

出國報告(出國類別:洽公)

六輕計畫：分析儀器與 APC 控制器策略之
「DCS Control System、ACTUATOR
控制及設計原理」

服務機關: 台灣中油公司石化事業部

姓名職稱: 陳宏裕/儀電工程師

派赴國家: 新加坡

出國期間: 101.10.01~101.10.06

報告日期:

摘要：

本次出國任務為瞭解六輕工廠 DCS Control System、ACTUATOR 控及設計原理，希望藉由此次至新加坡 PM Control 與 Emerson 公司之討論，能更瞭解這兩家公司於中油六輕案中所採用之設備，以期將來開爐試俾時，能快速排除設備故障；並於此次參訪中瞭解該公司所提供之產品動向與服務支援，以利爾後後勤維護之規畫與執行。

中油六輕案 DCS Control System 採用 Emerson 公司 DeltaV M-系列產品，DeltaV M-系列為模組化設計之控制系統，除硬體安裝可靈活應用外，更可 Redundant 配置，為六輕 DCS 控制系統提供一個高可靠度之控制平台；Emerson 公司之產品線廣泛，除六輕案之 DCS 控制系統，本案之傳送器、控制閥、定位器...等大都採用該公司之產品，為本案最主要之控制系統供應廠商。

六輕 DCS 控制系統採用目前最新的 Foundation Fieldbus (FF)技術；Foundation Fieldbus 為一全數位化之工業用控制協定，是運用網路架構技術替代傳統式輸配線，現場各儀表只要配線至 JB 箱，再利用單組 Trunk Cable 作雙向數位傳輸多組儀器；FF 協定除可減少現場電線外，亦可設計成 Control In The Field 方式，以降低控制器 CPU 負載、增進控制效率。

因為石化事業部從未使用過 FF 控制技術，對此一技術如何執行 Loop Test 與 Function Test 存在許多疑慮，藉由此次與 Emerson 公司之討論，釐清了 FF 相關之技術觀念與執行測試之步驟與方法，以期將來六輕開爐試俾時能順利進行。

此次參訪討論的第二個公司為 PM Control，該公司為經 Woodward 公司認證之合力廠商，而此次六輕案壓縮機 Steam Turbine 調速閥採用 Woodward 之 EHPC(ElectroHydraulic Power Cylinder) Actuator 來驅動，這也是石化事業部第一次使用這個型號之 Actuator；目前 EHPC Actuator 國內廠商尚無相關技術與設備可配合維護及檢修，未來維修時誓必須送到新加坡 PM Control 公司；在這次之討論過程中，PM Control 公司闡述 EHPC Actuator 之控制原理並帶我們參觀該公司之維修流程與檢測設備，。

(目錄)	
一、目地.....	4
二、過程.....	4
(一)六輕 DCS 控制系統.....	4
1.FF 控制協定.....	4
2.FF Segment 介紹.....	5
3.FF Segment 儀表 Commissioning.....	6
4.Function Test.....	7
(二)EHPC Actuator.....	9
1.EHPC(ElectroHydraulic Power Cylinder)控制原理介紹.....	9
2.EHPC 內部構造.....	11
三、心得.....	12
四、建議.....	12

(本文：應包含「目的」、「過程」、「心得」、「建議」及其他相關事項)

一、目的：

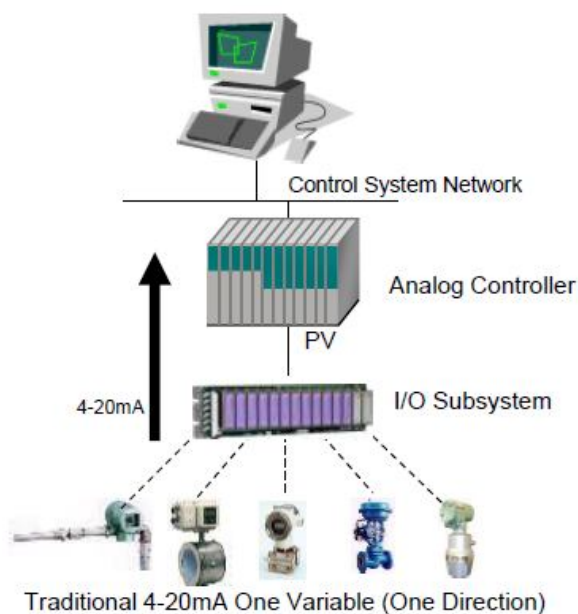
本次出國任務為瞭解六輕工廠 DCS Control System、ACTUATOR 控及設計原理，希望藉由此次至新加坡 PM Control 與 Emerson 公司之討論，能更瞭解這兩家公司於中油六輕案中所採用之設備，以期將來開爐試俾時，能快速排除設備故障；並於此次參訪中瞭解該公司所提供之產品動向與服務支援，以利爾後後勤維護之規畫與執行。

二、過程

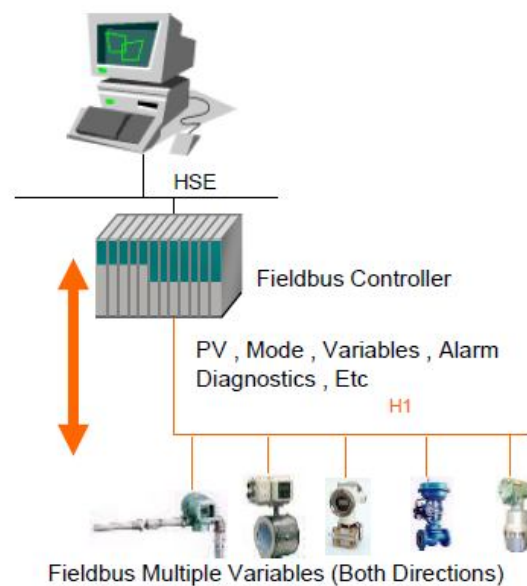
(一)六輕 DCS 控制系統

1. FF 控制協定

六輕 DCS 控制系統使用 Emerson 公司 DeltaV 系列產品，並採用目前最新的 Foundation Fieldbus (FF)技術；Foundation Fieldbus 為一全數位化之工業用控制協定，是運用網路架構技術替代傳統式輸配線，現場各儀表只要配線至 JB 箱，再利用單組 Trunk Cable 作雙向數位傳輸多組儀器，此架構可減少現場 JB 箱至 DCS 之配線，與傳統類比式的 4-20mA 傳送方式有很大的不同。

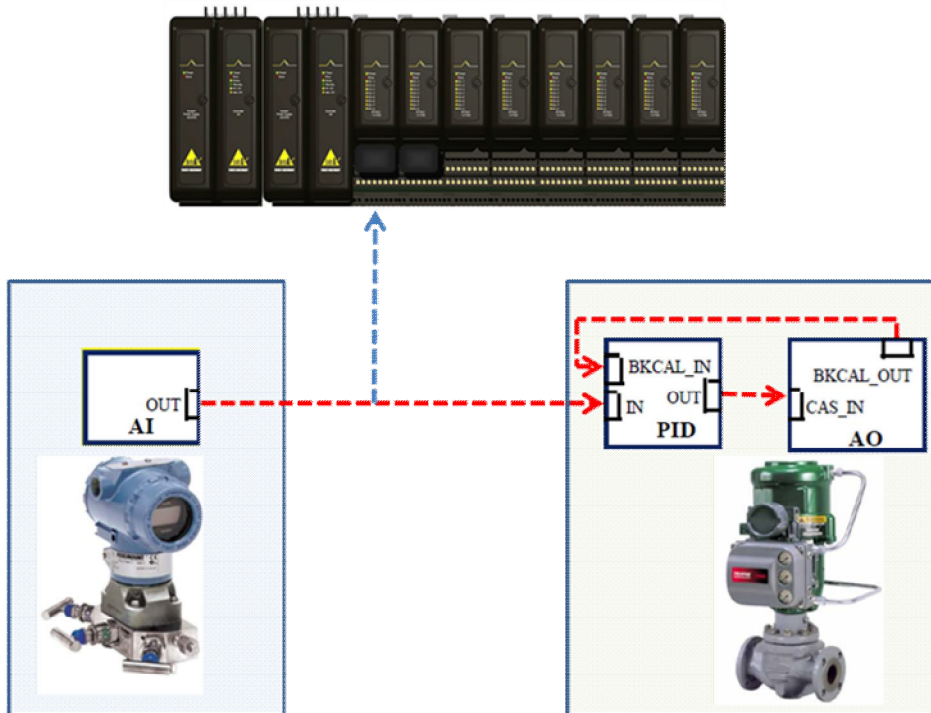


圖一 傳統 I/O 控制系統



圖二 Foundation Fieldbus 控制系統

FF 協定之另一特點為 Control In the Field(CIF)(如下圖三所示)，它是藉由儀表內部之 Function Block，執行整個 PID 控制需求，不再由 DCS 控制系統負責控制邏輯，由此一特點可實現 Control In the Field 以大幅降低控制迴路之執行時間，而且當製程控制系統故障時，現場控制迴路仍可保持自我運算及控制，不會影響現場之 PID 控制。中油六輕廠對於基本 PID 控制與簡單串級控制，都規畫成 Control In the Field(CIF)，而其他較為複雜之運算及高階控制則會考慮 Control In the Controller(CIC)。

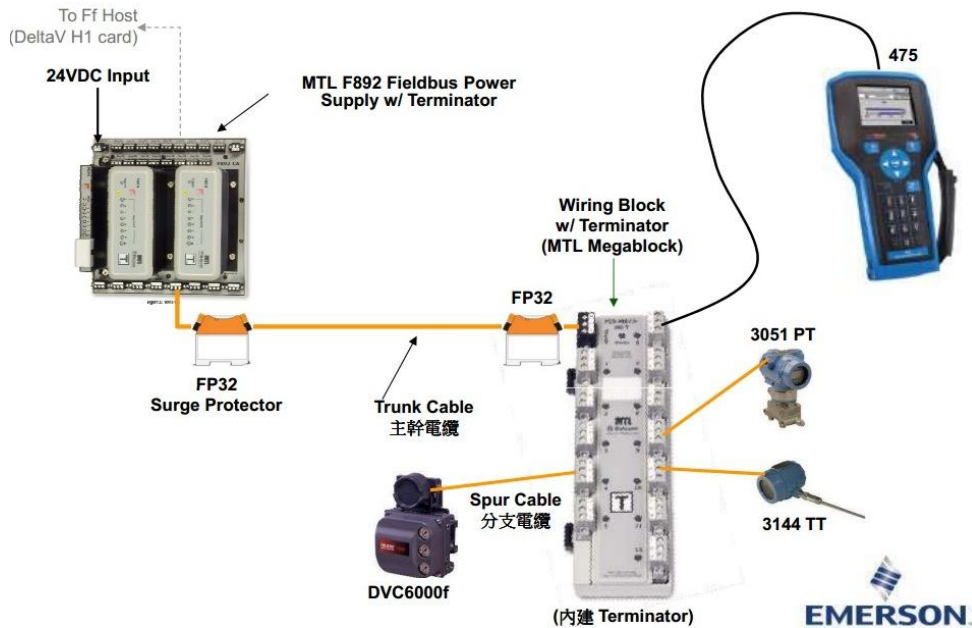


圖三 Foundation Fieldbus 控制流程示意圖

2. FF Segment 介紹

六輕 FF Segment，是由下列元件所組成(如下圖四所示)：

- Power Supply：負責整個 Segment 之電源供應，六輕所採用之型號為 MTL F892。
- Surge Procetor：用以避免主幹線遭雷擊或突波信號損壞控制室 DCS 與現場儀表，本案採用 MTL 公司之 FP32。
- Wire Block：用以收容現場儀表電纜，本案採用 MTL 公司之 Megablock。
- Trunk Cable(主幹電纜)：接於現場 JB 箱與控制室之間。
- Spur Cable(分枝電纜)：接於現場 JB 箱與儀表間。
- 現場儀表：如傳送器、控制閥等。



圖四 六輕 FF Segment 示意圖

3. FF Segment 儀表 Commissioning

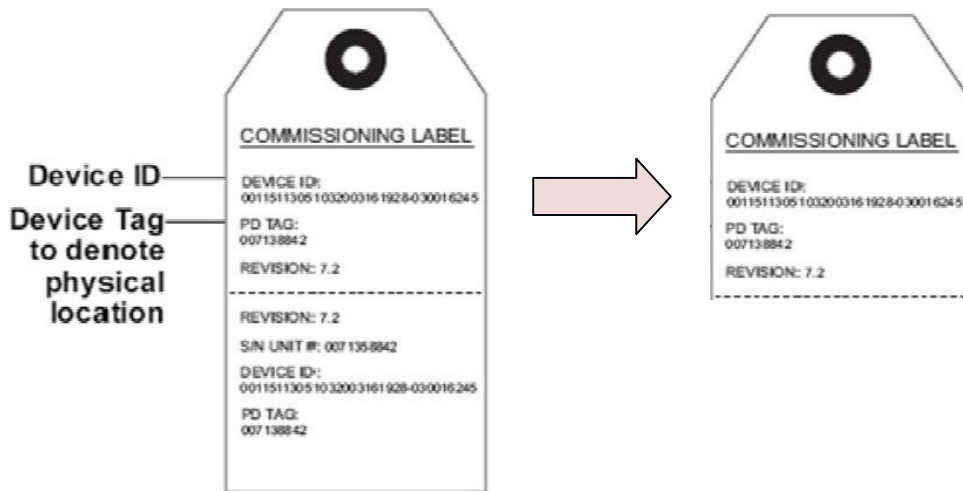
FF 協定為網路式通信協定，為多個儀表共同使用一個 Trunk Cable 傳遞資料，因此 Trunk Cable 上附掛著多個儀表，對 DCS 控制系統而言，未經 DCS Commissioned 之儀表所傳遞之資料，對 DCS 控制系統而言是為無效資料，所以 FF 儀表在接入 DCS 控制系統使用前，都必須經過 Commissioning 這個程序。

在 FF 架構下，DCS 與儀表間之辨識初期是依據儀表本身之 Device ID，每個儀表皆有一個獨一無二之 Device ID，當 DCS 控制系統 Commissioning 該儀表時，會自動檢查儀表之廠牌、型號及版本是否與 Place Holder 一致，若是相同則會將此儀表之 Device ID 記錄於 DCS 控制系統上，並且將儀表之 Address 調整成與 Place Holder 上之設定值一致(如下圖五所示)。

Name	Type	Device ID	Address	Revision	Manufacturer
Decommissioned Fieldbu...	Decommissioned Fiel...				
FTMD-00-001	Fieldbus Device	0011510848-FR-TEMP-0x2160D019	35	5	Rosemount Inc.
LT101A	Fieldbus Device	0011513051020510020540-030074171	20	7	Rosemount Inc.
LT101B	Fieldbus Device	0011515300 RADAR T2 -0x2161A45B	32	2	Rosemount Inc.
LV-101	Fieldbus Device	0051006000FisherDVC0050205332362	34	1	Fisher Controls
PT-104	Fieldbus Device	0011513051112410050304-020078514	30	7	Rosemount Inc.
PT103	Fieldbus Device	0011513051020410230757-030074162	31	7	Rosemount Inc.
TT102	Fieldbus Device	0011513144-TMP-0x23612829	33	2	Rosemount Inc.

圖五 DCS 控制系統 Commissioning 狀態示意圖

由於六輕儀表在出廠時就已將儀表之 TAG NAME 等相關資料設定好，所以在 Commissioning 時只須將 Decommissioned Fieldbus Device 裡之儀表拖拉至相同 Tag Name 之 Place Holder 即可完成；但以後使用備品維修時，備品並未 Key In 任何資料，所以當現場儀表安裝完成時，安裝人員必須將儀表之 Commissioning Label 下半部撕回控制室，Commissioning 人員再依據 Commissioning Label 上之 Device ID 來 Commission 該儀表。



圖六 FF 儀表 Commissioning Label

4. Function Test

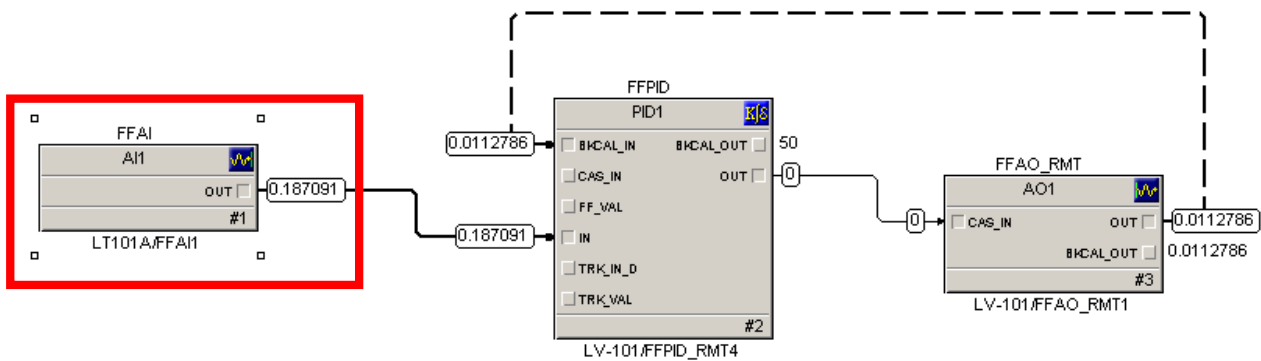
六輕工程已完成 Factory Acceptance Test，目前正陸續安裝現場儀器設備與執行迴路測試 (Loop Test)，在完成儀器安裝與 Loop Test 後，接下來就必須開始進行 Function Test，但六輕與中鼎工程公司之合約中並不包含 Function Test，所以六輕之 Function Test 必須由石化事業部自己來執行。

以往在執行 Function Test 時，只須在現場儀表端以電流產生器模擬 4~20mA 即可，但六輕之 DCS 控制系統採用 FF 協定，PV 值之傳送不再依賴 4~20mA 方式傳送，因此 FF 儀表之 Function Test 無法使用電流產生器模擬 4~20mA，所幸 FF 儀表本身擁有 Simulate 功能，現場儀表只須將儀表之 Simulate 功能 Enable(如圖七)，即可在控制室利用 Control Module 之 AI Function Block，以 Simulate 方式命令儀表送出模擬信號來進行 Function Test。

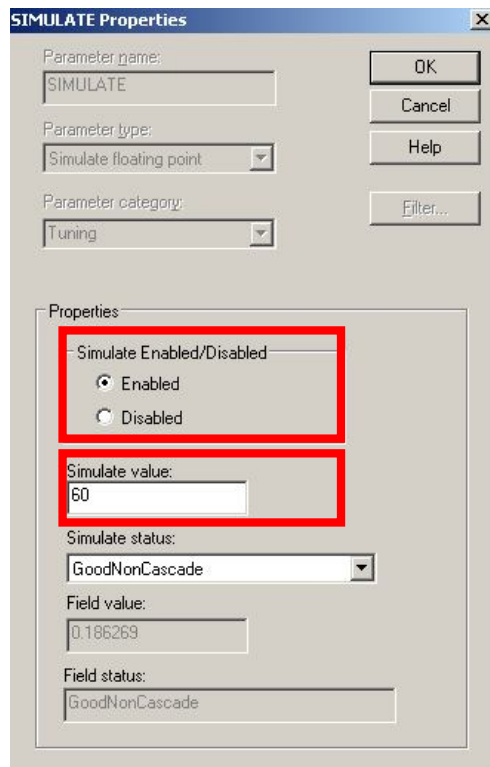


圖七 FF 儀表 Simulate Enable 開關

如下圖七為一基本之 FF PID 控制邏輯，點選 FFAI Function Block 中之 Simulate 參數即可打開如下圖之面板(如圖八)，再將 Simulate 功能 Enable，且輸入欲模擬之值，即可完成整個模擬動作；一般人都會認為這樣只是在控制室做模擬而已，並未對傳送器和線路做測試，其實不然，FF 架構之 Function Block 是存在儀表端，在控制器端只是一份鏡射資料，雖然只是修改控制器端資料，但儀表端之 Function Block 亦會同步修改，所以實際上模擬資料是由傳送器所送出，再經由線路傳送至控制閥做 PID 控制，調整控制閥輸出來完成整個 Function Test，而傳送器將數值傳送至控制閥的同時，亦會將資料送至 DCS 控制器來顯示現場狀況。



圖七 基本 FF PID 控制邏輯



圖八 Simulate 面板

(二)EHPC Actuator

此行程參訪討論的第二個合作公司為 PM Control，該公司為經 Woodward 公司認證之合力廠商，而此次六輕案壓縮機 Steam Turbine 調速閥採用 Woodward 之 EHPC(ElectroHydraulic Power Cylinder) Actuator 來驅動，這也是石化事業部第一次使用這個型號之 Actuator，而目前 EHPC Actuator 國內廠商尚無相關技術與設備可配合維護及檢修，未來維修時誓必須送到新加坡 PM Control 公司。



圖九 PM Control 公司 Actuator 維修情形與檢測設備

1. EHPC(ElectroHydraulic Power Cylinder)控制原理介紹

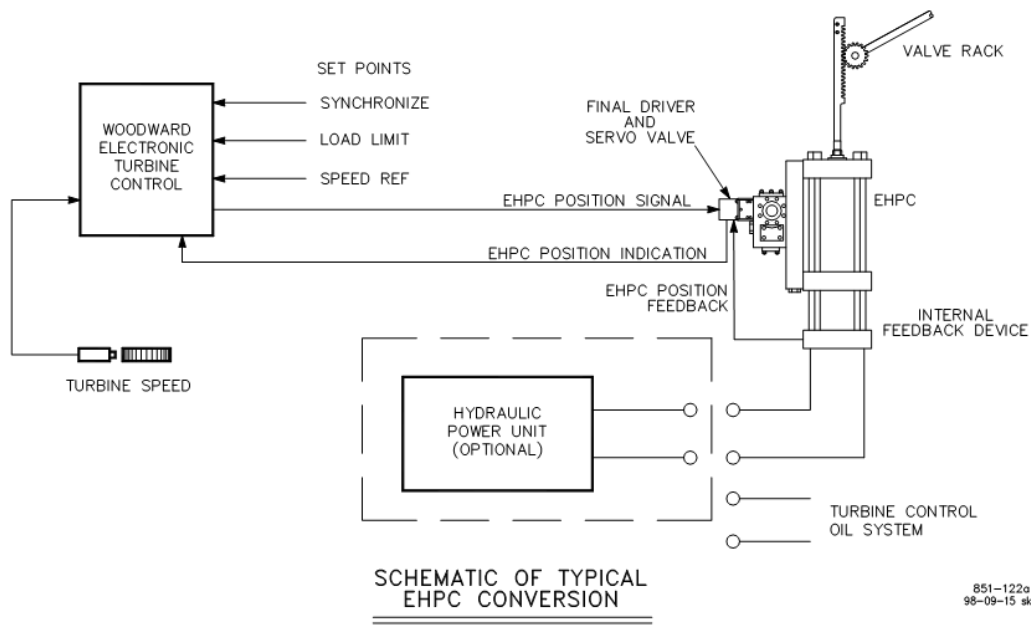
EHPC 為 Woodward 公司出產之產品，為一電子油壓式之 Actuator，用以驅動壓縮機之 Steam Turbine 調速閥；有別於林園廠以往所使用之 TM25 系列，EHPC 這個裝置裡面整合了 servo actuator、pilot valve、power cylinder、and feedback device 以消除一些界面接合與減少油壓探測和接線；EHPC 系列最大可產生 250001b 之推力，閥體控制範圍可從 2"~12"。



Electrohydraulic Power Cylinder (EHPC)

圖十 Woodward 公司之 EHPC

下圖(十一)為 EHPC 連接示意圖，圖中 Woodward Electronic Turbine Control(六輕使用 Triconex PLC 做為 Turbine 控制單元)在接收到 Turbine 之轉速資訊後，比對 Set Point Synchronize、Load Limit 與 Speed Ref 運算後，以 4~20mA 方式輸出給 EHPC，此時 EHPC 將收到之信號轉換成油壓進而推動連桿，使 Turbine Steam 控制閥調節至適當之開度以控制 Turbine 轉速。

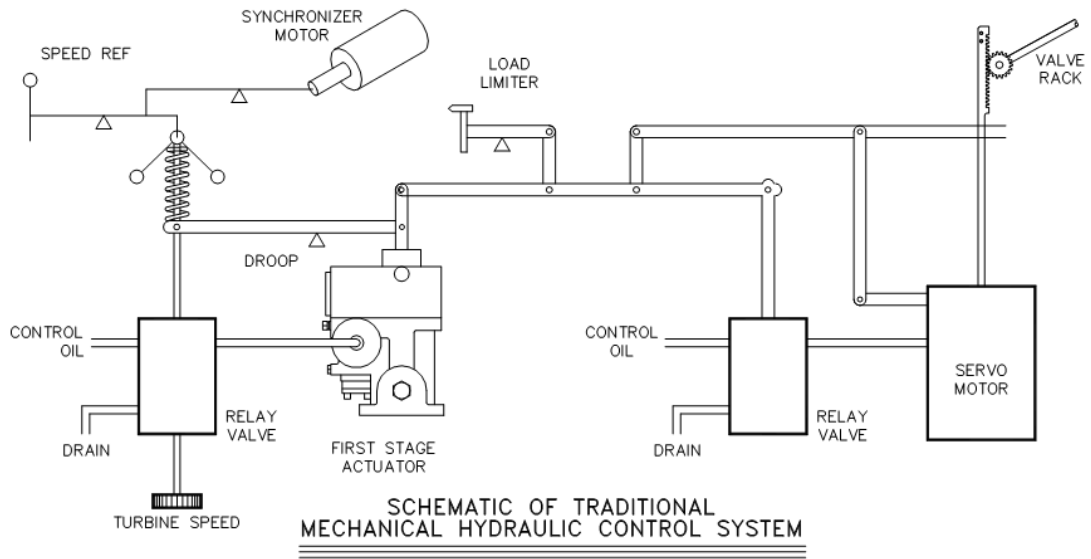


Schematic of Typical EHPC Conversion

圖十一 EHPC 連接示意圖

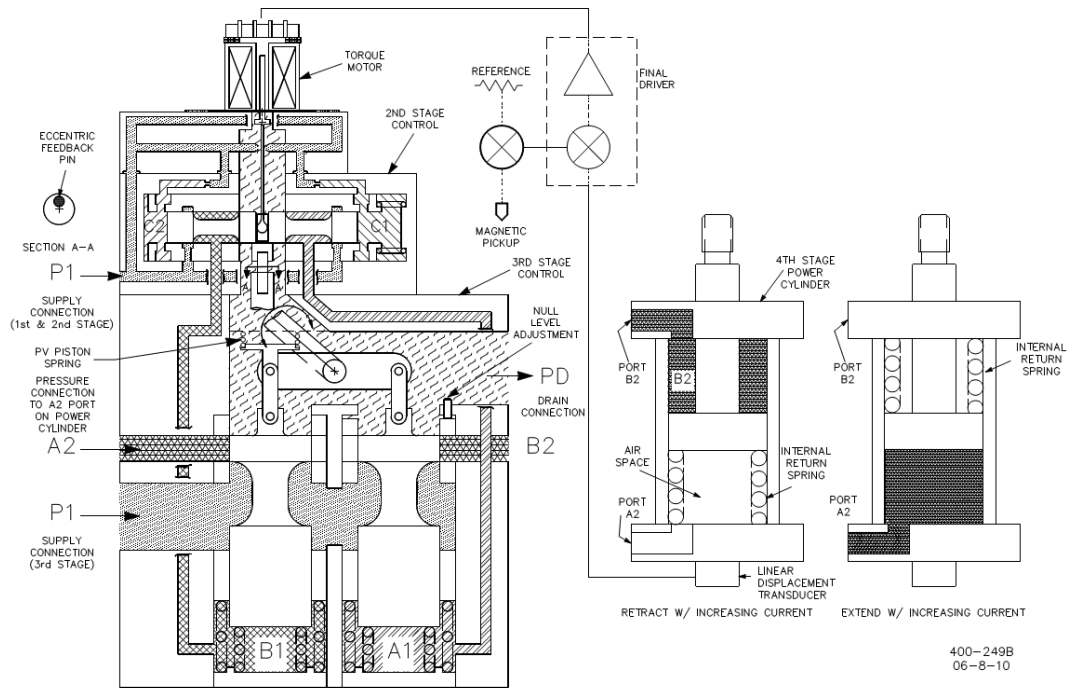
下圖(十二)為傳統機械油壓式 Actuator 連接示意圖，與上圖(十一)EHPC 之連接示意圖比對，我們可以發現，整合式之 Actuator(EHPC)減少許多機械與油壓界面，如此設計可以減少設

備故障須增加查修之方便性。

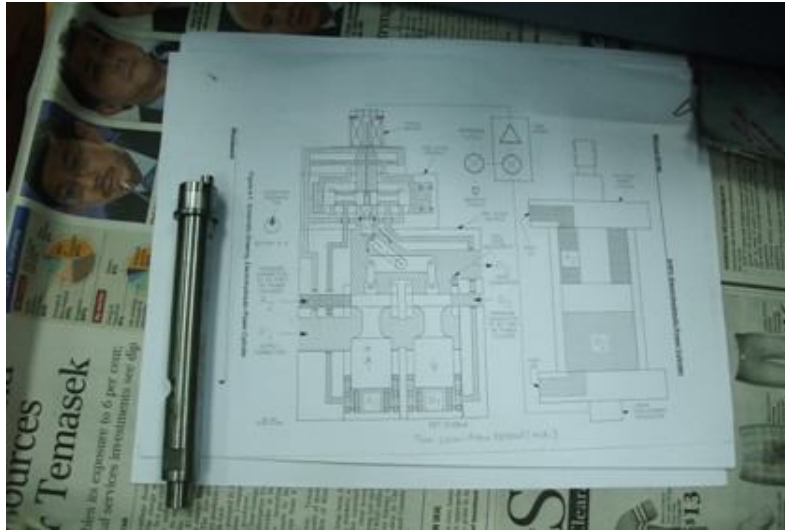


圖十二 傳統機械式 Actuator 連接示意圖

2.EHPC 內部構造



圖十三 EHPC 內部構造



圖十四 EHPC 之回授連桿

三、心得

本次出國任務為瞭解六輕工廠 DCS Control System、ACTUATOR 控及設計原理；目前 DCS 控制系統已執行至現場儀器設備安裝階段，接下來將緊鑼密鼓地進行迴路測試、與 Function Test，而這兩個測試是六輕工場開爐前 DCS 控制系統最後的確認測試程序；經由這次的新加坡的討論，讓我們更進一步地瞭解 FF 控制系統之性能與特性，相信未來在進行 Function Test 時能早一步進入狀況，並藉由 Function Test 的進行，進而增進 FF 控制系統故障排除的技術與經驗。

四、建議

1. 維修人員之教育訓練：

六輕控制系統是中油第一個全面採用 Foundation Fieldbus 協定之工廠，面對這個新技術，儀控系統維護人員之維修觀念與技術亦須改變與調整，維修現場儀表不再只是拿著工具到現場換裝儀表，將來在執行 Trouble Shooting 時，維修人員必須先在 AMS 系統上瞭解儀表之故障狀況，若現場儀表所發生之故障無法在現場排除，必須更換新的儀表時，維修人員是否有能力在 DCS 控制系統 Commissioning 新的儀表；面對此一問題，希望藉由適當之教育訓練，讓中油儀控系統維護人員能進一步瞭解 Foundation Fieldbus 系統與累積相關之維護經驗，使其擁有足夠之技能來執行 FF 系統之 Trouble Shooting。

2. EHPC Actuator

Woodward EHPC Actuator 國內廠商尚無相關技術與設備可進行維護及檢修，所以將來六輕之 EHPC 故障時須送往新加坡 PM Control 公司進行維修，如此做法除須花費較高之成本外，亦必須考慮停爐時程問題；建議將來六輕 EHPC Actuator 後送至新加坡時亦能派員前往，除可瞭解該閥之故障狀況外，更可增進 EHPC 之檢修經驗與檢修故障流程，以期將來石化事業部能自行檢修 EHPC Actuator。