

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：陳弘彬 主辦專員

派赴國家/地區：瑞士/圖爾吉

出國期間：107年10月06日至107年10月14日

報告日期：107年11月29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 34 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

陳弘彬/台灣電力公司/台中發電廠/主辦專員/(04) 26302123-3521

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：107 年 10 月 6 日至 107 年 10 月 14 日

派赴國家/地區：瑞士/圖爾吉

報告日期：107 年 11 月 29 日

關鍵詞：自動電壓調整器(Auto Voltage Regulator)

內容摘要：(二百至三百字)

本廠中一~八機原 GE 製發電機組類比式自動電壓調整器(AVR)設備運轉迄今已 20 餘年，內部電子零件經長期運轉，元件逐漸劣化，故障率增加，且相關備品已停產取得不易，影響機組運轉之穩定可靠性。本案經效益評估簽准成案後公開招標由 ABB 公司得標，並派遣人員赴原廠參加 D-AVR 設備製造技術及原理，設備裝配完成後實施出廠測試工作，包含設備模組化設計、模組功能介紹、系統操作、設備維護、故障排除、到相關出廠測試，本次行程可以對於未來在 D-AVR 設備運轉及維護上有所幫助。

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

壹、目的.....	1
一、緣起.....	1
二、目的.....	1
三、出國行程.....	1
貳、發電機自動電壓調整器系統.....	2
一、勵磁系統基本概念.....	2
二、同步發電機並聯在輸電網路.....	3
三、本廠勵磁系統架構.....	4
參、ABB UNITROL 6000 D-AVR 系統介紹.....	5
一、學習內容.....	5
二、硬體部分.....	6
三、軟體部分.....	11
肆、系統出廠測試.....	13
一、概述.....	13
二、測試項目.....	13
三、外觀檢視.....	14
四、高壓測試.....	16
五、外部電源測試.....	16
六、裝置調整及 IP.....	17
七、SCP.....	17
八、ECT local&remote 測試.....	18
九、韌體安裝下載.....	18
十、AVR 保護功能測試.....	18
十一、AVR 類比數位信號輸入.....	19
十二、AVR 控制模式測試.....	20
十三、AVR 調整模式測試.....	21
伍、心得及建議.....	24
陸、參考資料.....	25
附件	

壹、目的

一、緣起

本廠發電機自動電壓調整器系統原採用美國 GE 公司製造，型號為 GE ALTERREX AVR，主要控制系統採用類比式電子電路設計，控制電路板主要以主被動電子元件組成，包含功率電晶體、電阻、電容、電感，因為長期運轉下電子元件老化以至影響電壓控制準確度，控制響應時間慢以及無故障紀錄功能等缺點，但最為現場維護人員所擔心的是設備重要專用配件皆已停產，相關備品取得不易，因上述等因素，會影響設備運轉可靠性，設備維護難度增加，故有其必要進行設備汰換更新工作。本廠陳報汰換計畫前，業已調查友廠汰換自動電壓調整器經驗，並派員赴友廠了解安裝過程中所面臨困難點，在參考友廠汰換數位式自動電壓調整器(D-AVR)規範後，訂定合乎本廠需求之採購契約。

本案簽陳核准後，委由材料處進行採購作業，由艾波比(ABB)公司得標，承商採用瑞士 ABB UNITROL 6000 型號配合本廠機組歲修時進廠施工安裝，已於 106 年 11 月開始中五機安裝，與此期間派遣人員赴原廠學習有關本自動電壓調整器系統技術。

二、目的

赴 ABB Switzerland Local Site Turgi 工廠學習數位式自動電壓調整器 NUITROL 6000 系列設計原理、控制模組、設備測試、故障排除、運轉操作、設備維護等技術。

三、出國行程

10/06~07 : 往程及進行預備會議(台北→法蘭克福→蘇黎世→ABB Turgi)

10/08~12 : ABB Turgi 工廠任務

10/13~14 : 返程(ABB Turgi 工廠→蘇黎世→法蘭克福→台北)

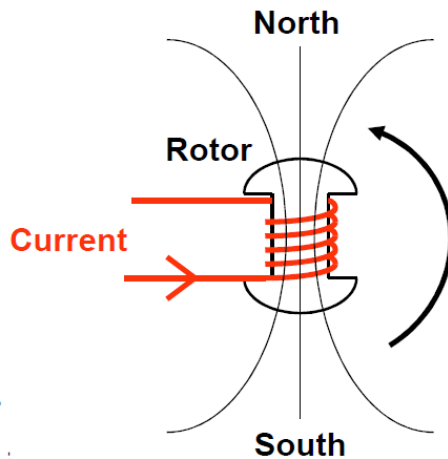


2018.10 攝於 ABB Turgi 工廠

貳、發電機自動電壓調整器系統

一、勵磁系統基本概念

同步發電機轉子是一種電磁產生裝置，轉子磁場通過直流電流產生磁力線如圖 2-1，轉子轉動時旋轉磁場對定子線圈進行切割，稱為轉磁式發電機，產生感應電壓。利用此種方式產生感應電壓被說為「刺激或激勵」發電機，因此提供電流的系統被稱之為勵磁系統。



同步機發電機轉子如電磁鐵，轉子轉動磁場切割定子線圈建立電壓

圖 2-1 磁場線圈

同步機轉子必須被供給電流，有電力轉換器提供，或者由一小電流加入到勵磁發電機產生大的磁場電流來供給，此種形式稱為有刷式勵磁系統，電源供給則由從廠內用電源供給，輸出電流由閘流體觸發角度控制大小。

勵磁系統圖 2-2 主要功能除了是產生轉子磁場外，還需具有保護功能，由勵磁控制系統來實現，如藉由限制發電機磁場電流，保持發電機運轉在安全操作區域內，也就是磁場電流限制、定子線圈電流限制、電壓限制和最低激磁限制等等。

監視設備故障情形-轉子溫度、勵磁變壓器溫度、轉子接地、其他內部故障和整流二極體故障等等。

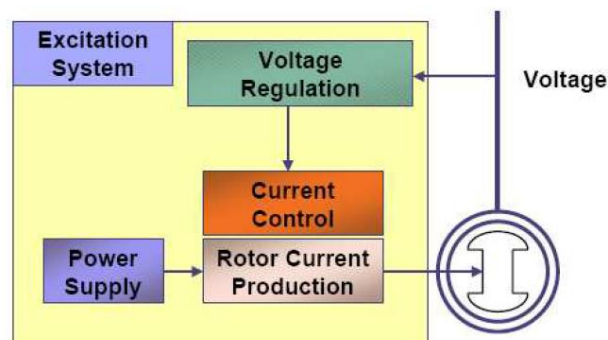


圖 2-2 勵磁基本元件

二、 同步發電機並聯在輸電網路

發電機對於電力系統來說只有一點點的貢獻，特性通常是由機組和系統參數而定圖 2-3，勵磁系統只允許對電力潮流的修正。

穩態指一個操作點周圍他有可能發生改變但總是趨向回到操作點。暫態指跟隨在每個事件之後相對短週期的改變。

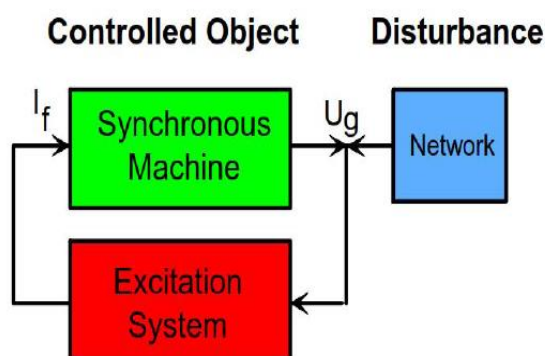


圖 2-3 AVR 併入電網

同步機分析可分為機械與電氣行為，電機行為包含勵磁電流、發電機電壓、無效電力，機械行為可分為發電機轉速、發電機力矩(實功率)。AVR 主要功能即是控制同步機在電氣行為上，調速機則主要是在機械行為上如圖 2-4。

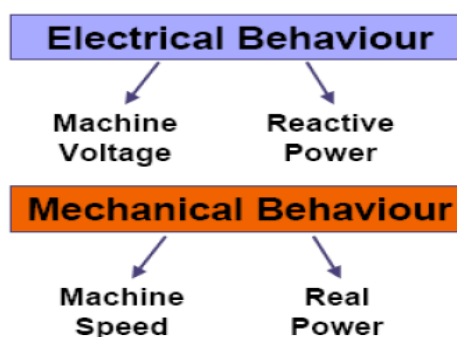


圖 2-4 同步機發電機行為模式

AVR 控制同步發電機電氣行為時，需要在發電機容量限制曲線範圍內操作，根據發電機同步電抗值、轉子熱容量限制、負載角限制、額定功率限制等條件，可以描繪出如圖 2-5 所示發電機運轉曲線圖，AVR 必需調整好控制參數及限制器設定以正常操作在曲線範圍內。

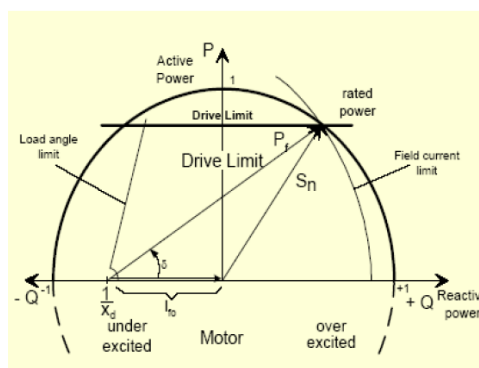


圖 2-5 同步機發電機限制曲線

三、本廠勵磁系統架構

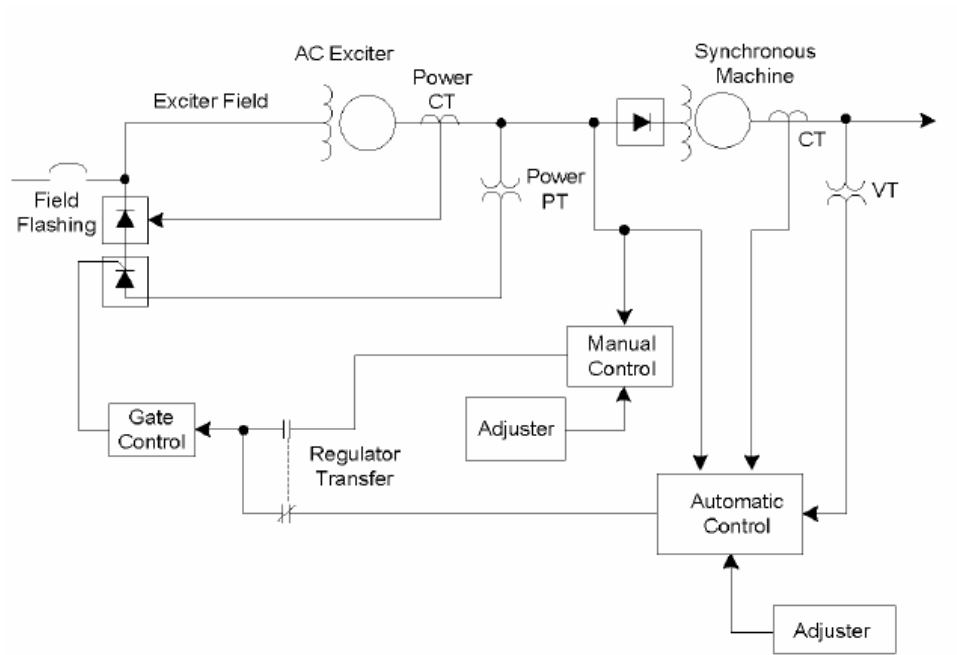


圖 2-6 原交流它激勵磁機整流器架構

原始發電機自激式勵磁系統設計如圖 2-6 所示，由交流勵磁發電機 (AC Exciter)，Power PT，Power CT，二極體整流器組(noncontrolled rectifiers)，陽極變壓器(Power PT，Power CT)，及 AVR 自動控制、手動控制、閘極控制、電源轉換器等組合而成，回授信號有發電機電壓、電流，提供 AVR 電壓控制用。

換裝為發電機它激式勵磁系統如圖 2-7 所示，交流勵磁機、發電機、整流二極體、N-1 設計它激式勵磁變壓器與 D-AVR 連接。

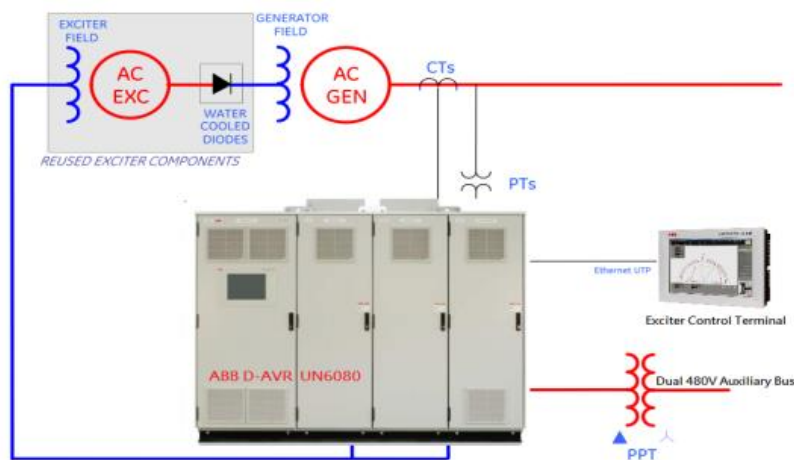


圖 2-7 換裝交流自激勵磁機與 AVR 架構

參、ABB UNITROL 6000 D-AVR 系統介紹

一、學習內容

本廠勵磁系統採用間接勵磁方式，D-AVR 穩定輸出直流電透過勵磁機碳刷導入勵磁發電機轉子建立磁場，在勵磁發電機定子產生三相交流電，經過外罩水冷式整流二極體後透過發電機碳刷導入發電機轉子建立磁場，源源不絕持續供給，讓發電機可以建立電壓並維持發電機同步，產生穩定電力輸出到電力系統。

UNITROL 6080 是 UNITROL 6000 系列家族中如圖 3-1 使用在同步機勵磁系統系列第六代產品，控制模組至多有雙通道加備援通道設計，運轉可靠度高如圖 3-2 所示 AVR 內部架構。






Industries				
Power; Chemical, Oil & Gas; Pulp & Paper; Sugar	Power; Marine; Traction; Wind	Power; Chemical, Oil & Gas; Minerals & Mining; Metals	Power	Marine
Applications				
<ul style="list-style-type: none"> Generator synchronization Paralleling of lines 	<ul style="list-style-type: none"> Synchronous generators and motors 	<ul style="list-style-type: none"> Synchronous generators and motors Rotating compensators and converters 	<ul style="list-style-type: none"> Gas turbine starter Generator excitation Synchronous compensators 	<ul style="list-style-type: none"> Onboard DC-grid systems
SYNCHROFACT®	UNITROL®1000	UNITROL®6000	MEGATROL	UNIREC
 <ul style="list-style-type: none"> SYNCHROFACT 6 	 <ul style="list-style-type: none"> UNITROL 1005 UNITROL 10 10 (AVR) UNITROL 10 20 (AVR) 	 <ul style="list-style-type: none"> UNITROL 6000 Light UNITROL 6000 Medium UNITROL 6000 X-power 	 <ul style="list-style-type: none"> MEGATROL Light MEGATROL Medium MEGATROL Power 	 <ul style="list-style-type: none"> UNIREC Basic UNIREC GENREC UNIREC EXC

圖 3-1 6000 系列產品線

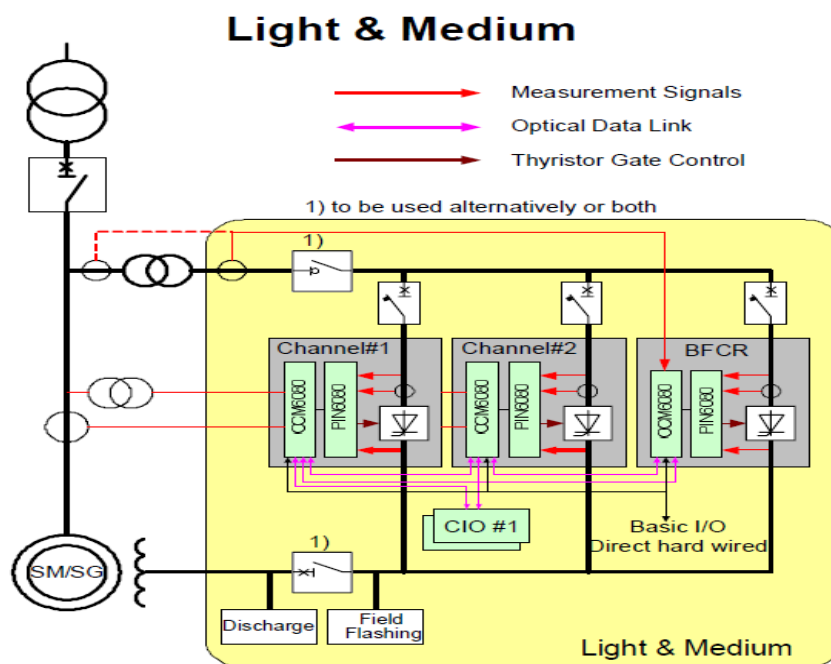


圖 3-2 6000 系列內部架構

設備內容介紹分為:(1)硬體部分圖 3-3、(2)軟體部分

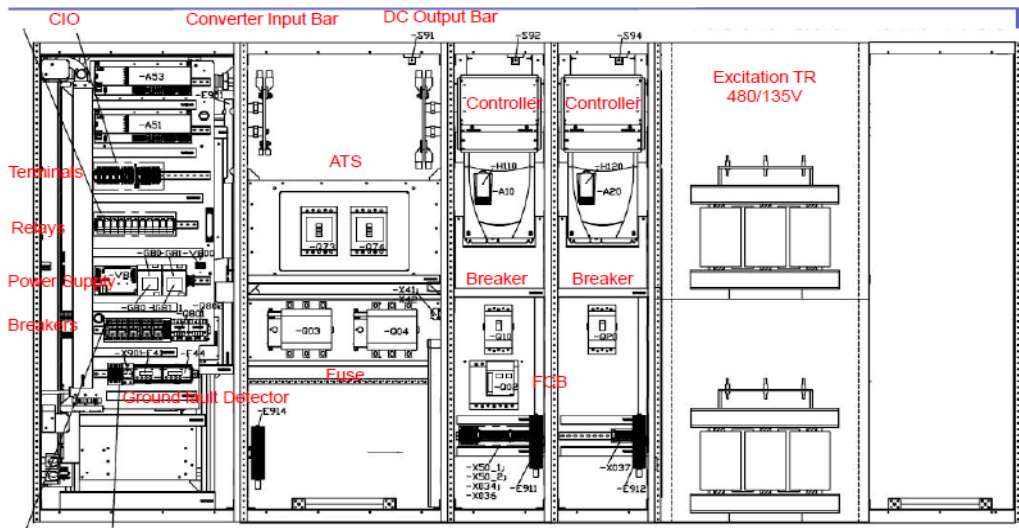


圖 3-3 AVR 盤內元件布

二、硬體部分

a. Communication Control Measurement (CCM6080), 圖 3-4 本裝置為 D-AVR 控制器核心，具有資料處理及通訊功能，在量測實際數值後透過高速處理器運算，輸出控制其它裝置，通訊埠透過光纖、乙太、RS232 網路連接，具有 6 個數位輸入埠，3 個數位輸出埠，4 個類比信號輸入，3 個類比信號輸出，內部儲存系統參數，量測功能，控制功能，程序控制，暫態紀錄器。

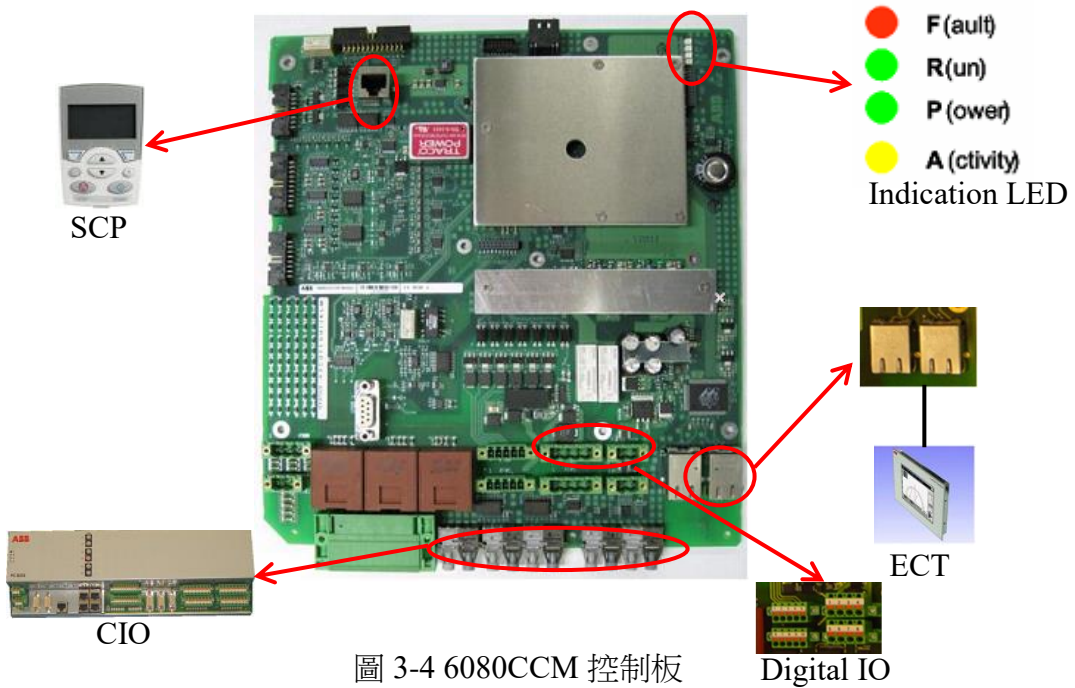


圖 3-4 6080CCM 控制板

b. Combined Input Output(CIO), 圖 3-5, 3-6 本裝置為 UNITROL 6000 系列數位與類比輸出入信號模組, 以 PEC80 控制平台和包含 FPGA 控制模組為基礎設計而成。

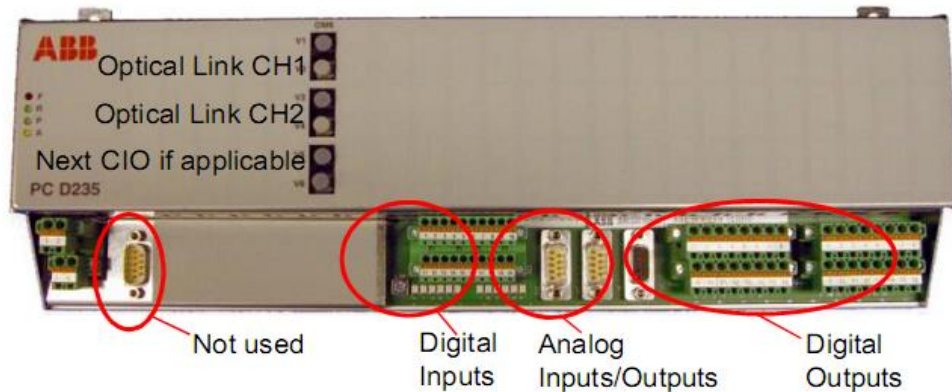


圖 3-5 CIO 模組

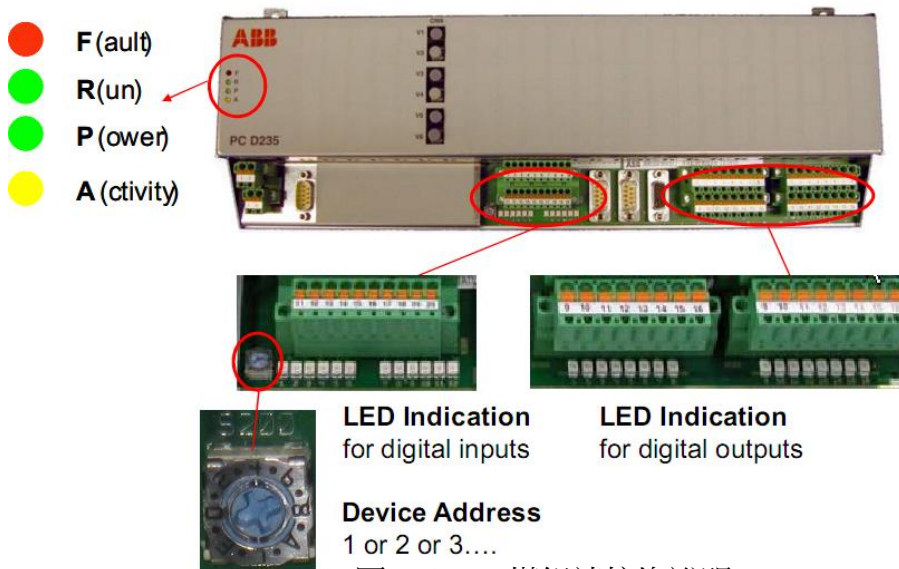


圖 3-6 CIO 模組連接埠說明

c. Service Control Panel(SCP)圖 3-7 主要控制及監視勵磁系統, 每個控制通道都有一個 SCP, 可以控制及顯示勵磁狀態資訊, 裝置功能有控制、設定參數、事件查詢等功能。

- Status LED
- Display

- Keypad



>> MENU:

```
LOC A▣ MAIN MENU.....1▣
PARAMETERS▣
EVENT LOGGER▣
CLOCK SET▣
EXIT▣ 12.45▣ ENTER▣
```

>> ENTER:

```
LOC A▣ PAR GROUPS.....100▣
100 SystemParameter▣
01 I_Reg_Misc1_01▣
02 I_Reg_Misc2_02▣
03 I_StatCurLim_03▣
04 I_Reg_Misc3_04▣
EXIT▣ 12.45▣ SEL▣
```

圖 3-7 SCP 控制

d. Excitation Control Terminal (ECT), 圖 3-8 圖控視窗用於控制及監視勵磁系統，具有效能佳及友善人機介面的工業電腦，除了操作控制外及擁有維護功能，故障排除查詢功能。

The ECT includes long time recordings and AUTO save functions. These are indispensable features for quick and precise analyses.



圖 3-8 ECT 視窗

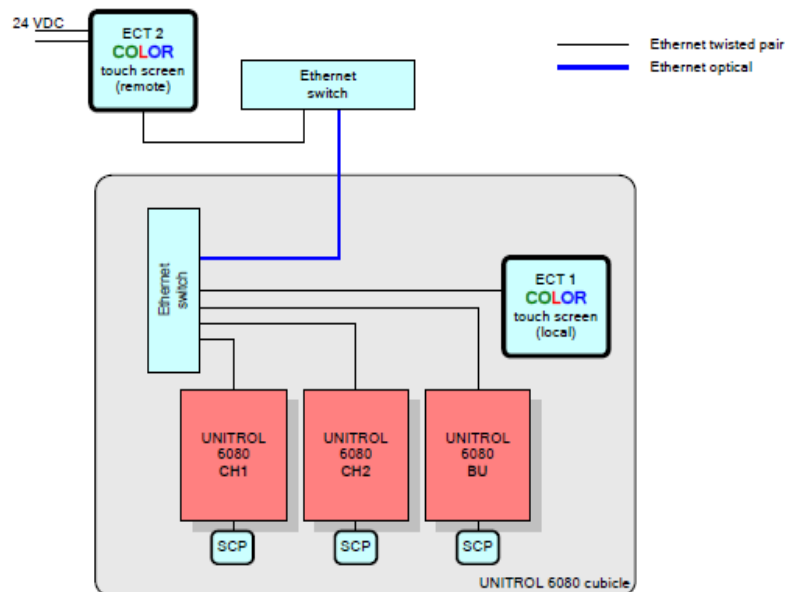


圖 3-9 ECT 系統示意

圖 3-9 中 ECT2 透過光纖網路連接至控制室主控盤，ECT1 裝在 AVR 盤上透過乙太網路通訊，具有顯示運轉資訊，控制電壓升降，故障訊息警示功能，並保留主控盤上硬線操作開關功能，皆可以安全地對 AVR 執行操作控制。

e. Ground Insulation Monitoring(GIM)，圖 3-10 本勵磁系統採用 Bender A-ISOMETER IRDH275 磁場線圈接地保護電驛，具有兩段輸出接點，可以依照需要設定 $1k\Omega\sim 10M\Omega$ 範圍數值。



圖 3-10 接地電驛

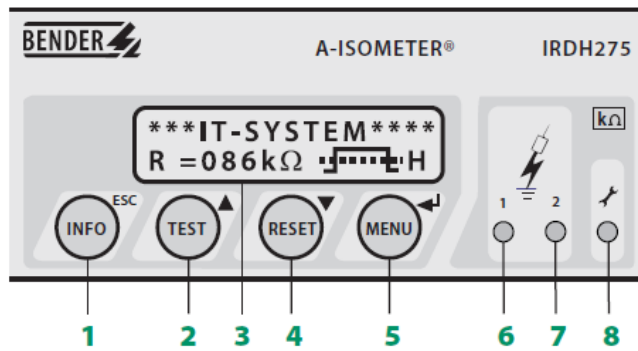


圖 3-11 電驛面板功能

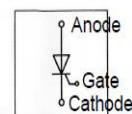
1. 呼叫標準資訊/回復
2. 測試鈕-自我測試
(運轉中勿測試)
3. 顯示幕
4. 復歸-消除故障訊息
5. 系統選單
6. 第一段接地故障燈
7. 第二段接地故障燈
8. 電驛故障燈

f. Power Converter Type D2，輸出電流範圍 $180A\sim 260A$ ，電力轉換器圖 3-12 有 3 個半橋模組，閘流體過電壓保護，控制元件(PIN6080、CCM6080)，兩只 DC24V 冷卻風扇。

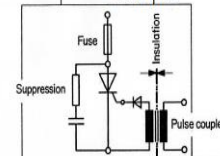


圖 00D2 外觀

Thyristor symbol in circuit theory.



Complete functional thyristor circuit.



Construction of thyristor module.

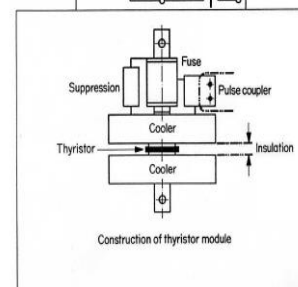


圖 3-12 閘流體模組

f. Power Interface PINLight/Medium (GVD241) 圖 3-13 適用於 D1~D4 電力轉換器，配置在轉換器模組中，主要工作是輸出閘流體閘極脈衝電壓信號，控制點火角，角度越大輸出電流越小，反角度小之電流越大。

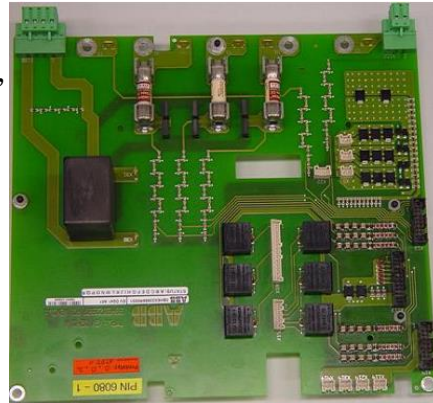


圖 3-13 PIN6080 模組

PIN6080 除了輸出控制點火角之外，就是接收 CCM6080 控制信號，勵磁磁場電流，溫度感測信號，閘流體冷卻風扇信號，Converter 電壓，Ext. Snubber Resistor 等。

圖 3-14 所示 PIN6080 與 CCM6080 及 DCS800Box 三者之間關係，可以很清楚知道 PIN6080 在電力轉換器中扮演重要功用，CCM6080 控制信號經過 PIN6080 處理後輸出到閘流體閘極，來控制晶體導通時間，可以說是控制系統中最後一道信號輸出卡片，關係到勵磁系統可以正確的向閘流體模組做控制，使系統電壓調整精確及穩定。

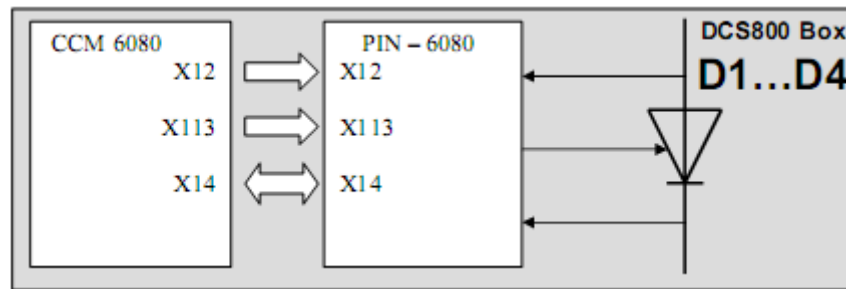


圖 3-14 PIN6080 連接線

g. 電子式電源供應器設備提供直流

控制電源 24V 給 AVR 內各組件，務必安全可靠，圖 3-15 所示，電源部分有備援 N-1 設計，正常時兩套電源供應器提供輸出負載，當任一路故障時另一套可獨立維持 AVR 正常電源，讓 AVR 控制系統安全度提高。

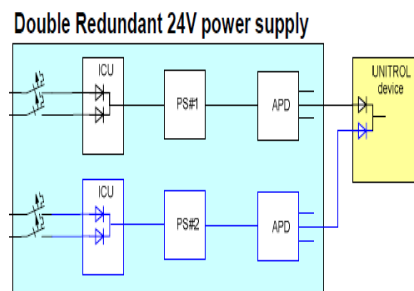
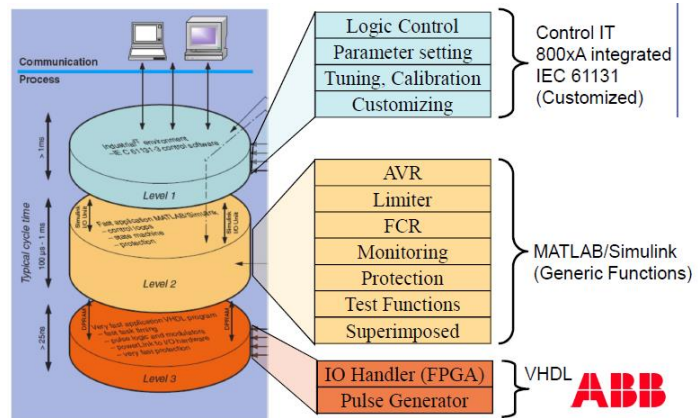


圖 3-15 電源供應器

三、軟體部分

ABB UNITROL 6000 系列系由 800PEC 為架構所設計出設備，系統軟體架構如圖 3-16 所示，最下層橘色部分 Level3 快速應用程式包含脈波信號產生、快速保護、I/O 連接，處理時間超過 25ns。



中間層橘色部分 Level2，MATLAB/Simulink(Generic Function)，功能有 AVR、FCR、Limiter、Monitoring、Protection、Test Function 等功能，AVR 主要控制功能位於此層，運算時間 100 μ s-1ms。

上層藍色部分 Level1 Control IT 800xA integrated IEC 61131，處理有關邏輯控制、參數設定、校正調整、可規劃化輸出入埠功能，AVR 需與其它系統介面整合時，可以符合操作需要，個別設定 I/O 點功能，運算時間超過 1ms。

圖 3-17 所示軟體功能方塊，AVR 軟體功能主要調整發電機電壓大小，發電機電壓回授與設定電壓比較經過 PID 控制器至閘極控制輸出。Manual 軟體功能主要調整輸出磁場電流大小，磁場電流與電流回授比較後皆過 PI 控制器輸出至閘極控制輸出。

保護軟體功能主要是直流過電壓(Crowbar)，converter 交流側過電壓保護，磁場接地保護，輔助電源迴路過流保護，外部跳脫保護等。

監視軟體功能主要是偵測轉子線圈溫度，磁場過電流，磁場過電壓，PQ 監視，V/Hz 監視，低頻率監視，磁場電流漣波監視，外部電路短路偵測，輔助電源正常偵測，電源供應器監視，閘流體故障偵測，Converter 溫度監視，備用通道監視等功能。

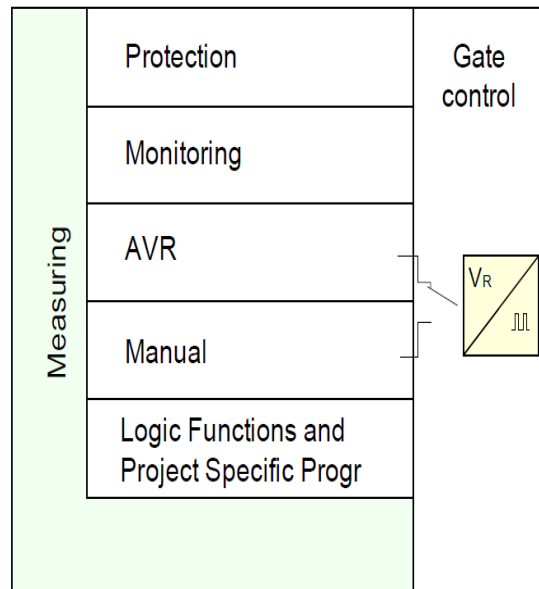


圖 3-17 軟體功能

ABB UNITROL 6000 系列控制器有雙通道設計,但是系統又如何切換通道,由 AVR 軟體控制通道切換步驟,若系統運轉中切換原因有下列 4 種:

- (1)AUTO 自動調整功能故障
- (2)MANUAL 手動調整功能故障
- (3)CHANNEL 通道故障
- (4)TRIP 跳脫

圖 3-18 是以三通道控制系統說明 AVR 切換方式,水平方向第一優先,垂直方向為第二優先,紅色箭頭可以由系統自動或人工操作切換,黑色箭頭只允許人工切換,首先若 CH1(Auto)發生上述四種原因之一,系統軟體將會自動執行通道切換功能至 CH2(Auto)運轉,切換至 CH2(Auto)仍然異常時,系統會再自動切換至 CH2(Manual),若仍有問題,系統再自動切換至 CH1(Manual),再異常時系統自動切換至 Backup 最後一個控制通道,若再異常時則跳脫 AVR 保護設備安全,所有 CH 手動電壓調整(FCR)切換至自動電壓調整(AVR)必須人工操作切換,故障排除後才可 AVR 運轉。

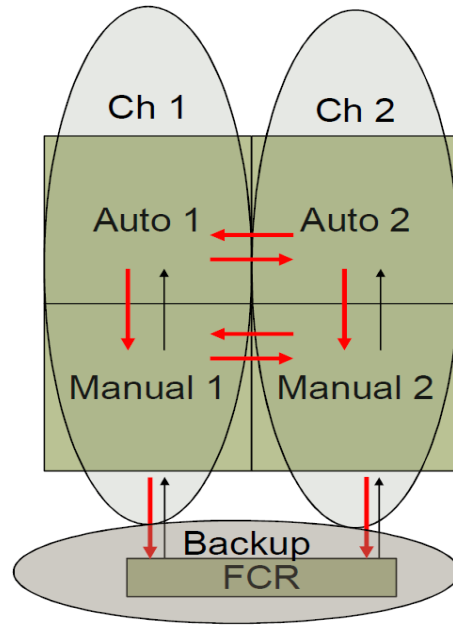


圖 3-18 通道切換功能

AVR 控制方式權限規則如圖 3-19 所示,由下往上代表操作權限越高,第一為維護軟體 Control Builder 需使用維護 PC 操作,第二為現場 SCP 控制器,第三為現場 ECT 觸控面板,第四為控制室硬線操作開關,第五為控制室 ECT 觸控面板,實際運轉操作時需要特別注意控制設備所擁有權限,設定不同權限可以有效防止 AVR 設備人為誤操作發生,對於運轉安全性來說有幫助。

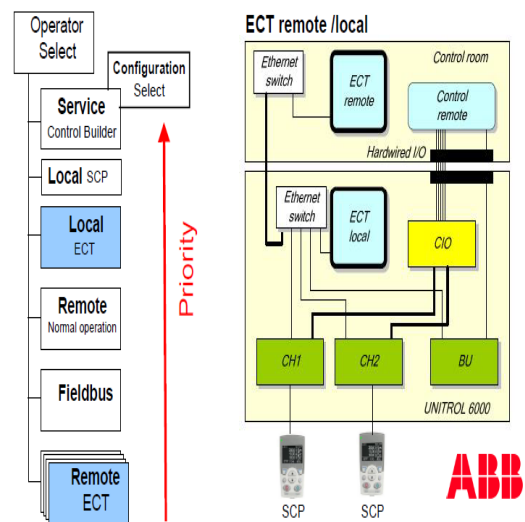


圖 3-19 軟體功能

肆、系統出廠測試

一、概述

中三機數位式自動電壓調整器(D-AVR)以下稱本系統主要設計、組裝、測試工作皆位於 ABB Switzerland Local Site Turgi 工廠圖 4-1，本系統出廠前應實施有關功能測試驗證工作圖 4-2，以確認設備正常符合要求，在運抵現場安裝後並實施一系列靜態功能及動態功能測試調校工作，並整合至既有電廠汽機控制系統，以符合電廠在發電機運轉操作上需求。

本次任務主要安排 ABB Turgi 勵磁系統及同步設備裝配廠區，工廠內動線規劃清楚，送電測試區域除拉設指示帶外圍則以鐵門區隔，外賓入場一律配戴識別證及背心，由負責本次測試工作的 Maik 先生導覽廠區一周圖 4-3，大致上了解本廠作業區範圍及生產設備。

廠區除 D-AVR 裝配區外，還有電力機車牽引設備、高功率整流器裝配區，皆同屬工作區域。

二、測試項目

- (1) 外觀檢視
- (2) 高壓測試
- (3) 外部電源
- (4) 裝置調整及 IP
- (5) SCP
- (6) ECT local&remote 測試
- (7) 韌體安裝下載
- (8) AVR 保護功能測試
- (9) AVR 類比信號輸入
- (10) AVR 控制模式測試
- (11) AVR 調整模式測試



圖 4-1 工廠外觀



圖 4-2 FAT 測試過程



圖 4-3 工廠內部導覽

三、外觀檢視

系統正式測試之前，檢查線路接線，名牌標示檢查，元件固定良好，控制盤尺寸符合，以上均正確無誤，檢查合格如圖 4-4 及表 4-1 所示。



圖 4-4 設備內外檢查作業
表 4-1 D-AVR 設備基本名牌資料

Description	Nominal Value
TYPE:	A6T-A/D2T1-D400
ABB ORDER NO.:	11103591
ID NO.:	3BHE051400R0001
SERIAL NO.:	08
YEAR OF DELIVERY:	2018
RATED CONT. DC CURRENT:	140A
CEILING VOLTAGE:	168.3V
CONVERTER SUPPLY:	135V
FREQUENCY:	60Hz
PROTECTION DEGREE:	IP 31
MAX. AMBIENT TEMPERATURE:	45°C
DIAGRAM:	3BHS835523 E20
OPERATION INSTRUMENTS:	3BHS835523 E80

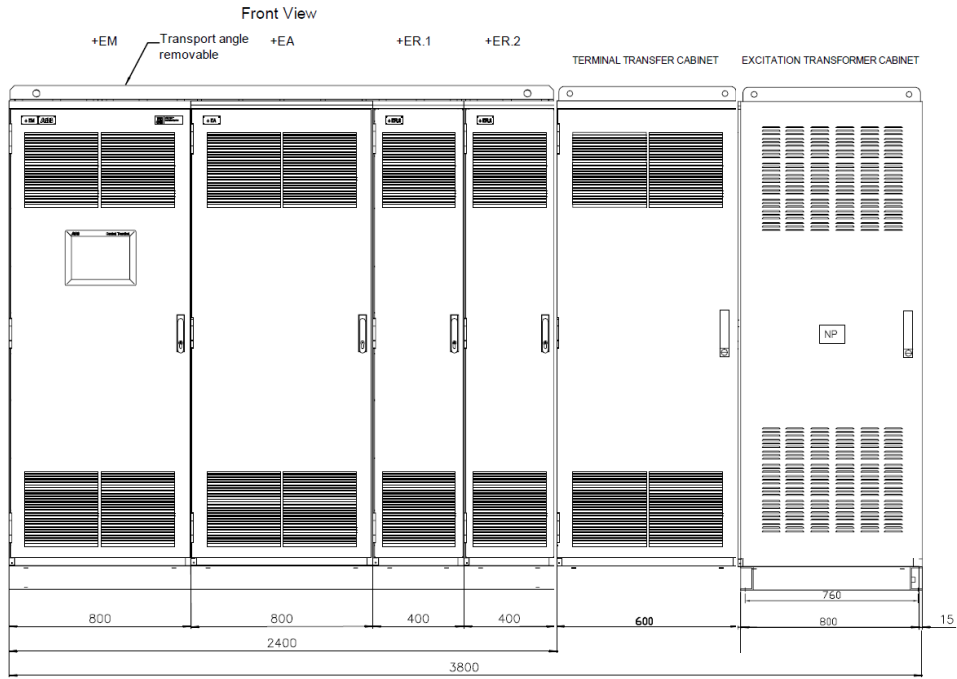


圖 4-5 正面外觀尺寸結構大小檢查

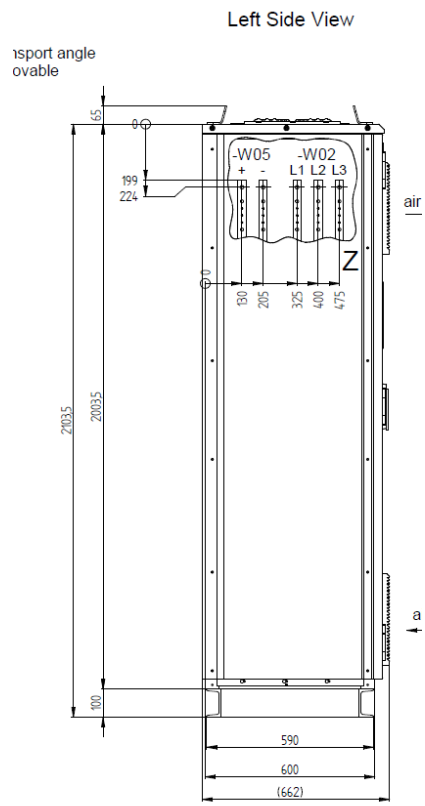


圖 4-6 左側外觀尺寸結構大小檢查

四、高壓測試

勵磁電源線路絕緣耐壓測試，輔助電源線路絕緣測試，比壓器及比流器線路電源測試，洩漏電流均小於 10mA，測試合格，如圖 4-7、4-8 所示。

註:測試耐壓 2kV，1min，50Hz(歐洲頻率)。



圖 4-7 設備絕緣儀器

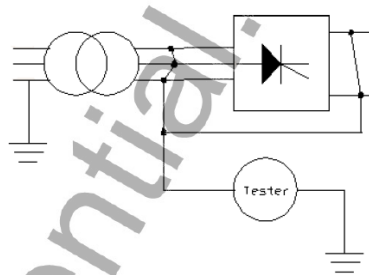


圖 4-8 轉換器耐壓測試

五、外部電源測試

AVR 設備外部電源檢查項目有，主要勵磁電源、控制電源、盤內照明插座、設備加熱器等測試，ABB 已設計一套專為 FAT 測試使用電源供應模組 FSQ1500 Nr.5，經檢測後皆符合標準。



圖 4-9 PSU 電壓測量



圖 4-10 勵磁電壓測量



圖 4-11 外部電源模組

六、 裝置調整及 IP

D-AVR 設備內主要控制元件通訊採用網路架構連線，確認元件網路 IP 設定皆為預設值，設備有兩套 ECT、四只 CIO、兩只 CCM 等之間網路均為正常，測試合格。

表 4-2 裝置位址表

裝置名稱	IP Address
Channel 1	172.16.0.11
Channel 2	172.16.0.12
ECT Local	172.16.0.61
ECT Remote	172.16.0.62

七、 SCP

SCP 功能操作，確認可以正常操作控制勵磁系統 FCB、勵磁電流輸出、控制器通道切換、自動手動切換、無效功率調整功能，測試結果正常合格。

表 4-3 SCP 控制功能測試表

Command	Command	Feedback
Field breaker ON/OFF	Field circuit breaker open or close	OK
Excitation EXC ON/OFF	Excitation switch OFF or ON	OK
Channel channel1/2	Active channel chosen CH1/CH2	OK
Mode Auto/Man	Operation in AUTO/MANUAL	OK
Q Regulator	Reactive power regulator OFF/ON	OK



圖 4-12 SCP 面板

八、 ECT local&remote 測試

檢查 ECT 電源正常 24V，網路連線正常，USB-Dongle 安裝後正常，皆符合要求。



圖 4-13 ECT USB-Dongle

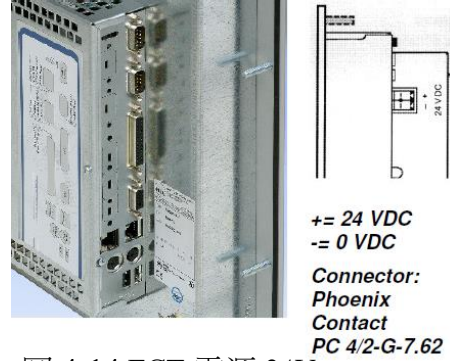


圖 4-14 ECT 電源 24V

九、 韌體安裝下載

確認軟體韌體版本正確，必要時更新下載，確認正確無誤，日後裝機完成後若要更新最新韌體，由 ABB 公司負責通知擇機升級韌體，項目如下表所示。

表 4-4 軟體 version 表

裝置	設備位置	韌體版本
Controller6080	-A10、-A20	2.2.02
CIO(PCD235)	-A51、-A53、 -A55、-A57	1.2.11
SCP	-H110、-H120	1.1.02
ECT	-H100、-H200	2.5.0.1

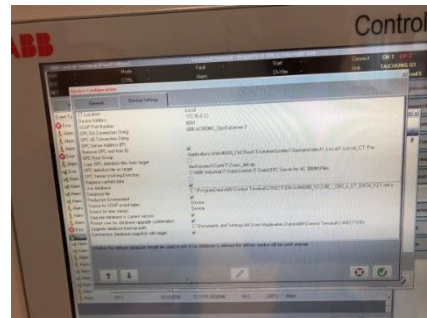


圖 4-15 SW version 確認

十、 AVR 保護功能測試

確認過電壓保護器動作正常，磁場線圈接地電驛功能正常，電能轉換器閘流體溫度監視正常，以上測試皆合格。



圖 4-16 磁場接地電驛

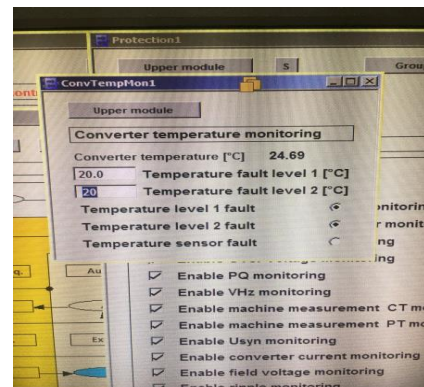


圖 4-17 溫度保護設定

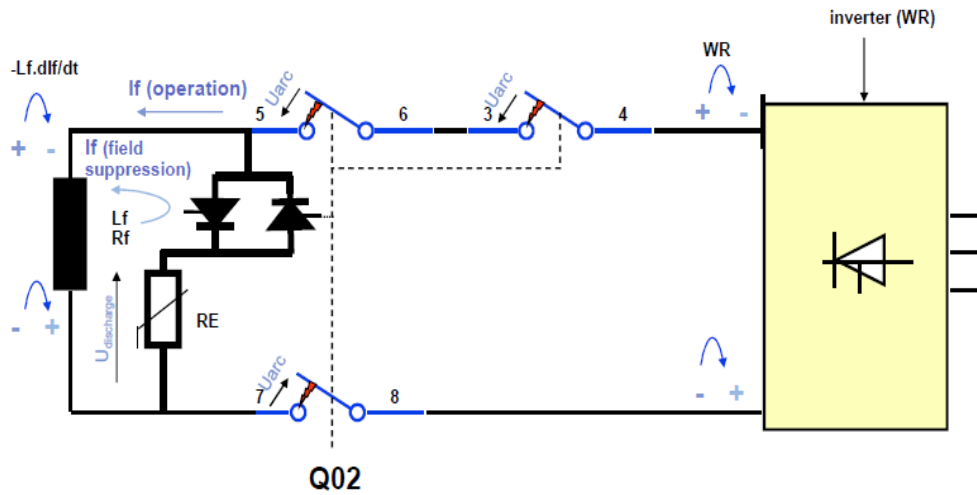


圖 4-18 Field Suppression Circuit(Crowbar)

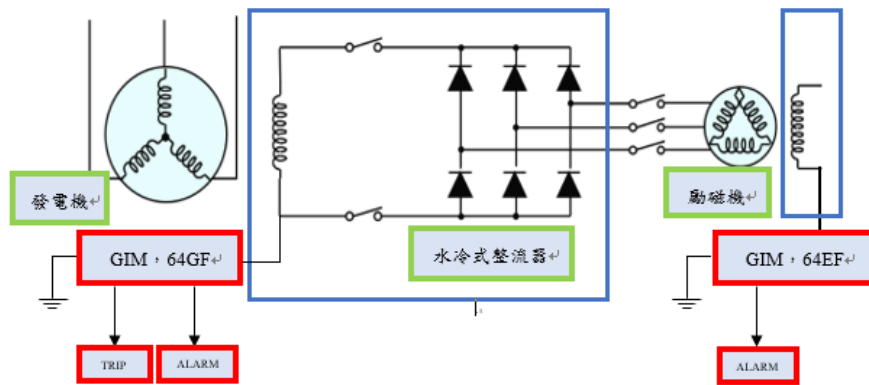


圖 4-19 磁場接地電驛保護線路

十一、 AVR 類比數位信號輸入

確認 SCP/ECT 量測信號正確，
 確認信號實際值，類比輸出信號正確。

透過圖所示，模擬現場控制室
 主控盤開關操作狀態，測試 FCB
 磁場斷路器、電壓調整器自動及手
 動模式切換、手動及自動電壓升降
 等功能皆合格正確



圖 4-20 模擬主控盤開關操作器

十二、 AVR 控制模式測試

測試 AVR Local 及 Remote 操作，保護動作時 Channel 通道切換，Converter 轉換器控制功能。

A.準備完後切換 ECT 控制功能、磁場斷路器切換測試、勵磁電流輸出測試、電壓升降測試、自動及手動控制切換、CH1 及 CH2 切換、應用程式測試，上述每項功能皆測試正常，ECT 操作畫面如圖 4-21，升降電壓如圖 4-22 所示。

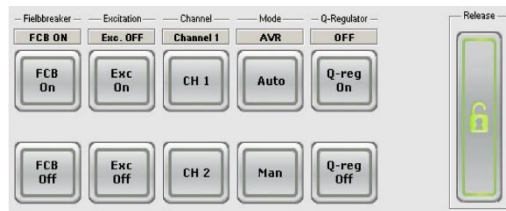


圖 4-21 ECT 圖控面

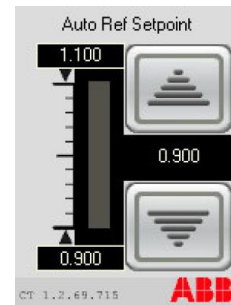


圖 4-22 ECT 升降電壓圖

B.模擬運轉中 Channel 故障時，AVR 可以正常切換功能測試，測試內容有跳手動、跳備用 channel，功能正常如圖 4-23 及圖 4-24 所示。

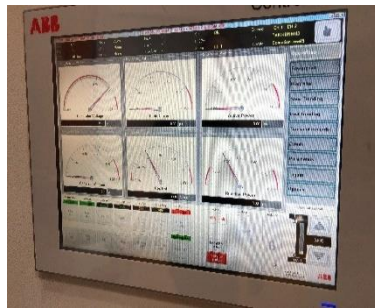


圖 4-23 切換測試正常

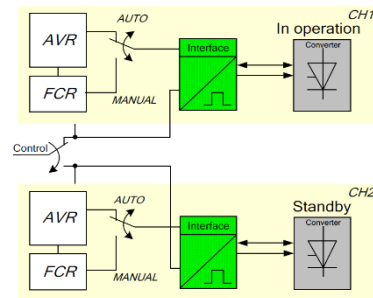


圖 4-24 Channel 備援架

C.電源轉換器控制測試，短暫輸出電流、電壓輸出波形、

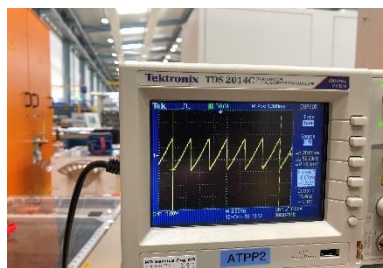


圖 4-25 輸出波形

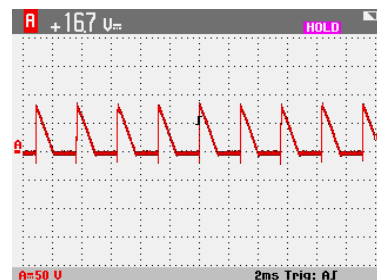


圖 4-26 輸出波形

十三、AVR 調整模式測試

發電機電壓建立測試、CH1 及 CH2 切換測試、3%步階響應、AVR 限制測試(過激磁、V/Hz、最低勵磁)測試，相關測試結果如圖。

- A. 修正參數設定值，以手動方式勵磁升變壓，觀察電壓輸出波形，如圖 4-27 所示，測試正常。
- B. 實施 Channel 切換測試，觀察輸出電壓波形穩定，測試正常，如圖 4-28 所示。



圖 4-27 電壓建立波形

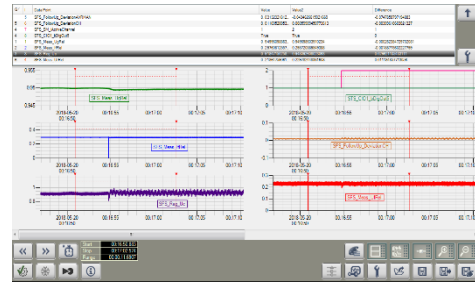


圖 4-28 切換測試波形

- C. V/Hz 限制器功能，動作時機為當頻率下降時，降低發電機電壓避免發電機鐵心過磁通發熱現象，調整降低 V/Hz 設定如圖 4-29 所示，加入步階響應 3%模擬，測試正常，如圖 4-30 所示

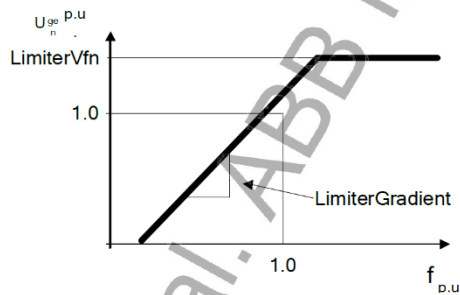


圖 4-29 V/Hz 曲

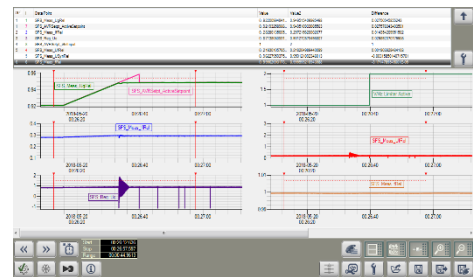


圖 4-30 V/Hz 動作紀錄

- D. MEL 最小勵磁限制，依據發電機進相運轉能力設定，依據不同負載調整無效功率限制，設定畫面如圖 4-31 所示。

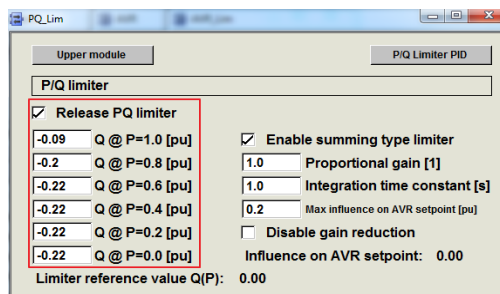


圖 4-31 MEL 設定畫面

E.ATS 切換測試，本系統勵磁電源為雙迴路 MCC480V 設計，設備運轉中，由主要電源供電，若主電源故障消失，ATS 自動換至備用電源迴路供電，確認 D-AVR 運轉正常，主勵磁電源消失測試如圖 4-32 所示，備用勵磁電源消失如圖 4-33 所示。



圖 4-32 主勵磁電源消失測試

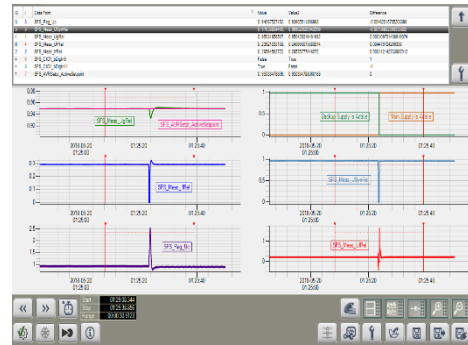


圖 4-33 備用勵磁電源消失測試

F.PT Failure 測試，發電機端電壓回授信號消失測試，正常設備運轉中發電機回授電壓信號至自動調整電壓模式(AVR MODE)運轉，當發電機電壓消失後，AVR 能夠安全切換至手動電壓調整(FCR MODE)模式運轉，測試如圖 4-34 所示。

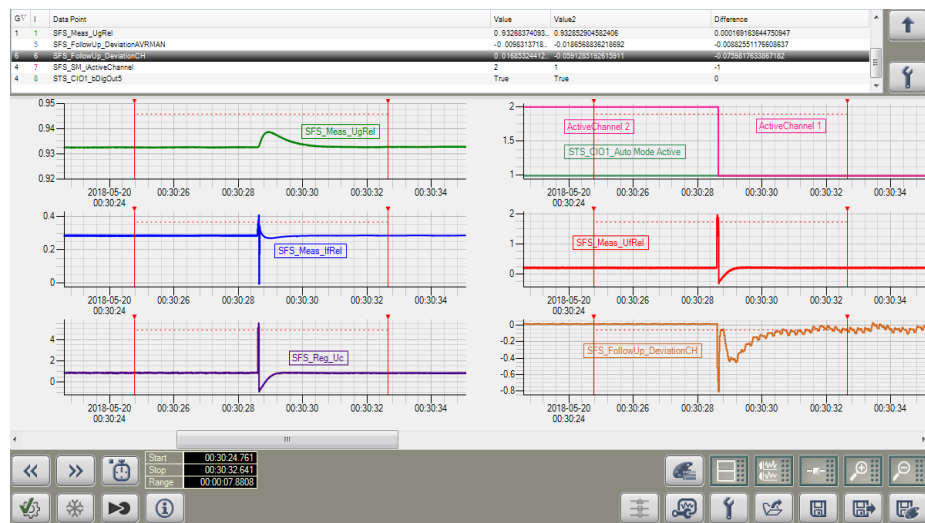


圖 4-34 PT Failure 測試

G. 假負載測試(Dummy load test)

1. 於 AVR 輸出端連接 1000W，
10Ω 電阻器。
2. 三相勵磁電源接線
3. 控制器開迴路模式
4. 連接示波器
5. 切換至手動控制模式
6. 勵磁輸出

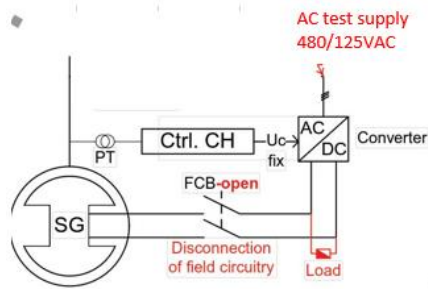


圖 4-33 接線圖

測試時將 AVR 設備如圖所示連接交流電源 110V 及直流電源 DC125V，輸出入接點引入至操作盤面，發電機電壓電流及磁場電流引入發電機模型內，AVR 輸出端接電阻元件模擬線圈繞組，另要將 AVR 保護設定下修，切到手動模式下操作，Converter 緩慢增加電壓及電流，調整 U_c (Control Voltage)大小，紀錄如表 4-5 所示。

表 4-5 Dummy load test

U_c	Converter output(V)			Converter output(A)			Remark
	Notebook	ECT	SCP	Notebook	ECT	SCP	
-3.35	-2.09	-2.08	-2.09	0	0	0	0%
-2.635	-2.06	-2.05	-2.06	0	0	0	10%
-1.918	-2.01	-2.01	-2.02	0	0	0	20%
-1.202	2.04	2.03	2.05	0.34	0.33	0.34	30%
-0.486	14	14.1	14	1.33	1.33	1.32	40%
0	24.09	24.1	24.07	2.31	2.32	2.31	50%
0.946	52.3	52.5	52.3	4.87	4.88	4.85	60%
1.662	80.86	80.87	80.88	7.38	7.34	7.36	70%
2.378	114.35	114.36	114.37	10.5	10.47	10.52	80%
3.094	147.29	147.31	147.28	13.42	13.49	13.45	90%
3.81	182.75	182.73	182.74	16.38	16.42	16.43	100%

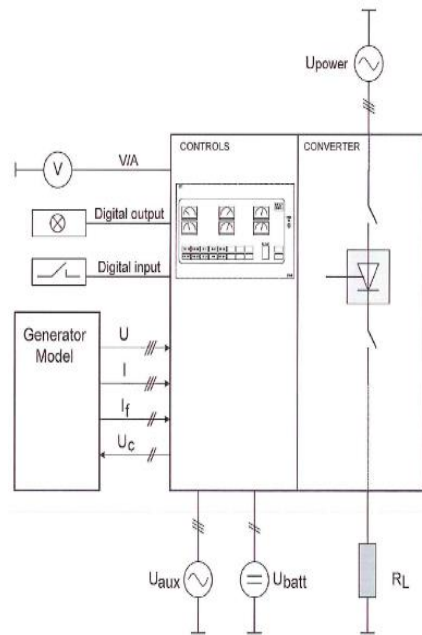


圖 4-32 模擬系統接線

伍、心得及建議

- 一、 本次出國行程配合中一~八機 AVR 更新改善工程，迄今已完成中五、四、七號機更新任務，裝機過程中經反覆介面測試、修正、校調後順利完成機組併聯，感謝過程中發電處長官、廠長、副廠長支持與指導，及安裝測試階段運轉組、儀資一、二組及本組同仁的配合，使得 D-AVR 系統介面整合順利完成本工程。
- 二、 ABB Turgi 工廠，主要負責設計、裝配、測試，其中硬體設備多半來自其它國家生產製造，工廠設計裝配後測試合格出廠，工程技術人力有來自瑞士及鄰近德國，語言以德語為主，溝通英文亦可以，整體來說相關 D-AVR 技術乃至變頻技術訓練仍以 ABB Turgi 工廠為主。
- 三、 本系統為本公司 GE 550MW 燃煤汽力機組中第一個換裝為 ABB 公司設計製造之 UNITROL 6000 系列設備，從設計審圖、現場施工、設備測試、參數調校到機組順利併聯試運轉完成，過程中雖然面臨到與既設控制系統之間介面整合上的問題，但仍一一克服解決，完成換裝任務，由本次換裝經驗來說，相信可以對未來電廠電氣設備更新上更具信心。
- 四、 D-AVR 廠試參訪任務完成後，可以實地看到設備裝配到測試過程，尤其以出廠前的測試項目及步驟，對於本廠 D-AVR 日常及歲修保養策略改進有更為明確的方向，有助於設備運轉穩定及可靠性。
- 五、 本系統為數位化靜態式勵磁系統，與傳統控制方式迥然不同，所有控制、保護及參數設定等均由軟體來操作，因此 D-AVR 維護人力提升及培訓須儘早定位與規劃。俾便配合勵磁系統試運轉及起動測試時學習及熟悉勵磁系統軟體操作、參數設定與更新、系統調校及系統功能測試等各項關鍵技術，以提昇勵磁系統異常診斷、矯正技術及維護能力。
- 六、 可以體會到電氣設備已不再是傳統產業，近年來智慧電網(Smart Grid)、人工智慧(AI)、物聯網(IOT)技術發展加速電氣設備控制系統數位化、網路化已是必然趨勢，所維護的設備亦逐步更新為數位化系統，因此電廠維護保養同仁在工作岡上需要不斷自我鞭策、學習，以掌握新知與相關產業發展趨勢。

陸、 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。
- 五、 ABB 測試程序書。

5. FACTORY TESTS

5.1 Visual and Mechanical Checks

Action	Test	Witness	Remarks
• Test checklist 3BHS298272_D02 filled out completely	<input checked="" type="checkbox"/>		
• Check mechanical dimensions according to mechanical layout	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Affix identification plate sticker, according to data in chapter 3.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Affix 24h Hotline sticker beside the plant name plate	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Ground the devices and components, interface boards, doors, ground bars etc.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check power cables and bus bars according to schematic diagram	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Fill out correct SW-Release on relevant sticker at panel door	<input checked="" type="checkbox"/>		
• Put the documents in the document case	<input checked="" type="checkbox"/>		

5.2 High Voltage Test

TI Chapter 5.5

According to Standard IEEE Std 421.3:1997, IEC 60255-27:2013 and IEC 61439-1:2011

Action	Project	Max Values	Test	Remarks
• Power Circuits	2000 V, 50 Hz; 1 Min.	<20 mA	4,6 mA	
• Auxilliary Circuits 110 V ac	2000 V; 50 Hz; 1 Min.	<10 mA	0,5 mA	
• Auxiliary Circuits 220 V ac	2000 V; 50 Hz; 1 Min.	<10 mA	2,7 mA	
• Auxiliary Circuits 120 V ac	2000 V; 50 Hz; 1 Min.	<10 mA	0,5 mA	
• Auxiliary Circuits 125 V dc			2,2 mA	
• PT 1	2000 V; 50 Hz; 1 Min.	<10 mA	1,0 mA	
• CT 1			0,9 mA	
• PT 2	2000 V; 50 Hz; 1 Min.	<10 mA	1,0 mA	
• CT 2			0,9 mA	



Notice The high voltage test must not be repeated on the plant with the values specified above.

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang.	Rev. ind.	Pages
	ABB Switzerland Ltd	3BHS838506 E31	en	*)	14
					No. of p. 24

5.3 Check of Supplies

TI Chapter 5.6

Action	Test	Witness	Remarks
• Auxiliary supply AC (light, socket)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Auxiliary supply AC (heating)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• AC main supply 1 (converter supply)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• AC main supply 2 (converter supply)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Auxiliary supply AC (UPS)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Auxiliary supply DC (Battery)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Control voltage 24 V dc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.3.1 DC/DC Supply (-G80)

TI Chapter 5.6

Function	Test	Remarks
Adjust output voltage to 25 V dc	...25.....V dc	

5.3.2 DC/DC Supply (-G81)

TI Chapter 5.6

Function	Test	Remarks
Adjust output voltage to 25 V dc	...25.....V dc	

5.3.3 DC/DC Supply (-G100)

TI Chapter 5.6


Function	Test	Remarks
Adjust output voltage to 25 V dc	...25.....V dc	

5.3.4 DC/DC Supply (+CR-G200)

TI Chapter 5.6

Function	Test	Remarks
Adjust output voltage to 25 V dc	...25.....V dc	

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang.	Rev. Ind.	Pages
 ABB Switzerland Ltd		3BHS838506 E31	en	*)	15
					No. of p.

5.4 Adjust Device and IP Addresses

TI Chapter 5.8


Name	Device Addresses S 200 Code Switch	IP Addresses	Project	Test	Remarks
		Subnet Mask			
CIO #1 (-A51) PC D235	1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CIO #2 (-A53) PC D235	3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CIO #3 (-A55) PC D235	9		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CIO #4 (-A57) PC D235	B		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ECT (-H100)	Not available	172.16.0.61 255.255.0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
ECT (-H200)	Not available	172.16.0.62 255.255.0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Comm. PC	Not available	172.16.0.63 255.255.0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CCM #CH1 (-A10)	Not available	172.16.0.11 255.255.0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
CCM #CH2 (-A20)	Not available	172.16.0.12 255.255.0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.5 Service Control Panel (SCP)

Doc. Ref.: 3BHS250168 E80 Operating Instructions

Name	Project	Test	Remarks
H110 SN: G1742L0035 V1.1.02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
H120 SN: G1742L0060 V1.1.02	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang.	Rev. ind.	Pages
 ABB Switzerland Ltd		3BHS838506 E31	en	*)	16
					No. of p.

5.6 Excitation Control Terminal (ECT-H100)

Doc. Ref.: 3BHS233935 E80 Operating Instructions


Function	Default	Project	Test	Remarks
Supply ECT	24 V dc	24 V dc	<input checked="" type="checkbox"/>	
EDS (Ethernet Device Switch) (-U100)	USED	USED	<input checked="" type="checkbox"/>	
USB-Dongle installed			<input checked="" type="checkbox"/>	

5.7 Excitation Control Terminal (ECT-H200)

Doc. Ref.: 3BHS233935 E80 Operating Instructions

Function	Default	Project	Test	Remarks
Supply ECT	24 V dc	24 V dc	<input checked="" type="checkbox"/>	
EDS (Ethernet Device Switch) (-U200)	USED	USED	<input checked="" type="checkbox"/>	
USB-Dongle installed			<input checked="" type="checkbox"/>	

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J		Project	TAICHUNG U3	
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium				
 ABB Switzerland Ltd	Document no.	3BHS838506 E31	Lang.	en	Rev. ind.
					*)
			Pages	17	No. of p.
					24

5.8 Device Firmware Download and Project-specific Programming

TI Chapter 5.7


Check the firmware ident-Nr. and download the specified version if necessary.

Check conformity of the serial numbers of the following converters against the delivered converter test reports and add these reports to the test report.

Project	El. Desig.	Project SW Release Firmware Version.	Test
Compare the enlisted installer software to Release Track List 3BHS261662 E01		v.2.2.02	<input checked="" type="checkbox"/>
All Software Tools must be up to date and checked before testing by means of the database (Softw. General)			<input checked="" type="checkbox"/>
Controller 6080 CH 1	-A10	2.2.02	<input checked="" type="checkbox"/>
Controller 6080 CH 2	-A20	2.2.02	<input checked="" type="checkbox"/>
CIO 1 (PC D235)	-A51	1.2.11	<input checked="" type="checkbox"/>
CIO 2 (PC D235)	-A53	1.2.11	<input checked="" type="checkbox"/>
CIO 3 (PC D235)	-A55	1.2.11	<input checked="" type="checkbox"/>
CIO 4 (PC D235)	-A57	1.2.11	<input checked="" type="checkbox"/>
Service-Control Panel 1	-H110	1.1.02	<input checked="" type="checkbox"/>
Service-Control Panel 2	-H120	1.1.02	<input checked="" type="checkbox"/>
Excitation Control Terminal ECT	-H100	2.5.0.1	
Operating System Windows XP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windows 7-32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Windows 7-64		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Excitation Control Terminal ECT	-H200	2.5.0.1	
Operating System Windows XP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Windows 7-32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Windows 7-64		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Action	Project	Test	Remarks
Download project software 3BHS838507 E23 with the PEC-Installer to both channels	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Adjust date and time (CCM)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Configure and check time synchronization with the ECT	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Leng	Rev. ind.	Pages
	ABB Switzerland Ltd	3BHS838506 E31	en	*)	18
					No. of p.
					24

5.9 Function Test of Protection Devices

Action	Test	Witness	Remarks
• Function of the overvoltage protection / Crowbar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Function of the rotor earth fault monitoring –F41	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Function of the rotor earth fault monitoring –F44	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Function of the converter temperature monitoring	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.10 Analog Signals

Action	Test	Witness	Remarks
• Check the local measuring devices and indications (SCP/ECT)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check the measuring of the actual value for the excitation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check analog signals for external indications	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.11 Control Functions Test

5.11.1 Local and Remote Operation

TI Chapter 5.14

Action	Test	Witness	Remarks
• Changeover between remote and local operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Field Breaker ON/OFF, status indication	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Excitation ON/OFF orders, status indication	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Setpoint RAISE / LOWER orders	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Transfer between AUTO and MAN operation modes, status indication	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Transfer between channels 1 and 2 (only from local control panel), status indication	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check additional application programming	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.11.2 Self Acting Control Functions

TI Chapter 5.9


Action	Test	Witness	Remarks
• Protective transfer to alternate channel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Protective transfer to manual operation	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Protective transfer to the stand-by converter bridge	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.11.3 Converter Control

TI Chapter 5.11

Action	Test	Witness	Remarks
• Test of the converter with temporary supply and base load	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check firing orders (copy the picture from scope)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Check the converter and inverter end position	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Shape of the converter output voltage over the full range of control	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang	Rev. ind.	Pages
	ABB Switzerland Ltd	3BHS838506 E31	en	*)	19
					No. of p. 24

5.12 Function Tests of the Regulator

TI Chapter 5.13

5.12.1 Tests in Open Loop Mode

Tests with simulated actual values and regulators in open loop condition

Action	Test	Witness	Remarks
• Variation of setpoints	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Measurement of actual values	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.12.2 Tests with Generator Simulator, Regulator in Closed Loop Conditions (OPTIONAL)

TI Chapter 5.13

Optional tests with generator simulator	Project	yes: <input checked="" type="checkbox"/>	no: <input type="checkbox"/>
---	---------	--	------------------------------

(Connections see Attachment 1)

Action	Test	Witness	Remarks
• Generator voltage build up test (Manual mode)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Channel change over test (no any change from the EX voltage and current curve)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Step response test (3% step)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Limiter test (Over excitation test, Minimum excitation test, Voltage/Frequency test)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Generator voltage build up test (Auto mode)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Power system stabilizer (compare the EX voltage curve with PSS on and PSS off)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

5.13 Excitation Monitoring and Protection (Standard-SW, Option for FAT)

TI Chapter 5.17

5.13.1 Excitation Monitoring

Action	Test	Witness	Remarks
• Monitoring of the actual values	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Rectifier Monitoring	--	<input checked="" type="checkbox"/>	


5.13.2 Protection Functions

Action	Test	Witness	Remarks
• Overcurrent Protection	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
• P/Q- protection	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
• V/Hz-protection	--	<input checked="" type="checkbox"/>	
•			

5.13.3 Alarms and Trips

Action	Test	Witness	Remarks
• Hardware Trips and Alarms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Software Trips and Alarms	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	


*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang.	Rev. ind.	Pages
 ABB Switzerland Ltd		3BHS838506 E31	en	*)	20
					No. of p.

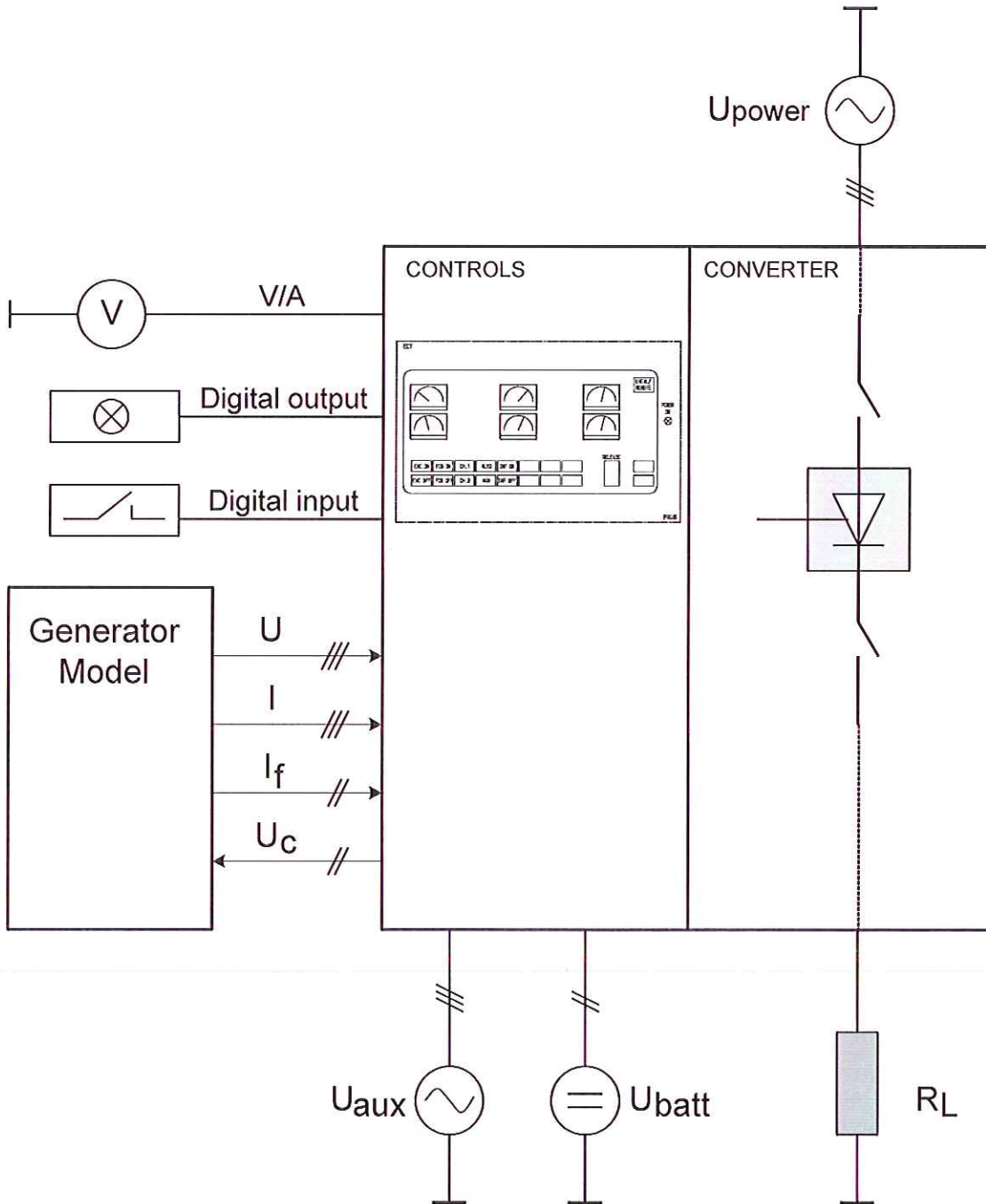
6. USED INSTRUMENTS

Name / Type	Identification	Last Calibration
HV-Tester ETL	038 545	07-2018
Oszilloskop P173335	032 114	04-2018
Oszilloskop Tektronix TDS 2014C	038 734	04-2018
Fluke 87 III	037 092	04-2018
Fluke 87 III	037 093	11-2016

*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J		Project	TAICHUNG U3	
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium		Document no.	Lang	Rev. ind.
 ABB Switzerland Ltd			3BHS838506 E31	en	*)
				Pages	22
				No. of p.	24

7. APPENDIX



*) Rev. Ind. A B C D E F

Based on	3BHS240274 E31 Rev. J	Project	TAICHUNG U3		
Title	Test Report UNITROL® 6000 Medium	Document no.	Lang.	Rev. ind.	Pages
ABB	ABB Switzerland Ltd	3BHS838506 E31	en	*)	23
					No. of p. 24