

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 「Compressor、Analyzer、開俾、 維修及操作計畫」

服務機關: 台灣中油公司石化事業部
姓名職稱: 張簡龍湧、吳志德/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 Compressor、Analyzer、開俾、維修及操作計劃之討論；此行程拜訪 Invensys 公司(六輕壓縮機控制系統供應商)與 ABB 公司(六輕分析儀器設備供應商)，希望藉由此次之討論，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。

中油六輕案壓縮機控制系統採用 Invensys 公司 Trident 系列產品；Invensys 公司 Triconex 系列產品與 Trident 系列產品均採用 TMR(Triple Modular Redundant，三重化模組複聯結構)設計；三重化模組複聯結構(如下圖一)，可找出發生故障的控制系統元件並立即進行適當調整，同時控制器可繼續執行任務而不需中止生產流程並可同時進行維修。

中油石化事業部六輕案壓縮機之連鎖控制系統、Anti Surge、Governor Turbine Control 系統三者已整合 Triconex 控制器中，操作單位可透過單台操作台瞭解壓縮機狀態，不必像之前的設計須經由兩~三個盤體來操作壓縮機；且壓縮機狀態可透過 ModBus 通信協定整合至 DCS 操作界面中。

至 ABB 公司瞭解六輕分析儀器，並與該公司人員討論六輕分析儀器後續之維護操作問題，而六輕所採用之 PGC2000 分析儀器為國內輕油裂解工場主力機型，此機型為國內第三套國內輕油裂解工場使用。

(目錄)	
一、目地.....	4
二、過程.....	4
(一) 壓縮機控制系統.....	4
1. 壓縮機控制系統介紹.....	4
2. 六輕壓縮機控制系統之變革.....	6
3. 六輕壓縮機開俾程序.....	8
4. 維護策略.....	11
(二) 分析儀器.....	11
1. 六輕分析儀器介紹.....	11
2. 氣源與流量控制系統.....	11
3. 取樣系統(Sample Inlet).....	13
4. 分離罐(Separation Column(s)).....	13
5. 偵測系統.....	13
三、心得.....	14
四、建議.....	14

(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 Compressor、Analyzer、開俾、維修及操作計劃之討論；此行程拜訪 Invensys 公司(六輕壓縮機控制系統供應商)與 ABB 公司(六輕分析儀器設備供應商)，希望藉由此次之討論，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)壓縮機控制系統

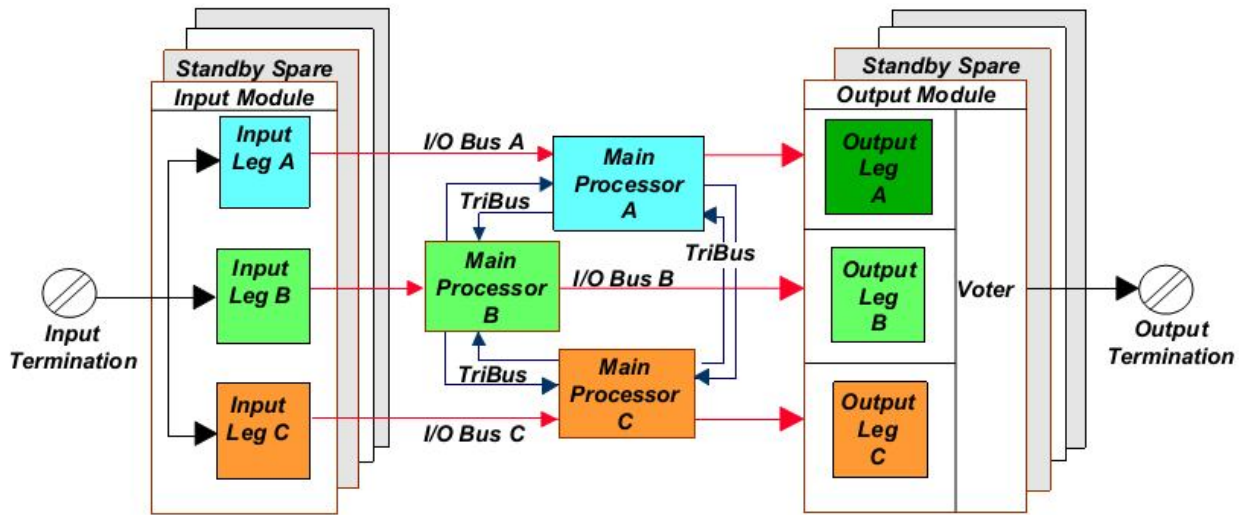
1. 壓縮機控制系統介紹

六輕壓縮機控制系統包含在壓縮機製造商整個 Package 中，其中壓縮機 C-1201、C-1501 與 C-1601 採用 Invensys 公司 Triconex 系列產品，C-1301 採用 Invensys 公司 Trident 系列產品；Invensys 公司 Triconex 系列產品與 Trident 系列產品均採用 TMR(Triple Modular Redundant，三重化模組複聯結構)設計；三重化模組複聯結構(如下圖一)，可找出發生故障的控制系統元件並立即進行適當調整，同時控制器可繼續執行任務而不需中止生產流程並可同時進行維修。

使用 Triconex TMR 之益處：

- 完全三重模組化架構，可以選擇 3-2-1-0 或 3-2-0 執行模式。
- 分散式處理架構之系統設計，使 Triconex ESD 系統程式執行速度(Scan Time)快，應用在對執行速度要求嚴格(100ms 以下)之轉動機械(如壓縮機)控制上，最快速度可達 20ms。
- 考慮周詳的防呆設計(防止卡片誤插或接線錯誤)，避免操作維護人員之人為操作錯誤。
- 抗電磁干擾能力佳 (IEC 801-2, level 3)
- 抗震能力佳 (15G for 6~11 ms in each axis)
- 具有線上修改下載程式(on-line download change)及離現程式模擬(off-line emulation) 功能
- 具有線上維修更換模組能力 (On-line replacement capability)
- I/O 卡, 通訊卡具有智慧功能, 程式執行時間快, 最快可達 20ms
- 具有 Optical Isolation 功能(1500VDC)
- 具有完全複聯的電源模組設計(Fully Redundant Power supply Architecture)，增進系統安全性暨系統可用性。
- 具有 SOE (Sequence of Event) 功能

Triplicated TMR Architecture



圖一 Triconex TMR 架構

Triconex 硬體主要系統元件(Major System Components)

- 機架(Chassis)
- 主處理器(Main Processors)
- 電源副系統(Power Subsystem)
- 通信處理模組(Communication Modules)
- 輸入, 輸出模組(I/O Modules)

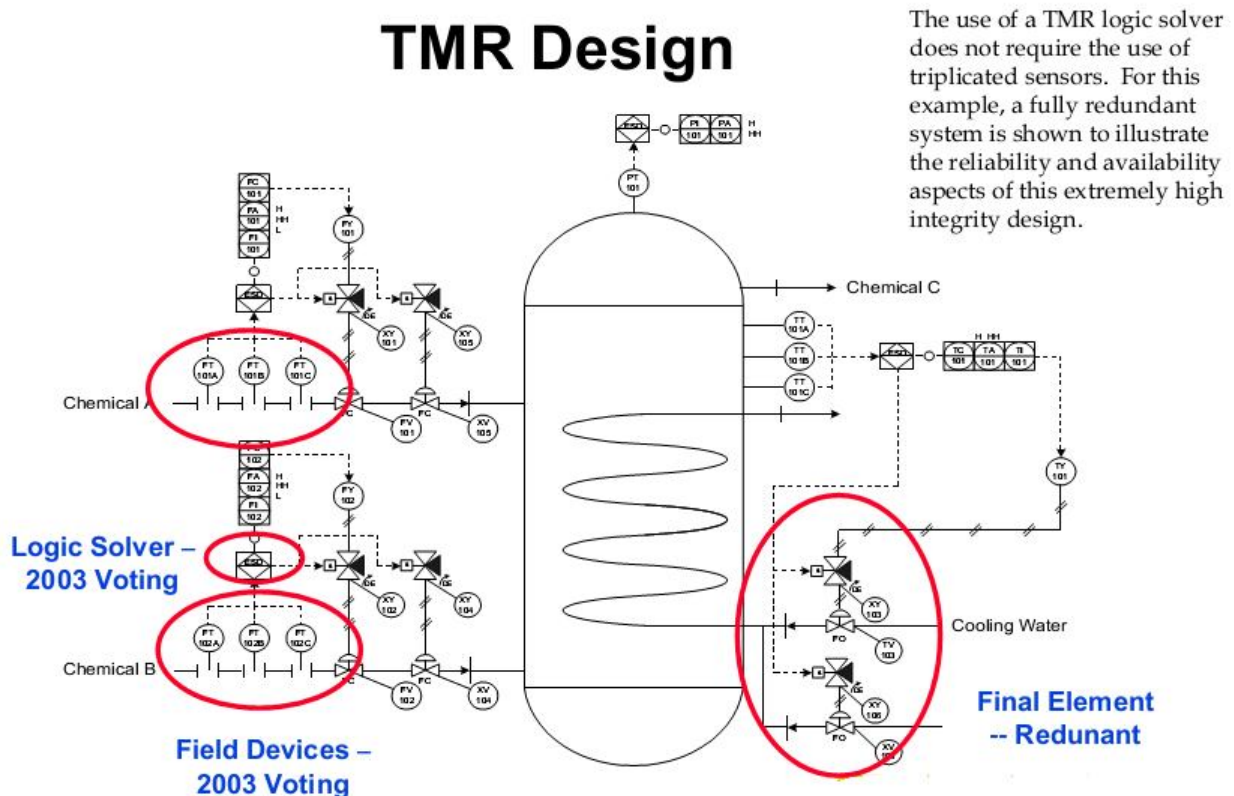


圖二 Triconex 硬體主要系統元件

2. 六輕壓縮機控制系統之變革

壓縮機控制系統一般可分為連鎖控制系統、Anti Surge、Governor Turbine Control 系統與壓縮機震動位移偵測系統，在中油石化事業部舊有的設計，連鎖控制系統、Anti Surge、Governor Turbine Control 系統這三個部份分別存在於壓縮機 ESD、DCS 控制系統與獨立透平控制器 Woodward 505 中，而六輕工場是石化事業部第一次將這三個系統整合在 Triconex 控制器中。

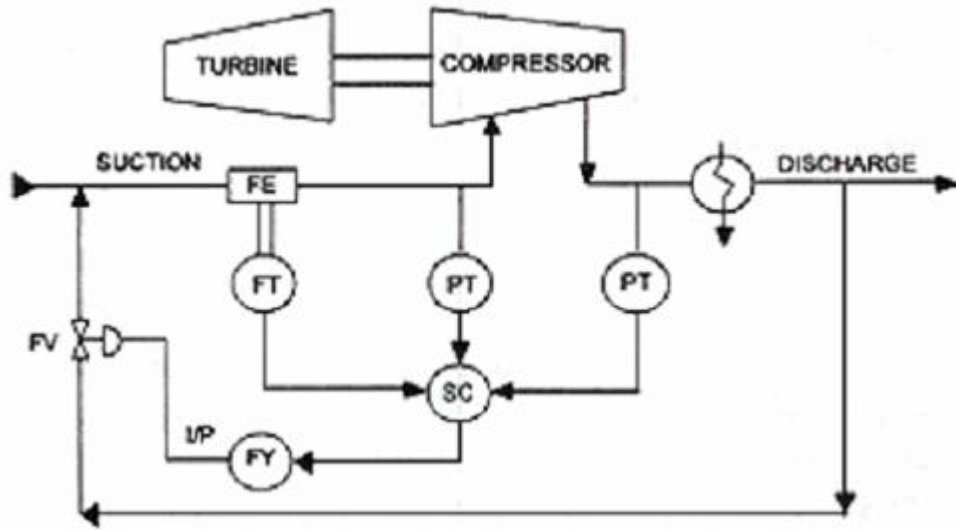
連鎖控制系統：主要負責壓縮機與其周邊滑油系統、各線進出口端分液罐之 PID 控制與連鎖系統。



圖三 連鎖控制系統示意圖

Anti Surge:

為防止壓縮機抽空造成 Surge 現象所採用的 Anti Surge 策略，Anti Surge 一般會採用迴流控制閥，正常工作時迴流控制閥置於 Close 位置，當 Anti Surge 系統偵測到壓縮機曲線趨勢將造成 Surge 時，將迅速開啟迴流控制閥，以避免 Surge 情形發生。

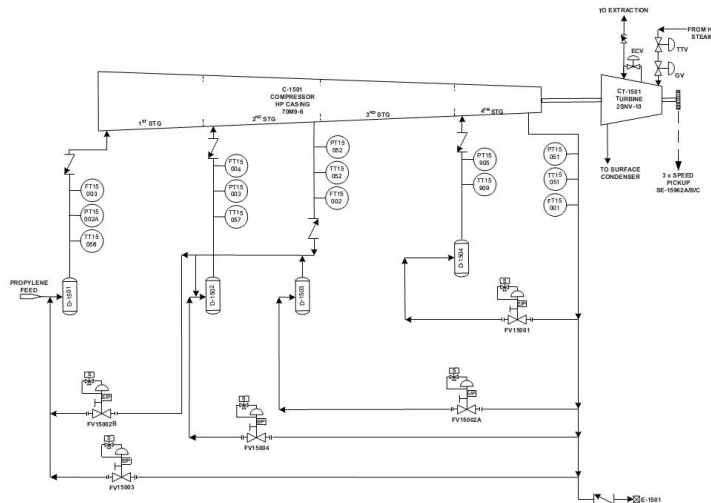


圖四 Anti Surge 控制策略示意圖

Governor Turbine Control 系統：負責透平機之蒸汽進量，以控制壓縮機之轉速。



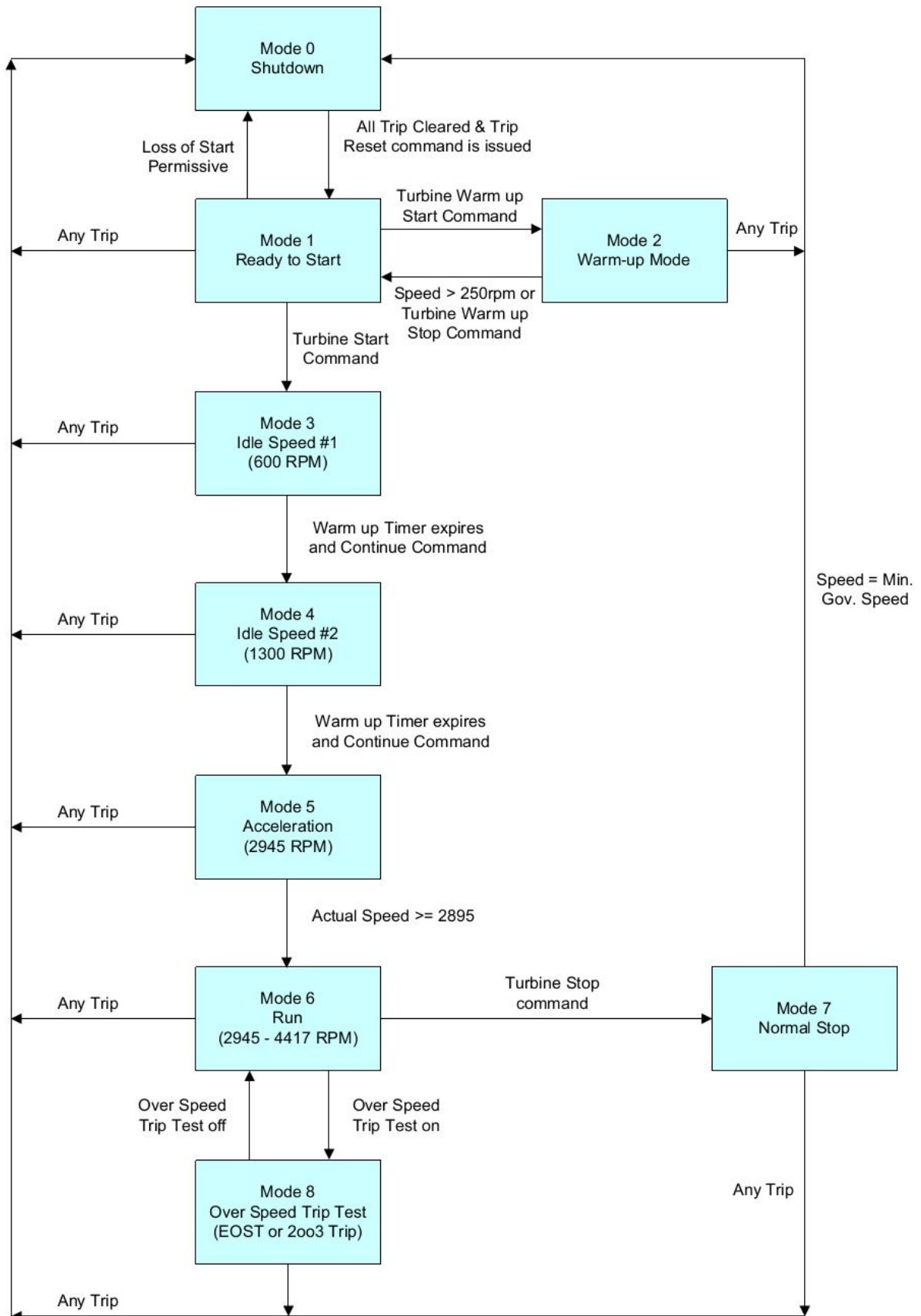
圖五 Woodward 505 Turbine 控制器



圖六 六輕 C-1501 三合一整合式控制系統 P&ID

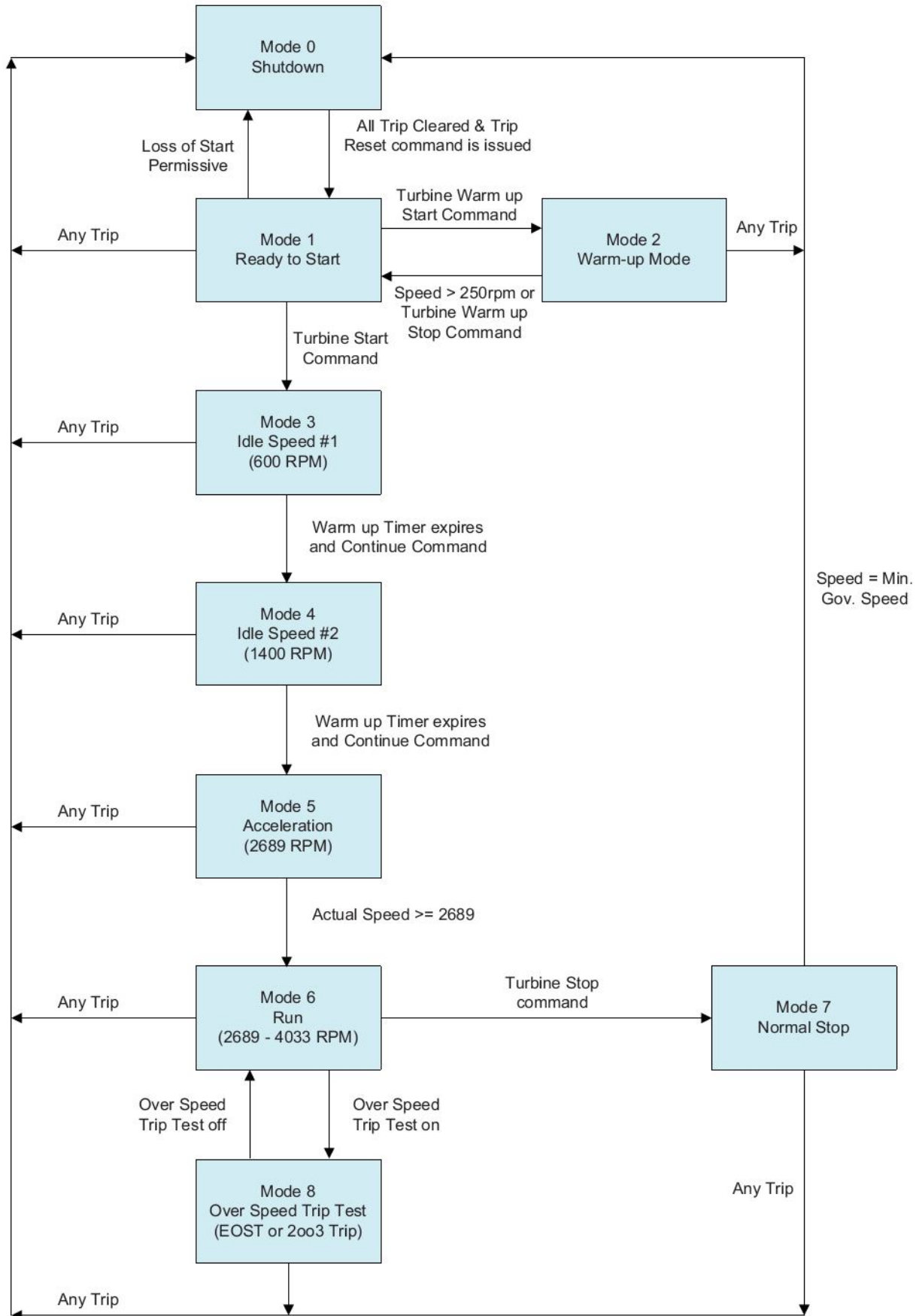
3. 六輕壓縮機開俾程序

C-1201 開俾程序：



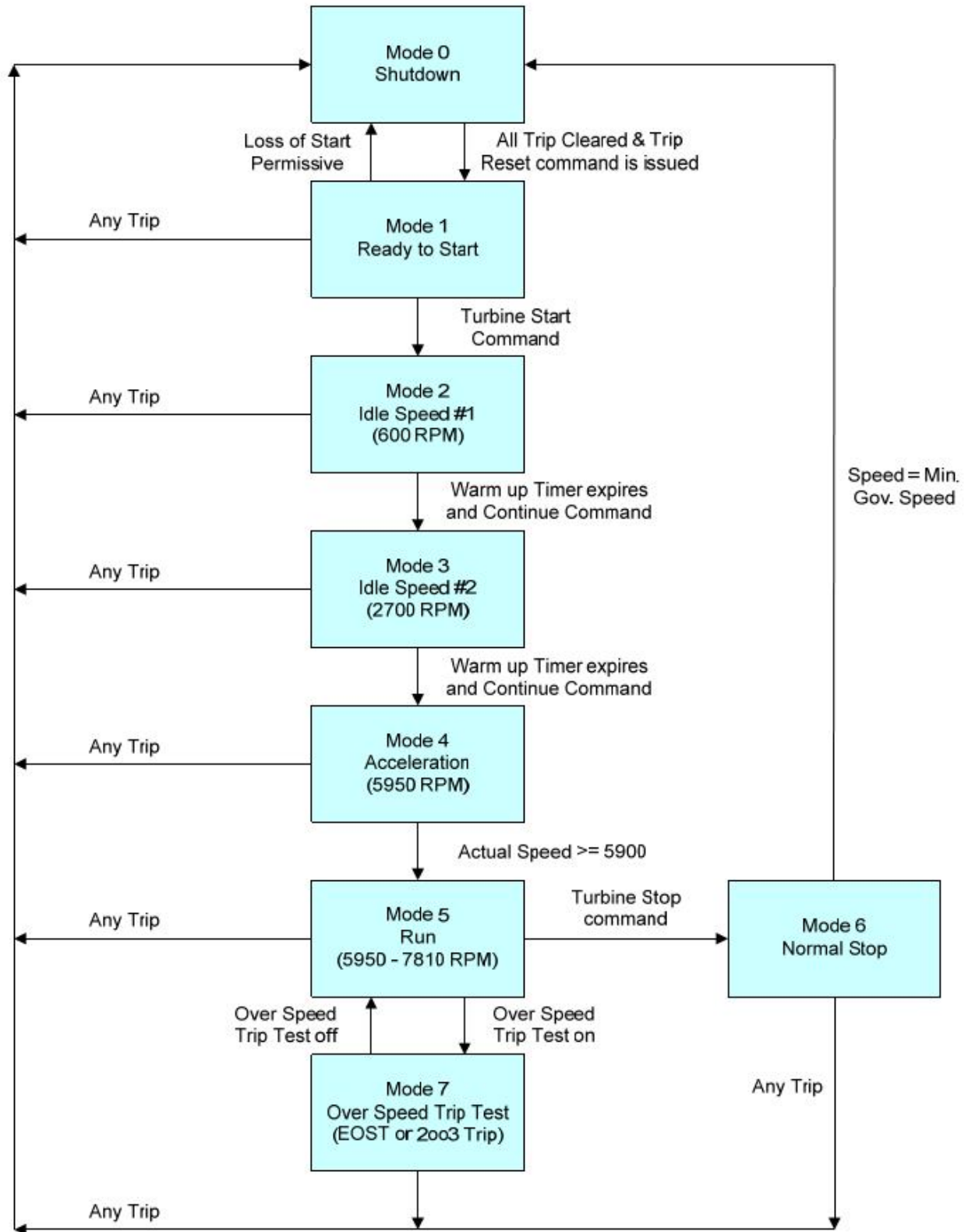
圖七 六輕壓縮機 C-1201 開俾程序

C-1501 開俾程序：



圖八 六輕 C-1501 壓縮機開俾程序

六輕 C-1601 壓縮機開俾程序：



圖九 六輕壓縮機 C-1601 開俾程序

4. 維護策略

六輕壓縮機控制系統除一般次檢修保養外，為符合 IEC-61511 安全儀控之 SIL(Safety Integrity Level)需求，尚須每三年執行 Proof Test，以降低 SIF(Safety Integrity Function)之 PFDavg(Probability of Failure on Demand)。

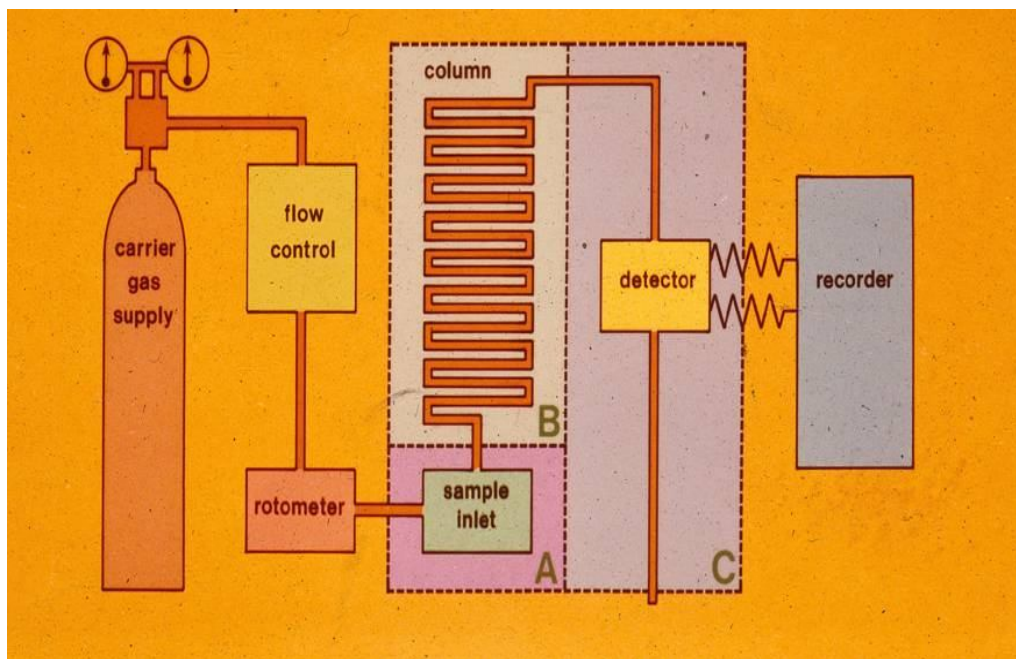
- 傳送器：每三年須執行五點校正一次，以避免因傳送器感測元件變形造成誤差而產生不可偵測之故障。
- 控制器：每三年須執行卡片自我診斷功能，以排除卡片之不可偵測之故障。
- 控制閥：每三年須執行控制閥五點校正其測漏，以避免控制閥產生不可偵測之故障。

(二)分析儀器

1. 六輕分析儀器介紹

六輕工場採用 ABB 公司之 PGC2000 系列產品，PGC2000 系統可分為大部份：

- 氣源與流量控制系統(Carrier Gas Supply and Flow Control)
- 取樣系統(Sample Inlet)
- 分離罐(Separation Column(s))
- 偵測系統(Detector)



圖十 分析儀器系統示意圖

2. 氣源與流量控制系統(Carrier Gas Supply and Flow Control)

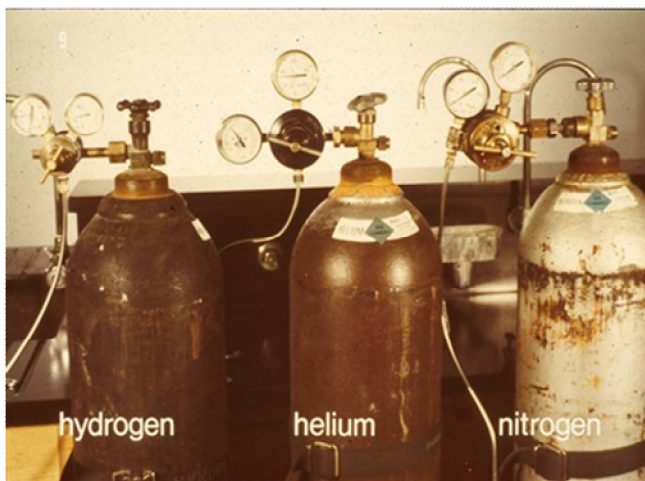
一般故較常用之氣源為氦氣(Helium)、氫氣(Hydrogen)與氮氣(Nitrogen)，但若有特殊用途，亦會使用 Zero Air 與氬氣(Argon)：

- 氦氣(Helium):做為 thermal conductivity detector (TCD)與 flame ionization

detector (FID)之載體，亦可為 flame ionization detector (FID)之稀釋氣體。

- 氫氣(Hydrogen)：可為 for thermal conductivity detector (TCD) 、flame ionization detector (FID)與 flame photometric detector (FPD)之載體，亦可為 FID and FPD 之燃燒燃料氣體。
- 氮氣(Nitrogen)：可為 TCD (for measurement on the reference port only)與 FID 之載體，亦可為 flame ionization detector (FID)之稀釋氣體。
- Zero Air：可為 flame photometric detector (FPD) 之載體與 FID and FPD 之燃燒燃料氣體。
- 氬氣(Argon)：for thermal conductivity detector (TCD)的特別應用。

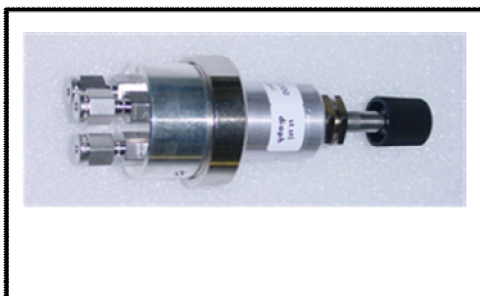
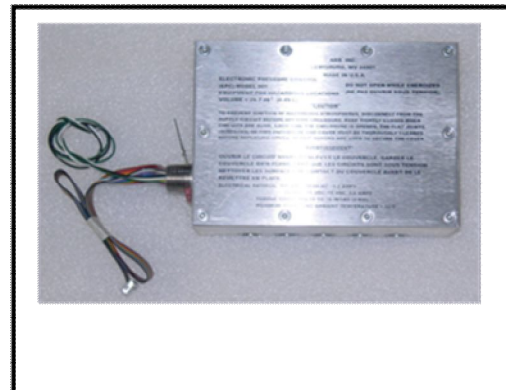
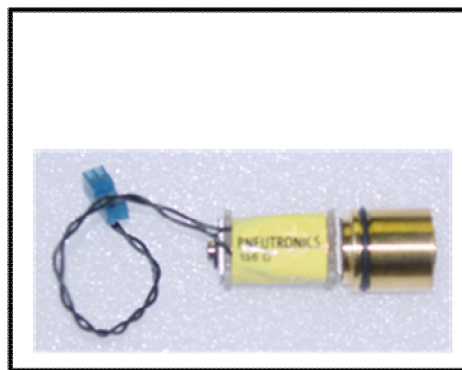
Common



Additional

- Zero Air
- Argon

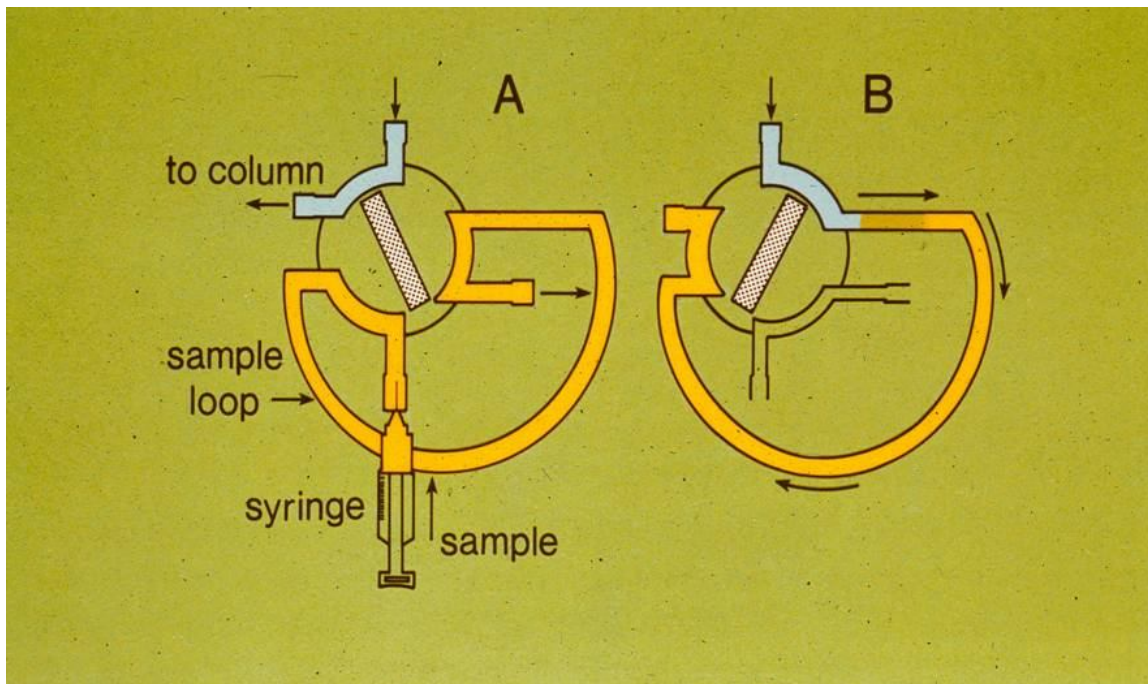
圖十一 氣源與流量控制系統(Carrier Gas Supply and Flow Control)



圖十二 流量控制元件

3. 取樣系統(Sample Inlet)

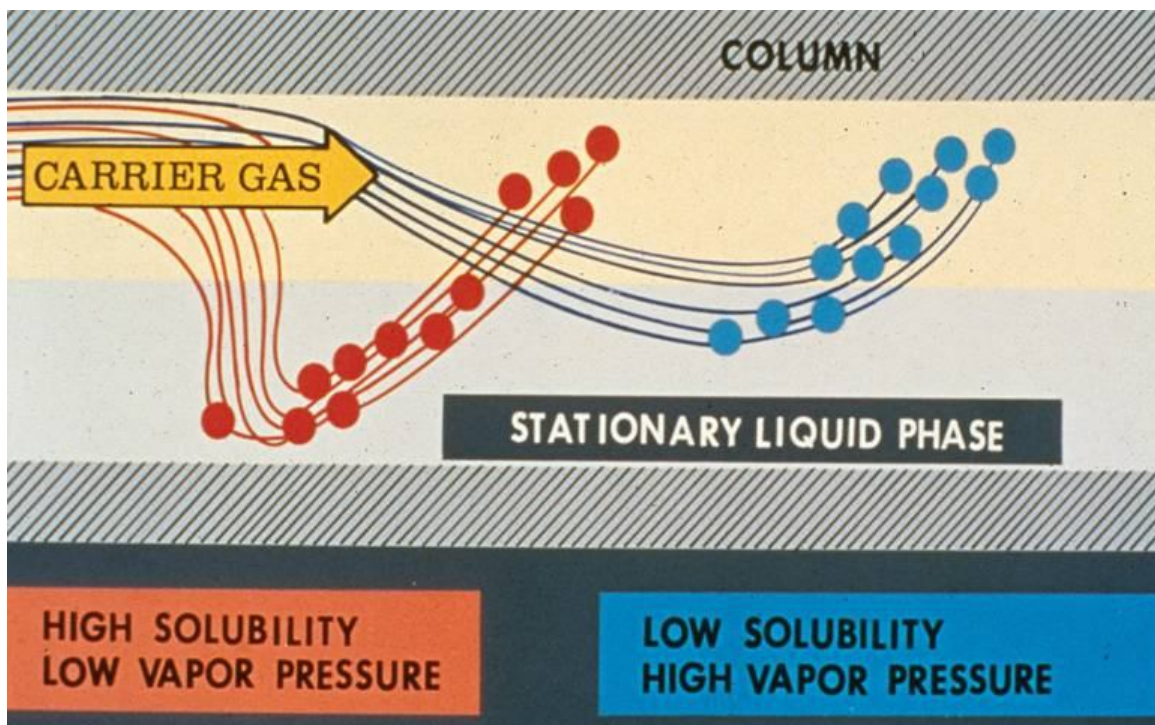
取樣系統使用一取儀閥，經由這取樣閥可將待測氣體帶入分離罐(Separation Column(s))中。



圖十三 取樣閥

4. 分離罐(Separation Column(s))

利用吸附(Adsorption)、溶解(Solubility)、化學鍵特性(Chemical Bonding)、極性(Polarity)與分子過濾(Molecular Filtration)等方式分離待測氣體。

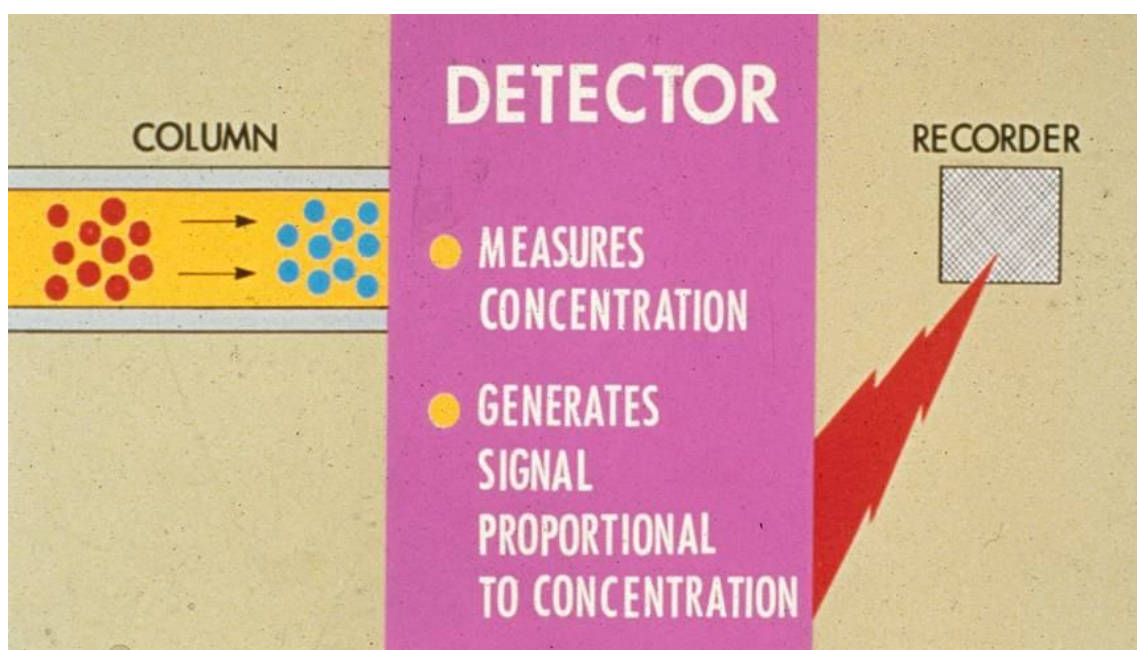


圖十四 溶解度分離示意圖

5. 偵測系統(Detector)

ABB 公司之偵測器可分為下列六種偵測器：

- 熱導式 Thermal Conductivity Detector (TCD)，屬非破壞性之偵測。
- 分離罐偵測器 Intercolumn Detector (ITC)，偵測分離罐內待測氣體之成份，屬非破壞性之偵測。
- 火焰離子偵測 Flame Ionization Detector (FID)，被使用來測量氫氣，屬非破壞性之偵測。
- 火焰光度偵測 Flame Photometric Detector (FPD)，被使用來測量硫，屬非破壞性之偵測。
- 光離子化偵測 Photoionization Detector (PID) - 使用 UV 燈偵測。
- 離子放電偵測 Discharge Barrier Ionization Detector (DBID)



圖十五 分析儀器偵測示意圖

三、心得

本次出國任務為 Compressor、Analyzer、開俾、維修及操作計劃之討論；六輕案為石化事業部第一次採用連鎖控制系統、Anti Surge、Governor Turbine Control 系統三者合一之壓縮機控制系統，為避免維運初期維修人員之不適，應教育維修人員使其能儘早適應。

因 ABB 分析儀器 PGC2000 目前已多套輕油裂解工場使用，接下來須面對的是廠商支援性問題，因廠商大部分人力投入麥寮石化廠從事維護。石化事業部維修政策走向尋求協力廠商或自行培養人力維護，以避免將來六輕開爐運轉後將面臨人力短缺問題，長期而言須比較自行維護或尋求協力廠商支援之成本，分析何方案成本較低，來做一個通盤之考量。

四、建議

- 1) 藉由參訪了解國際間其它石油公司壓縮機儀控設計方法，了解近期儀控設計演進方式。因應石化事業部六輕試爐需求，讓同仁提早接觸新型儀控技術，建議六輕壓縮機儀控人員能儘早進入現場熟悉新的控制邏輯，提升修護能力。