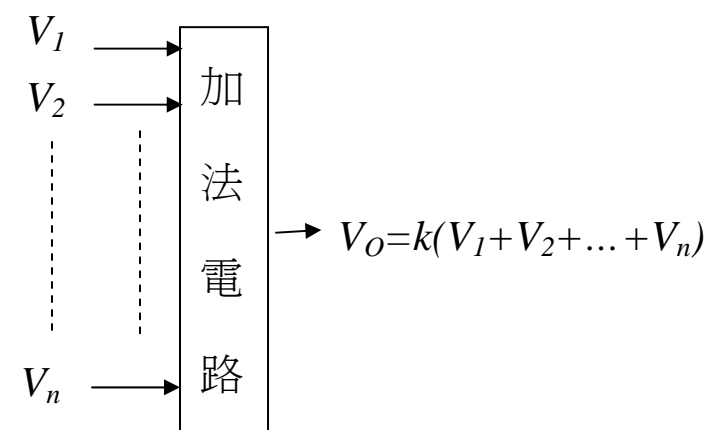
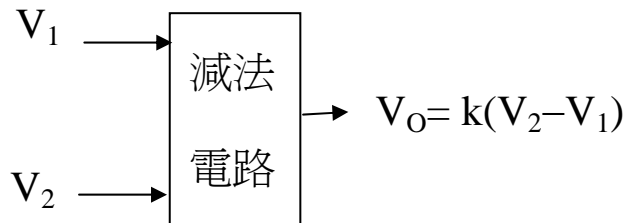
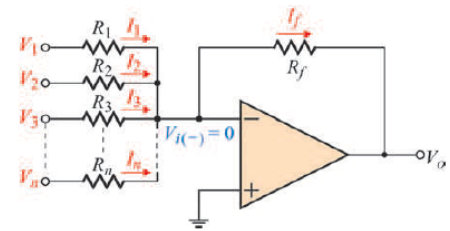


高職數位教材發展與推廣計畫－電子科單元教案設計表

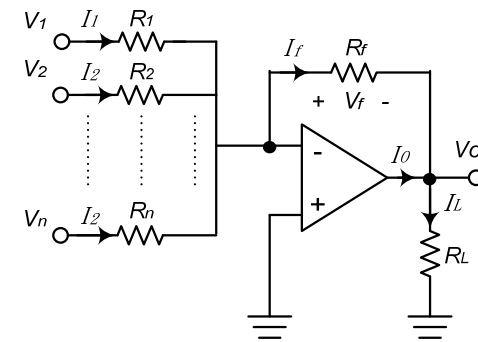
單元編號		10-4-1	單元名稱		加法器及減法器	
對應之課綱		加法器及減法器			預計本單元總教學時間	50 分鐘 (約 30-50 分鐘)
教學 目標	單元目標	(1)說明加法器、減法器的電路概念。 (2)講解反相、非反相加法器的電路結構、動作原理。 (3)反相、非反相加法器例題演練與講解 (4)講解減法器的電路結構、動作原理。 (5)減法器例題演練與講解。 (6)特殊電路題型演練與講解。				
	具體目標 (例如:能說出、能 寫出、能列舉、能 運用)	(1)能繪製加法器、減法器電路圖。 (2)能說明加法器、減法器的電路意義。 (3)能分析反相、非反相加法器各支路電流與電壓。 (4)能以數學式說明反相、非反相加法器輸入電壓與輸出電壓之間的關係。 (5)能分析減法器各支路電流與電壓。 (6)能以數學式說明減法器輸入電壓與輸出電壓之間的關係。				
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	
準備 活動	<input type="checkbox"/> 介紹本單元內容 說明本單元將要說明的內容,透過動畫簡介說明本單元的學習內容吸引學生注意力。	1 分鐘	10-4-1-1 OPA 應用電 路—加法 器、減法器 教學目錄畫 面	動畫	1 分鐘	<input type="checkbox"/> 請製作一動畫 動畫內容主要表現下列意涵： 請在畫面右下跳入一本電子學魔法書，點選該書可開啟書本，從書本中跳出「加法器，減法器基本概念說明」、「反相加法器」、「非反相加法器」、「減法器」、「加法器特殊題型」、「減法器特殊題型」六大標題。 當點選上述標題文字時，即可連結至該標題的說明

						畫面，其中連結各標題的說明畫面如以下說明。
準備活動	<input type="checkbox"/> 加、減法電路概論說明 利用概念圖說明電路中電壓互相加減的概念，藉以引起學生學習動機。	3 分鐘	10-4-1-2 OPA 加、減法電路基本概念說明	動畫	1 分鐘	<p>① 點選「加法器，減法器基本概念說明」標題： <input type="checkbox"/> 請製作一動畫 動畫內容主要表現下列意涵：</p>  <p>加法器：</p> <p>開場畫面先浮現上方的示意圖，並在電路的右方送入數個大小不一的動態正弦波，另外在輸出端送出輸入波形相加後的輸出波形，藉此示意圖說明利用 OPA 所製做的加法器主要意涵為何，當點選上圖「加法電路」方塊時，可切換反相與非反相加法電路及其對應波形。請在本畫面右下角製做一「減法器」按鈕。點選該按鈕後可切換至減法器說明動畫。</p>

					<p>減法器：</p>  <p>開場畫面先浮現上方的示意圖，並在電路的右方送入兩個大小不一的動態正弦波，另外在輸出端送出將輸入波形相減後的輸出波形，藉此示意圖說明利用 OPA 所製做的減法器主要意涵為何，當點選上圖輸入端波形時，可切換輸入波形的相位，藉此觀察不同相位的輸入波形輸入減法器後將對應何種輸出端波形變化。請在本畫面右下角製做一「加法器」按鈕。點選該按鈕後可切換至加法器說明動畫。</p>
發展活動	<p>▣反相加法器分析 分析反相加法器的電路結構、動作原理。</p>	8 分鐘	10-4-1-3 反相加法器 電路講解	簡報+圖說 (簡報)	<p>3 分鐘 (1 分鐘)</p> <p>②點選「反相加法器」標題： 請製作一簡報 簡報內容主要表現下列意涵：</p>  <p>請利用簡報特效在畫面中動態顯示上圖及以下文字，並在右下角製做「分析重點」、「例題演練」按鈕： 上圖為 OPA 反相加法電路，其判斷通則如下</p>

1. 上圖電路具有負回授，故本電路為 OPA 放大電路。
2. 多個輸入電壓由反相端輸入，故本電路輸入與輸出波形相位反相。
3. 多個輸入電壓由反相端同時輸入，並由一個輸出端整合輸出，故本電路執行輸入電壓融合的动作。
由上述條件可判斷本電路為 OPA 反相加法電路。

點選[分析重點]鈕可將上圖下方的說明文字及按鈕抹去，再重新逐步浮現以下文字及電路圖，如以下畫面：



分析流程：

- (1) 推導支路電流 I_1 、 I_2 、 \dots 、 I_n 。
- (2) 推導回授電阻電壓 V_f 。
- (3) 推導輸出電壓 V_o 。
- (4) 特殊情況下的輸出電壓 V_o 。
- (5) 輸出電流 I_o 。

點選上列各標題時，請將上圖對應的電壓、電流文字動態醒目標示，且由上述的電壓、電流文字位置出現以下圖說畫面：

(1) 求解各支路電流 I_1 、 I_2 、 \dots 、 I_n 。

請製作下列圖說畫面

本電路具有以下分析前提，設 OPA 為理想，且因電路具有「負回授」，並假設本電路在「未飽和」的情況下，運算放大器具有下列特性

1. 虛短路。 2. OPA 輸入電流為 0

$$I_1 = \frac{V_1 - 0}{R_1}, I_2 = \frac{V_2 - 0}{R_2}, \dots, I_n = \frac{V_n - 0}{R_n}$$

因上述前提 2，故 $I_f = I_1 + I_2 + \dots + I_n = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$

(2) 推導回授電阻電壓 V_f 。

$$V_f = I_f \times R_f = (I_1 + I_2 + \dots + I_n) \times R_f$$

$$V_f = \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right) \times R_f = \left(\frac{R_f}{R_1} \times V_1 + \frac{R_f}{R_2} \times V_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n} \times V_n \right)$$

(3) 推導輸出電壓 V_o 。

$$V_o = 0 - V_f = 0 - \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} \right) \times R_f$$

$$V_o = - \left(\frac{R_f}{R_1} \times V_1 + \frac{R_f}{R_2} \times V_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n} \times V_n \right)$$

(4) 特殊情況下的輸出電壓 V_o 。

⊙ 若 $V_1 = V_2 = \dots = V_n = V_i$ ，則輸出電壓 V_o 可轉換如下：

$$V_o = - \left(\frac{R_f}{R_1} \times V_i + \frac{R_f}{R_2} \times V_i + \dots + \frac{R_f}{R_n} \times V_i \right)$$

$$V_o = -V_i \times \left(\frac{R_f}{R_1} + \frac{R_f}{R_2} + \dots + \frac{R_f}{R_n} \right)$$

此時電壓增益 A_v 可描述為：

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\left(\frac{R_f}{R_1} + \frac{R_f}{R_2} + \dots + \frac{R_f}{R_n}\right)$$

⊙若原始輸出電壓 V_o ，加上條件 $R_1=R_2=\dots=R_n=R$ ，則上述輸出電壓 V_o 可轉換如下：

$$V_o = -\frac{R_f}{R}(V_1+V_2+\dots+V_n)$$

由上式即可說明輸出電壓即為輸入電壓的總和再乘上一比例數值，若 $R_f=R$ 的話，則輸出電壓大小即為輸入電壓的反相總和。在此特殊條件下可充份說明本電路的反相加法特色。

(5)輸出電流 I_o 。

依據 KCL，由圖中可知

$$\therefore I_L = I_f + I_o$$

$$\begin{aligned}\therefore I_L &= \frac{V_o}{R_L} = -\frac{1}{R_L}\left(\frac{R_f}{R_1}\times V_1 + \frac{R_f}{R_2}\times V_2 + \dots + \frac{R_f}{R_n}\times V_n\right) \\ &= -\frac{R_f}{R_L}\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right)\end{aligned}$$

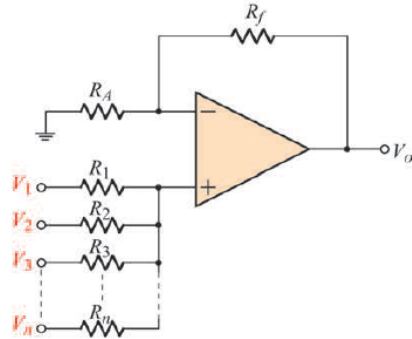
$$\therefore I_f = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

$$\therefore I_o = I_L - I_f$$

$$I_o = -\frac{R_f}{R_L}\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right) - \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right)$$

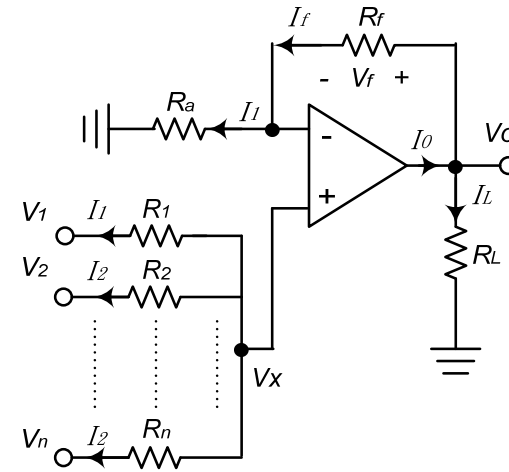
$$I_o = \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right) \times \left(-\frac{R_f}{R_L} - 1\right)$$

$$I_o = -\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}\right) \times \left(\frac{R_f}{R_L} + 1\right)$$

發展活動	<p>▣反相加法器例題演練</p> <p>講解並透過互動式問答演算例題，加深同學對反相加法器的分析流程與概念。</p>	4 分鐘	10-4-1-4 反相加法器 例題演練	動畫+圖 說 (2D 動 畫)	1 分鐘	<p>互動式反相加法器例題演練</p> <p>點選上述「例題演練」按鈕後，畫面中浮現一反相加法器電路圖，電路中可自行輸入各處電壓、電阻等數值，講解教師可詢問同學某一處電壓電流的計算方法。等同學回答完畢後再點選該處電壓或電流符號，此時可蹦現該處電壓電流的計算過程及答案。待電路分析完畢，可於該電路的輸入端送入動態弦波，並於輸出端看到對應的輸出波形。</p>
發展活動	<p>▣非反相加法器分析</p> <p>分析非反相加法器的電路結構、動作原理。</p>	8 分鐘	10-4-1-5 非反相加法器 分析	簡報+圖 說 (簡報)	2 分鐘 (1 分 鐘)	<p>③點選「非反相加法器」標題：</p> <p>▣請製作一簡報</p> <p>簡報內容主要表現下列意涵：</p>  <p>請在畫面中動態顯示上圖及以下文字，並在右下角製做「分析重點」、「例題演練」按鈕：</p> <p>上圖為 OPA 非反相加法電路，其判斷通則如下</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 上圖電路具有負回授，故本電路為 OPA 放大電路。 2. 多個輸入電壓由非反相端輸入，故本電路輸入與輸出波形相位同相。 3. 多個輸入電壓由非反相端同時輸入，並由一個輸出端

整合輸出，故本電路執行輸入電壓融合的動作。

由上述條件可判斷本電路為 OPA 非反相加法電路。
點選[分析重點]鈕可將上圖下方的說明文字及按鈕抹去，再重新逐步浮現以下文字及電路圖，如以下畫面：



分析流程：

- (1)推導非反相輸入端電壓 V_x 。
- (2)推導電流 I_1 、 I_f 、回授電阻電壓 V_f 。
- (3)推導輸出電壓 V_o 。
- (4)特殊情況下的輸出電壓 V_o 。
- (5)輸出電流 I_o 。

點選上列各標題時，請將上圖對應的電壓、電流文字動態醒目標示，且由上述的電壓、電流文字位置出現以下圖說畫面：

- (1)推導 OPA 非反相輸入端電壓 V_x 。

請製作下列圖說畫面

本電路具有以下分析前提，設 OPA 為理想，且因電路具有「負回授」，並假設本電路在「未飽和」的情況下，運算放大器具有下列特性

1. 虛短路。
2. OPA 輸入電流為 0

利用節點電壓法推導 V_f 電壓，推導過程如下：

$$\frac{V_X - V_1}{R_1} + \frac{V_X - V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_X - V_n}{R_n} = 0$$

$$\frac{V_X}{R_1} - \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_X}{R_2} - \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_X}{R_n} - \frac{V_n}{R_n} = 0$$

$$\frac{V_X}{R_1} + \frac{V_X}{R_2} + \dots + \frac{V_X}{R_n} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

$$V_X \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right) = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}$$

$$V_X = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

(2) 推導電流 I_f 、 I_f 、回授電阻電壓 V_f 。

$$\therefore V_- = V_+ = V_X$$

$$I_1 = \frac{V_X - 0}{R_a} = I_f$$

$$V_f = I_f \times R_f = \frac{V_X}{R_a} \times R_f = \frac{R_f}{R_a} \times V_X$$

(3) 推導輸出電壓 V_o 。

$$V_o = V_X + V_f = V_X + \frac{R_f}{R_a} \times V_X = V_X \left(1 + \frac{R_f}{R_a} \right)$$

(4) 特殊情況下的輸出電壓 V_o 。

⊙ 若 $V_1=V_2=\dots=V_n=V_i$ ，則 V_x 電壓可轉換如下：

$$V_x = \frac{\frac{V_i}{R_1} + \frac{V_i}{R_2} + \dots + \frac{V_i}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} = V_i \times \left(\frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}} \right) = V_i$$

$$V_o = V_x + V_f = V_x + \frac{R_f}{R_a} \times V_x = \left(1 + \frac{R_f}{R_a}\right) \times V_x = \left(1 + \frac{R_f}{R_a}\right) \times V_i$$

此時電壓增益 A_v 可描述為：

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \left(1 + \frac{R_f}{R_a}\right)$$

⊙ 若原始 V_x 電壓，加上條件 $R_1=R_2=\dots=R_n=R$ ，則 V_x 電壓電壓可轉換如下：

$$V_x = \frac{\frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R} + \dots + \frac{V_n}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}} = (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \times \frac{\frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}}$$

$$V_x = (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \times \frac{\frac{1}{R}}{\frac{n}{R}} = \frac{1}{n} \times (V_1 + V_2 + \dots + V_n)$$

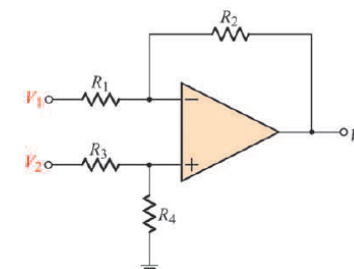
$$V_o = V_x + V_f = V_x + \frac{R_f}{R_a} \times V_x = \left(1 + \frac{R_f}{R_a}\right) \times V_x$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_a}\right) \times \frac{1}{n} \times (V_1 + V_2 + \dots + V_n)$$

由上式即可清楚看出輸出電壓即為輸入電壓的總和

						<p>再乘上一比例數值，若 $(1 + \frac{R_f}{R_a}) \times \frac{1}{n} = 1$ 的話，則輸出電壓大小即為輸入電壓總和。在此特殊條件下可充份說明本電路的非反相加法特色。</p> <p>(5)輸出電流 I_o。</p> <p>依據 KCL，由圖中可知</p> $\therefore I_o = I_L + I_f$ $\therefore I_L = \frac{V_o}{R_L} = \frac{1}{R_L} \times (1 + \frac{R_f}{R_a}) \times V_X$ $\therefore I_f = \frac{V_X}{R_a}$ $\therefore I_o = I_L + I_f = \frac{1}{R_L} \times (1 + \frac{R_f}{R_a}) \times V_X + \frac{V_X}{R_a}$ $I_o = \frac{V_X}{R_L R_a} \times (R_a + R_f + R_L)$
發展活動	<p>▣非反相加法器例題演練</p> <p>講解並透過互動式問答演算例題，加深同學對非反相加法器的分析流程與概念。</p>	4 分鐘	10-4-1-6 非反相加法器例題演練	動畫+圖說 (2D 動畫)	1 分鐘	<p>互動式非反相加法器例題演練</p> <p>點選上述「例題演練」按鈕後，畫面中浮現一非反相加法器電路圖，電路中可自行輸入各處電壓、電阻等數值，講解教師可詢問同學某一處電壓電流的計算方法。等同學回答完畢後再點選該處電壓或電流符號，此時可蹦現該處電壓電流的計算過程及答案。待電路分析完畢，可於該電路的輸入端送入一動態弦波，並於輸出端看到一對應的輸出放大波形。</p>
發展活動	<p>▣減法器分析</p> <p>分析減法器的電路結構、動作原理。</p>	10 分鐘	10-4-1-7 減法器電路結構與動作原理講解與	簡報+圖說 (簡報)	3 分鐘 (1 分鐘)	<p>④點選「減法器」標題：</p> <p>▣請製作一簡報</p> <p>簡報內容主要表現下列意涵：</p>

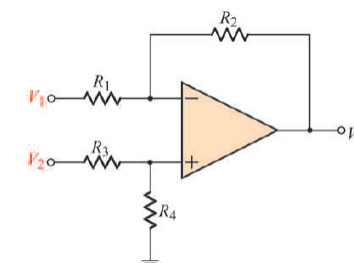
分析



請在畫面中利用簡報特效動態顯示上圖及以下文字，並在右下角製做「分析重點」、「例題演練」按鈕：

上圖為 OPA 減法器電路，電路基本概念為：輸出端電壓 V_o 為輸入電壓 V_1 與 V_2 的差值乘上一比例常數 K ，數學描述式為 $V_o = K \times (V_2 - V_1)$ 。

點選[分析重點]鈕可將上圖下方的說明文字及按鈕抹去，再重新逐步浮現以下文字及電路圖，如以下畫面：



分析流程：

- (1) 利用重疊定理分別推導 V_1 、 V_2 對輸出端的影響。
- (2) 推導輸出電壓 V_o 。
- (3) 特殊情況下的輸出電壓 V_o 。

點選上列各標題時，請將上圖對應的電壓、電流文字動態醒目標示，且由上述的電壓、電流文字位置出現以下圖說畫面：

(1) 利用重疊定理分別推導 V_1 、 V_2 對輸出端的影響。

請製作下列圖說畫面

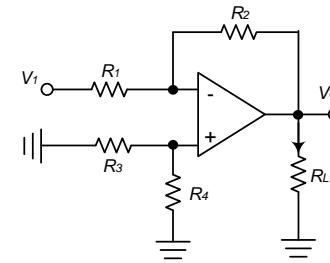
本電路具有以下分析前提，設 OPA 為理想，且因電路具有「負回授」，並假設本電路在「未飽和」的情況下，運算放大器具有下列特性

1. 虛短路。
2. OPA 輸入電流為 0

利用重疊定理推導 V_1 電壓在輸出端呈現的輸出電壓 V_{O1} ，推導過程如下：

● 設 V_2 OFF(短路接地)， V_1 ON(電源開啟)

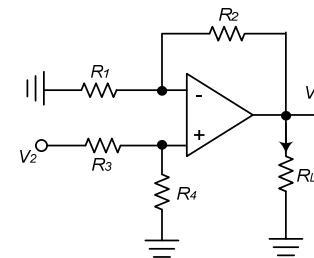
如下圖所示，此時電路退化為一反相放大電路。



此時的輸出電壓為 $V_{O1} = -V_1 \times \frac{R_2}{R_1}$

● 設 V_1 OFF(短路接地)， V_2 ON(電源開啟)

如下圖所示，此時電路退化為一非反相放大電路。



$$V_+ = V_2 \times \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

此時的輸出電壓為 $V_{o2} = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2$

(2) 推導輸出電壓 V_o 。

若將 V_1 及 V_2 同時 ON(電源開啟)

上述兩輸出電壓 V_{o1} 及 V_{o2} 將同時作用於輸出端，故輸出端總電壓 V_o 可由以下數學式推導而得：

$$V_o = V_{o1} + V_{o2} = -V_1 \times \frac{R_2}{R_1} + (1 + \frac{R_2}{R_1}) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2$$

$$V_o = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2 + (-V_1) \times \frac{R_2}{R_1}$$

(3) 特殊情況下的輸出電壓 V_o 。

以下各數學式推導可配合教師講解逐步顯示，講解過程遇有等號兩邊多項式互相消去的情形可配合動畫動態抹去。

推導目的：若想將輸出電壓 V_o 表示為輸入電壓之間的差值關係，則 V_o 式中的 V_1 係數與 V_2 係數必須相等，才能將輸出電壓表示為上述的結果。故 V_o 描述如下式：

$$V_o = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2 + (-V_1) \times \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_o = k \times V_2 + (-V_1) \times k = k(V_2 - V_1)$$

故由上述可知需令

$$k = (1 + \frac{R_2}{R_1}) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1}$$

經由推導可得

					$\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \frac{R_1 + R_2}{R_1} \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1}$ $\frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{R_4}{R_3 + R_4} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $R_4 \times (R_1 + R_2) = R_2 \times (R_3 + R_4)$ $R_4 \times R_1 + R_4 \times R_2 = R_2 \times R_3 + R_2 \times R_4$ $R_4 \times R_1 = R_2 \times R_3 \Rightarrow \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$ <p>由上述可知，當 $\frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$ 條件成立時，原式 V_o 可轉換如下：</p> $\therefore \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$ $V_o = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2 + (-V_1) \times \frac{R_4}{R_3}$ $V_o = \frac{R_3 + R_4}{R_3} \times \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times V_2 + (-V_1) \times \frac{R_4}{R_3} = \frac{R_4}{R_3} \times V_2 + (-V_1) \times \frac{R_4}{R_3}$ $V_o = \frac{R_4}{R_3} \times (V_2 - V_1) = \frac{R_2}{R_1} \times (V_2 - V_1)$ <p>由上式即可說明在 $\frac{R_4}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$ 條件的情況下可清楚看出輸出電壓即為輸入電壓的差值再乘上一比例數值，若 $R_3 = R_1$ 的話，則輸出電壓大小即為輸入電壓的差值。在此特殊條件下可充份說明減法電路中的「減法」特色。</p>
--	--	--	--	--	--

發展活動	▣減法器例題演練 講解並透過互動式問答演算例題，加深同學對減法器的分析流程與概念。	4 分鐘	10-4-1-8 減法器例題演練	動畫+圖說 (2D 動畫)	1 分鐘	互動式減法器例題演練 點選上述「例題演練」按鈕後，畫面中浮現一減法器電路圖，電路中可自行輸入電壓、電阻等數值，講解教師可詢問同學某一處電壓電流的計算方法。等同學回答完畢後再點選該處電壓或電流符號，此時可蹦現該處電壓電流的計算過程及答案。待電路分析完畢，可於該電路的輸入端送入一動態弦波，並於輸出端看到一對應的輸出放大波形。
綜合活動	▣特殊加法器例題演練 OPA「反相」、「非反相」加法器特殊題型分析及演練，加深同學對加法器的應用概念。	4 分鐘	10-3-1-9 「反相」、 「非反相」 加法器特殊題型演練	動畫+圖說 (2D 動畫)	1 分鐘	⑤點選「加法器特殊題型」標題： 一、「反相」加法器 畫面中浮現一特殊「反相」加法器電路圖，電路中可自行於各處輸入電壓、電阻等數值及標示各處電壓電流符號，講解教師可詢問同學某一處電壓電流的計算方法。等同學回答完畢後再點選該處電壓或電流符號，此時可蹦現該處電壓電流的計算過程及答案。 二、「非反相」加法器 同上述。
綜合活動	▣特殊減法器例題演練 OPA「減法器」特殊題型分析及演練，加深同學對減法器的應用概念。	4 分鐘	10-3-1-10 「減法器」 特殊題型演練	動畫+圖說 (2D 動畫)	1 分鐘	⑥點選「減法器特殊題型」標題： 畫面中浮現一特殊減法器電路圖，動畫操作暨教師講解方式同上述。
合計：		50 分鐘		合計：	10 分鐘	10 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	
電子學 II 台科大出版 徐慶堂等編著	第 10 章 運算放大器	第 3 節 加法器 第 4 節 減法器
電子學 II 龍騰文化出版 陳清良編著	第 10 章 運算放大器	第 4 節 加法器與減法器
電子學(中) 鼎茂出版 林昀等編著	第 11 章 運算放大器	11-2.3 反相加法器 11-3.8 非反相放大器 11-4.1 基本型減法器
電子學(含實習)奪分寶典 II 考用出版股份有限公司 陳俊、林瑜惠、陳以熙編著	第 10 章 運算放大器	重點整理 6 加法電路與減法電路