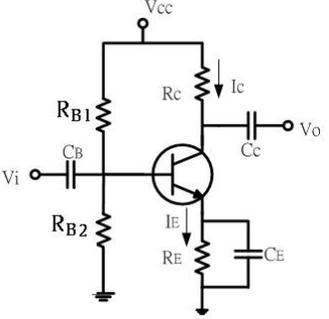
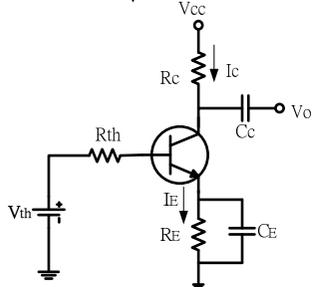
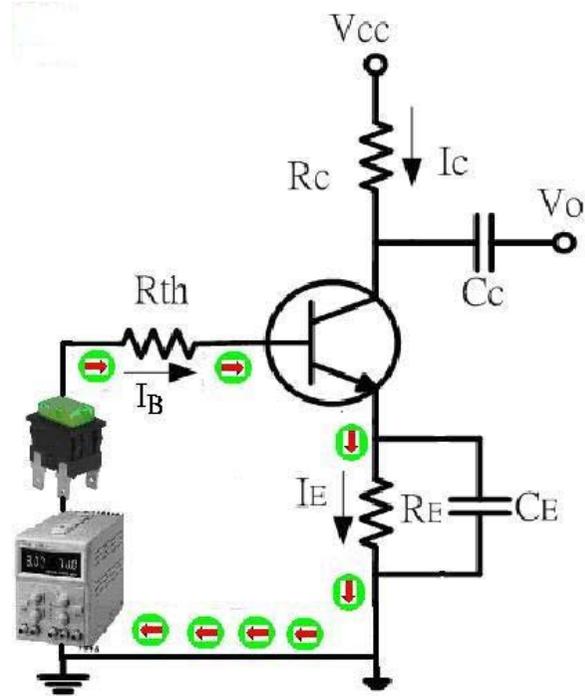


表二、高職數位教材發展與推廣計畫－電子學科單元教案設計表

單元編號		5-4-1	單元名稱	分壓偏壓電路		
對應之課綱		5-4 分壓偏壓電路			預計本單元總教學時間	100 分鐘
教學目標	單元內容簡介	1. 分壓式偏壓電路的解法 2. 分壓式偏壓電路的精確解法 3. 分壓式偏壓電路的近似解法				
	具體目標 (例如:能說出、能寫出、能列舉、能運用)	1. 能判斷分壓式偏壓電路的解法。 2. 能畫出分壓式偏壓電路輸入等效電路及其等效電路中元件的數值。 3. 能瞭解分壓式偏壓電路輸入迴路之直流分析與計算。 4. 能瞭解分壓式偏壓電路輸出迴路之直流分析與計算。				
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. 分壓式偏壓電路解法判斷	5 分鐘	5-4-1-1	動畫	1 分鐘	製作判斷分壓式偏壓電路解法的動畫： 版面如下： 請輸入 R_{B1} <input type="text"/> 請輸入 R_{B2} <input type="text"/> <input type="button" value="開始判斷"/> 判斷結果： <input type="text"/> <input type="button" value="重新輸入"/> 1. 使用者自行輸入 R_{B1} 與 R_{B2} 之電阻值 2. 按開始判斷時將輸入的資料做判斷並顯示判斷結果。 3. 當 $R_{B1}/R_{B2} \geq 10$ 時，在判斷結果顯示可以用近似解法分析。

						<p>4. 當 $R_{B1}/R_{B2} < 10$ 時，在判斷結果顯示請使用精確解法分析。</p> <p>4. 當按重新輸入時清除所有的資料。</p>
<p>發展活動</p>	<p>2. 電路分析：【分壓式偏壓電路精確分析等效電路】</p>	<p>10 分鐘</p>	<p>5-4-1-2</p>	<p>動畫</p>	<p>2 分鐘</p>	<p>製作分壓式偏壓電路精確分析等效電路之動畫： 版面：</p> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-left: 200px;">等效電路</p> </div> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-left: 200px;">返回</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 先出現上面之版面。 2. 當按下等效電路時，即出現下面之等效電路 之版面。 3. 當滑鼠移動到 V_{th} 符號時在旁會出現 $V_{th} = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$。 4. 當滑鼠移動到 R_{th} 符號時在旁會出現 $R_{th} = R_{B1} // R_{B2} = \frac{R_{B1} \times R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$

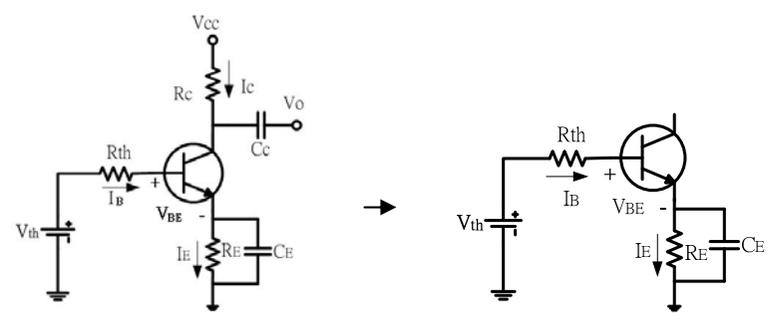
						5. 按返回時，則回到原始分壓式偏壓電路之版面。
發展活動	3. 電路分析 【分壓式偏壓電路精確分析輸入迴路之形成】	10 分鐘	5-4-1-3 【輸入迴路之形成】	動畫	2 分鐘	<p>輸入迴路的形成：製作以下選項的版面</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">輸入電流移動路徑</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;">完成輸入迴路</div> </div> <p>1. 輸入電流移動路徑 製作如下圖之版面</p> <p>(1) 以動畫的方式呈現：當開關按下時，將輸入電流 I_B 以  代表，由 V_{th} 然後沿著電路經電阻 R_{th} → 電晶體 B—E → 電阻 R_E → 接地回到 V_{th} 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。</p>



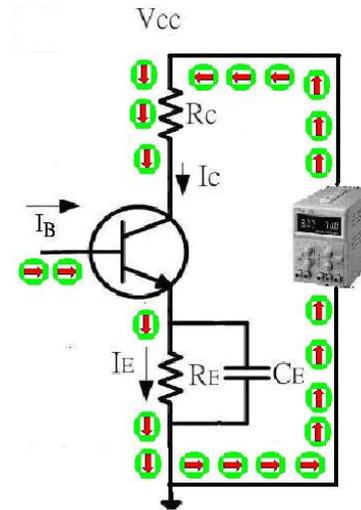
返回

2. 完成輸入迴路

以動畫的方式由第一步中的 I_B 輸入電流  的移動迴路將整個移動的迴路由完整電路中切割下來，形成閉迴路（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 style="text-align: center;">返回</p>
發展活動	4. 電路分析 【分壓式偏壓電路精確分析輸入迴路公式推導】	10 分鐘	5-4-1-4 (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： 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) 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： $I_B \times R_{th} + V_{BE} + I_E \times R_E - V_{th} = 0$ </p> <p>(2) $\rightarrow I_B = (V_{th} - V_{BE}) / [R_{th} + (1 + \beta) R_E]$</p> <p>(3) 由公式可得 $I_C = \beta I_B$</p>
發展活動	5. 電路分析：【輸出迴路直流分析】	10 分鐘	5-4-1-5 【輸出迴路之形成】	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> <p style="text-align: center;"> 輸出電流移動路徑 完成輸出迴路 </p> <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，當按 I_B 開始時 I_B  不斷輸入，輸出電流</p>

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。



IB開始

IB停止

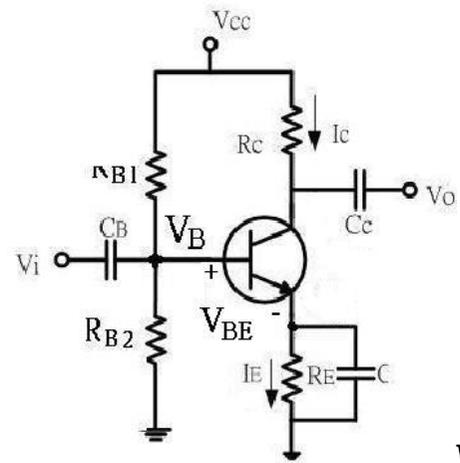
返回

2. 完成輸出迴路

以動畫的方式由第一步中 I_c 輸出電流  的移動迴路將整個移動的迴路由完整電路中切割下來，形成輸出迴路（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。

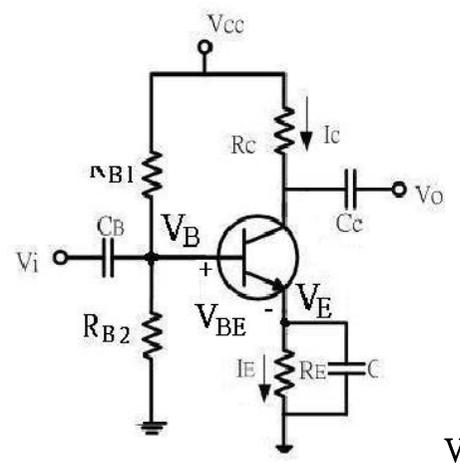
發展活動	6. 電路分析：【輸出迴路電流公式推導】	10 分鐘	5-4-1-6	簡報	1 分鐘	<p>2. 電流公式推導：</p> <p>以簡報的方式呈現 V_{CE} 電壓公式的推導過程(以逐步出現的方式, 由(1) (2) (3) 一個一個出現)</p> <p>(1) 根據克希荷夫電壓定律 (KVL) 由輸出迴路可以寫出輸出方程式：</p> $I_c \times R_c + V_{CE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$ <p>(2) $\rightarrow V_{CE} = V_{CC} - (I_c \times R_c + I_E \times R_E)$</p> <p>(3) $\rightarrow V_{CE} \doteq V_{CC} - I_c \times (R_c + R_E) (\because I_c \doteq I_E)$</p>
發展活動	7. 電路分析【分壓式偏壓電路近似解法之分析】	10 分鐘	5-4-1-7.	簡報	1 分鐘	<p>以簡報的方式呈現近似解法的分析過程：簡報一張一張出現</p> <p>1.</p>

--	--	--	--	--	--



$$V_B = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

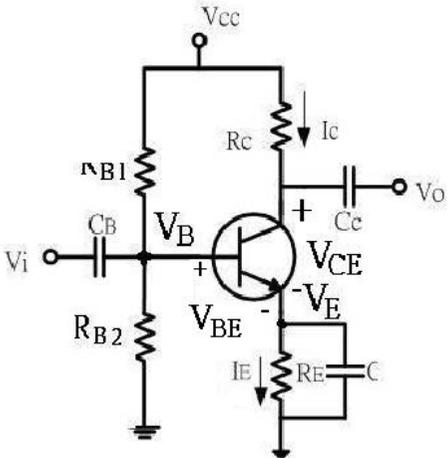
2.

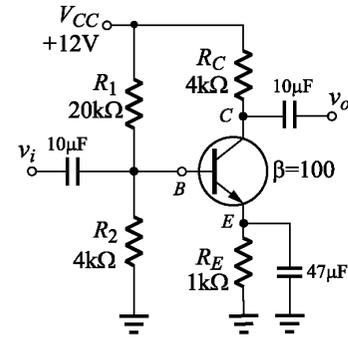


$$V_E = V_B - V_{BE}$$

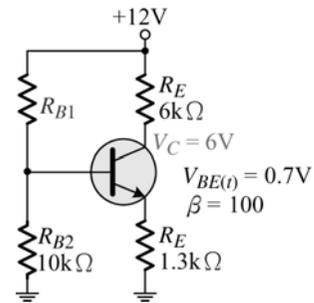
$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \cong I_C$$

3.

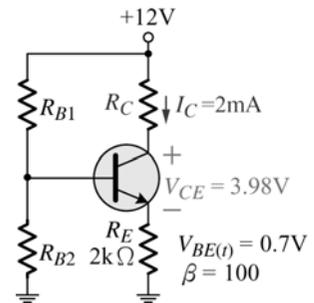
						 $I_C \times R_C + V_{CE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$ $\rightarrow V_{CE} = V_{CC} - (I_C \times R_C + I_E \times R_E)$ $\rightarrow V_{CE} \doteq V_{CC} - I_C \times (R_C + R_E) (\because I_C \doteq I_E)$
綜合活動	學生回答	8分鐘	5-4-1-8	動畫	2分鐘	<p>製作一版面如下之自動或手動出題形式的考題模式，當學生答對時給予文字顯示“你真厲害”加掌聲的鼓勵，答錯時給予文字顯示“再努力一下”加油語：</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> 自動出題 手動出題 (最多選兩題) </div> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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。 2. 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。 <p>題目：</p> <p>1. 如下圖分壓式偏壓電路，求 I_B 為？(A) $8.16 \mu A$(B) $12.5 \mu A$(C) $19.2 \mu A$(D) $50 \mu A$。答案 (B)</p>

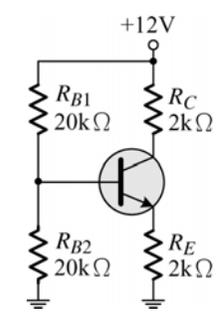
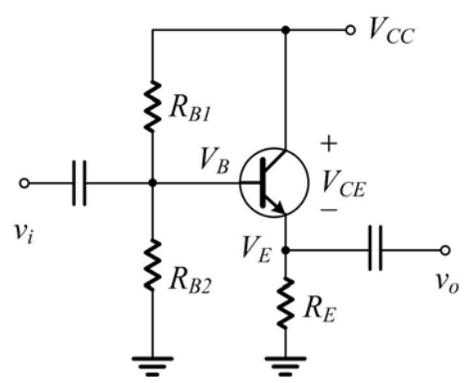


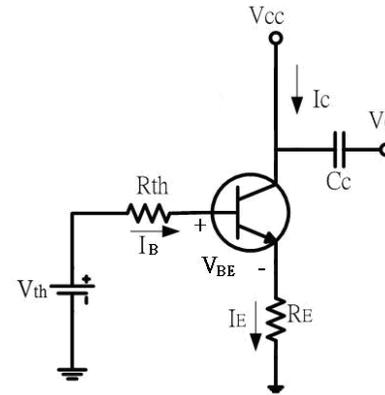
2. 如左圖中，若 $I_B \approx 0$ ，則 R_{B1} 之值應為多少？ (A) $10k\Omega$ (B) $20k\Omega$ (C) $40k\Omega$ (D) $50k\Omega$ 。答案 (D)



3. 如下圖所示電路中， R_C 之值為？ (A) $3k\Omega$ (B) $6k\Omega$ (C) $1k\Omega$ (D) $2k\Omega$ 。答案 (D)



						<p>4. 如下圖所示電路，請問此電晶體工作於何區？(A) 主動區(B) 飽和區(C) 截止區(D) 順向崩潰區。答案 (A)</p> 
綜合活動	上台演練	10 分鐘	5-4-1-8	簡報+動畫 (2D 動畫)	2 分鐘	<p>1. 以簡報的方式呈現題目： 如下圖電路所示，電晶體之 $V_{BE} = 0.7V$、$\beta = 50$，若電路中之 $V_{CC} = 10V$、$R_{B1} = 10k\Omega$、$R_{B2} = 10k\Omega$、$R_E = 2k\Omega$，以精確解求 I_B、I_C、V_{CE} 約為多少？</p>  <p>2. 以互動方式解答整個求解過程。 (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：</p>



$$I_B \times R_{th} + V_{BE} + I_E \times R_E - V_{th} = 0$$

$$V_{th} = V_{CC} \times \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} = 10V \times \frac{10k\Omega}{10k\Omega + 10k\Omega} = 5V$$

$$R_{th} = R_{B1} // R_{B2} = \frac{10k\Omega \times 10k\Omega}{10k\Omega + 10k\Omega} = 5 k\Omega$$

$$\begin{aligned} \rightarrow I_B &= (V_{th} - V_{BE}) / [R_{th} + (1 + \beta) R_E] \\ &= (5V - 0.7V) / [5 k\Omega + (1 + 50) 2 k\Omega] \\ &= 4.3V / 107 k\Omega = 40.2 \mu A \end{aligned}$$

→ $I_B \doteq 40.2 \mu A$ (上式中可以由題目手動輸入 V_{CC} 、 R_{B1} 、 R_{B2} 、 R_E 、 β 、 V_{BE} 而自動計算 I_B 數值的互動方式)

(2) $I_C = \beta \times I_B \rightarrow I_C \doteq 50 \times 40.2 \mu A = 2.01 mA$ ($I_C = \beta \times I_B$ 可以由題目手動修改 β 而 I_B 隨前面的求解而自行帶入，並計算出 I_C 之數值)

(3) $I_E = (1 + \beta) \times I_B = 51 \times 40.2 \mu A = 2.05 mA$ ($I_E = (1 + \beta) \times I_B$ 可以由題目手動修改 β 而 I_B 隨前面的求解而自行帶入，並計算出 I_C 之數值)

						<p>(4)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> $V_{CE} + I_E \times R_E - V_{CC} = 0$ $V_{CE} = V_{CC} - I_E \times R_E$ $\doteq 10V - 2.05 \text{ mA} \times 2k\Omega$ $\doteq 10V - 4.1V = 5.9V$ <p>(V_{CC}、R_E、可以由題目手動修改而連動變化，I_E隨前面的求解自動帶入，並計算出 V_{CE} 之數值)</p> <p>解得 $I_B \doteq 40.2 \mu A$</p> $I_C \doteq 2.01 \text{ mA}$ $V_{CE} \doteq 5.9 \text{ V}$
	合計：	83 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)					5-4 分壓式偏壓電路	
2.電子學 I (台科大圖書股份有限公司)					5-4 分壓式偏壓電路	
3.電子學 I (龍騰文化事業股份有限公司)					5-4 分壓式偏壓電路	
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	