

步進馬達一對八驅動電路 與控制研發計畫 結案報告

報告人：詹京展

指導教授：余國瑞 博士

報告日期：民國112年4月20日

一. 馬達ST4118M1804B回授控制測試

二. 硬體電路製作

三. 未來工作

一. 馬達ST4118M1804B回授控制測試

二. 硬體電路製作

三. 未來工作

馬達ST4118M1804B：

1. 無干擾開回路控制。
2. 無干擾閉回路控制。
3. 有干擾開回路控制。
4. 有干擾閉回路控制。

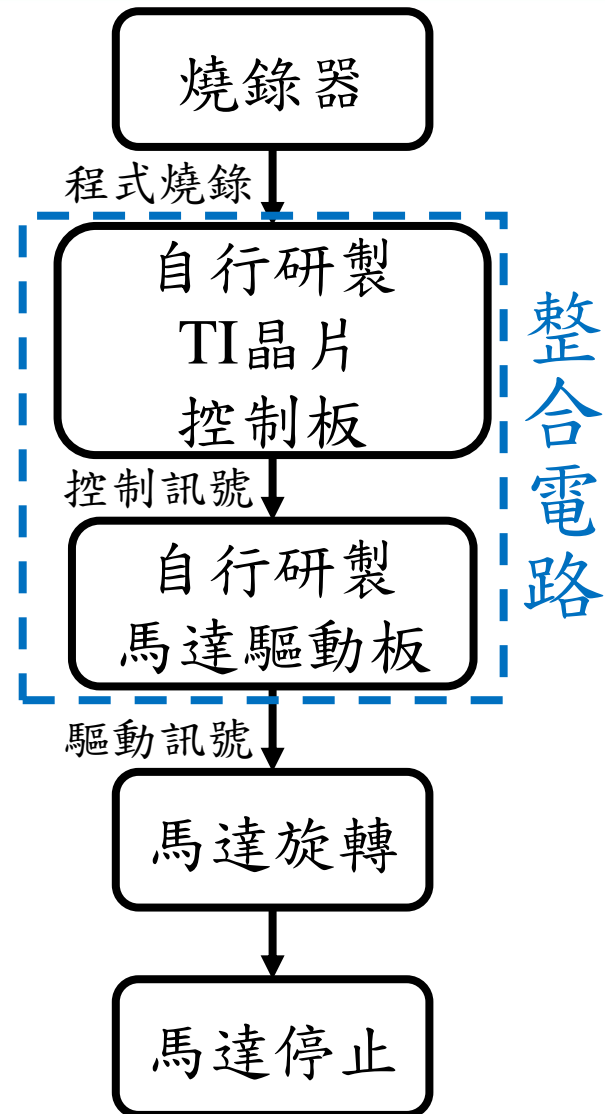
1. 無干擾開回路控制



1A. 時變響應測試(3rpm)。

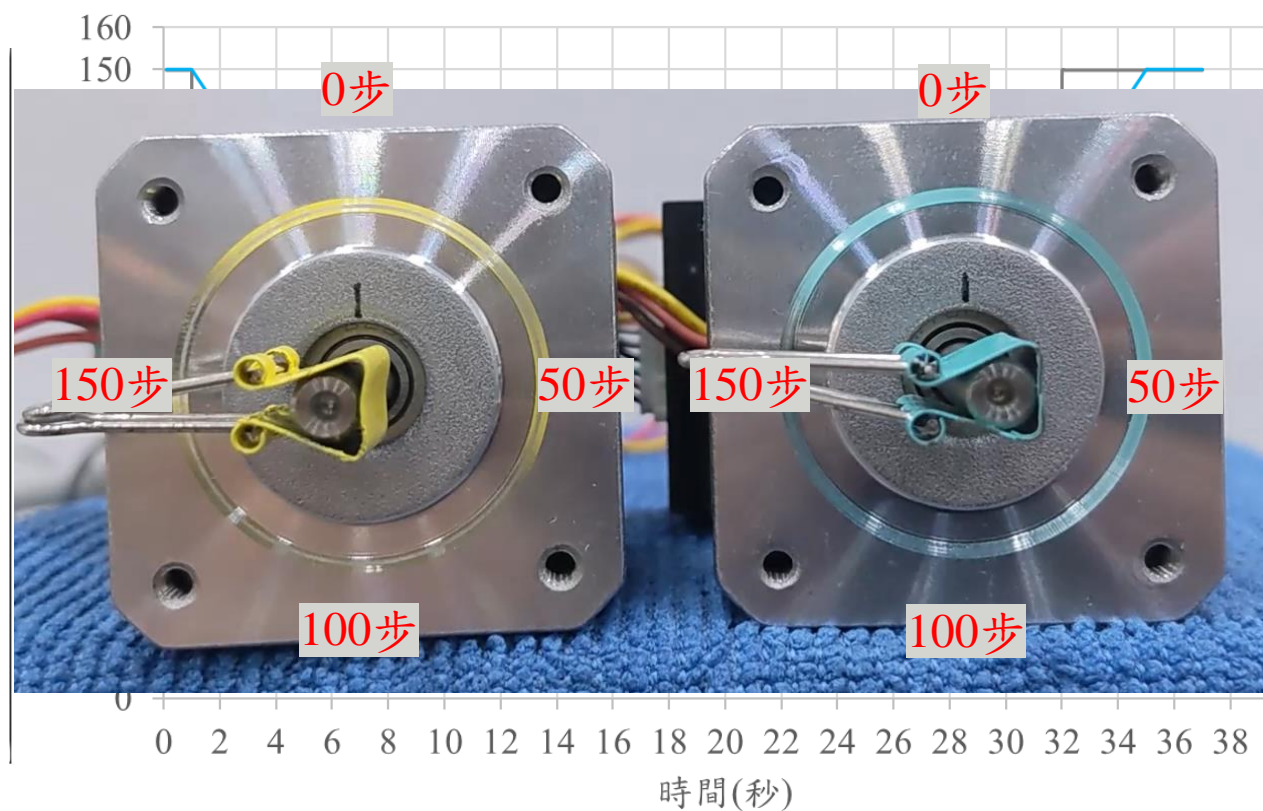
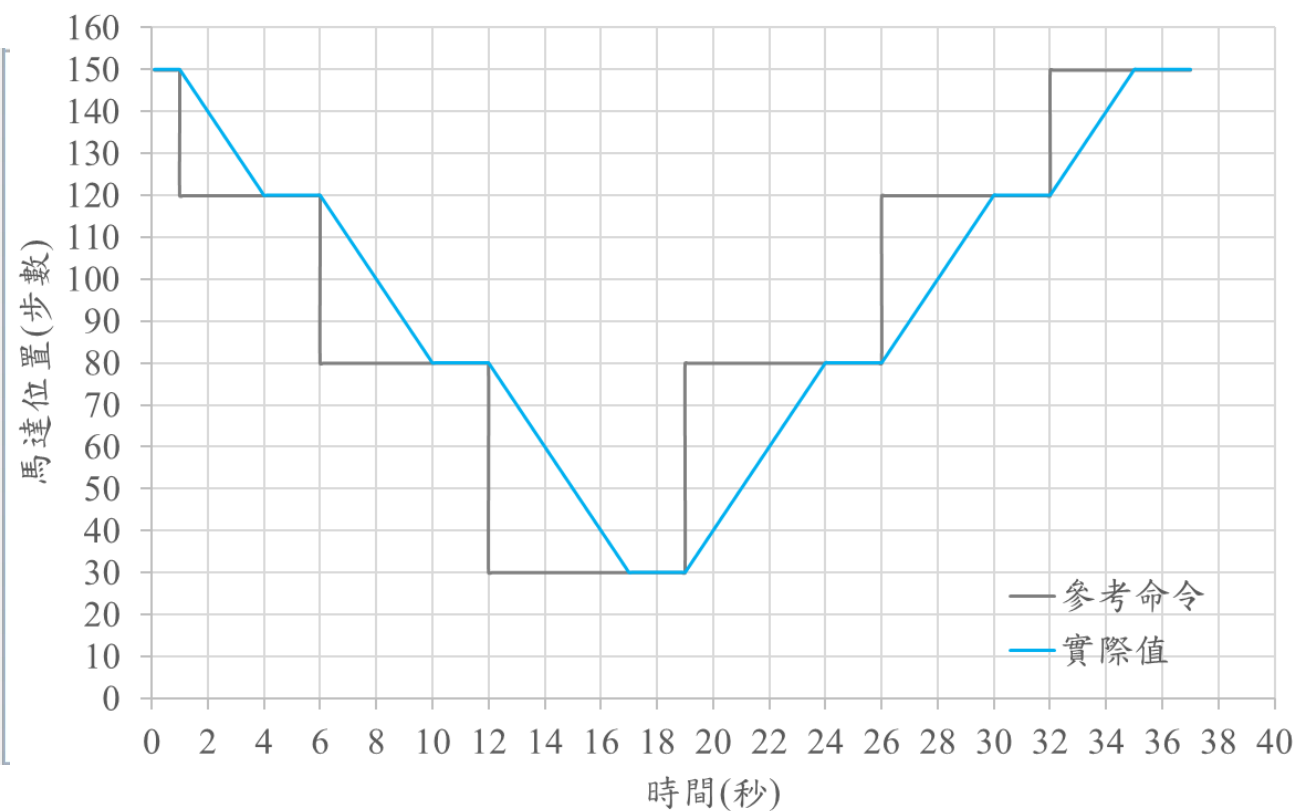
1B. 時變響應測試(60rpm)。

開回路控制流程圖



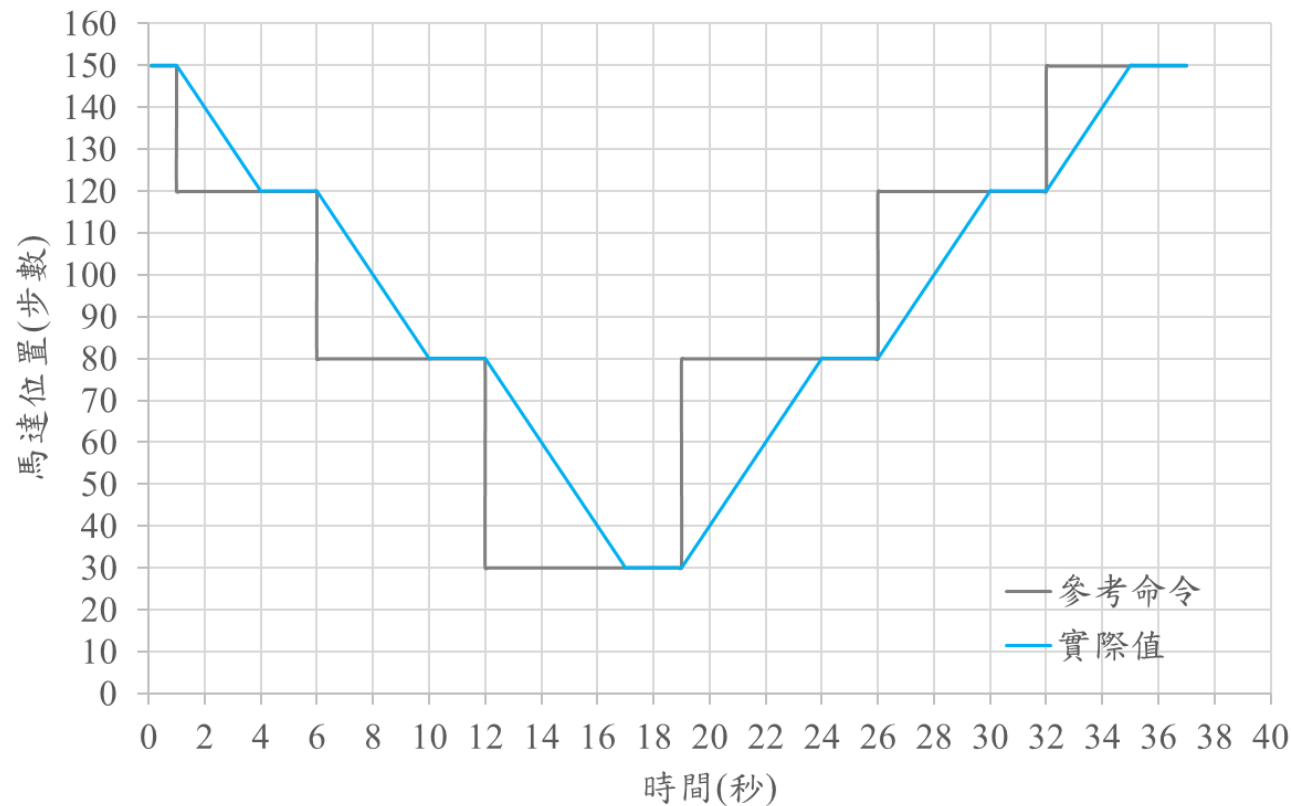
1A. 無干擾開回路-時變響應測試(3rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



1A. 無干擾開回路-時變響應測試(3rpm)

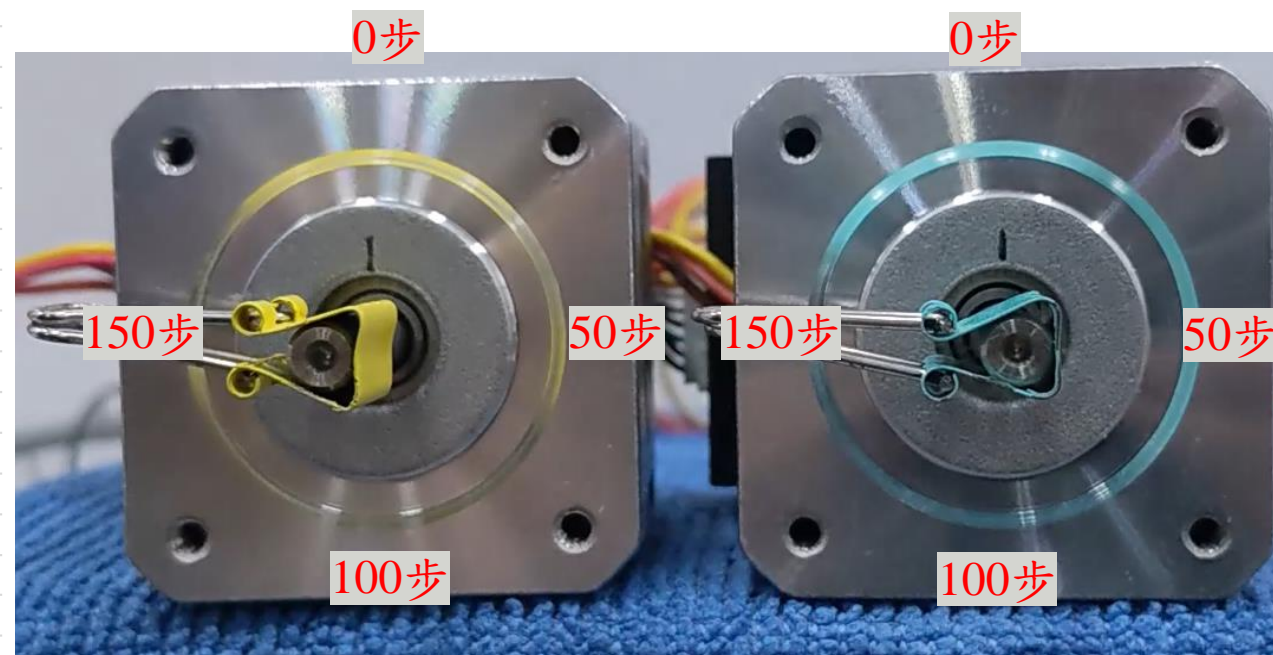
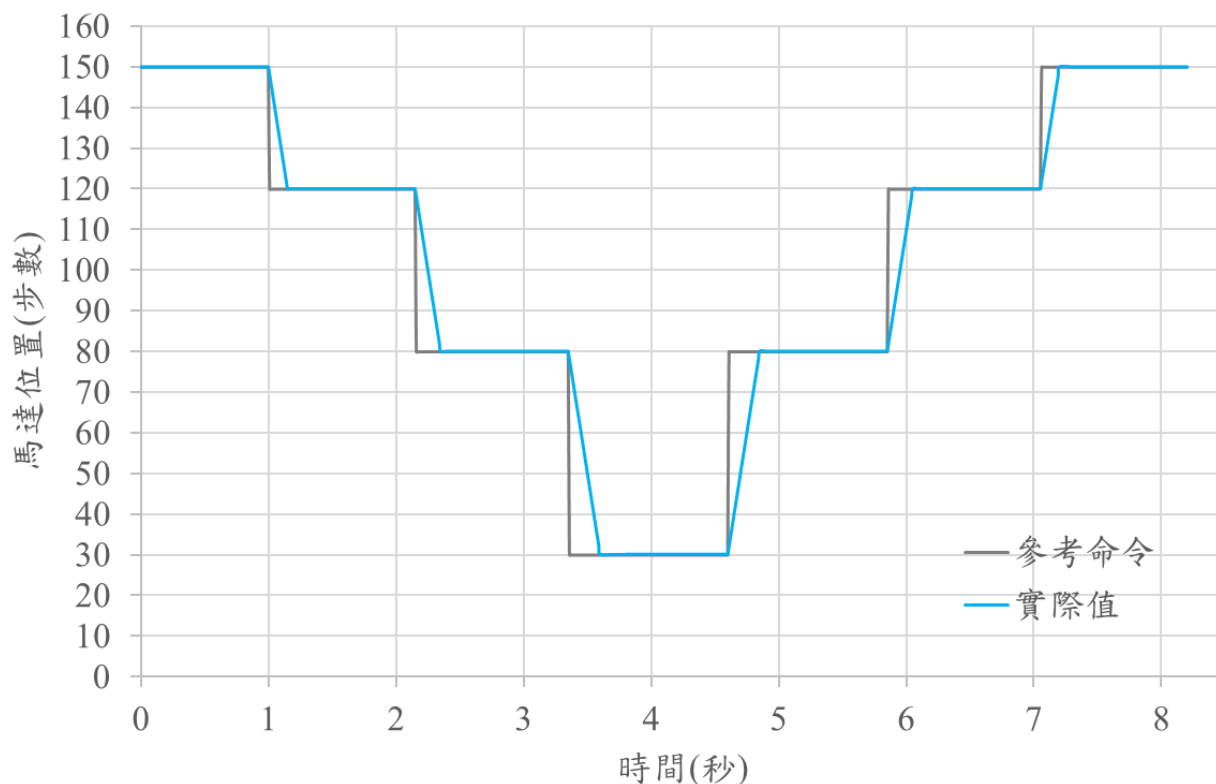
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達 反轉 30步	馬達 停止	馬達 反轉 40步	馬達 停止	馬達 反轉 50步	馬達 停止	馬達 正轉 50步	馬達 停止	馬達 正轉 40步	馬達 停止	馬達 正轉 30步	馬達 停止
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超 越量	安定 時間	穩態 誤差
反轉30步	2.4s	1.5s	0	3s	0
反轉40步	3.2s	2s	0	4s	0
反轉50步	4s	2.5s	0	5s	0
正轉50步	4s	2.5s	0	5s	0
正轉40步	3.2s	2s	0	4s	0
正轉30步	2.4s	1.5s	0	3s	0

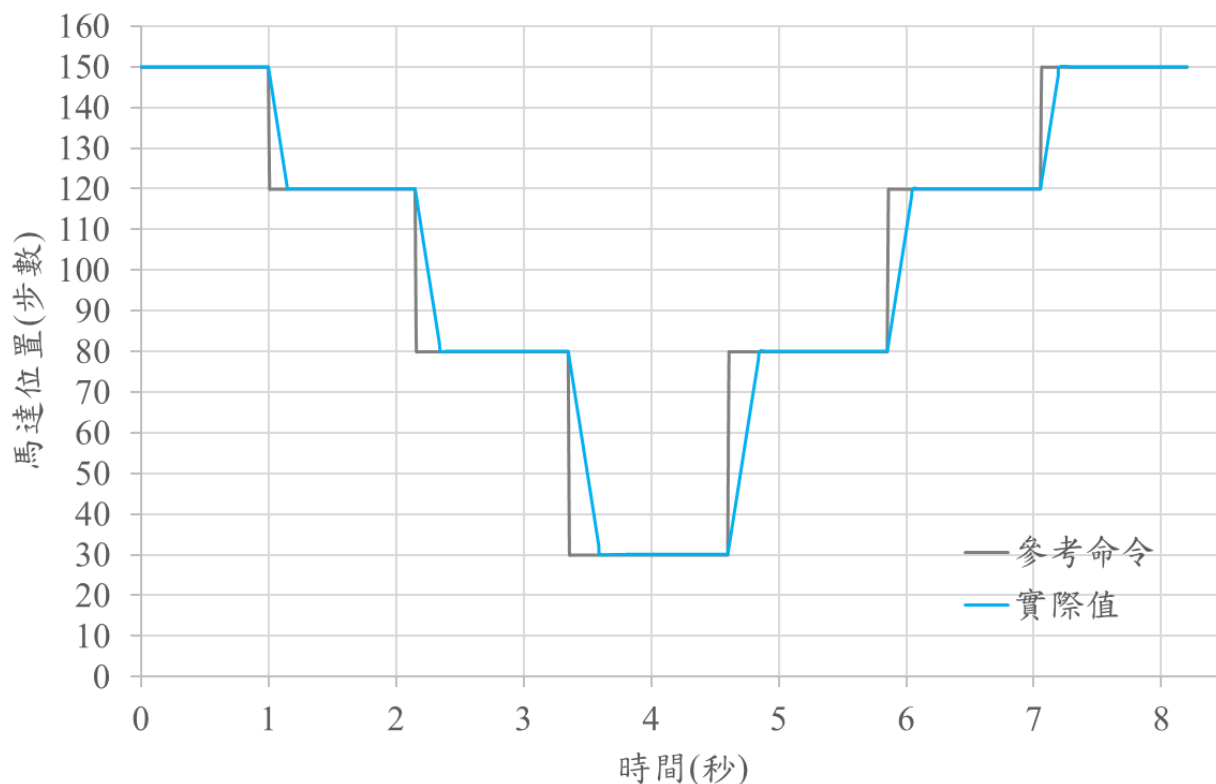
1B. 無干擾開回路-時變響應測試(60rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



1B. 無干擾開回路-時變響應測試(60rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超越量	安定時間	穩態誤差
反轉30步	0.12s	0.075s	0	0.15s	0
反轉40步	0.16s	0.100s	0	0.20s	0
反轉50步	0.20s	0.125s	0	0.25s	0
正轉50步	0.20s	0.125s	0	0.25s	0
正轉40步	0.16s	0.100s	0	0.20s	0
正轉30步	0.12s	0.075s	0	0.15s	0

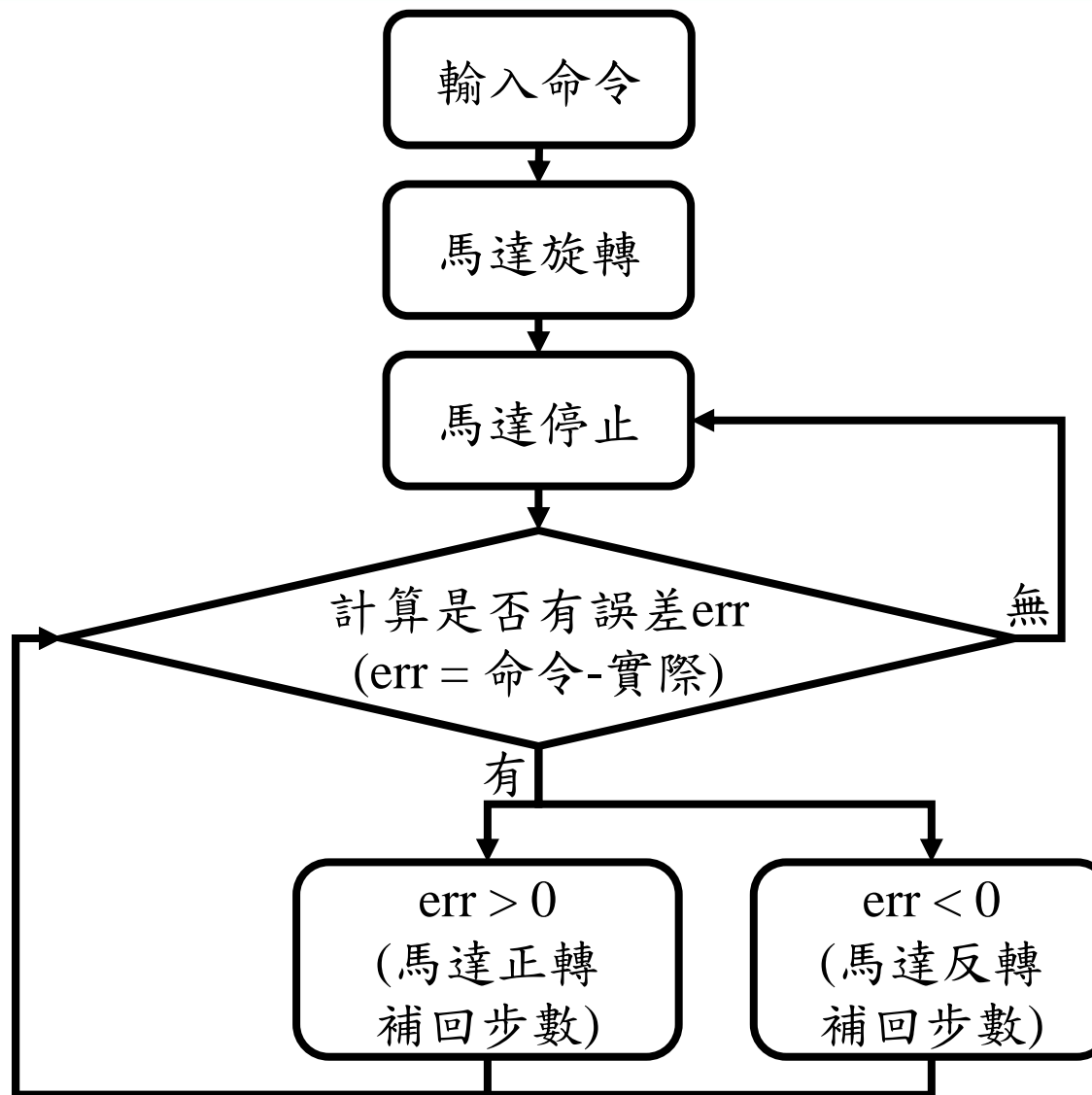
2. 無干擾閉回路控制



2A. 時變響應測試(3rpm)。

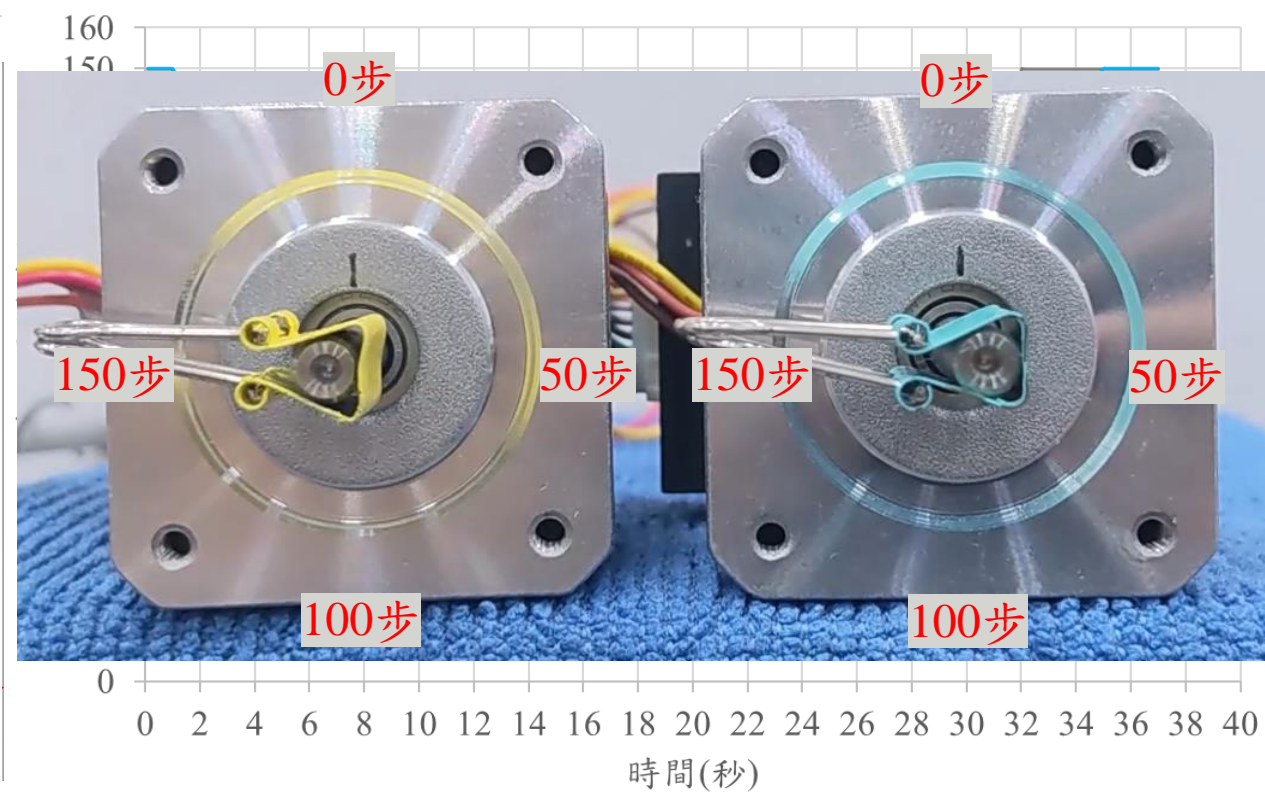
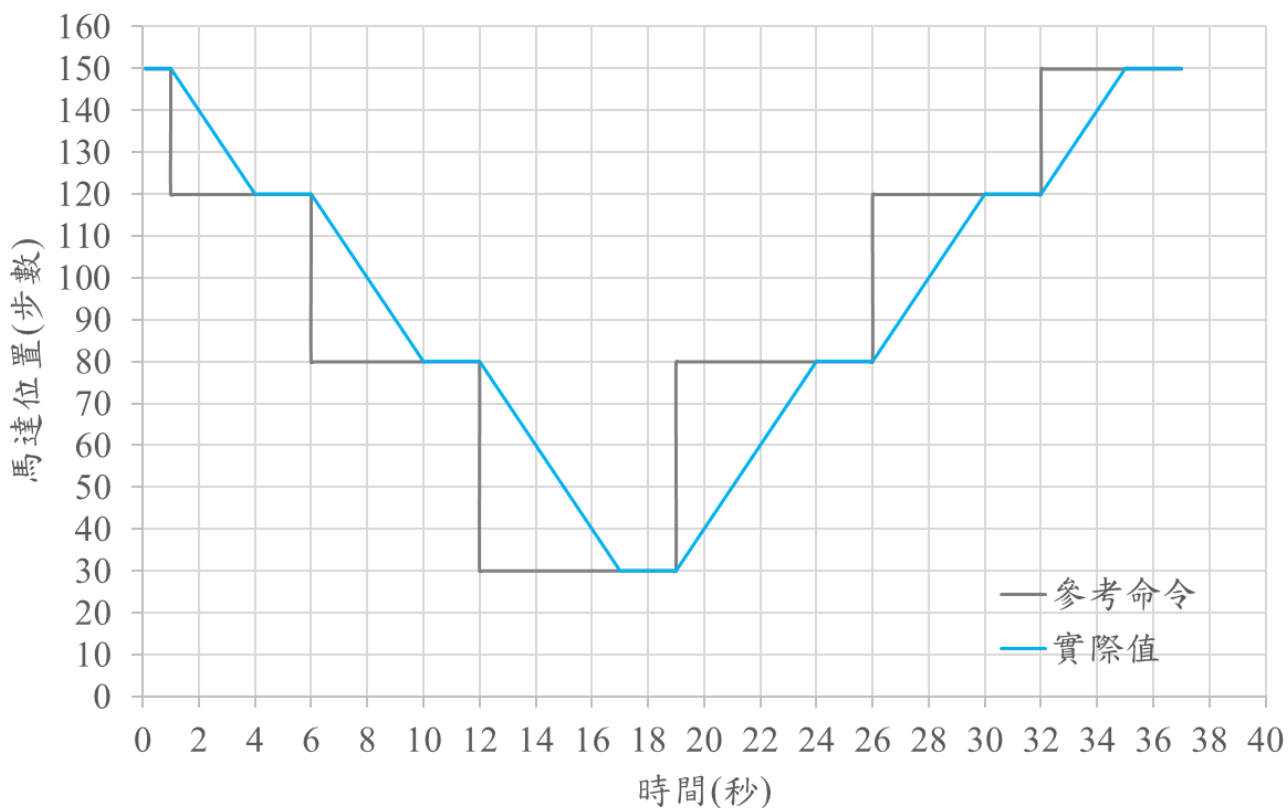
2B. 時變響應測試(60rpm)。

兩階段閉回路控制流程圖



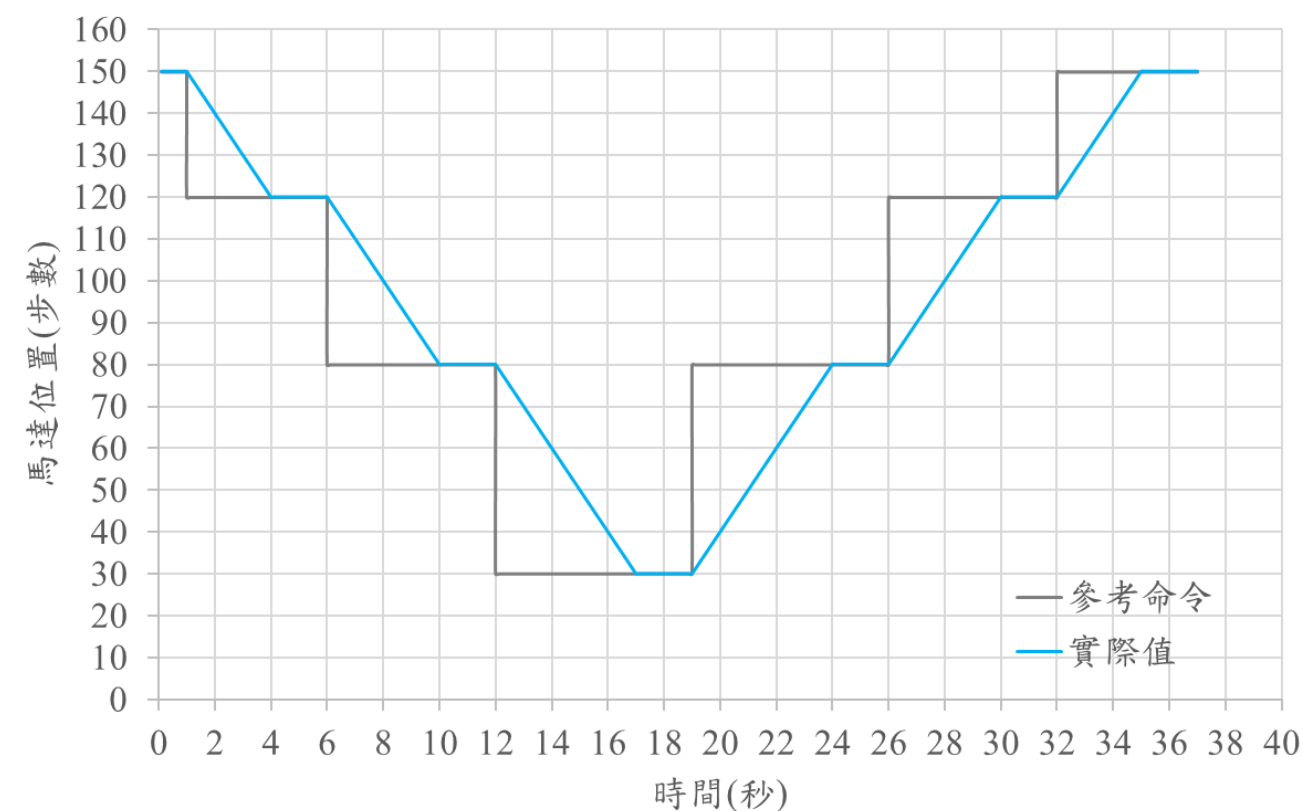
2A. 無干擾閉回路-時變響應測試(3rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



2A. 無干擾閉回路-時變響應測試(3rpm)

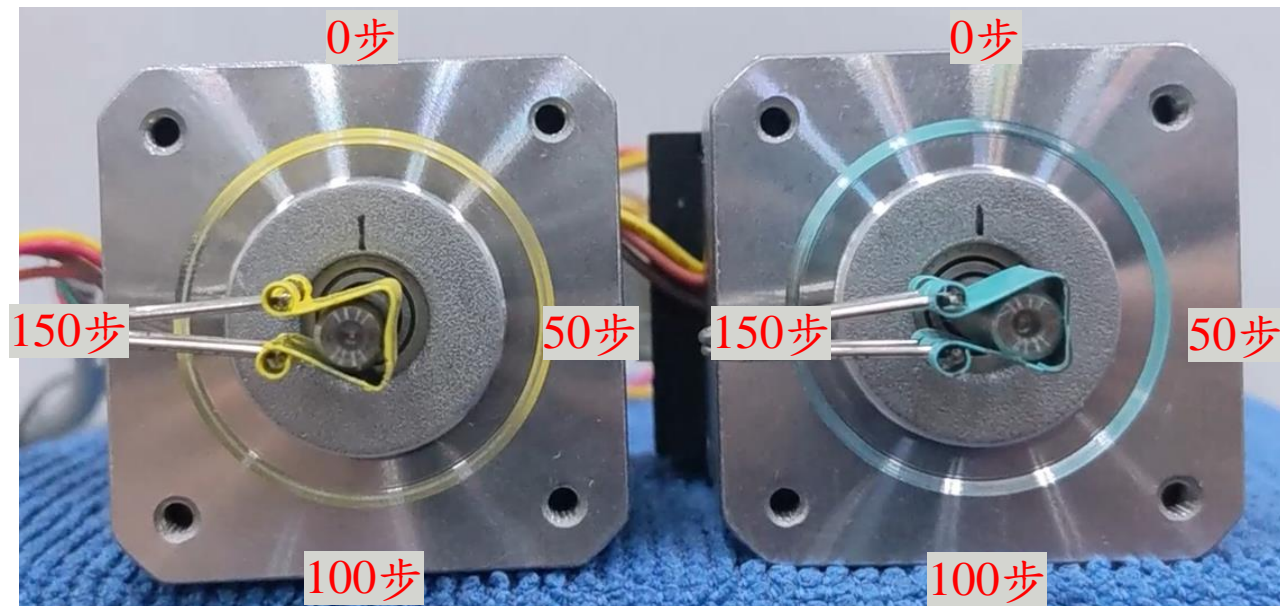
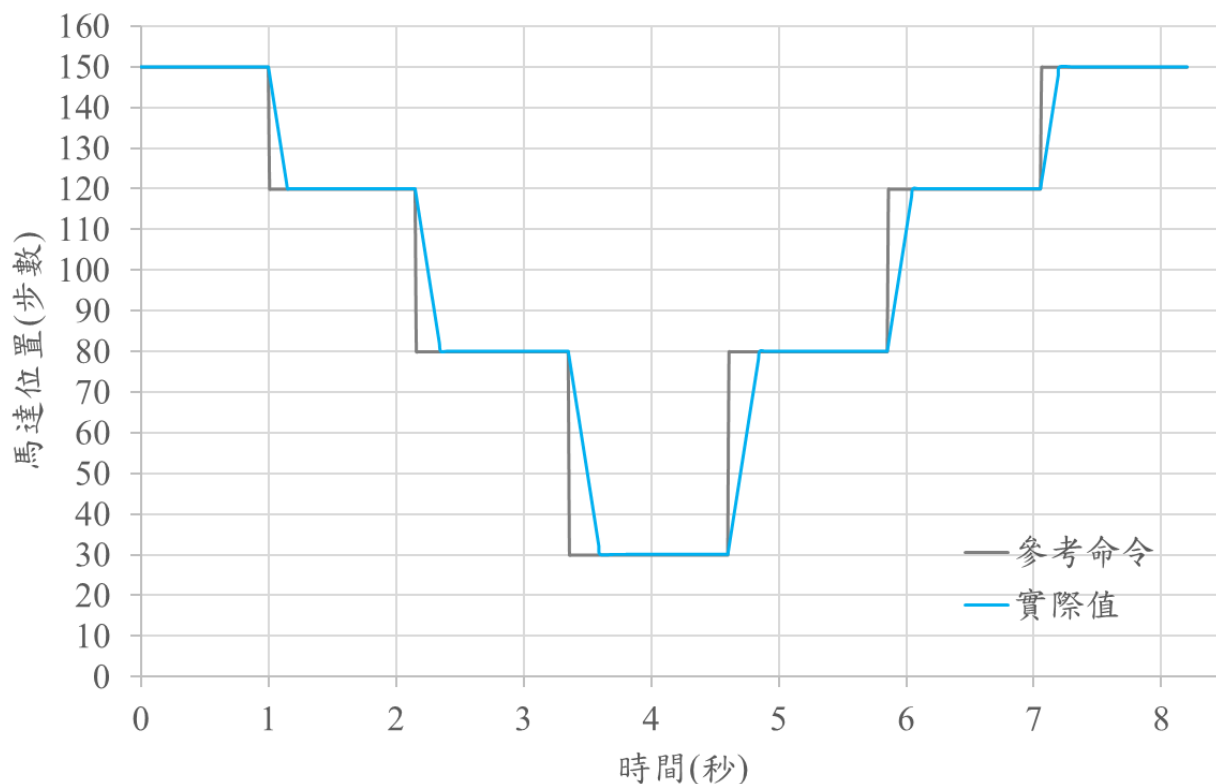
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超 越量	安定 時間	穩態 誤差
反轉30步	2.4s	1.5s	0	3s	0
反轉40步	3.2s	2s	0	4s	0
反轉50步	4s	2.5s	0	5s	0
正轉50步	4s	2.5s	0	5s	0
正轉40步	3.2s	2s	0	4s	0
正轉30步	2.4s	1.5s	0	3s	0

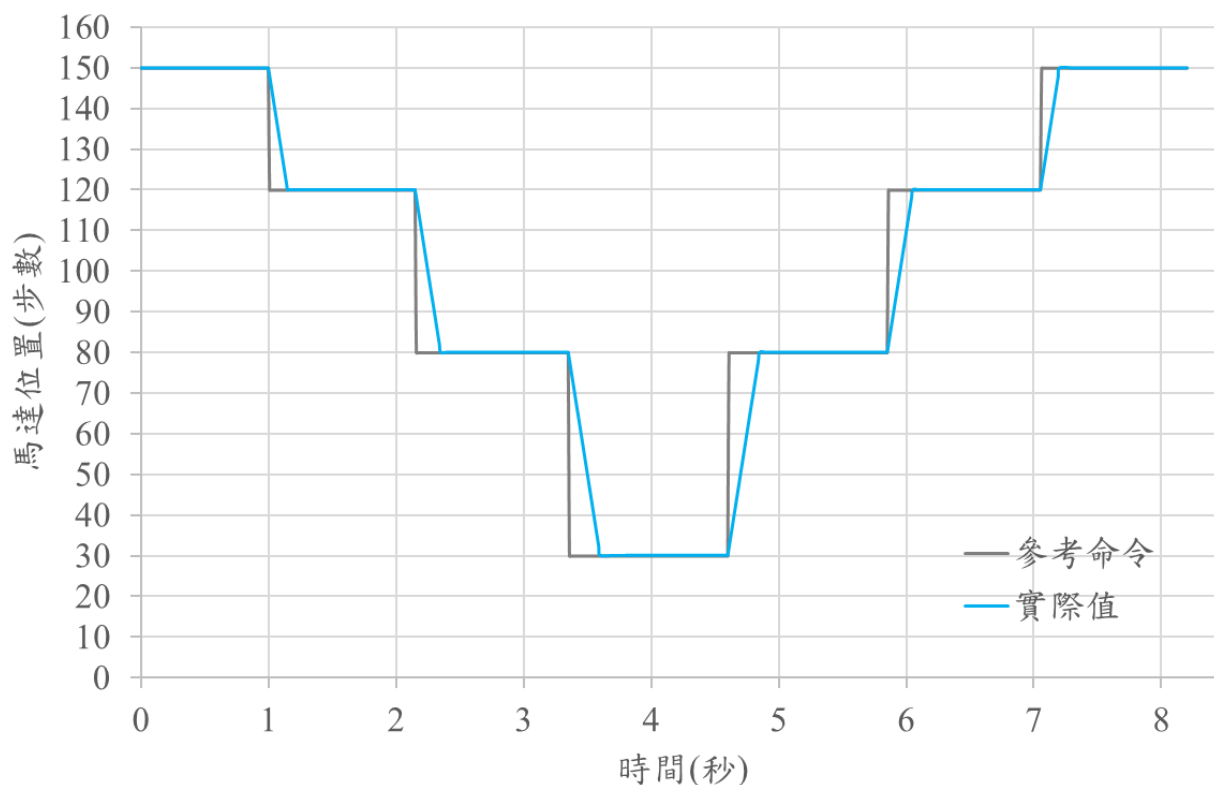
2B. 無干擾閉回路-時變響應測試(60rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



2B. 無干擾閉回路-時變響應測試(60rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止	馬達反轉 40步	馬達停止	馬達反轉 50步	馬達停止	馬達正轉 50步	馬達停止	馬達正轉 40步	馬達停止	馬達正轉 30步	馬達停止
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超 越量	安定 時間	穩態 誤差
反轉30步	0.12s	0.075s	0	0.15s	0
反轉40步	0.16s	0.100s	0	0.20s	0
反轉50步	0.20s	0.125s	0	0.25s	0
正轉50步	0.20s	0.125s	0	0.25s	0
正轉40步	0.16s	0.100s	0	0.20s	0
正轉30步	0.12s	0.075s	0	0.15s	0

3. 有干擾開回路控制



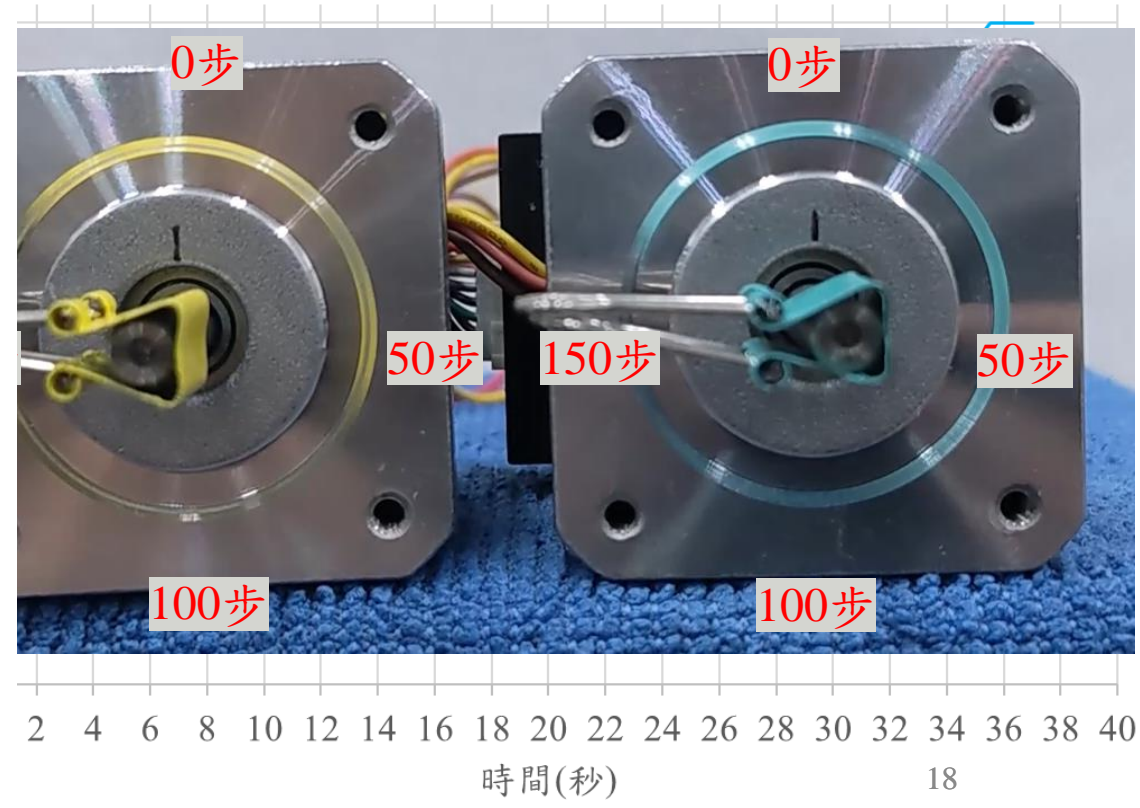
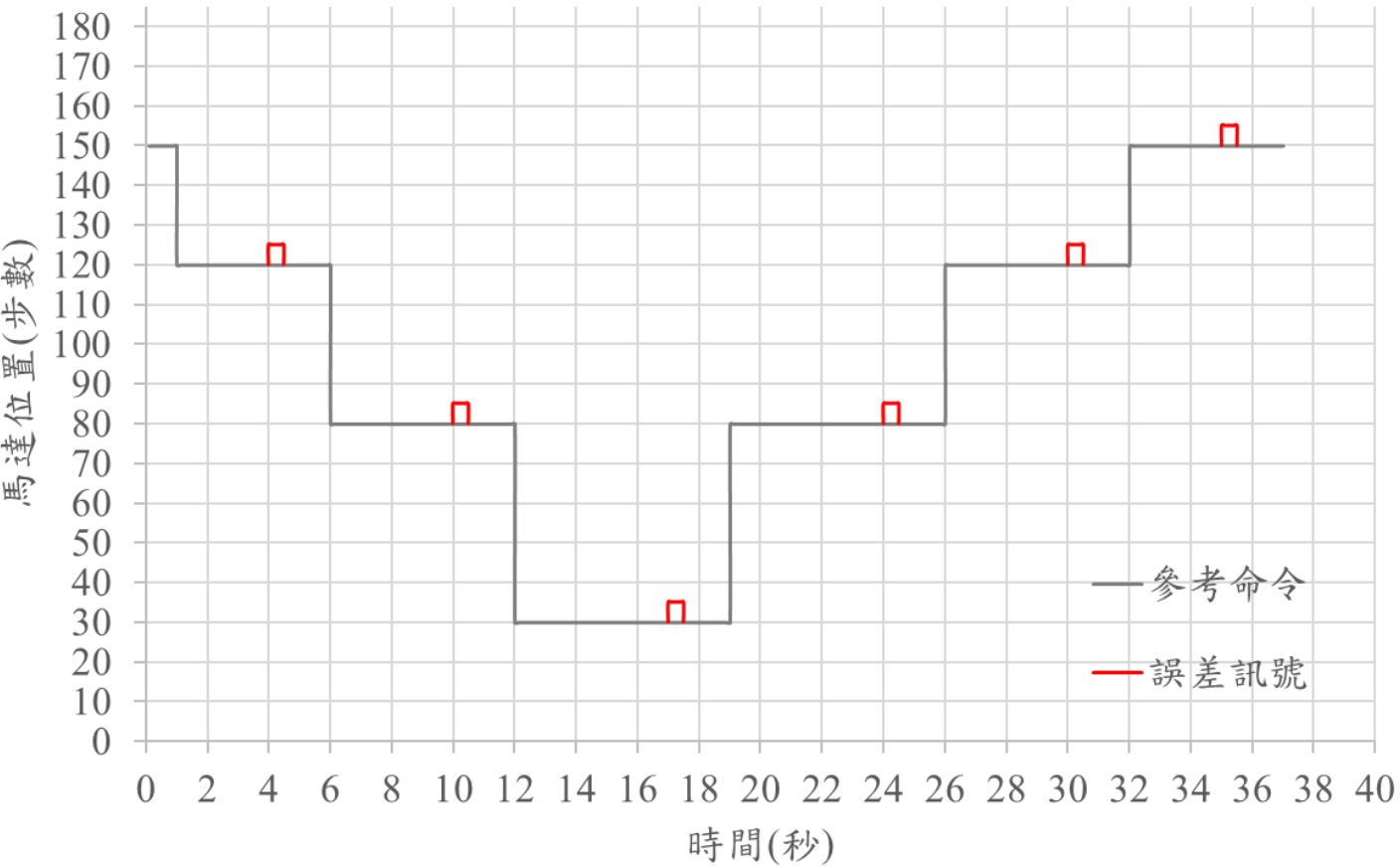
3A. 時變響應測試(3rpm)。

3B. 時變響應測試(60rpm)。

3A. 有干擾開回路-時變響應測試(3rpm)

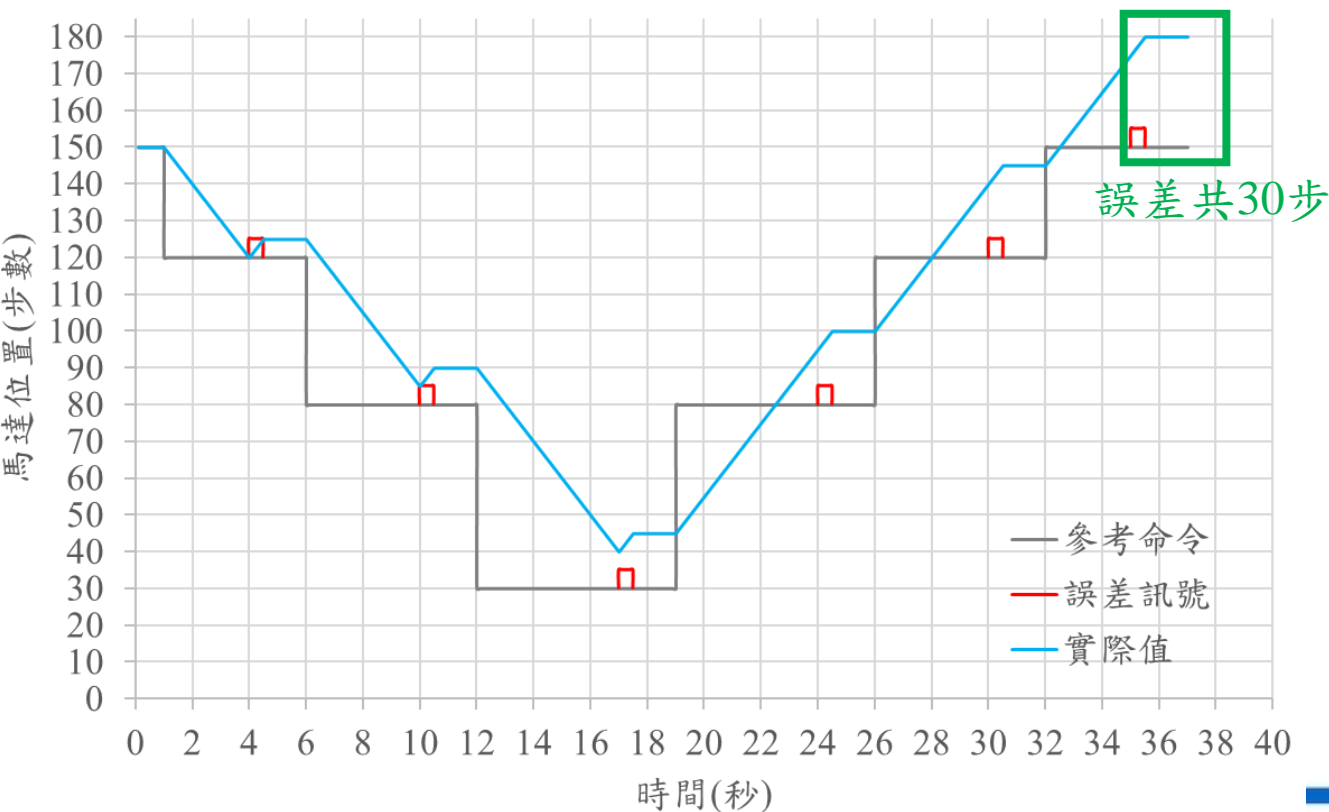


馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



3A. 有干擾開回路-時變響應測試(3rpm)

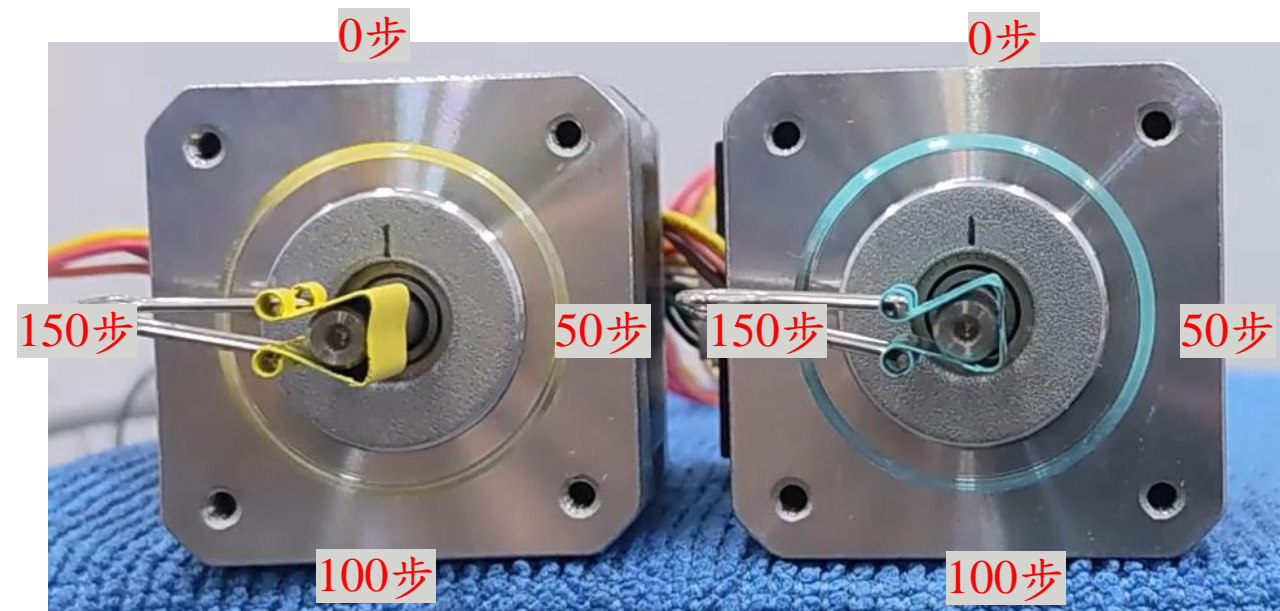
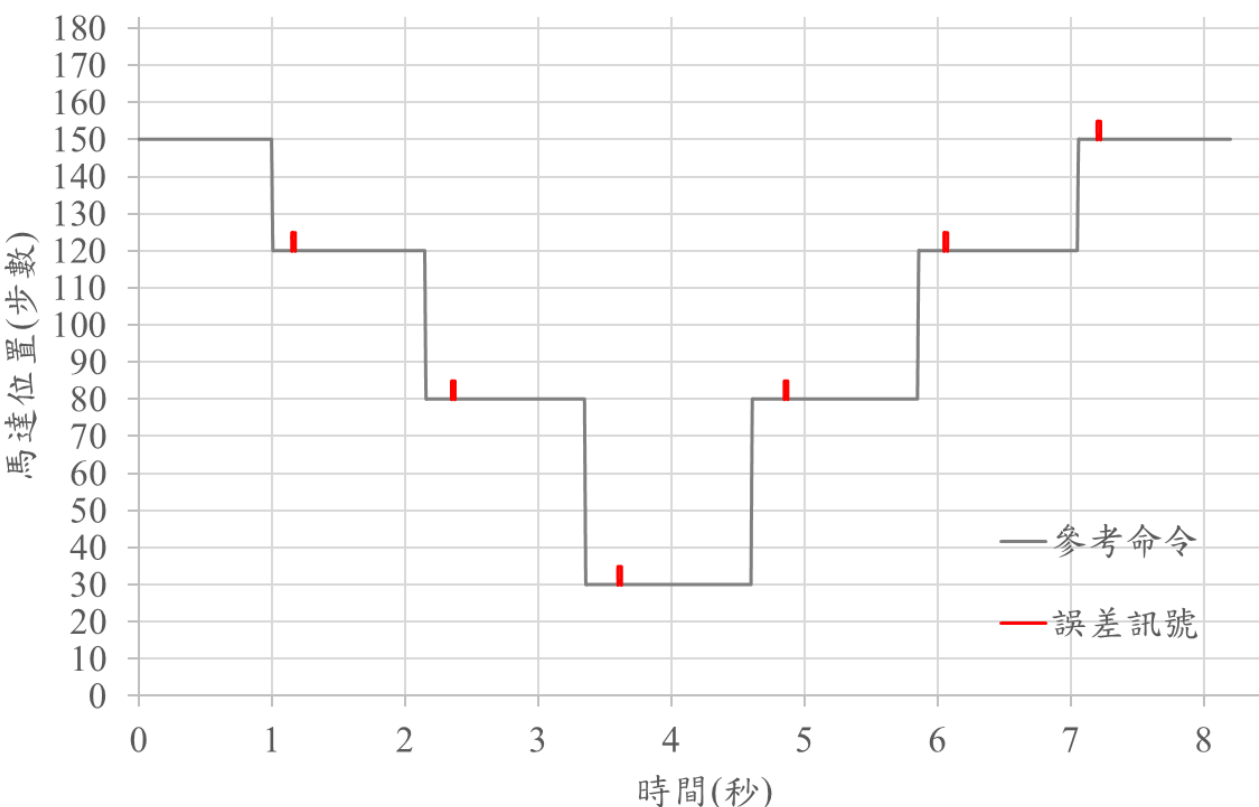
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超越量/下衝量	安定時間	穩態誤差
反轉30步	1.2s	0.75s	5	無法收斂	5
反轉40步	1.6s	1s	10	無法收斂	10
反轉50步	2s	1.25s	15	無法收斂	15
正轉50步	2s	1.25s	20	無法收斂	20
正轉40步	1.6s	1s	25	無法收斂	25
正轉30步	1.2s	0.75s	30	無法收斂	30

3B. 有干擾開回路-時變響應測試(60rpm)

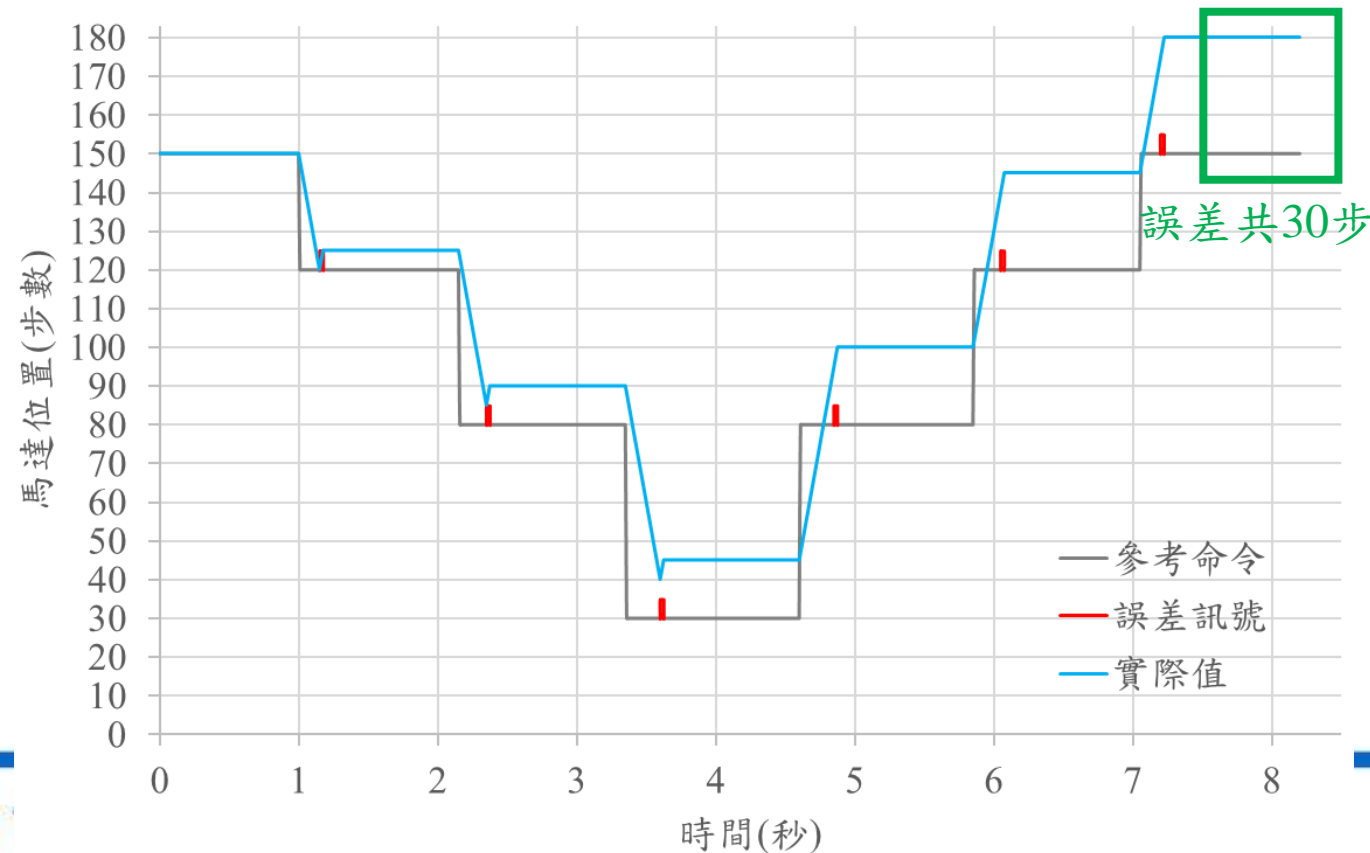
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



3B. 有干擾開回路-時變響應測試(60rpm)



馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超越量/下衝量	安定時間	穩態誤差
反轉30步	0.12s	0.075s	5	無法收斂	5
反轉40步	0.16s	0.100s	10	無法收斂	10
反轉50步	0.2s	0.125s	15	無法收斂	15
正轉50步	0.2s	0.125s	20	無法收斂	20
正轉40步	0.16s	0.100s	25	無法收斂	25
正轉30步	0.12s	0.075s	30	無法收斂	30

4. 有干擾閉回路控制

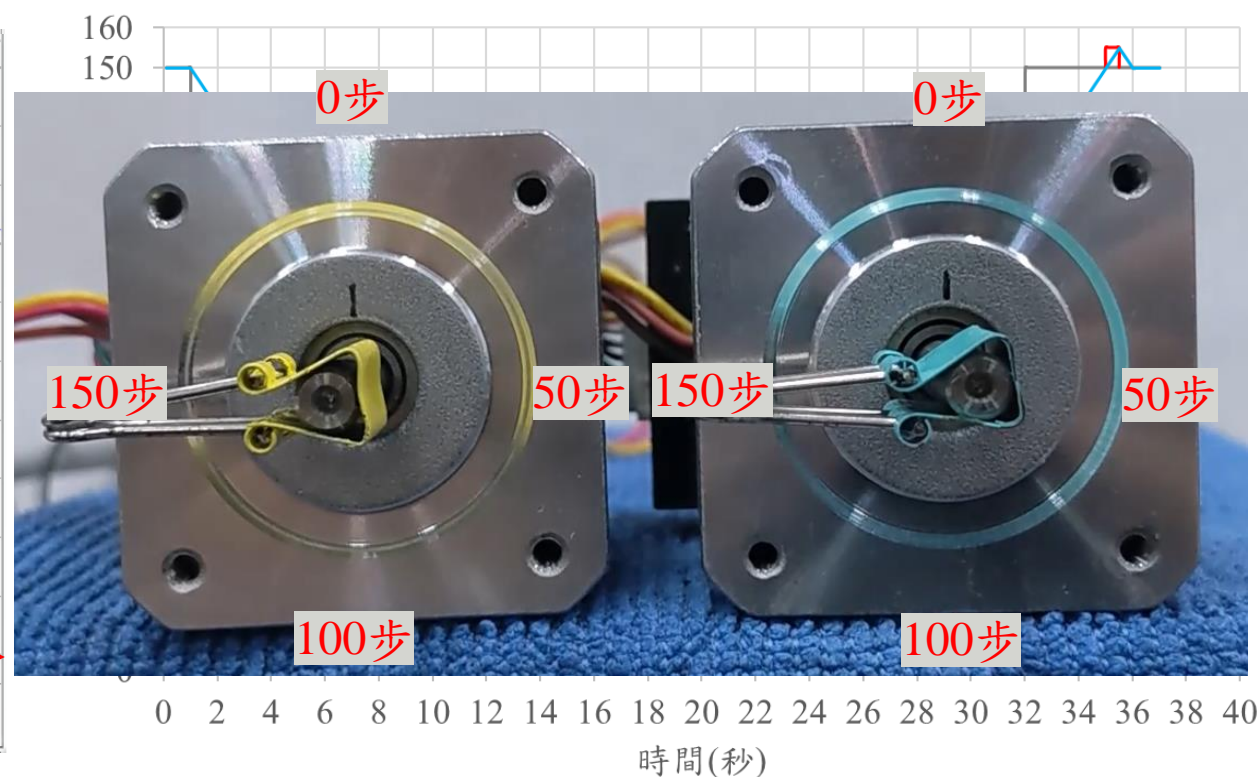
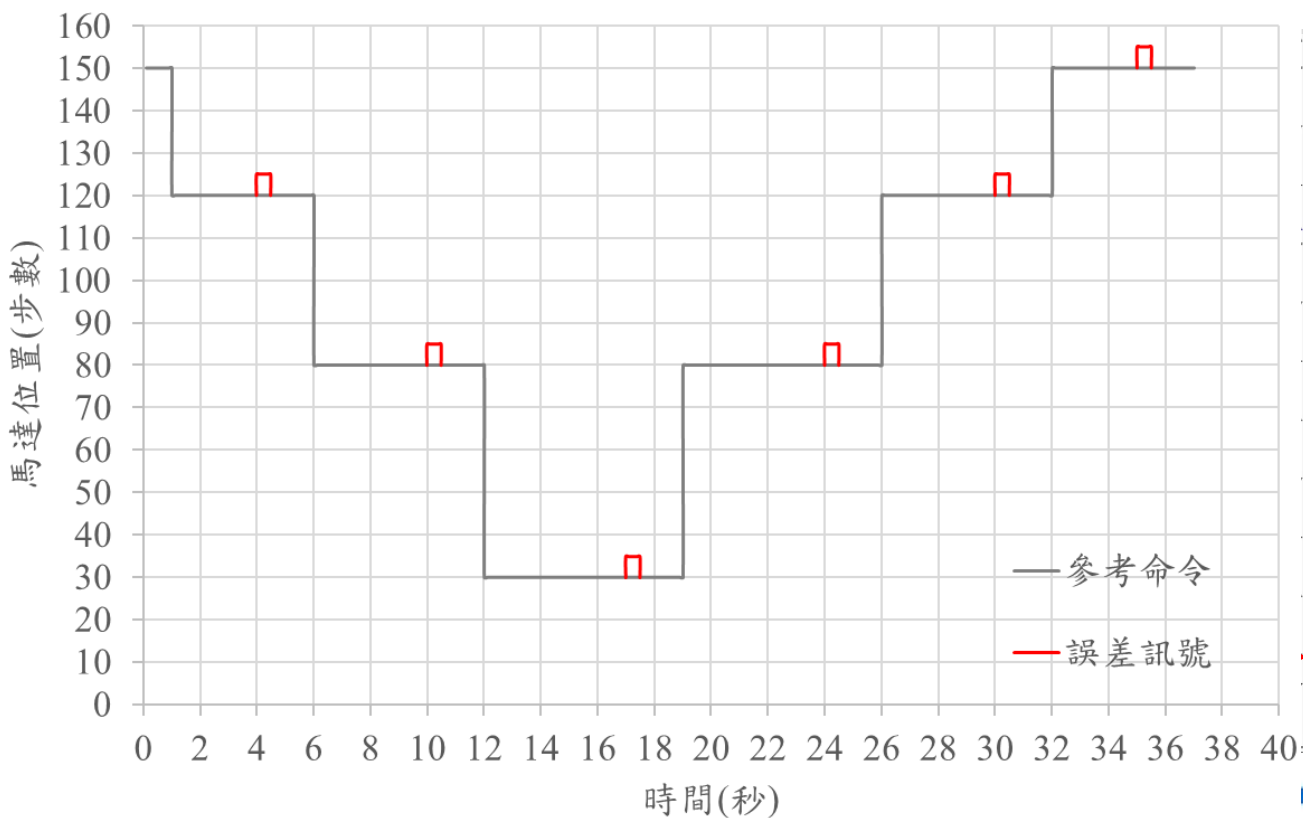


4A. 時變響應測試(3rpm)。

4B. 時變響應測試(60rpm)。

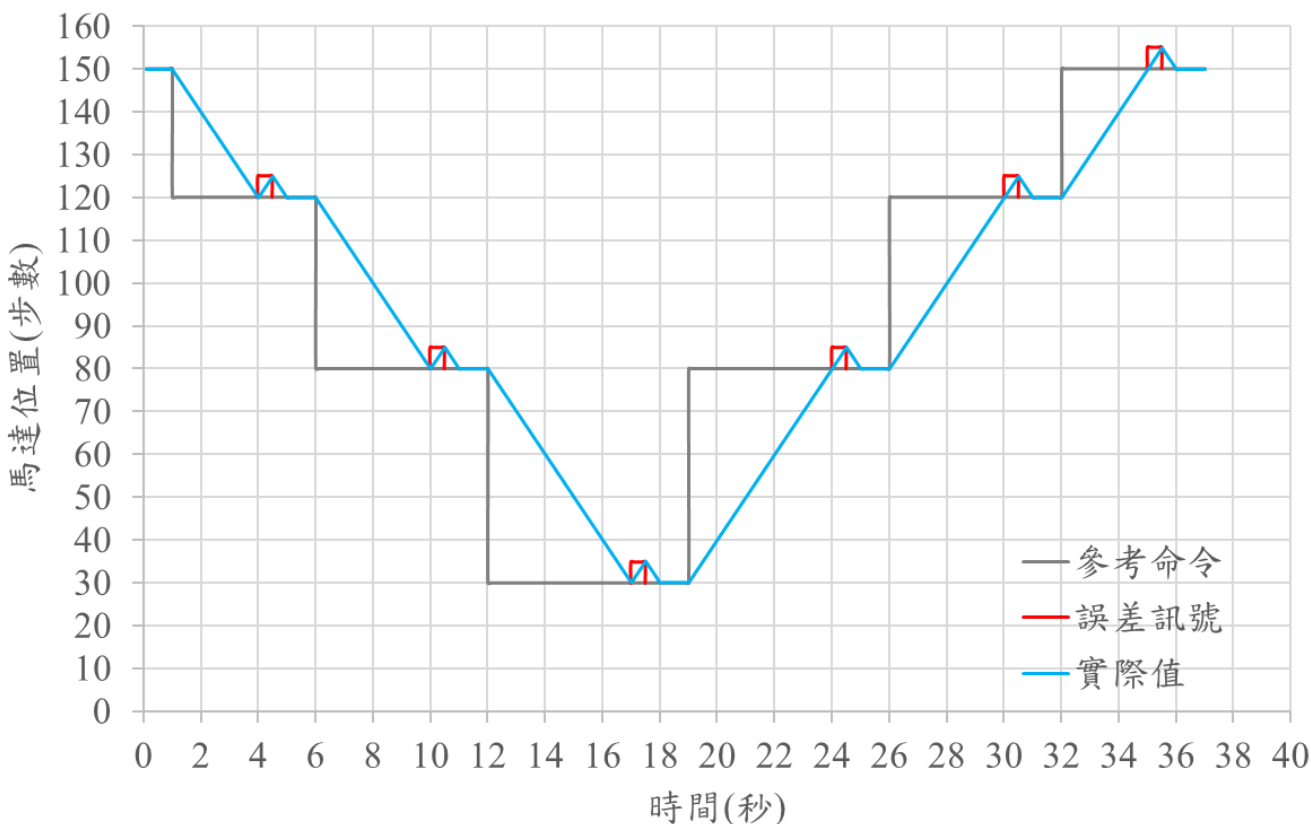
4A. 有干擾閉回路-時變響應測試(3rpm)

馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



4A. 有干擾閉回路-時變響應測試(3rpm)

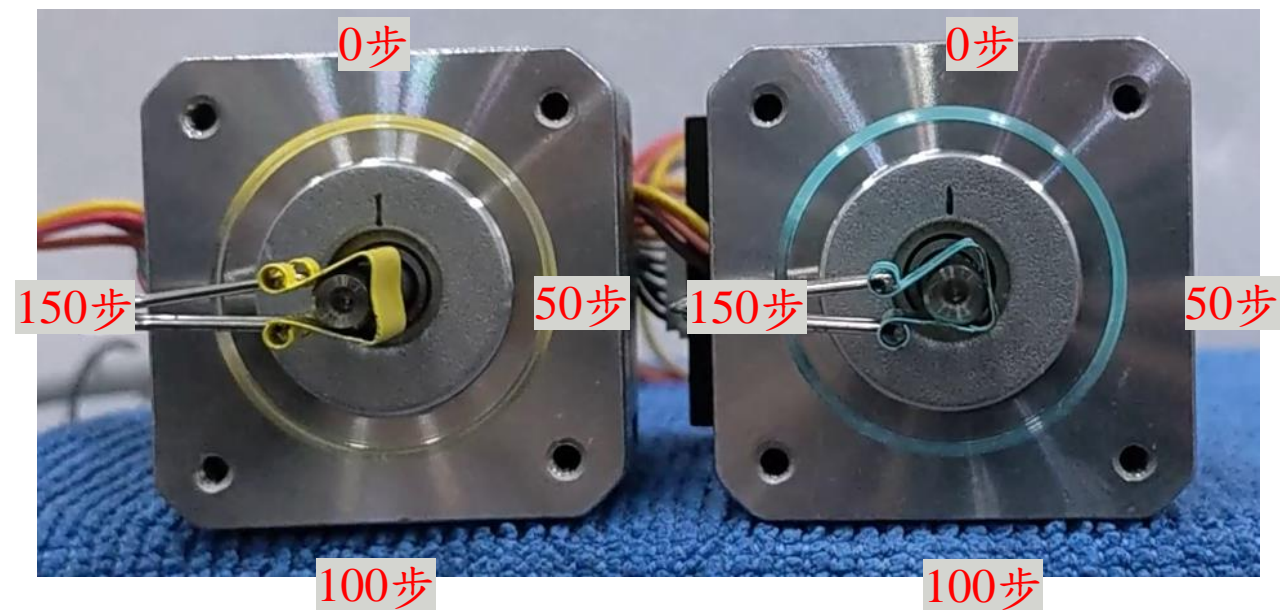
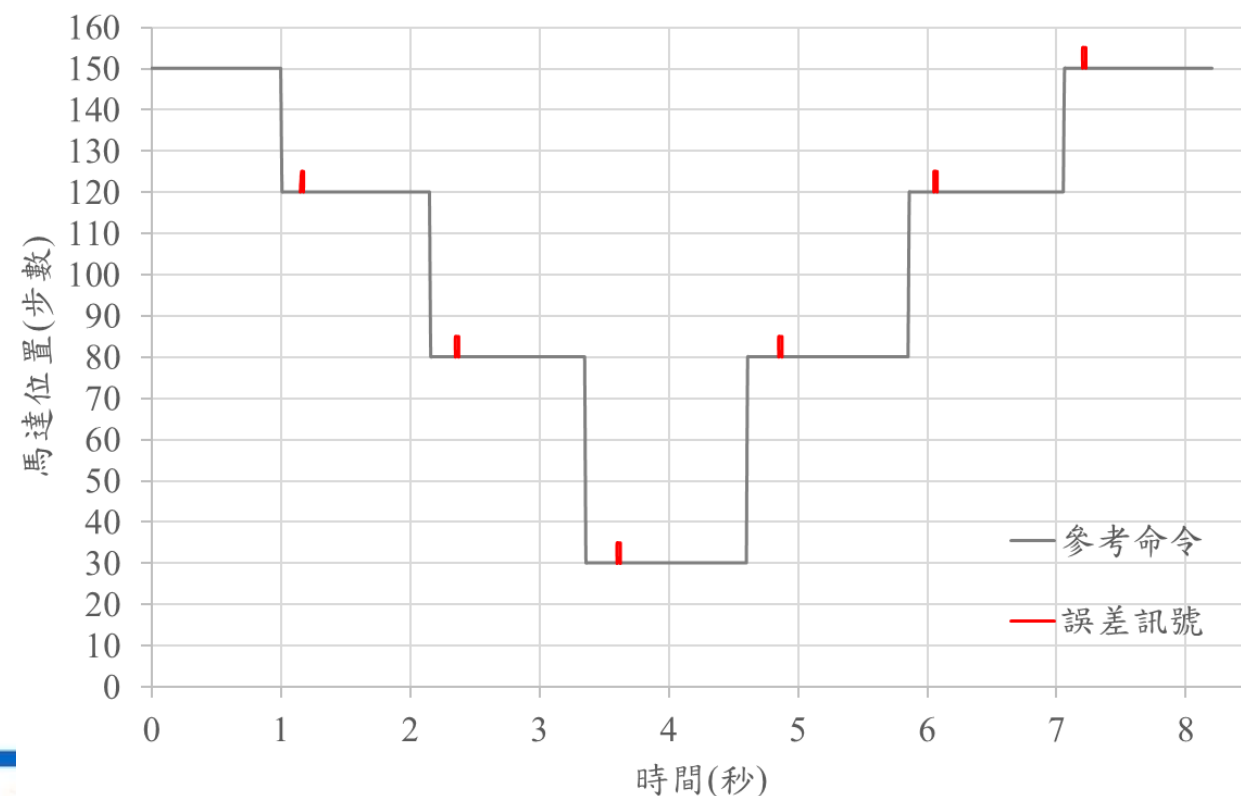
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步
時間(秒)	0~1	1~4	4~6	6~10	10~12	12~17	17~19	19~24	24~26	26~30	30~32	32~35	35~37



馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超越量/下衝量	安定時間	穩態誤差
反轉30步	2.4s	1.5s	5	4s	0
反轉40步	3.2s	2s	5	5s	0
反轉50步	4s	2.5s	5	6s	0
正轉50步	4s	2.5s	5	6s	0
正轉40步	3.2s	2s	5	5s	0
正轉30步	2.4s	1.5s	5	4s	0

4B. 有干擾閉回路-時變響應測試(60rpm)

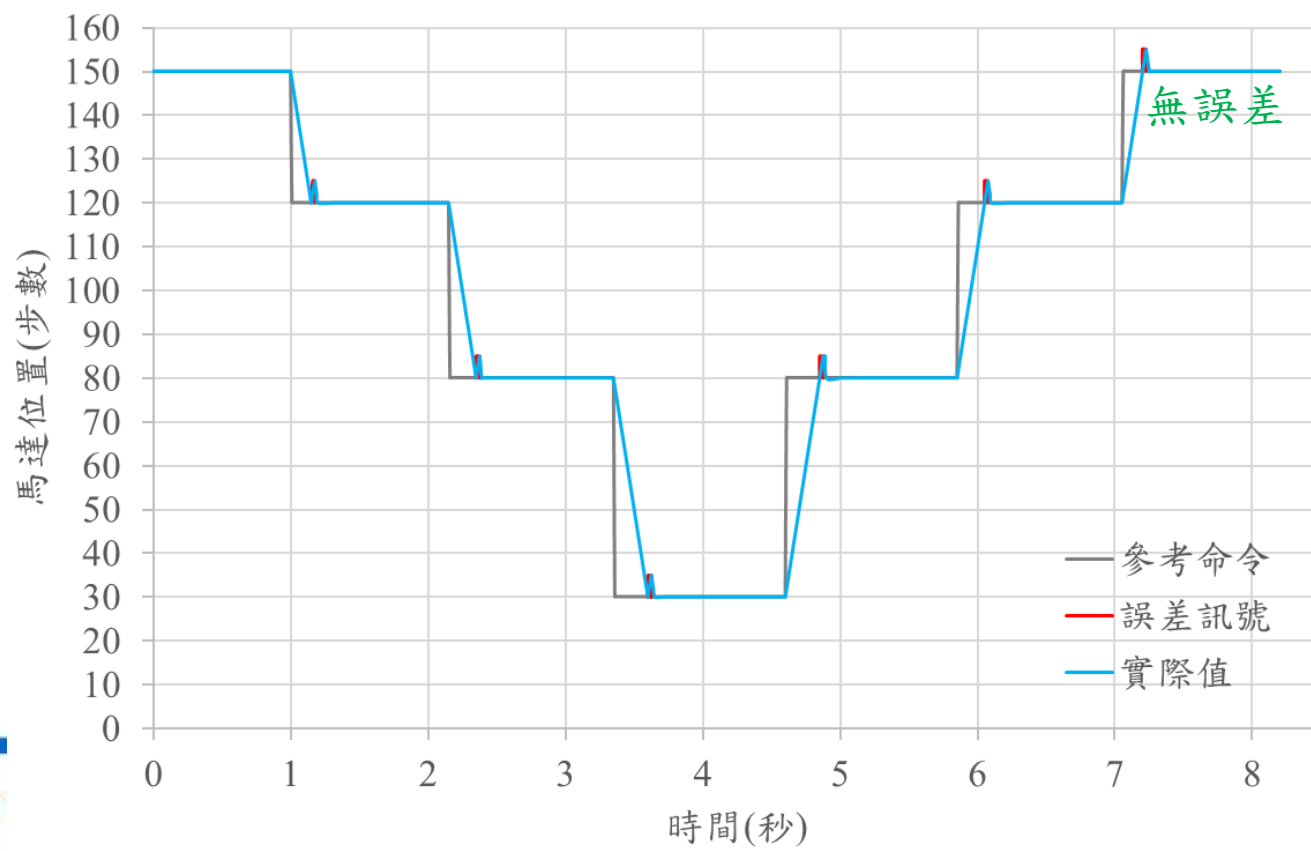
馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號正轉 5步
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



4B. 有干擾閉回路-時變響應測試(60rpm)



馬達指令	起始位置 (150步)	馬達反轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達反轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 50步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 40步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步	馬達正轉 30步	馬達停止 誤差訊號 正轉5步
時間(秒)	0~1	1~1.15	1.15~2.15	2.15~2.35	2.35~3.35	3.35~3.6	3.6~4.6	4.6~4.85	4.85~5.85	5.85~6.05	6.05~7.05	7.05~7.2	7.2~8.2



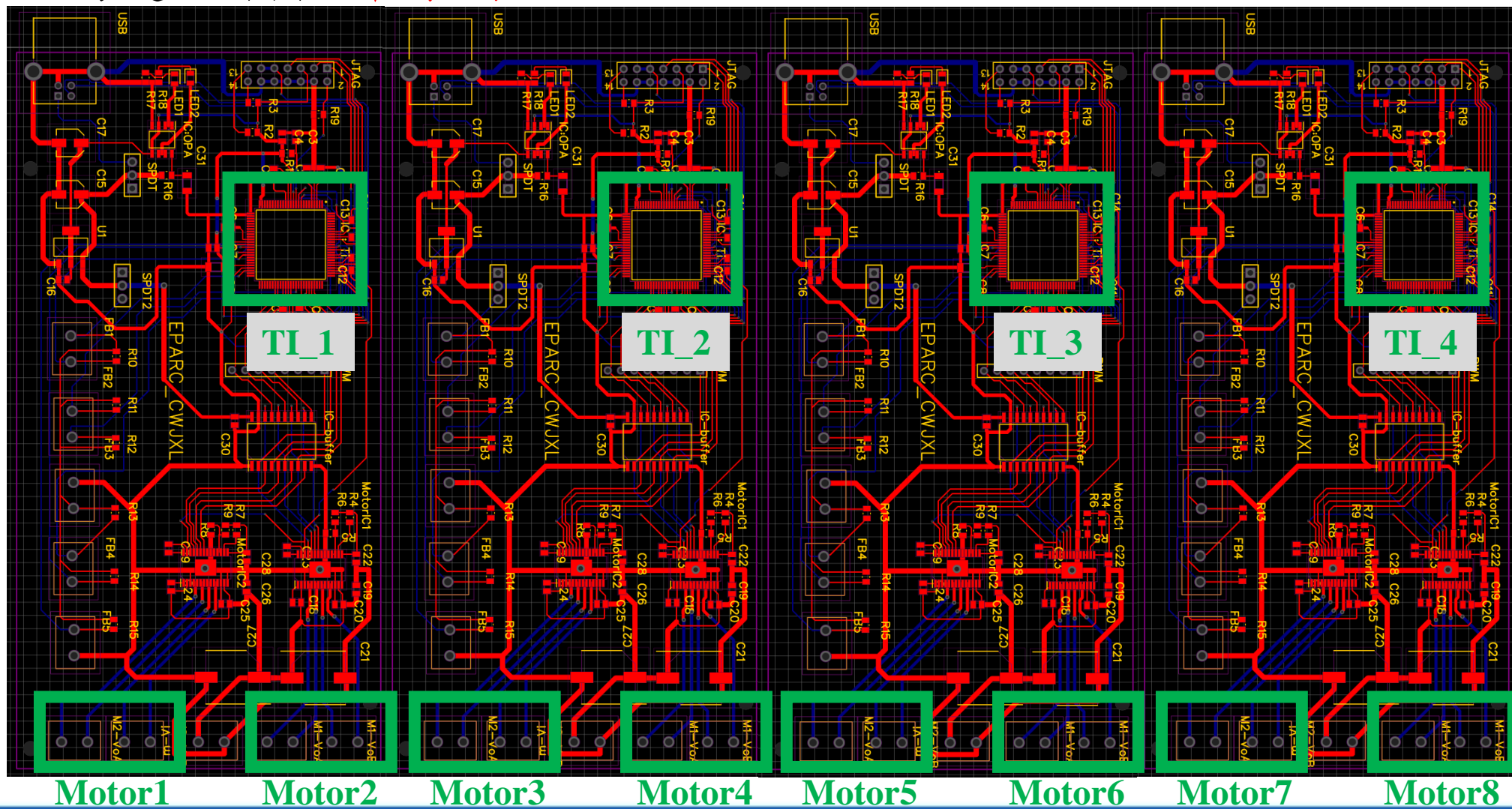
馬達命令	上升時間	延遲時間	最大超越量/下衝量	安定時間	穩態誤差
反轉30步	0.12s	0.075s	5	0.20s	0
反轉40步	0.16s	0.100s	5	0.25s	0
反轉50步	0.2s	0.125s	5	0.30s	0
正轉50步	0.2s	0.125s	5	0.30s	0
正轉40步	0.16s	0.100s	5	0.25s	0
正轉30步	0.12s	0.075s	5	0.20s	0

一. 馬達ST4118M1804B回授控制測試

二. 硬體電路製作

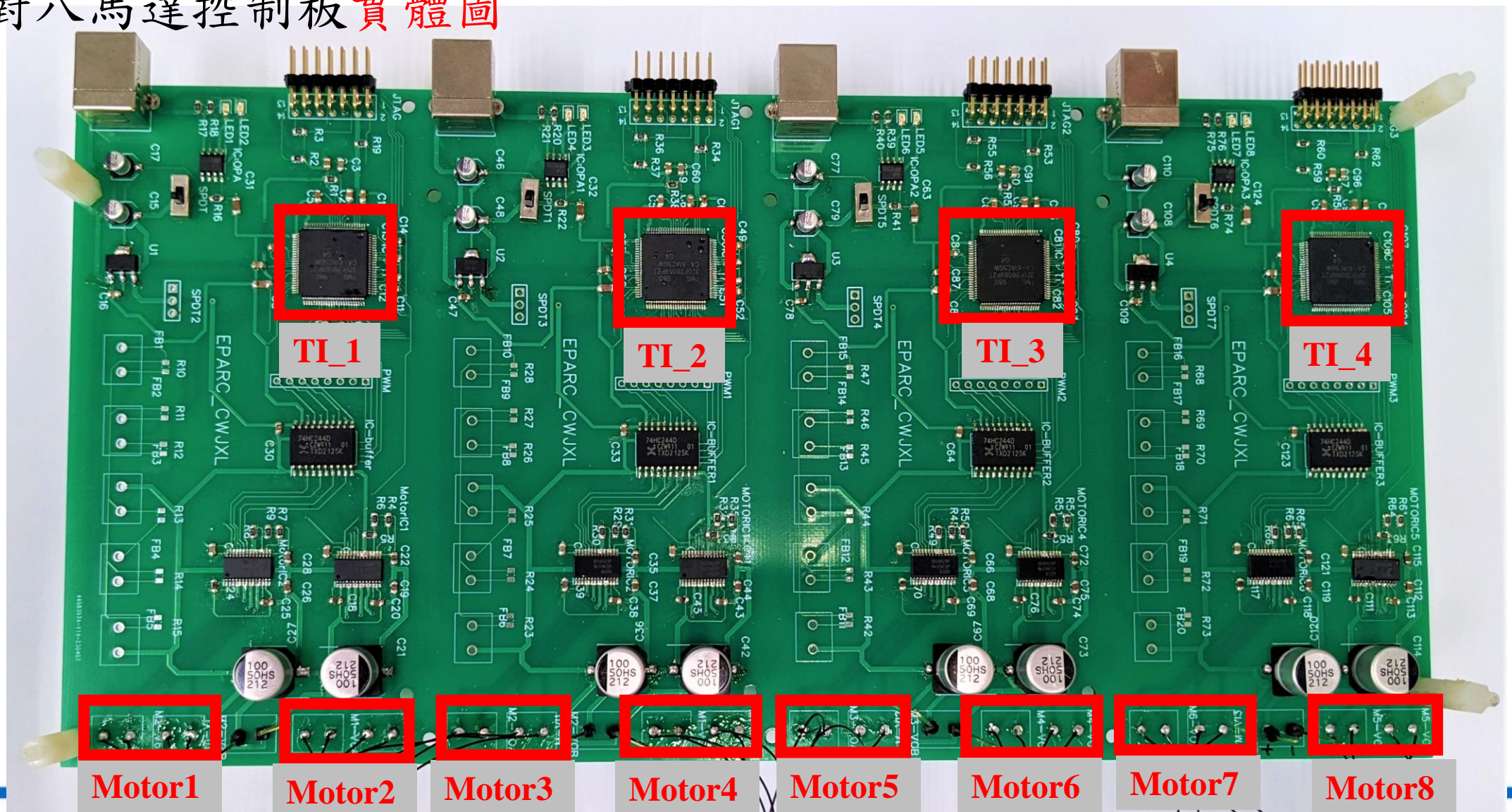
三. 未來工作

● 一對八馬達控制板佈線圖



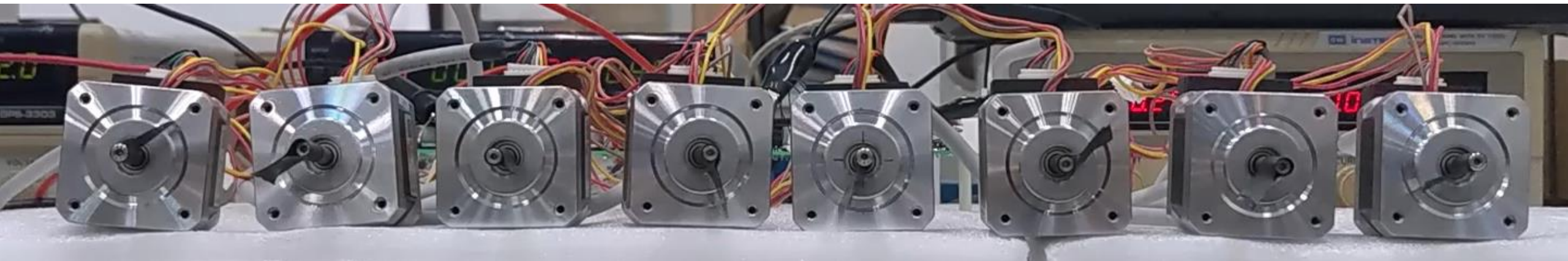
二. 硬體電路製作

一對八馬達控制板實體圖



二. 硬體電路製作

- 一對八測試影片



一. 馬達ST4118M1804B回授控制測試

二. 硬體電路製作

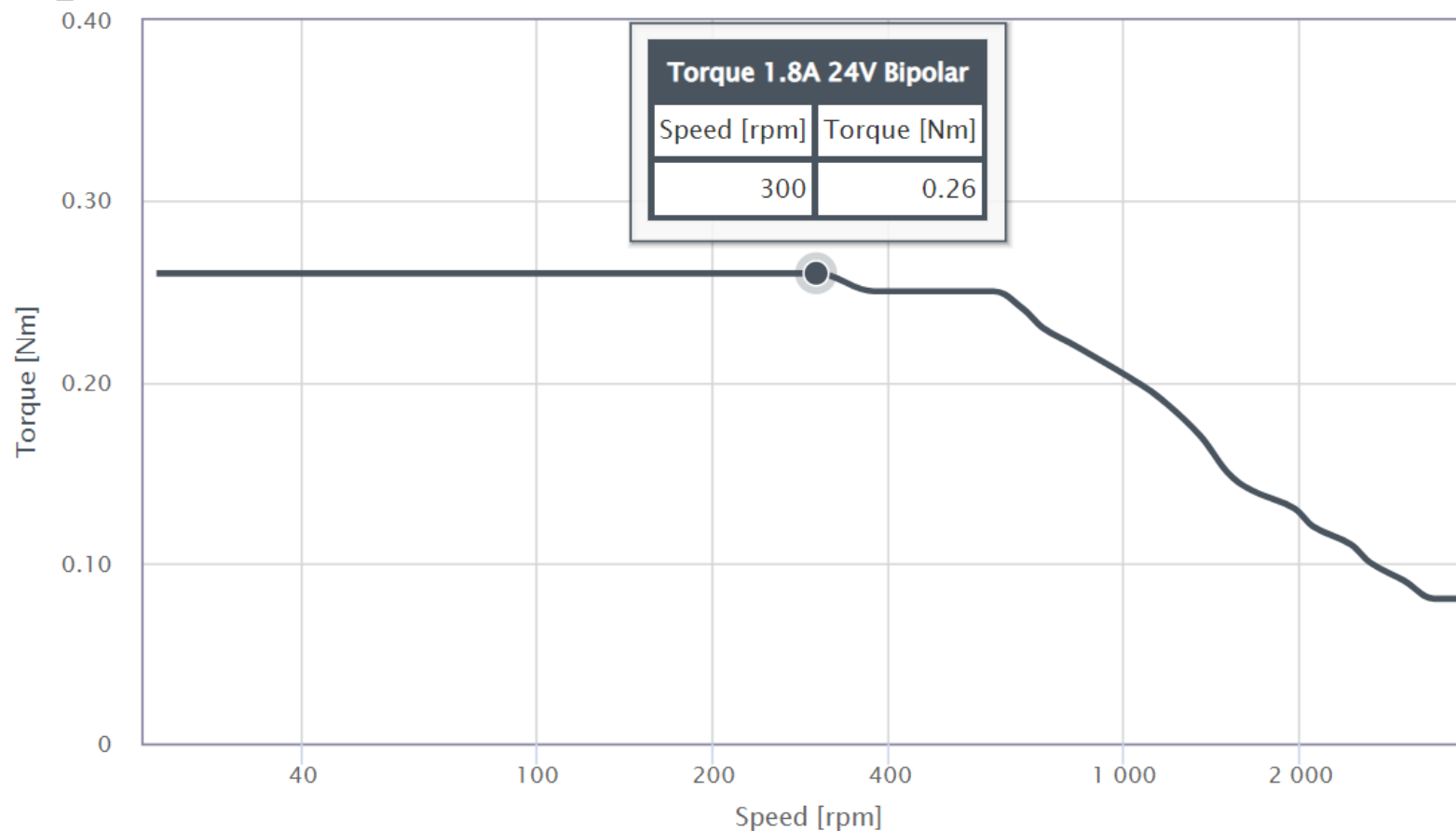
三. 未來工作

- 整理結案報告並燒錄成光碟
 - a. 簡報資料
 - b. 硬體電路Layout
 - c. 軟體控制程式
- 撰寫國科會計畫
 - a. 馬達驅動與控制電路擴充整合與優化
 - b. 強健控制系統設計與實現
 - c. 基於Labview之人機介面開發
 - d. 基於數位雙生之智能預測維護系統

Thanks for listening!

馬達ST4118M1804B

- 馬達型號ST4118M1804B：雙極1.8A、24V、扭矩為0.26Nm、轉速為300rpm（扭矩維持0.26Nm以上）。



馬達ST4118M1404B

- 馬達型號ST4118M1404B：雙極1.4A、24V、扭矩為0.234Nm、轉速為450rpm（扭矩維持0.23Nm以上）。

