

類 科：機械工程

科 目：自動控制

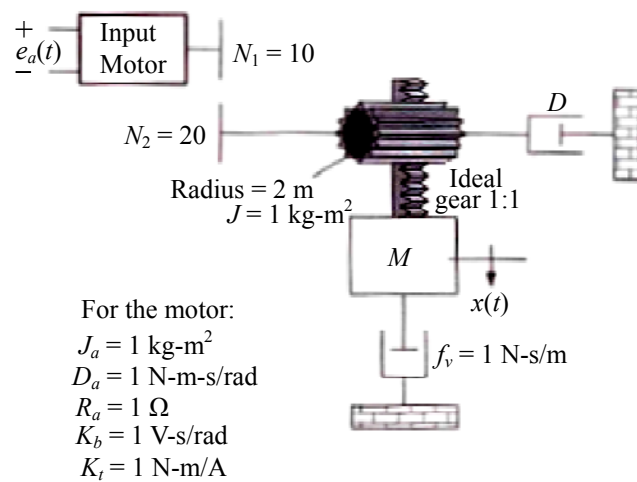
考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器，須詳列解答過程。

(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。

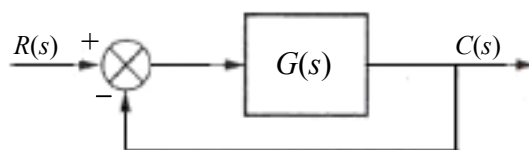
一、某機電系統如下圖所示，其中質量塊  $M = 1.0 \text{ kg}$ ，輸出軸之阻尼係數  $D = 4 \text{ N-m-s/rad}$ ，齒輪齒數  $N_1 = 10$ 、 $N_2 = 20$ ，其他參數如圖中所示。



(一)試推導出開迴路轉移函數  $G(s) = \frac{X(s)}{E_a(s)}$ 。(15分)

(二)利用(一)之轉移函數設計一個串聯 (cascade) 之 PD 控制器，使此閉迴路伺服系統之線性運動  $x(t)$  的暫態響應有 16.3% 之最大超越量 (overshoot)，及穩態收斂時間為  $T_s = 2$  秒之性能時，試求  $K_p$  及  $K_d$  之值。(10分)

二、下圖之單位負回授 (unit negative feedback) 系統中， $G(s) = \frac{K}{s(s+6)(s+9)}$ 。



(一)先計算出分離點、漸進線角度及其與實數軸之交叉點，再畫出此系統之根軌跡 (Root Locus) 圖。(10分)

(二)以羅斯-赫維茲穩定性 (Routh-Hurwitz stability) 準則，計算可使此閉迴路系統穩定之增益  $K$  值的範圍，根軌跡在臨界穩定時與  $j\omega$  虛軸之交點，以及  $K = 40$  時之系統阻尼比與無阻尼自然頻率。(15分)

(請接背面)

類 科：機械工程  
科 目：自動控制

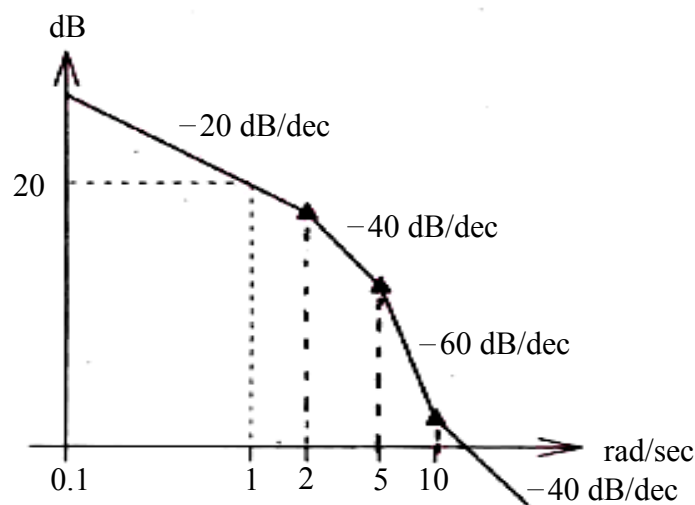
三、某系統之大小頻率響應圖，亦稱波德圖 (Bode plot)，如下圖所示。

(一)試依據此頻域之大小近似圖的所有轉折點，說明該系統有極點與零點位置所在，

並寫出其開迴路轉移函數  $G(s) = \frac{KB(s)}{A(s)}$ 。(15分)

(二)若此時與相位圖為  $-180^\circ$  處頻率之對應增益邊際 (gain margin) 為 5 dB，請說明如何調整設計系統之增益值  $K$ ，以達成該頻率處有增益邊際 25 dB 之穩定度要求。

(10分)



四、某系統之轉移函數為  $G(s) = \frac{5(s+4)}{s(s+2)(s+8)}$ 。

(一)試利用相變數 (phase-variable) 型式寫出其閉迴路控制系統之狀態方程式。(10分)

$$\dot{X} = AX + BU$$

$$Y = CX$$

(二)設計相變數狀態回饋控制器，使其滿足閉迴路伺服系統之暫態響應有 16.3% 之超越量 (overshoot)，及穩態收斂時間為  $T_s = 1$  秒之性能時，試求其狀態回饋增益值  $K_1$ 、 $K_2$  及  $K_3$  之值以及閉迴路轉移函數。(15分)

[Hint：如所指定之特徵根實數靠近現有之零點位置，可採用 Pole-zero 消去法設計第三個閉迴路極點。]