

103年度流體傳動與自動化控制技術研討會

串聯式油壓混合動力平台設計與實驗



陳志鏗 教授
大葉大學機械與自動化工程學系

2014/08/29

System Dynamic Simulation and Control Lab



大綱

能源政策及商用產品現況

實驗台設計與測試

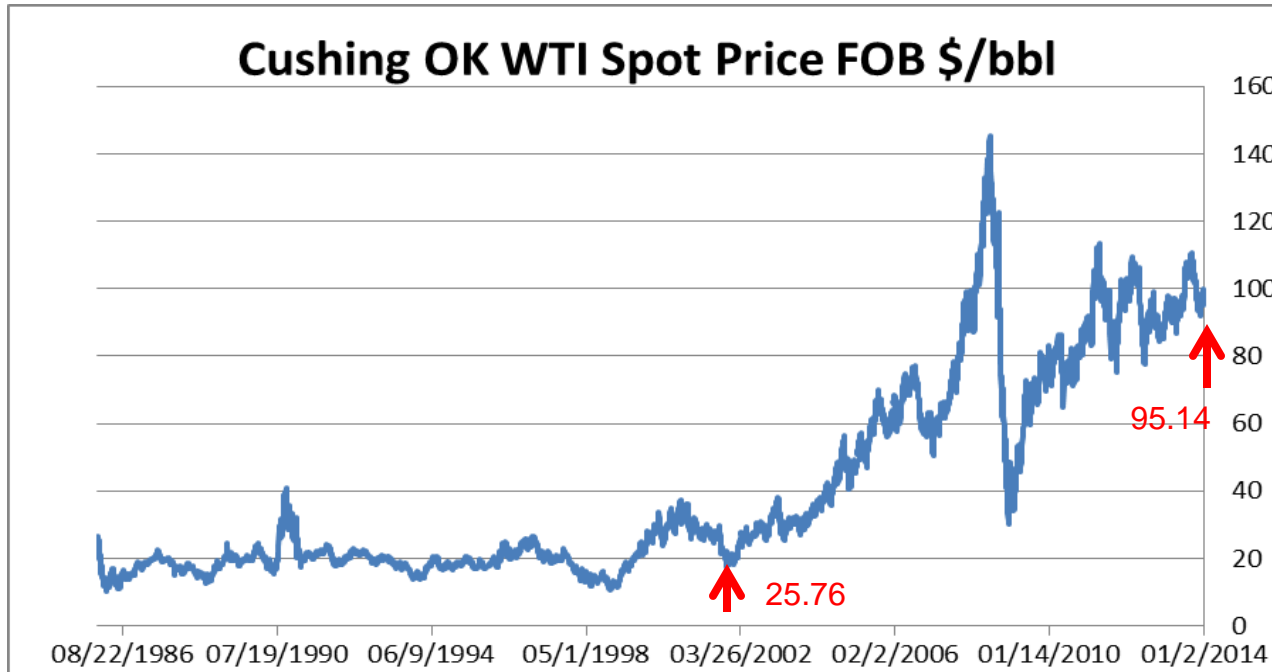
最佳化控制策略研究

未來研究方向



前言

- 國際原油飆漲近4倍
- 全球暖化及氣候變遷，面臨環境保護的困難
- 2015年後，各國車輛排放標準將趨嚴格



西德州原油 (West Texas Intermediate, WTI)

U.S. Energy Information Administration, "Spot Prices," http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_d.htm.



各國未來碳排及能耗標準

比較參考：2013年 Honda Fit 車種，車重1100 kg，排氣量1497 c.c.
市區11.08 km/l，高速17.63 km/l，平均14.5 km/l

國家	2015年後標準 (以EC歐盟測試標準)	
歐盟	碳排量：130 g/km 油耗量：19.2 km/l	
日本	碳排量：172 g/km 油耗量：18.6 km/l	
美國	碳排量：250 g/mile(172 g/km) 油耗量：15.1 km/l	(2016年後) (2016年後)
中國大陸	油耗量：14.3 km/l	
韓國	碳排量：140 g/km 油耗量：14.7 km/l	
台灣	碳排量：163 g/km 油耗量：14.1 km/l	(2013年底增訂排放標準)

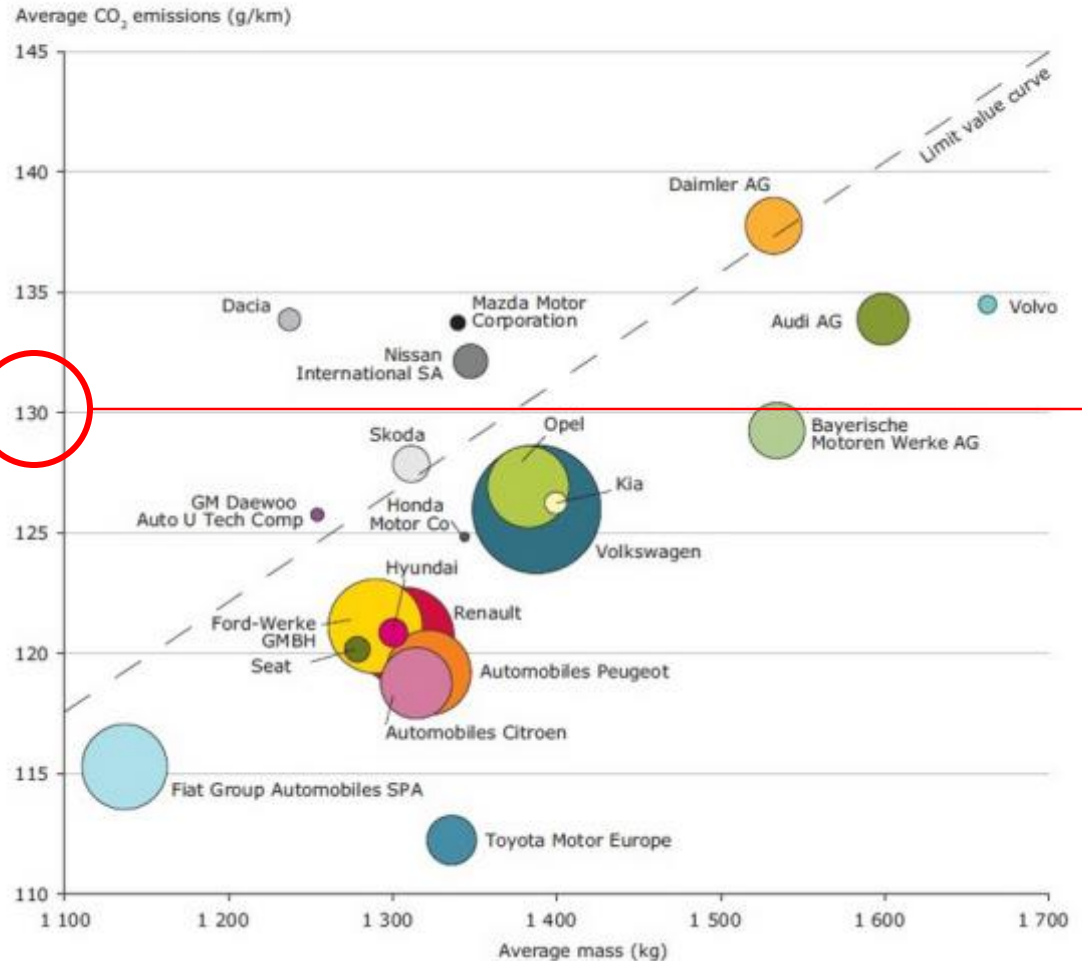


歐盟2012年車廠碳平均情況

- 2012年，歐盟國家新車平均碳排量為140.3 g/km
- 2015年開始強制規定製造業者出廠新車，平均碳排量必須要低於130 g/km

Figure: Distance to 2012 target by individual manufacturers in 2010 (only manufacturers registering > 100 000 vehicles in Europe)

2015

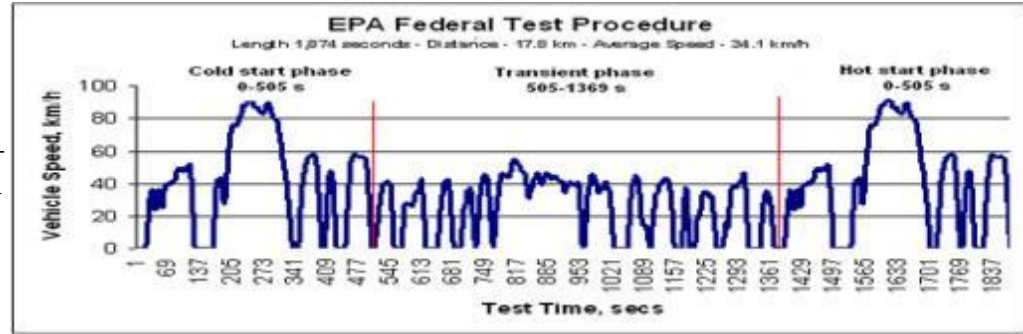




測試方式

美國 FTP-75

$$\text{測試值}(km/L) = \frac{1(km)}{\frac{0.55}{\text{市區油耗}(km/L)} + \frac{0.45}{\text{高速公路油耗}(km/L)}}$$

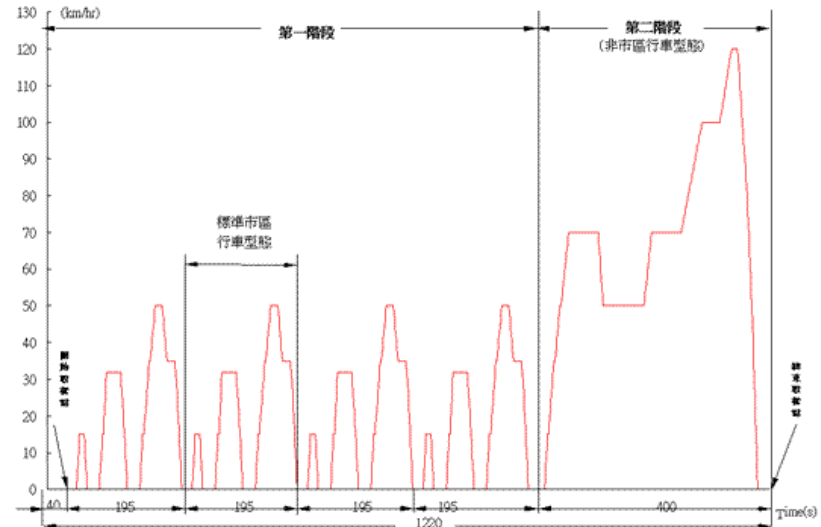


歐盟 1999/100/EC

市區測試：780秒，約4公里

高速公路測試：400秒，約7公里

$$\text{測試值}(km/L) = \frac{\text{市區測試里程}(km) + \text{高速公路測試里程}(km)}{\frac{\text{市區測試里程}(km)}{\text{市區油耗}(km/L)} + \frac{\text{高速公路測試里程}(km)}{\text{高速公路油耗}(km/L)}}$$



商用 HHV 發展現況



Delivey vehicle
運輸車輛

Off-Highway
非公路用車



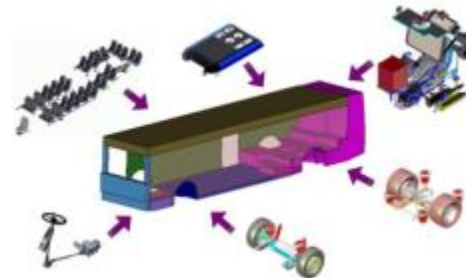
passenger car
自小客車





Altair公司、Parker公司

- BUSolutions 計畫，代號 LCO-140H，40英尺混合動力客車
- 採用全鋁車身和底盤設計輕量化設計，重量比傳統柴油客車輕10%
- Parker串聯式液壓混合系統





Lightning Hybrids

- 於科多拉多州 Loveland 市試運行 shuttle bus，實測提升40%燃油效率



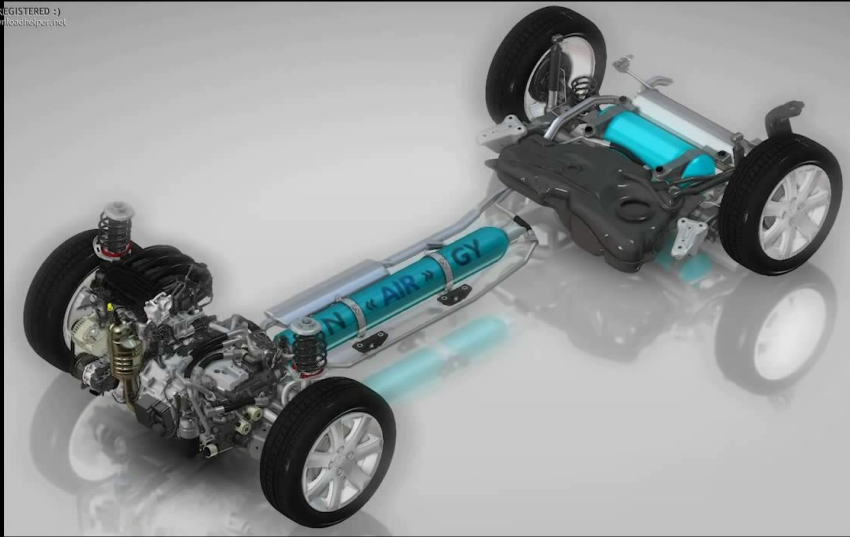
<http://lightninghybrids.com/>



Caterpillar 公司 336E H Hybrid 挖土機



PSA Peugeot Citroën



- 「Hybrid Air」空氣壓縮混合動力技術
- Peugeot-Bosch 合資計劃在2016年生產





大綱

能源政策及商用產品現況

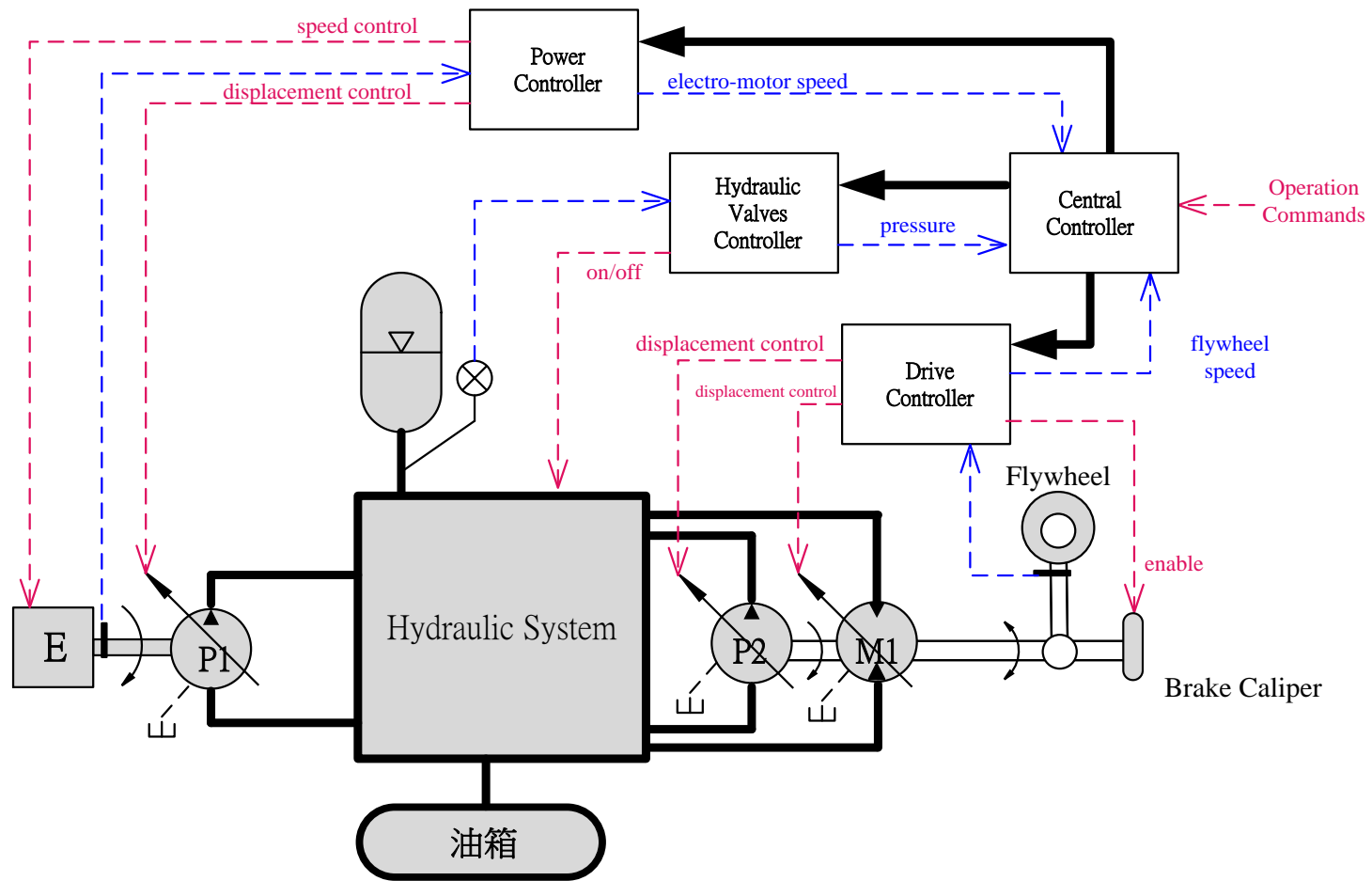
實驗台設計與測試

最佳化控制策略研究

未來研究方向



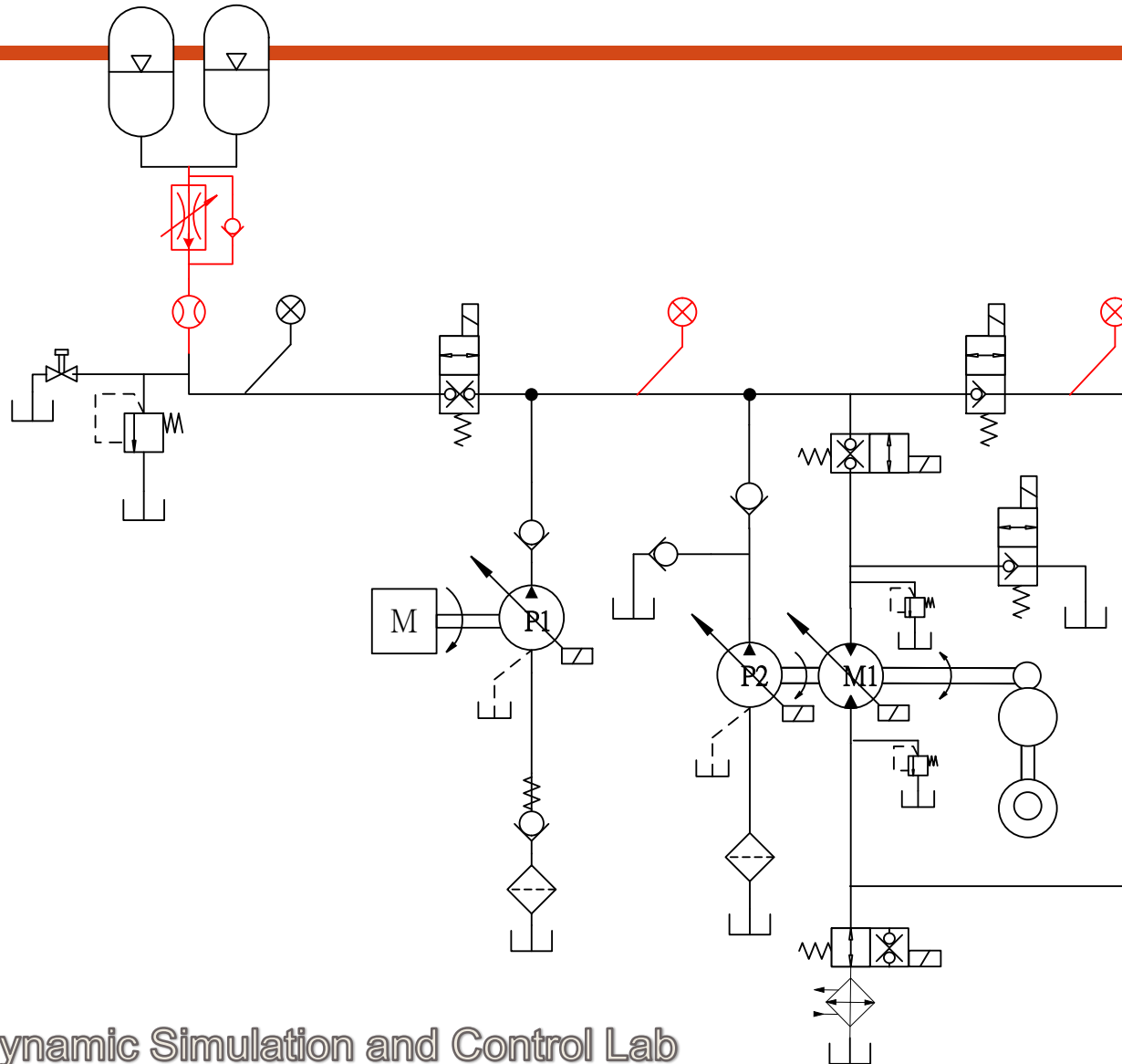
目前串聯式HHV實驗台系統架構



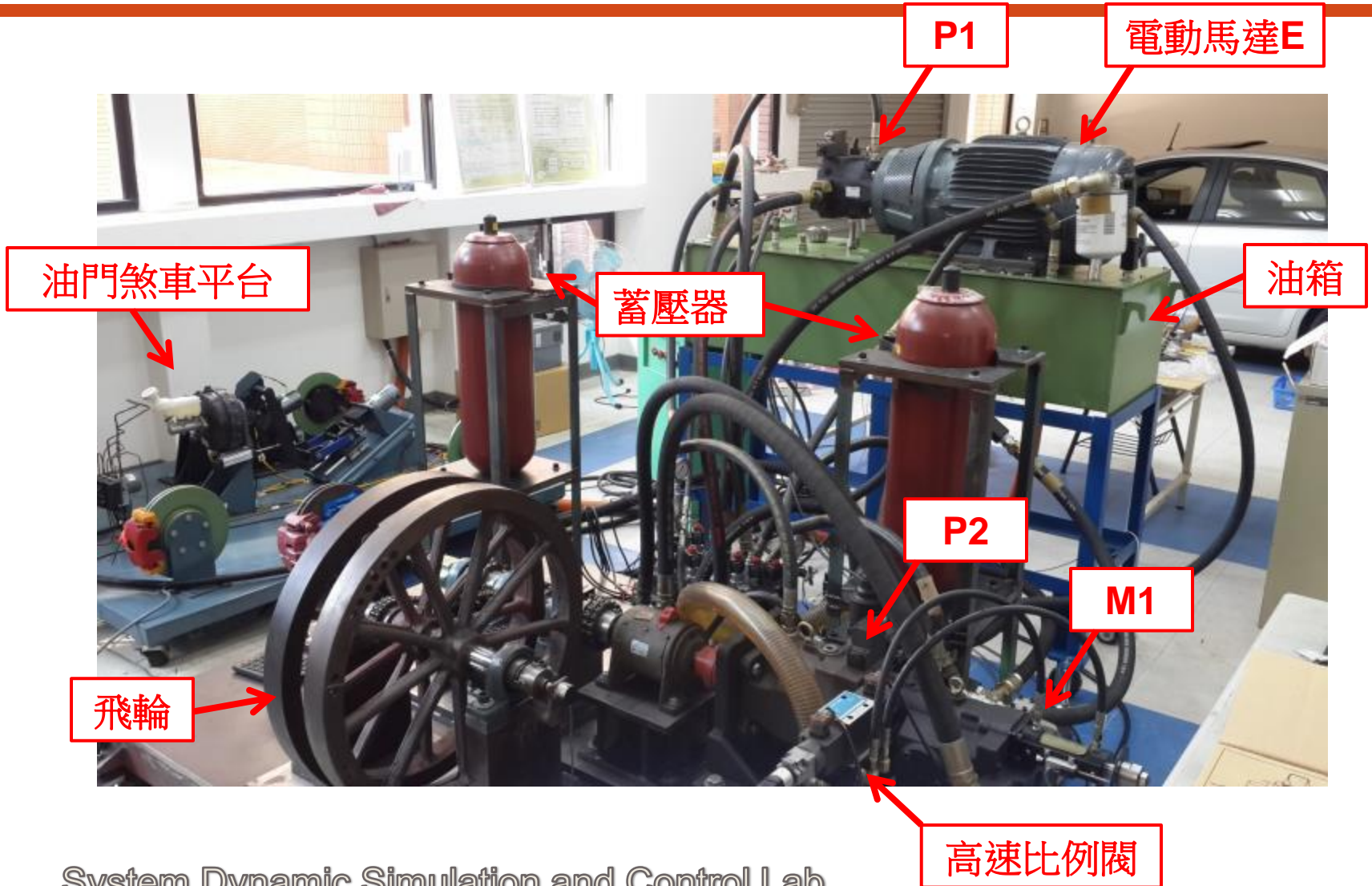
機械系統
 液壓油線
 控制訊號



實驗台油路圖

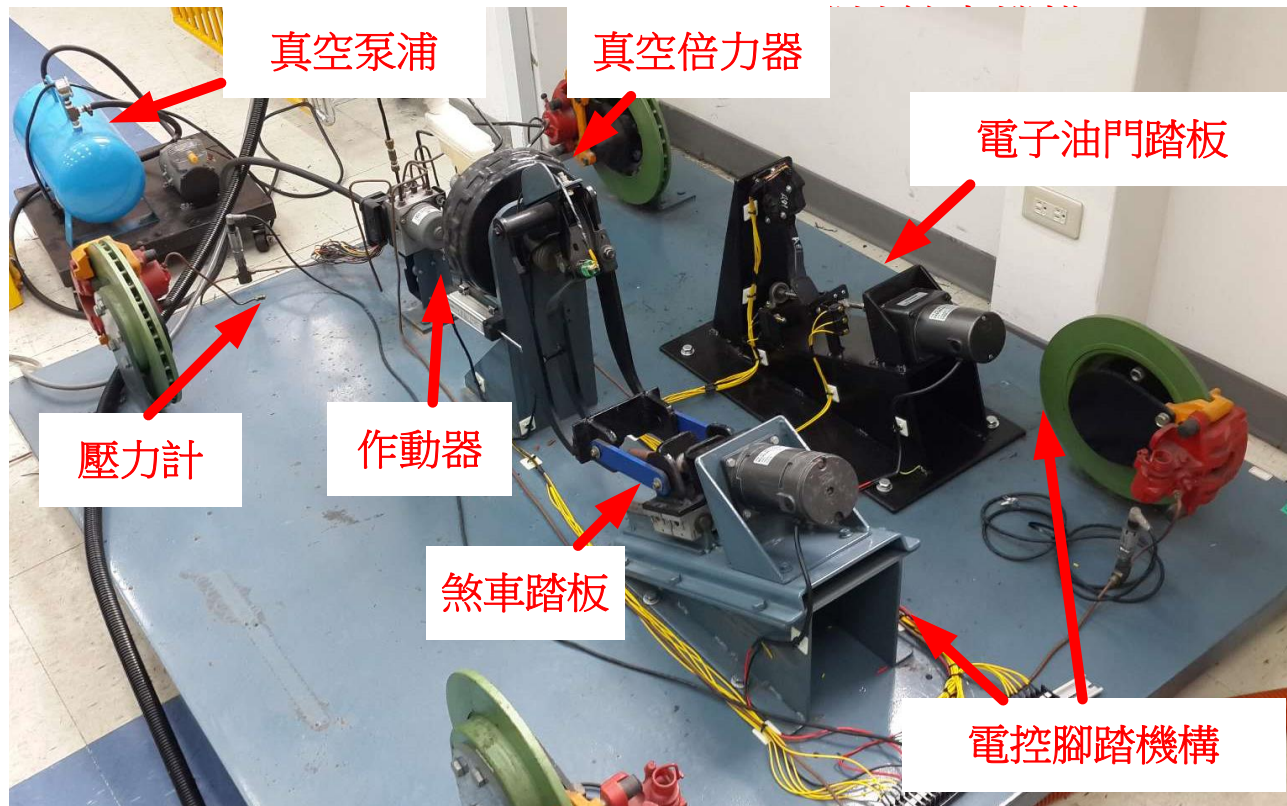


實驗台實際完成照片



硬體設備 - 油門煞車踏板平台

- 透過調控馬達控制腳踏速度、深度等動作，以模擬各種腳踏之行為，作為實際車輛駕駛方式的參考



硬體設備 - 電動馬達

- 群策電機公司之交流AC感應馬達取代引擎，並與油昇公司之定量泵浦P1連接，作為系統動力來源

馬達最高轉速	1740 rpm
馬達功率	30HP
液壓泵浦排量	65cc/rev





硬體設備 - 變頻器

- 寧茂企業之交流馬達變頻器，用來控制馬達變轉速使用

控制方式	PWN V/F純量控制
Input	0 ~ 10 V電壓訊號





硬體設備 - 蓄壓器

- 德國HYDAC賀德克公司進口之皮囊式蓄壓器，儲存高壓能量

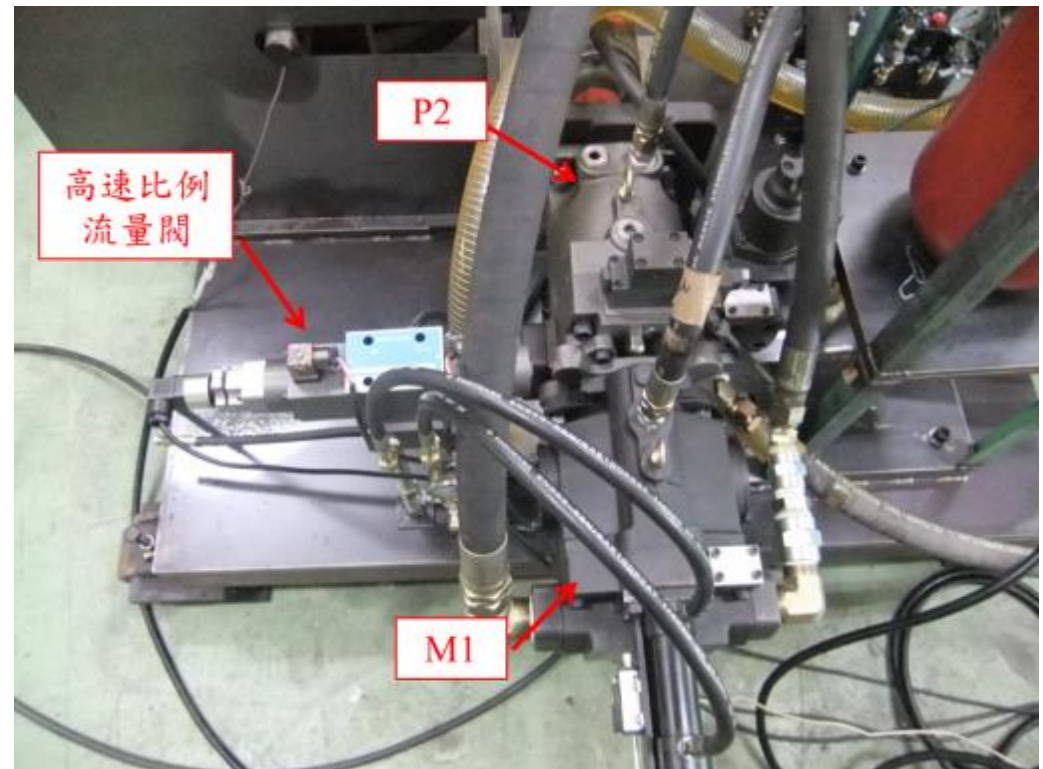
Model	SB330-20
容積	20 liter
有效容積	18.4 liter
最大工作壓力	330 bar
最大流量	15 liter/s
重量	50.5 kg



硬體設備 - 液壓泵浦/馬達

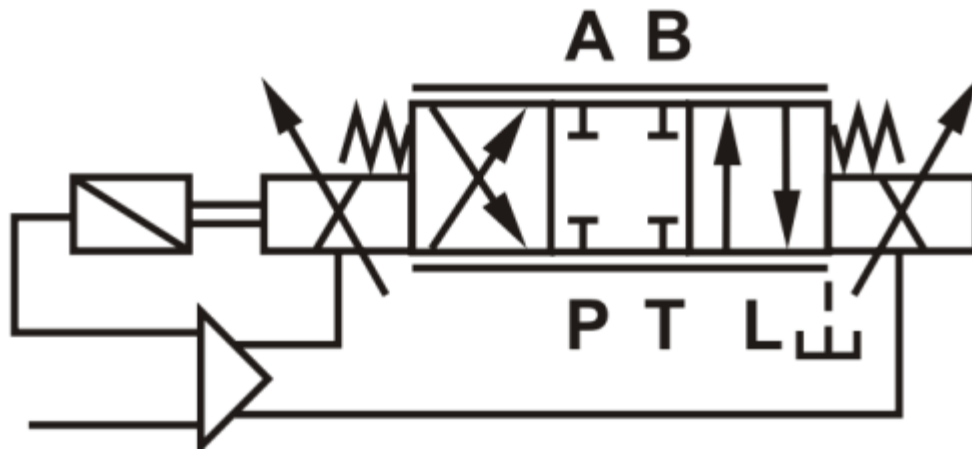
- 油昇油壓公司之可變量軸向柱塞泵浦及定量柱塞馬達改裝，並將兩元件同軸串聯

泵浦最大排量	80 cc/rev
馬達最大排量	70 cc/rev
最大使用壓力	350 bar
最高轉速	2000 rpm
最低轉速	300
重量	60 kg



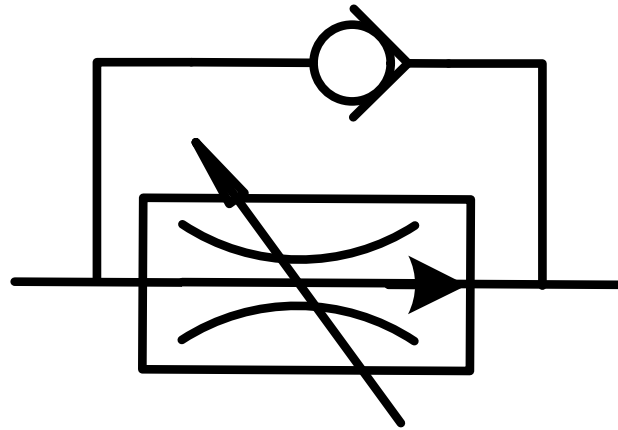
硬體設備 - 高速比例閥

- 控制前述液壓馬達排量改變之用，使用東峰空油壓公司所製電液壓比例控制閥



硬體設備 - 單向節流閥

- 避免蓄壓器在受壓狀態時釋出的瞬間流量過大，會對液壓馬達造成衝擊，使得馬達本身溢流閥被迫打開，形成能量損失，為武漢機械所提供客製化之單向電磁比例節流閥模組



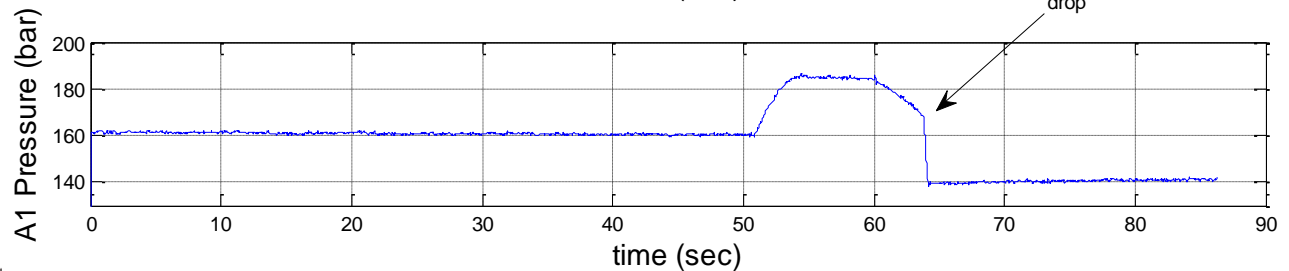
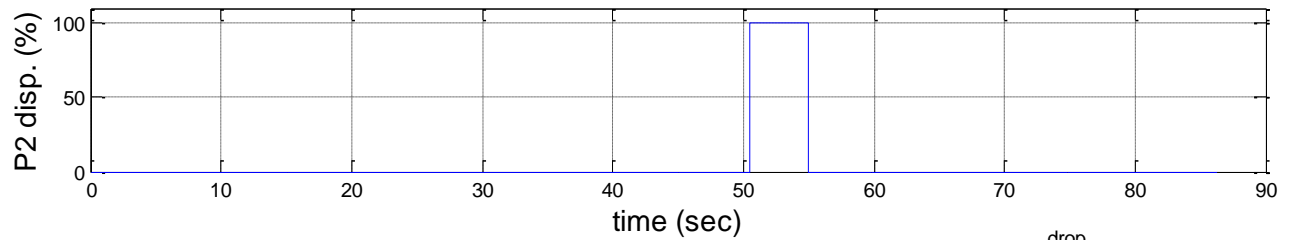
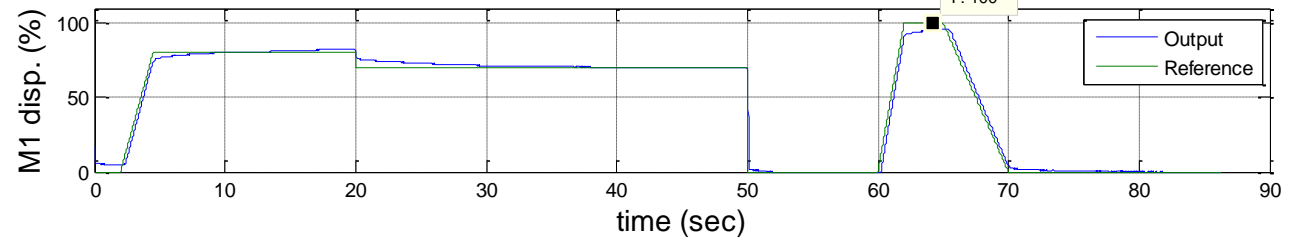
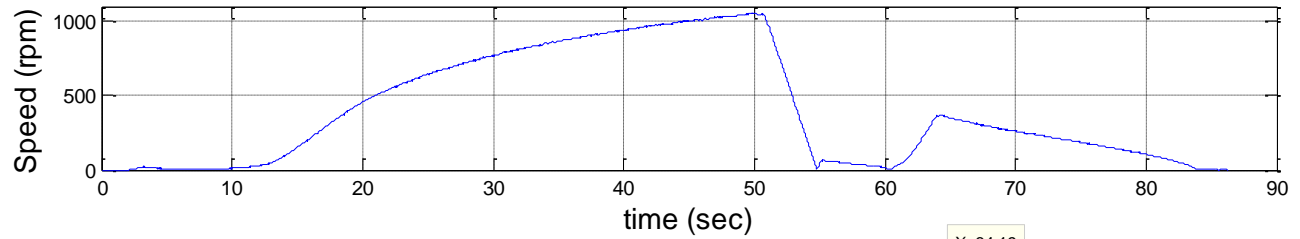
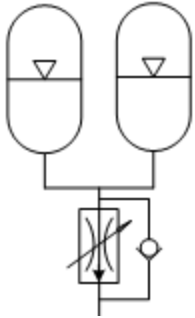


硬體設備 - 流量計

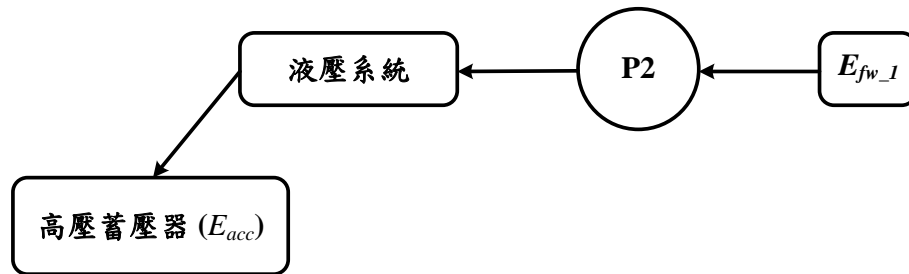
- 量測蓄壓器進出之流量，為Webtec所產之雙向渦輪流量計



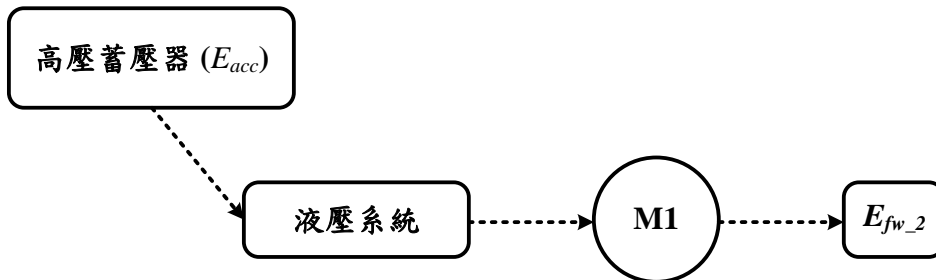
開迴路測試 - 加入單向節流閥前



- 透過開迴路測試，藉由實驗實測方式探討相關二次元件效率問題



$$\text{回收效率} = \frac{E_{acc_1}}{E_{fw_1}} = \frac{\frac{P_0 V_0}{n-1} \left[\left(\frac{P_0}{P_1} \right)^{\frac{1-n}{n}} - 1 \right]}{\frac{1}{2} I \omega_1^2}$$



$$\text{再利用效率} = \frac{E_{fw_2}}{E_{acc_2}} = \frac{\frac{1}{2} I \omega_2^2}{\frac{P_0 V_0}{n-1} \left[\left(\frac{P_0}{P_2} \right)^{\frac{1-n}{n}} - 1 \right]}$$



大綱

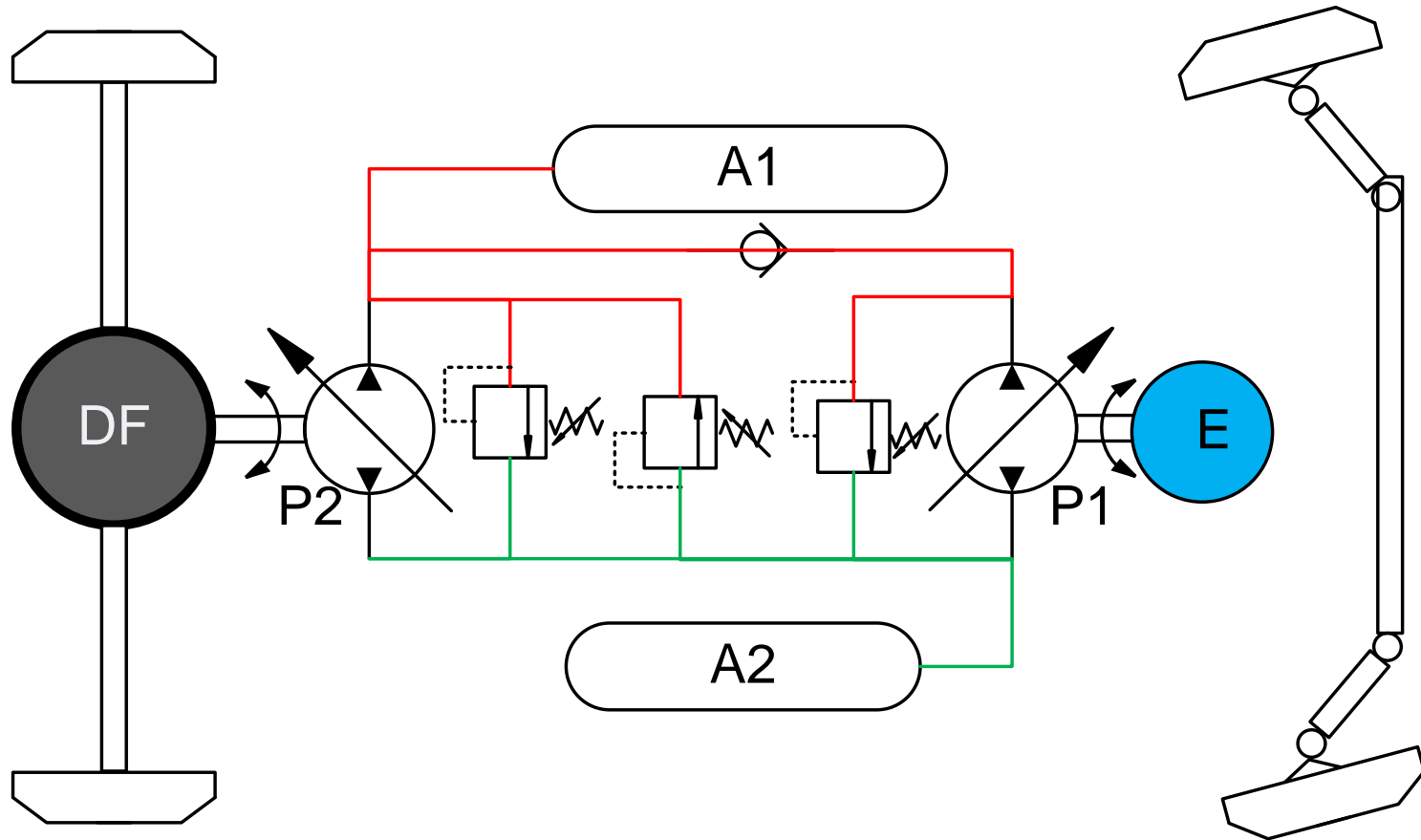
能源政策及商用產品現況

實驗台設計與測試

最佳化控制策略研究

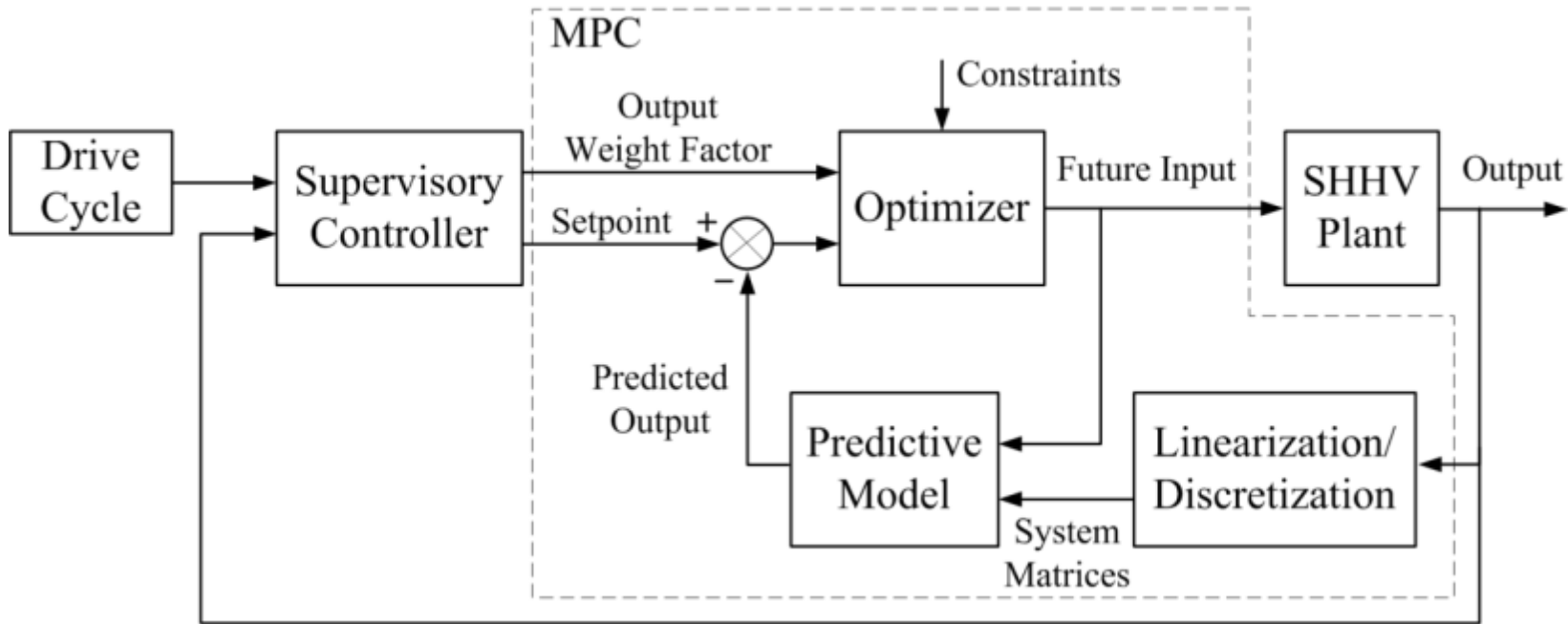
未來研究方向

The Series Hydraulic Hybrid Scheme



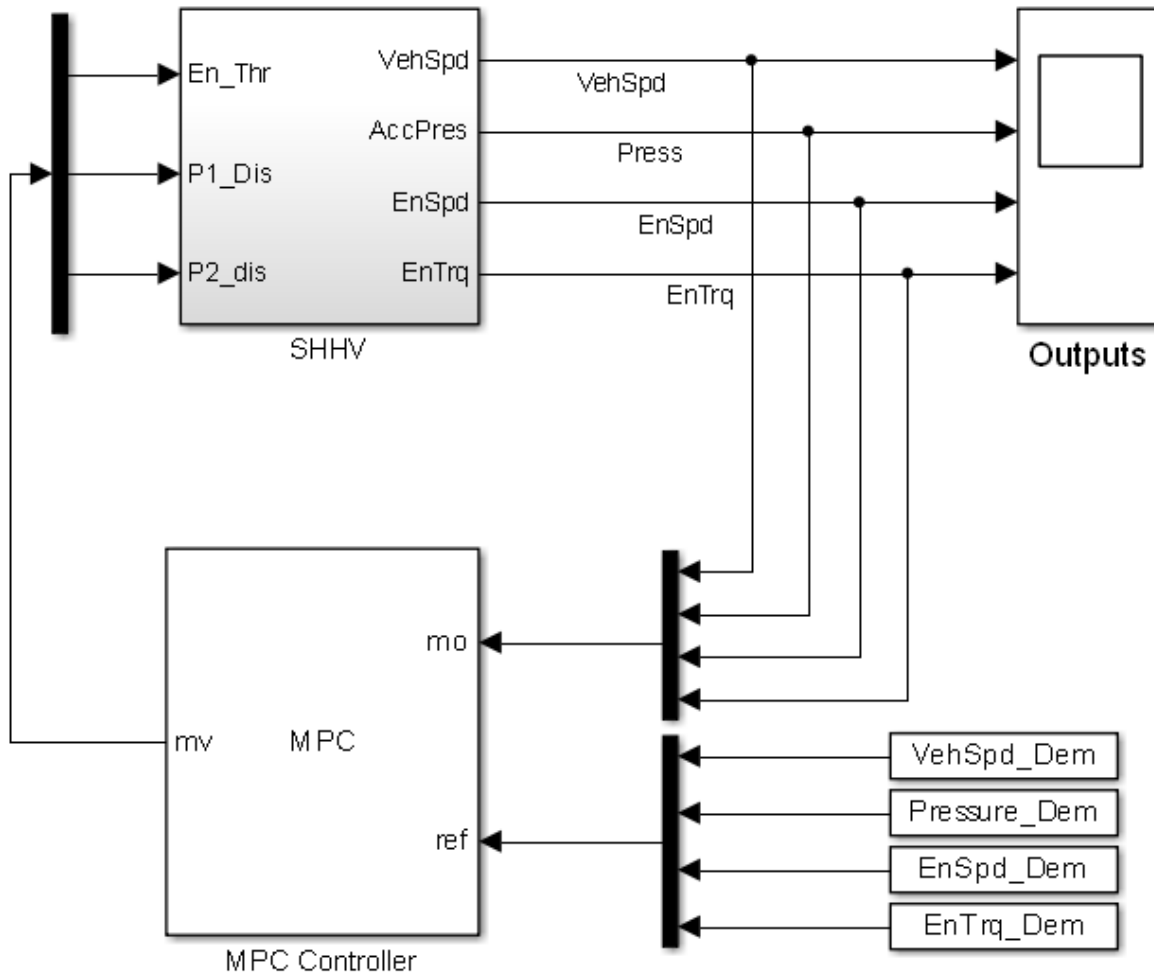


系統方塊圖

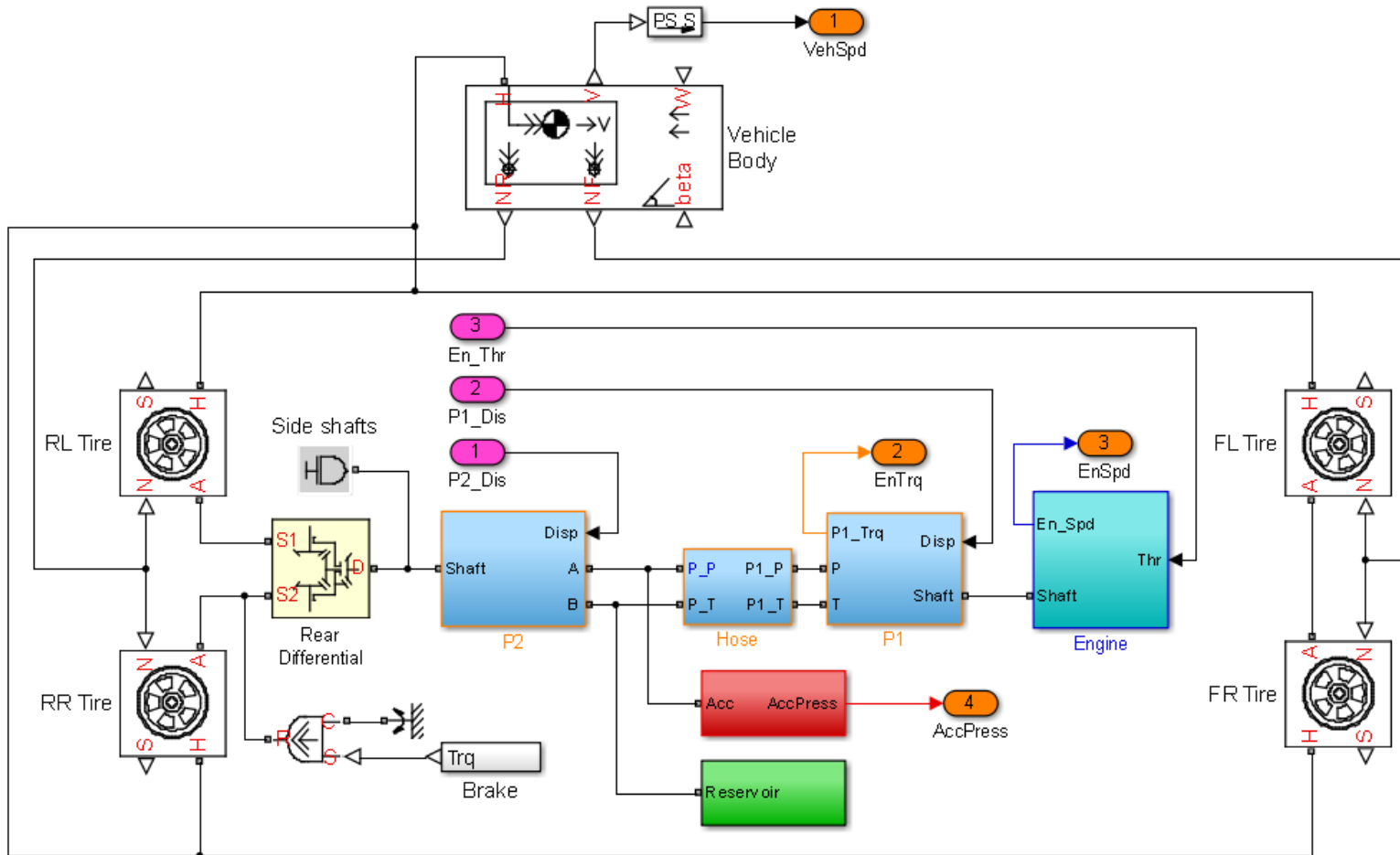




Model Predictive Control System



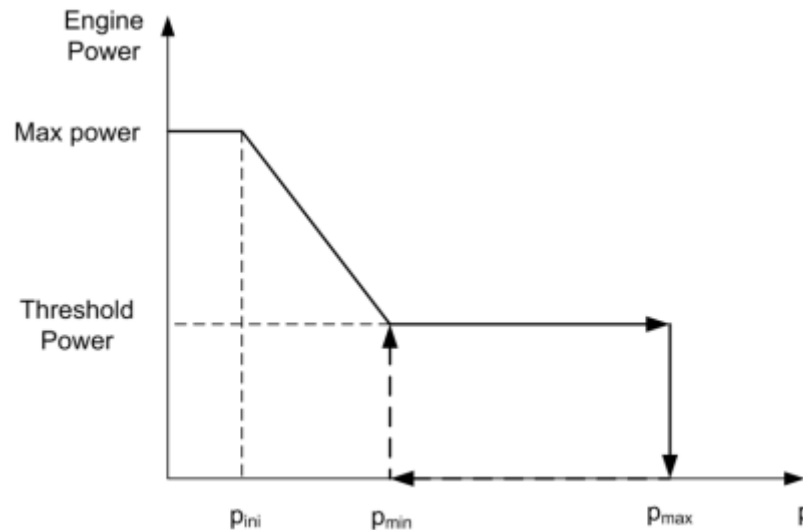
Simulink model





Supervisory

Thermostatic Control Strategy

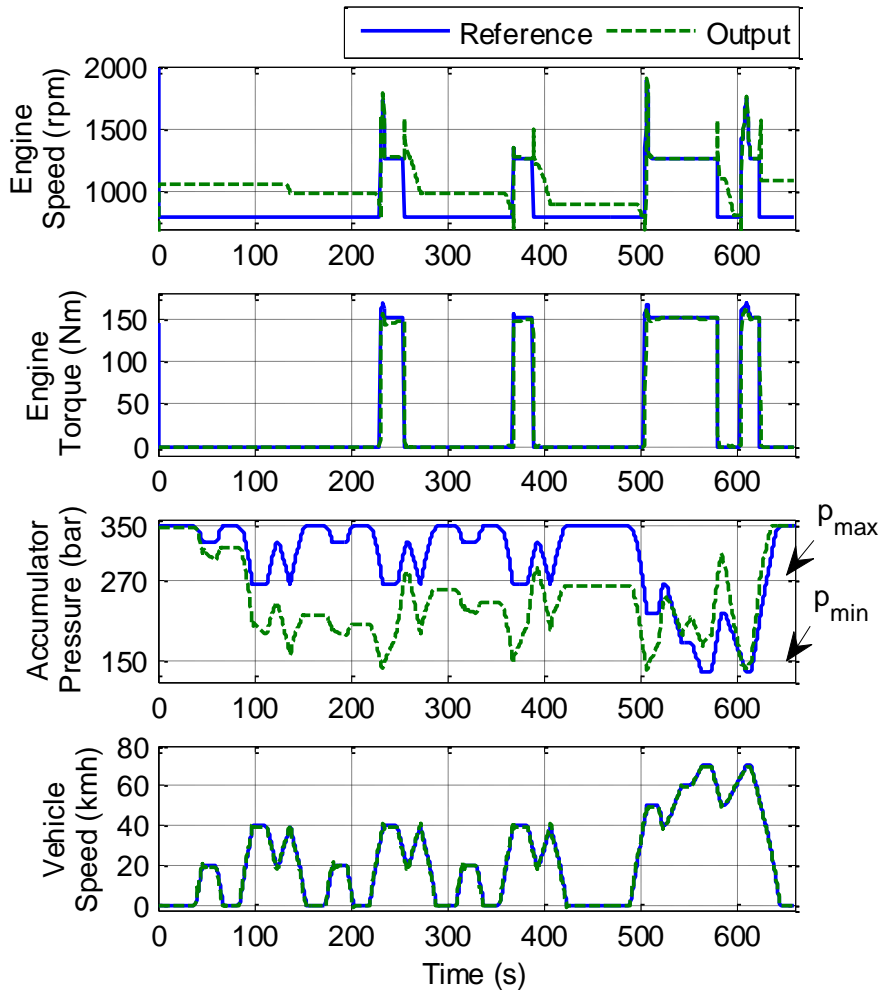


Modulated-pressure Control Strategy

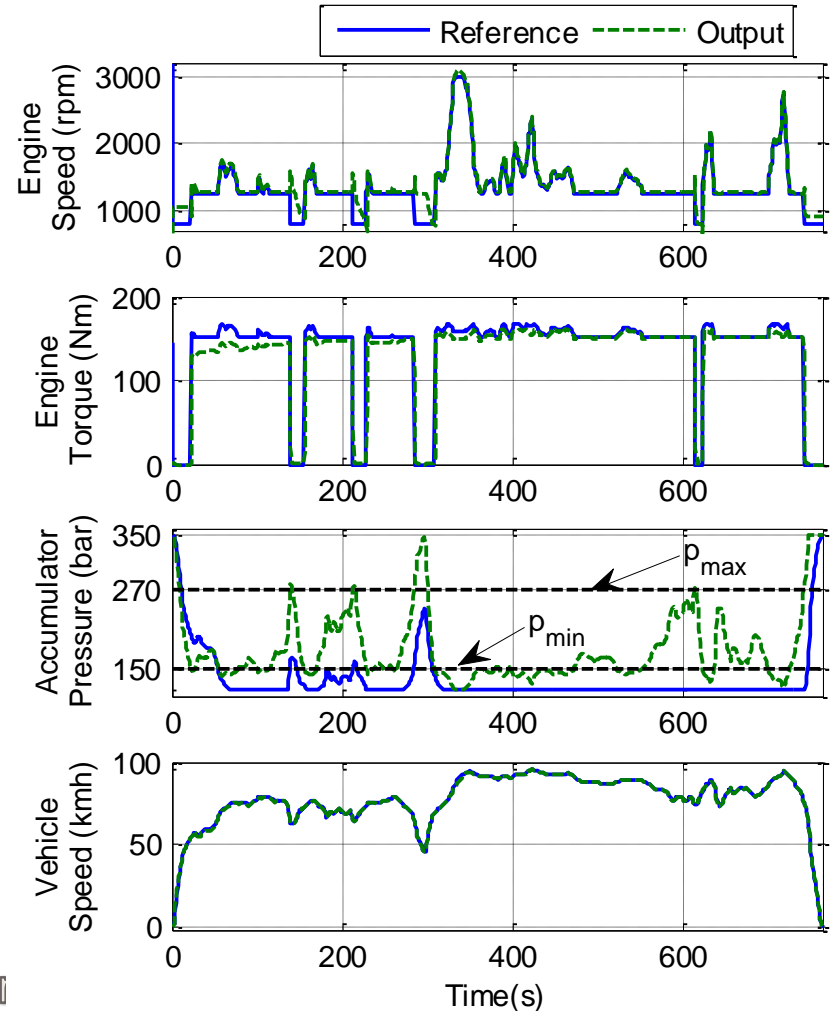
$$P_{eng} = K_p (p_{ref} - p) + K_i \int (p_{ref} - p)$$

Thermostatic-MPC

Japan 1015

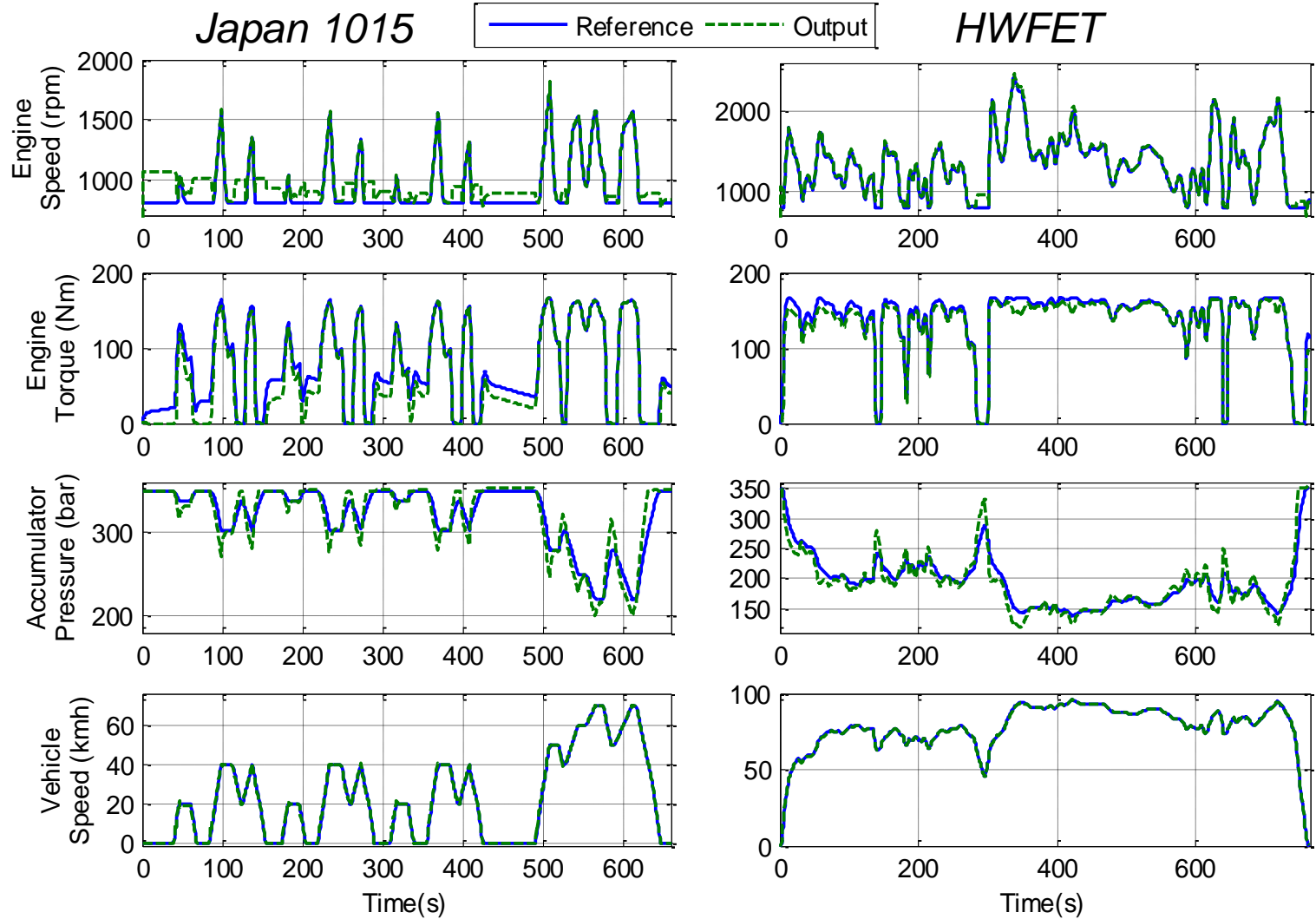


HWFET





Modulated-MPC





MPC-based and PID-based Comparison

Driving Cycle		Japan 1015		HWFET	
		FE (Km/L)	Outputs Root-Mean-Square-Error [rpm; Nm; bar; Km/h]	FE (Km/L)	Outputs Root-Mean-Square-Error [rpm; Nm; bar; Km/h]
Control Scheme	Thermostatic	9.541	[225.81; 13.06; 82.79; 1.04]	11.16	[154.81; 18.23; 57.53; 0.404]
	Modulated	10.25	[124.08; 17.14; 6.016; 1.05]	11.45	[82.942; 07.83; 15.24; 0.390]
PID	Thermostatic	8.98	[221.51; 25.53; 97.56; 0.23]	9.13	[256.06; 64.39; 170.82; 0.19]
	Modulated	7.052	[65.392; 6.01; 11.52; 0.173]	8.77	[142.38; 30.89; 26.48; 0.175]



大綱

能源政策及商用產品現況

實驗台設計與測試

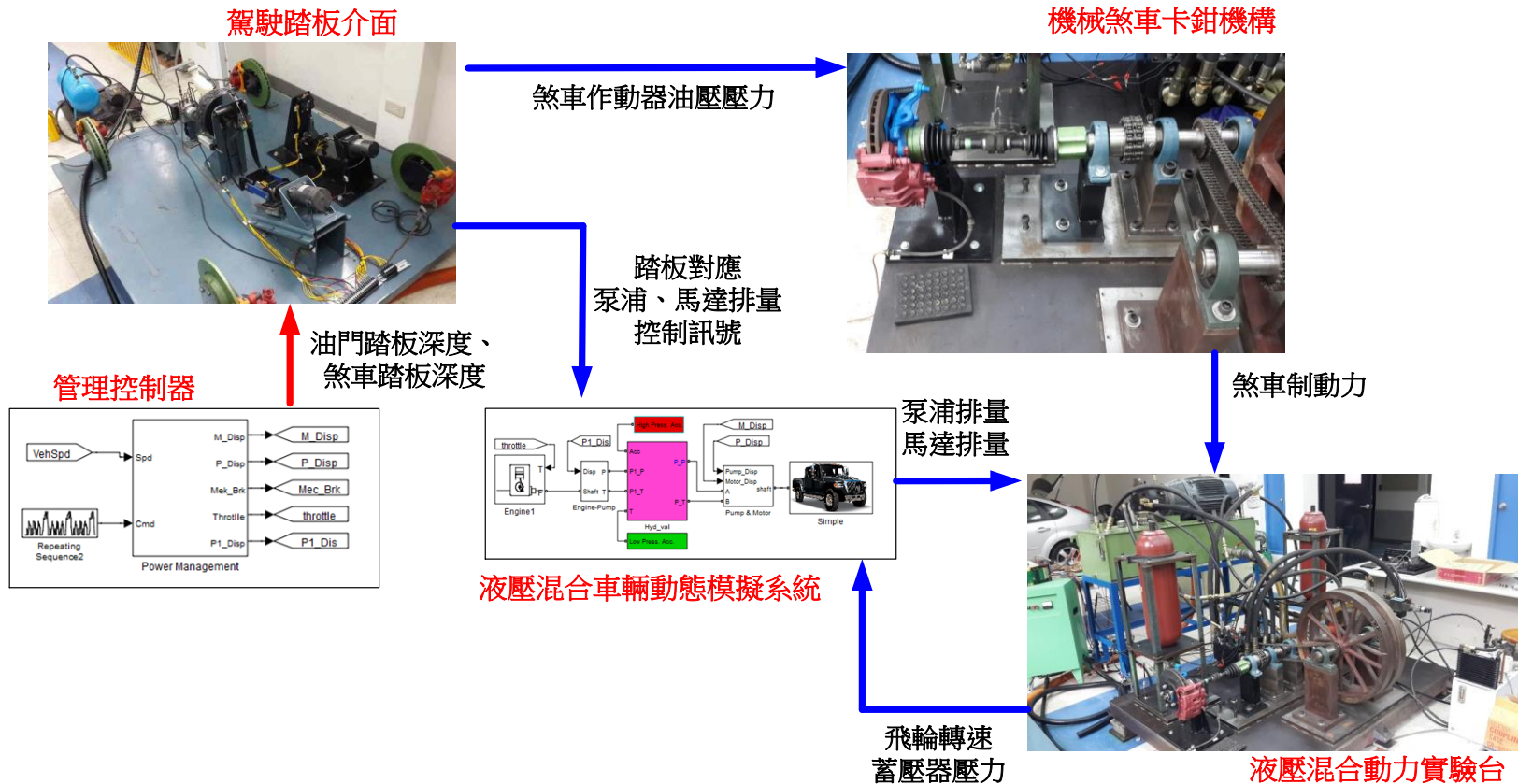
最佳化控制策略研究

未來研究方向

基本功能測試之架構圖

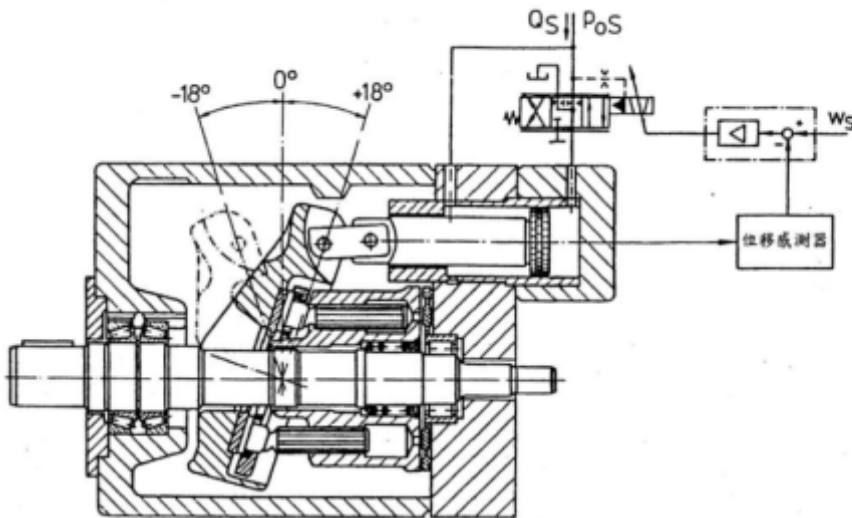
(1) HHV 實驗台整合踏板介面開迴路HIL模擬

目的為測試各元件、機構個別、同時運作的性能

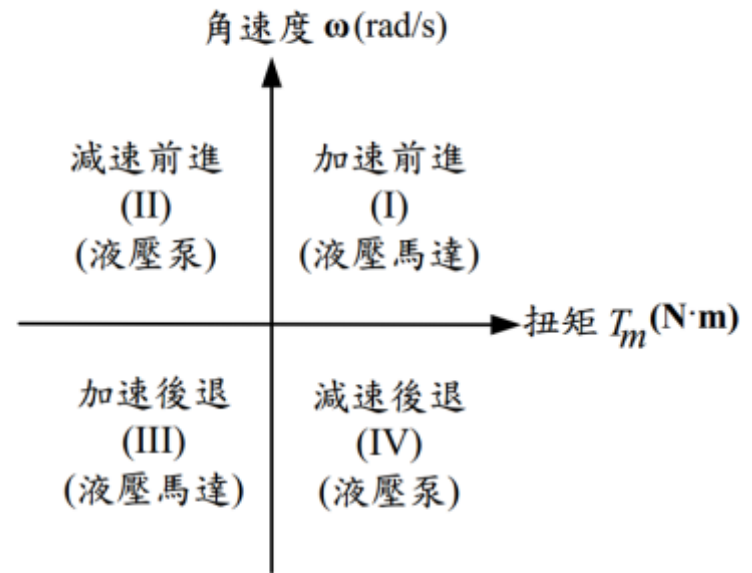


基本功能測試之架構圖

(2)可變量泵浦/馬達實作



可變量泵/馬達結構剖面圖



可變量液壓泵/馬達四個工作象限



報告完畢

Q&A