

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。

一、直流電機系統如下圖(a)，輸入電壓 $U_a(t)$ ，電阻值 R ，電阻兩端電壓為 $V_R(t)$ ，馬達運轉速在 $\omega_a(t)$ 時，反電動勢 $V_b(t) = K_b \omega_a(t)$ ，電流 $i_a(t)$ 轉換出轉矩 $T_a(t) = K_t i_a(t)$ 來帶動馬達轉動。 K_t 、 K_b 為轉換常數，馬達轉動慣量 J_a ，黏滯摩擦係數 D_a 。

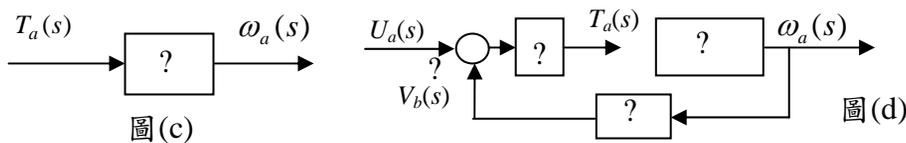
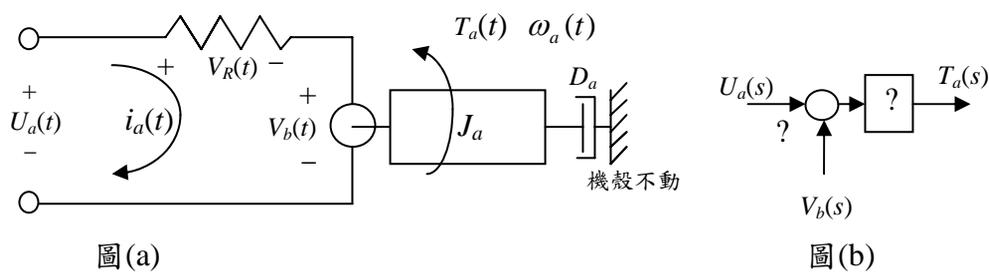
(一) 求出 $i_a(t)$ 的動態方程式，取拉氏轉換 (Laplace transform) 後，完成圖(b)之方塊圖，加和器輸入為 $U_a(s)$ 與 $V_b(s)$ ，方塊圖輸出為 $T_a(s)$ 。(5分)

(二) 求轉速 $\omega_a(t)$ 的動態方程式，取拉氏轉換後，完成圖(c)之方塊圖，方塊圖輸入為 $T_a(s)$ ，方塊圖輸出為 $\omega_a(s)$ 。(5分)

(三) 利用(一)(二)結果，將圖(d)繪製完成，輸入為 $U_a(s)$ ，輸出為轉速 $\omega_a(s)$ 。(5分)

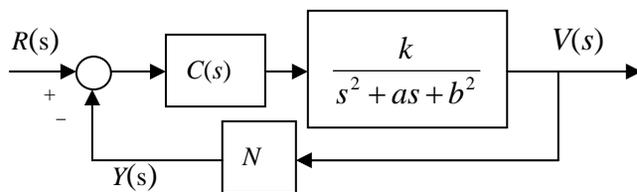
(四) 由(三)之結果，求 $\frac{\omega_a(s)}{U_a(s)}$ 的轉移函數 (transfer function)。(10分)

(五) 求出系統時間常數 (time constant)。(5分)



二、(一)如下圖，將控制器 $C(s) = \frac{K_i}{s}$ 代入方塊圖中，試求轉移函數 $\frac{Y(s)}{R(s)} = ?$ (5分)

(二) 利用路斯-赫維茲法 (Routh-Hurwitz criterion) 測試出，使本系統穩定的控制增益 K_i 的範圍。(圖中 $N > 0$, $k > 0$, $a > 0$, $b > 0$) (20分)



(請接背面)

等 別：三等考試

類 科：機械工程

科 目：自動控制

三、控制系統如圖(a)， $\tau = \tau_0$ 及 $K_a = K_{a0}$ 已知，且 $\tau_0 > 0$ 、 $K_{a0} > 0$ 。系統步進輸入

$$U(s) = \frac{U_0}{s}, U_0 > 0$$

(一)當 $C(s) = K_p$ 時，利用終值定理 (final value theorem) 求穩態誤差 (steady-state error) $e(t) = ?$ (5分)

(二)當 $C(s) = \frac{K_i}{s}$ 時，利用終值定理求穩態誤差 $e(t) = ?$ (5分)

(三)根據上列(一)(二)結果，選擇那一控制器能使最終之輸出 $V(t) = U_0$? (5分)

(四)根據上列(三)結果，推導出系統的轉移函數 $\frac{V(s)}{U(s)}$ 如圖(b)所示，(5分) 並找出安定時間 t_s (settling time) 為何? (5分) 第(三)題所選擇之控制器是否能改變安定時間 t_s ? (5分)

(五)當 $C(s) = K_p + \frac{K_i}{s}$ ，試推導出如圖(b)之轉移函數。(5分) 若系統的阻尼比 $\xi = \xi_0$ 與峰值時間 (peak time) $t_p = t_{p0}$ 為已知，試由峰值時間之定義求出系統的自然頻率 ω_n 。(5分) 當自然頻率由前述求出後，即 $\omega_n = \omega_{n0}$ ，根據圖(b)求出 $K_i = ?$ ， $K_p = ?$ (5分)

