

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。

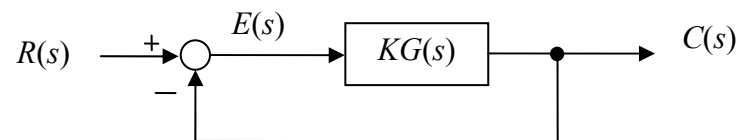
一、如下圖左之線性系統中，其中 $u(t)$ 為輸入， $c(t)$ 為輸出， $g(t)$ 為系統轉移函數，如果系統初始為靜止，而輸入 $u(t)=1$ 時之系統輸出 $c(t)=1-e^{-3t}$ ， $t \geq 0$ ，試問：

(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)

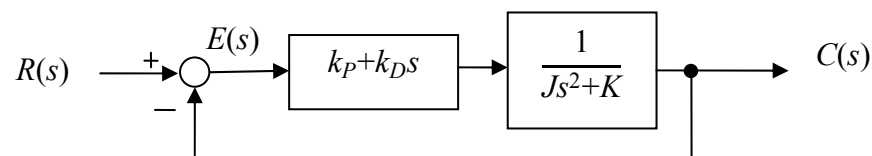
(三)該系統微分方程式為何？(5 分)

(四)依據(一)的解，如果用數值模擬，讓 $t = kT$ ， $3T \ll 1$ ，寫成 $c(k) = \beta c(k-1) + 3Tu(k)$ ， β 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 ω 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 ζ (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 ω_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 ω 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）

