

出國報告（出國類別：實習）

# 中一~中八號機發電機組數位式自動電 壓調整器(D-AVR)系統技術訓練

服務機關：台灣電力公司 台中發電廠

姓名職稱：顏建銓 電機工程師

派赴國家/地區：瑞士/圖爾吉

出國期間：108年08月17日至25日

報告日期：108年8月31日

# 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：中一~中八號機發電機組數位式自動電壓調整器(D-AVR)

系統技術訓練

頁數 23 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/陳德隆/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

顏建銓/台灣電力公司/台中發電廠/電機工程師/(04)26302123-3561

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：108 年 08 月 17 日至 25 日

派赴國家/地區：瑞士/圖爾吉

報告日期：108 年 08 月 31 日

關鍵詞：自動電壓調整器 (Automatic Voltage Regulator, AVR)

內容摘要：(二百至三百字)

「台中發電廠數位式自動電壓調整器採購附帶安裝」案，中一~中八機已完成 6 部機組自動電壓調器之安裝，為增進本廠維護人力對新設自動電壓調整器之知識，並提升自主維護能力，赴設備原廠-瑞士 ABB 圖爾吉工廠實習，以習得系統架構、軟硬體組成、維護、故障排除等相關知識。

本報告內容說明本次實習目的、發電機勵磁基本原理、ABB 勵磁系統設備功能、控制指令、勵磁操作程序、操作模式和設定點調整及保護機制、本次實習過程、心得及建議，提供本廠、友廠發電機自動電壓調整器運轉維護技術及未來運轉維護策略之參考。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網(<https://report.nat.gov.tw/reportwork>)

# 目錄

一、緣起 .....	4
二、目的 .....	4
三、出國行程 .....	4
四、發電機勵磁原理 .....	5
1. 磁場的產生 .....	5
2. 磁場中運動導體的感應電壓 .....	5
3. 旋轉磁場於靜止線圈內的感應電壓 .....	5
五、ABB Unitrol 6000勵磁系統 .....	6
1. 勵磁系統配置 .....	6
2. 勵磁系統設備 .....	7
六、勵磁系統控制通道 .....	9
七、勵磁系統控制迴路之電源供應 .....	9
八、磁場抑制和磁場過電壓保護 .....	10
1. 磁場斷路器 .....	10
2. 放電/磁場抑制 .....	10
九、Unitrol6000勵磁系統之功能特性 .....	10
1. 基本特性 .....	10
2. 限制器 .....	10
3. 監視及保護功能 .....	11
十、ON/OFF控制功能 .....	11
十一、操作模式和設定點調整 .....	12
十二、實習過程 .....	18
十三、本廠勵磁系統跳脫迴路 .....	20
十四、心得及建議 .....	22
十五、參考資料 .....	23

## 一、緣起

台中發電廠#1~#8 機發電機自動電壓調整器 (Automatic Voltage Regulator, AVR) 運轉至今已近 30 年，目前已面臨設備老化，零件取得不易之困境；惟發電機自動電壓調整器為控制發電機磁場之重要設備，倘設備故障，將容易造成機組跳機，增加運轉、維護困難，影響供電安全。

為維持機組運轉可靠度、電力系統穩定，本廠於 106 年 11 月開始進行中五機發電機自動電壓調整器汰換工作，並依序完成中七、中二、中八、中三、中四機發電機自動電壓調整器汰換工作，於此時，為增進本廠維護人力對新型自動電壓調整器的知識與自主維護能力，遂進行本次發電機自動電壓調整器原廠實習任務，以習得相關原理、實務與技術。

## 二、目的

由瑞士 ABB 公司安排至其位於圖爾吉(Turgi)之機構，實施數位式自動電壓調整器系統製造、安裝、維護技術研習以習得中一~八號機自動電壓調整器系統，包含系統架構、軟硬體組成、維護、故障排除等相關知識，俾使機組運轉維護、更新改善帶來助益。

並提升對數位式 AVR 設備之運轉及維護技術，建立 AVR 之核心技術能力，提供相關電廠技術精進之參考，以及公司運轉維護能力向上提升。

## 三、出國行程

8/17~18 : 往程 (台北→法蘭克福→蘇黎世→ABB Turgi)

8/19~23 : ABB Turgi 工廠實習

8/24~25 : 返程(ABB Turgi 工廠→蘇黎世→法蘭克福→台北)



2019.08 攝於 ABB Turgi 工廠

#### 四、發電機勵磁原理

##### 1. 磁場的產生

一段通過電流的導線會在其周圍產生磁場，如一纏繞著  $N$  匝線圈的鐵心，鐵心是由鐵磁材料所製成，則由電流所產生的磁場會被限制在鐵心內，由右手定則得到：如果右手四指順著線圈電流流動的方向，則拇指的方向即是磁通的方向。

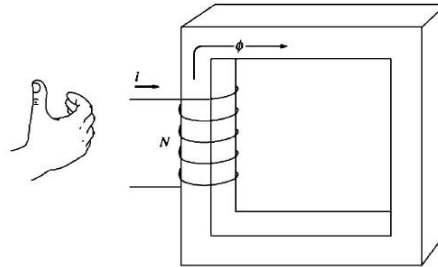


圖 1. 由右手定則決定磁通方向

##### 2. 磁場中運動導體的感應電壓

一於磁場中運動的導線，將於導線產生感應電壓，感應電壓以下式表示：

$$e_{\text{ind}} = (\mathbf{V} \times \mathbf{B}) \cdot \mathbf{l}$$

其中  $\mathbf{V}$  = 導線的速度

$\mathbf{B}$  = 磁通密度

$\mathbf{l}$  = 導體在磁場中的長度

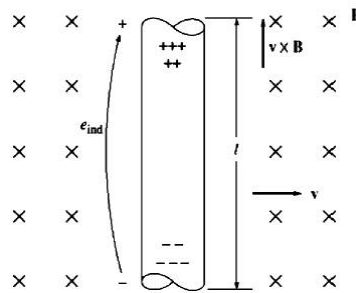


圖 2. 在磁場中運動的導體

##### 3. 旋轉磁場於靜止線圈內的感應電壓

當一具磁通密度向量  $\mathbf{B}$  之旋轉轉子，以角速度  $\omega$  在一靜止線圈內轉動時，於線圈端點將產生感應電壓：

$$e_{\text{ind}} = \phi \omega \cos \omega t$$

若線圈有  $N$  匝，則總感應電壓為：

$$e_{\text{ind}} = N \phi \omega \cos \omega t$$

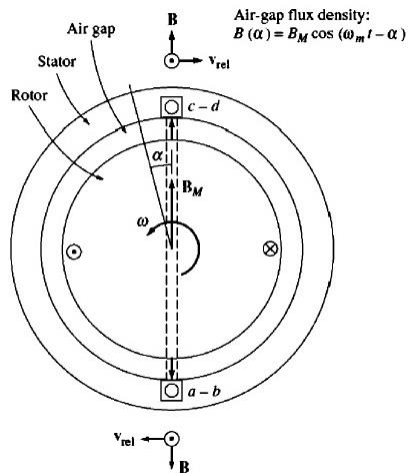


圖 3. 於靜止線圈內轉動之旋轉磁場

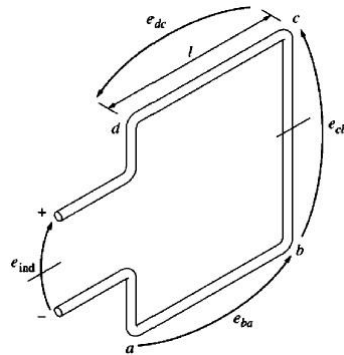


圖 4. 靜止之定子線圈

如果三個繞組每個各有  $N$  匝線圈，如圖 5.般置於轉子磁場的周圍，則每個繞組所感應的電壓大小將會相等，且相角差  $120^\circ$ 。三個繞組的感應電壓分別為：

$$e_{aa'}(t) = N \phi \omega \sin \omega t$$

$$e_{bb'}(t) = N \phi \omega \sin \omega t (\omega t - 120^\circ)$$

$$e_{cc'}(t) = N \phi \omega \sin \omega t (\omega t - 240^\circ)$$

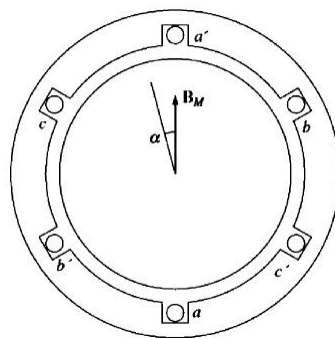


圖 5. 由各相距  $120^\circ$  的三個線圈所產生的三相電壓

於一兩極式同步發電機中，發電機轉子由勵磁系統供應激磁電流，並由汽機帶動其旋轉，發電機定子線圈靜止不動，而於定子線圈感應三相電壓。

## 五、ABB Unitrol 6000 勵磁系統

### 1. 勵磁系統配置

ABB Unitrol 6000 勵磁系統為以閘流體為基礎之同步發電機勵磁系統，它可以 50~480Hz 電源供應 10~1800A 發電機磁場電流，提供單或雙通道自動電壓調整。自動電壓調整器 (Automatic Voltage Regulator, AVR) 不單控制電力轉換器的輸出，也包含各種限制器 (limiter)、監視功能和其他各種控制迴路。電力轉換器的直流輸出配備磁場抑制迴路以保護發電機磁場和勵磁系統。磁場抑制迴路是為了儘快釋放發電機磁場的能量，根據不同之標稱磁場電流，磁場抑制迴路包含磁場斷路

器、電阻和具觸發元件的放電閘流體。

Unitrol 6000 勵磁系統藉由閘流體電力轉換器控制磁場電流以調節同步發電機輸出電壓及虛功，本廠勵磁系統由二迴路 480V 電源供應，經由 480V/135V 勵磁變壓器供給雙通道電力轉換器電源，電力轉換器將供應之交流電流轉換為發電機磁場所需之直流電流。當發電機與電網併聯後，勵磁系統可以運作於自動電壓調整模式 (AVR) 也可以運作於其他控制模式，如：發電機的功率因數控制模式 ( $\cos \varphi$ ) 或虛功控制模式 (MVar)。

## 2. 勵磁系統設備

### (1) 勵磁控制站 (Excitation Control Terminal, ECT)

本廠勵磁系統可於現場或控制室藉由勵磁控制站 (Excitation Control Terminal, ECT) 控制、監視勵磁系統，它是一只獨立的工業電腦，觸控螢幕可選擇多個畫面以圖表或數字顯示系統目前狀態。此外，具授權的人員能夠查看、修改系統參數值，重要資料儲存於勵磁控制站的硬碟中，且可顯示於螢幕或輸出檔案以作進一步檢視。為了保護系統免於未經授權之操作，可以設定不同密碼保護的操作等級。



圖 6. 勵磁控制站 ECT

### (2) 綜合輸出入裝置 (Combined Input Output device, CIO)

綜合輸出入裝置為一通用型式之介面裝置，提供控制系統數位和類比輸入、輸出訊號。一個 CIO 有下列幾種輸入、輸出：

- A. 12 個數位輸入 24/48V
- B. 16 個電驛輸出
- C. 3 個 4~20mA 類比輸入
- D. 3 個 4~20mA 類比輸出
- E. 3 個 PT100 變壓器溫度輸入



圖 7. 綜合輸出入裝置 CIO

### (3) 主控制器 (CCM6080)

主控制器為一通訊控制及量測之智慧型控制裝置，它的 CPU 是 400MHz 處理

器，可用於高速之控制，它包含：

- A. 發電機電流和電壓量測
- B. 電力轉換器電流和電壓量測
- C. -10V~+10V 類比輸出
- D. 數位輸入/輸出
- E. 溫度輸入

(4) 電源介面板 (PIN6080)

電源介面板是介於電源和 CCM6080 之間的主介面，它為一被動元件，將電力轉換器量測之電流、電壓、溫度及驅動裝置用於閘流體之導通脈波。

(5) 電力轉換器

電力轉換器將輸入之交流電流轉換為發電機磁場所需之直流電流，安裝數量 2 部，每部電力轉換器包含：

- A. 主控制器 CCM6080
- B. 電源介面板 PIN6080
- C. 維護控制台 (SCP)
- D. 3 個閘流體模組 (每個模組 2 只閘流體)
- E. 2 只連接至 PIN6080 的比流器
- F. 電力轉換器過電流保護裝置
- G. 閘流體溫度感測器
- H. 交流過電壓保護電路
- I. 3 相同步電壓量測



圖 8. 電力轉換器

(6) 維護控制台 (SCP)

勵磁系統每通道配備 1 只維護控制台，包含下列功能：

- A. 監控電力轉換器
- B. 參數瀏覽、修改
- C. 讀取事件及故障記錄





圖 9. 維護控制台 SCP

## 六、勵磁系統控制通道

本廠雙通道勵磁系統包含二個完全相同之通道，提供 100% 備援。任何時間只有其中一個通道作業中，每一通道包含一只 CCM6080 控制器，具備自動電壓調整器（AUTO）或手動磁場電流調整器（MANUAL），自動模式提供所有控制、限制器、電力系統穩定器（PSS）和其他監視功能。限制器迴路防止發電機於容許範圍之外運轉，手動控制是自動電壓調整器的替代調整器，主要用在試運轉和維修時。

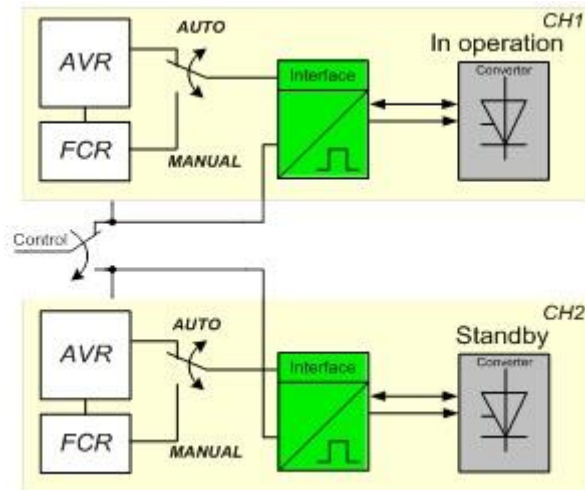


圖 10. 勵磁系統通道配置

每一通道也包含 3 相變頻閘流體模組（6 只）、介面板和控制器，提供輸入、輸出電壓量測及電流量測。

## 七、勵磁系統控制迴路之電源供應

電源供應組（PSU）包含電源輸入耦合器（ICU），電源供應器（PS）和電源分配器（APD），具備以下功能：

1. 最高可靠度的 24V dc 電源供應
2. 消除震盪的 24V dc 電源
3. 備援電源供應器

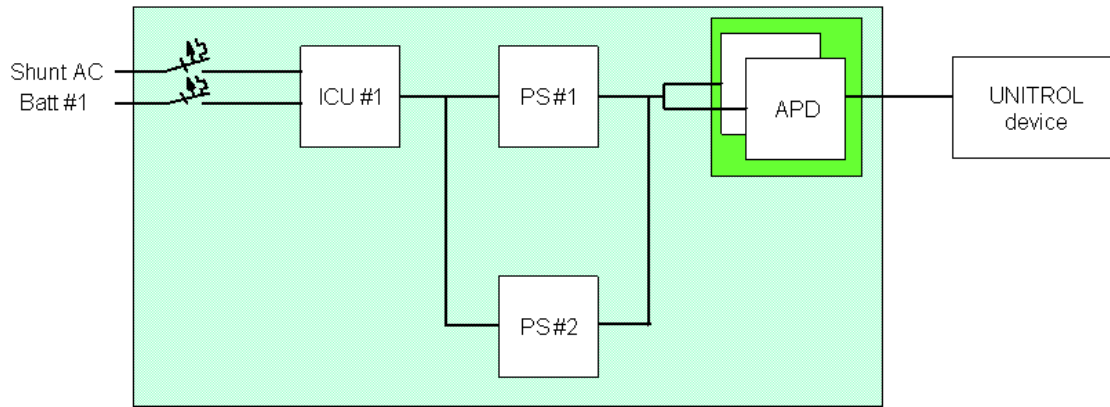


圖 11. 勵磁系統電源供應

## 八、磁場抑制和磁場過電壓保護

### 1. 磁場斷路器

型式：ABB T5D400

額定電流：400A

最高電壓：800V

最高啟斷容量：6000A

### 2. 放電/磁場抑制

放電迴路配備 2 只反向閘流體，連接放電電阻，當磁場斷路器打開時或正向、反向磁場過電壓時，觸發外部信號，進行放電。

放電電阻型式：線性

## 九、Unitrol6000 勵磁系統之功能特性

### 1. 基本特性

- (1) 自動電壓調整（型式：ST5B, IEEE Std.421.5:2005）
- (2) 單相或 3 相發電機端電壓、電流信號截取
- (3) 可調式電流響應
- (4) 可運作於功率因數調整模式（PF）
- (5) 可運作於虛功調整模式（Q）
- (6) 電力系統穩定器（型式：PSS2B, IEEE Std. 421.5:2005）

### 2. 限制器

- (1) 最大磁場電流限制器
- (2) 最小磁場電流限制器
- (3) 過激磁定子電流限制器
- (4) 欠激磁定子電流限制器
- (5) 實功/虛功欠激磁限制器
- (6) V/Hz 限制器

3. 監視及保護功能
  - (1) 比壓器電壓監測
  - (2) 磁場過電流保護
  - (3) 直流過電壓保護
  - (4) 勵磁機轉子絕緣監測器（型式：BENDER IRDH 275）
  - (5) 發電機轉子接地故障電驛（型式：BENDER IRDH 275）

## 十、ON/OFF 控制功能

在此描述不同指令和它們對勵磁系統及發電機的影響。

### 1. 磁場斷路器 ON/OFF

當目前無跳脫訊號存在時，ON 指令會投入磁場斷路器。

注意：只有在發電機斷路器已打開並且勵磁關閉的情形下，才可以打開磁場斷路器（發電機處於無載狀態下）

### 2. 勵磁 ON/OFF

勵磁 ON（EXC ON）指令用於啟動發電機的激磁，勵磁供應發電機磁場電流使發電機電壓迅速到達額定電壓。

當跳脫指令存在時，勵磁 ON 指令無作用，在磁場斷路器投入之前，無法啟動勵磁。

只有當發電機斷路器打開之狀況下（發電機處於無載狀態下），才能執行勵磁 OFF 指令，於現場操作模式下，無法執行斷路器/勵磁 OFF 指令。

執行斷路器/勵磁 OFF 指令後，電力轉換器的點火角轉移至放電模式，且放電電阻被切換至與磁場繞組並聯，如此發電機可以迅速經由電力轉換器和放電電阻放電，60 秒過後，電力轉換器的點火脈波停止，電力轉換器完全關閉。

### 3. 虛功/功率因數調整器 ON/OFF

假如發電機併聯至電網且運作於自動模式下，虛功/功率因數調整器可以被開啟，二者皆加諸於電壓調整器之上，但緩慢反應運轉條件的改變。

因此，短期間電網的擾動不會對此調整器有所影響，它們已經被電壓調整器所吸收了。

所有自動模式的限制器都會被開啟，假如有必要的話，包含虛功/功率因數調整會對電壓調整器起作用。

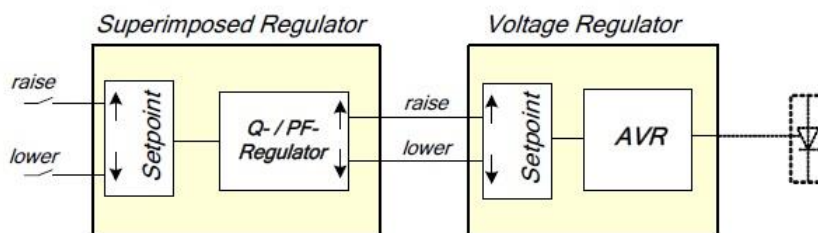


圖 12. 虛功/功率因數調整

虛功/功率因數調整器有它們自己的設定值，假如它們被關閉時，設定值永遠跟隨實際值，因此，當自動電壓調整模式轉換至虛功/功率因數調整模式時，發電機的操作點不會改變。

#### 4. 電力系統穩定器 ON/OFF

發電機負載角度和電網頻率的低頻振盪可以被電力系統穩定器（PSS）所抑制。

一旦發電機的實功抵達可調整的值且發電機電壓位於可調整範圍內時，電力系統穩定器會被開啟。它不需要操作人員作設定，但是，依照實際電網情況，它必須經過適當調校。

電力系統穩定器可以手動關閉，且當發電機實功和電壓超出所選擇的範圍外或發電機未連至電網時，它會自動關閉。

#### 5. 由於事故/跳機關閉勵磁系統

當跳機（例如：由於發電機保護）時，勵磁系統自動關閉且磁場斷路器被打開。

採取程序：

當由於跳機造成勵磁系統關閉後，必須檢查事故記錄，必須經授權人員消除事故原因。

### 十一、操作模式和設定點調整

#### 1. 設定點

於勵磁啟動程序，內部設定點會自動穩定提升至預設值，設定點也可手動以“raise/lower”指令進行調整。

#### 2. 自動模式

於自動模式，發電機電壓設定點由“raise/lower”指令進行調整，在無載情形下，改變此設定點會調整發電機電壓，在有載情形下，改變此設定點會調整虛功。假如發電機轉子或定子超出運轉限制，限制器會禁止“raise/lower”指令。

假如發電機電壓設定點到達它的最小值或最大值，會出現“Active regulator MIN-POS/MAX-POS”的訊息，假如同時按下“raise/lower”鍵，設定點不會變化，當勵磁系統啟動時，發電機電壓設定點將會自動設至額定電壓。

#### 3. 手動模式

於正常操作下，手動模式不會啟動，於測試或查修時，操作人員可選擇此模式，只有在發電機電壓量測值喪失時，才會自動切至手動模式。

在手動模式下，磁場電流設定點經由“raise/lower”指令進行調整。無載情形下，改變此設定點會調整磁場電流因而改變發電機電壓；有載情形下，改變此設定點會調整虛功。在手動模式下，只有欠激磁的實功/虛功限制器（為了防止發電機不同步）和 V/Hz 限制器（為了防止磁飽和）可使用；在手動模式，當發電機轉子或定子超出運轉限制時，設定點不會被限制，因此，必須確認未超出運轉限制。

假如磁場電流設定點到達它的最小值或最大值，會出現“Active regulator

MIN-POS/MAX-POS”的訊息，假如同時按下”raise/lower”鍵，設定點不會產生變化。當勵磁系統被啟動且發電機斷路器打開時，磁場電流設定點自動設至約無載磁場電流值之 90%。

注意：當選擇手動模式時，發電機的運轉情形必須仔細監控，在手動模式下，不要讓發電機無人監控。

#### 4. 虛功/功率因數調整模式

當調整設定點時，必須考慮虛功/功率因數調整器會緩慢反應，否則由於調整器延遲，系統會處於不想要的運轉條件下。

當遠端虛功/ 功率因數調整器設定點到達內部設定的最小值或最大值，會出現”Active regulator MIN-POS/MAX-POS”的訊息，而超出設定值的部份不會有作用。

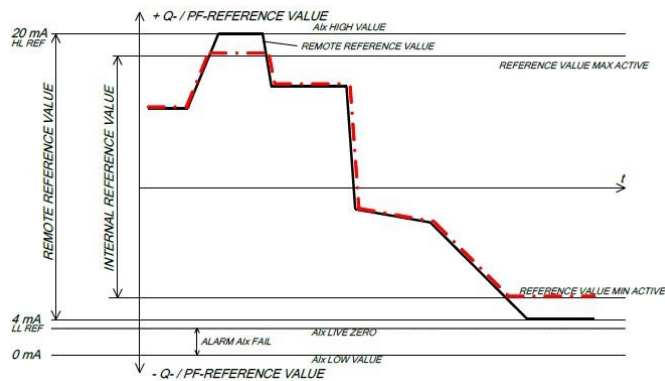


圖 13. 虛功/功率因數設定點

#### 5. 操作模式

##### (1) 從通道 1 切換至通道 2

Unitrol 6000 勵磁系統有二個完全獨立的控制通道：通道 1 和通道 2。二個控制通道是對等的，所以任一通道可以被選為作用通道，另一通道持續且自動跟隨作用通道。

從作用通道切換至備用通道不會改變運轉模式。

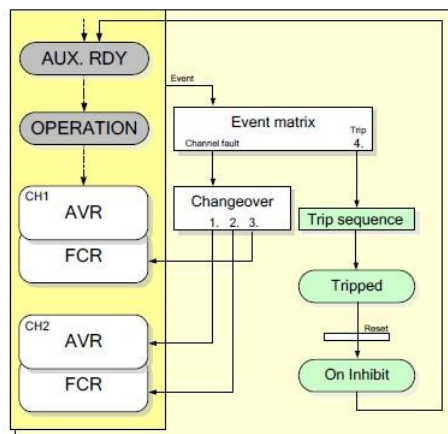


圖 14. 通道 1/通道 2 切換

基本上，任何時間皆可進行通道切換，除了下列情況以外：

- A. 假如作用中通道發生問題而須進行通道切換時，會緊急自動切換至另一通道，在問題消除之前，無法切換回有問題的通道。
- B. 假如備用通道有問題時，無法將作用通道手動切換至備用通道。

假如有事故造成通道切換，同時間，發電機電壓會產生擾動；然而，此時所切換之備用通道不應追隨此發電機電壓擾動。為了達成此目的，此備用通道會緩慢地以一延遲追隨發電機電壓。

當手動將作用通道切換至備用通道時，必須考慮備用通道會緩慢追隨，當發電機電壓發生改變，經一時間延遲才切換至備用通道，如此達成通道平順切換。

## (2) 從自動切換至手動模式

每一通道皆有自動電壓調整（自動）模式和磁場電流（手動）調整模式。

在自動模式下，發電機端電壓被調整為盡可能固定，另外，在手動模式下，磁場電流盡可能保持固定。在發電機負載擾動情形下，磁場電流設定點須手動進行調整以保持發電機電壓固定。

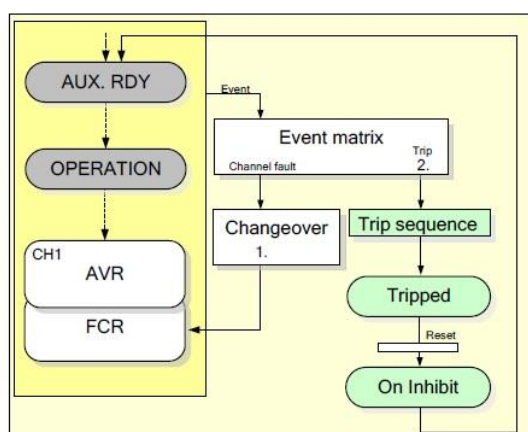


圖 15. 自動/手動模式切換

基本上，任何時候皆可進行自動/手動模式切換，因為自動/手動模式皆有自動追隨控制，以下幾點必須考慮：

- A. 在自動模式下，假如有一問題造成須切換操作模式，會自動緊急切換至手動模式，於問題消除之前，無法切換回自動模式。
- B. 假如磁場電流調整器有問題時，無法由自動切至手動模式。
- C. 在手動模式下，發電機電壓可能到達自動模式設定範圍之外，於此情形下，自動電壓調整無法追隨手動磁場電流調整。

假如一事件造成自動切換至手動模式，會維持事件前的設定點，磁場電流調整器的追隨控制會以一延遲，緩慢地反應磁場電流的變化。當手動由自動切換至手動模式時，必須考慮磁場電流調整器緩慢反應的行為。

注意：手動模式僅設計為磁場電流調整（非發電機電壓調整），因此，於手動模式，運轉人員須監視發電機激磁情形。

只要發電機比流器和比壓器訊號存在，於手動模式，欠激磁限制器防止發電機處於危險之欠激磁情況，運轉人員須監視發電機電壓、發電機電流和虛功等變數，假如有需要的話，藉由改變磁場電流設定點作調整。

## 6. 控制指令

### (1) 遠端/現場控制

勵磁系統正常從控制室遠端操作。

#### A. 從控制室遠端操作

指令以二進位訊號（硬線 I/O）傳送至勵磁系統或以勵磁控制站（ECT）傳送指令至勵磁系統。

#### B. 以現場 ECT 或 SCP 現場操作

只用於試運轉和測試之目的或作為緊急控制之選項。

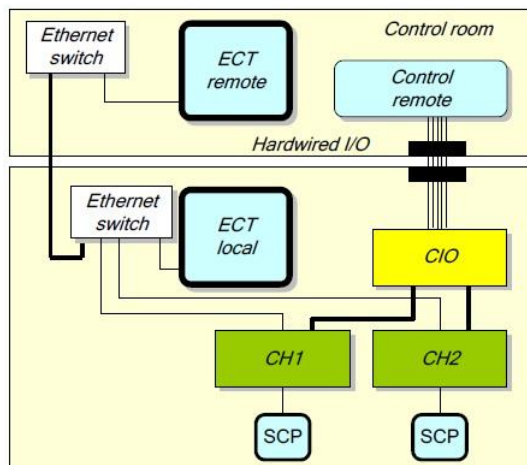


圖 16. 遠端/現場控制

### (2) 遠端控制/硬體介面

於控制室可使用勵磁系統遠端控制之指令和迴授訊號。

以下表格顯示遠端控制之標準指令，”Feedback”指示迴授訊號是否顯示於控制室。

Command		Remote	Feedback
Field Circuit Breaker	ON, OFF	X	X
Excitation	ON (START), OFF (STOP)	X	X
Channel changeover	CH1, CH2	X	X
Operation mode	AUTO, MANUAL	X	X
Power factor regulator	ON, OFF	X	X
Reactive power regulator	ON, OFF	X	X
Setpoint reference	raise, lower	X	max./min. pos
Customer defined commands			

表 1. 使用者遠端控制指令（硬線）

(3) 遠端控制/勵磁控制站 (ECT)

勵磁控制站 (ECT) 可作為遠端或現場控制站。

<b>Command + Release button</b>	<b>Command</b>	<b>Remote</b>	<b>Feedback</b>
- Field breaker - FCB Off FCB On	Field Circuit Breaker open or close	X X	FCB OFF FCB ON
- Excitation - EXC Off EXC On	Excitation switch OFF or ON	X X	Exc. OFF Exc. ON
- Channel - CH1 CH2	- Channel - Active channel chosen CH1 or CH2	X X	Channel1 Channel2
- Mode - Auto Man	- Mode - Operation mode in AUTO or MANUAL	X X	Auto Manual
- Q-Regulator - Q-reg Off Q-reg On	- Q-Regulator - Reactive power regulator switch OFF or ON	X X	OFF ON
	Customer defined command buttons	X	
<b>Setpoint reference button</b>			Indication
Raise, Lower	Setpoint of the active regulator	X	90 to 110%

表 2. 使用者遠端控制指令, ECT

(4) 現場控制/維護控制台 (SCP)

<b>Command + Release button</b>	<b>Command</b>	<b>Remote</b>	<b>Feedback</b>
- Field breaker - FCB Off FCB On	Field Circuit Breaker open or close	X X	FCB OFF FCB ON
- Excitation - EXC Off EXC On	Excitation switch OFF or ON	X X	Exc. OFF Exc. ON
- Channel - CH1 CH2	- Channel - Active channel chosen CH1 or CH2	X X	Channel1 Channel2
- Mode - Auto Man	- Mode - Operation mode in AUTO or MANUAL	X X	Auto Manual
- Q-Regulator - Q-reg Off Q-reg On	- Q-Regulator - Reactive power regulator switch OFF or ON	X X	OFF ON
<b>Setpoint reference button</b>			Indication
Raise, Lower 1)	Setpoint of the active regulator	X	90 to 110%

表 3. 使用者現場控制指令, SCP

(5) 現場控制/勵磁控制站 (ECT)



<b>Command + Release button</b>	<b>Command</b>	<b>Remote</b>	<b>Feedback</b>
- Field breaker - FCB Off FCB On	Field Circuit Breaker open or close	X X	FCB OFF FCB ON
- Excitation - EXC Off EXC On	Excitation switch OFF or ON	X X	Exc. OFF Exc. ON
- Channel - CH1 CH2	- Channel - Active channel chosen CH1 or CH2	X X	Channel1 Channel2
- Mode - Auto Man	- Mode - Operation mode in AUTO or MANUAL	X X	Auto Manual
- Q-Regulator - Q-reg Off Q-reg On	- Q-Regulator - Reactive power regulator switch OFF or ON	X X	OFF ON
	Customer defined command buttons	X	
<b>Setpoint reference button</b>			Indication
Raise, Lower	Setpoint of the active regulator	X	90 to 110%

表 4. 使用者現場控制指令, ECT

## 7. 類比輸入/輸出

### (1) 類比輸入

以下類比輸入訊號可於勵磁系統中處理：

- A. 勵磁變壓器溫度
- B. 使用者定義之訊號

### (2) 類比輸出

以下類比輸出訊號可連接至輸出端子並於控制室中使用。

- A. 磁場電流訊號
- B. 使用者定義之訊號

## 8. 事件訊息

### (1) 警報/事故狀態之影響

ECT 的事件細分為下列三種：

- A. Information：顯示一般資訊
- B. Alarm：顯示部份勵磁系統發生問題
- C. Error：顯示勵磁系統重故障，引發跳機

### (2) 狀態和事件訊息

除了迴授信號以外，以下狀態和事件訊息會顯示於控制室

#### A. Ready for Changeover

如果出現此訊息時，才可從自動模式平順切換至手動模式。

#### B. Local Control

此訊息表示系統無法由遠端控制。

#### C. Under-/Overexcitation limiter

此時過激磁或欠激磁限制器作用中，前者降低磁場電流，後者升高磁場電流，發電機電壓調整不再有效。

#### D. Common Event

事件訊息出現時，勵磁系統會繼續運轉，但如果是重故障的話，會

自動停止勵磁系統。勵磁系統停止後，直到所有警報/事件的原因消除且該訊息消失之前不可啟動勵磁系統。

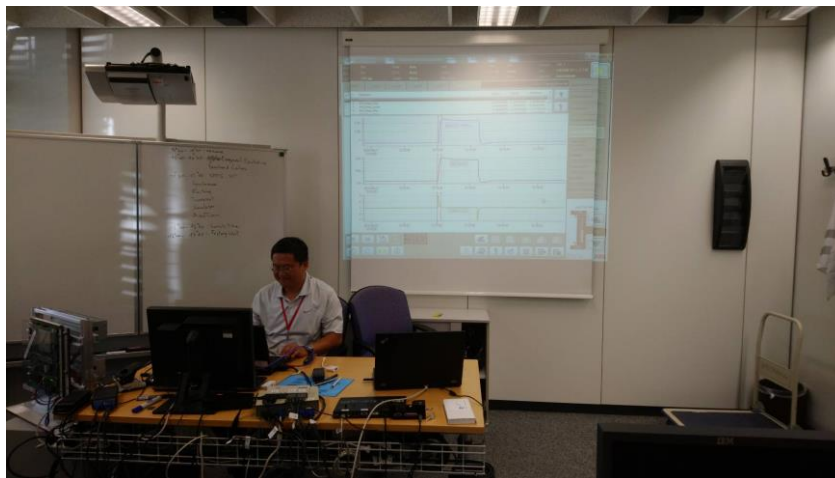
## 十二、實習過程

### 1. 開場簡報



勵磁系統部門主管 Bernhard Loher

### 2. ABB Unitrol 6000 勵磁系統課程



勵磁系統原理與實務

### 3. ABB Unitrol 6000 勵磁系統實際操作



實際上機演練

### 4. 同步機暫態模擬器-SMTS RT 6000 介紹



ABB 同步機暫態模擬器

### 5. 工廠參訪



勵磁系統裝配廠

### 十三、本廠勵磁系統跳脫迴路

本廠勵磁系統由二迴路 480V 電源經勵磁變壓器降為 135V 藉由自動負載切換器(ATS)供應勵磁系統雙通道電力轉換器電源,同時藉由 125V DC、120V, 60Hz 雙電源經由電源供應器轉換為 24V DC 以供應勵磁系統控制電源,於正常情況下,電力轉換器電源由 ATS, Q73 供應,當此迴路電源喪失將自動切換由 Q74 供應,當二迴路電源皆喪失將使磁場斷路器斷開,進而引起跳機。磁場斷路器控制電源由 24V DC 控制,為了使磁場斷路器保持於投入狀態,必須持續供應控制電源,一旦控制電源喪失,將使磁場斷路器斷開而造成跳機,故 24V DC 控制電源的來源-125V DC 及 120V, 60Hz 一旦皆喪失,也將引起跳機。

圖 17. 台中發電廠#1~#8 機勵磁系統配置圖

當通道 1 正常運作下, K210 電驛為激磁狀態, 通道 2 正常運作下, K220 電驛為激磁狀態, 當通道 1 故障, K210 電驛將轉為消磁狀態, 而其 11,12 輔助接點將閉合, 當通道 2 故障, K220 電驛將轉為消磁狀態, 而其 11,12 輔助接點將閉合。勵磁系統當其中一通道故障時, 將自動切換至另一通道, 而當二通道皆故障時, K210/K220 之 11,12 輔助接點都將閉合導致磁場斷路器之跳脫電驛 K200 動作而跳脫磁場斷路器使機組跳機。

圖 18. 通道 1/通道 2 跳脫迴路

另外勵磁系統有二組外部跳脫接點, 本廠只使用其中一組接點, 由 86G1,86G2,86GT1,86GT2,86T1,86T2 六只閉鎖電驛 a 接點並聯後, 接至 X800/1,2 端子, 當任一只閉鎖電驛動作時, 將使 K291 電驛動作, 致使磁場斷路器 24V 電源喪失, 磁場斷路器跳脫, 機組跳機。

圖 19. 外部跳脫迴路

且當內部有跳脫信號使通道 1/通道 2 控制器動作時, 亦將使跳脫電驛 K200 動作而跳脫磁場斷路器使機組跳機。

圖 20. 磁場斷路器控制迴路

#### 十四、心得及建議

發電設備皆有其生命週期，於其生命週期活躍期，各式零件及維護、保養服務工作皆易於取得；隨著時間經過，發電設備逐漸進入限制期，各樣零件及維護、保養服務工作漸漸難以取得，且成本逐漸升高；而進入設備老化期，零件及維護、保養工作由於技術層面或成本考量已無法取得。此時即需要升級、改良或汰換發電設備以符合最新技術或合理成本。

本廠發電機勵磁系統運轉至今已進入第 30 年頭，於進入設備老化期時，為維持機組可靠度、供電穩定度，進行設備汰舊換新實為實務之舉，而本廠於採購新型勵磁系統與服務工作同時，亦需培養本廠技術人力對於新型勵磁系統的知識與自主維護能力，以維護供電穩定、提升本廠形象、創造廠商利潤，達成社會大眾、本廠與廠商三贏的局面！

## 十五、參考資料

- 一、 ABB UNITROL6000 設備說明書 3BHS361873 E80。
- 二、 ABB UNITROL6000 功能說明 3BHS245441 E06。
- 三、 ABB UNITROL6000 線路圖 3BHS835523 E20。
- 四、 ABB 教育訓練教材。