

類 科：機械工程

科 目：自動控制

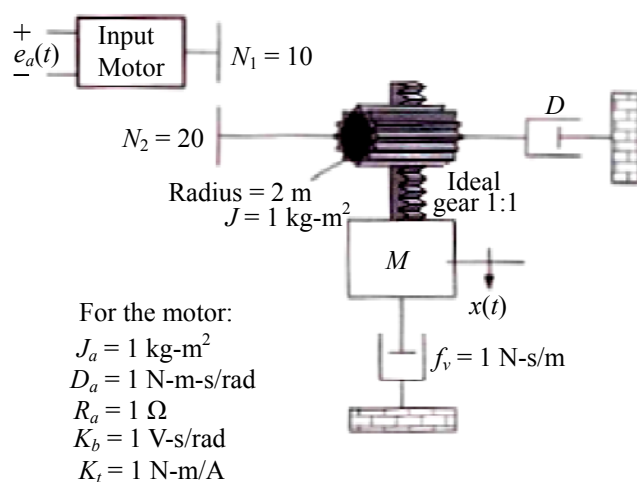
考試時間：2 小時

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。

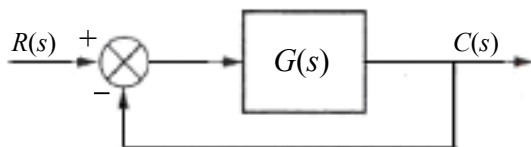
- 一、某機電系統如下圖所示，其中質量塊 $M = 1.0 \text{ kg}$ ，輸出軸之阻尼係數 $D = 4 \text{ N-m-s/rad}$ ，齒輪齒數 $N_1 = 10$ 、 $N_2 = 20$ ，其他參數如圖中所示。



- (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)

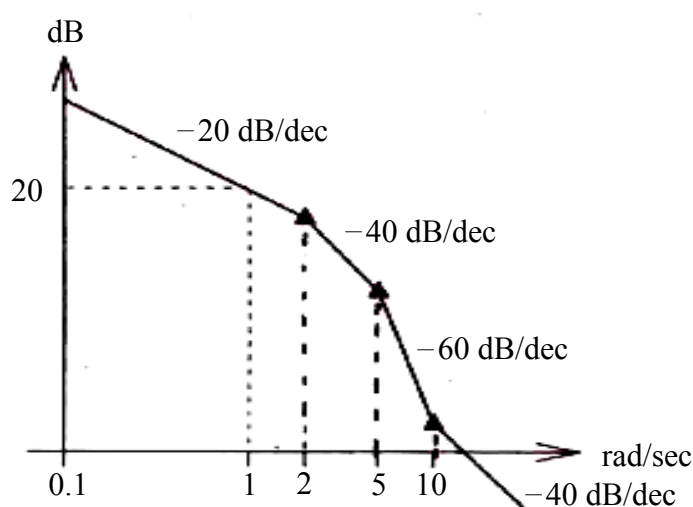
類 科：機械工程
科 目：自動控制

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° 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。]