

== 實驗 10 ==

增加一個極點的影響

分析增加一個極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. 分析增加一個極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極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. 增加極點的影響：

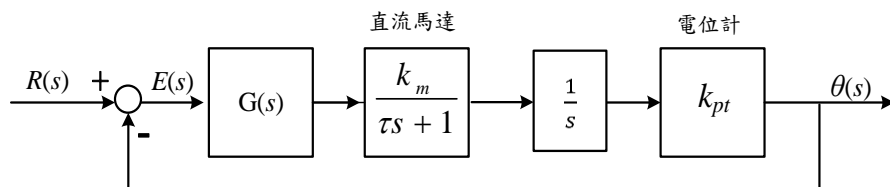


圖 10-1、直流馬達位置控制系統方塊圖

圖 10-1 為直流馬達位置控制系統方塊圖， $G(s) = \frac{b}{as+1}$ ，($a>0$ 、 $b>0$)。令： $k_\theta = k_m k_{pt}$ 、 $k'_\theta = b k_\theta$ ，此時閉迴路系統特性方程式為：

$$s(\tau s + 1)(as + 1) + k'_\theta = 0 \quad (10-1)$$

根據式(10-1)，可繪製其根軌跡圖，如下圖 10-2 所示：

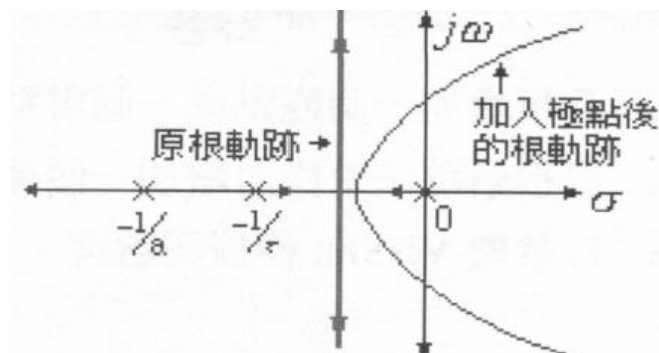


圖 10-2、增加極點前、後的根軌跡圖

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極點後的根軌跡，由圖 10-2 可知：

- 加入左半平面極點，將使根軌跡向右半平面彎曲。
- 根軌跡往右半平面移動與彎曲，最大超越量增加，安定時間增長。
- 當 k_{θ}' 超過臨界穩定值時，直流馬達位置控制系統會趨向不穩定。

補充說明:如下圖 10-3 所示

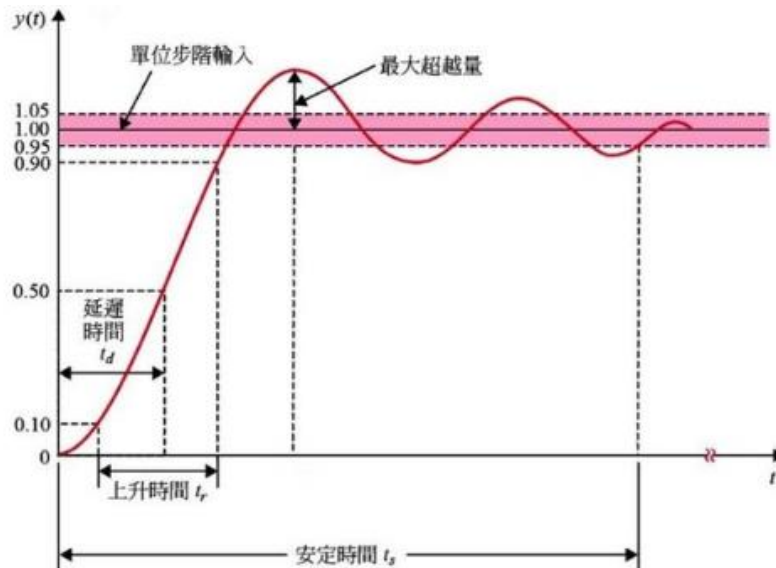


圖 10-3、步階響應圖

2. 設計極點電路:

圖 10-4 為極點電路，其轉移函數為:

$$\frac{Y(s)}{E(s)} = -\frac{R_f \parallel (\frac{1}{C_f s})}{R_i} = -\frac{R_f/R_i}{1+R_f C_f s} \quad (10-2)$$

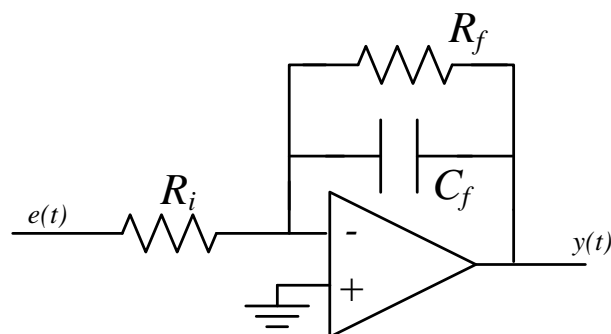


圖 10-4、極點電路

式(10-2)不考慮正負符號下，對比 $G(s) = \frac{b}{as+1}$ ，可得 $a = R_f C_f$ 、 $b = R_f/R_i$ ，則新加入的極點為 $-\frac{1}{R_f C_f}$

§ 實驗 10-1 【增加一個極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。

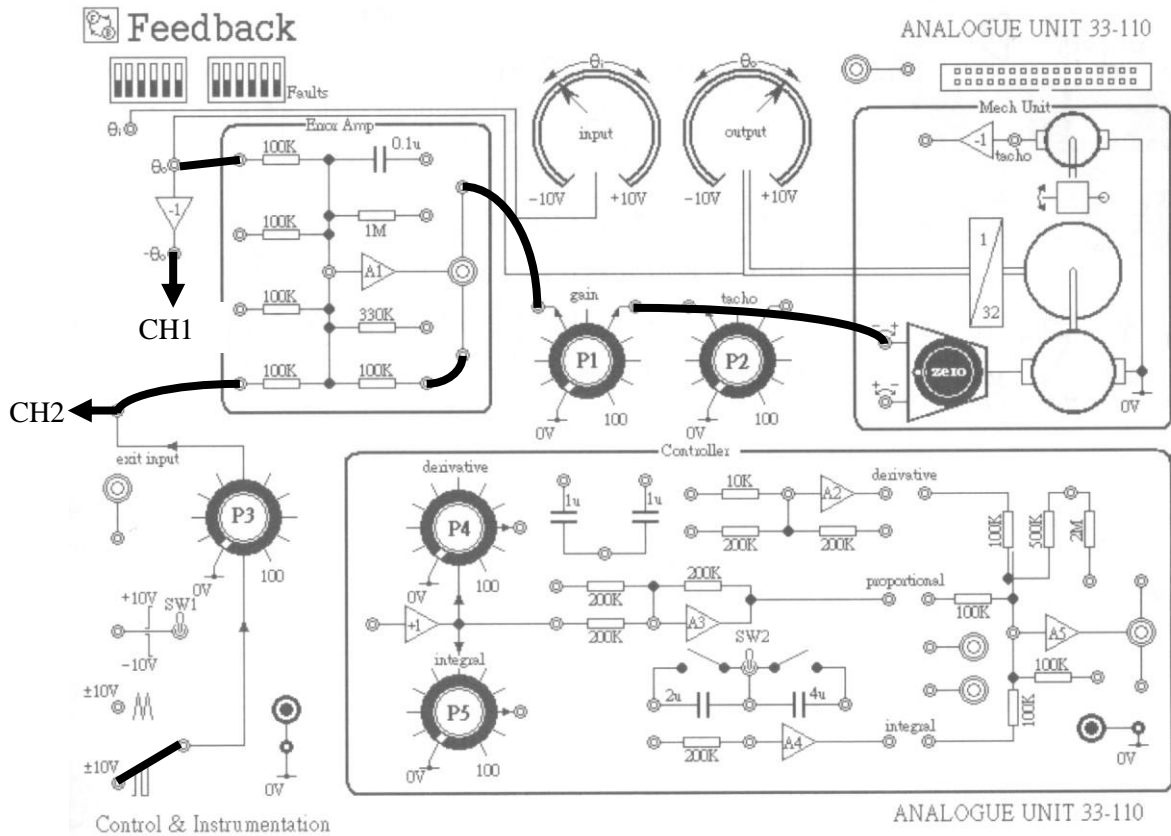


圖 10-5 直流馬達位置控制系統之接線圖(未加極點)

2. 請完成

- (1) P1 調整至 100%，如圖 10-5 接線，量測未加上極點的響應，並填入下表。

表 10-1、極點對於暫態響應的影響

		極點	最大超量[%]	安定時間[ms]	上升時間[ms]
實 驗	未加入極點				
	$R_f = 100K$ 、 $C_f = 0.1\mu$				
	$R_f = 1M$ 、 $C_f = 0.1\mu$				
模 擬	未加入極點				
	$R_f = 100K$ 、 $C_f = 0.1\mu$				
	$R_f = 1M$ 、 $C_f = 0.1\mu$				

(2) 下圖虛線框框處，為加入極點的位置，請根據表 10-1 給的條件，參考式(10-2)，繪製圖 10-6、10-7 的接線，並記錄其響應於表 10-1。

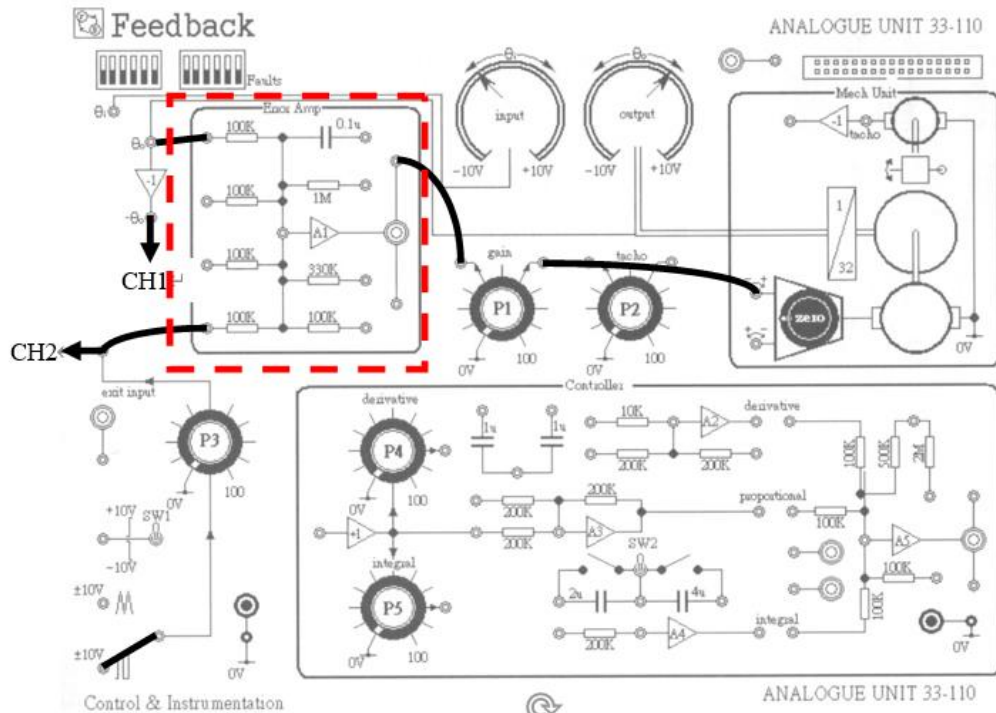


圖 10-6 直流馬達位置控制系統之接線圖(加入極點, $R_f = 100K$ 、 $C_f = 0.1\mu$)

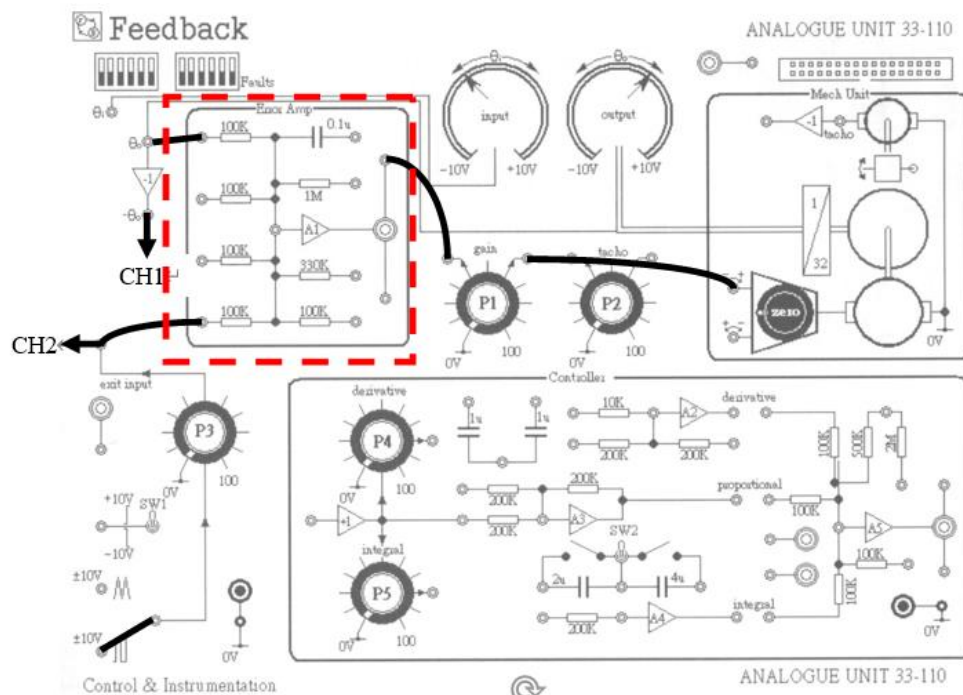


圖 10-7 直流馬達位置控制系統之接線圖(加入極點, $R_f = 1M$ 、 $C_f = 0.1\mu$)

§ 問題討論

- 繳交實驗結果(含：填寫表格數值)。[略]
- 繪製圖 10-6、10-7 的接線圖(紅框處)，同時完成 matlab 模擬。
- 設計極點時，迴授電阻由 100K 改接 1M，對於極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?