

112年專門職業及技術人員高等考試建築師、  
25類科技師（含第二次食品技師）、大地工程  
技師考試分階段考試（第二階段考試）  
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試

類 科：冷凍空調工程技師

科 目：冷凍空調自動控制

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、拉氏轉換（Laplace Transform）可以將時域變數  $t$  的函數  $f(t)$ ，轉換為複變變數  $s$  的函數  $F(s)$ ，

(一)寫出這個轉換的數學定義公式。(5分)

(二)利用此公式，寫出下列時域變數函數式經拉氏轉換後的函數型：(15分)

$$f(t)=t$$

$$f(t)=e^t$$

$$f(t)=e^{t^2}$$

二、參考圖一所示，有一模擬控制系統使用 PID（Proportional-Integral-Differential）控制設計，如圖一，若 PID 控制器的比例參數為  $K_P$ ，積分參數為  $K_I$ ，微分參數為  $K_d$ ，假設無基礎輸出值設定，且系統響應帶寬常數為零的狀況下，試問：

(一)PID 控制器的轉移函數？(5分)

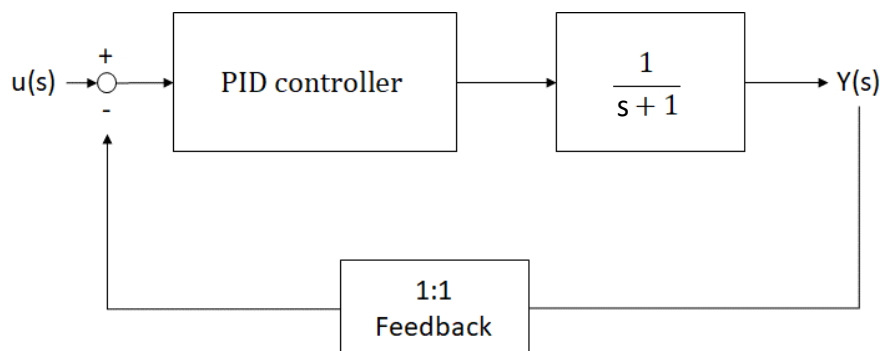
(二)若最終控制器設計要求輸入  $u(s)$  與輸出  $Y(s)$ （變數可參考圖示）需滿足下式

$$\frac{Y(s)}{u(s)} = \frac{1}{s+1}$$

請計算  $K_P$  數值。(5分)

(三)請計算  $K_I$  數值。(5分)

(四)請計算  $K_d$  數值。(5分)

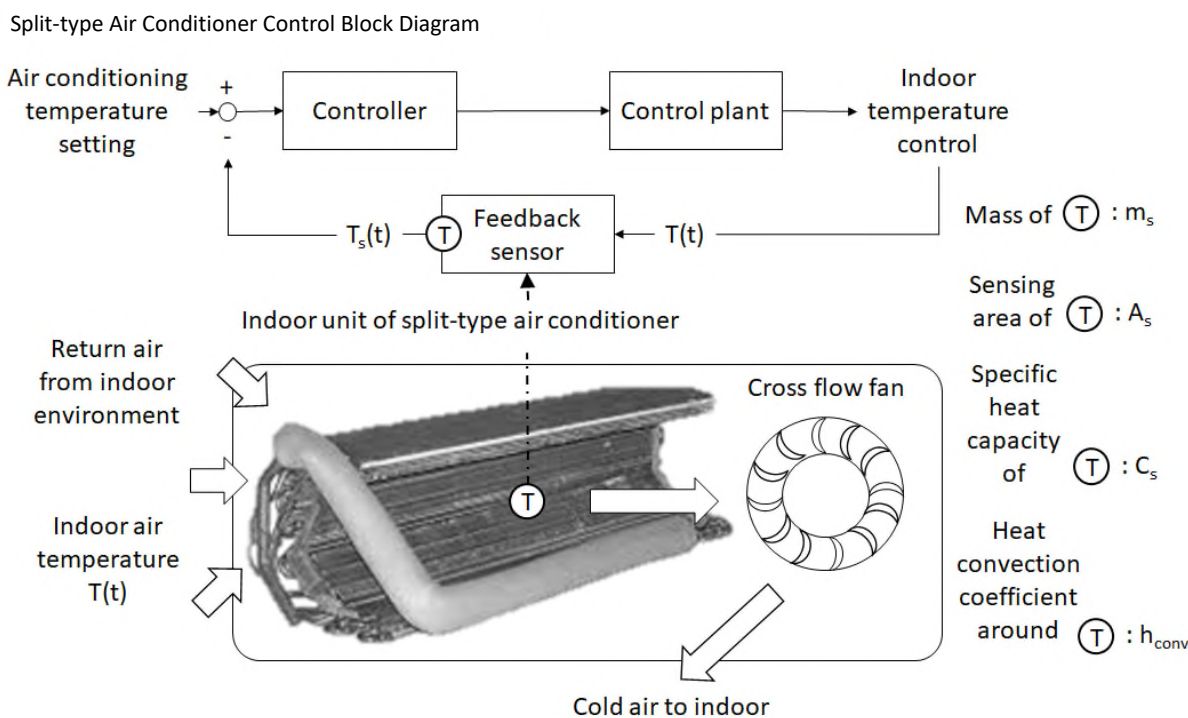


圖一

三、參考圖二所示，有一分離式冷氣 (Split-type Air Conditioner) 利用蒸發器中央裝設溫度感測器，來進行溫度回授控制 (Feedback Control)，其控制架構圖顯示如圖二上方所示之方塊圖，另符合此感測裝置的結構示意圖，則如圖二下方所示，圖二上亦標示出圍繞溫度感測器，其代表符號為圓形環狀符號內標示 T 為此感測溫度裝置的相關參數，包含有感測器質量 (Mass,  $m_s$ )、感測器感溫體積 (Sensing Area,  $A_s$ )、感測器裝置比熱 (Specific Heat Capacity,  $C_s$ ) 還有分離式冷氣室內機由線流風扇 (Cross Flow Fan) 導風的熱對流係數 (Heat Convection Coefficient,  $h_{conv}$ )。

基於以上說明以及給定之變數代號：

- (一) 詳述分離式冷氣達成室內溫度恆定控制的原理為何？ (10 分)
- (二) 推導溫度感測器將室內溫度  $T(t)$  轉換為感測器輸出  $T_s(t)$  的統馭方程式 (Governing Equation) 為何？ (5 分)
- (三) 此統御方程式需轉換成圖二上設計之控制架構 (Control Block Diagram) 中 Feedback Sensor Diagram，才能進一步設計其他控制參數，請依據前述統御方程式，使用拉氏轉換，寫出感測器將  $T(t)$  轉換  $T_s(t)$  輸出的轉移函數 (Transfer Function) 為何？ (5 分)

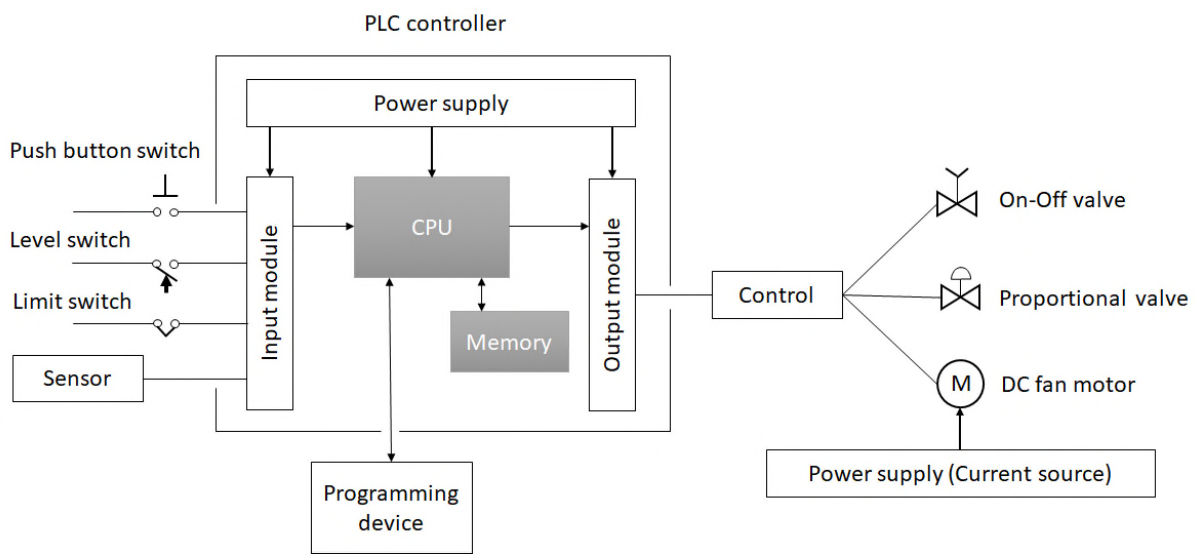


圖二

四、參考圖三所示，有一可程式邏輯控制器（Programmable Logic Controller, PLC）被用於室內空氣品質（CO<sub>2</sub> 濃度）控制，控制設計要求主要是即時偵測室內 CO<sub>2</sub> 濃度，並利用程式設定裝置（Programming Device），依照環保法規規定，來設定控制開啟的臨界值，當室內 CO<sub>2</sub> 濃度超過法規限制上限時（不需要考慮超過八小時平均之規定），即打開風門與風扇引進外氣，避免室內空氣品質不佳。

(一)依照上述說明，請於下面 PLC 架構圖上，選擇必要的 Input 裝置與 Output 裝置。(10 分)

(二)繪製出控制邏輯圖（Ladder Logic Diagram）。(10 分)

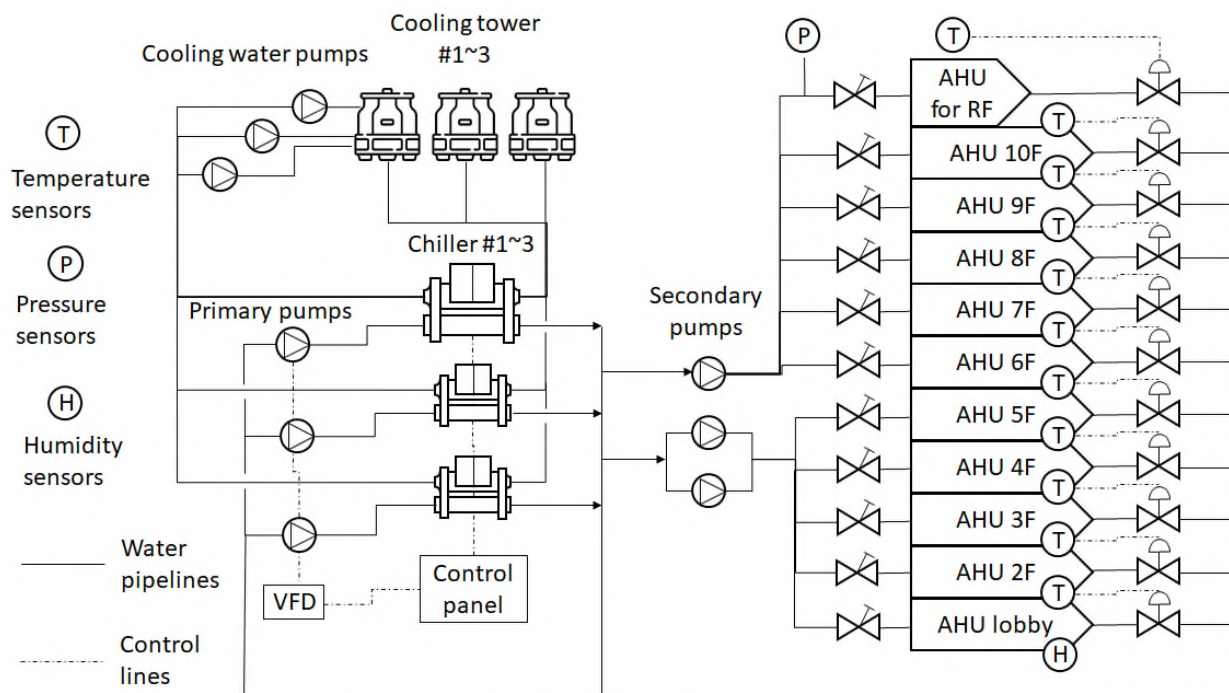


圖三

五、一／二次側設計中央冰水主機系統負責供應一個 10 層大樓的空調，在頂樓冰水管路（Cooling Water Pipeline）的最末端有一增設空調箱（Air Handling Unit, AHU），須提供足量冰水。在原本冰水主機為變速驅動（Variable Speed Drive），且一次泵浦（Primary Pumps）為變頻驅動（Variable Frequency Drive, VFD）的情況下，冰水系統業主仍持續投入節能改善，並預計加裝裝置，如圖四虛線以下所示，預計安裝三具變頻驅動器（VFD）給三台冷卻水塔（Cooling Tower）進行控制，同時加裝戶外氣象站，偵測外氣的溫度與濕度，也要再加裝三具變頻驅動器給二次側馬達（Secondary Pumps），在冰水管路末端加裝壓力感測器。請依照上述業主加裝的設施。

(一)分別建議冷卻水塔與二次側泵浦的節能控制邏輯設計。(10分)

(二)詳細說明可以提高系統能源使用效率的原因。(10分)



Plan to add VFD #1~3 for cooling tower fan control (T) Outdoor air (H) Outdoor humidity VFD #4~6 for secondary pumps (P) at the end of AHU pipeline

圖四