

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。

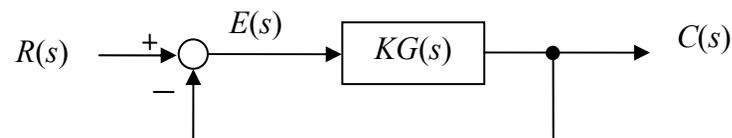
一、如下圖左之線性系統中，其中 $u(t)$ 為輸入， $c(t)$ 為輸出， $g(t)$ 為系統轉移函數，如果系統初始為靜止，而輸入 $u(t)=1$ 時之系統輸出 $c(t)=1-e^{-3t}$ ， $t \geq 0$ ，試問：

(一)當 $u(t)$ 為任意時間函數時，其輸出為何？(8分)(二)如圖右實施 Laplace 轉換求解 $C(s)$ 時，其中 $G(s)$ 為何？ $u(t)$ 的限制條件為何？(7分)

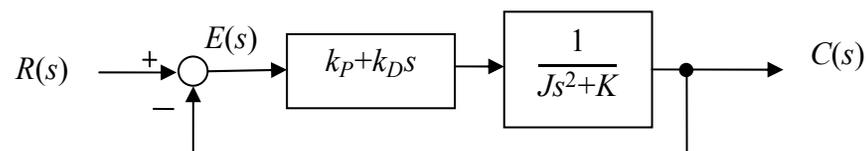
(三)該系統微分方程式為何？(5分)

(四)依據(一)的解，如果用數值模擬，讓 $t = kT$ ， $3T \ll 1$ ，寫成 $c(k) = \beta c(k-1) + 3Tu(k)$ ， $\beta$ 為何？(5分)

二、如下圖之單位負迴授系統 (unity negative feedback control system)，

其中 $G(s) = s^3/(s+p)^3$ ， $p > 0$ ，試問：(一)利用羅斯穩定準則 (Routh stability criterion) 推導該系統為穩定時，所需比例增益 $K$ 之範圍為何？(8分)(二)試繪製該系統對應不同比例增益 $K$ 之根軌跡圖 (root locus plot)，標明所需標記之特徵的對應值。(10分)(三)當 $R(s) = 0$ 而 $C(s)$ 仍有非零穩定輸出時之 $K$ 與 $s = j\omega$ 中之 $\omega$ 為何？(7分)

三、如下圖之單位負迴授系統，其採用 PD 控制器，其中 $Jk_p^2 = 10^4 Kk_D^2$ ，當輸入 $R(s)=1/s$ 時之位置穩態誤差 (steady state error)  $e_{ss} = 0.01$ ，試問：

(一)由位置穩態誤差求取 $K$ 與 $k_p$ 間之關聯方程式。(5分)(二)繪製開迴路轉移函數 $G(s) = (k_p + k_D s)/(Js^2 + K)$ 之波德圖 (Bode Diagram)，標明所需標記之特徵的對應值，並註記 $\omega = 0$ 時之 dB 值。(10分)(三)當閉迴路系統阻尼係數 $\zeta$  (damping ratio) = 0.7 時，求取 $k_D$ 與 $J$ 、 $K$ 之關係。(5分)(四)當增益交越頻率 $\omega_g$  (gain crossover frequency) = 32 Hz 時，求取 $J$ 、 $K$ 、 $k_p$ 、 $k_D$ 間之關聯方程式。(5分)

(請接背面)

類 科：機械工程  
科 目：自動控制

四、如圖之一質量塊滑動於無摩擦平面，質量塊由一直流馬達 (DC motor) 轉動時規皮帶 (timing belt) 帶動，該馬達半徑為  $r$ ，轉速以  $\omega$  表示，欲以負迴授控制位置  $x$  時，將比較命令  $x_{cmd}$  與該位置  $x$  之差異，輸入至 PI 控制器以產生馬達電壓，達成質量塊位置控制時，試問：

(一)感測器若為光學尺 (Linear scale) 應安裝何處？如何安裝？(5分)

(二)質量塊方塊圖 (Block Diagram) 輸入是推動質量塊之力  $F(s)$ ，輸出是速度  $V(s)$  及位置  $X(s)$ ，其方塊圖模型為何？(5分)

(三)馬達輸入是電樞電壓  $U_a(s)$ ，輸出是推動質量塊之力  $F(s)$ ，其方塊圖模型為何？ $R_a$  是電樞電路的電阻 (Ohm)， $L_a$  是電樞電路的電感 (Henry)， $C_m$  是電動機轉矩係數 (Newton·meter/Ampere)， $E_a$  是電樞反電勢， $C_e$  是反電勢係數 (Volt/rad/sec)。(7分)

(四)閉迴路系統轉移函數  $X(s)/X_{cmd}(s)$  展開成代數分式 (rational polynomial) 為何？(8分)

