

112年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及  
112年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：關務人員考試  
等別：三等考試  
類科：機械工程  
科目：自動控制  
考試時間：2小時

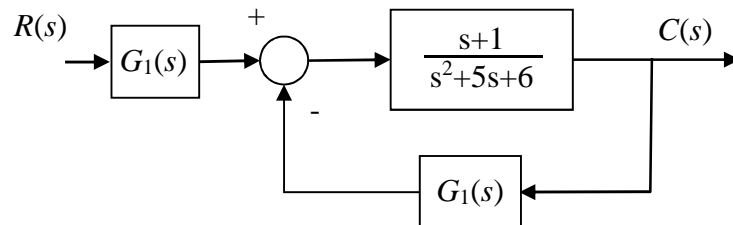
座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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。

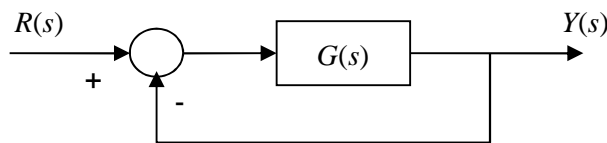
一、考慮一回授控制系統如下圖，若  $G_1(s) = \frac{K(s-2)}{s+2}$ ：



(一)試推導從  $R(s)$  到  $Y(s)$  的轉移函數  $\frac{C(s)}{R(s)}$ 。(10分)

(二)請判斷能使系統穩定時， $K$  的範圍。若欲使  $R(s)$  為步階輸入時， $C(s)$  與  $R(s)$  之間的穩態誤差趨近於零，試說明系統穩定時此目標不可能達到。(15分)

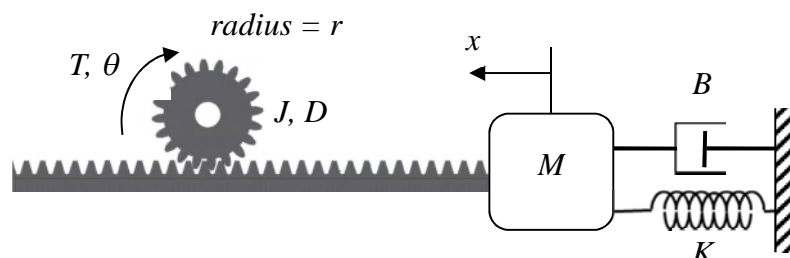
二、考慮一單位負回授系統如下圖，若  $G(s) = \frac{K(s+10)}{(s+1)(s+2)(s+4)}$ ：



(一)試說明此系統之型態 (system type)，並設計最小之整數  $K$  值以使其步階響應之穩態誤差能小於參考輸入的 2.5%，並請判斷此設計是否能使系統穩定。(15分)

(二)若此設計無法使系統穩定，試說明應採用 P、PI 或 PD 控制補償以達成要求。(10分)

三、如圖所示，一齒輪-齒條機構被用於帶動一機械負荷，包含其慣性( $M$ )、阻尼( $B$ )與彈簧( $K$ )效應，齒條之質量已被包含於慣性質量  $M$  之內，另齒輪半徑  $r$ ，並帶有轉動慣量( $J$ )與轉軸阻尼( $D$ )。 $T$  為所施加之力矩，齒輪之旋轉角度( $\theta$ )與物體位移( $x$ )之坐標定義如圖。



(一)推導出以  $T$  為輸入、 $x$  為輸出的轉移函數  $\frac{X(s)}{T(s)}$ 。(10分)

(二)當  $J = 4$ ,  $D = 8$ ,  $r = 2$ ,  $M = 1$  時，設計  $B$  與  $K$  之值以使系統的主極點具有阻尼比 (damping ratio) 為 0.5 且自然頻率為 3。若設法將齒輪改成極輕因而  $J$  可忽略不計，且系統其他參數均不變，請問此時系統的阻尼比與自然頻率將分別如何變化 (變大或變小)？(15分)

四、一轉移函數  $G(s) = \frac{Y}{U}(s) = \frac{1000K}{(s+a)(s+1000)}$ ：

(一)若當輸入  $u(t) = 2\cos(3t)$  時，輸出  $y(t) = 6\cos(3t - \frac{\pi}{6})$ ，依此資訊估算  $K$  與  $a$  之值。(10分)

(二)概略畫出系統  $G(s)$  之奈氏圖 (Nyquist plot)，估算系統之增益邊限 (gain margin) 與相位邊限 (phase margin)，並標註於奈氏圖上。(15分)