

# == 實驗 9 ==

## 增加一個零點的影響

分析增加一個零點對直流馬達位置控制系統的影響。以根軌跡法來探討系統穩定性，並以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### § 學習目標

1. 分析增加一個零點於直流馬達位置控制系統。
2. 以根軌跡法來探討增加一個零點對系統穩定性的影響。
3. 以軟體 Matlab/Simulink 模擬與驗證。

### § 相關理論

1. 增加零點的影響(課本 P368):

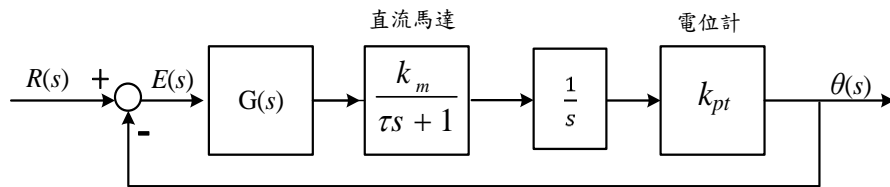


圖 9-1、直流馬達位置控制系統方塊圖

圖 9-1 為直流馬達位置控制系統方塊圖， $G(s) = \frac{bs+1}{a}$ ，( $a>0$ 、 $b>0$ )。令： $k_\theta = k_m k_{pt}$ ，此時閉迴路系統特性方程式為：

$$s(\tau s + 1) + k_\theta \left( \frac{bs+1}{a} \right) = 0 \quad (9-1)$$

根據式(9-1)，可繪製其根軌跡圖，如下圖 12-2 所示：

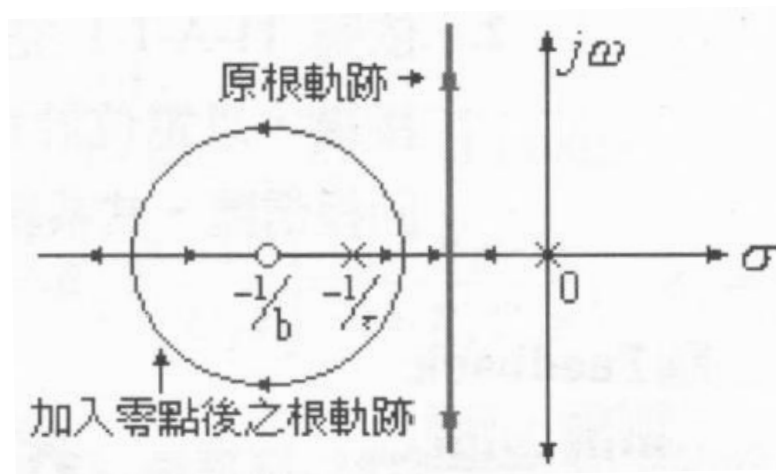


圖 9-2、增加零點前、後的根軌跡圖

其中粗線為原特性方程式的根軌跡，而細線為加入左半平面零點後的根軌跡，由圖 9-2 可知：

- 加入左半平面零點，將使根軌跡向左半平面彎曲。
- 根軌跡往左半平面移動與彎曲，暫態響應增快，安定時間縮短。

補充說明：如下圖 9-3 所示

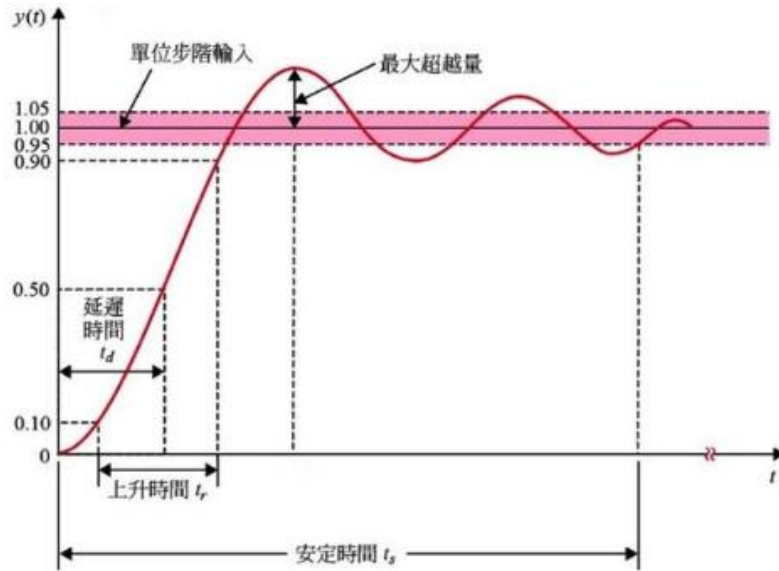


圖 9-3、步階響應圖

## 2. 設計零點電路：

圖 9-4 為零點電路，其轉移函數為：

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = -\frac{R_f}{R_i \parallel (\frac{1}{C_i s})} = -\frac{R_i C_i s + 1}{R_i / R_f} \quad (9-2)$$

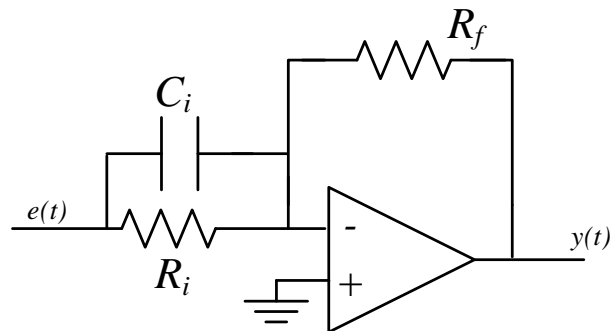


圖 9-4、零點電路

式(9-2)不考慮正負符號下，對比 $G(s) = \frac{bs+1}{a}$ ，可得 $a = R_i/R_f$ 、 $b = R_i C_i$ ，則新加入的零點為 $-\frac{1}{R_i C_i}$

## § 實驗 9-1 【增加一個零點於直流馬達位置控制系統】

### 1. 步驟

- (1) 調整零位調整器 (zero) 使馬達停止不動。
- (2) 輸入信號為方波，方波之振幅可用 P3 衰減器調整至 ( $\pm 5V$ )，頻率 0.1Hz。

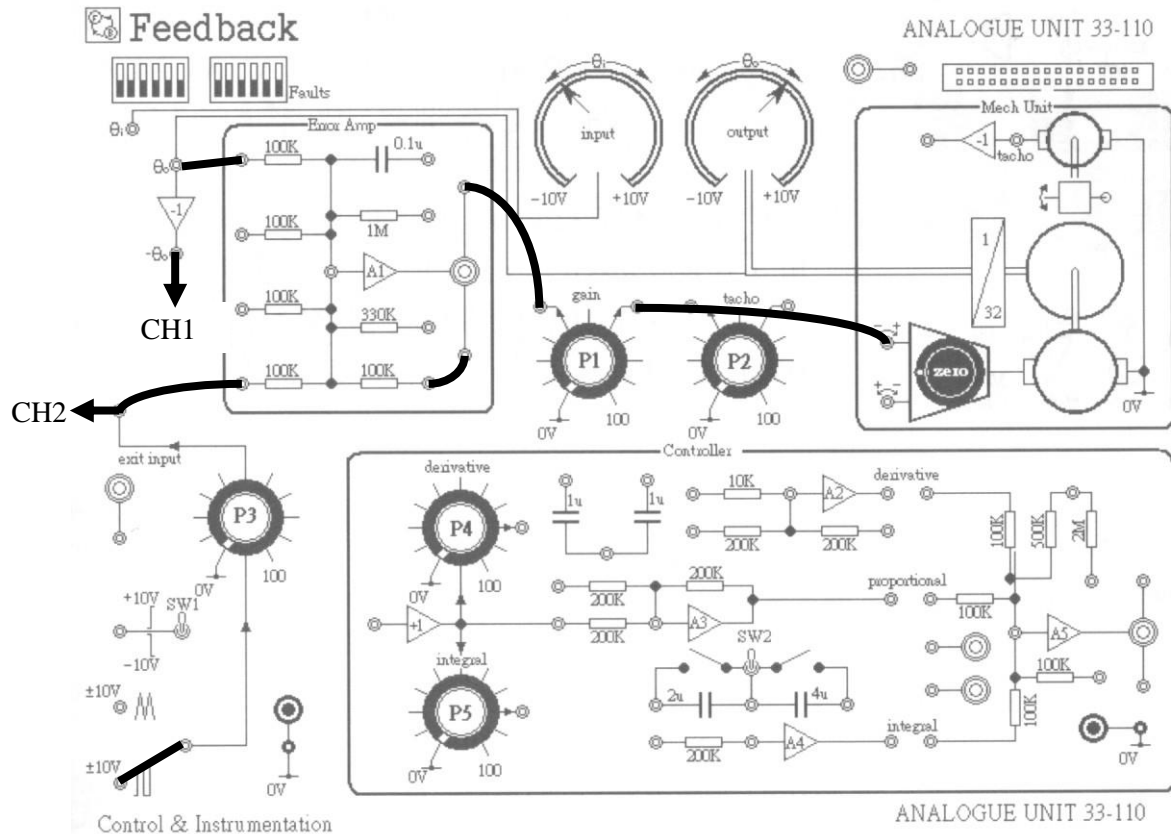


圖 9-5 直流馬達位置控制系統之接線圖(未加零點)

### 2. 請完成

- (1) P1 調整至 100%，如圖 9-5 接線，量測未加上零點的響應，並填入下表。

表 9-1、零點對於暫態響應的影響

		零點	最大超量[%]	安定時間[ms]	上升時間[ms]
實驗	未加入零點				
	$R_i = 100K \cdot C_i = 0.1\mu$				
	$R_i = 100K \cdot C_i = 1\mu$				
模擬	未加入零點				
	$R_i = 100K \cdot C_i = 0.1\mu$				
	$R_i = 100K \cdot C_i = 1\mu$				

- (2) 下圖虛線框框處，為加入零點的位置，請根據表 9-1 給的條件，參考式(9-2)，繪製圖 9-6、9-7 的接線，並記錄其響應於表 9-1。

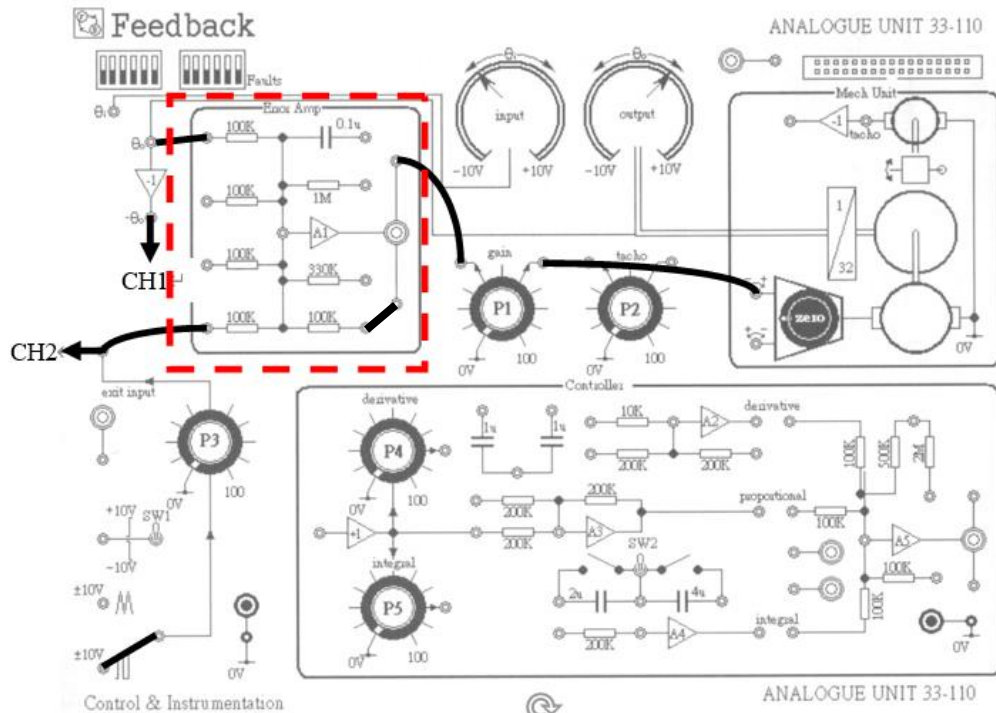


圖 9-6 直流馬達位置控制系統之接線圖(加入零點,  $R_i = 100K$ 、 $C_i = 0.1\mu$ )

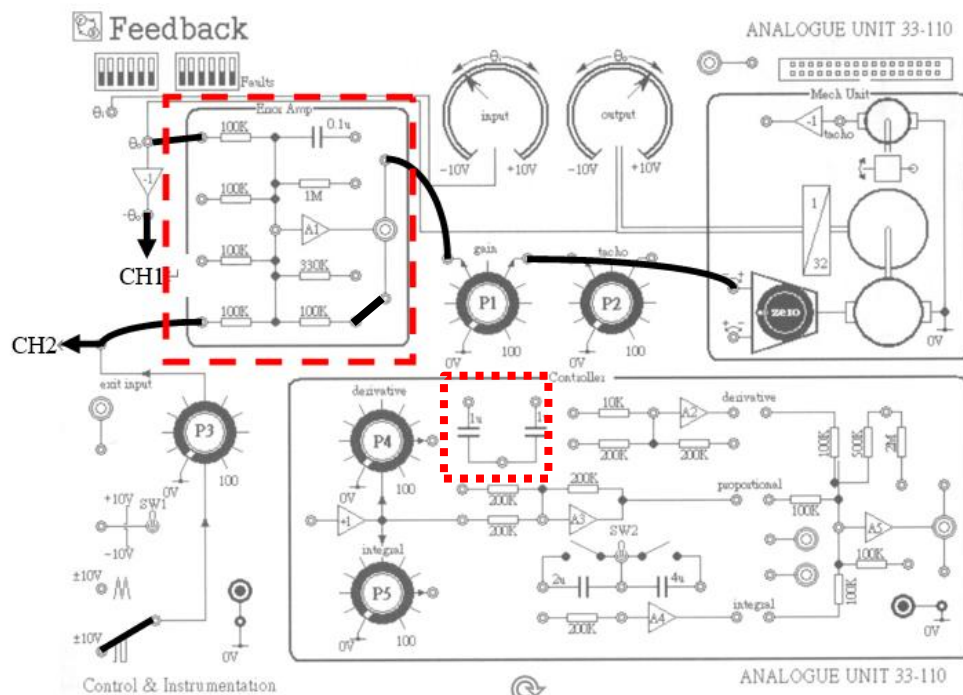


圖 9-7 直流馬達位置控制系統之接線圖(加入零點,  $R_i = 100K$ 、 $C_i = 1\mu$ )

## § 問題討論

- 繳交實驗結果(含：填寫表格數值)。[略]
- 設計零點時，輸入電容由 $0.1\mu$ 改接 $1\mu$ ，對於零點的位置會如何移動?(向左或向右，並解釋為什麼)，對於系統又有什麼影響呢?