電機系

『自動控制實習』

實驗名稱：實驗四　方塊圖的簡化及 SIMULINK 基本指令

成績：__________

組別：______________

班級：______________

學號：______________ ______________

姓名：______________ ______________

日期：　　年　　月　　日

實驗四　方塊圖的簡化及 SIMULINK 基本指令

目的：練習 MATLAB 的方塊圖化簡操作及求轉移函數的應用，由方塊圖求轉移函數、由轉移函數求狀態方程式(控制標準式 CCF、對角標準式 DCF)、狀態方程式相似的轉換，應用於解控制相關的問題可作為日後控制系統設計及分析的參考。

使用設備：PC 及 MATLAB 模擬軟體。

實驗步驟：1.開機後進入視窗，找 MATLAB 點兩下進入系統。
2.逐項做實驗項目，並記錄結果。
3.做完各實驗項目後關閉 MATLAB 系統，再按關機程序關機，最後關電腦電源。

實驗項目如下（以 MATLAB 做即可）
(題中的未知數 C 等於組別，例如：第 5 組則 C=5)

1. 如圖 1.的系統，其中 $G_1(S)=4$、$G_2(S)=\dfrac{1}{S+1}$、$G_3(S)=\dfrac{S}{S^2+2}$、$G_4(S)=\dfrac{1}{S^2}$、$H_1(S)=\dfrac{S+2}{S^2+2S+1}$、$H_2(S)=C$、$H_3(S)=\dfrac{S^2+2}{S^3+14}$，求 (a)轉移函數 $\dfrac{Y(S)}{R(S)}$？ (b)轉移函數 $\dfrac{E1(S)}{R(S)}$ (c)轉移函數 $\dfrac{E2(S)}{R(S)}$(d) 輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E1 的最大值為何？何時發生？(e) 輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E2 的最大值為何？何時發生？

答：

(a)

$\dfrac{Y(S)}{R(S)}=$ ______________________________

(b)

$\dfrac{E1(S)}{R(S)}=$ ______________________________

(c)

$\dfrac{E2(S)}{R(S)}=$ ______________________________

(d)

最大值 $E1\_\max=$ __________、時間 $time\_E1\_\max=$ __________ 秒

(e)

最大值 $E2\_\max=$ __________、時間 $time\_E2\_\max=$ __________ 秒

2. 若圖 1.的系統中考慮干擾如圖 2 所示，干擾成分為 10%頻率為 1rad/sec 的弦波求(a)輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E1 的最大值為何？何時發生？(b) 輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E2 的最大值為何？何時發生？干擾成分為 10%步階訊號求(c)輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E1 的最大值為何？何時發生？(d) 輸入單位步階訊號，在 2 秒內 E2 的最大值為何？何時發生？

答：

(a)

最大值 $E1\_\max =$ __________ 、時間 $time\_E1\_\max =$ __________ 秒

(b)

最大值 $E2\_\max =$ __________ 、時間 $time\_E2\_\max =$ __________ 秒

(c)

最大值 $E1\_\max =$ __________ 、時間 $time\_E1\_\max =$ __________ 秒

(d)

最大值 $E2\_\max =$ __________ 、時間 $time\_E2\_\max =$ __________ 秒

3. 如圖 3. 的系統，其中 $G_1(S) = \dfrac{1}{S^2+2S+3}$ 、 $G_2(S) = \dfrac{C}{S+4}$ 、 $G_3(S) = \dfrac{S+8}{S(S+5)}$ 、 $H_1(S) = \dfrac{3}{S+7}$ 、 $H_2(S) = \dfrac{1}{S+6}$ ，求(a)轉移函數 $\dfrac{Y(S)}{R(S)}$ ？ (b) 轉移函數 $\dfrac{E1(S)}{R(S)}$ (c) 轉移函數 $\dfrac{E2(S)}{R(S)}$ (d)輸入單位步階訊號，在 10 秒內 E3 的最大值為何？

答：

(a)

$\dfrac{Y(S)}{R(S)} =$ ____

(b)

$\dfrac{E1(S)}{R(S)} =$ ____

(c)

$\dfrac{E2(S)}{R(S)} =$ ____

(d)

最大值 $E3\_\max =$ __________ 、時間 $time\_E3\_\max =$ __________ 秒

4. 如圖 3.的系統考慮干擾如圖 4 所示，求(a)轉移函數 $\dfrac{Y(S)}{N(S)}$ ？(b)干

擾成分為 20%頻率為 2rad/sec 的弦波，求輸入單位步階訊號，在 10 秒內 E3 的最大值為何？

答：

(a)

$\frac{Y(S)}{N(S)} =$ ______________________________

(b)

最大值 $E3\_\max =$ ________、時間 $time\_E3\_\max =$ ________ 秒

5. 噴射戰鬥機的滾動控制自動駕駛示於圖 5.中，(a)求閉迴路轉移函數 $\frac{\Phi(S)}{\Phi_d(S)}$。(b)當 K=0.7、3 和 6 時，求特性方程式的根。(c) K=0.7、3 和 6 時，系統的 T_s 、T_p 、%OS 分別為多少？(d)選擇增益 K 的值使百分比超越量等於 16%、此時峰值時間 T_p 為多少？

答：

(a) $\frac{\Phi(S)}{\Phi_d(S)} =$ ______________________________

(b)

K=0.7 特性方程式的根 S=________ 、 ________ 、 ________

K=3 特性方程式的根 S=________ 、 ________ 、 ________

K=6 特性方程式的根 S=________ 、 ________ 、 ________

(c)

K=0.7

$T_s =$ ________ 、$T_p =$ ________ 、$\%OS =$ ________

K=3

$T_s =$ ________ 、$T_p =$ ________ 、$\%OS =$ ________

K=6

$T_s =$ ________ 、$T_p =$ ________ 、$\%OS =$ ________

(d) $K =$ ________ 、$T_p =$ ________

6. 圖 6. 的系統 (a)求閉迴路轉移函數 $\frac{C(S)}{R(S)}$。(b)求阻尼比、自然頻率，輸入為單位步階時超越量百分比、安定時間、峰值時間、上

升時間。

答：

(a) $\dfrac{C(S)}{R(S)}=$ ____________________

(b) $\zeta=$ _______ 、$\omega_n=$ _______ 、$T_s=$ _______ 、$T_p=$ _______ 、$\%OS=$ _______ 、$T_r=$ _______

7. 單一回授系統，順向增益 $G(S)=\dfrac{C(S+2)(S+3)}{(S+1)(S+4)(S+5)(S+6)}$ (a)求閉迴路轉移函數 $\dfrac{Y(S)}{R(S)}$。(b)以控制標準式的狀態方程式表示(c) 以對角標準式的狀態方程式表示。

答：

(a) 轉移函數

$\dfrac{Y(S)}{R(S)}=$ ____

(b) 控制標準式

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix} & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \\ \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} & & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \end{bmatrix}r(t)$$

(c) 對角標準式

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \end{bmatrix}r(t)$$

8. 系統的狀態方程式如下所示

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & 4 & 6 \\ -6 & -5 & -C \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} 2 & 5 & 3 \end{bmatrix}x(t)$$

系統轉換至新的狀態向量 z 為

$$z(t)=\begin{bmatrix} 2 & 1 & -4 \\ 1 & -2 & 0 \\ 4 & 6 & 2 \end{bmatrix}x(t)$$

請寫出新的狀態方程式。

答：

$$\dot{z}(t)=\begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}z(t)+\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} & & \end{bmatrix}z(t)$$

9. 請將下列系統作對角化

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix} -5 & -5 & 4 \\ 2 & 0 & -2 \\ 0 & 2 & -1 \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ -2 \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} -1 & 1 & C \end{bmatrix}x(t)$$

答：

$$\dot{x}(t)=\begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix}r(t)$$

$$y(t)=\begin{bmatrix} & & \end{bmatrix}x(t)+\begin{bmatrix} \ \end{bmatrix}r(t)$$

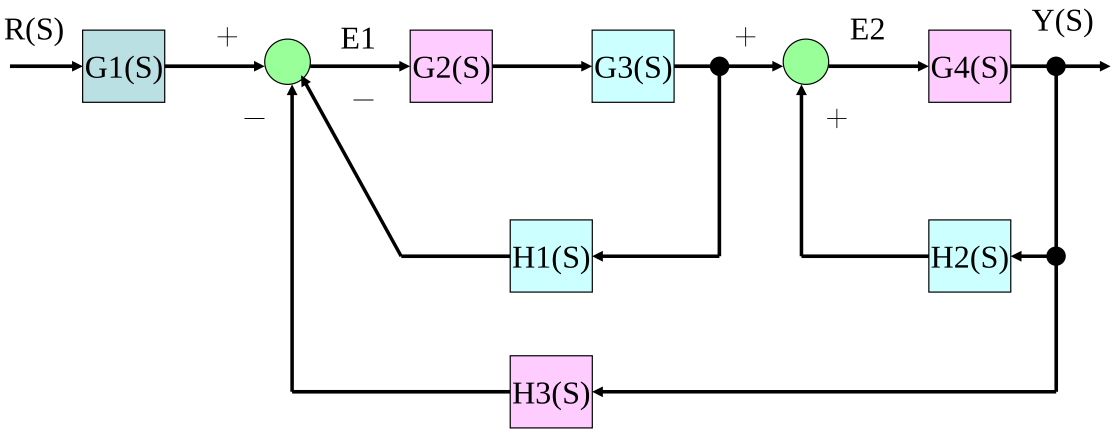

R(S)
G1(S)
+
E1
G2(S)
G3(S)
+
E2
G4(S)
Y(S)
−
−
+
H1(S)
H2(S)
H3(S)

圖 1

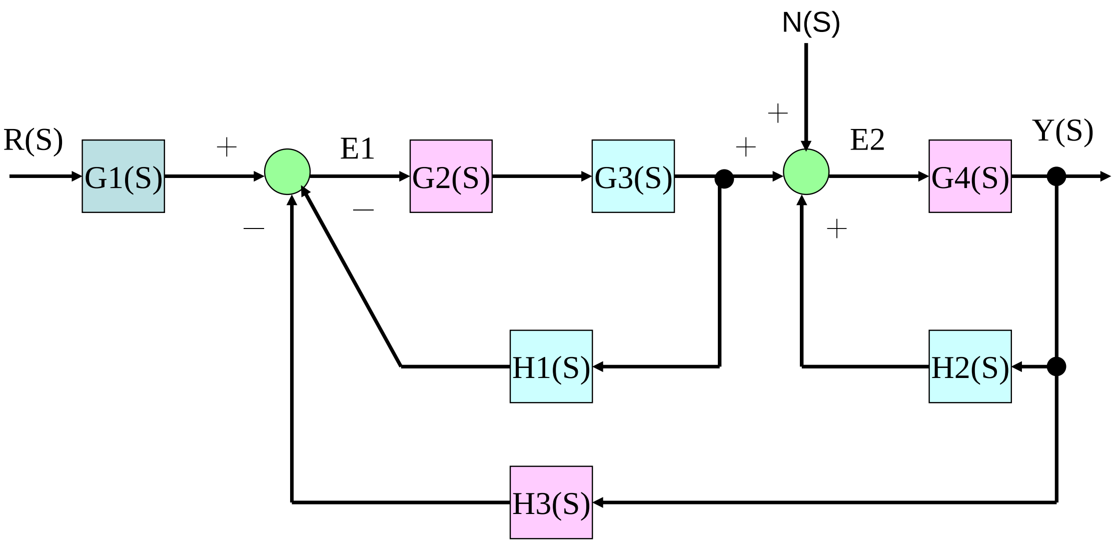

N(S)
+
R(S)
G1(S)
+
E1
G2(S)
G3(S)
+
E2
G4(S)
Y(S)
−
−
+
H1(S)
H2(S)
H3(S)

圖 2

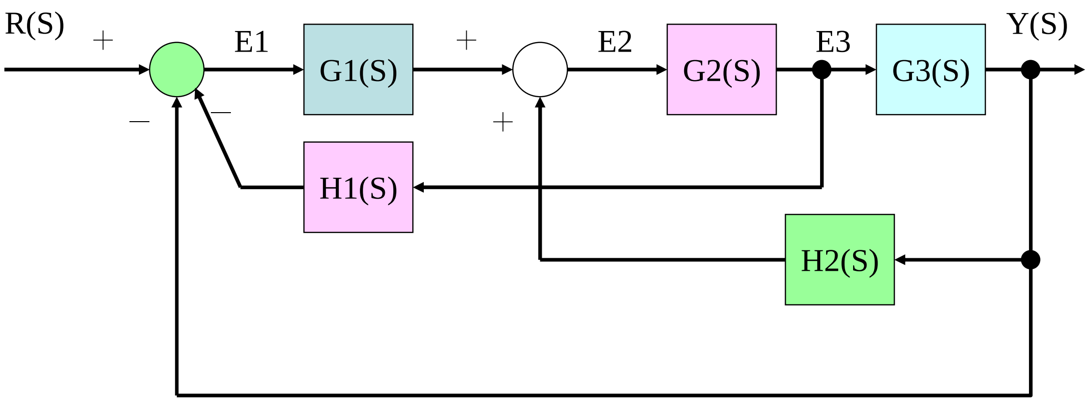
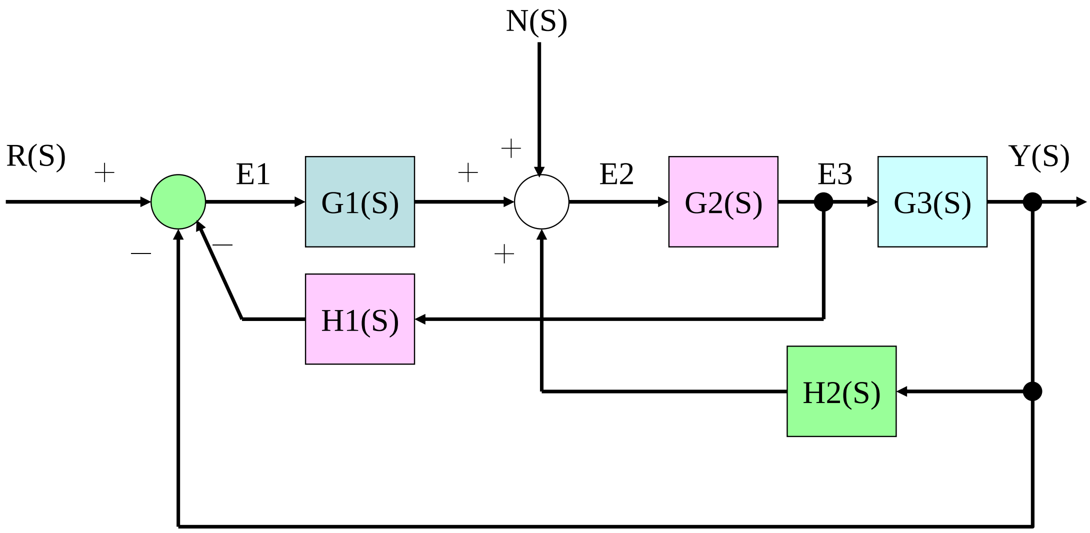
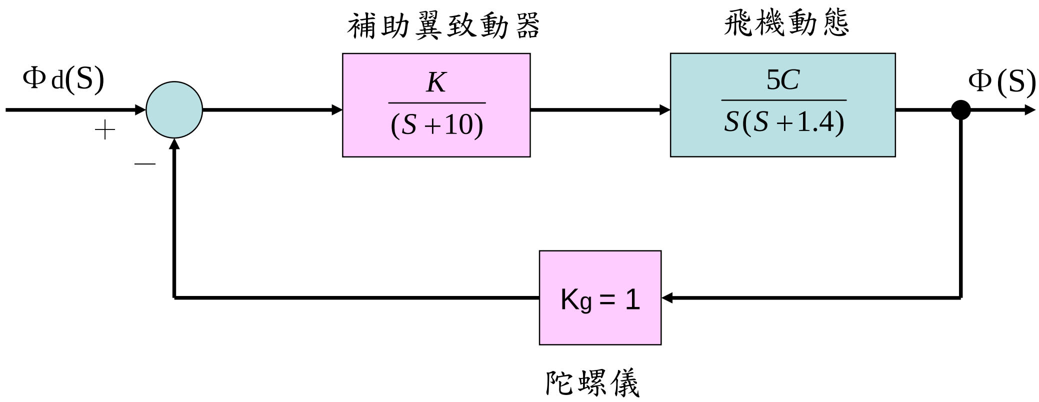

R(S)
+
E1
G1(S)
+
E2
G2(S)
E3
G3(S)
Y(S)
−
−
+
H1(S)
H2(S)

圖3



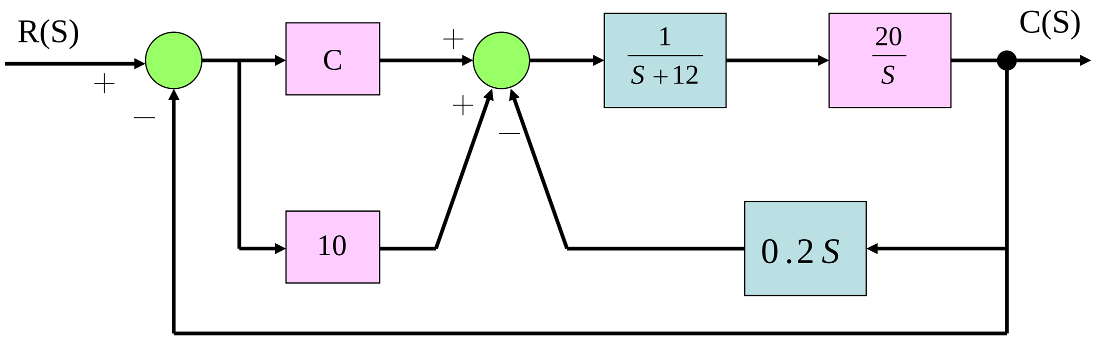
N(S)
R(S)
＋
E1
G1(S)
＋
＋
E2
G2(S)
E3
G3(S)
Y(S)
－
－
＋
H1(S)
H2(S)

圖4



補助翼致動器
飛機動態
Φd(S)
$\frac{K}{(S+10)}$
$\frac{5C}{S(S+1.4)}$
Φ(S)
＋
－
Kg = 1
陀螺儀

圖 5



R(S)
C
＋
$\frac{1}{S+12}$
$\frac{20}{S}$
C(S)
＋
－
＋
－
10
0.2S

圖 6