

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)

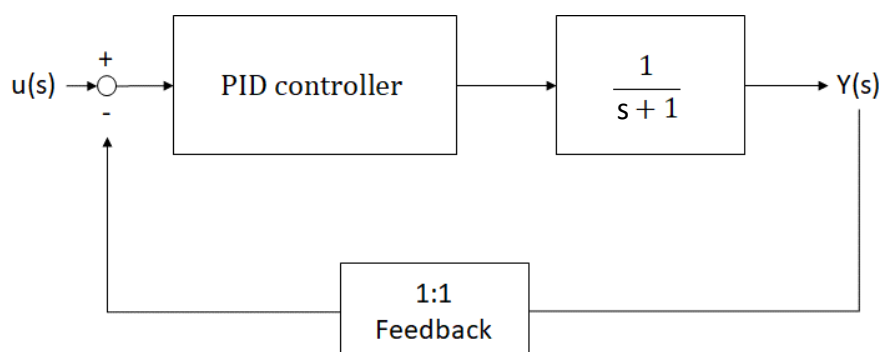
(二)若最終控制器設計要求輸入 $u(s)$ 與輸出 $Y(s)$ （變數可參考圖示）需滿足下式

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

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)



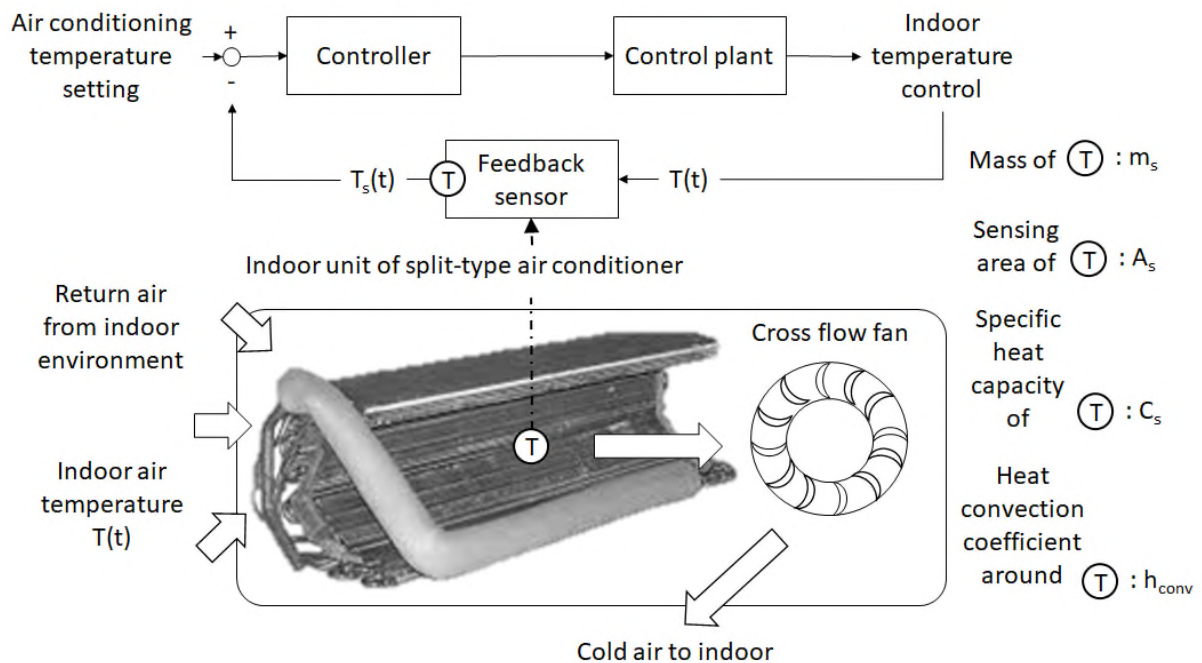
圖一

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）

Split-type Air Conditioner Control Block Diagram

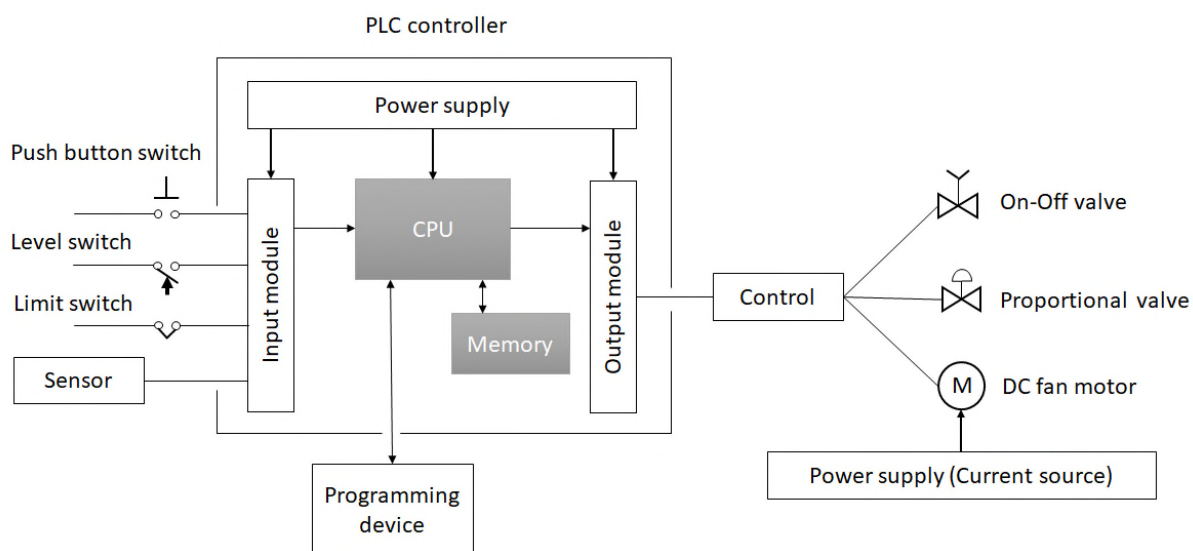


圖二

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（CO₂ 濃度）控制，控制設計要求主要是即時偵測室內 CO₂ 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 CO₂ 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)

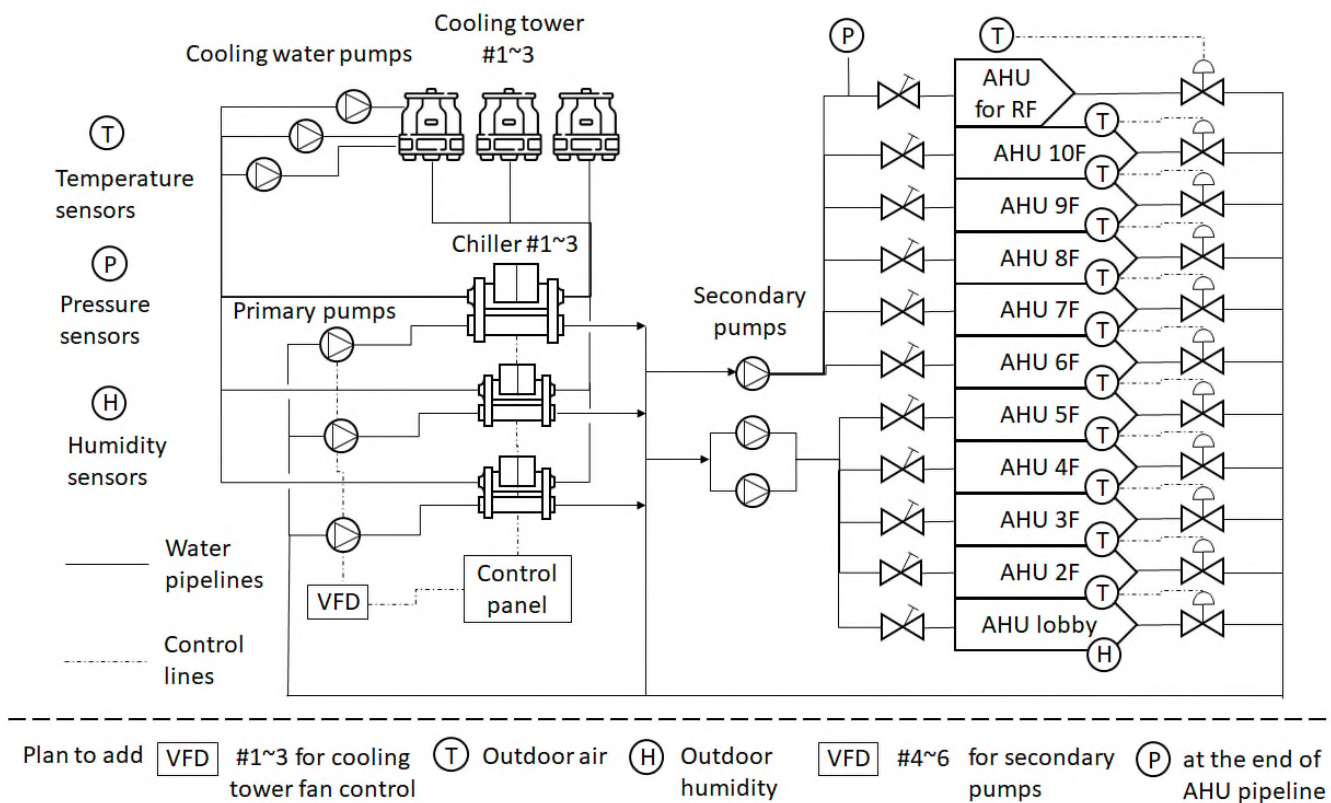


圖三

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)



圖四