

實驗三

B1121141 葉彥辰

B1121126 郭亮佑

B1121128 蘇昱嘉

實驗3-1

- (1) 輸入訊號為步階 +5V 及 +7V。
- (2) 觀察示波器顯示之步階響應波形，量測輸入訊號電壓、響應穩態值、時間常數之實際值，將結果填於表 3-1、3-2、3-3、3-4。

表 3-1、+5V 直流馬達增益

步階輸入訊號 E_a (V)	響應穩態值 ω_{ss} (rpm)	響應穩態值 ω_{ss} (V)	直流馬達增益 $k_m = \omega_{ss} \text{ (rpm)} / E_a \text{ (V)}$
5	1536	4.34	307.2

表 3-2、+5V 直流馬達時間常數

步階響應穩態值之 0.632 $0.632 * \omega_{ss}$ (V)	直流馬達時間常數 τ
2.717	0.53 s

表 3-3、+7V 直流馬達增益

步階輸入訊號 E_a (V)	響應穩態值 ω_{ss} (rpm)	響應穩態值 ω_{ss} (V)	直流馬達增益 $k_m = \omega_{ss} \text{ (rpm)} / E_a \text{ (V)}$
7	2198.4	6.19	314.05

表 3-4、+7V 直流馬達時間常數

步階響應穩態值之 0.632 $0.632 * \omega_{ss}$ (V)	直流馬達時間常數 τ
3.91	0.49 s

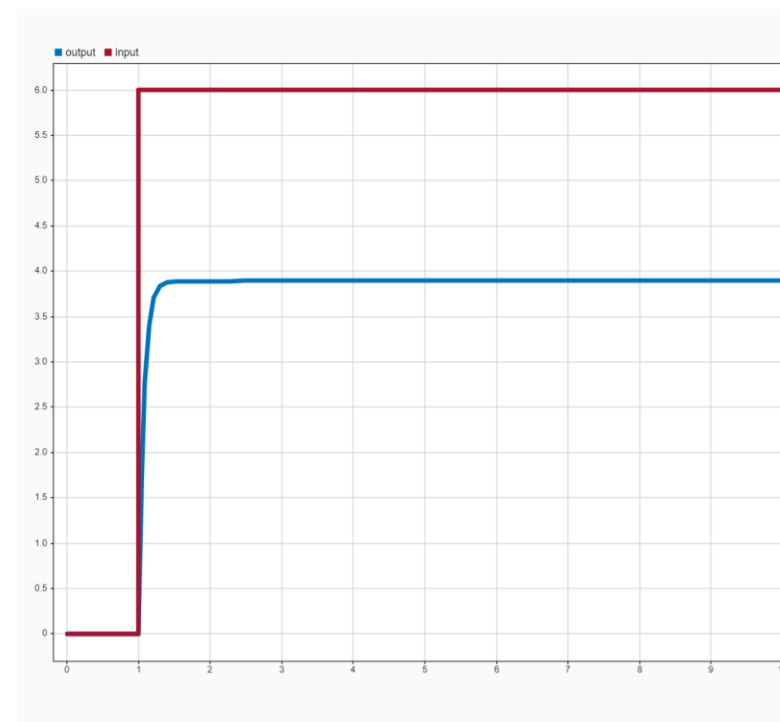
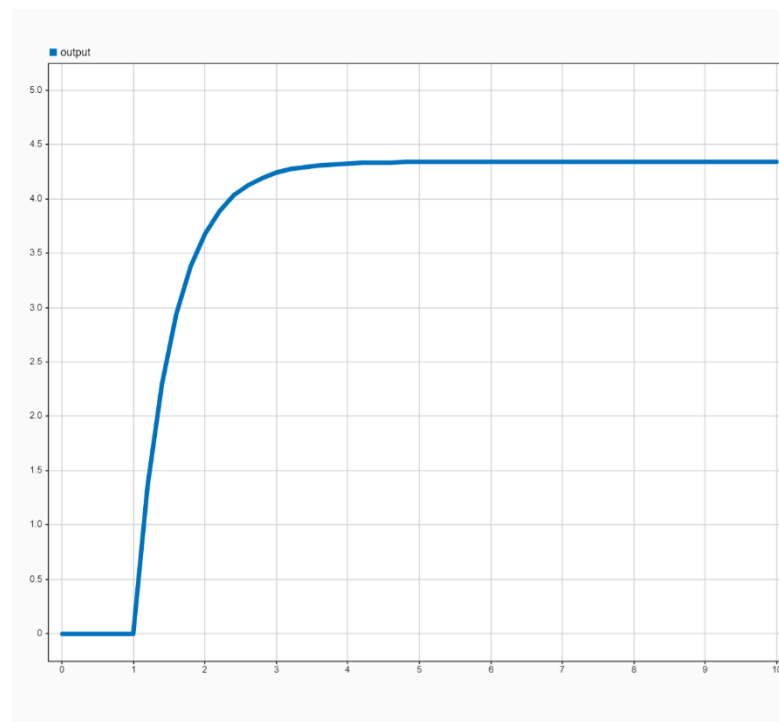
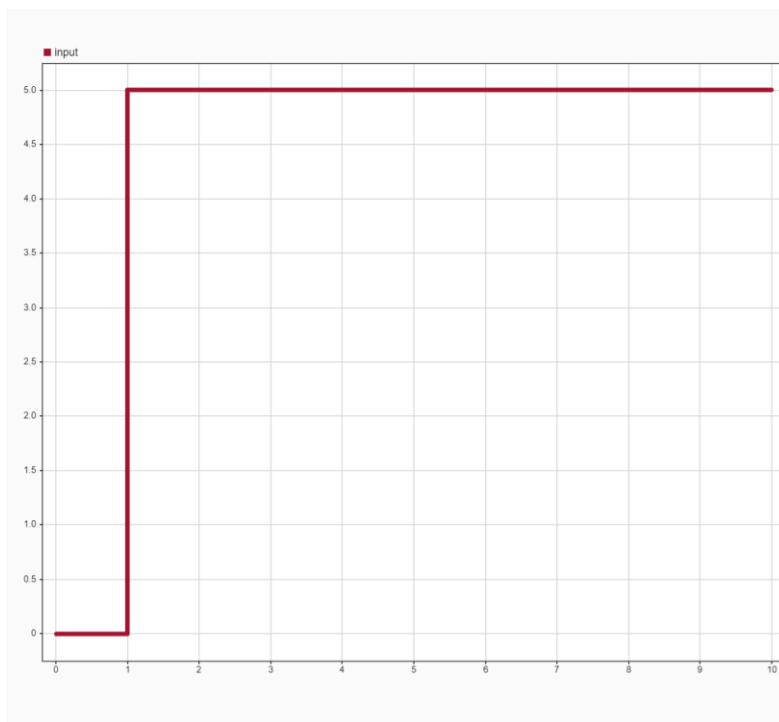
實驗3-1

(3) 寫出直流馬達系統角速度與輸入電壓之轉移函數。

$$TF = \frac{\Omega(s)}{E_a(s)} = \frac{k_m}{1+\tau s} \quad \text{by equation 3-4}$$

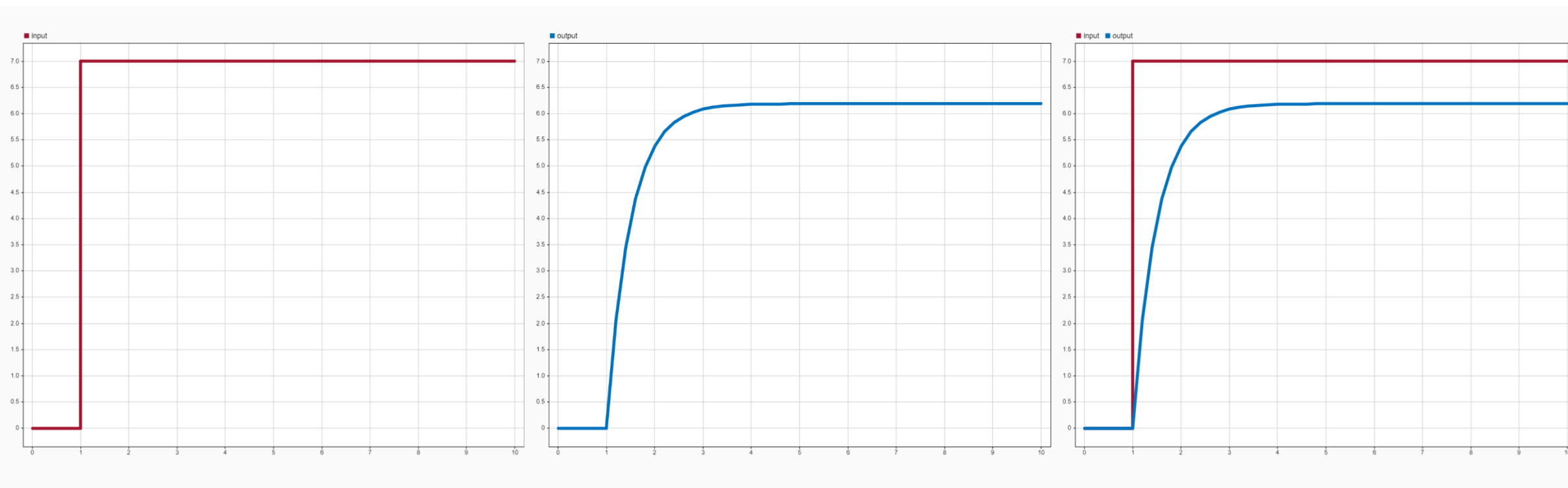
實驗3-1(5V)

(4) 將實驗所得之馬達參數以 MATLAB/Simulink 模擬及驗證。



實驗3-1(7V)

(4) 將實驗所得之馬達參數以 MATLAB/Simulink 模擬及驗證。



實驗3-2

(1) 請以終值定理推導式 3-6 之穩態值。

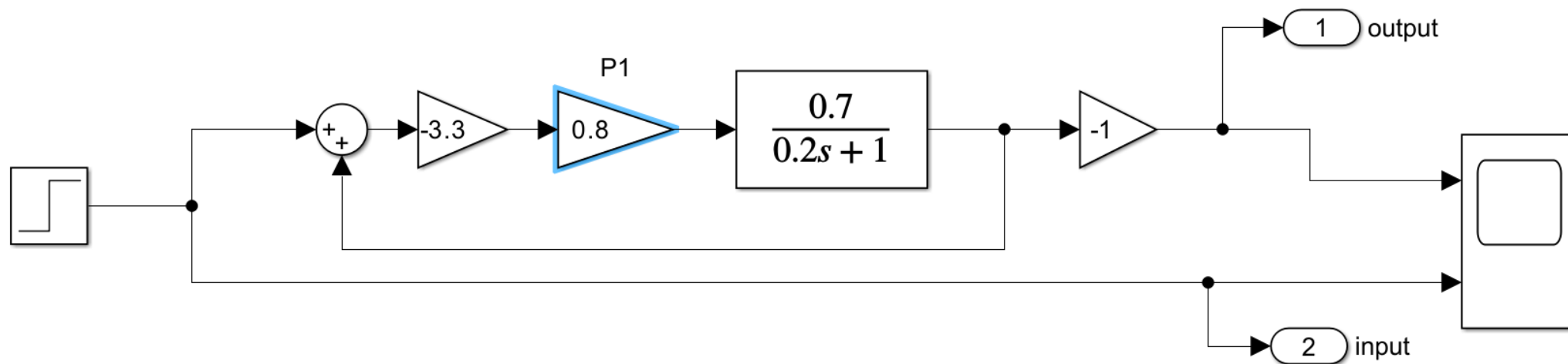
$$\omega(t) = kA \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_v}} \right), t \geq 0$$

$$\Omega(s) = \frac{k}{t_v s + 1} \frac{A}{s}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \omega(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s \Omega(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{Ak}{t_v s + 1} = Ak$$

實驗3-2

(2) 請繪出圖 3-4 之系統方塊圖。



實驗3-2

(3) 請完成輸入信號為步階 +6V、P1 調整至 25%，觀察示波器顯示之響應波形，計算系統閉迴路之時間常數與增益，將結果填於表 3-5，並以軟體模擬與驗證。

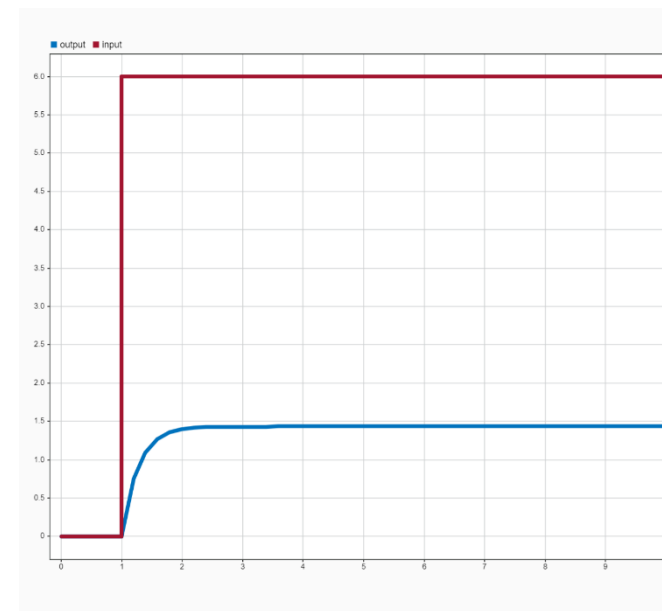
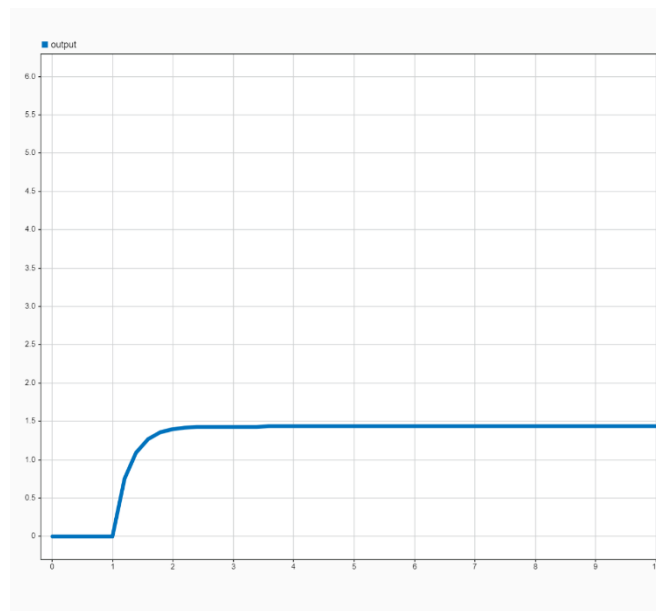
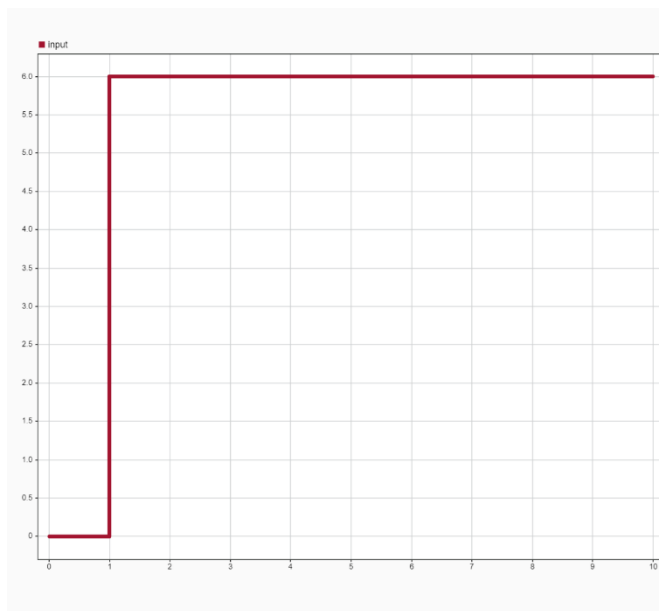


表 3-5、P1 調整至 25%

項目	輸入信號 E_a (V)	響應穩態值 ω_{ss} (V)	增益 ω_{ss} (V) / E_a (V)	步階響應值 $0.632 * \omega_{ss}$ (V)	時間常數 τ (s)
實驗	6.01	2.3	0.38	1.45	0.35
理論	6	2.71	0.45	1.71	0.476

實驗3-2

(4) 請完成輸入信號為步階 +6V、P1 調整至 50%，觀察示波器顯示之響應波形，計算系統閉迴路之時間常數與增益，將結果填於表 3-6，並以軟體模擬與驗證。

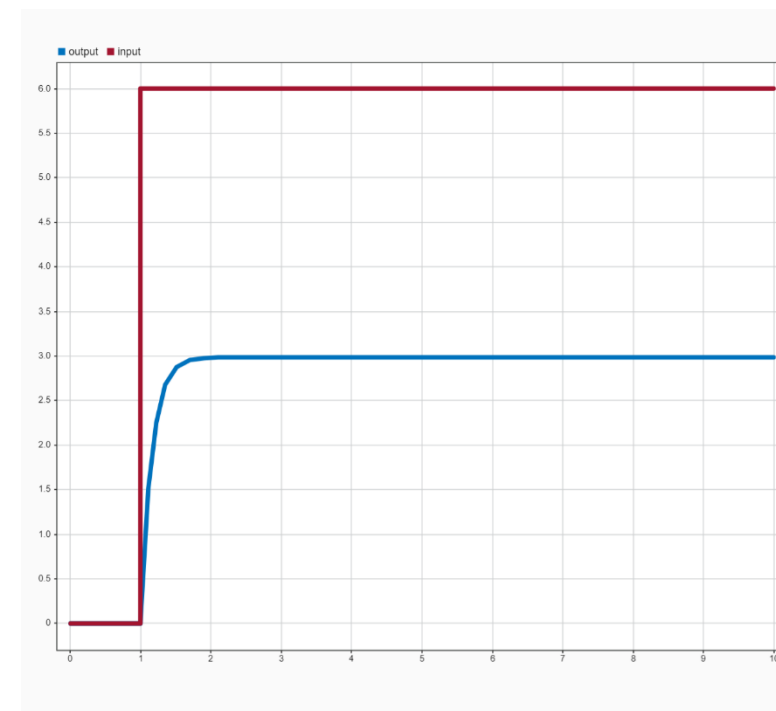
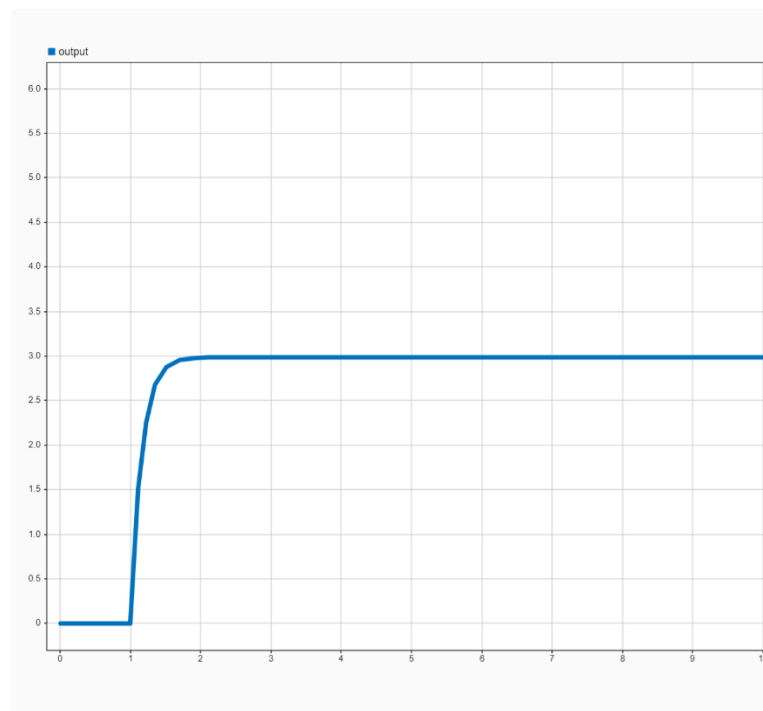
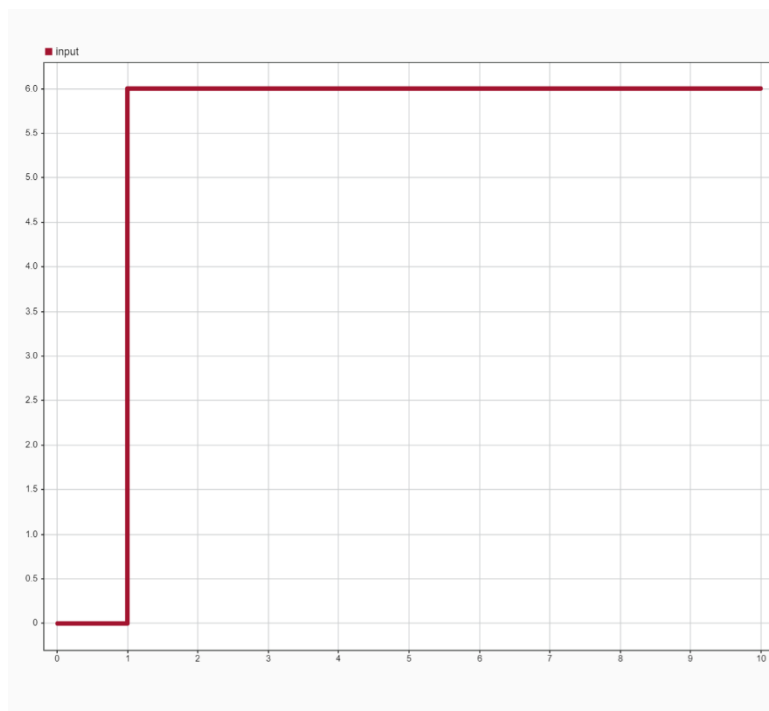


表 3-6、P1 調整至 50%

項目	輸入信號 E_a (V)	響應穩態值 ω_{ss} (V)	增益 ω_{ss} (V) / E_a (V)	步階響應值 $0.632 * \omega_{ss}$ (V)	時間常數 τ (s)
實驗	5.97	3.6	0.6	2.27	0.31
理論	6	3.73	0.62	2.36	0.328

實驗3-2

(5) 請完成輸入信號為步階 +6V、P1 調整至 80%，觀察示波器顯示之響應波形，計算系統閉迴路之時間常數與增益，將結果填於表 3-7，並以軟體模擬與驗證。

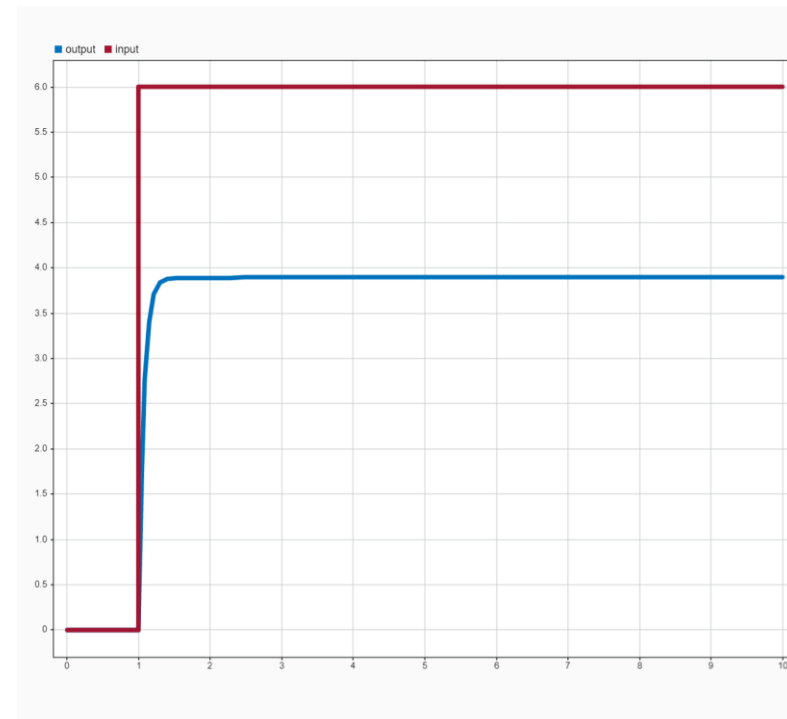
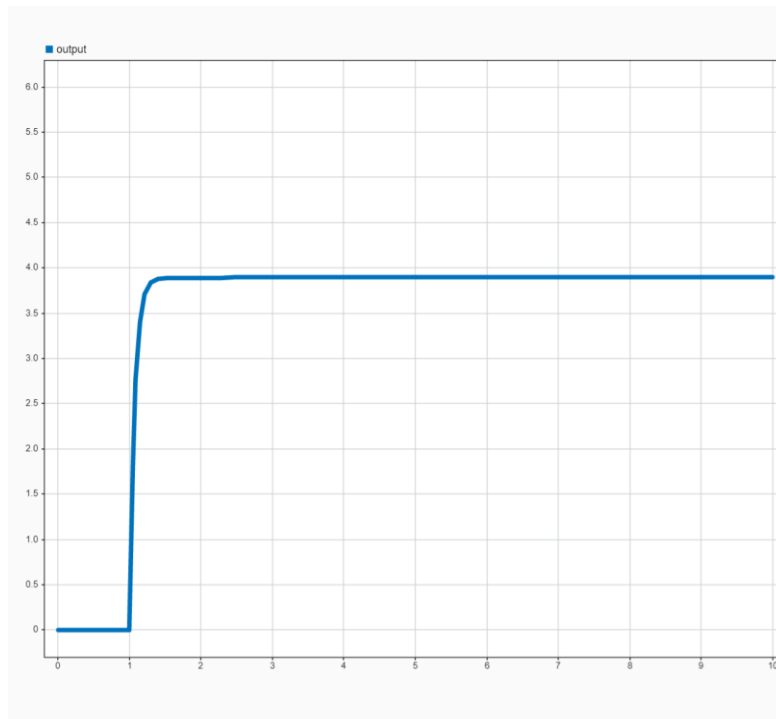
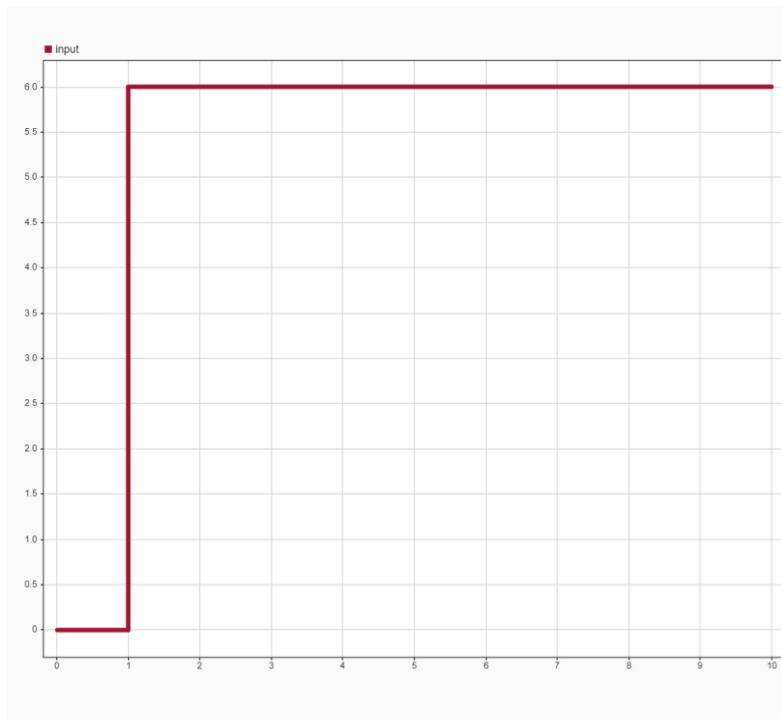


表 3-7、P1 調整至 80%

項目	輸入信號 E_a (V)	響應穩態值 ω_{ss} (V)	增益 ω_{ss} (V) / E_a (V)	步階響應值 $0.632 * \omega_{ss}$ (V)	時間常數 τ (s)
實驗	6.1	4.29	0.7	2.71	0.2
理論	6	4.35	0.72	2.75	0.239

問題討論

1. 比例控制器增益增大時，對直流馬達速度控制系統之暫態響應有何影響？

Ans: 時間常數的數值會下降，導致上升時間變快，更快進入穩態

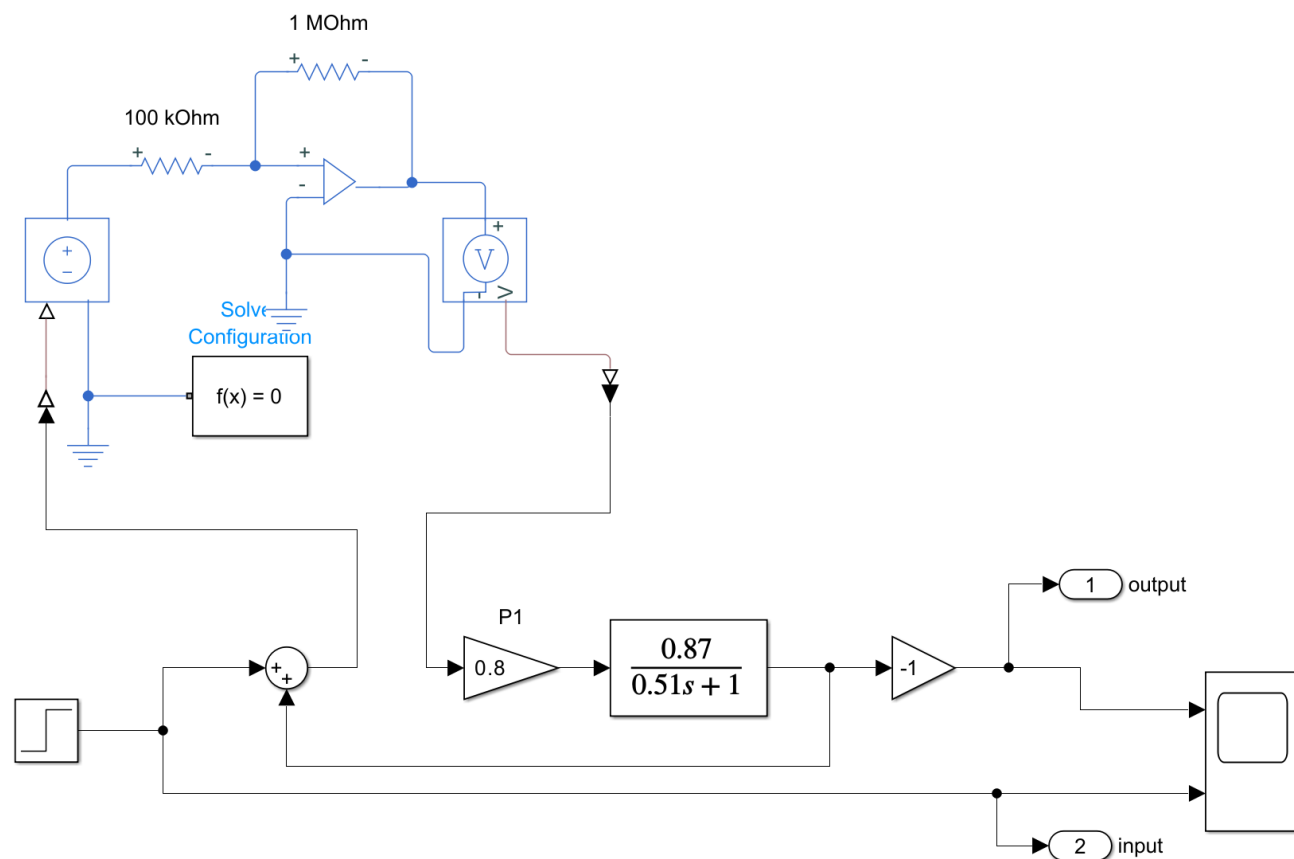
問題討論

2. 比例控制器增益增大時，對直流馬達速度控制系統之**穩態**響應有何影響？

Ans: 增加比例增益，會使輸出電壓更接近輸入電壓，降低系統誤差值

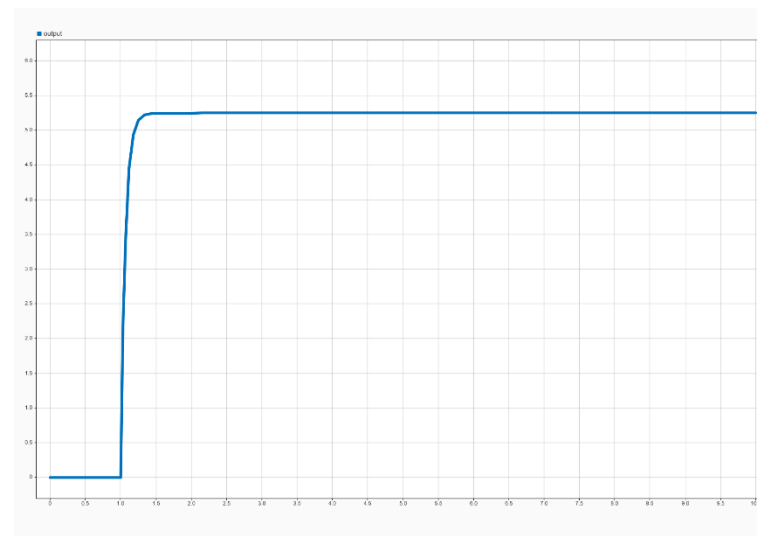
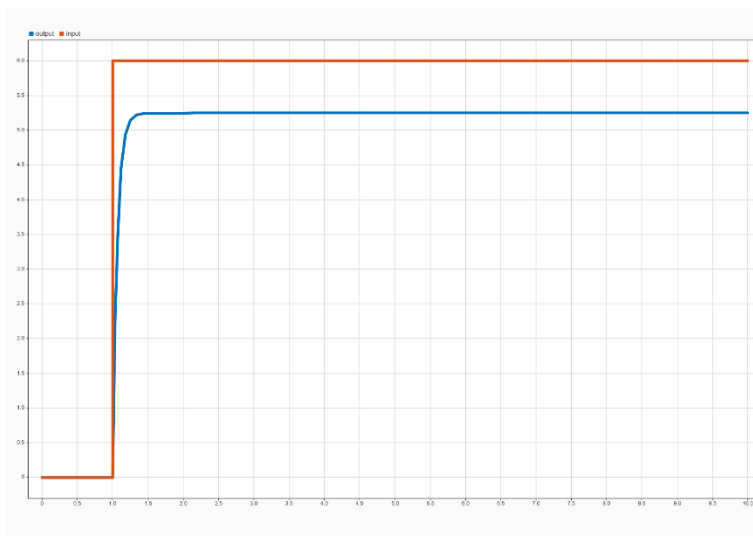
問題討論

3. 圖 3-4 中，當運算放大器 A1 之回授電阻為 $1\text{M}\Omega$ 時，請畫出控制系統之方塊圖，並推導其轉移函數及模擬？



問題討論

3. 圖 3-4 中，當運算放大器 A1 之回授電阻為 $1\text{M}\Omega$ 時，請畫出控制系統之方塊圖，並推導其轉移函數及模擬？



問題討論

3. 圖 3-4 中，當運算放大器 A1 之回授電阻為 $1\text{M}\Omega$ 時，請畫出控制系統之方塊圖，並推導其轉移函數及模擬？

假設開路的增益為 $A(s)$ ，回授電路為 $\beta(s)$ ，則整體的回授轉移函數為

$$\frac{V_0(s)}{V_I(s)} = \frac{A(s)}{1 + \beta(s)A(s)}$$

由圖 (3-2) 知道

$$A(s) = \frac{k_P k_m k_{tach_o}}{1 + \tau s}, \beta(s) = 1$$

因此，

$$\begin{aligned} \frac{\Omega(s)}{R(s)} &= \frac{\frac{k_P k_m k_{tach_o}}{1 + \tau s}}{1 + \frac{k_P k_m k_{tach_o}}{1 + \tau s}} \\ &= \frac{\frac{k_P k_m k_{tach_o}}{1 + k_P k_m k_{tach_o}}}{\left(\frac{\tau}{1 + k_P k_m k_{tach_o}}\right)s + 1} \end{aligned}$$

$$k_P = -\frac{1M}{100k} \times 0.8 = 8$$

$$k_m = 0.87$$

$$k_{tach_o} = 1$$

$$\tau = 0.51$$

$$\rightarrow \frac{\Omega(s)}{R(s)} = \frac{0.87437}{0.06407s + 1}$$

問題討論

4. 請述閉迴路速度控制系統之優點

閉迴路系統加入了反饋電路，使得其對外部干擾訊號的靈敏度下降，因此所測得的結果會比較精確，得到的增益也會上升