

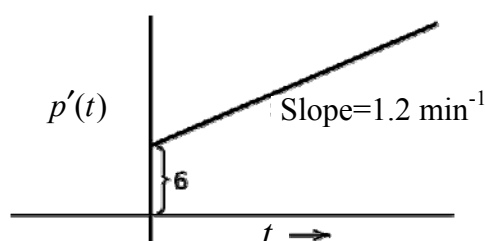
等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：程序控制
考試時間：2 小時

座號：_____

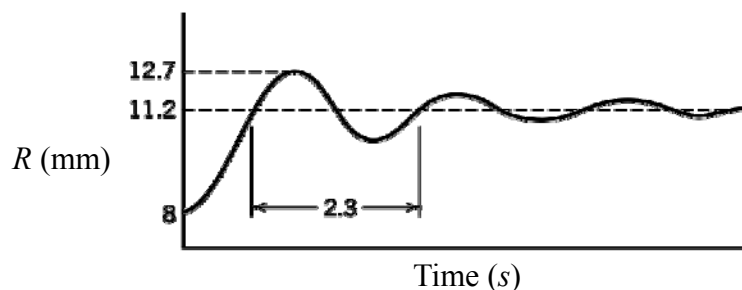
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

- 一、若在測量訊號中引入正向單位步階變化 (unit step change) 並輸入至某一離線之比例積分控制器 (PI controller)，則相應控制器輸出 $p'(t)$ 會如下圖所示。請計算其控制器增益 (controller gain, K_c) 及積分時間 (integral time, τ_i)。(10 分)

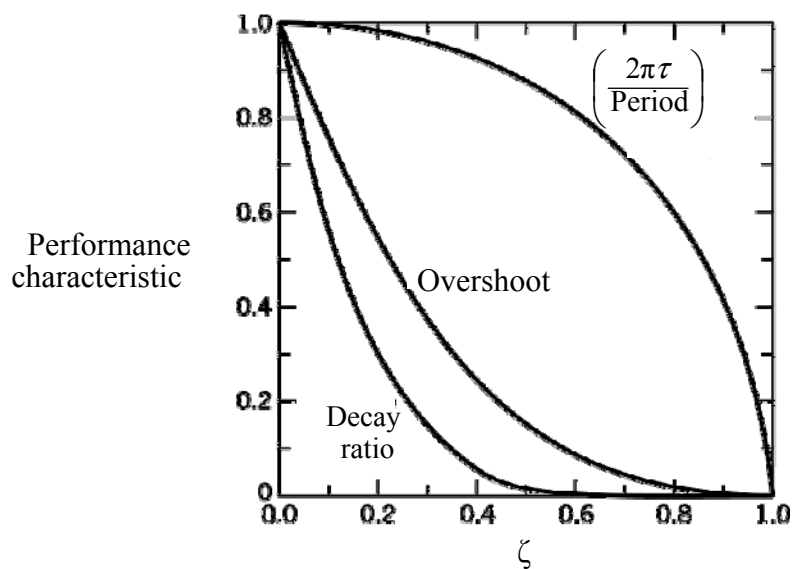


- 二、假設一個從 10 到 20 psi 壓力的步階變化 (step change) 會造成以下壓力計的測量響應 (response)：



再假設此輸入與輸出間關係可表示成： $\frac{R'(s)}{P'(s)} = \frac{K}{\tau^2 s^2 + 2\zeta\tau s + 1}$ ，其中 P' 與 R' 分別代

表實際壓力偏離值 (psi) 及壓力計輸出偏離值 (mm)。請利用下圖粗略估計出前述二階轉換函數中之 K 、 ζ 及 τ 。(15 分)



(請接第二頁)

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：程序控制

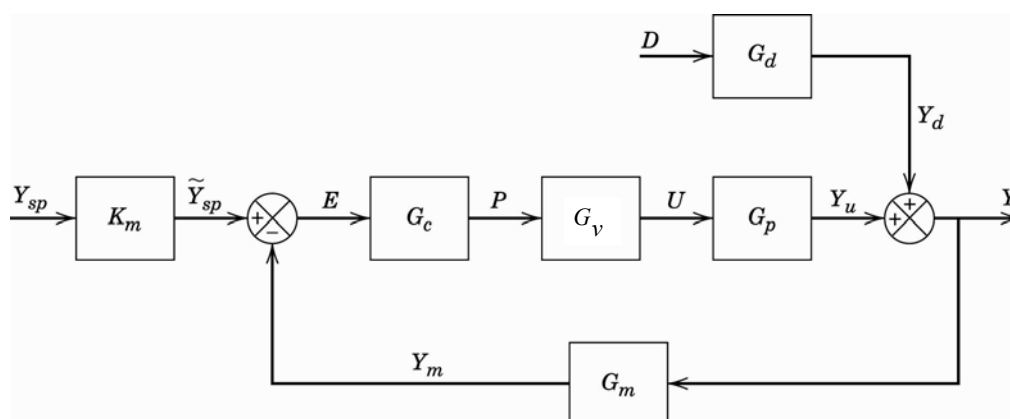
三、一個程序的真實轉換函數為

$$G(s) = \frac{10}{(50s+1)(6s+1)(0.2s+1)(0.03s+1)}$$

為了能設計出相應控制器，請將上述函數簡化成二階帶時延（SOPDT）的形式。請利用 Skogestad 之 half-rule 近似法，即將最大欲忽略之時間常數（time constant）的一半看作是時延（time delay），另外一半則加到此簡化函數中最小被保留之時間常數上，而其他欲忽略之較小時間常數則全部看作是時延。（15 分）

四、低溫液態之乙二醇（比重 1.11）在正常情況下以 200 gpm 之流率被泵過裝有冷凝器及控制閥之管線，假設整條管線之總壓降保持固定，但通過冷凝器的壓力降會與流率平方成正比且在正常情況下是 30 psi；另外，假設在正常情況下通過控制閥的壓力降是 10 psi，其相應流量特性（flow characteristic）函數值為 0.5，即 $f(l)=0.5$ 而在此 l 為閥桿位置；最後假設除了冷凝器及控制閥以外通過管線本身之壓降可忽略。在正常情況下操作一段時日後，因預測市場未來需求減少，欲將前述管線中流率降低至 50 gpm。若原設計中採線性（linear）控制閥且其流量特性函數為 $f(l)=l$ ，則相應控制閥閥桿位置為何？若改採等百分比（equal percentage）控制閥且其流量特性函數為 $f(l)=25^{l-1}$ ，則相應控制閥閥桿位置為何？（18 分）

五、考慮以下三階程序控制系統之方塊圖：



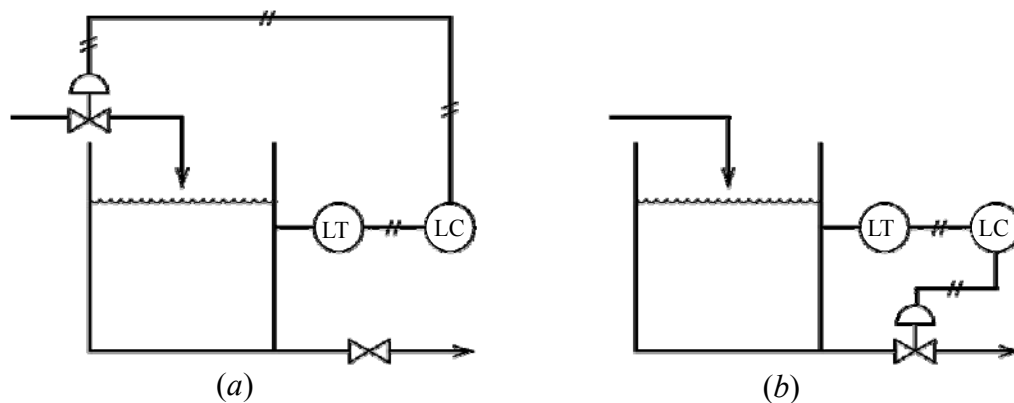
其中， $G_m(s) = K_m = 1$ ， $G_c(s) = K_c$ ， $G_v(s) = 1$ ， $G_p(s) = \frac{10}{(s+1)^3}$ 。請計算出使系統穩定之控制器參數 K_c 的範圍。（20 分）

六、假設某程序可以被簡單的時延（time delay）模式描述，並以比例控制器控制之。另外，控制閥與感測器的轉換函數可分別表示為 $G_v(s) = K_v = 0.5$ 及 $G_m(s) = K_m = 2$ 。若小幅改變設定點會造成系統輸出以 5 分鐘為週期的持續震盪，則請計算此時的控制器增益（controller gain）及前述程序模式中時延長度。（12 分）

（請接第三頁）

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：程序控制

七、考慮以下兩個液位控制結構：



若兩系統中控制器及感測器皆為直接驅動（direct acting），即輸出與輸入的改變方向（增加或減少）相同，則請分別決定兩者正確的控制閥的型態（Air-to-Open or Air-to-Close）。（10 分）