

氣壓乙級技術士技能檢定 術科試題

試題編號：**08000-940205**

試題名稱：**電器－氣壓控制迴路設計、裝
配調整與故障排除**

試題內容

• 動作順序

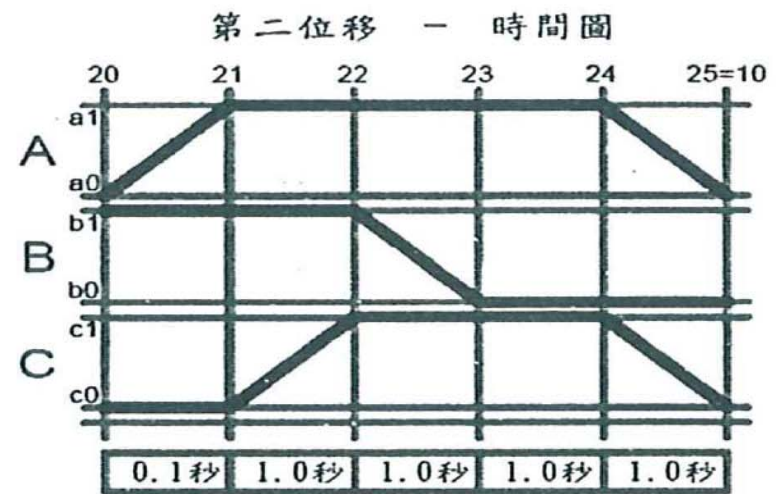
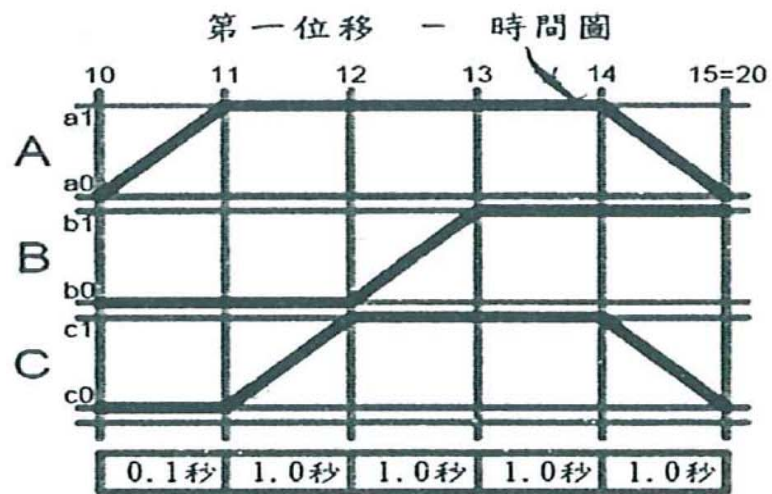


圖 5-78 位移 - 時間圖



迴路要求

- 氣壓缸A採用雙動缸並請用衝擊迴路設計，達成衝鉚模擬動作。
- 氣壓缸A迴路裝配時，工作管路請使用管徑6mm以上軟管安裝。



相關計算

設已知A缸：

衝擊能量 900Kgf-cm， _____Kgf-cm。

負荷率 50%， 55%， 60%。

垂直向下推動 50Kgf， _____Kgf的模具。行程100mm。

使用空氣壓力： 4Kgf/cm²， 5Kgf/cm²
 6Kgf/cm²。



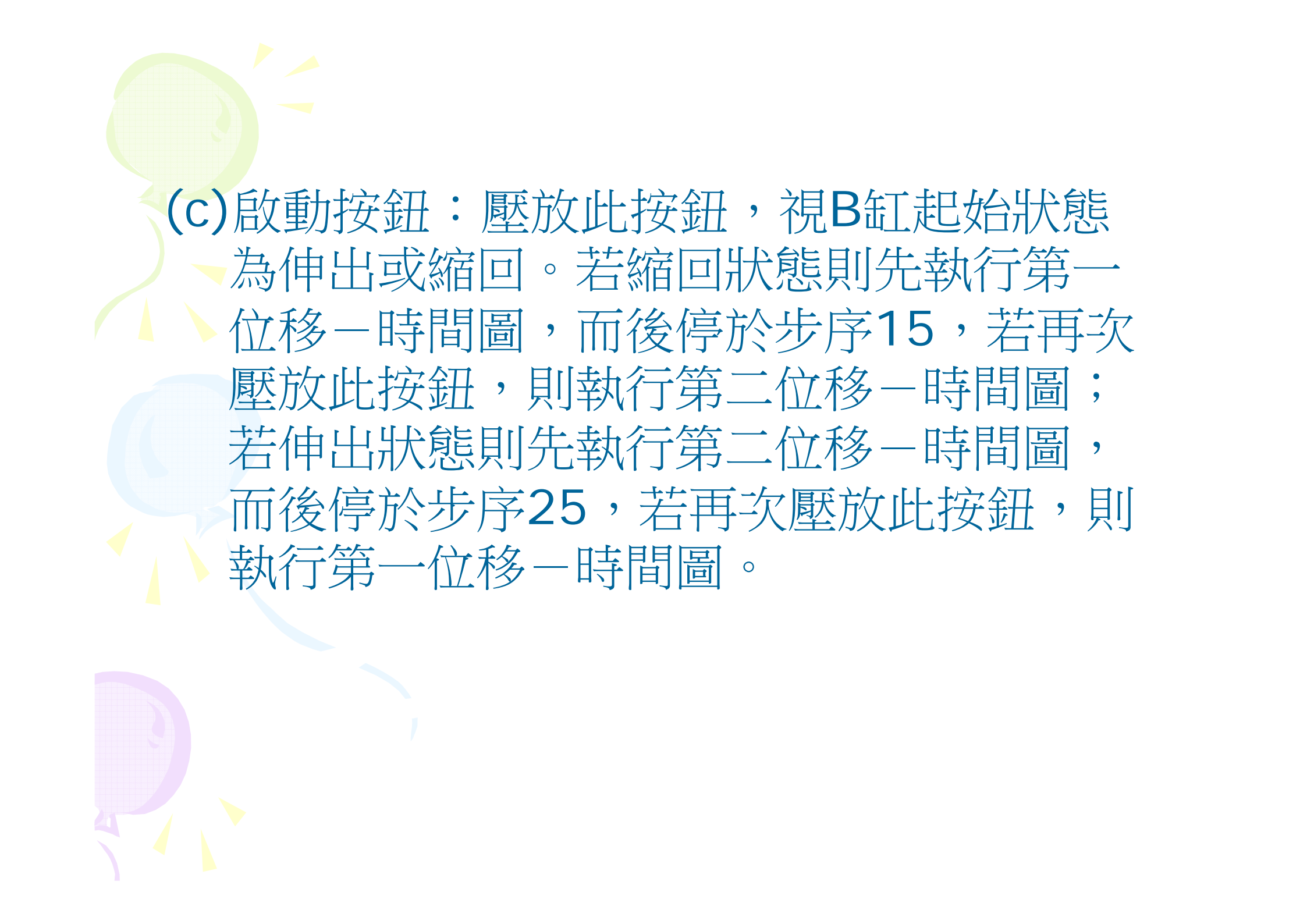
請計算氣壓缸A缸徑、方向控制閥的預定流量、及其預充迴路之儲氣筒容積。



輔助操作要求

(a) 暫停按鈕：動作中按此按鈕，即停止在下一步序；暫停解除後繼續未完成之動作。

(b) 急停按鈕：動作中按此按鈕，氣壓缸兩側成無壓力狀態且氣壓缸立即停止，不能有暴衝現象；急停解除後，回到啟始位置，等候再啟動。



(c) 啟動按鈕：壓放此按鈕，視B缸起始狀態為伸出或縮回。若縮回狀態則先執行第一位移－時間圖，而後停於步序**15**，若再次壓放此按鈕，則執行第二位移－時間圖；若伸出狀態則先執行第二位移－時間圖，而後停於步序**25**，若再次壓放此按鈕，則執行第一位移－時間圖。

設計步驟

- 輔助操作要求：暫停按鈕
- 繪製氣壓驅動部份

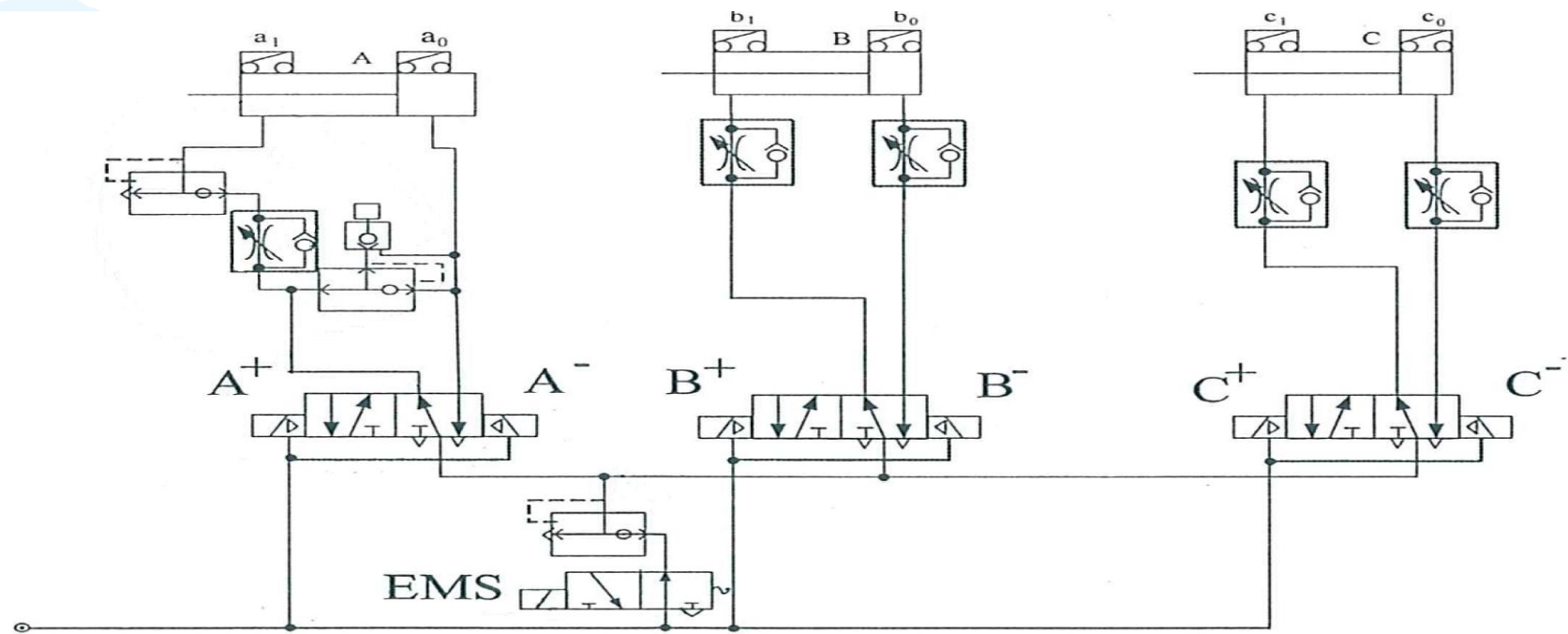


圖 5-79 氣壓驅動部份



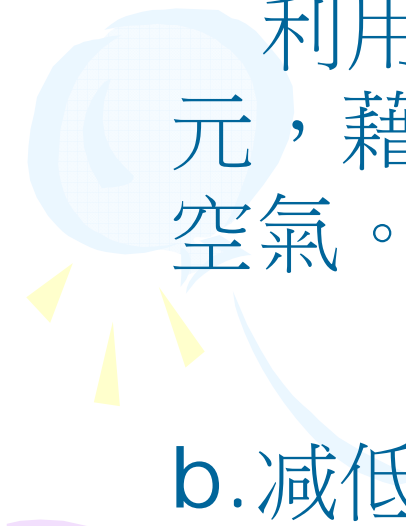
說明

1. 依迴路要求規定，**A**缸需採用雙動氣壓缸，而**B**、**C**兩缸則可自選。
2. 依迴路要求規定**A**缸必須採用衝擊迴路，達成衝鉚模擬動作。



要達到上述迴路要求的規定，可利用下列兩種方法：

a. 增加進氣側的供氣量。




利用快速排放閥及蓄氣筒組成快速供氣單元，藉此供應活塞做快速快動時所需的壓縮空氣。

b. 減低排氣側的背壓力。



利用快速排放閥減低排氣側之背壓力。



3. 輔助操作要求必須同時達到暫停及急停的功能，為了簡化電路部份的設計，將氣動部份分為暫停與急停，如下所示：

暫停

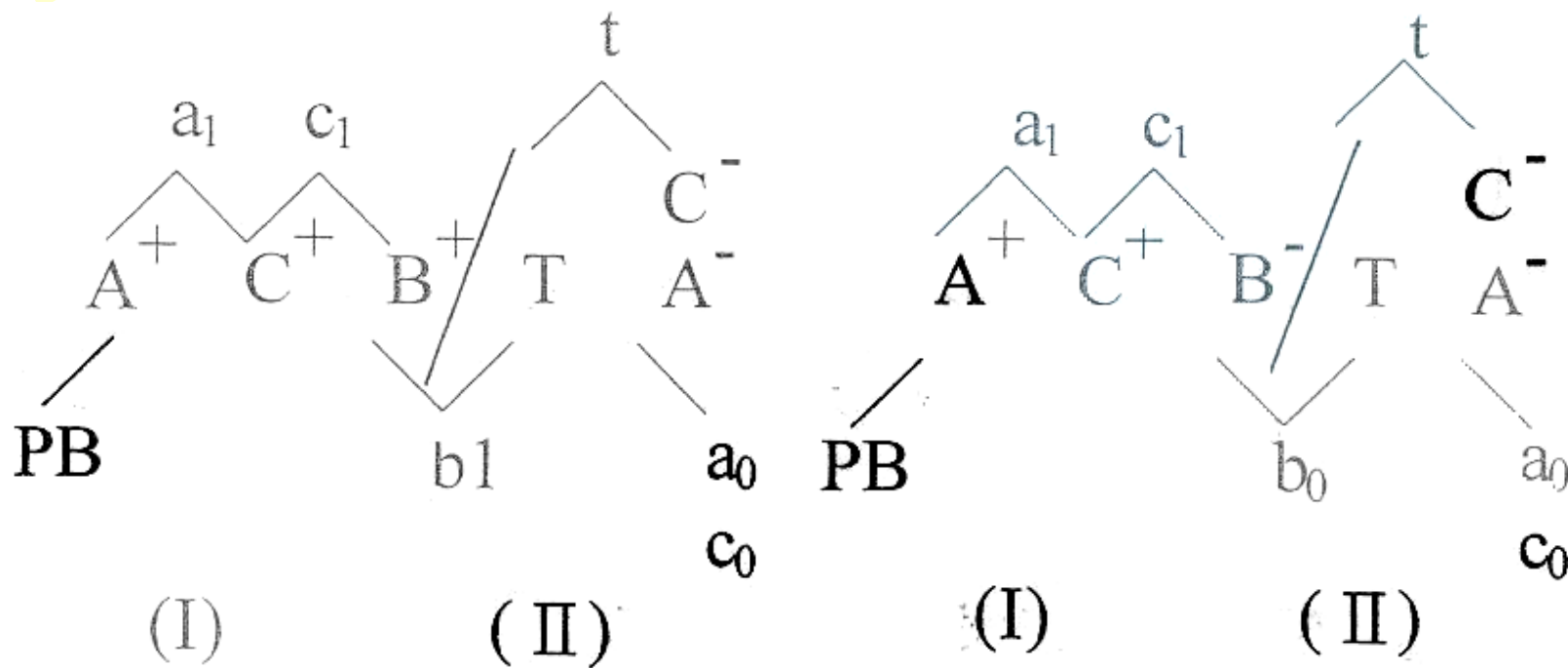
A、B、C三缸均採用4/2雙線圈電磁閥，當操作暫停按鈕切斷驅動線圈的電源，氣缸即可利用電磁閥所具有的自保能力停止在該步序的終點，達到暫停的要求。

急停

採用外部引導式電磁閥，當操作急停按鈕切斷系統壓源執行汽缸急停後，並驅動復歸線圈A⁻、B⁻、C⁻促使電磁閥復位，當解除急停按鈕恢復系統供壓時，A、B、C三缸復歸原點，即可達到急停的要求。

單向節流閥採進氣節流方式裝設及使用快速排放閥，則當操作急停按鈕可減少壓縮空氣的排放背壓，促使氣缸立即停止。

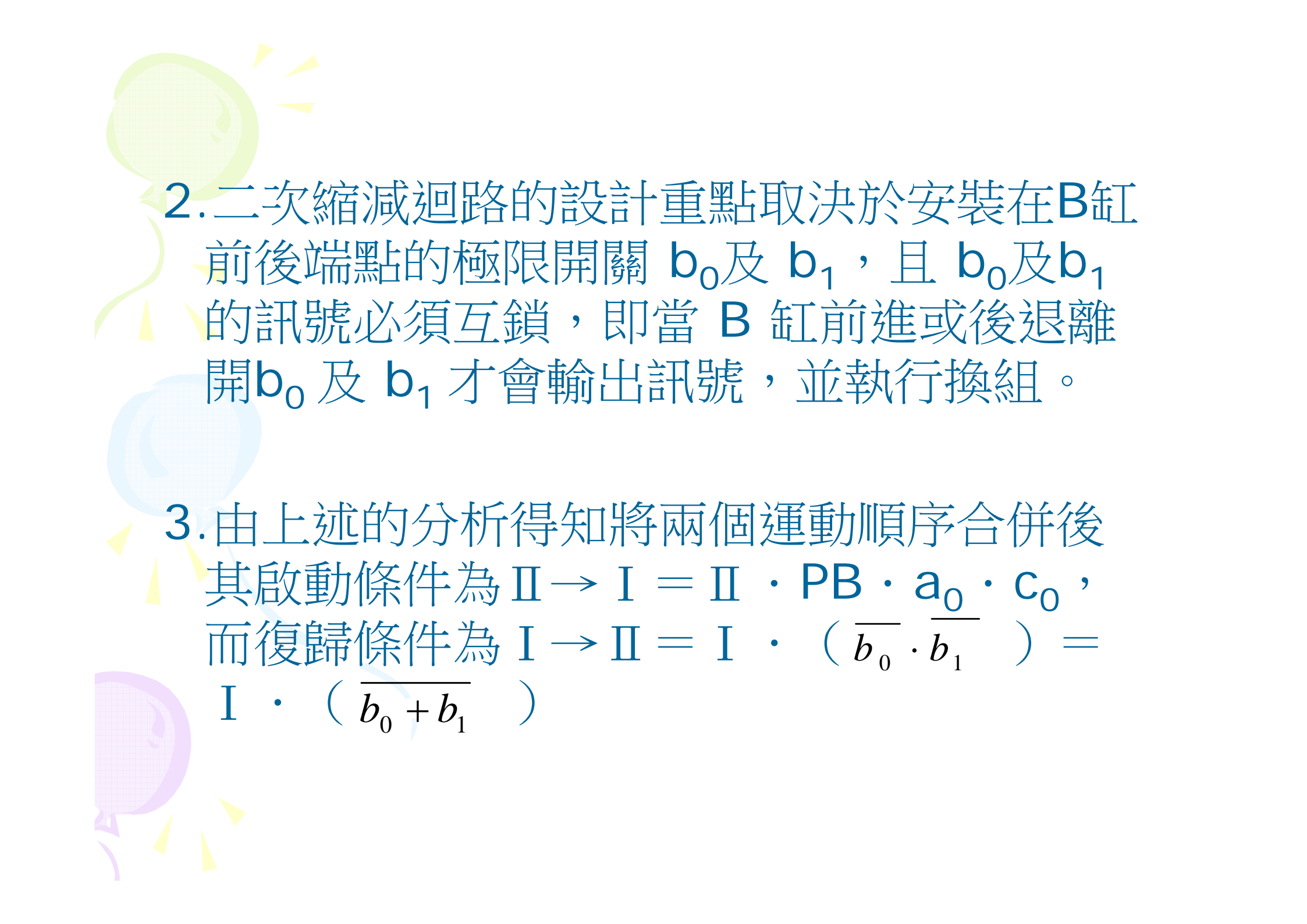
- 利用串級原則分組並寫出兩個位移—時間圖的運動順序：





說明

1. 觀察上述兩個位移－時間圖得知A、C兩缸在兩階段的動作均相同，且A、C兩缸與B缸的動作次數比是2：1，在順序控制迴路中是屬於二次縮減，故可將其視為一個運動順序區分成兩組，而啟動開關（PB）操作兩次的結果。也就是 b_0 及 b_1 必須以 b 接點方式做串接。

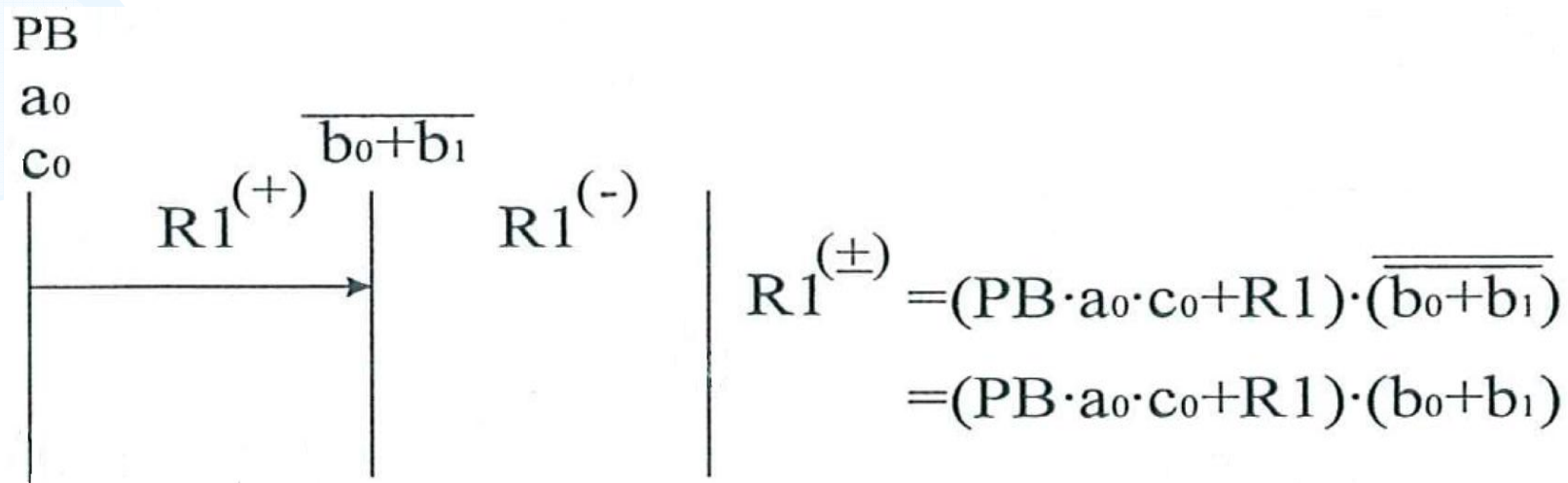


2. 二次縮減迴路的設計重點取決於安裝在B缸前後端點的極限開關 b_0 及 b_1 ，且 b_0 及 b_1 的訊號必須互鎖，即當 B 缸前進或後退離開 b_0 及 b_1 才會輸出訊號，並執行換組。

3. 由上述的分析得知將兩個運動順序合併後其啟動條件為 $\Pi \rightarrow I = \Pi \cdot PB \cdot a_0 \cdot c_0$ ，而復歸條件為 $I \rightarrow \Pi = I \cdot (\overline{b_0} \cdot \overline{b_1}) = I \cdot (\overline{b_0 + b_1})$

迴路設計分析

- 換級電路



- 邏輯電路驅動接點

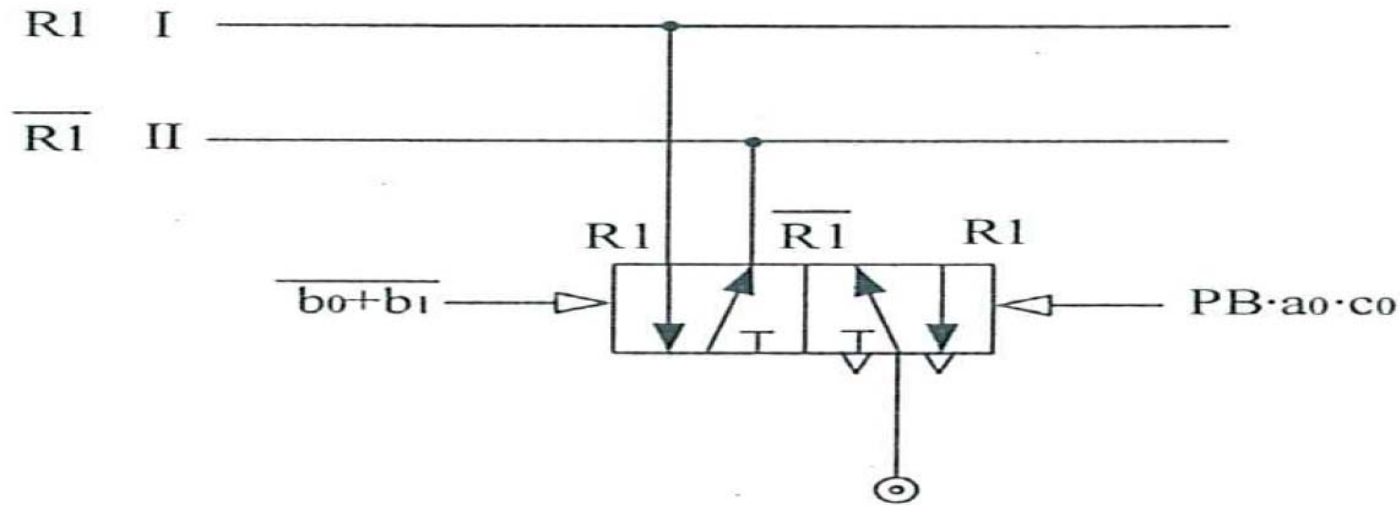


圖 5-82 串級輸出對輸入配置圖

說明：由上面的配置圖分析得知，第 I 組由 R_1 的 a 接點供電，而第 II 組由 R_1 的 b 接點供電，即 $I = R_1$ ， $II = \overline{R_1}$

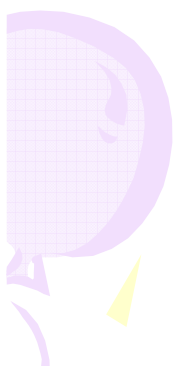


邏輯電路

1. A^+ 被區分在第 I 組開頭，故其邏輯函數為
 $A^+ = I = R_1$ 。

2. C^+ 被區分在第 I 組，但必須 A 缸前進作動 a_1 才被驅動，故其邏輯函數為 $C^+ = I \cdot A_1 = R_1 \cdot a_1$ 。

3. B^+ 被區分在第 I 組但必須 C 缸前進作動 c_1 ，且 B 缸停在起始點作動 b_0 才被驅動，故其邏輯函數為 $B^+ = I \cdot C_1 \cdot b_0 = R_1 \cdot c_1 \cdot b_0$ 。



4. B^- 亦被區分在第 I 組但必須 C 缸前進作動 c_1 ，且 B 缸停在前進端點作動 b_1 才被驅動，故其邏輯函數為 $B^- = I \cdot C_1 \cdot b_1 = R_1 \cdot c_1 \cdot b_1$ 。

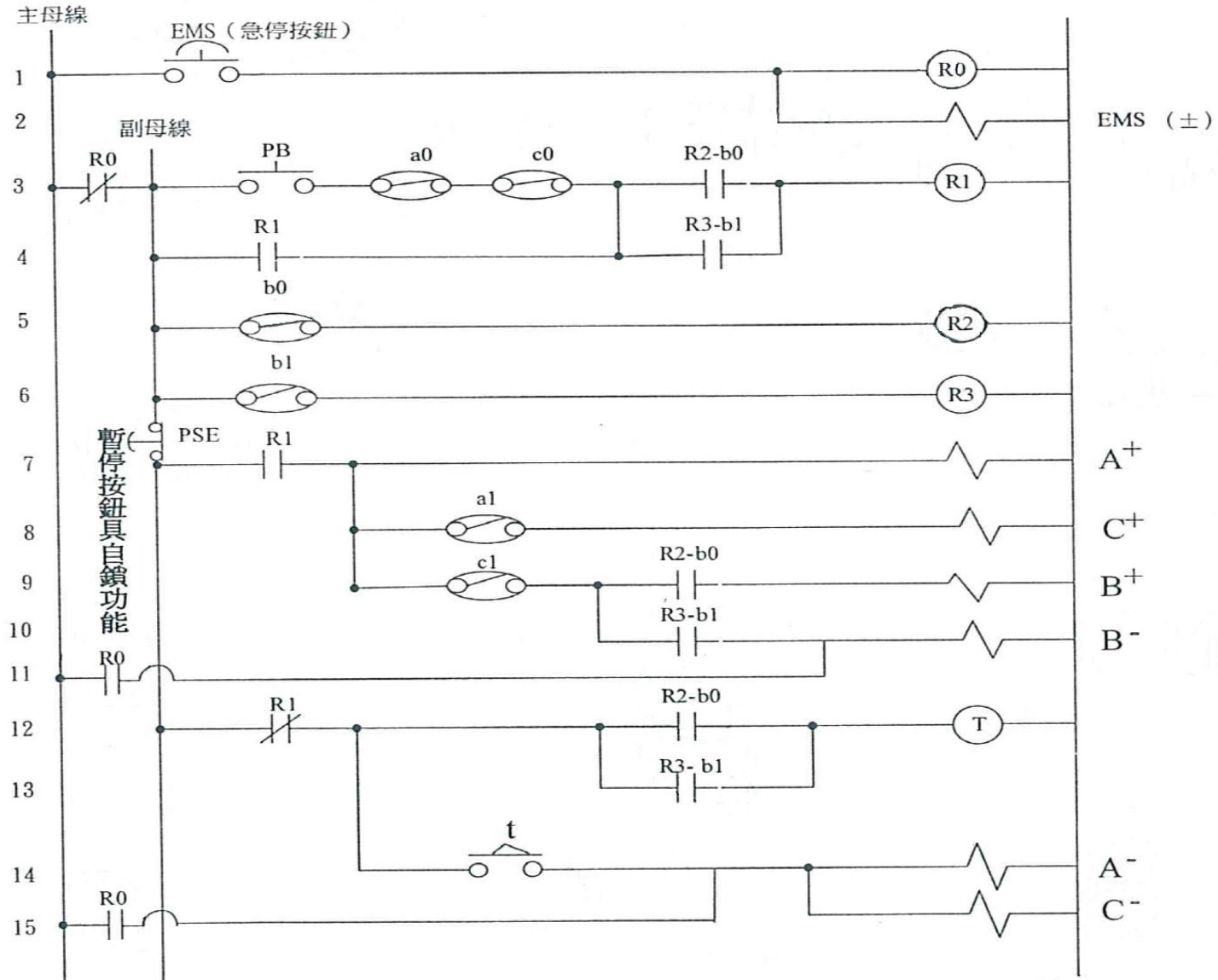
5. T 被區分在第 II 組開頭，但必須 B 缸前進作動 b_1 或 B 缸回行作動 b_0 才開始計時，故其邏輯函數為 $T = II \cdot (b_0 + b_1) \overline{R1} = II \cdot (b_0 + b_1)$ 。

6. C-和A-被區分在第 II 組，但必須計時器計時完成才被驅動，故其邏輯函數分別 $C^- = II \cdot t = \overline{R1} \cdot t$ 及 $A^- = II \cdot t \overline{R1} \cdot t$ 。

歸納上述分析的完整邏輯式

- $R_2 - b_0^{(\pm)} = b_0 \cdot R_3 - b_1^{(\pm)} = b_1$ (b_0 及 b_1 作接點數擴充)
- $R_1^{(\pm)} = (PB \cdot A_0 \cdot C_0 + R_1) \cdot (R_2 - b_0 + R_3 - b_1)$
- $I = R_1$, $\Pi = \overline{R1}$
- $A^+ = R_1$, $C^+ = R_1 \cdot A_1$
- $B^+ = R_1 \cdot C_1 \cdot R_2 - b_0$, $B^- = R_1 \cdot C_1 \cdot R_3 - b_1$
- $T = \overline{R1} \cdot (R_2 - b_0 + R_3 - b_1)$
- $A^- = \overline{R1} \cdot t$, $C^- = \overline{R1} \cdot t$

電氣迴路加入暫停及急停功能






急停按鈕

①將急停按鈕（EMS）及R₀的線圈加在第1條控制線上，而電磁閥（EMS）的線圈加在第2條線上。

②當操作急停按鈕則繼電器R₀及EMS的線圈激磁，茲將其控制的動作敘述如下：

a.EMS的線圈激磁切斷系統壓源。故A、B、C三缸立即就地停止。



b. 繼電器 R_0 的線圈激磁，則第3條控制線上 R_0 的b接點開路切斷副母線的電源，而第13條和第17條控制線上 R_0 的a接點閉合促使外部引導電磁閥復歸。

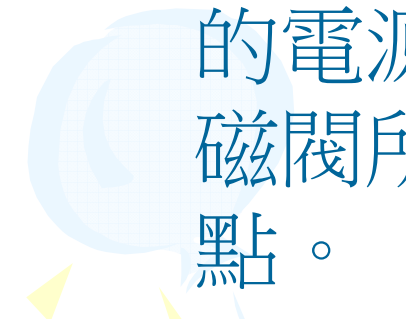



c. 解除急停按鈕，則電磁閥（EMS）消磁恢復系統供壓，故A、B、C三缸復歸原點，即可達急停按鈕的要求。





暫停按鈕

- a. 將暫停按鈕置放在副母線上（如電路部份所示），故當操作暫停按鈕切斷邏輯電路的電源，則電磁閥線圈消磁，氣缸利用電磁閥所具有的自保能力停止在該步序的終點。
 - b. 當解除暫停按鈕，則邏輯電路恢復供電，所以氣缸從剛才停止的步序繼續往下執行，即可達暫停按鈕的要求。
- 
- 

計算題解答

假設 $P = 5 \text{ kgf/cm}^2$, $\eta = 60\%$, $F = 50 \text{ kgf}$

A缸帶著50 kgf的模具在0.1秒內快速行走10cm。

代入公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ $a \text{ 得 } \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 10}{0.1^2} = 2000$

(cm/s^2)

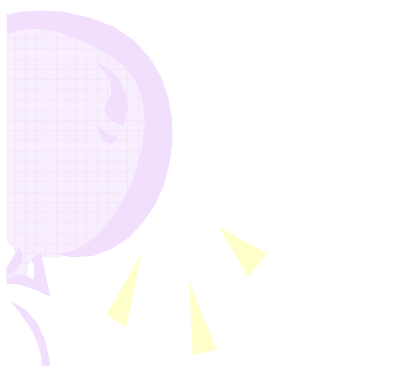
(內含重力加速度 980 cm/s^2 , 故A缸實際所產生的加速度 $a_{cy} = 2000 - 980 = 1020 (\text{cm/s}^2)$)



∴ A缸實際所產生的加速度 $a_{cy} = 2000 - 980$
 $= 1020(\text{cm/s}^2)$



∴ A缸實際所需的推力：


$$F = ma = \frac{50}{980} \times 1020 = 52 \quad (\text{kgf})$$

A缸內徑

$$D_A = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times \eta \times P}} = \sqrt{\frac{4 \times 52}{\pi \times 0.6 \times 0.5}} = 4.7$$

(cm)

故A缸選用 $\varphi 50\text{mm}$ 之氣壓缸

方向控制閥的額定流量

A缸之最大移動速度

$$V_{\max} = at = 2000 \times 0.1 = 200 \text{ (cm/s)}$$

$$Q_c = AV$$

$$= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times V \times 60 \times 10^{-3} \times \frac{P + 1.033}{1.033}$$

$$= \frac{\pi}{4} \times 5^2 \times 200 \times 60 \times 10^{-3} \times \frac{5 + 1.033}{1.033}$$

$$= 1376 \text{ (NI/min)}$$

方向控制閥的有效斷面積

控制閥上、下游的壓力比：

$$P_2 = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \times D^2} = \frac{52}{\frac{\pi}{4} \times 5^2} = 2.65 \quad (\text{kgf} / \text{cm}^2)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{5 + 1.033}{2.65 + 1.033} = 1.64 < 1.893$$

為亞音

速流動

$$Q = 2.26 \times s \times \sqrt{(P_1 - P_2)(P_2 + 1.033)}$$

因A缸採用衝擊迴路，今假設其用氣量一半由控制閥提供，而另一半由儲氣筒提供，所以有效斷面積：

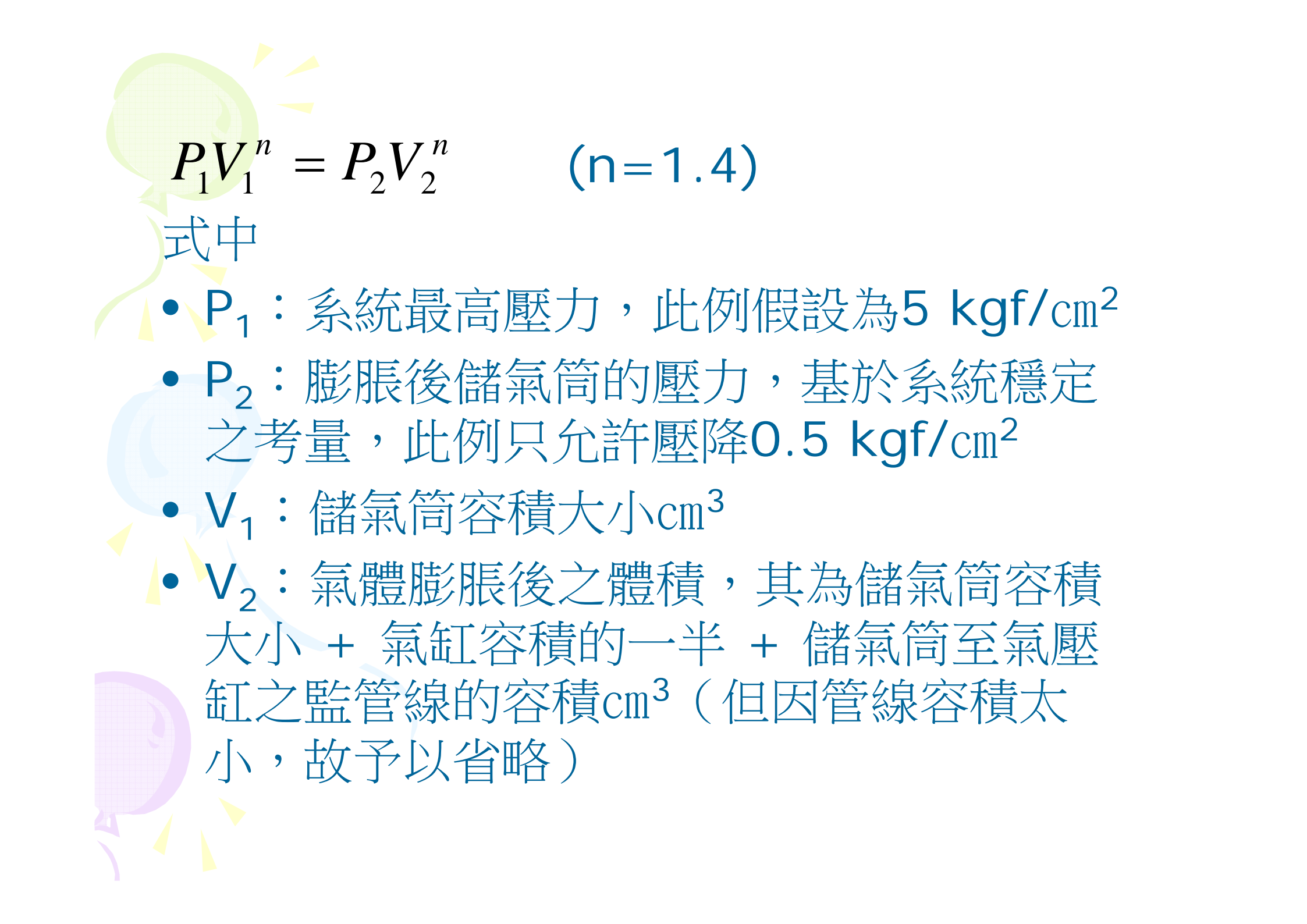
$$\begin{aligned} s &= \frac{\frac{1}{2}Q}{22.6 \times \sqrt{(P_1 - P_2)(P_2 + 1.033)}} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \times 1376}{22.6 \times \sqrt{(5 - 2.65)(2.65 + 1.033)}} \\ &= 10.35 \text{mm}^2 \end{aligned}$$



儲氣筒容積

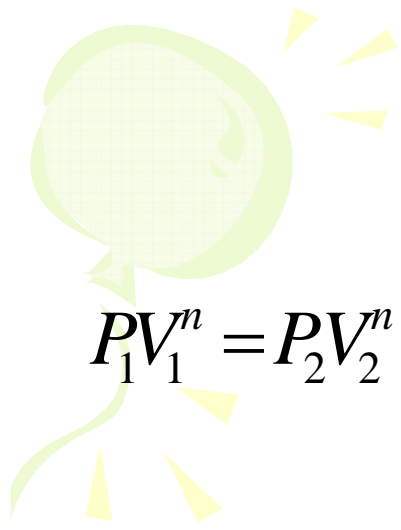
假設A缸的用器量一半由儲氣筒提供，而另一半由氣源供應（控制閥），同時儲氣筒供氣時以絕熱膨脹過程（0.1秒），其公式為

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \quad (n=1.4)$$

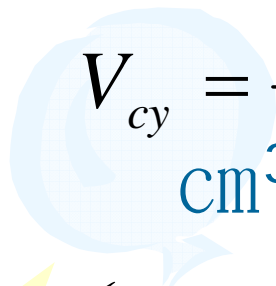

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \quad (n=1.4)$$

式中

- P_1 ：系統最高壓力，此例假設為5 kgf/cm²
- P_2 ：膨脹後儲氣筒的壓力，基於系統穩定之考量，此例只允許壓降0.5 kgf/cm²
- V_1 ：儲氣筒容積大小cm³
- V_2 ：氣體膨脹後之體積，其為儲氣筒容積大小 + 氣缸容積的一半 + 儲氣筒至氣壓缸之監管線的容積cm³（但因管線容積太小，故予以省略）

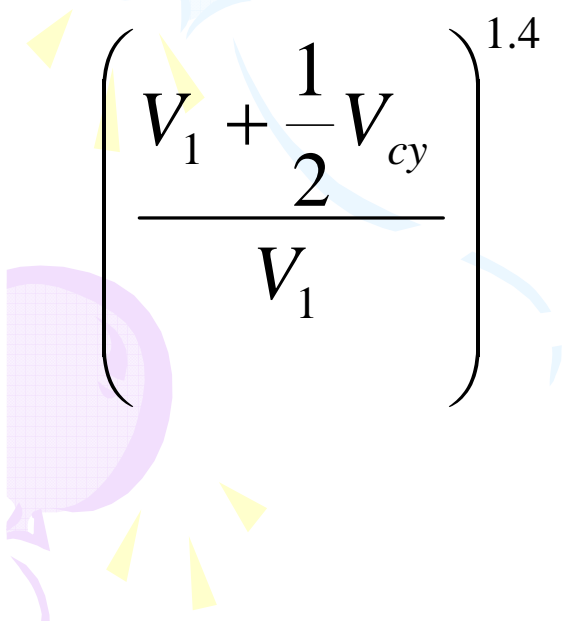


$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n = \frac{P_1}{P_2} \Rightarrow \left(\frac{V_1 + \frac{1}{2} V_{cy}}{V_1} \right)^{1.4} = \frac{5 + 1.033}{(5 - 0.5) + 1.033} = 1.09$$

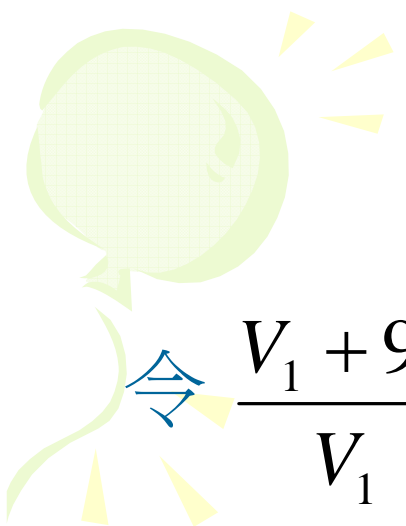


$$V_{cy} = \frac{\pi}{4} \times 5^2 \times 10 = 196 \text{ cm}^3$$

$$\left(\text{cm}^3 \right) \frac{1}{2} V_{cy} = 98$$



$$\left(\frac{V_1 + \frac{1}{2} V_{cy}}{V_1} \right)^{1.4} = \left(\frac{V_1 + 98}{V_1} \right)^{1.4} = 1.09$$


$$\text{令 } \frac{V_1 + 98}{V_1} = X \Rightarrow X^{1.4} = 1.09 \Rightarrow X = 1.063$$


$$\text{即 } \frac{V_1 + 98}{V_1} = 1.063 \quad , \text{ 故 } V_1 = 1555 \text{ (cm}^3\text{)}$$



所以儲氣筒容積為 **1555 (cm³)**