



二期劇場



小葉禮仁林蔭大道



# 串聯式液壓混合動力車(HHV)研究與發展



日式造景



官院大樓後方道路



小葉禮仁林蔭大道

陳志鏗 教授  
大葉大學機械與自動化工學系



# 大綱

液壓混合動力車簡介

- 液壓混合系統原理
- 實際商業產品

液壓混合動力系統模擬

液壓混合動力硬體與實車測試

結論



# 混合動力系統的發展現況

- **混合動力車輛**是使用二種能源以上動力來源的車輛，目前混合動力車大多為**油電混合**，能源來自**電池及內燃機(引擎)**，作為由純引擎車轉到純電動車的過渡技術。
- 「**電動車**」幾乎是未來車輛發展主流，但現今**電池**成本較高，充電、續航力等問題也尚待解決，混合動力車不失為短中期的可行解決方案，但對較大型的車輛需要**大功率的電動馬達及電池**，還是存在一些需要克服的技術。
- **液壓傳動控制系統**常被應用於車輛、工業以及飛機的應用上，它具有大功率、良好的控制性、系統安裝具有較大的彈性以及快速的動態響應等優點，液壓系統已發展相當長的時間，現今已發展出相當多的液壓元件以及各種不同的迴路設計方法。
- **液壓混合系統**具有**高功率密度**的特點，短時間內釋放和儲存能量的能力強，在中、重型車輛和工程機械具有很強的競爭力。

# Overview of Hybrid Vehicle

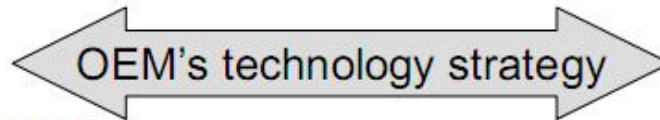
**Hybrid** comes from the Latin and means:

→ “mixed, having two origins”

- Hybrid vehicles use two types of energy to achieve optimal propulsion.

## Hydraulic Hybrids:

- Use hydraulic pumps / motors
- Store energy in hydraulic accumulators



## Electric Hybrids:

- Use electric generator / motors
- Store energy in batteries and / ultra-capacitors



**Hydraulic domain:** Refuse Trucks, Construction Vehicles

**Technology overlap**

**Electric domain:** Pass. Cars, Light Comm. Veh.

# 傳統車輛與混合動力系統



## ➤ 傳統傳動

- ◆ 無剎車能回收
- ◆ 引擎於啟動後低轉速運轉，效率低
- ◆ 此為傳統傳動車輛能源效率不佳主因



## ➤ 油電混合傳動

- ◆ 由發電機發電可進行煞車能回收
- ◆ 低轉速運轉區域以電動馬達驅動，提升效率
- ◆ 以電池儲能

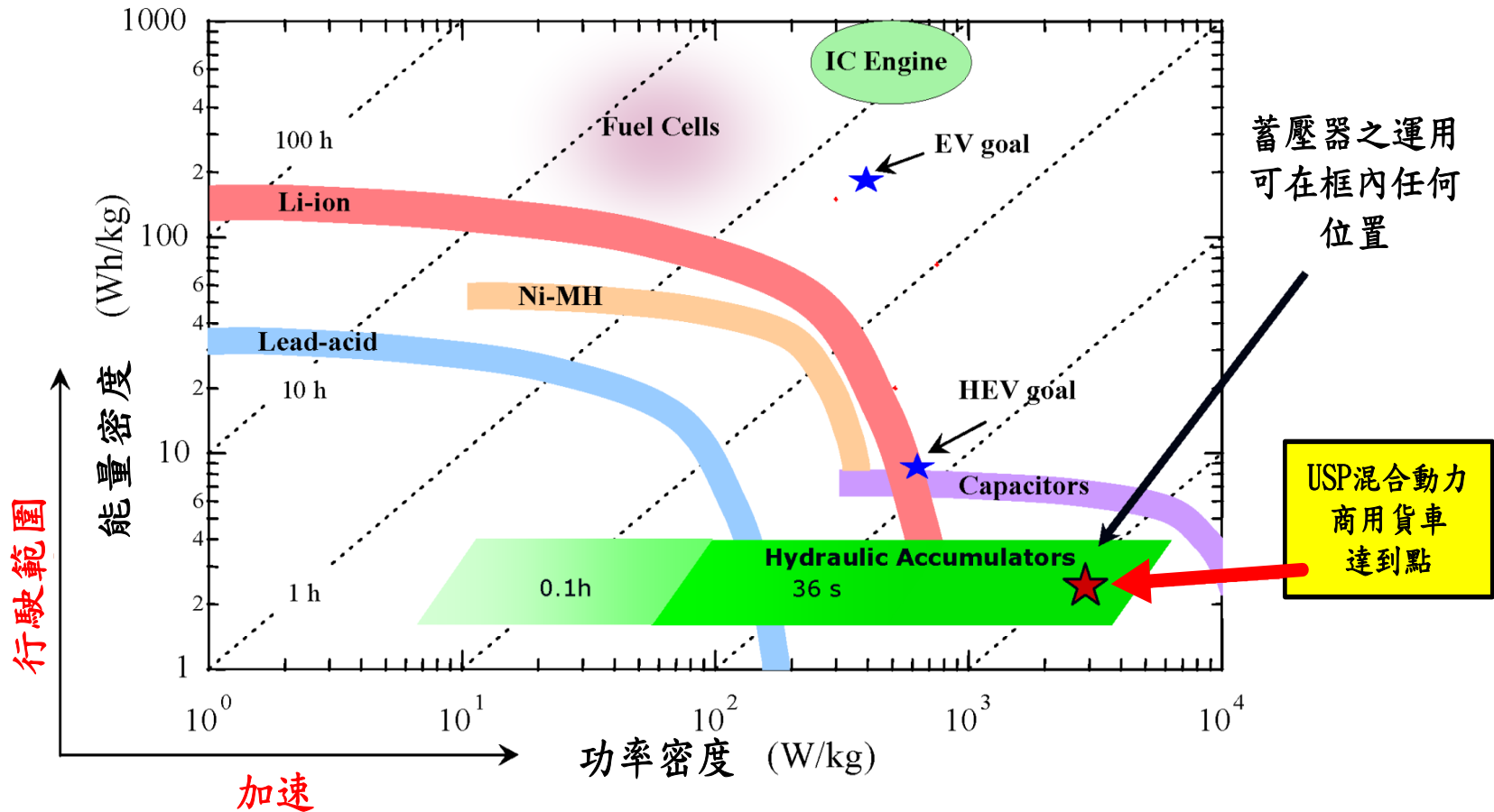


## ➤ 油油混合傳動

- ◆ 由液壓泵充壓進行煞車能回收
- ◆ 低轉速運轉區域以液壓泵/馬達驅動，提升效率
- ◆ 以蓄壓器(鋼瓶)儲能

Source: INNAS Ltd., Niederland

# 各式儲能裝置之比較

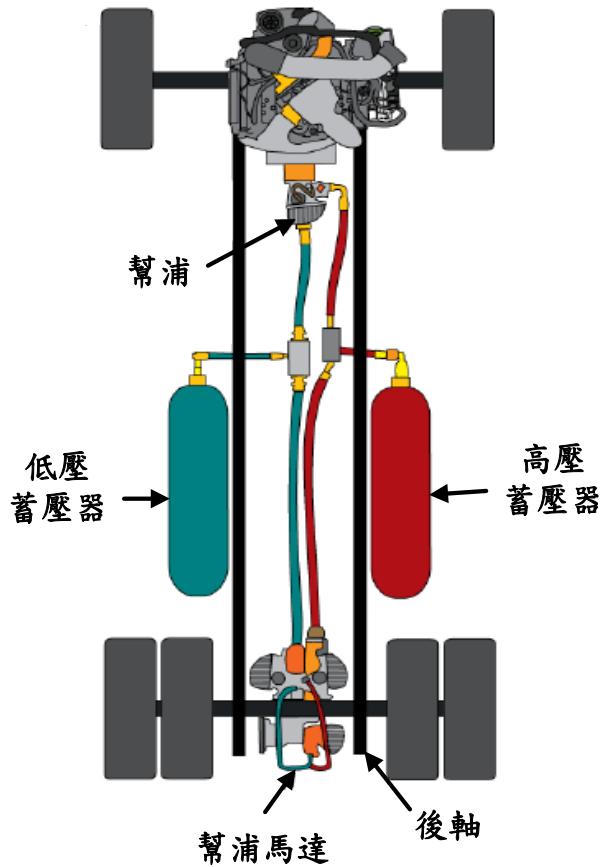




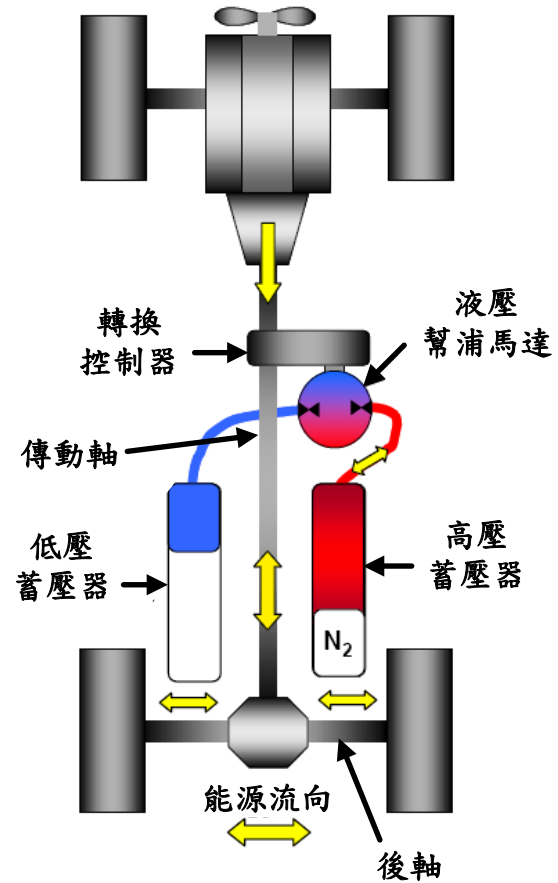
# 油電、油油混合的發展優缺點

	油電混合	油油混合
蓄能裝置	<p><b>電池</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 充電時間長</li> <li>• 製造過程帶來大量環境汙染</li> <li>• 電池技術進步將可作為純電動車</li> </ul>	<p><b>蓄壓器</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 蓄壓鋼瓶儲放能量少，故不能單獨作為主要動力源</li> <li>• 蓄壓鋼瓶重量、體積大</li> </ul>
驅動裝置	<p><b>電動馬達\發電機</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大功率的電動馬達體積、重量較大</li> </ul>	<p><b>液壓馬達\泵浦</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 同功率的產品比電動馬達的體積、重量小</li> <li>• 需要高機械效率的液壓泵、馬達</li> </ul>
煞車回收	<p>使用輪內馬達作為發電機產生煞車力，發電電能充電到電池儲存但充電效率不佳</p>	<p>使用油壓泵浦將低壓油打入高壓蓄壓器儲存，起步時釋放高壓油來驅動油壓馬達</p>

# 串聯式與並聯式系統



串聯式液壓混合系統  
(無傳動軸)

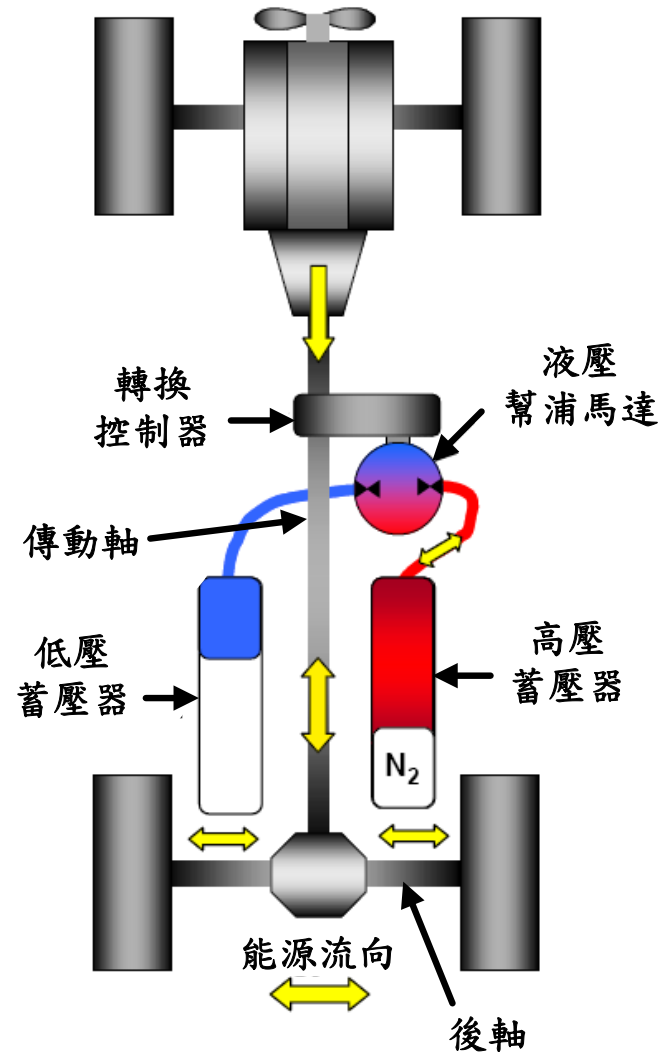


並聯式液壓混合系統  
(有傳動軸)



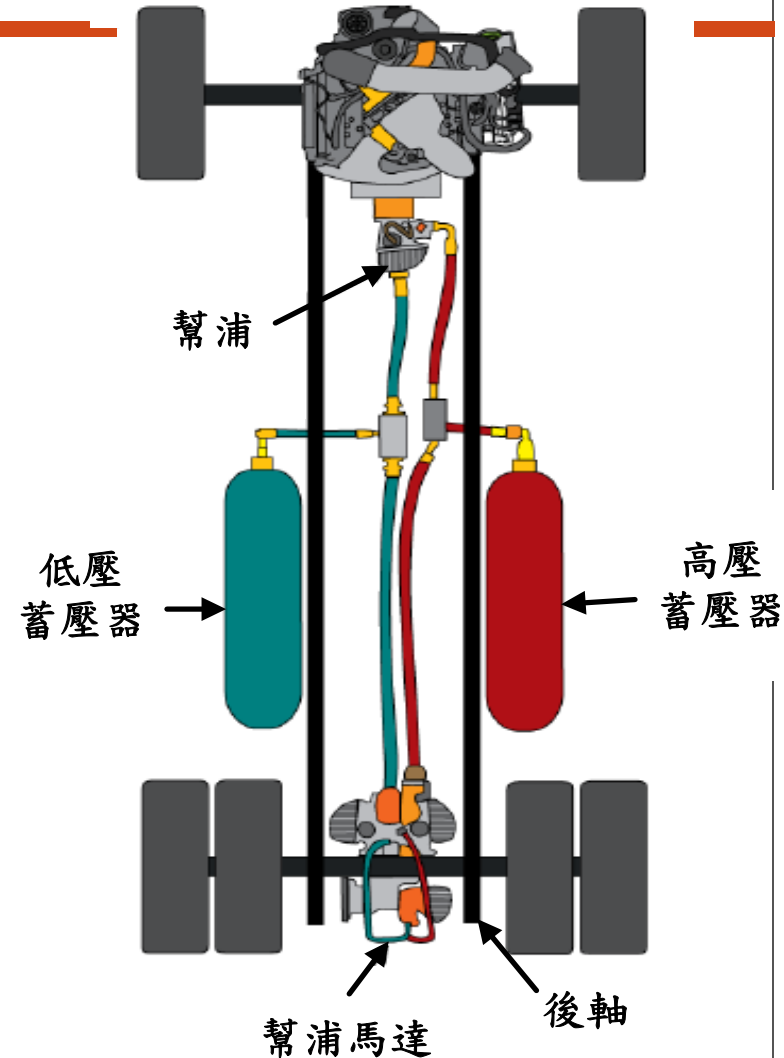
# 並聯式液壓混合動力車

- 保留原車引擎驅動能力，液壓系統變為輔助
- 機械結構變動不大，較容易實現
- 控制器設計不需太複雜更動
- 引擎及液壓馬達可有加成效果，同時輸出具有較大加速性



# 串聯式液壓混合動力車

- 引擎運轉直接連接幫浦輸出液壓動力
- 引擎僅負責穩定運轉發電，因此較容易控制其排污程度，引擎配置位置也較彈性
- 引擎操作點控制較容易，油耗表現較並聯式來的好
- 車輛加速性能由液壓馬達提供，無法如並聯式系統可以同時引擎+液壓馬達驅動而有較高的加速性能





# Parallel Hydraulic Hybrid Vehicle

---

Source: Howstuffworks, How Hydraulic Hybrid Work  
<http://auto.howstuffworks.com/hydraulic-hybrid2.htm>



# 目前已推出之液壓混合車輛

廠商	適用底盤
<b>Bosch Rexroth</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mercedes-Benz / 台灣大東車體公司 - Atego 1524(大貨車)</li> </ul>
<b>Eaton</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Crane carrier – hydraulic hybrid(重型底盤)</li> <li>Peterbilt Motors – Model 320 Hybrid HLA(大貨車)</li> </ul>
<b>Parker Hannifin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autocar – Xpeditor E3(大貨車)</li> <li>Altair ProductDesign – LCO-140H(公車)</li> <li>Daimler / Freightliner Custom Chassis Corporation – WALK-IN VAN(中型底盤、中型客貨車)</li> </ul>
<b>Lightning Hybrids</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GM、Ford、Freightliner與Isuzu之2008車型年後的中重型車輛，採售後改裝。</li> </ul>
北京嘉捷博大汽車	<ul style="list-style-type: none"> <li>中國第一汽車集團公司 - CA6113D116-1N(公車)</li> <li>北京市京華客車有限責任公司 - BK6113K1(公車)</li> </ul>
上海交大神州汽車	<ul style="list-style-type: none"> <li>廈門金龍汽車集團股份有限公司 - XML6115J13(公車)</li> <li>上海申沃克車有限公司 - SWB6106HG(公車)</li> <li>宇通客車股份有限公司 - ZK6118HGA(公車)</li> <li>武漢東風揚子江客車有限公司 – WG6120NHAE(天然氣液壓混合動力公車)</li> </ul>

- HRB系統(Hydrostatic Regenerative Braking system)
- 已在紐約市、柏林、休士頓、芝加哥等10個城市安裝於26噸之垃圾車進行實地測試。
- 並聯式系統其燃料節省率約為25%
- 串聯式系統在高速公路行駛約可節省10%燃料，在起動或停止時更可節省50%左右的燃料。

## Parallel Hybrid Applications

- Medium to heavy vehicles
- Periodic (i.e., start/stop) drive cycles
- Regenerative braking
- Avg. 25% reduction in fuel use
- 4-8x increase in brake life

### Military Vehicles



### Refuse Vehicles



### Transit Bus



## Series Hybrid Applications

- Light to medium vehicles
- Transmission replacement
- High efficiency pumps & motors
- Multiple configurations possible
- 10% on highway reduction in fuel consumption
- 50%+ start stop reduction in fuel consumption

### Military Vehicles



### Parcel Delivery

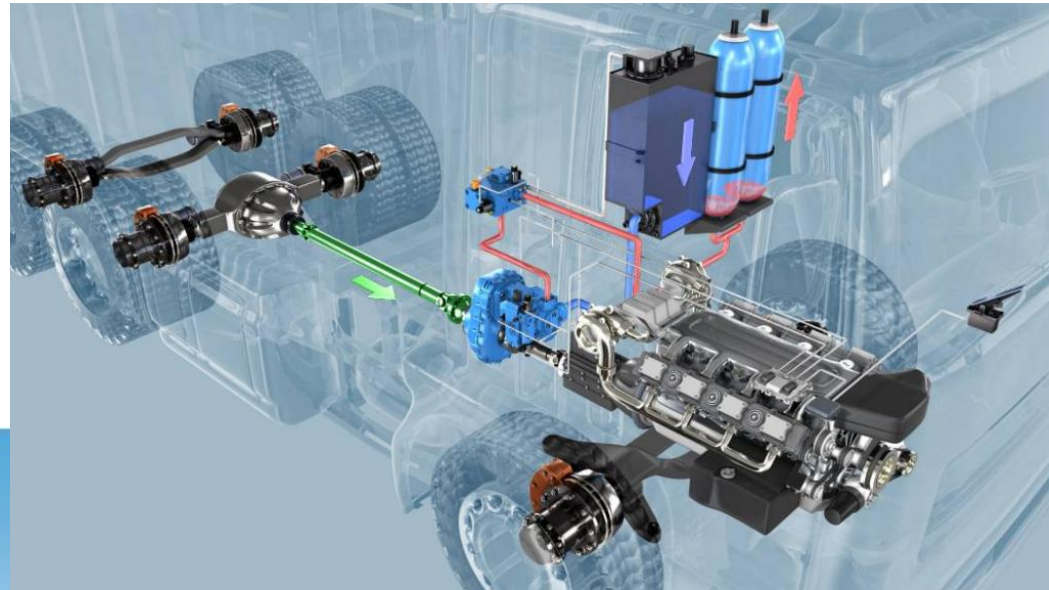


### Light Vehicles



# Bosch Rexroth(2)

- HRB系統(Hydrostatic Regenerative Braking system)
- 柱塞式液壓泵浦/馬達(含行星齒輪箱)、蓄壓器、安全洩壓閥、油路閥塊組、電子控制器





# Bosch Rexroth(3)

## 原廠規格資料

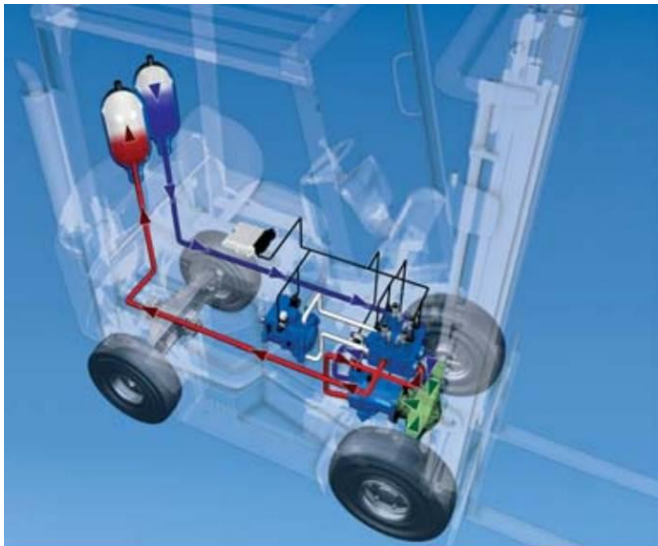
輸出功率	233 kW
輸出扭矩	1,113 Nm
蓄壓器	皮囊式，32 l × 2 最大：325 bar 起始：120 bar
蓄壓力最大蓄能能力	0.15 kWh (以車輛最大荷重在時速30km/h 下)
HRB系統總重	500 kg



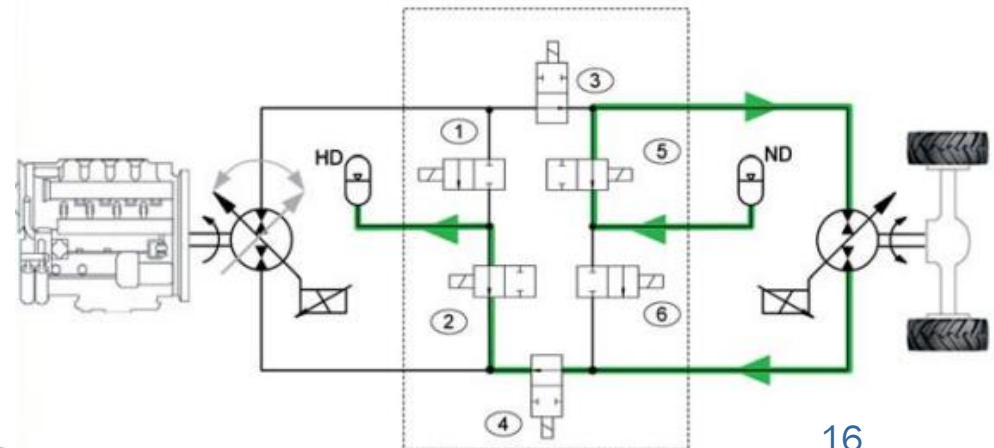
# Bosch Rexroth(4)

## Bosch Rexroth

堆高機，串聯式液壓混合動力系統



Fork lift class	1.6 – 2 t	2 – 3.5 t	3.5 – 5 t
Unloaded weight [kg]	3000	4100	6350
Load [kg]	2000	2500	4500
Diesel power [kW]	29	45	54
Traction force [kN]	16	20	30
Variable displacement pump [ccm]	28	40	56
Variable displacement motor [ccm]	55	80	140
Axle ration	14	14	14
$Q_{max}$ [Ltr/min]	60	85	120
Nominal manifold size [mm]	16	16	16
Accumulator volume [Ltr]	6	10	12
Accumulator size $\varnothing \times H$ [mm]	168 x 550	221 x 565	221 x 664







# EPA – Full Series HHV in a UPS Delivery Vehicle

- Real world testing in 2006 and 2007
- 60-70% improvement in fuel economy



# Parker Hannifin's Run Wise System

- 串聯式系統
- 重型運輸工具為研發主要目標
- 在城市道路的場合下可以提供兩個段速操控(低速0~25 mph與高速26~45 mph)
- 高速公路(46~60+ mph)的情況則可另外搭配機構。
- 與AutoCar公司合作，在南佛羅里達以垃圾車路測一個月。
- 測試結果顯示系統可回收70%的煞車動能、節省42%的燃料耗費，且煞車壽命將可延長為原來的8倍。





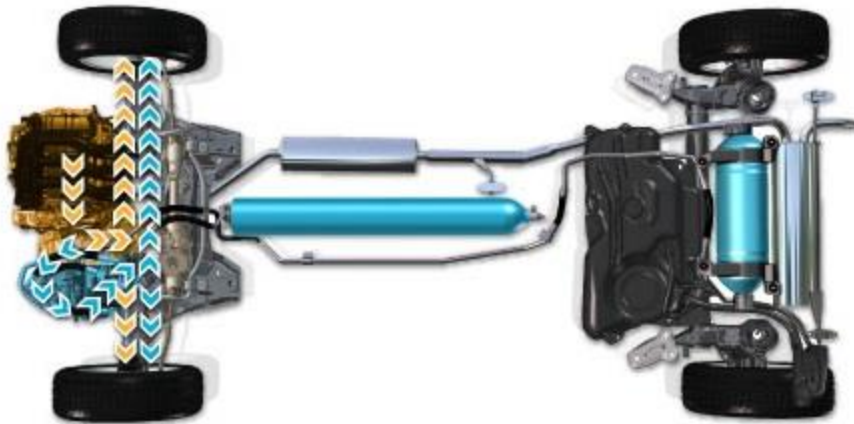
# 近期商用產品發展

- PSA Peugeot Citroen \ Bosch
- **Hybrid Air** 空氣/液壓混合動力系統
- CITROEN C3及PEUGEOT 208車型
- 液壓系統重220磅，二氧化碳排放量為69 g/km
- 油耗量為 34.5 km/L，約可省油30~45%。

[影片](#)



COMBINED POWER





# 大綱

液壓混合動力車簡介

液壓混合動力系統模擬

- 液壓混合動力系統架構
- 三種控制方式

液壓混合動力硬體與實車測試

結論

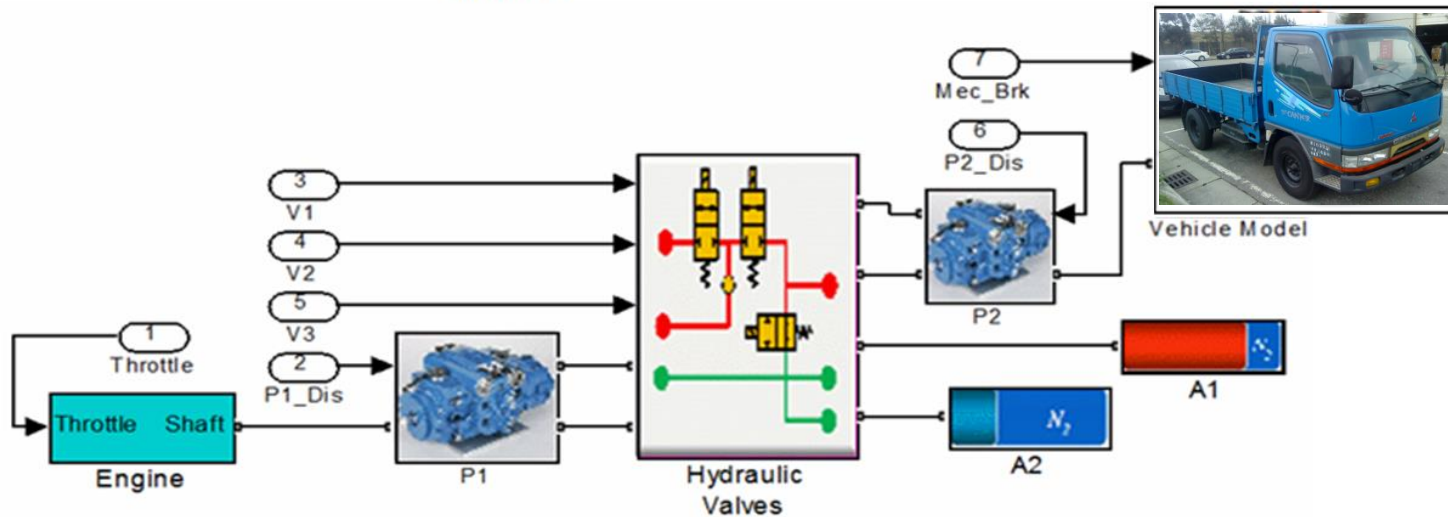
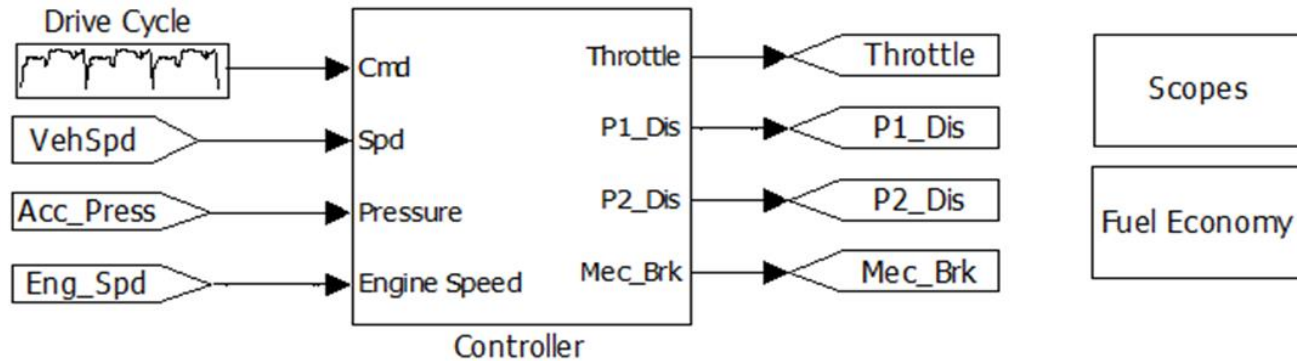


# 研究方向

- 探討串聯式液壓混合動力車輛的**行車控制模擬**，以及**能量管理最佳化**等課題
- 藉由商用控制及分析軟體Matlab/Simulink®中建立其專用分析模擬及控制程式，逐步設計並分析液壓混合動力車輛的各項動作功能、系統架構、系統油路與行車控制方式
- 與**車輛研究測試中心**合作進行之小型液壓混合動力車輛組裝之工作，協助設計車輛適用的**液壓迴路及電控設備**
- 針對液壓混合動力車輛各項**工作模式**，配合電控設備所裝設之蓄壓器壓力計、車輪轉速計、類比輸入輸出、以及開關燈號等設計其**控制邏輯**，設計好之控制架構將先行以分析模擬軟體進行驗證



# 液壓混合動力車模擬系統





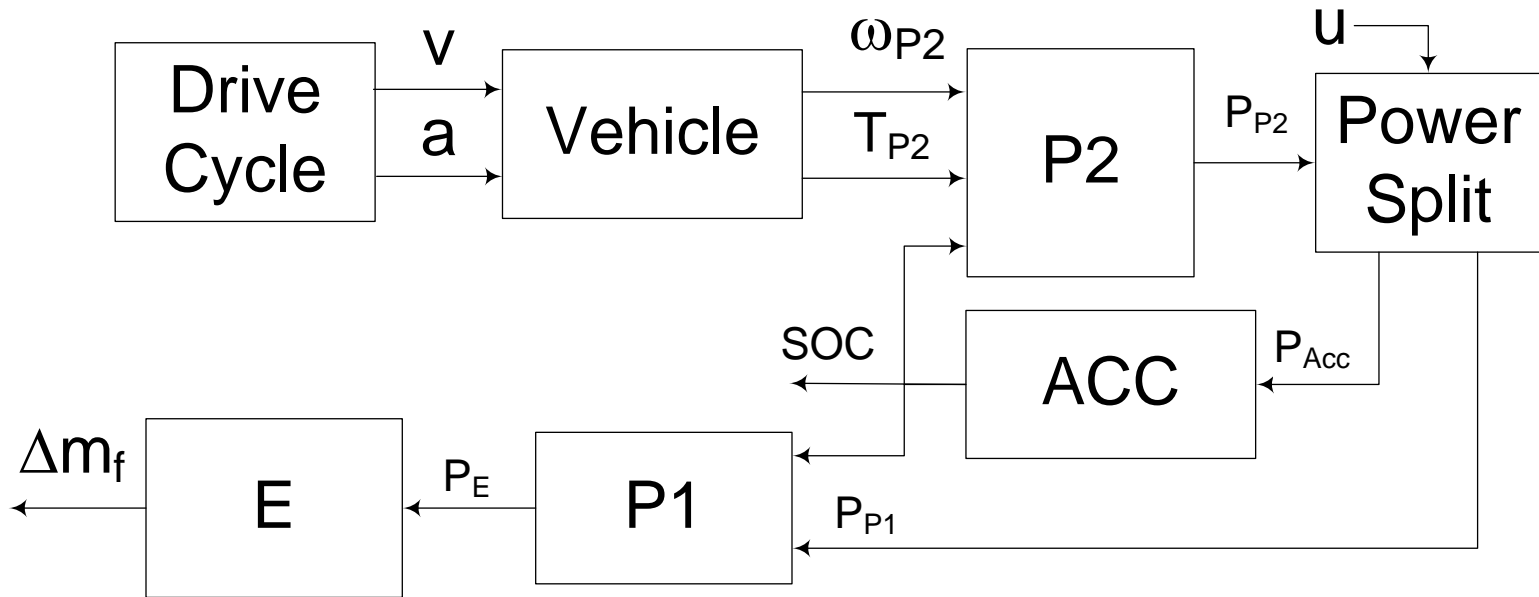
# 液壓混合動力車系統模擬規格

Vehicle			Pump P1		
Mass (Gross Weight)	$m$	3490 kg	Max. displacement	$D_{1,max}$	55 cm <sup>3</sup> /rev
Equivalent Rotation Mass Ratio	$\delta$	1.15	Volumetric efficiency	$\eta_{l,v}$	0.92
Front Area	$A_f$	2.5 m <sup>2</sup>	Total efficiency	$\eta_{l,t}$	0.90
Drag Coefficient	$C_d$	0.3	Nominal Pressure		250 bar
Air Density	$\rho$	1.2 kg/m <sup>3</sup>	Nominal Angular Velocity		3000 rpm
Differential Ratio	$i_{df}$	4.875	Pump/Motor P2		
Rolling Resistance	$f_r$	0.008	Max. displacement	$D_{2,max}$	75 cm <sup>3</sup> /rev
Tire		195/75R16	Nominal Pressure		350 bar
Engine			Nominal Angular Velocity		2500 rpm
Model		4M42-4AT2	High pressure accumulator A1		
Piston Displacement		2977cc	Capacitor		32x2 litter
Max. Output	$P_{e,max}/\omega_{e,pmax}$	92 kW /3200rpm	Air-Charge Pressure		100 bar
Max. Torque	$T_{e,max}/\omega_{e,tmax}$	294 Nm/1700 rpm	Engine ON Threshold	Eng_ON	120 bar
Max. Speed	$\omega_{e,max}$	3700 rpm	Engine OFF Threshold	Eng_OFF	150 bar
Cylinders		In-line 4 Cylinder/4 Stroke	Low pressure accumulator A2		
Compression ratio		17:1	Volume		100 litter
Fuel System		Common Rail	Initial pressure		2 bar
			Initial volume		60 litter





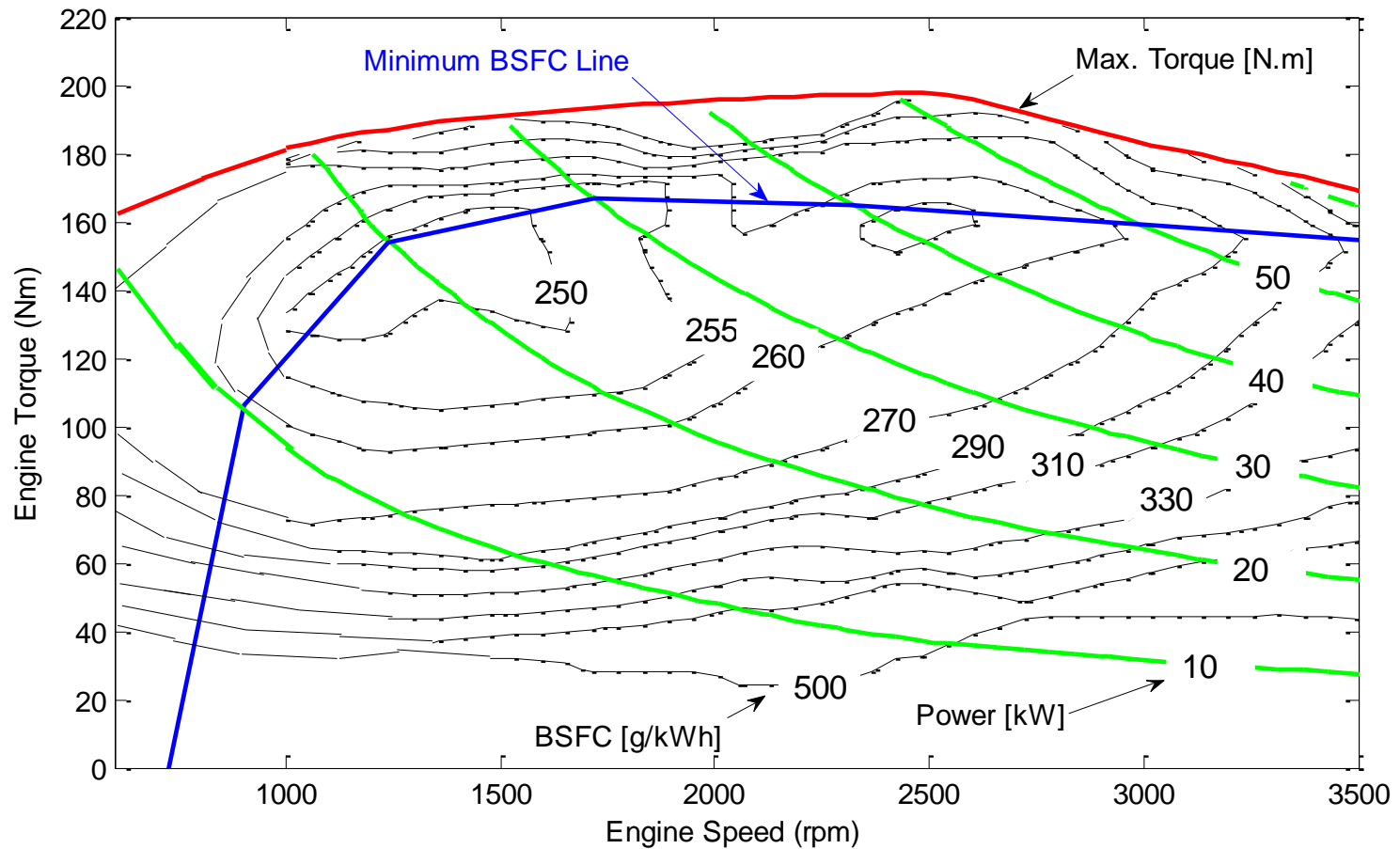
# 控制方塊流程圖



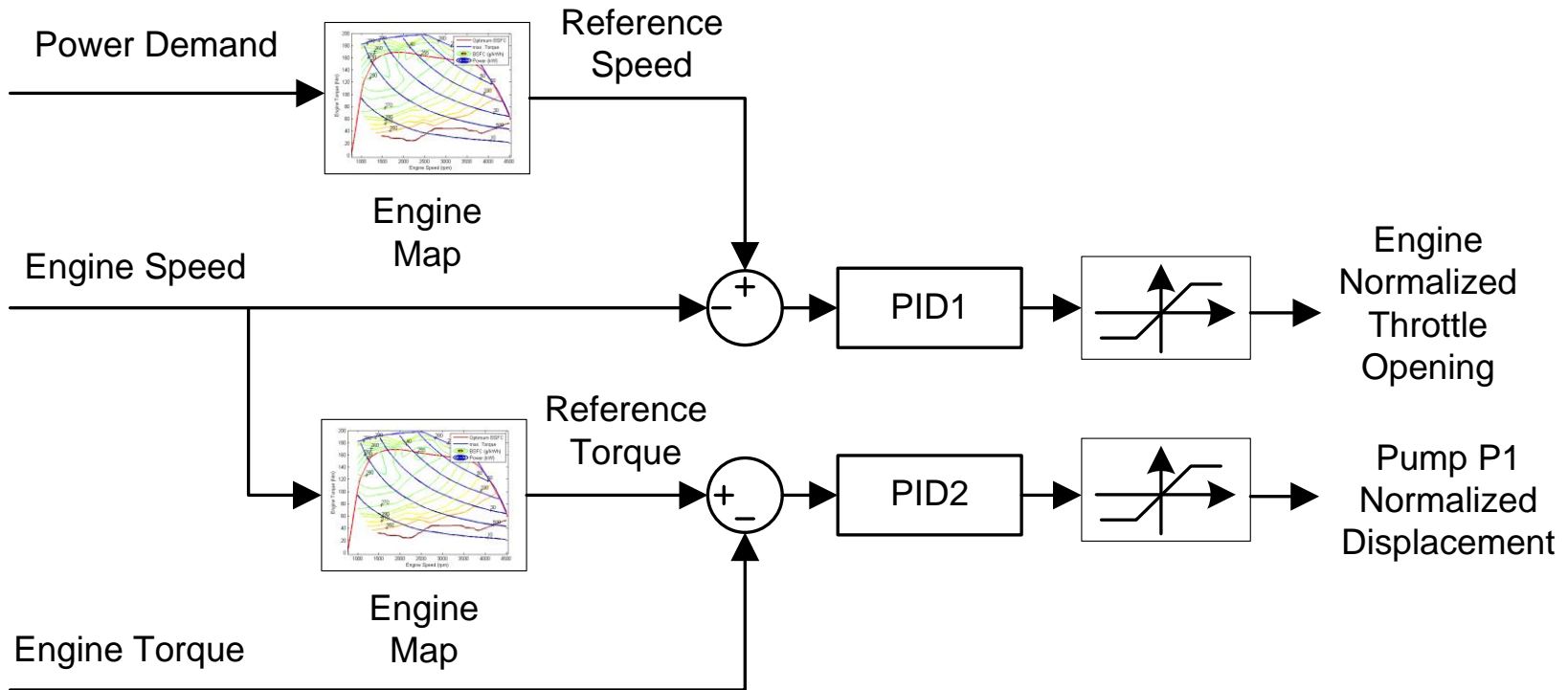
Backward Model of the SHHV with the Power Split Factor Concept



# BSFC 及引擎Power曲線



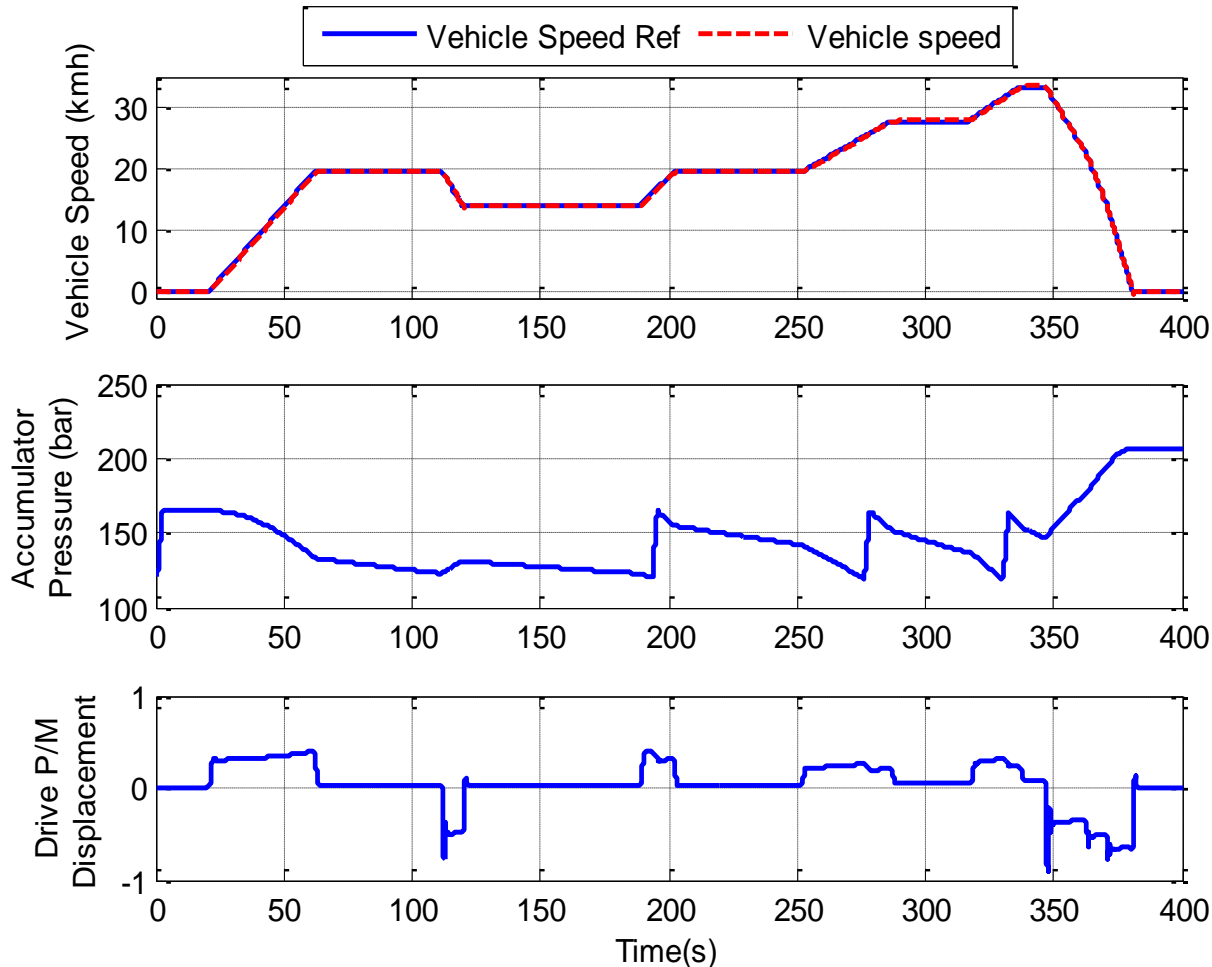
# 控制器設計





# 系統基本節能方式

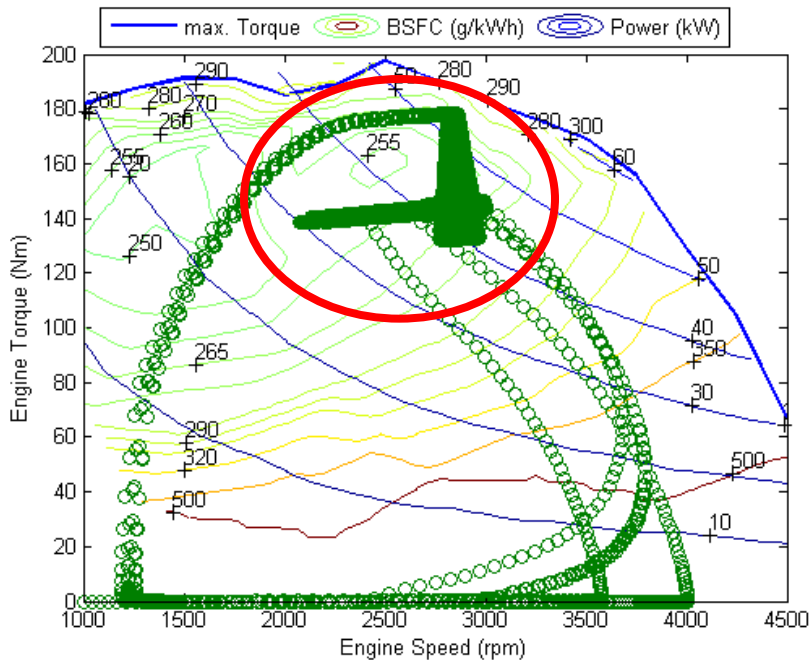
蓄壓器能量用完時，改由引擎輸出動力，並由控制器控制引擎轉速在油耗最佳的操作點



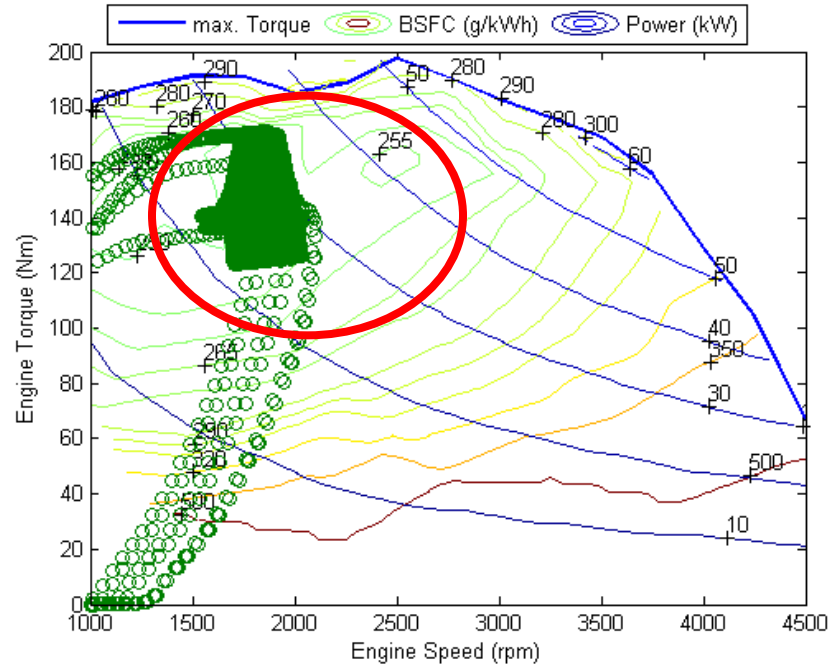
如箭頭所指之時刻，蓄壓器壓力已達下限，此時引擎啟動，並且由引擎輸出，控制器便同時驅動車輛及對蓄壓器充油，讓引擎轉速操作在最佳油耗之區域。

# 系統基本節能方式(2)

模擬過程之引擎操作點，控制器將引擎盡可能控制在紅色圈圈框選之區域

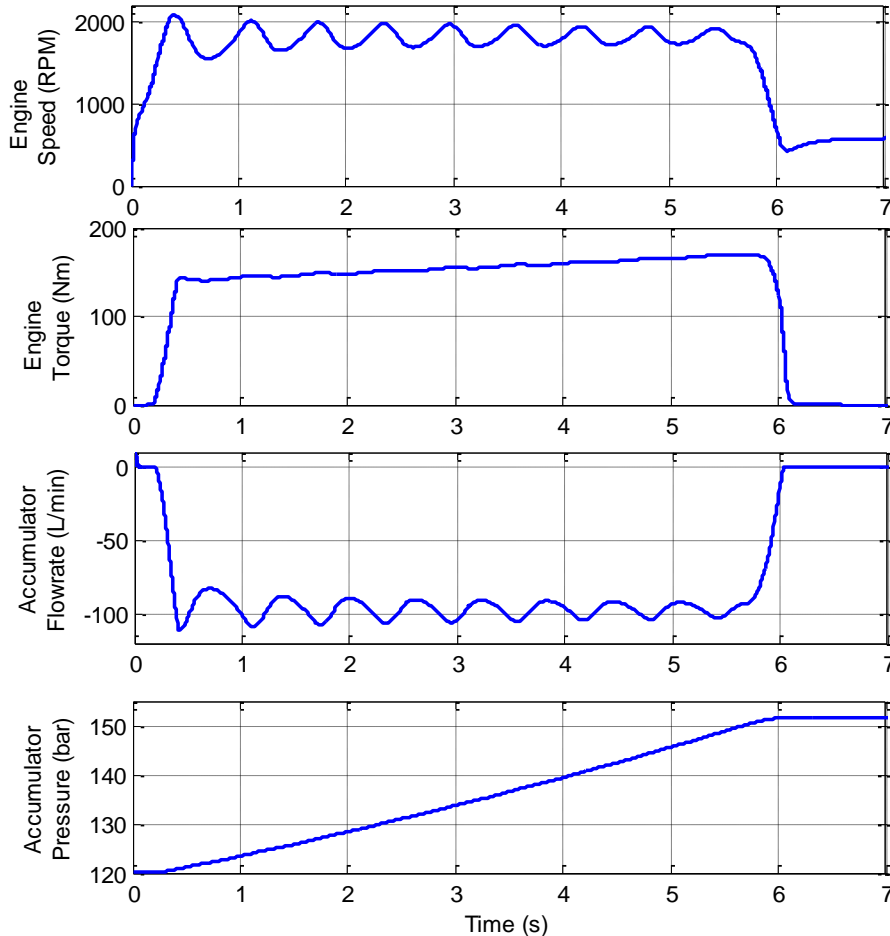


**Case 1**



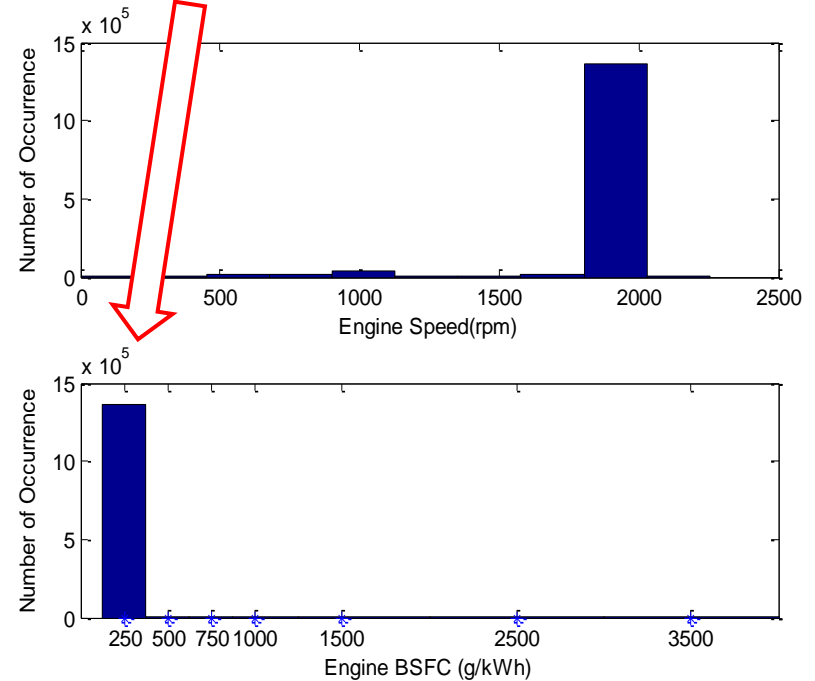
**Case 2**

# 系統基本節能方式(3)



操作點對時間響應

串聯式系統可使引擎與車輛傳動「解耦合(de-couple)」，故可控制引擎保持在最佳的油耗效率轉速輸出能量 (定轉速控制)。



引擎操作點之落點統計圖



# 模擬與結果討論

- 混合動力車之控制方式：如何應用兩種動力來源來滿足駕駛需求，同時使引擎油耗降至最小。

1. Rule-Based控制策略

2. 使用DP計算引擎能量管理最佳化



# 三種不同 Rule-based 控制策略

- Hydrostatic

具有靜液壓傳動系統的優點，讓引擎輸出穩定，液壓系統輸出穩定液壓壓力緩和系統衝擊 (在某些研究中也會將管內液壓壓力進行定液壓控制)，煞車時則不作泵浦回收動能

- Thermostatic

主要以SOC(State of Charge)作為控制變數，這種控制方式主要可使引擎盡可能維持穩定的負載需求(steady state load demand)

- Optimal-Thermostatic

與Thermostatic同樣以SOC作為控制變數，但盡可能將SOC控制在居中，最明顯的差異是惰轉蓄壓只到適中的某一參考值

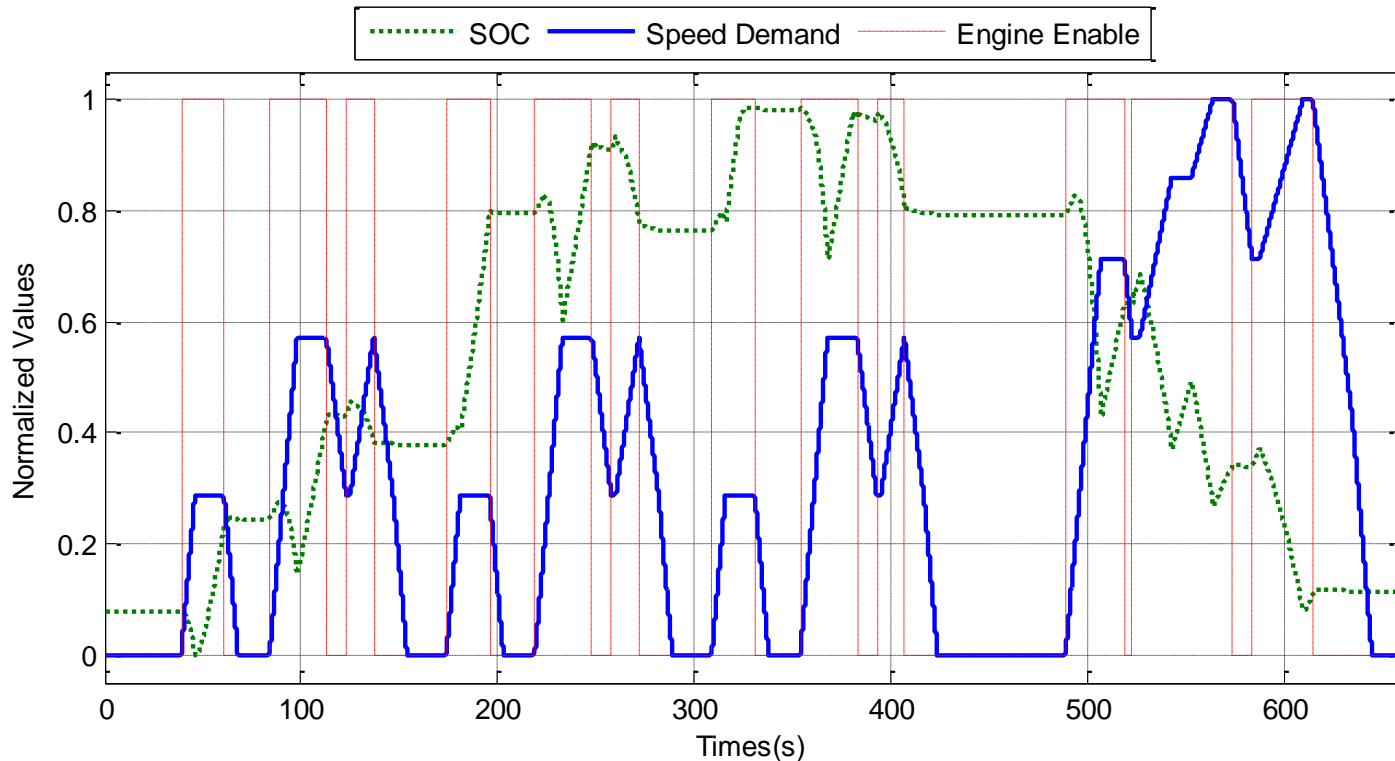
蓄壓器之State-Of-Charge(SOC)定義為：

$$SOC = (p_{acc} - p_{min}) / (p_{max} - p_{min}) \quad (8)$$



# Hydrostatic

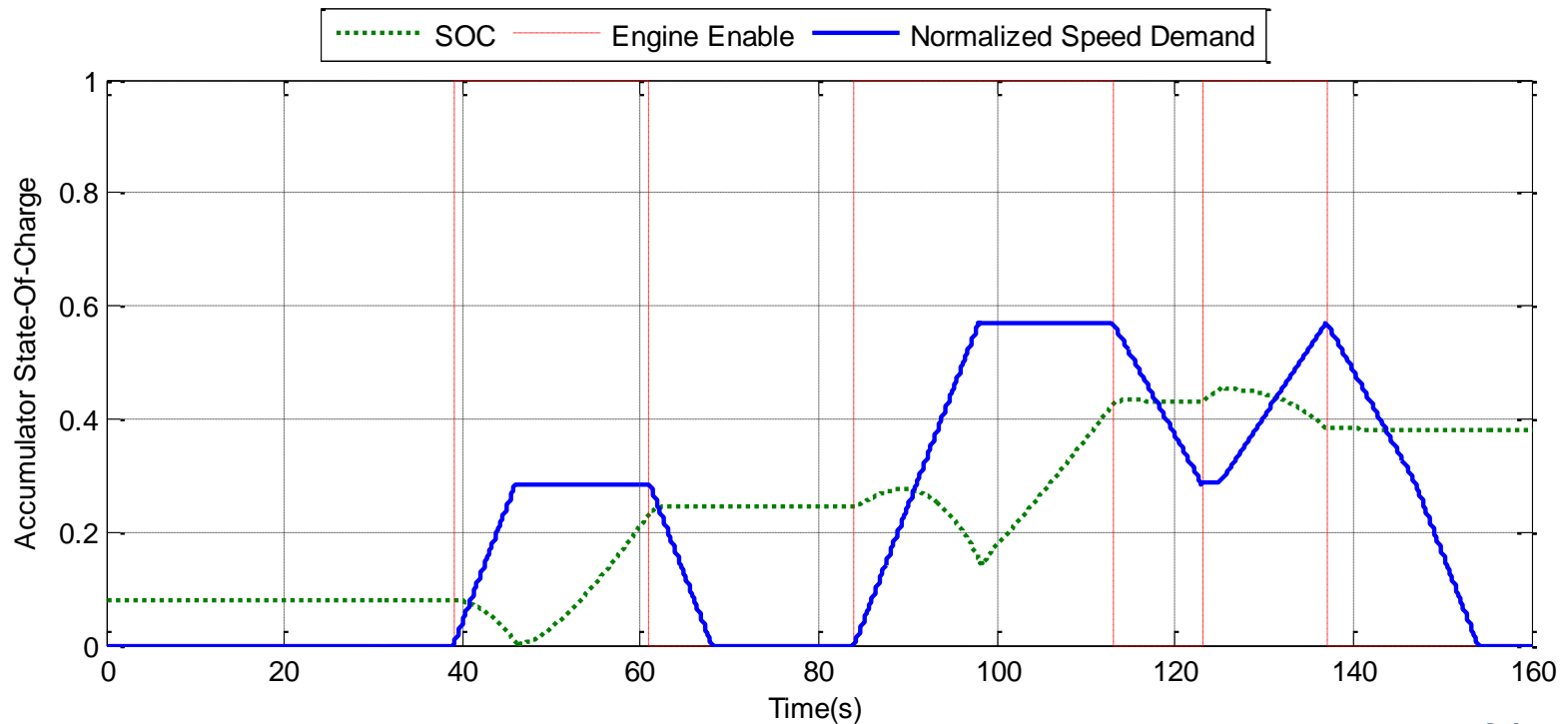
以Japen10-15進行模擬，在低速路段大多會讓蓄壓器不斷充能，只有在較高扭力需求的高速路段才釋放較多蓄壓器的能量



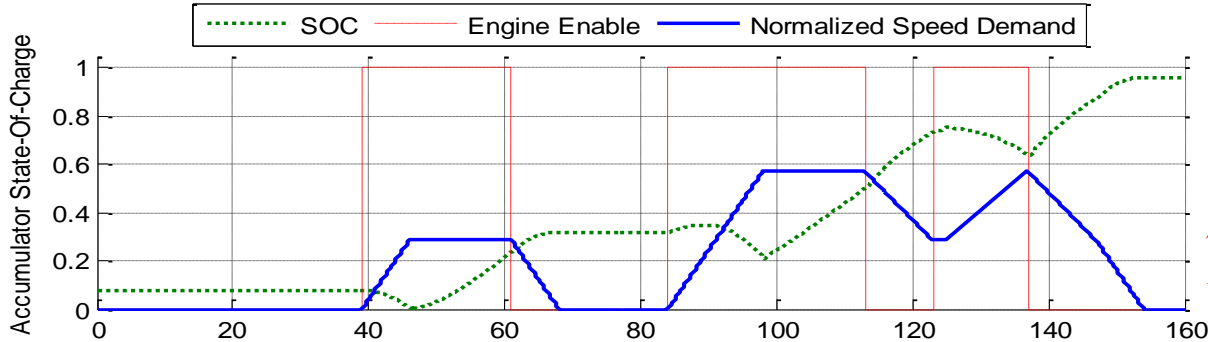
# Hydrostatic

放大之後觀察前圖部分區域可發現：

- (1) 低加速度需求時引擎仍維持同樣輸出功率，因此部分儲至蓄壓器
- (2) 高加速度需求時便開始釋放蓄壓器能量，讓引擎維持同樣輸出（維持穩定液壓力）

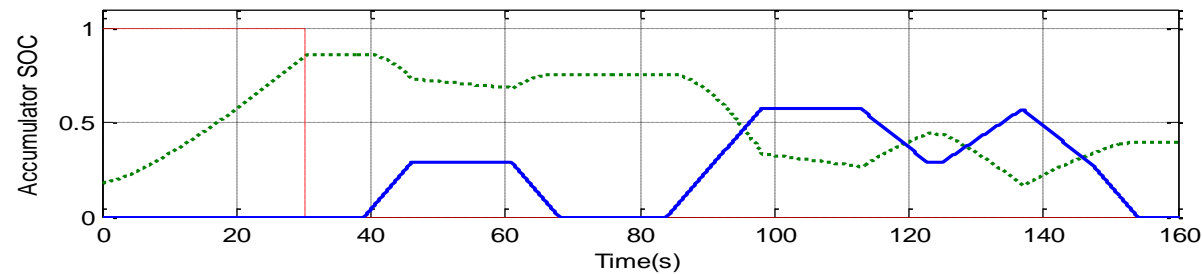


# Thermostatic



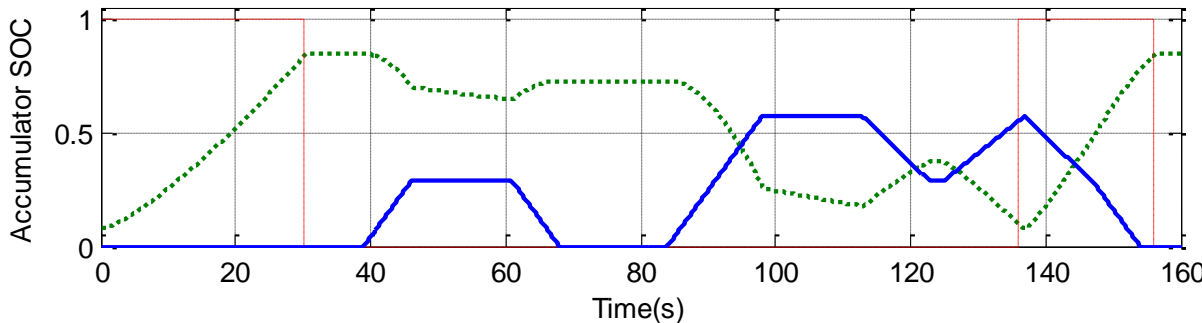
## Acceleration Phrase

只在加速時進行控制，與靜液壓之結果有點類似，但煞車時有進行動能回收



## Acceleration & Idle Phrases

只在加速或惰轉時進行控制，因此可先儲充一定能量，蓄壓器充足時也會盡量使用，減少引擎啟動



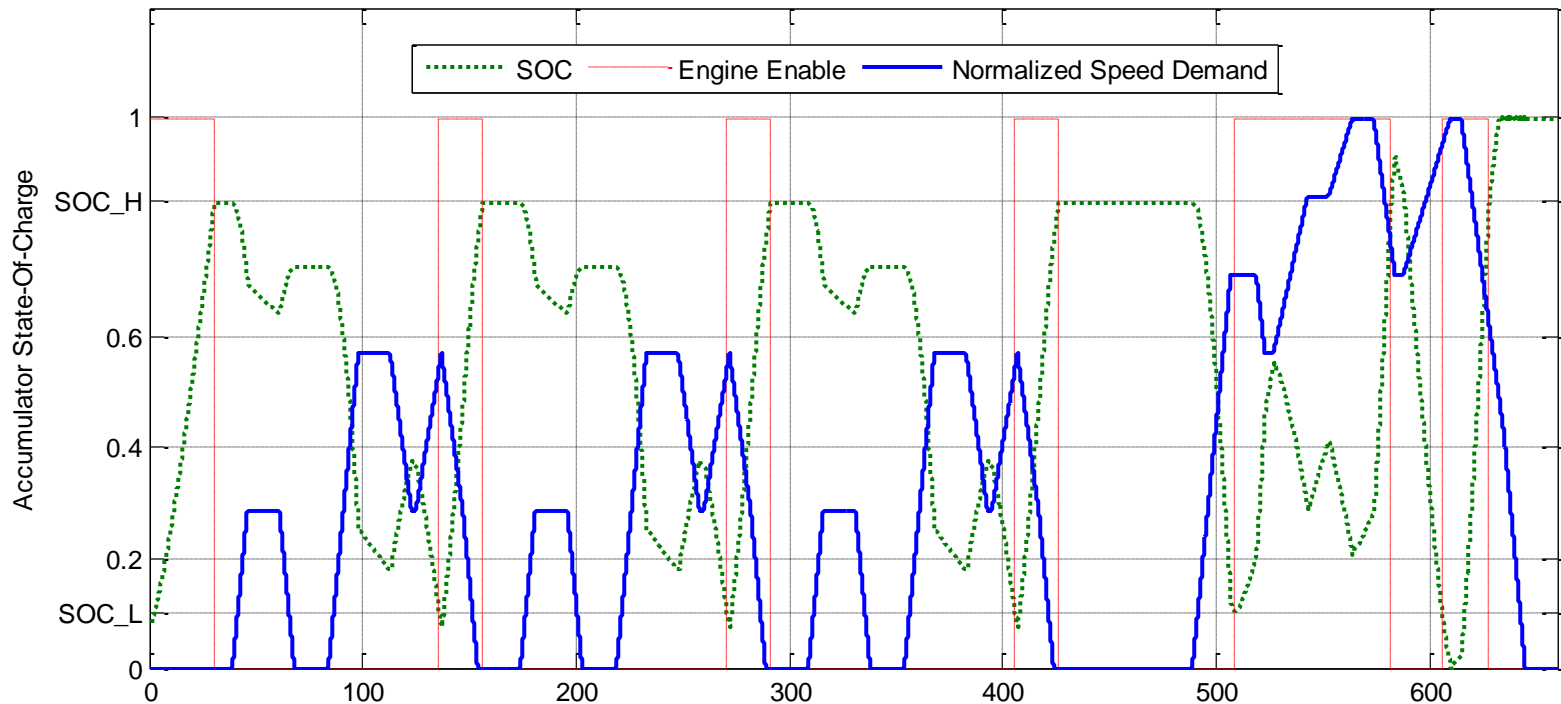
## Pure

完全由SOC狀態來控制，故在SOC掉到下限時引擎即啟動進行補充



# Thermostatic: pure

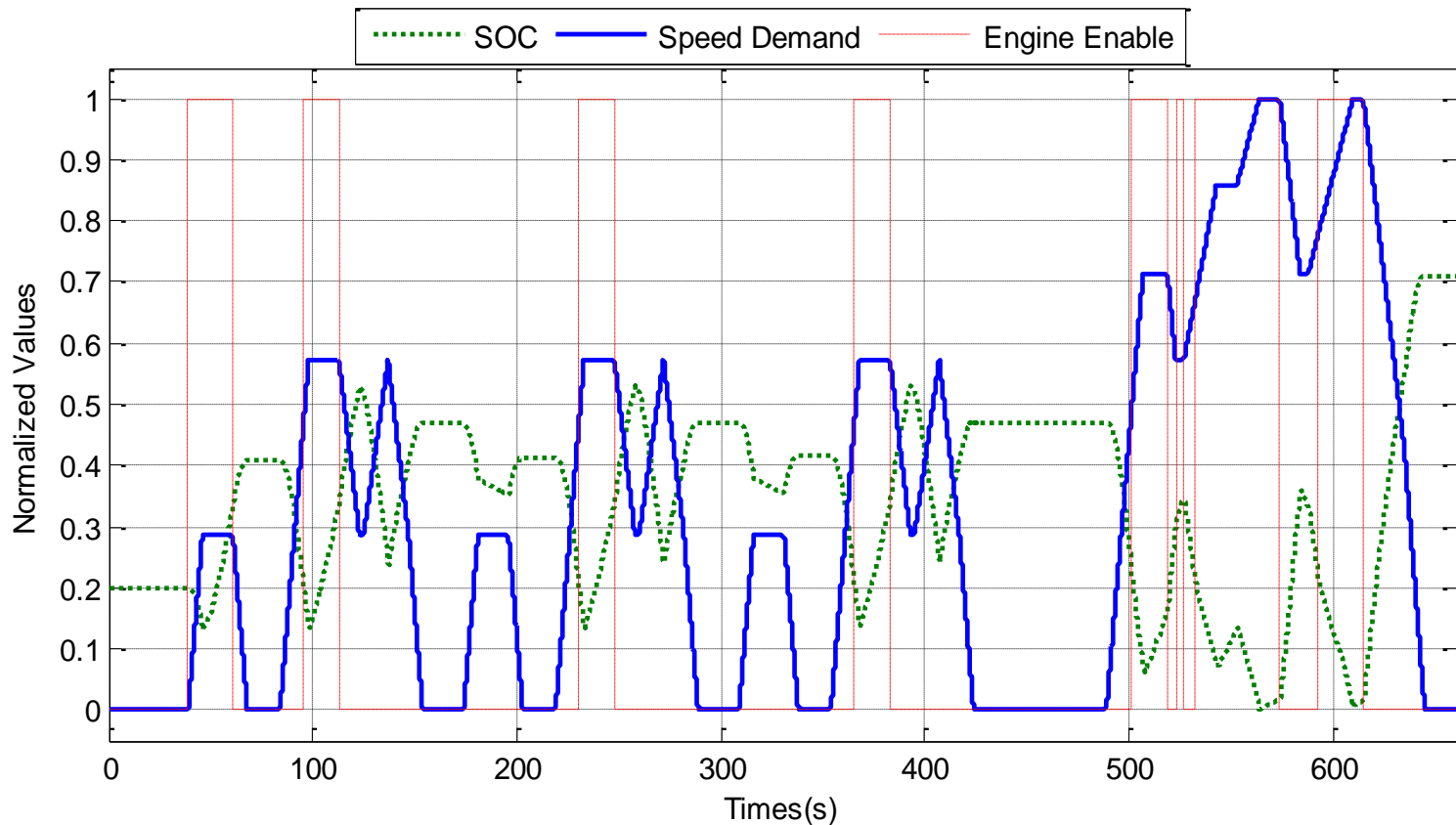
完全由SOC狀態來控制，故在SOC掉到下限時引擎即啟動進行補充，  
但超過下限時如加速需要的扭力仍然很大，也會繼續使用蓄壓器直至用盡  
另外煞車回收時超過所設定之上限也仍會儲存起來，直到SOC = 1





# Optimal-Thermostatic: – Acceleration Phrase

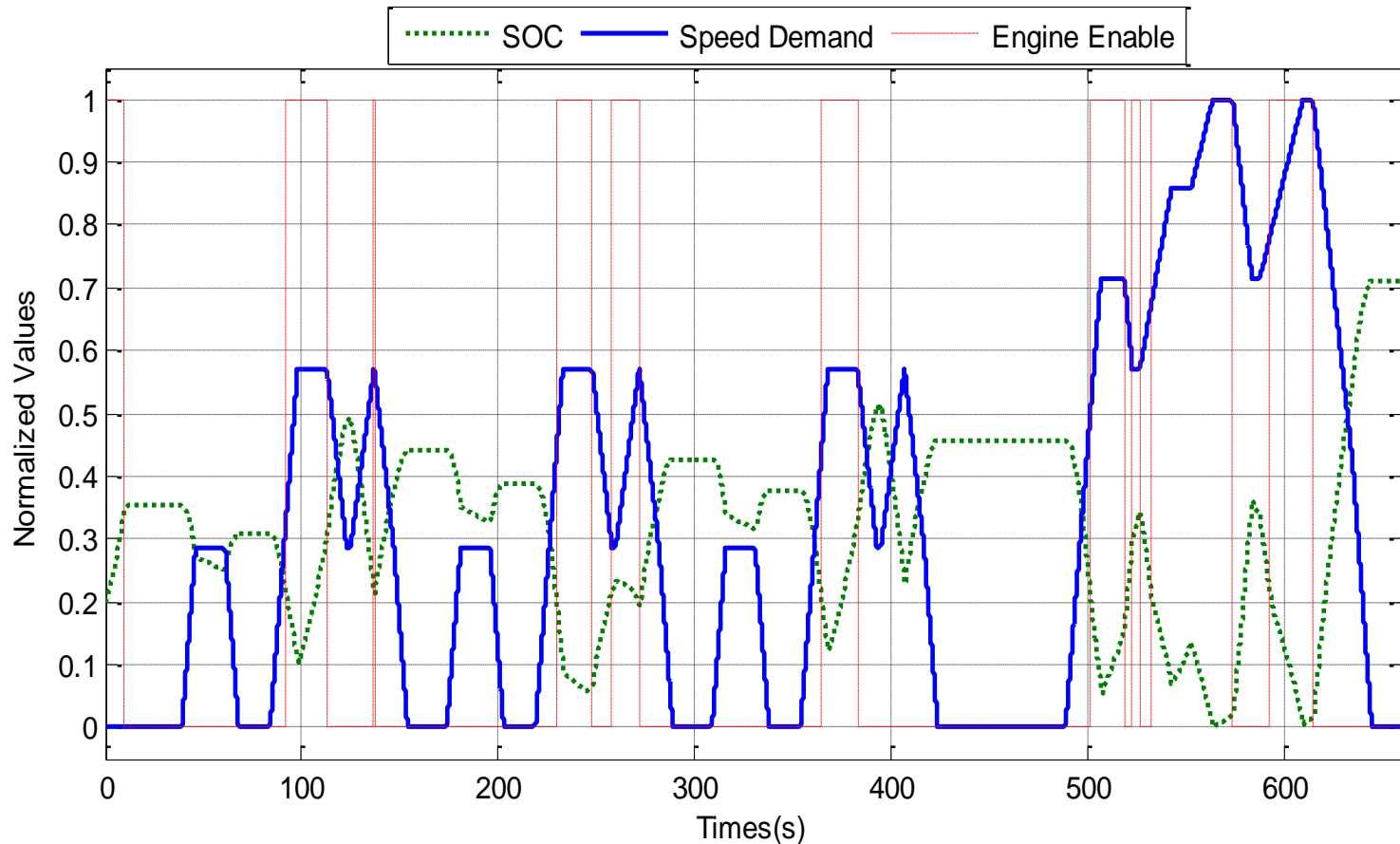
- 與Thermostatic稍有不同，在惰轉時充能只到設定參考值0.35即停止
- 僅在加速時進行引擎對蓄壓器充能，有煞車回收





# Optimal-Thermostatic: – Accelerating and Idle Phrases

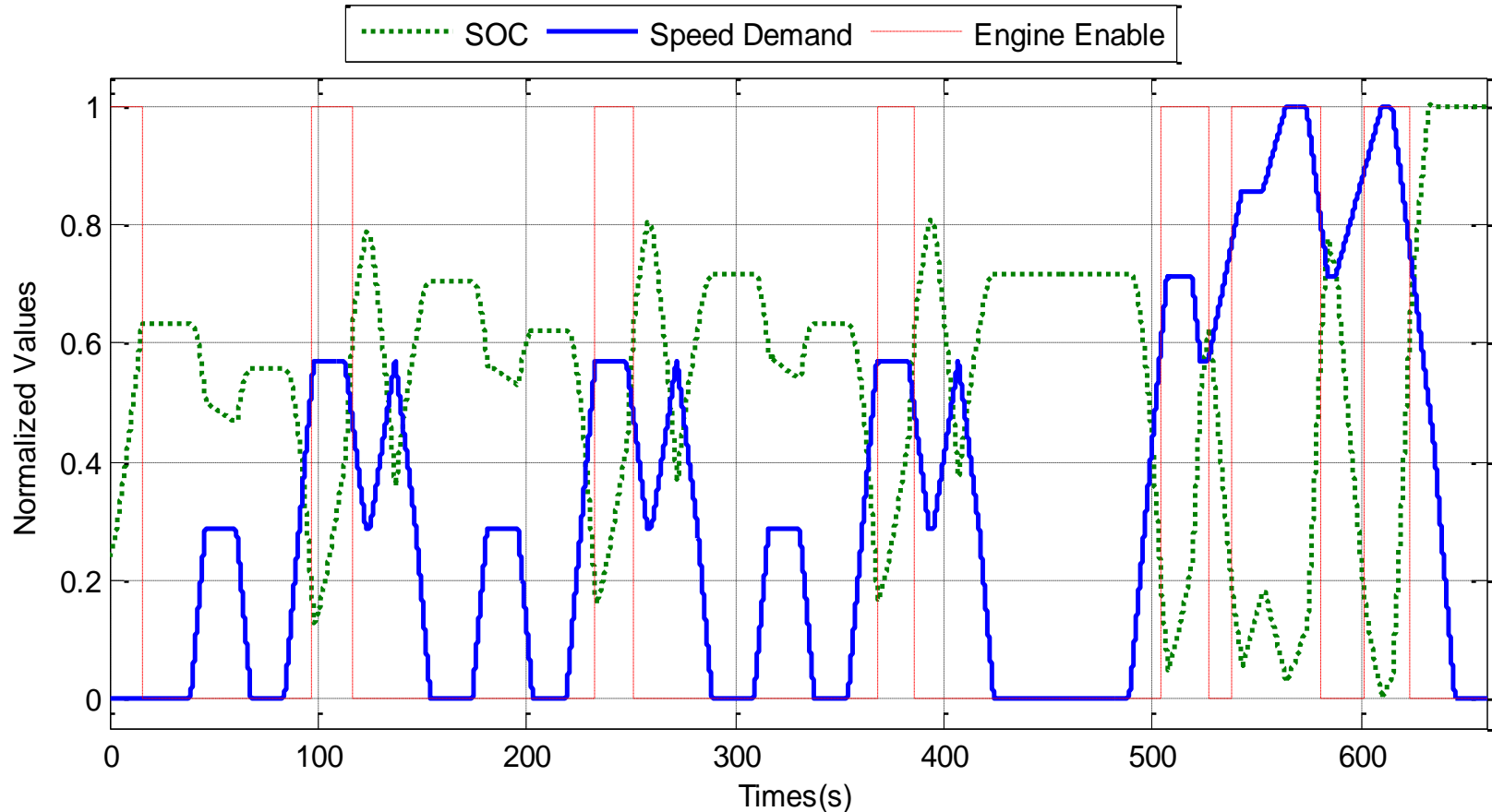
– 在惰轉及加速時進行引擎對蓄壓器充能，有煞車回收





# Optimal-Thermostatic: – Pure

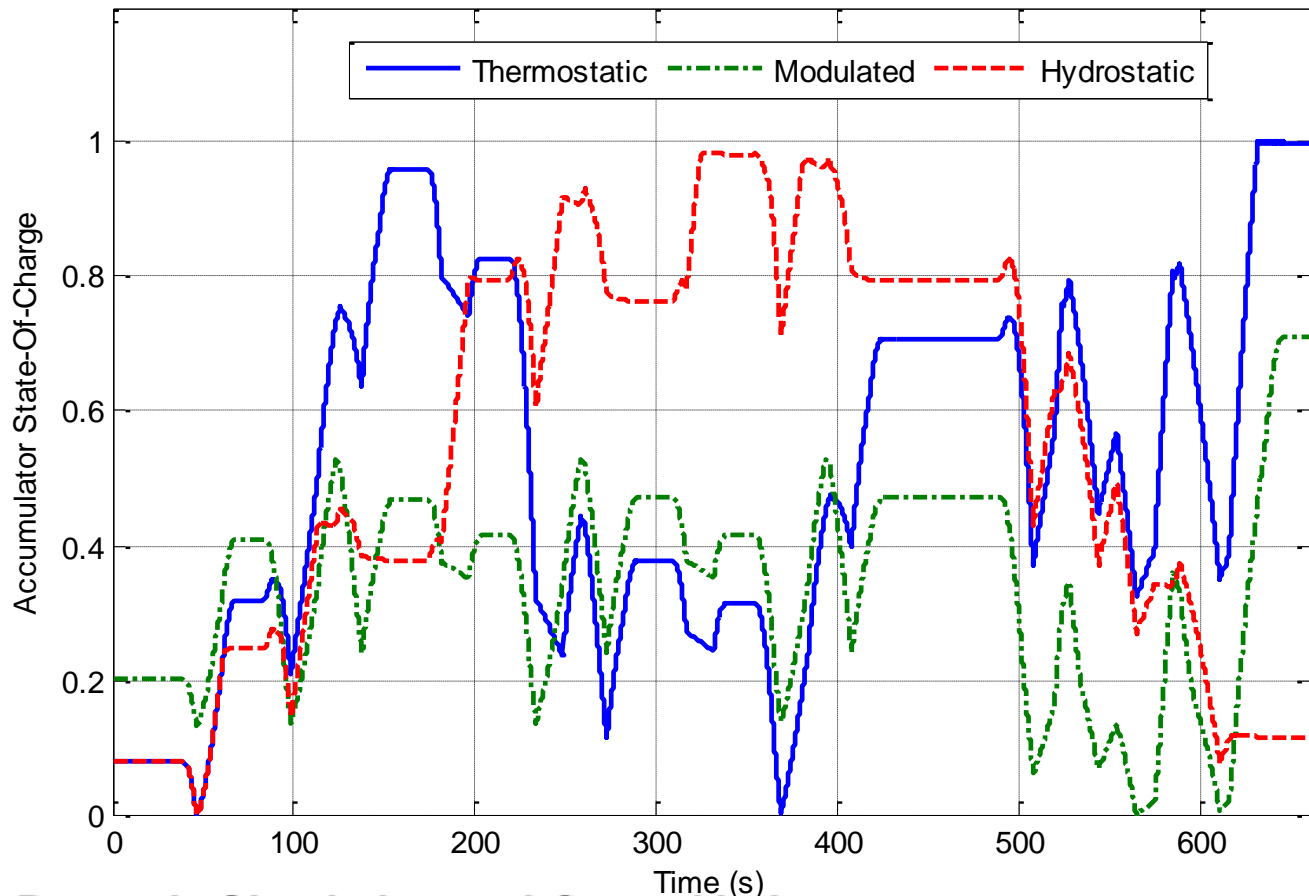
– 完全由SOC決定是否需引擎對蓄壓器充能，有煞車回收





# Control Strategies Comparing: Acceleration Phrase

比較三者，低速路段 Hydrostatic 蓄壓器之壓力不斷上升，只有最後高速路段才進行消耗，其餘兩者在蓄壓器SOC達到一定值後進行釋能，減少引擎的輸出







# DP Problem Formulation

The discretized model of the SHHV system can be summarized as:

$$x_{k+1} = f_k(x_k, u_k), \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (1)$$

The optimal control sequence,  $u(t)$  is found by minimizing the cost function:

$$J(x) = \min_{u_k \in U_k(x_k)} \sum_{k=0}^{N-1} g_k(x_k, u_k, k) \quad (2)$$

The algorithm proceeds backward from  $N-1$  to  $0$  which the end cost calculation step is:

$$J_N(x_N) = g_N(x_N) \quad (3)$$

and the intermediate calculation step is:

$$J_k(x_k) = \min \left\{ g_k(x_k, u_k) + J_{k+1}(f_k(x_k, u_k)) \right\} \quad (4)$$



# DP Problem Formulation(2)

The cost function of the system at each stage and at final state are

$$g_k(x_k, u_k) = \Delta m_f$$
$$g_N(x) = \begin{cases} 0 & x \geq x_0 \\ \infty & x < x_0 \end{cases} \quad (5)$$

Physical constraints of the system are

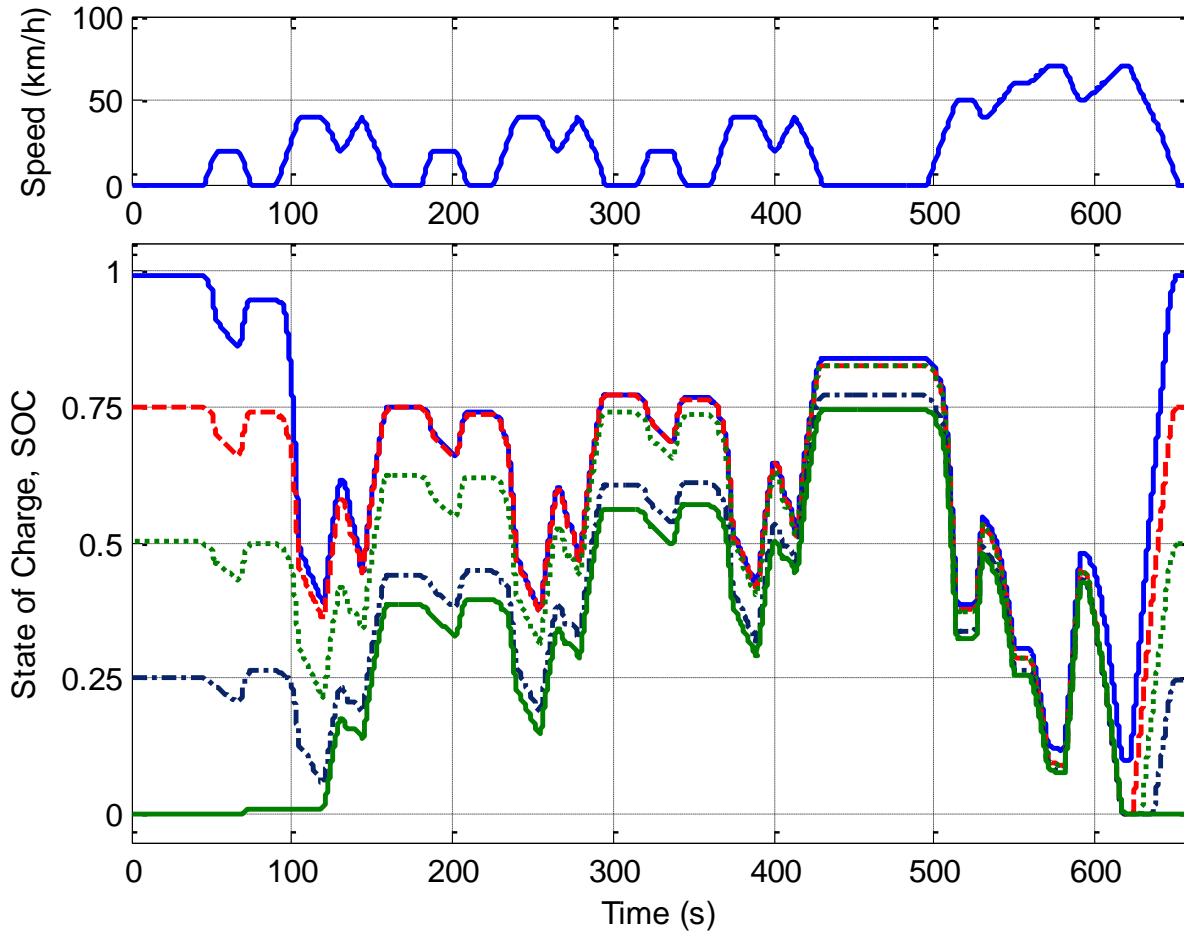
$$0 \leq x_k \leq 1$$
$$\omega_{E\_min} \leq \omega_{E,k} \leq \omega_{E\_max}$$
$$P_{E,k} \leq P_{E\_max} \quad (6)$$
$$-D_{P2,max} \leq D_{P2,k} \leq D_{P2,max}$$
$$0 \leq D_{P1,k} \leq D_{P1,max}$$

The control variable  $u$  and the state variable  $x$  are discretized both in time and value

$$x \in [0, 0.02, 0.04, \dots, 0.98, 1]$$
$$u \in [0, 0.02, 0.04, \dots, 0.98, 1] \quad (7)$$



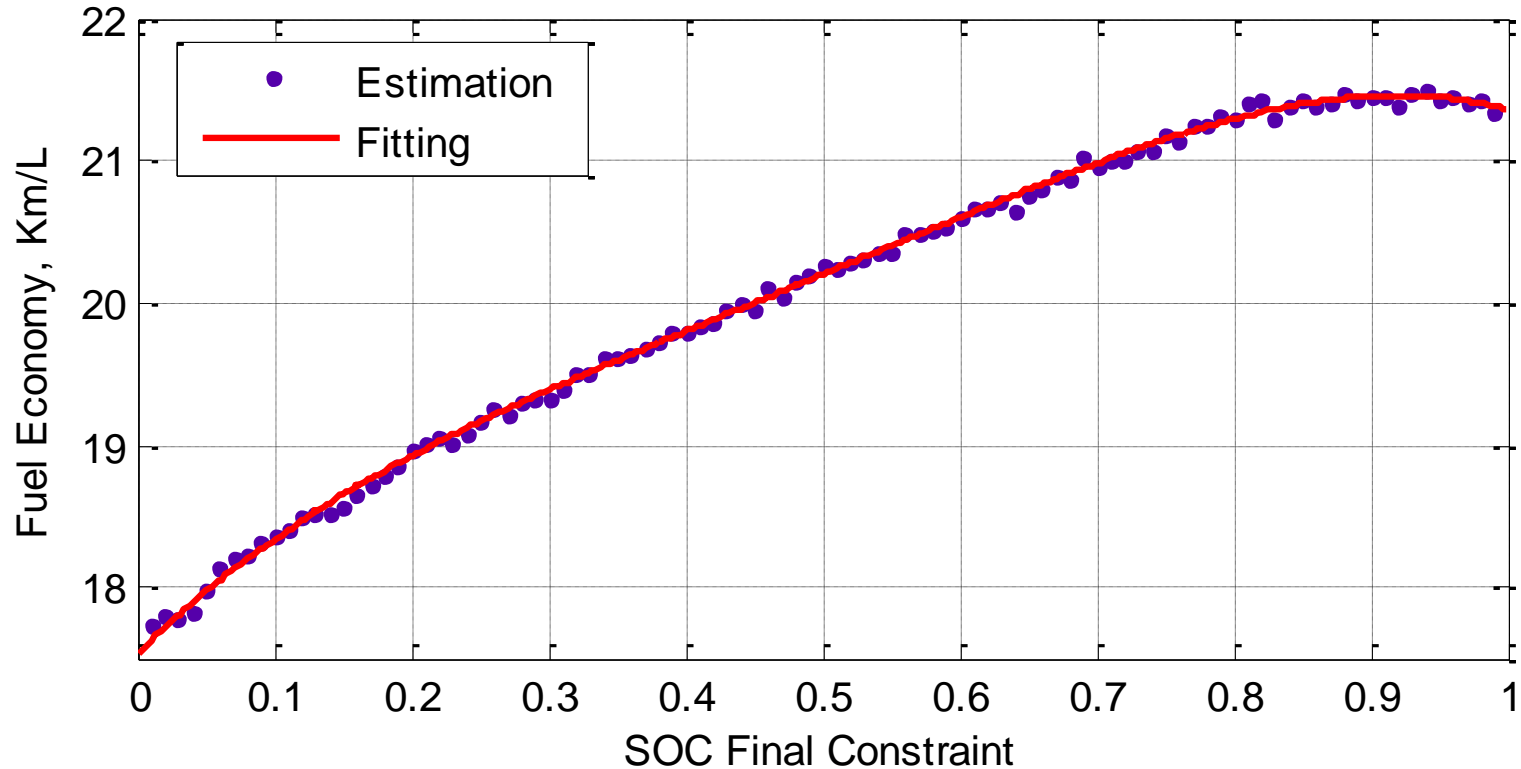
# DP Optimization Result



Several SOC Histories with Different Final Constraint

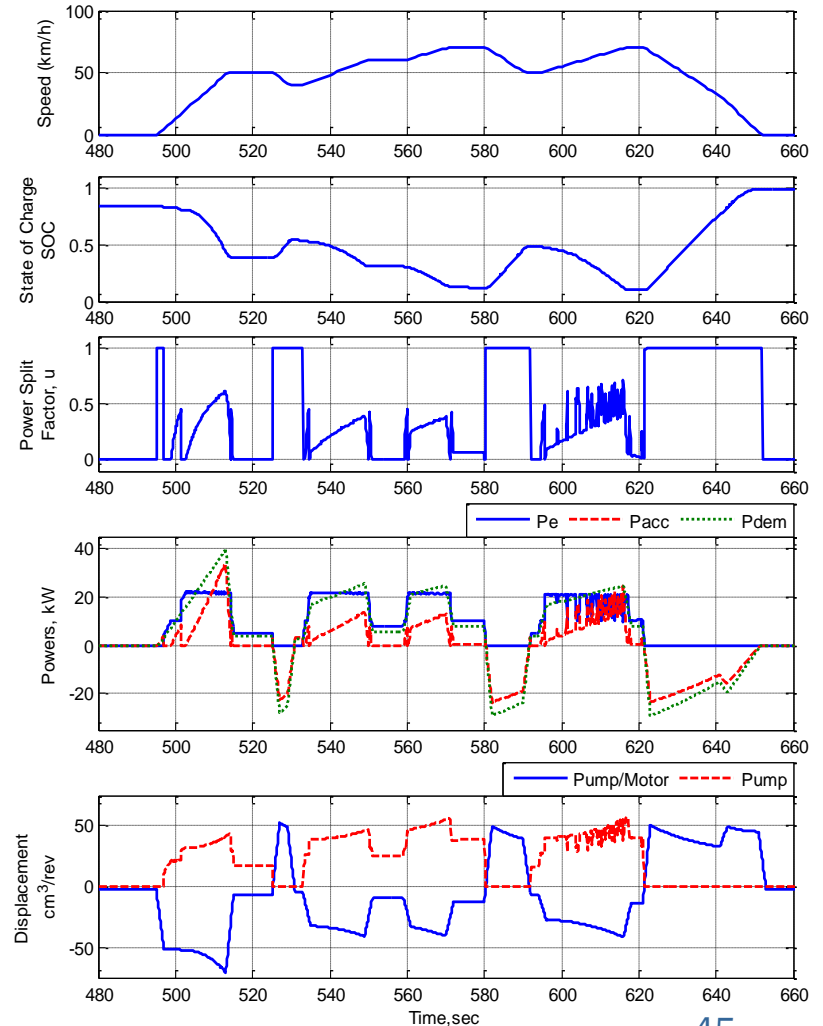
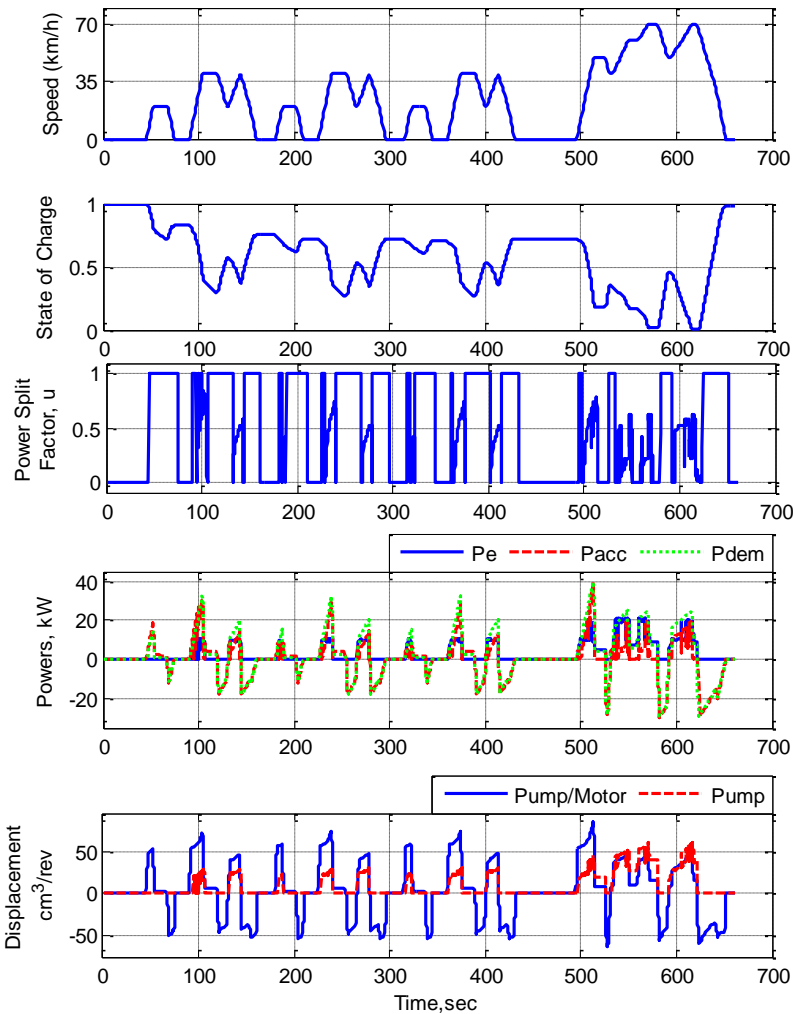


# DP Optimization Result(2)

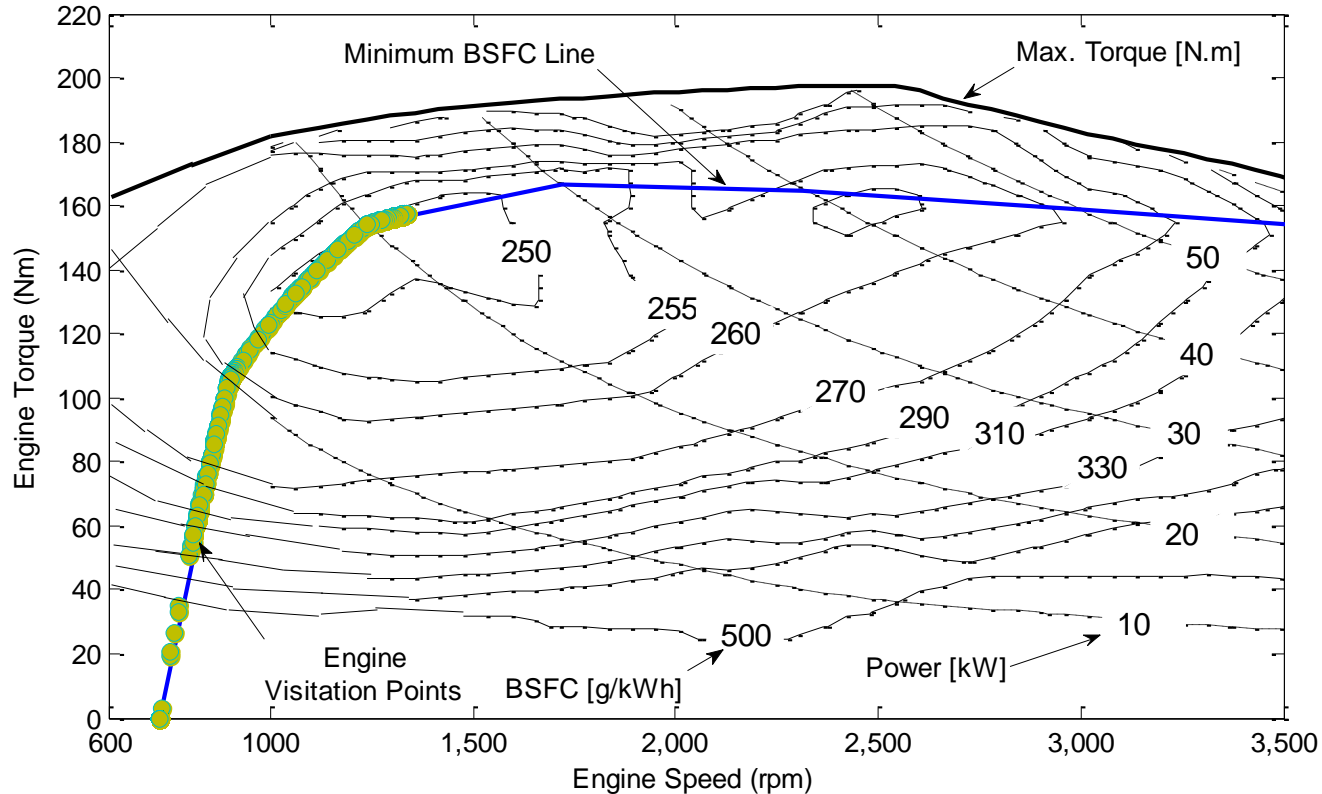


The Relationship between Fuel Economy and Final Constraint on System SOC

# DP Optimization Result(3)



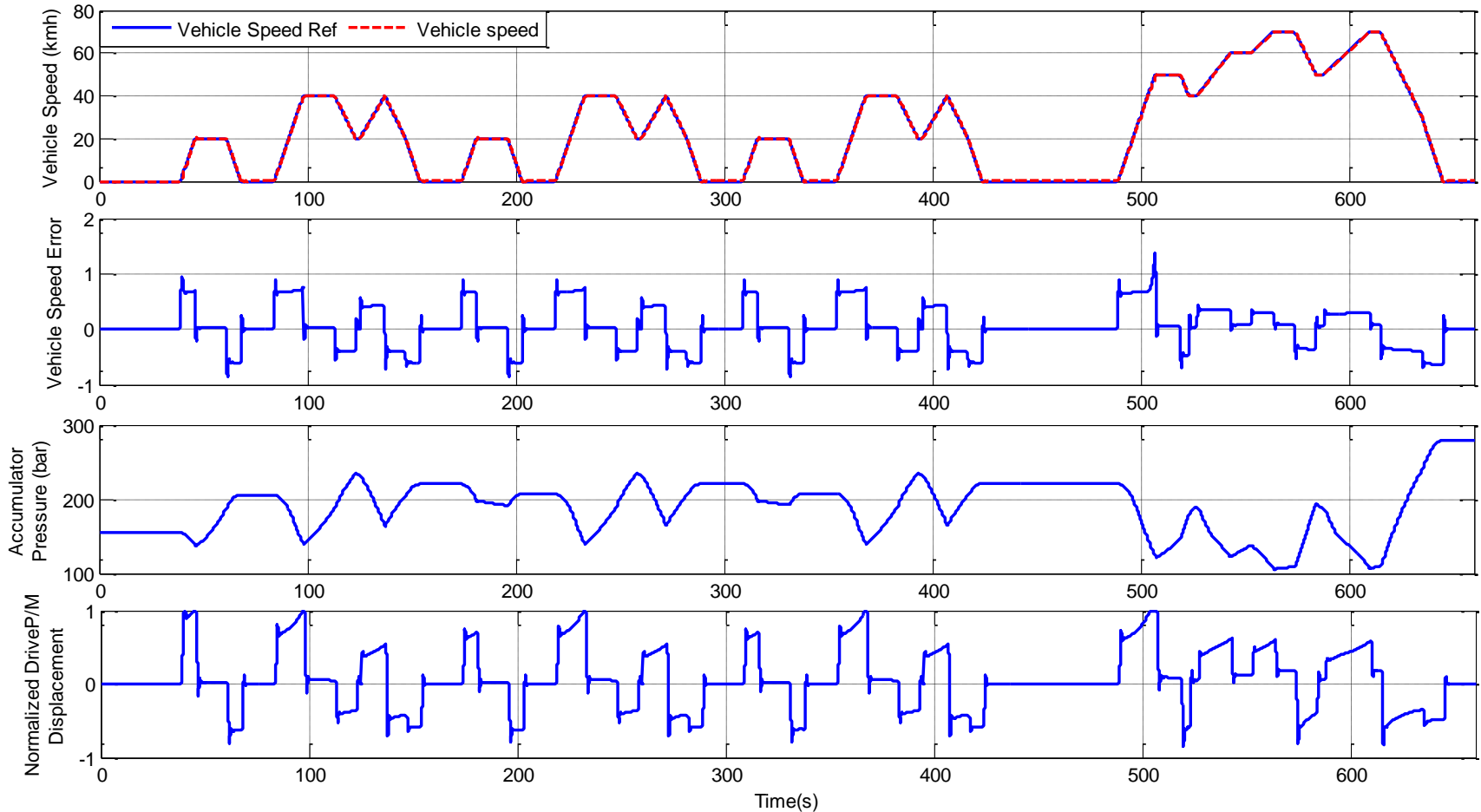
# DP Optimization Result(4)



Engine Visitation Points over Japan 10-15 Driving Cycle



# Rule-based Control Strategy with Optimal Benchmark

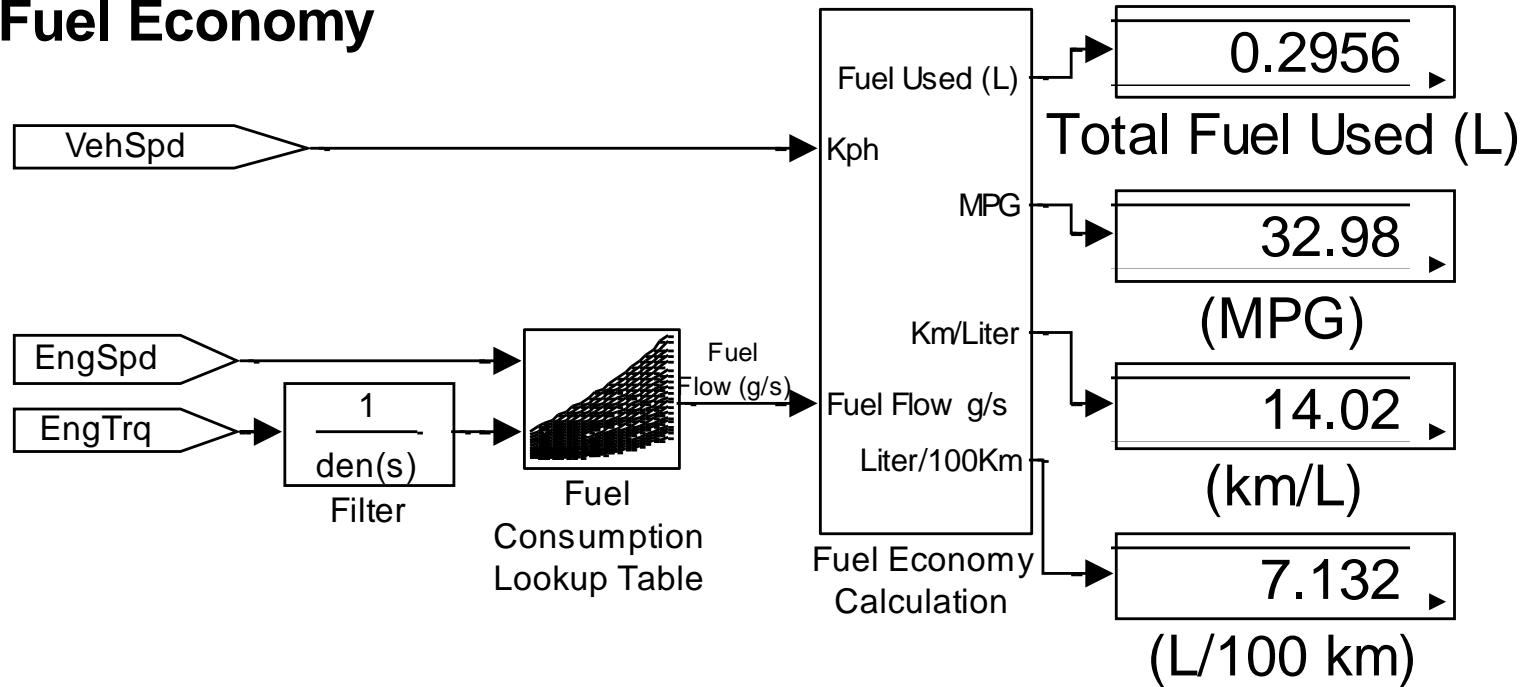




# Fuel Economy Improvement

## 模擬之油耗數據結果

### Fuel Economy







# Fuel Economy Improvement(2)

- The Fuel Economy(FE) of a vehicle is evaluated by the traveling distance in Km per liter of fuel [Km/L].
- The FEI (Fuel Economy Improvement) of SHHV system is defined as:

$$FEI = \frac{FE_{SHHV} - FE_{Criterion}}{FE_{Criterion}} \times 100\% \quad (9)$$

$FE_{Criterion}$ : Value of FE used as a standard

- Criterion 1: The FE of the system used Hydrostatic control strategy
- Criterion 2: The FE extracted from MYs(Model Years) 2012-2016



# Fuel Economy Improvement(3)

No.	Name	Fuel Economy [Km/L]	Fuel Economy Improvement [%]	
			<i>Criterion 1</i>	<i>Criterion 2</i>
1	Hydrostatic	10.15	-	-
2	Thermostatic			
2.1	Acceleration	12.01	18.33	5.17
2.2	Pure	12.71	25.22	11.30
2.3	With-Idle	13.28	30.84	16.29
3	Optimal-Thermostatic			
3.1	Acceleration	16.36	61.18	43.26
3.2	Pure	17.79	75.27	55.78
3.3	With-Idle	18.13	78.64	58.76
4	DP	21.5	112	88



# 大綱

液壓混合動力車簡介

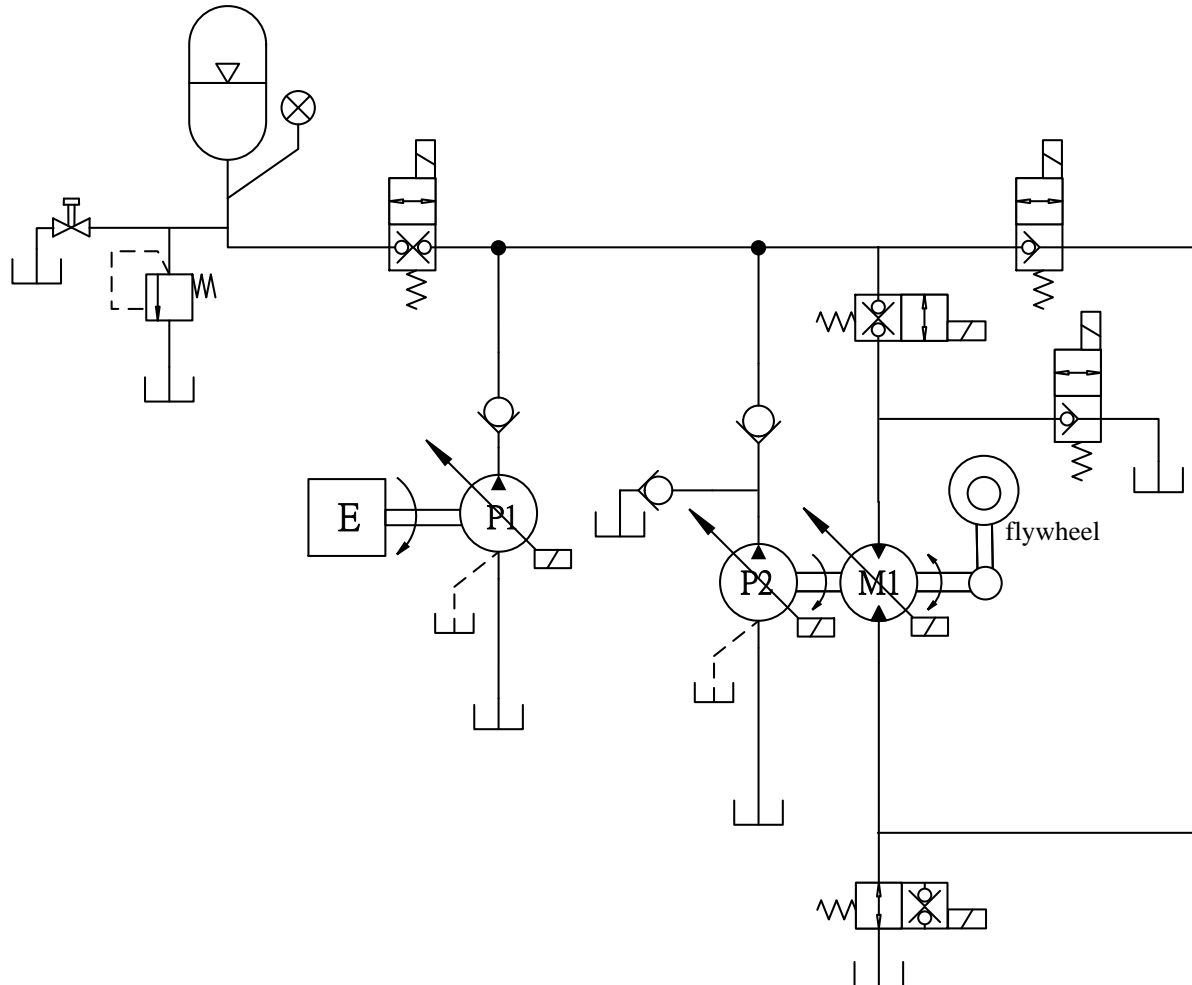
液壓混合動力系統模擬

液壓混合動力硬體與實車測試

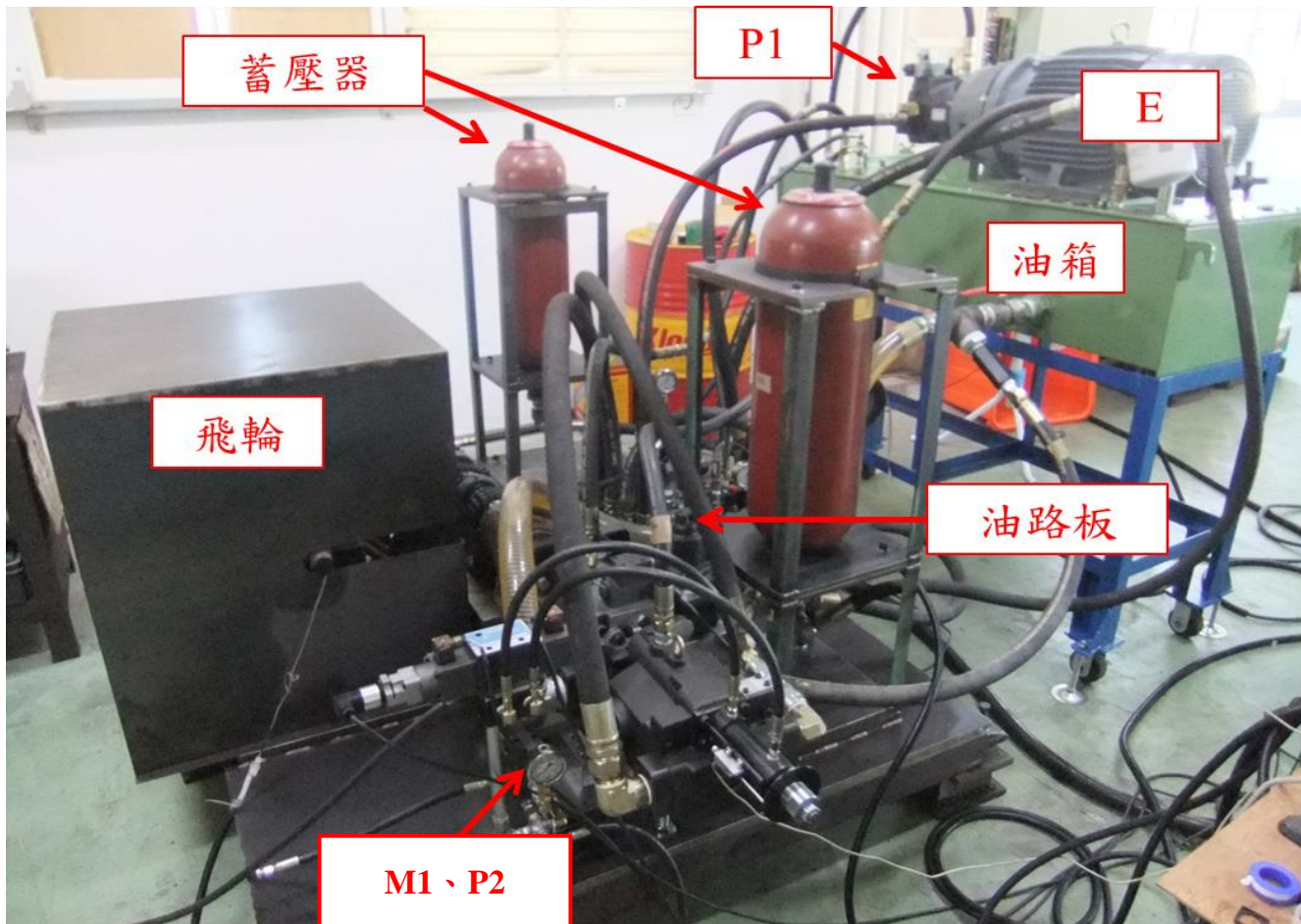
- 測試平台
- 測試車

結論

# 測試平台油路設計圖

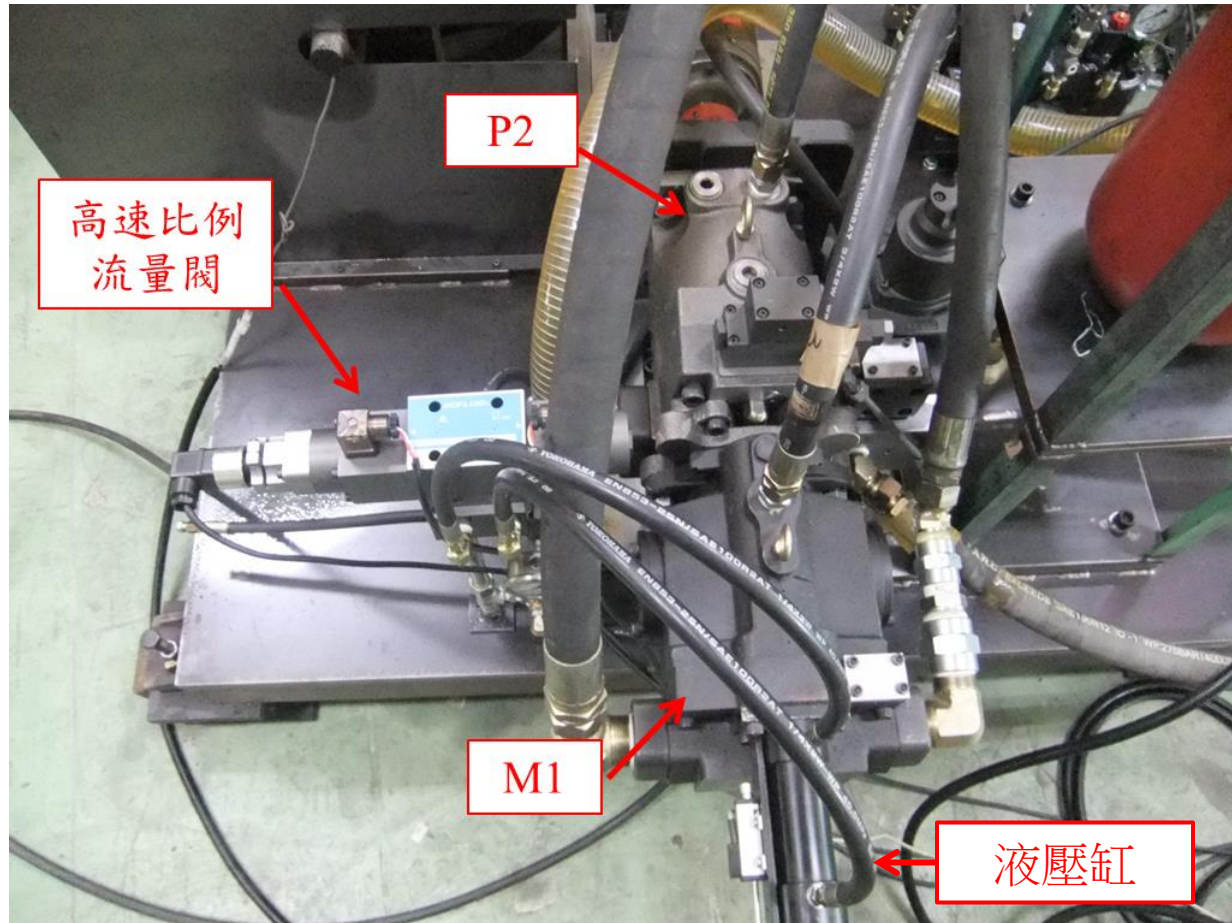


# 測試平台實際照片



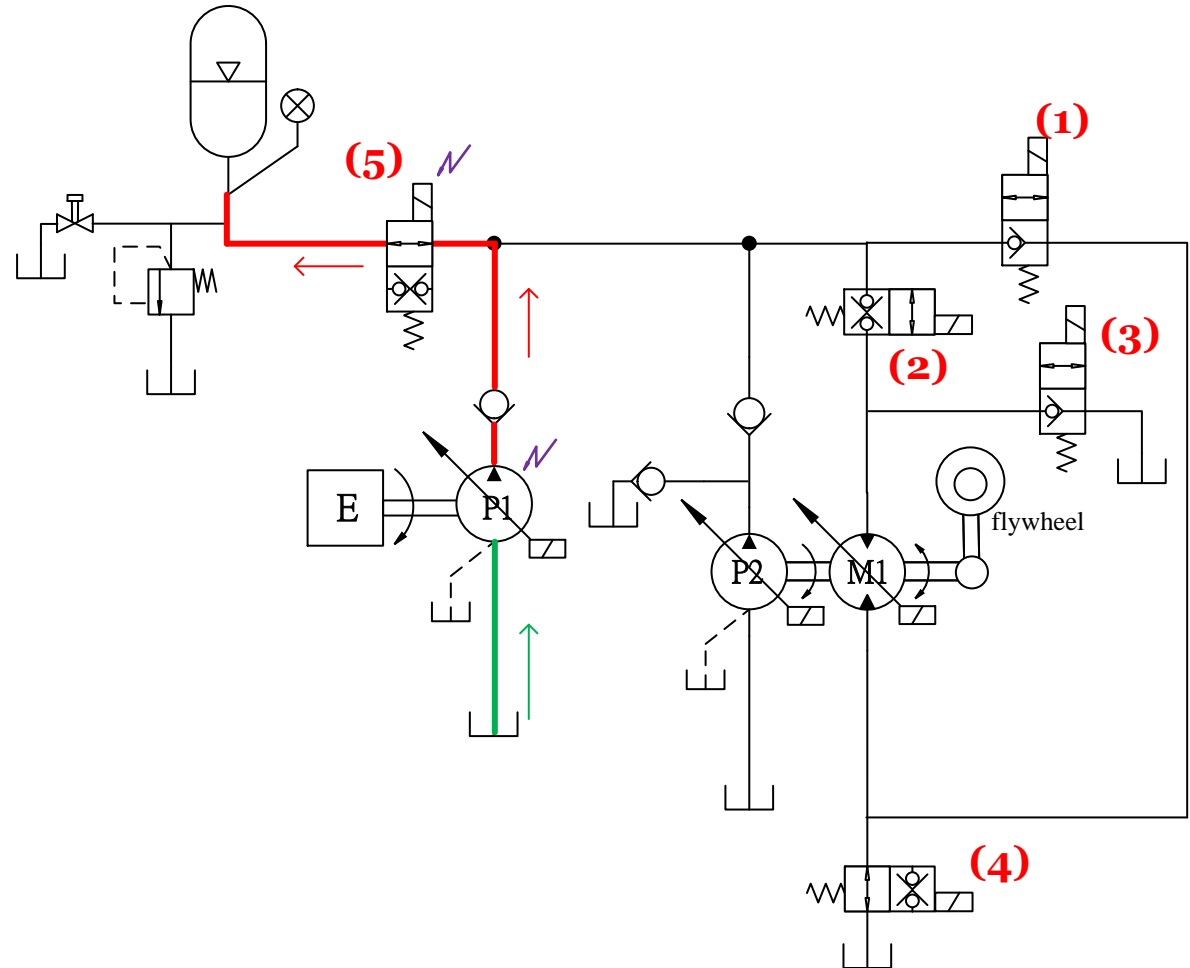
## 測試平台實際照片

- 目前國內液壓馬達大多為固定排量，因此尋以比例流量伺服器搭配液壓缸來控制斜盤角度



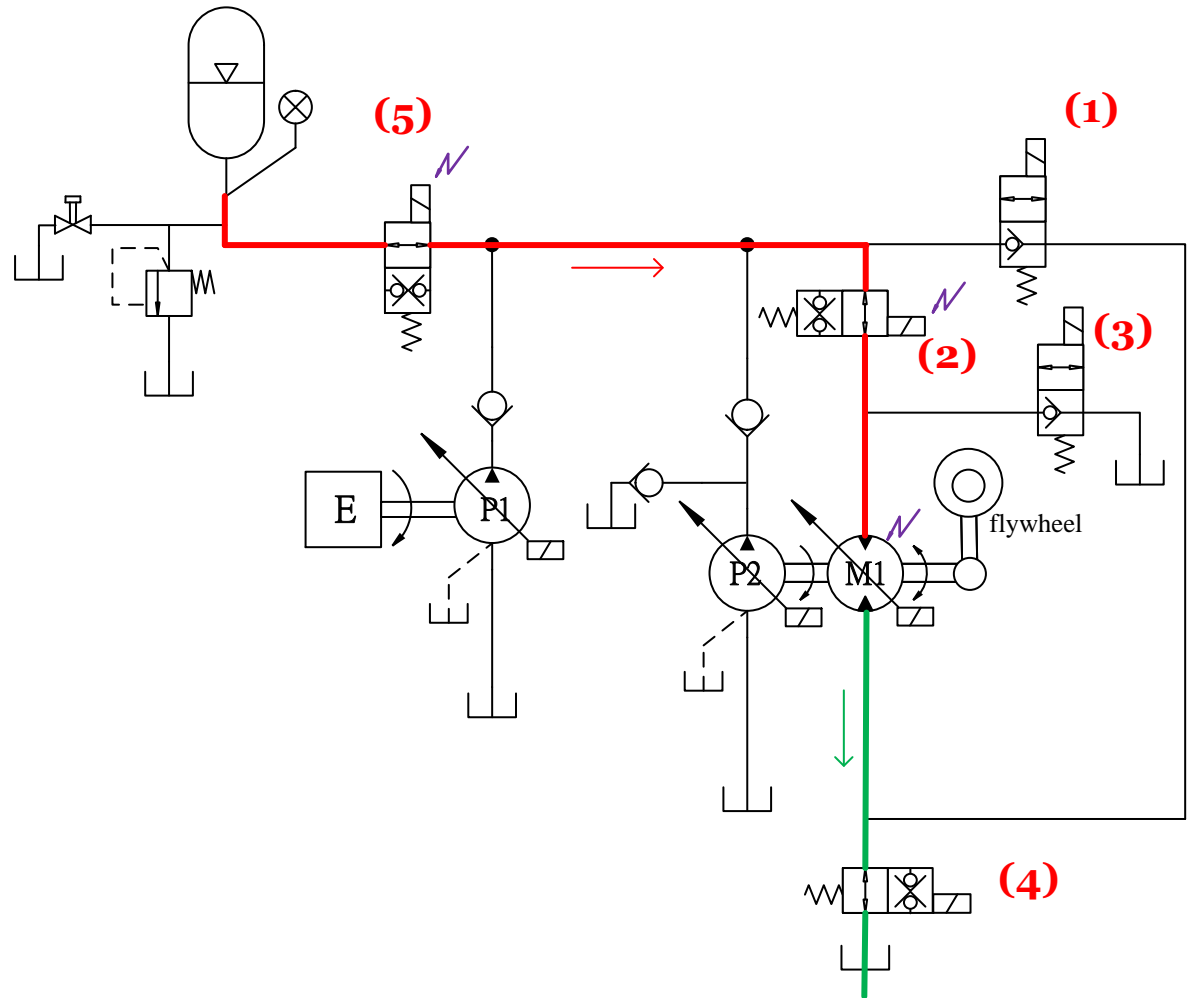
# 平台工作範例：引擎惰轉蓄壓模式(能量回收)

藉由引擎在惰轉(車輛無行走，如停等紅綠燈)時，驅動可變量泵浦P1，連通油箱，將油箱之液壓了透過控制閥5填充入高壓蓄壓器中



# 液壓前進

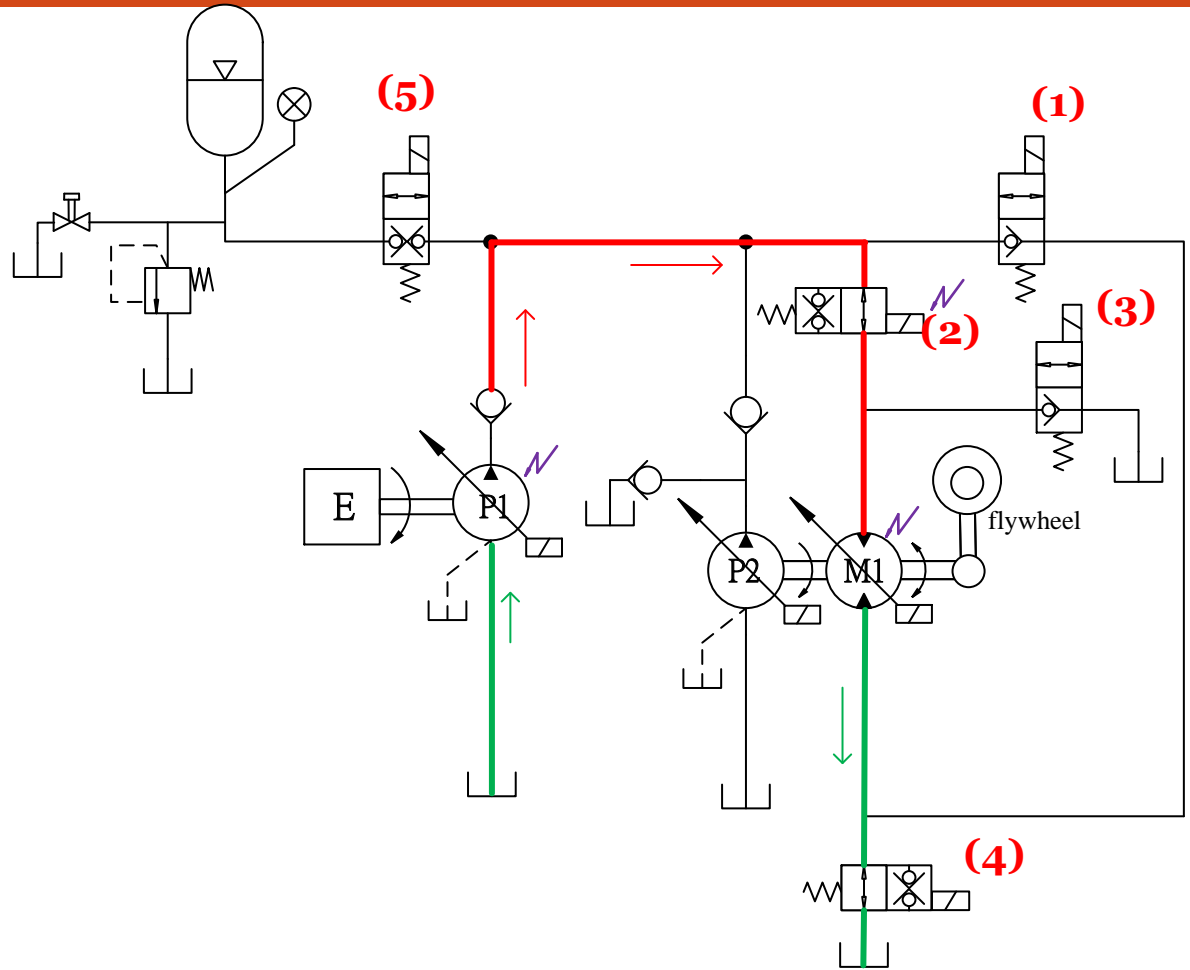
在高壓蓄壓器內液壓能足夠的狀態，開啟控制閥5、控制閥2，可變量泵浦P2排量降到零，可變量液壓馬達M1開始作動對車軸輸出動力，液壓油再從常開之控制閥4回到油箱





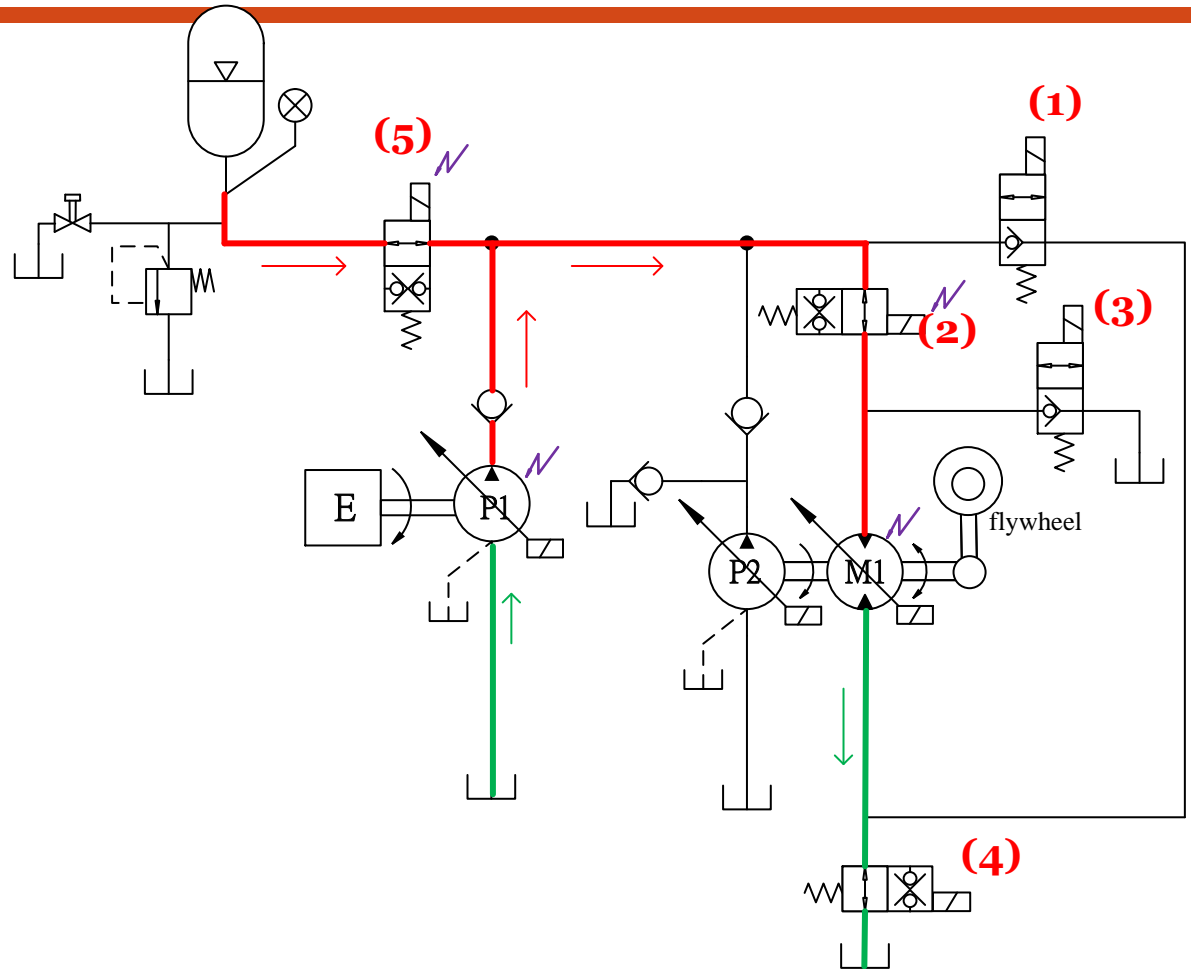
# 引擎前進模式

由引擎驅動可變量泵浦 P1 以輸出液壓油，開啟控制閥 2，可變量泵浦 P2 排量降到零，可變量液壓馬達 M1 開始作動，對車軸輸出動力，液壓油再從常開之控制閥 4 回到油箱



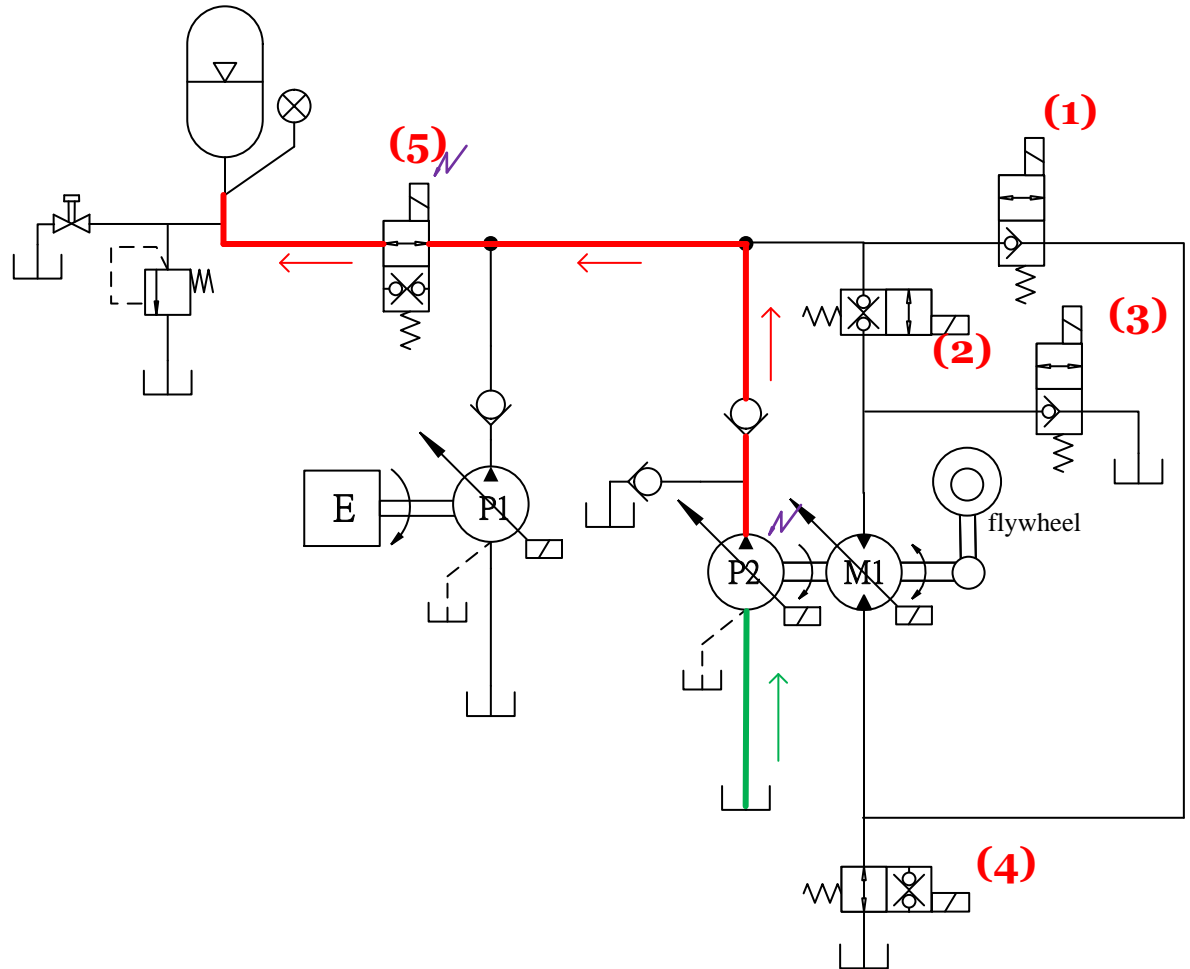
# 液壓+引擎前進模式

在高壓蓄壓器內液壓能足夠的狀態，同時以引擎驅動可變量泵浦P1進行輸出，如此可提供較大的動力(合併輸出)，開啟控制閥5、控制閥2，可變量泵浦P2排量降到零，可變量液壓馬達M1開始作動對車軸輸出動力，液壓油再從常開之控制閥4回到油箱



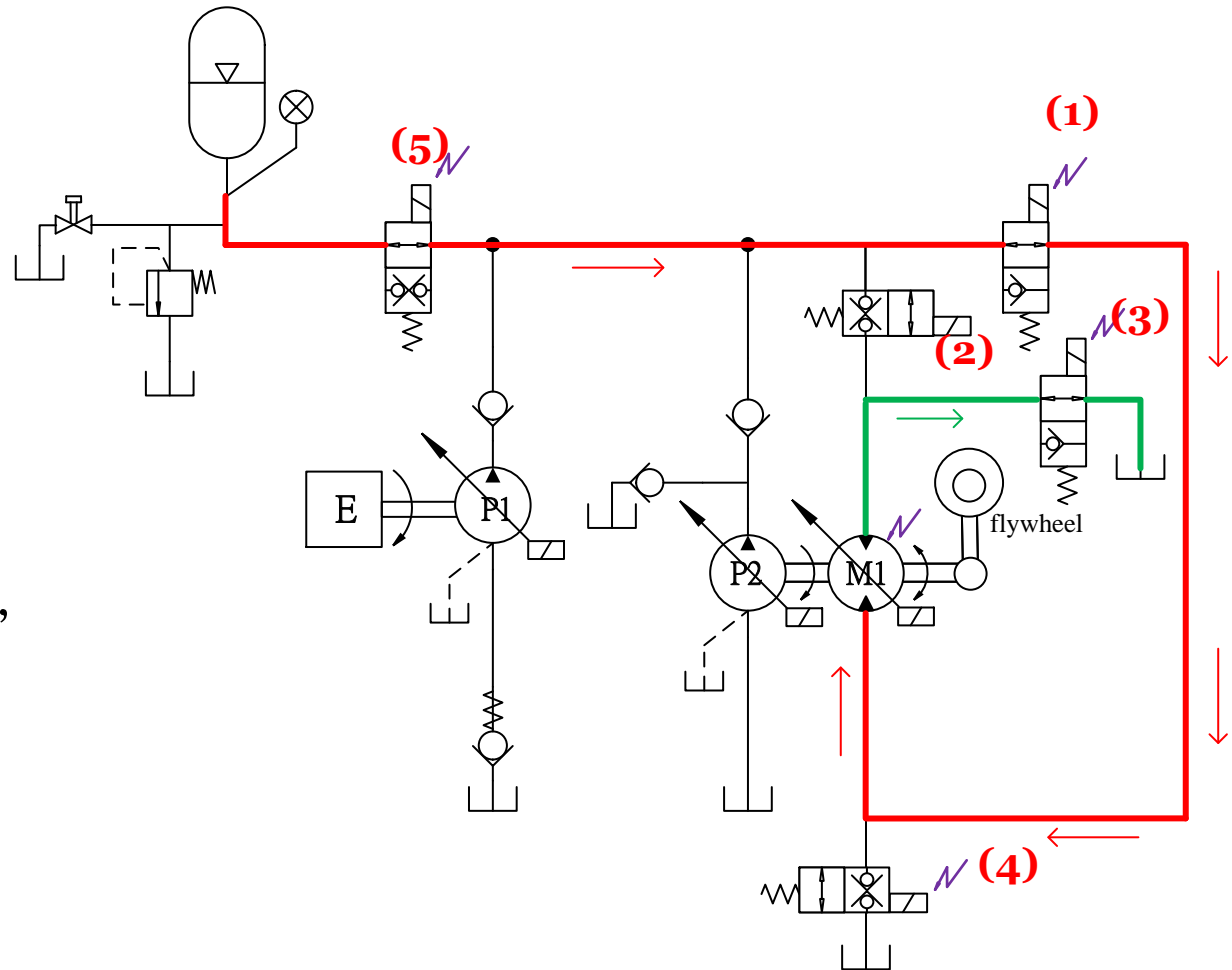
# 液壓煞車回收模式

將可變量液壓馬達之控  
排量降到零，減少阻力，  
可變量泵浦P2開始作動，  
開啟控制閥5，液壓油從  
油箱經過P2加壓轉為高  
壓油，並通過控制閥5送  
到高壓蓄壓器，結束時  
立即關閉控制閥5避免蓄  
壓器之高壓油流出



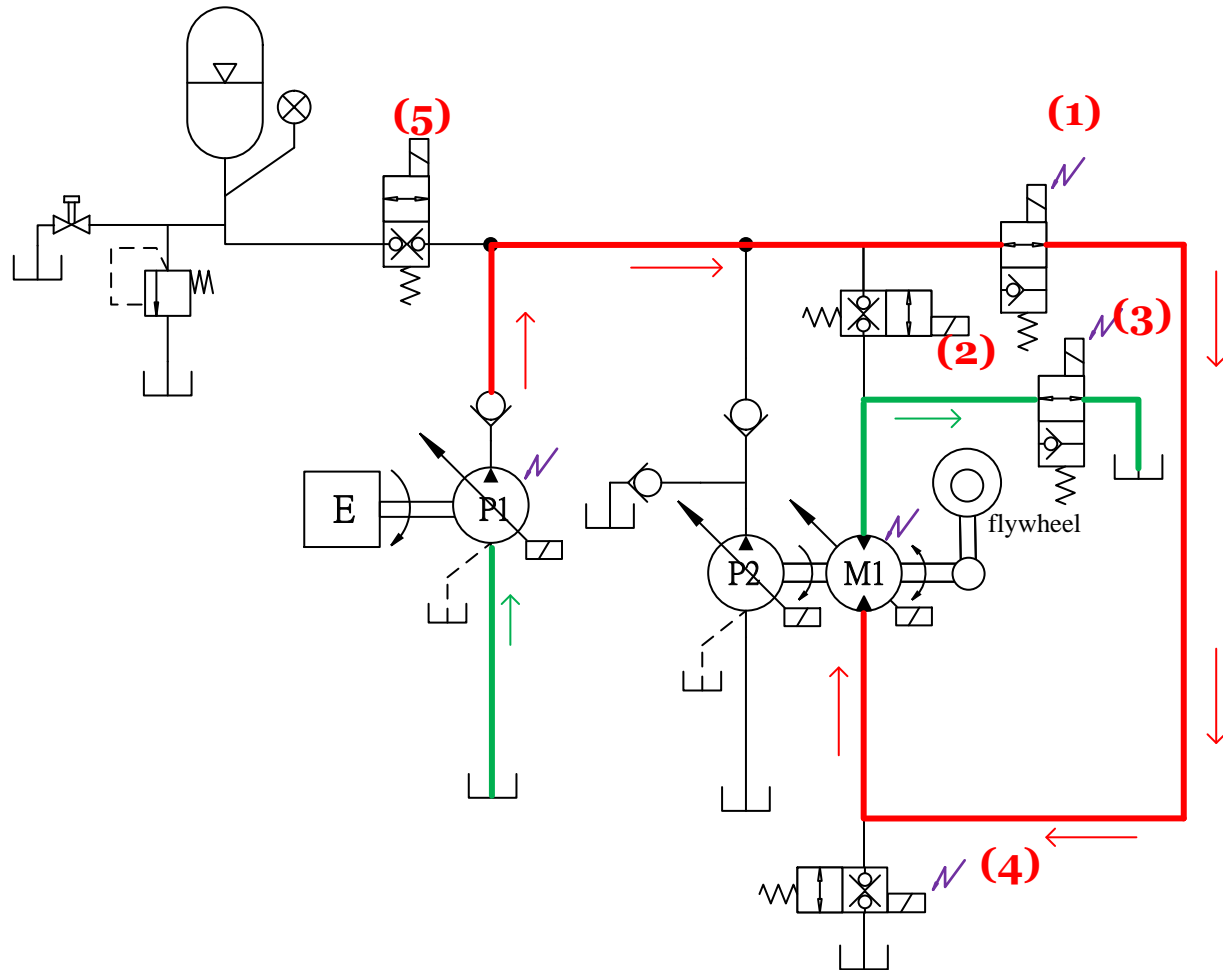
# 液壓後退模式

在高壓蓄壓器內液壓能足夠的狀態，開啟控制閥1、3、4、5，可變量泵浦P2排量降到零，可變量液壓馬達M1開始作動對車軸輸出動力，液壓油由反方向流入M1，因此旋轉方向變為反向，液壓油再從控制閥3回到油箱



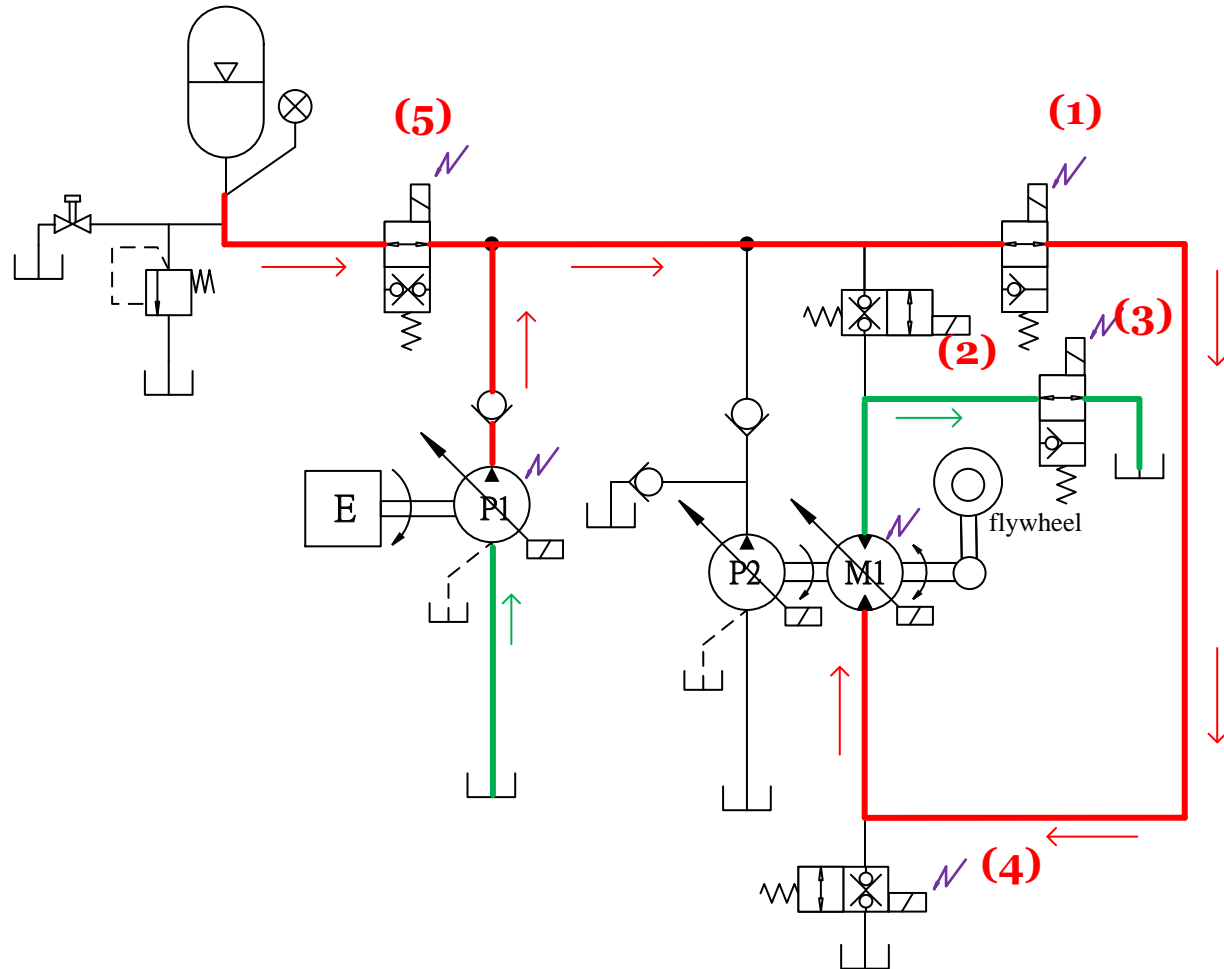
# 引擎後退模式

由引擎驅動可變量泵浦 P1 以輸出液壓油，開啟控制閥 1、3、4，可變量泵浦 P2 排量降到零，可變量液壓馬達 M1 開始作動對車軸輸出動力，液壓油由反方向流入 M1，因此旋轉方向變為反向，液壓油再從控制閥 3 回到油箱



# 液壓+引擎後退模式

在高壓蓄壓器內液壓能足夠的狀態，同時以引擎驅動可變量泵浦P1進行輸出，如此可提供較大的動力(合併輸出)，開啟控制閥1、3、4、5，可變量泵浦P2排量降到零，可變量液壓馬達M1開始作動對車軸輸出動力，液壓油由反方向流入M1，因此旋轉方向變為反向，液壓油再從控制閥3回到油箱

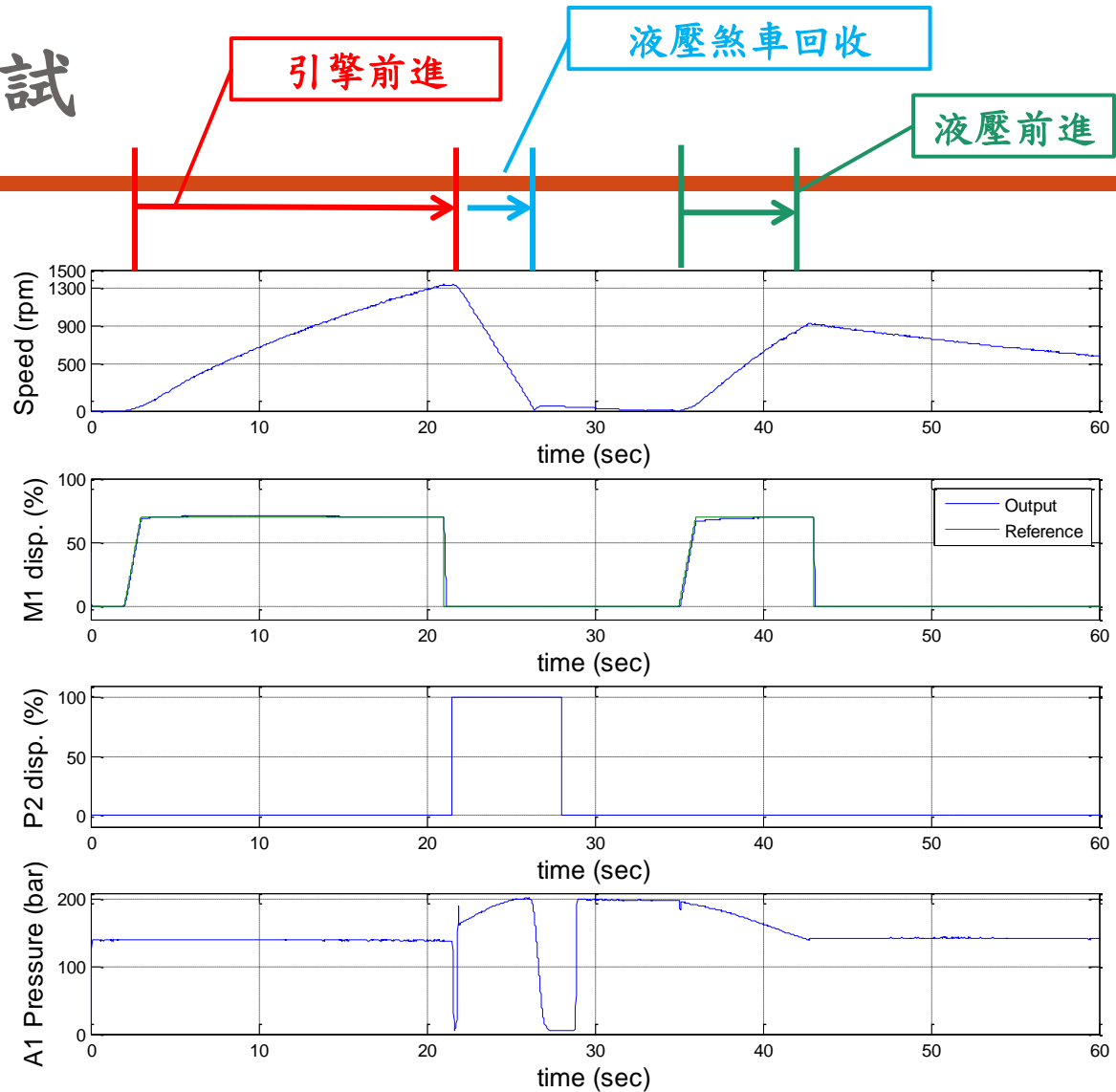


# 一個循環測試

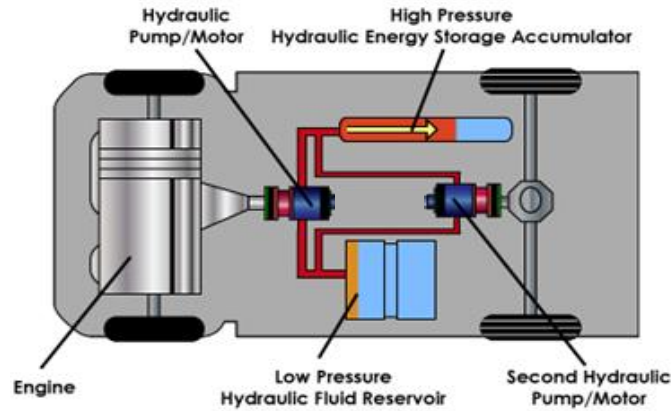
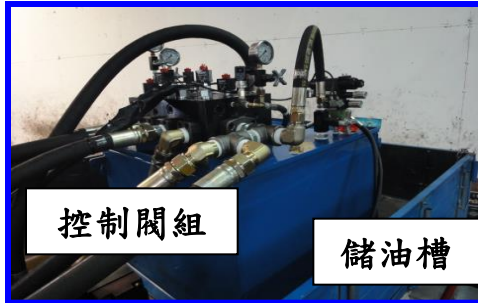
以一個單純加速然後減速，接著加速的駕駛循環對實驗平台進行測試，確定所設計之油路各行車模式皆正確。

由圖中顯示可變量液壓馬達M1的排量控制可達到非常精準的控制。

液壓泵浦可變量控制為國內廠商既有成熟技術，可靠度高且已模組化。



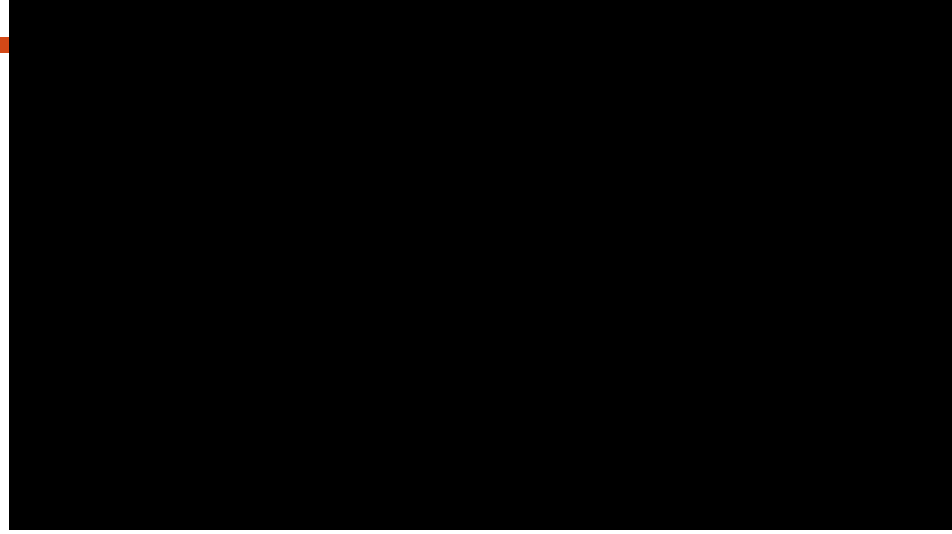
# SHHV 實驗車輛液壓系統組裝



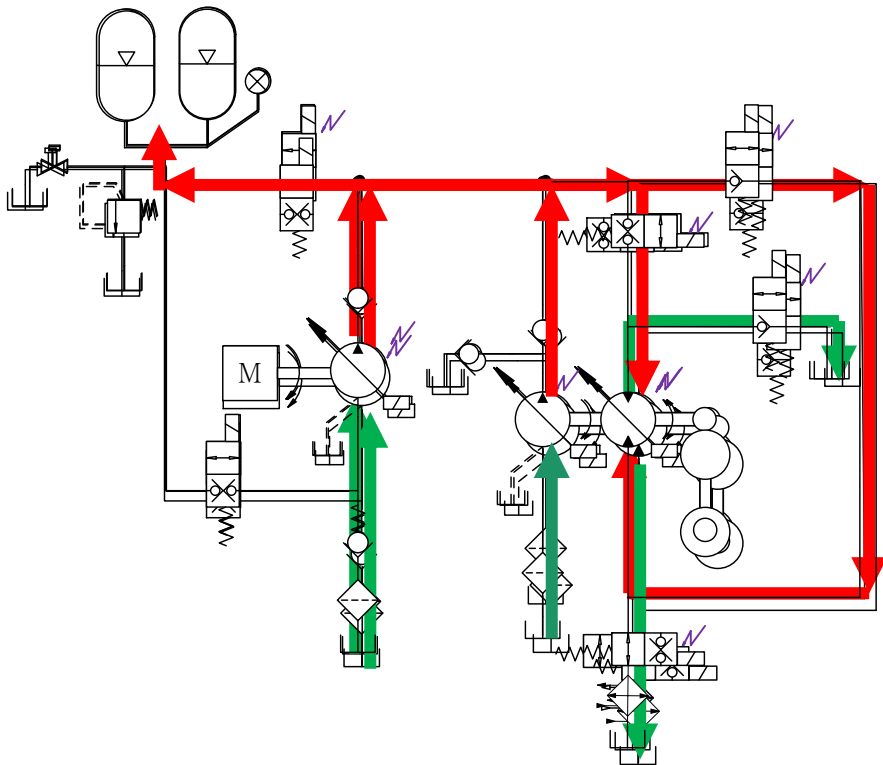


# 實車測試影片說明

實際車輛作動影片說明油路控制閥切換，  
測試車輛倒退、前進和液壓煞車等功能。



在停車以後再以腳踩踏機械煞車，使煞車燈亮，證明為使用液壓煞車回收動作





# 大綱

液壓混合動力車簡介

液壓混合動力系統模擬

液壓混合動力硬體與實車測試

結論



## 結論

- 液壓混合動力系統在發展上走的並非是油電/電動車的主流發展方向，而是作為一種讓機械系統工作效率更高的控制技術，回收因煞車而散失的車體動能，使得整體油耗降低，改善能源利用率。
- 液壓混合動力系統的研究不僅僅是應用於車輛工業上，液壓傳動為工業界常見且成熟的技術，廣泛應用於各式運輸、工程機械中，相關元件的開發改良皆可應用在各種大型油壓驅動機械的場合上。
- 目前國外許多廠商開發之產品顯見此項技術的可行性，而**高效率之液壓元件**研發有其必要性，如何突破研發困境、如何進行產學合作，也是值得考量的一個方向。



# 報告完畢，感謝聆聽



陳志鏗 教授  
大葉大學 機械與自動化工程學系

