}，I_{CQ}，V_{CEQ} 為多少？</p> <p>2. 以互動方式解答整個求解過程。</p>



(1) 根據克希荷夫電壓定律 (KVL) 由輸出迴路可以寫出輸入方程式：

$$I_{BQ} \times R_B + V_{BE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$$

$$\rightarrow I_{BQ} \times R_B + V_{BE} + (1 + \beta) I_{BQ} \times R_E - V_{CC} = 0$$

$$\therefore I_{BQ} = (V_{CC} - V_{BE}) / [R_B + (1 + \beta) \times R_E]$$

$\rightarrow I_{BQ} \doteq 38.6 \mu A$ (上式中可以由題目手動輸入 V_{CC} 、 R_B 、 R_E 、 β 、 V_{BE} 而自動計算 I_{BQ} 數值的互動方式)

(2) $I_{CQ} = \beta \times I_{BQ} \rightarrow I_{CQ} \doteq 100 \times 38.6 \mu A = 3.86 \text{ mA}$ ($I_{CQ} = \beta \times I_{BQ}$ 可以由題目手動修改 β 而 I_{BQ} 隨前面的求解而自行帶入，並計算出 I_{CQ} 之數值)

(3) 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：

$$I_C \times R_C + V_{CEQ} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$$

$$V_{CEQ} \doteq V_{CC} - I_{CQ} \times (R_C + R_E)$$

$$\doteq 20V - 3.86 \text{ mA} \times 3k\Omega$$

$$\doteq 20V - 11.58V = 8.42V$$

(V_{CC} 、 R_C 、 R_E 可以由題目手動修改而連動變化， I_{CQ} 隨前面的求解自動帶入，並計算出 V_{CEQ} 之數值)

解得 $I_{BQ} \doteq 38.6 \mu A$

						$I_{CQ} \approx 3.86 \text{ mA}$ $V_{CEQ} \approx 8.42 \text{ V}$
	合計：	87 分鐘		合計：	14 分鐘	8 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)					5-3 射極回授偏壓電路	
2. 電子學 I (台科大圖書股份有限公司)					5-3 射極回授偏壓電路	
3. 電子學 I (龍騰文化事業股份有限公司)					5-3 射極回授偏壓電路	
4. http://ossacc.moe.edu.tw/uploads/datafile/ezgo7_win/PhET/index-2.html					Phet 互動式科學教學	
5. http://hsmaterial.moe.edu.tw/					高中學科資訊科技融入教學資源網	