馬達模型模擬

機電系統原理與實驗
國立台灣大學
機械工程學系

Target

- 利用Simulink建立直流馬達數學模型
- 了解馬達模型
- 對直流馬達模型進行回授控制

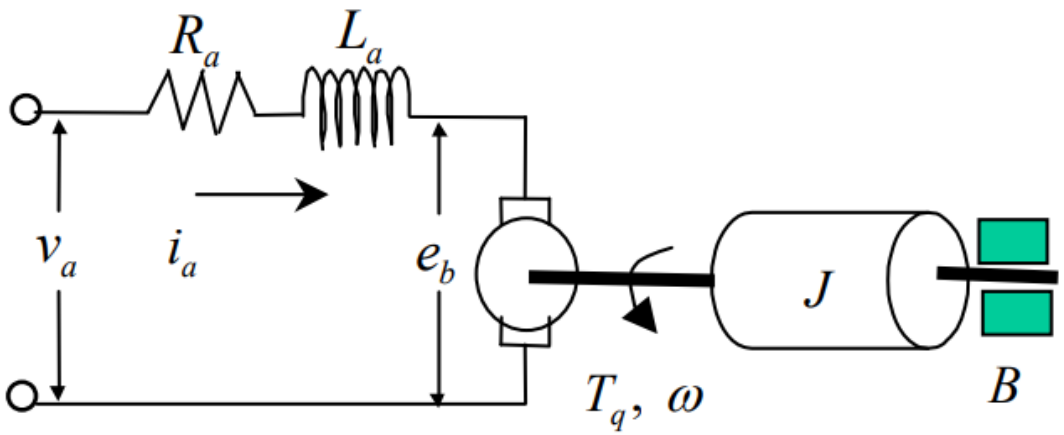
Outline

- Open loop
- Closed loop

馬達模型模擬
Open loop

馬達模型係數

- V_a:電樞電壓
- R_a:電樞電阻
- e_b:反電動勢
- J: 轉動慣量
- ω:角速度
- K_b: 反電動勢常數
- i: 電樞電流
- L_a: 電樞電感
- B: 摩擦係數
- T_q: 轉矩
- K_t: 轉矩常數



直流馬達簡易模型

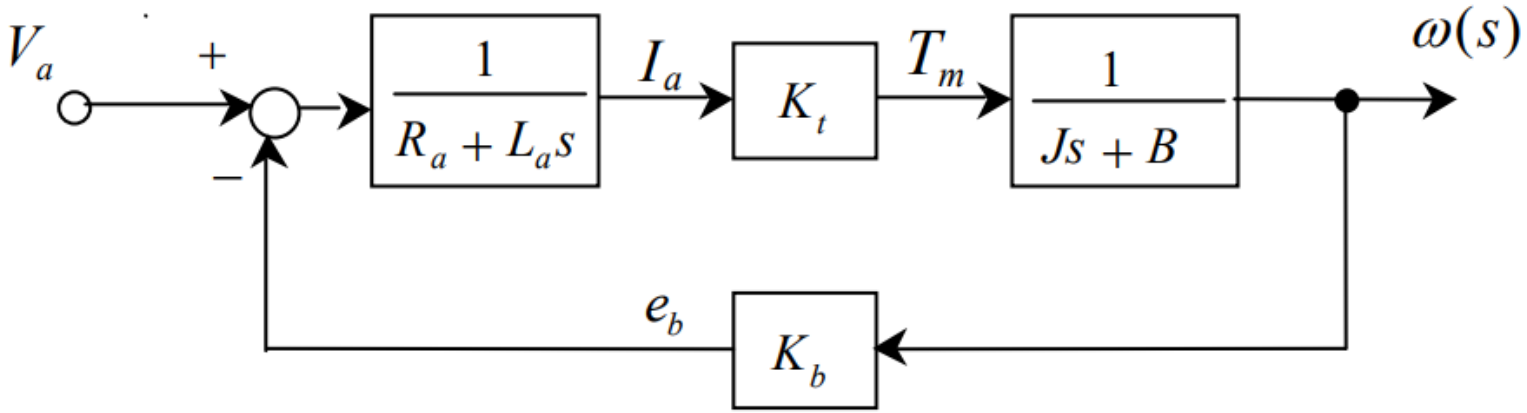
建立數學模型

- 由以下關係式建立數學模型
  - $V_a(t) = R_a\, i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt} + e_{b(t)}$
  - $e_b(t) = K_b \omega(t)$
  - $T_q(t) = K_t i_a(t)$
  - $T_q(t) = J\frac{d\omega(t)}{dt} + B\omega(t)$
- 將上列各項取拉式轉換 整理合併
  - $V_a(s) = (R_a + L_a s)I_a(s) + K_b\omega(s)$
  - $T_q(s) = K_t I_a(s) = (Js + B)\omega(s)$
  - $I_a(s) = \frac{Js+B}{K_t}\omega(s)$

建立數學模型

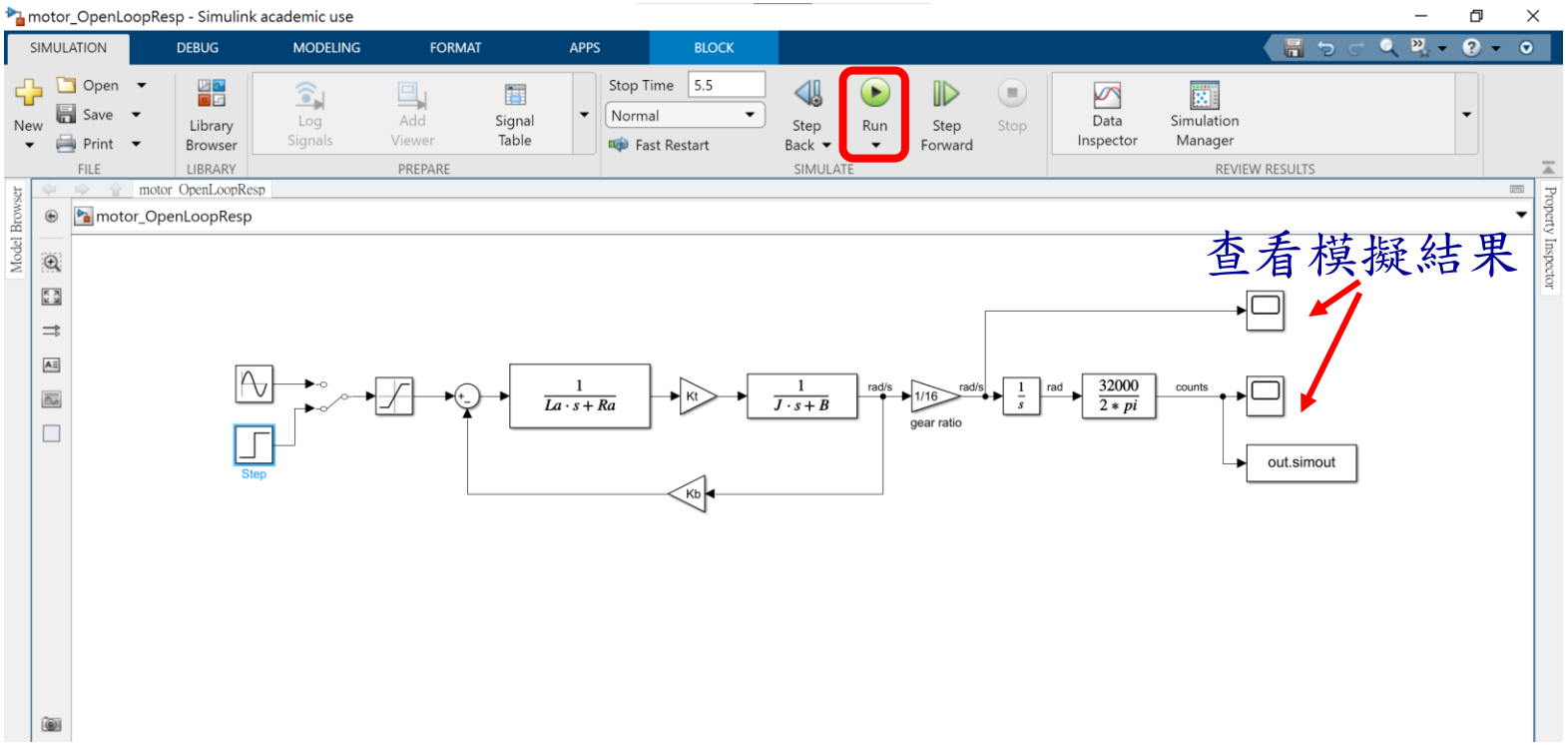
- 整理後得到馬達轉移函數為
- $\frac{\omega(s)}{V_a(s)} = \frac{K_t}{(R_a+L_as)(Js+B)+K_bK_t}$

- 製成方塊圖



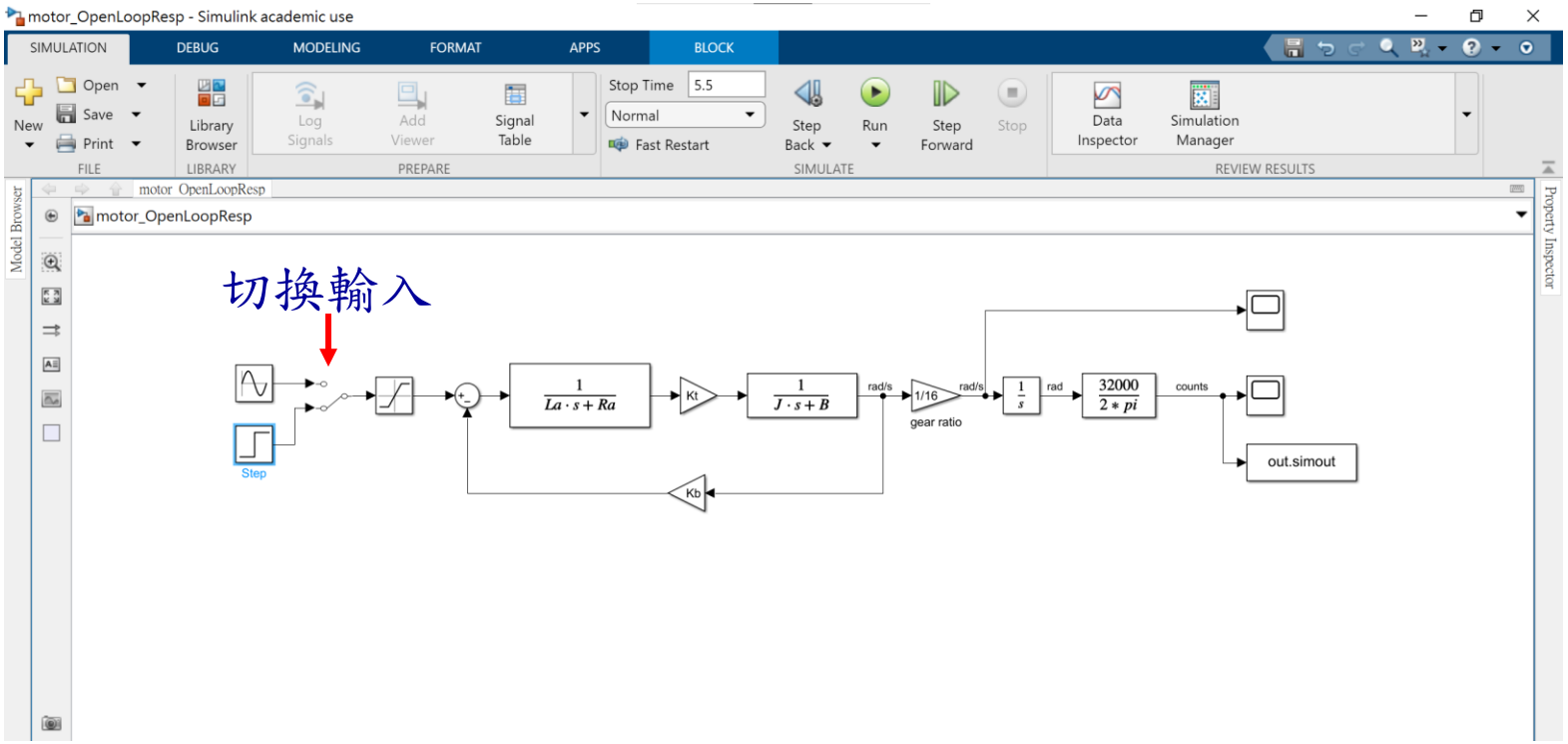
Simulink

- 開啟 motor_OpenLoopResp.slx
- Load 馬達參數 (parameters_10.4volt.mat)
- 按下Run，從scope查看模擬結果



Simulink

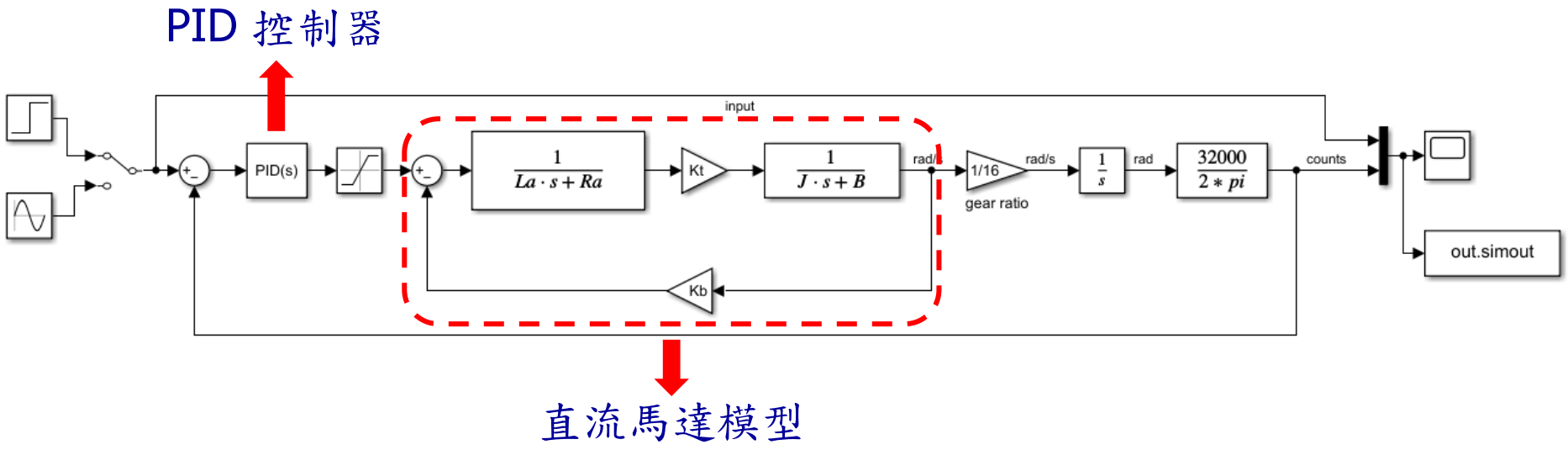
- 切換輸入
- 觀察不同輸入的響應



馬達模型模擬
Closed loop

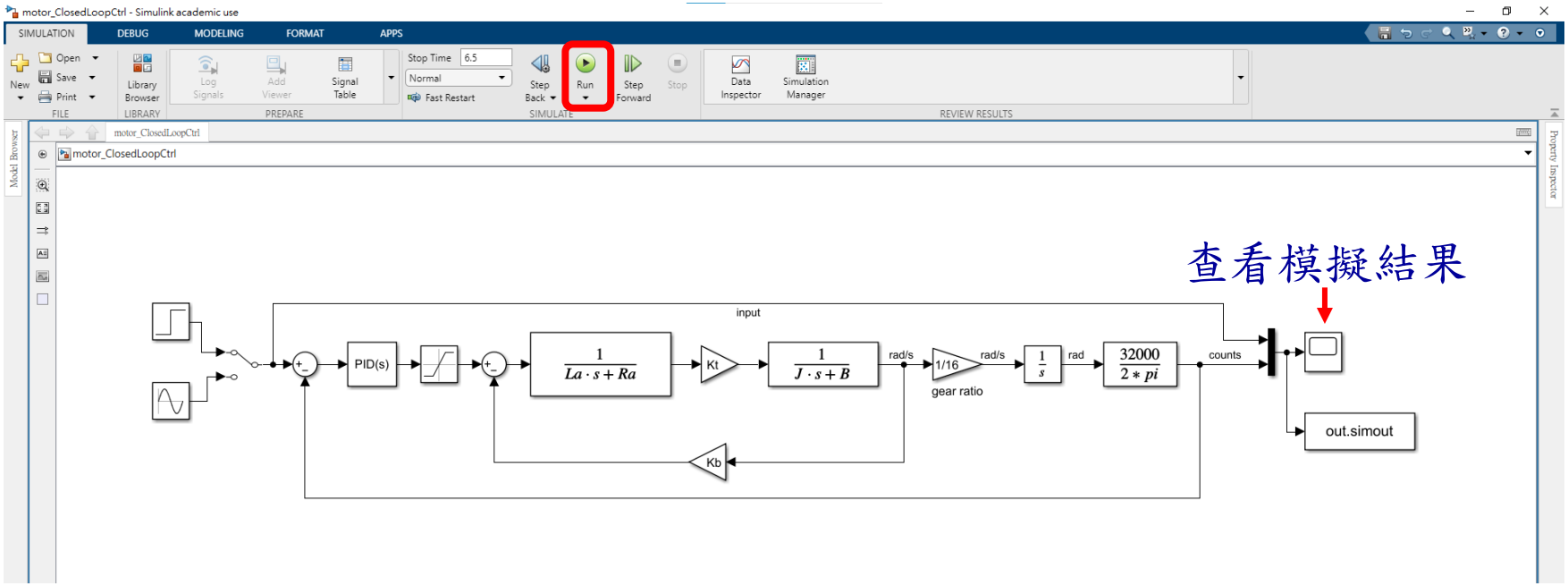
建立模型

- 加入PID 進行回授控制



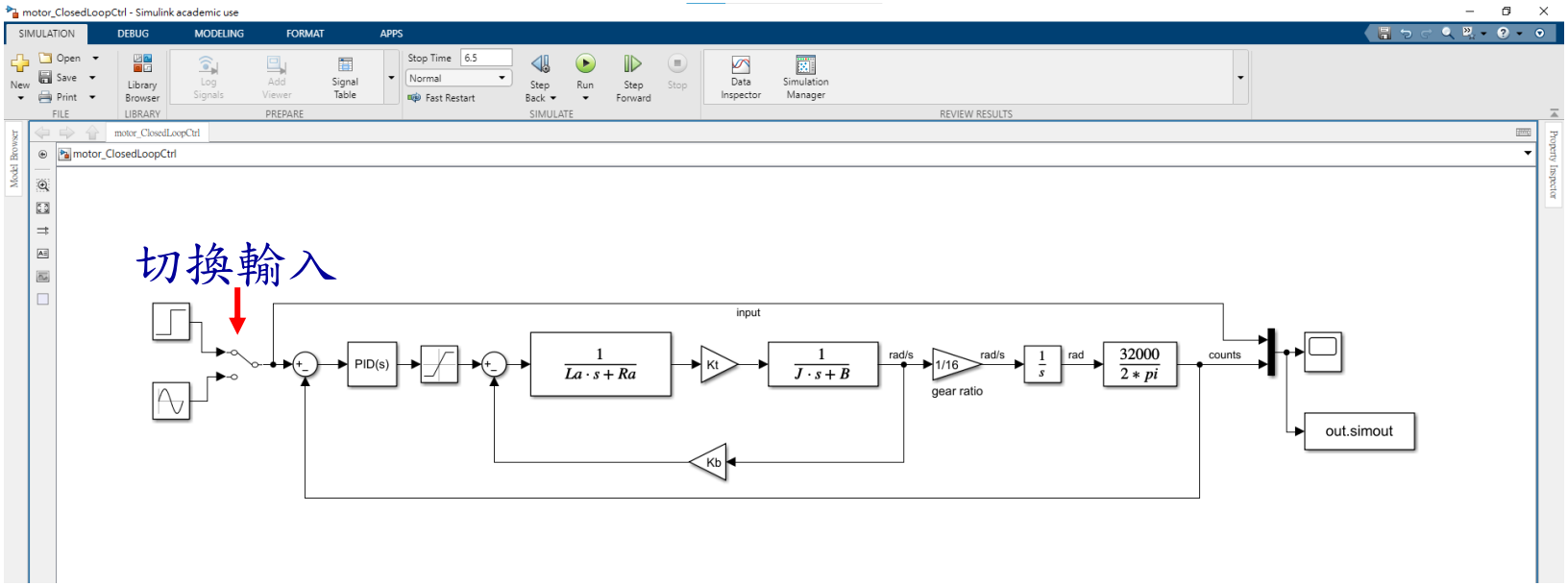
Simulink

- 開啟 motor_ClosedLoopCtrl.slx
- Load 馬達參數 (parameters_10.4volt.mat)
- 按下Run，從scope查看模擬結果



Simulink

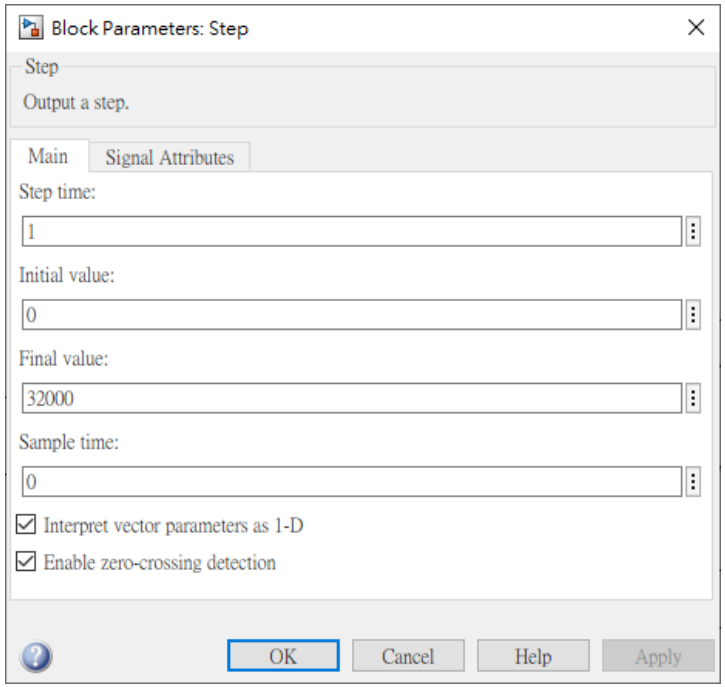
- 切換輸入



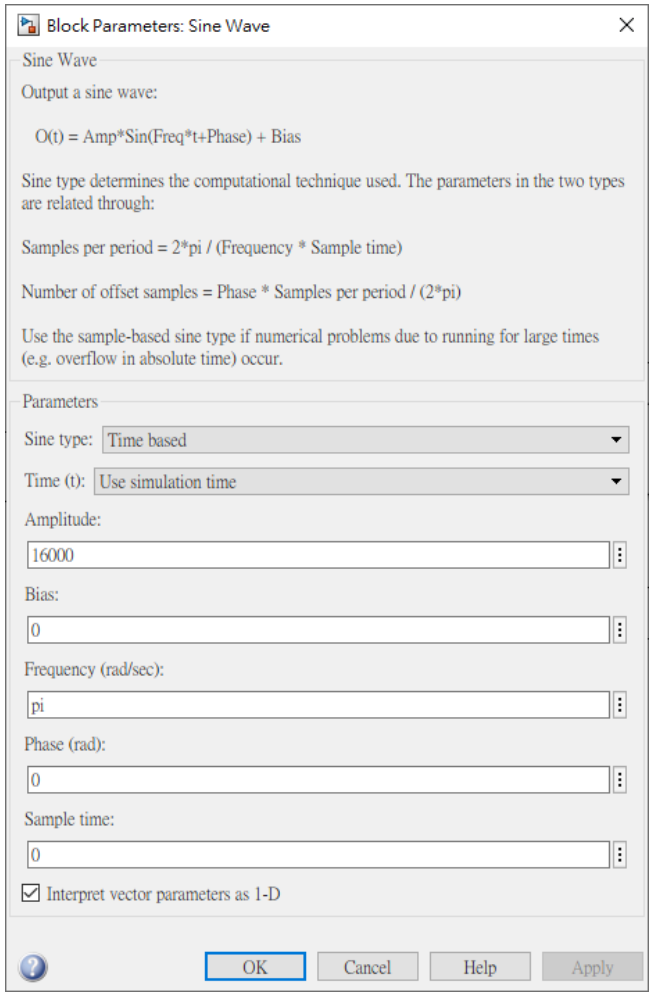
Simulink

- Step 和 Sine wave 輸入設定

Step

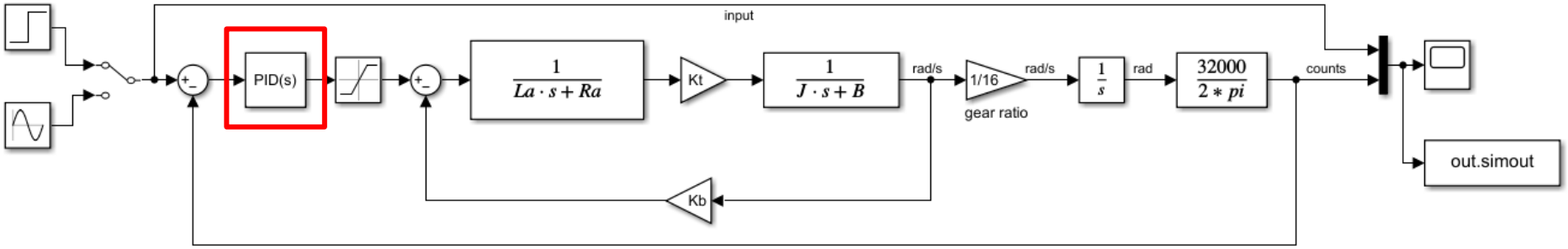


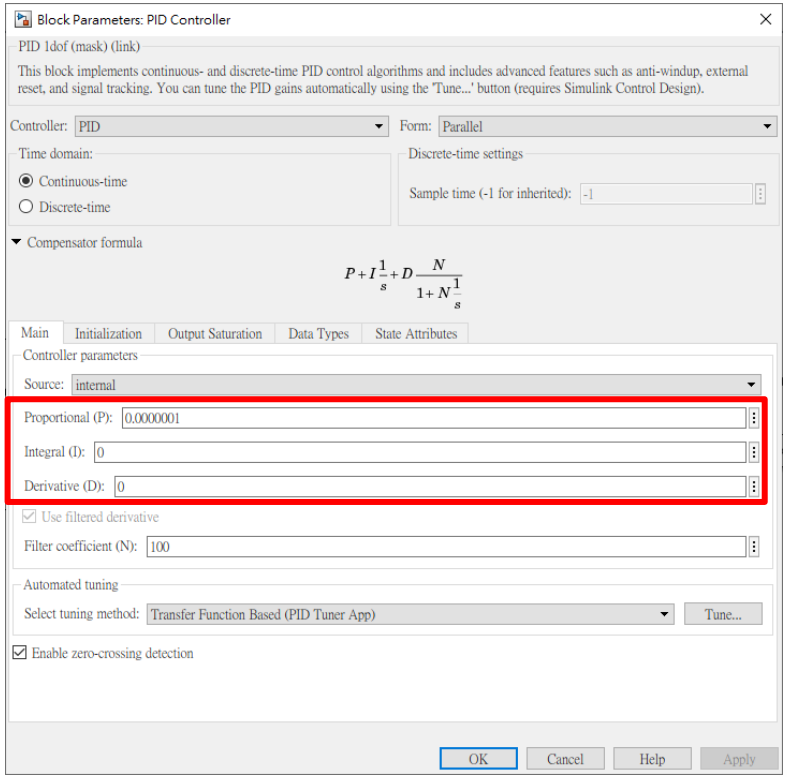
Sine wave



Simulink

- 可以嘗試調整PID參數



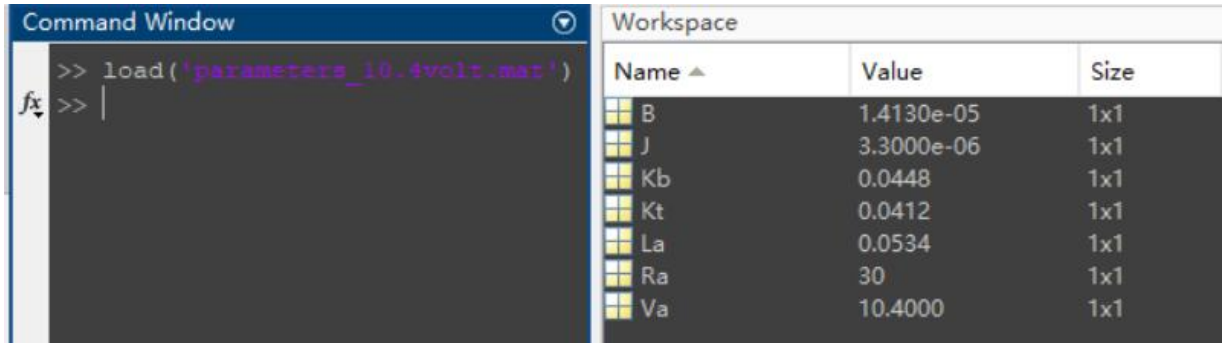


補充

補充

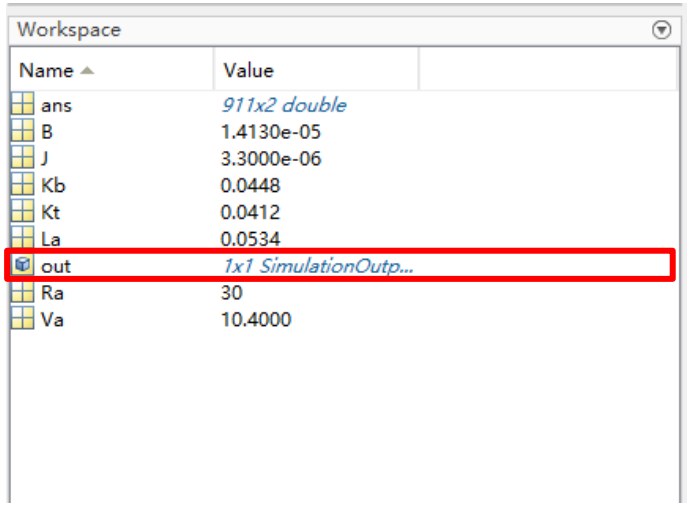
Notice

- 馬達參數是額外建立的
- 在使用simulink檔案前，請先在matlab的Comment Window輸入**load(`parameters_10.4volt.mat`)**，將馬達參數讀進Workspace中



補充

- 馬達響應圖除了直接從scope查看，也可以從 matlab的workspace中取得數據再自行繪圖
- 變數名稱為 out
- out.simout
  - Time: 時間
  - Data1: 輸入訊號
  - Data2: 輸出訊號



out | out.simout

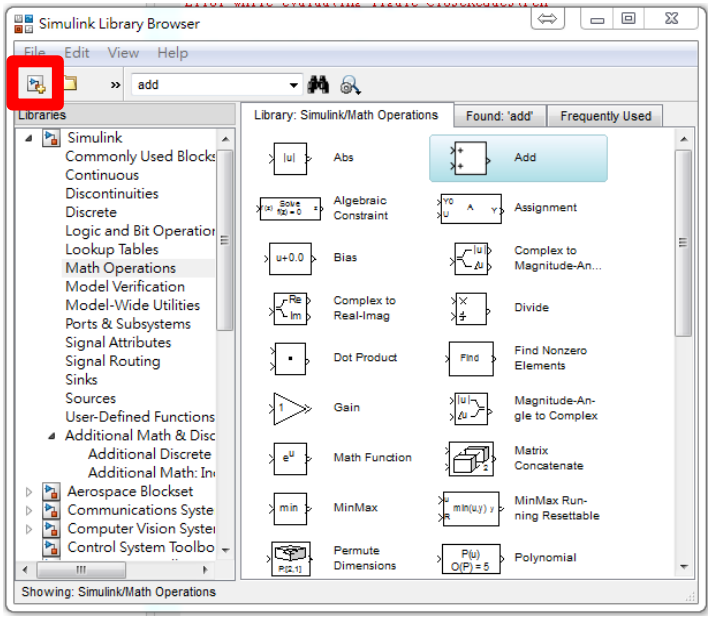
out.simout

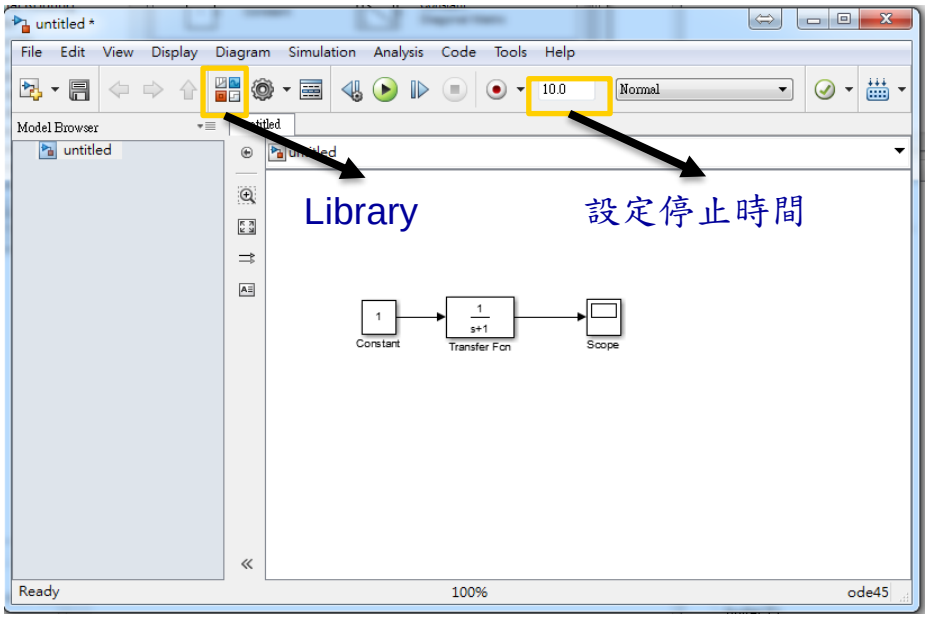
Time series name:

Time	Data:1	Data:2
0	0	0
0.1300	0	0
0.2600	0	0
0.3900	0	0
0.5200	0	0
0.6500	0	0
0.7800	0	0
0.9100	0	0
1.0000	0	0
1	32000	0
1.0000	32000	9.8144e-27
1.0028	32000	6.0713e-04
1.0056	32000	0.0037
1.0108	32000	0.0170
1.0172	32000	0.0467
1.0247	32000	0.0971
1.0301	32000	0.1420
1.0354	32000	0.1934
1.0419	32000	0.2632
1.0492	32000	0.3502
1.0558	32000	0.4358
1.0612	32000	0.5095
1.0663	32000	0.5811
1.0721	32000	0.6677
1.0792	32000	0.7760
1.0864	32000	0.8891
1.0923	32000	0.9851
1.0973	32000	1.0676
1.1026	32000	1.1563

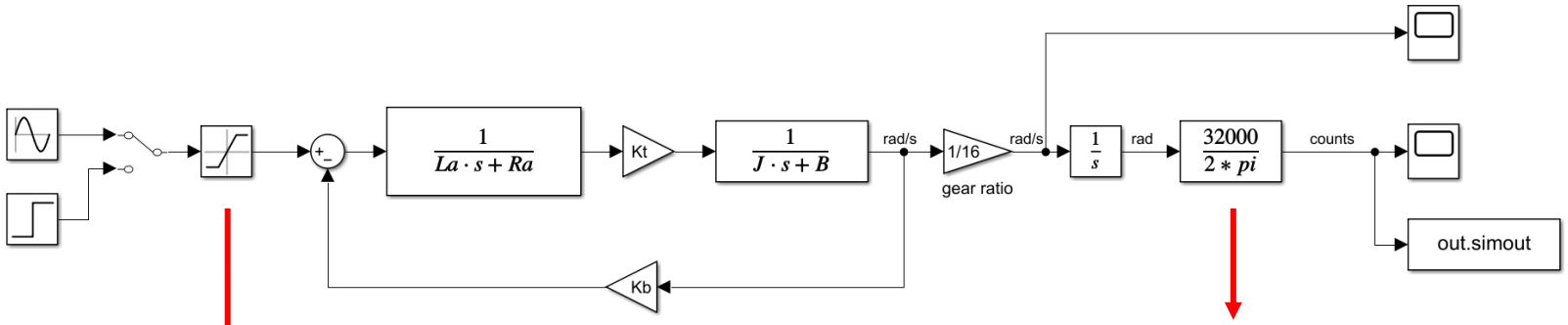
補充

- Simulink Library
  - 利用Search找到自己要用的東西
  - Transfer fun. / constant / add 已足夠建立一簡單系統





補充



Saturation：

考慮到實際上L298N輸出電壓上限，因此在輸出電壓設置saturation

馬達角度和encoder count轉換：

encoder 轉一圈 32000 count