

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

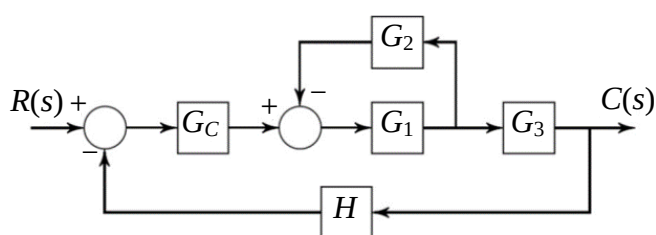
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

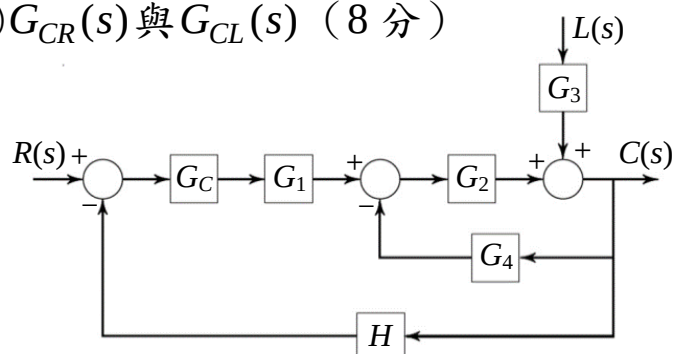
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、推導以下轉換函數，其中 $G_{CR}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$ ， $G_{CL}(s) = \frac{C(s)}{L(s)}$ ：

(一) $G_{CR}(s)$ (7 分)



(二) $G_{CR}(s)$ 與 $G_{CL}(s)$ (8 分)



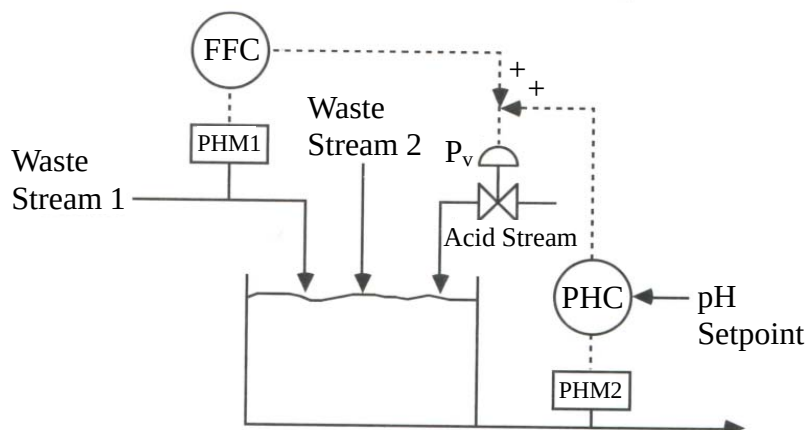
二、(一)計算以下製程之振幅比 (amplitude ratio) 及相角 (phase angle)

$$G(s) = \frac{Y(s)}{M(s)} = \frac{0.65e^{-0.35s}}{(5.1s+1)(1.2s+1)}$$

如果其中 $M(t) = \sin(\omega t)$ ，而頻率 $\omega = 1 \text{ rad/min}$ 。(10 分)

(二)利用在 0.1 rad/s 、 0.5 rad/s 、 1 rad/s 、 2 rad/s 與 5 rad/s 此五個頻率所畫出之波第圖 (Bode plot)，求出該製程之終極增益 (ultimate gain) 及終極週期 (ultimate period)。(15 分)

三、下圖是用來維持一個理想 pH 值流入廢物處理廠的混合容器。酸流 (acid stream) 閥的壓力是一個可操作變量。大部分的 pH 改變來自於廢液流 (waste stream) 1，是一個苛性鹼流 (caustic stream)。現在想要設置一個前饋控制器 (feed-forward controller) 去消除此苛性鹼流對 pH 的干擾。



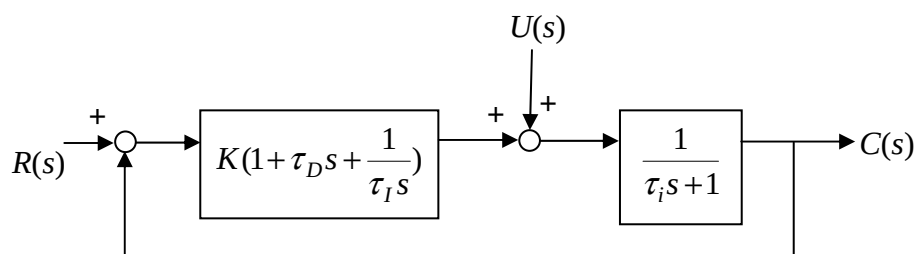
以下是一些對應此問題的數據：若沒有控制，在進口端的 pH 若改變 0.5 會導致出口端 pH 改變 0.25，時間延遲 (time delay) 是 10 分鐘，而時間常數 (time constant) 是 30 分鐘。在酸流 (acid stream) 閥頂改變 1 psig 的壓力 (P_v) 會導致出口端 pH 改變 0.4，時間延遲 (time delay) 是 7.5 分鐘，而時間常數 (time constant) 是 25 分鐘。請為此程序設計一個前饋控制器 (feed-forward controller) 並標示單位。(15 分)

(請接背面)

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：程序控制

四、考慮下圖閉迴圈系統，推導：

(一)以 K 、 τ_D 、 τ_I 與 τ_i 表示系統的振盪週期 T (period of oscillation) 與阻尼係數 ζ (damping factor)。(10 分)



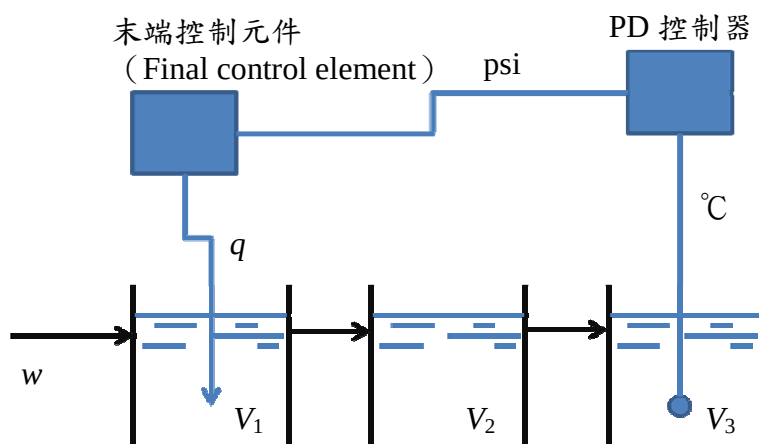
以下假設 $\tau_D = \tau_I = 1$ 與 $\tau_i = 2$ ，

(二)若 $K = 0.5$ 與 $K = 2$ ，分別求阻尼係數 ζ 。(5 分)

(三)若 K 一直上升， T 及 ζ 是否會趨近於某一值？若有該值為何？(5 分)

(四)若 $U = 1/s$ ，求 $K = 2$ 系統的靜態穩定差值 (offset)。(5 分)

五、考慮下圖的溫度比例微分 (PD) 控制系統，其中 $w = 1000 \text{ kg/min}$ ， $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ， $V_1 = 4 \text{ m}^3$ ， $V_2 = 5 \text{ m}^3$ ， $V_3 = 6 \text{ m}^3$ ， $C = 1 \text{ kcal/(kg}^\circ\text{C)}$



以上 ρ 為流體密度， C 為流體比熱， w 為流體流量， V_1 、 V_2 與 V_3 分別為各槽之體積。當控制器改變 1 psi 時，熱流量 q 改變 1250 kcal，且進料流體溫度會變化，量測無時間延遲。

(一)畫出控制系統的方塊圖 (block diagram)，並在方塊中寫出傳遞函數 (transfer function)，每個傳遞函數均需要包含係數數值。(6 分)

(二)從方塊圖中，計算總傳遞函數 (overall transfer function) 關於設定點 (set point) 改變與第三槽的溫度。(6 分)

(三)計算進料溫度在一單位改變 (unit step change) 時偏移 (offset)。假設控制器增益 (gain) K_c 為 3 psi/°C，其中 °C 為溫度誤差 (temperature error)，微分時間 (derivative time) 為 0.5 分 (min)。(8 分)