

出國報告（出國類別：實習）

保護電驛與連鎖訓練研習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：吳宗哲 興達電廠-電氣組 電機(二)課長

雲大鑫 南部施工處-電務組 電機工程專員

派赴國家：美國

出國期間：113 年 08 月 04 日至 113 年 08 月 18 日

報告日期：113 年 10 月 09 日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：保護電驛與連鎖訓練研習

頁數 45 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/翁玉靜/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

吳宗哲/台灣電力公司/興達發電廠/電氣組 電機(二)課長/07-6912811#2681

雲大鑫/台灣電力公司/興達發電廠/電務組 電機工程專員/07-6912510#2631

出國類別：□1 考察□2 進修□3 研究■4 實習□5 其他

出國期間：113.08.04~113.08.18 出國地區：美國

報告日期：113 年 10 月 09 日

分類號/目：能源/ 國家發展及科技

關鍵詞：GE，GPP，G60，T60，GP2100e，Multilin，數位式保護電驛，發電機保護

內容摘要：(二百至三百字)

本公司現正興建興達三部新燃氣機組，預計於113~114年陸續商轉以填補屆齡機組除役後產生的電力缺口。

機組或電力系統在運行中難免遭遇不可預期之故障，當故障發生時往往伴隨著設備損壞、停電，甚至危害人員生命安全等情事。因此，在電力系統故障中，保護電驛扮演相當重要的角色，可以快速隔離故障，適時清除負載、隔離事故區域，避免危害設備及縮小故障範圍。而作為運轉維護人員，了解保護電驛相關軟硬體及其保護功能可謂是必備之能力，當機組遭遇故障，可即時讀取事件紀錄及解析故障情況，以期快速排除故障，縮短整體檢修時間。

本文彙整所習之保護電驛資訊，內容包括興達新燃氣機組保護電驛配置介紹、電驛硬體外觀及操作盤面簡介、軟體功能及保護功能簡介，提供給未來新機組運轉維護人員參考，希冀能對其有所助益。

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

目次

壹、 實習目的	3
貳、 實習行程	3
一、 實習行程	3
二、 實習地點	4
三、 實習講師	6
參、 實習內容	7
一、 興達新燃氣機組保護電驛配置介紹	7
(一)、 氣渦輪發電機 GPP	7
(二)、 汽輪發電機 GPP	11
二、 GE 公司數位式保護電驛技術研習	11
(一)、 硬體外觀及操作盤面簡介	13
(二)、 軟體功能簡介	17
(三)、 保護功能簡介	25
肆、 心得與建議	41
伍、 參考文獻：	42

壹、實習目的

保護電驛是一種藉由監視電路電氣參數（如電流、電壓、頻率或功率）檢測任何異常或故障情況的裝置。當發生短路、過載或接地等故障時，由保護電驛向斷路器或開關發送跳脫訊號，以隔離電路故障並防止進一步的損壞或危害，可說是保護電驛與機組運轉之穩定、安全有密切關連。

興達電廠新燃氣一期機組主要使用之保護電驛廠牌為GE，本次赴美國奇異（GE）公司休士頓訓練中心研習GE各類型保護電驛，如G60、T60之軟硬體配置、各項保護功能設置原因及其跳脫偵測原理。期能將所習之電驛資訊彙整供未來新機組之同仁參考，藉以提高運轉與維護能力。

貳、實習行程

一、實習行程

起 始 日	迄 止 日	地 點	工 作 內 容
113/08/04	113/08/04		往程（台北桃園機場－美國休士頓 IAH 機場）
113/08/05	113/08/16	GE Houston Learning Center	Protection Relay & Interlock
113/08/17	113/08/18		返程（美國休士頓 IAH 機場－台北桃園機場）

表2.1.1實習行程表

二、實習地點

本次實習地點位於美國德州休士頓市之訓練中心（Houston Learning Center），係奇異（GE）公司針對其內部及外部人員進行各系統(儀資、電氣、鍋爐、汽輪機及氣渦輪機)訓練之重要機構，訓練中心部分照片如圖2.2.1～2.2.5所示。

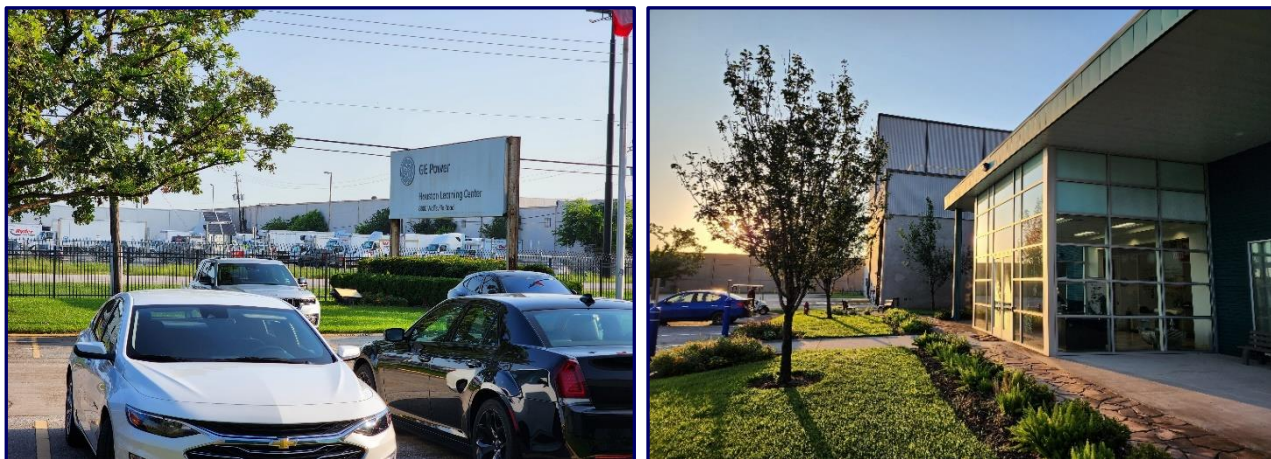


圖 2.2.1 休士頓訓練中心外觀

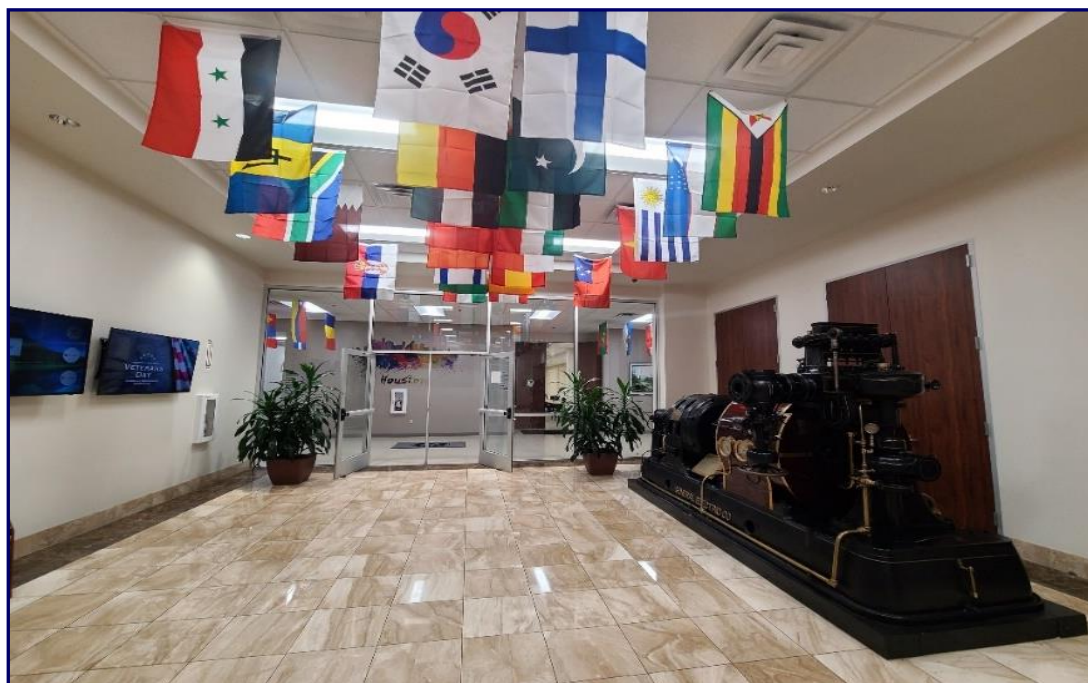


圖 2.2.2 休士頓訓練中心大廳

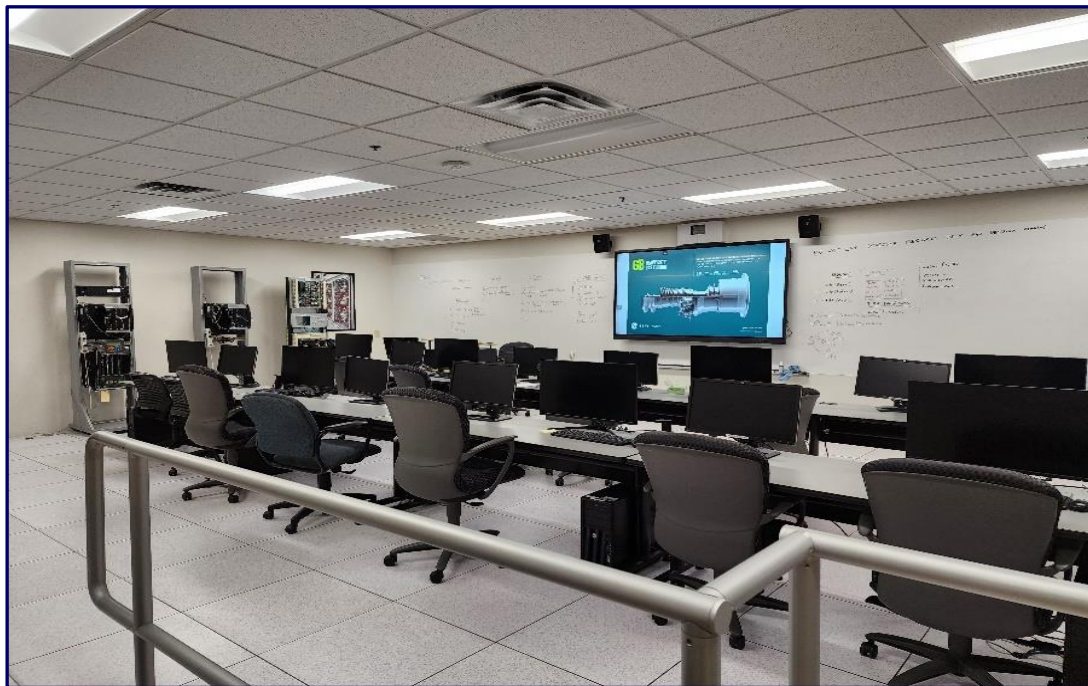


圖 2.2.3 休士頓訓練上課教室



圖 2.2.4 休士頓訓練中心餐廳

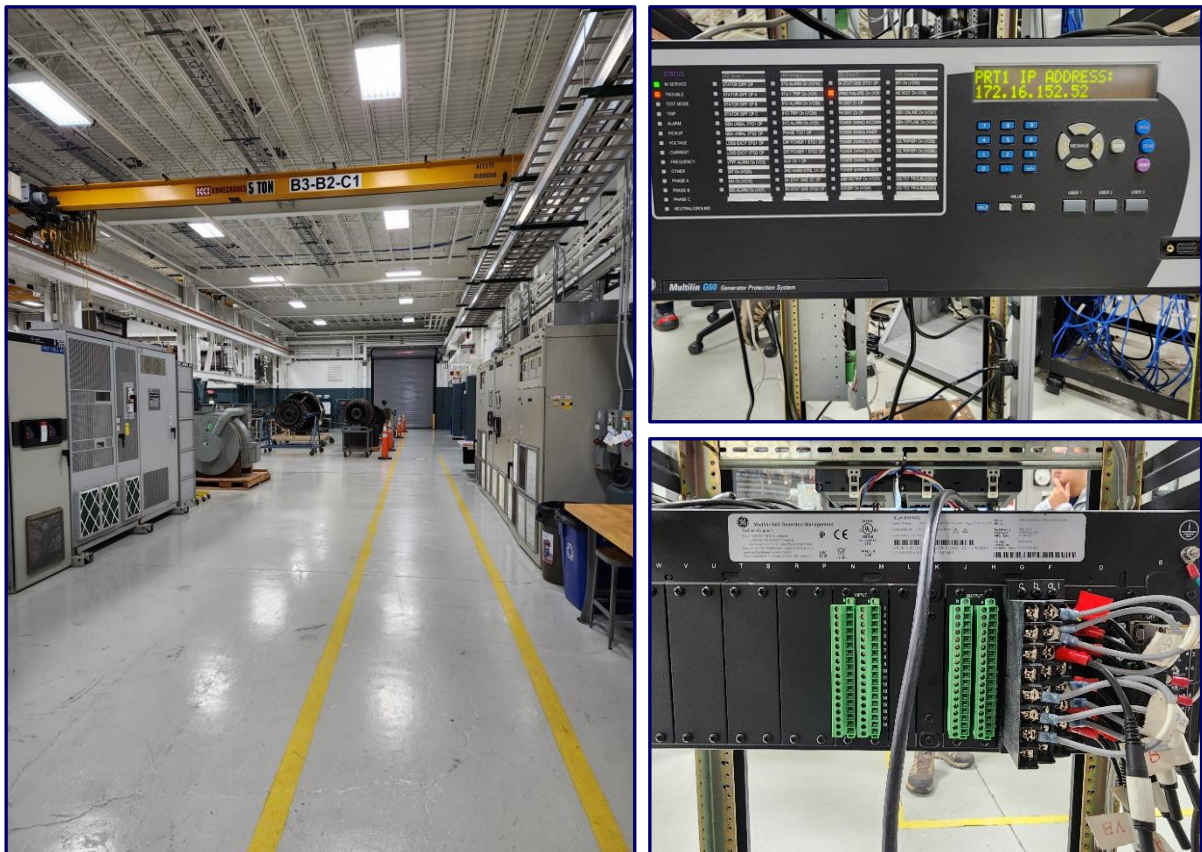


圖 2.2.5 訓練工廠

三、實習講師

課 程	期 間	講 師
Protection Relay & Interlock	08/05~08/09	Willy Bueno
Protection Relay & Interlock	08/12~08/16	Zakaria Al-Qawasmeh

表2.3.1 實習課程講師名單

參、實習內容

一、興達新燃氣機組保護電驛配置介紹

興達新燃氣機組採用二對一配置，為兩台氣渦輪發電機對一台汽輪發電機，各發電機皆獨立配置一發電機保護盤（Generator Protection Panel，以下簡稱GPP）。奇異公司設計之GPP盤為三個子盤所建構而成如圖3.1.1所示，GPP盤針對發電機提供電氣保護功能外，尚含變壓器保護（主變壓器、輔助變壓器、勵磁變壓器、隔離變壓器）、線路保護、機組保護。

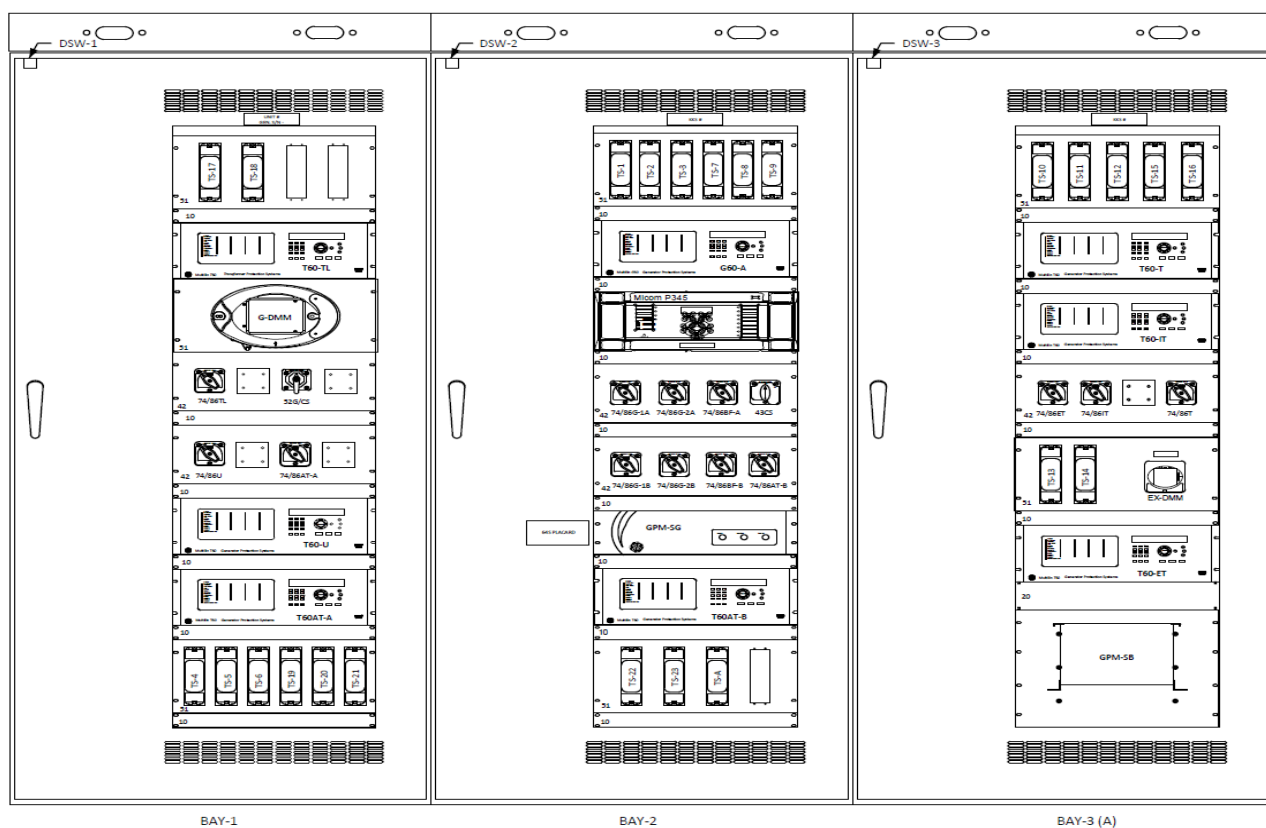


圖 3.1.1 Generator Protection Panel 正視圖

(一)、氣渦輪發電機 GPP

氣渦輪發電機保護採用雙電驛保護（附件1氣渦輪發電機保護單線圖），使用數位保護電驛分別為GE G60及MiCOM P345。主變壓器保護（T60-T）、輔助變壓器保護（T60AT）、勵磁變壓器保護（T60-ET）、隔離變壓器保護（T60-IT）、線路保護（T60-TL）、機組保護（T60-U）使用GE T60數位保護電驛。又輔助變壓器為三繞組變壓

器，採用二數位電驛作保護，其編碼為T60-ATA與T60-ATB。氣渦輪發電機保護電驛盤共計九顆保護電驛。

1. 發電機主保護電驛 G60

比流器CT-21/22/23與CT-4/5/6為其輸入，分別置Generator Terminal Enclosure (GTE) 於LINE與NETURAL端，經JB505引|接置GPP。比壓器輸入為內置GMCB-52G發電機側及主變壓器側兩端之比壓器，分別為VT1及VT2。G60跳脫輸出則配置三閉鎖電驛其編碼為86G1A、86G2A、86BFA。

ANSI Device Function啟用功能為21、24、25、27、32、40、46、50/27、50/62BF、51V、59N、59P、64S、69、81O、81U、78、87、VTFF。其中64S-100% Stator Ground Fault Protection採Sub-harmonic Injection Approach，須另搭配20HZ Injection Module (GE Multilin order code): GPM-S-G、Coupling Filter (GE Multilin order code): GPM-S-B及Current Transformer(GE order code): 204-SD-43737(如圖3.1.2)。20HZ Injection Module、Coupling Filter配置於GPP內，Current Transformer- CT編碼為CT20，置於接地變壓器(圖3.1.3,圖3.1.4)



圖 3.1.2 64S Sub-harmonic Injection 模組

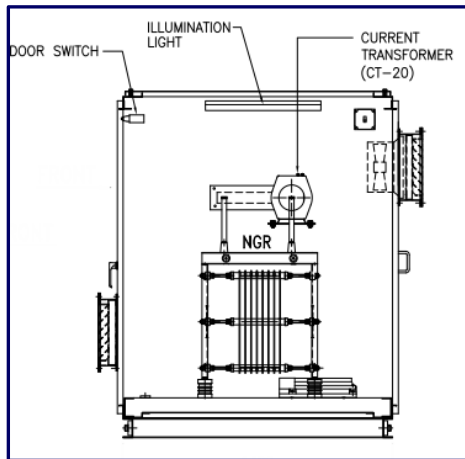


圖 3.1.3 接地變壓器側面剖視圖



圖 3.1.4 CT-20 實體照片

2. 發電機後衛保護電驛 P345

P34X為MiCOM 發電機保護電驛產品系列，P345適用大於50MVA發電機組，相較於P344增加Sub-Harmonic Injection功能供100% Stator Ground Fault Protection使用。

比流器CT-21A/22A/23A與CT-7/8/9為其輸入，分別置Generator Terminal Enclosure（GTE）於LINE與NETURAL端，經JB505引接置GPP，CT輸入與G60互為獨立。比壓器輸入為內置GMCB-52G發電機側之比壓器VT4。P345跳脫輸出配置三閉鎖電驛其編碼為86G1B、86G2B、86BFB。

ANSI Device Function啟用功能同G60，惟缺少Device 25同步檢視功能，故其比壓器輸入僅有一組VT4。

3. 主變壓器保護電驛 T60-T

GE T60為中大型變壓器專用之數位保護電驛，ANSI Device Function啟用功能為24、50、51、51TN、59BN、87。比流器輸入為GSUT高壓側T1,T2,T3與低壓側T15,T16,T17，中性點比流器T14供51TN使用。比壓器輸入為內置GMCB-52G同為主變壓器側之比壓器VT3與VT1。

4. 輔助變壓器保護電驛 T60AT-A & T60AT-B

輔助變壓器為三繞組變壓器，高壓側比流器4A、5A、6A及低壓側比流器A1、B1、

C1、D1（中壓盤內）引接置T60AT-A，ANSI Device Function啟用功能為50、51、87。
T60AT-B輸入比流器則為高壓側比流器7A、8A、9A與低壓側比流器1B、2B、3B及4B、5B、6B。ANSI Device Function啟用功能較T60AT-A增加51TN，故有中性點比流器1C與3C輸入。

5. 勵磁變壓器保護電驛 T60-ET

ANSI Device Function啟用功能為49、50、51、87，比流器則為高壓側之1H、2H、3H與低壓側比流器4L、5L、6L。

6. LCI 變壓器保護電驛 T60-IT

輔助變壓器為三繞組變壓器，ANSI Device Function啟用功能為49、50、51、87，比流器則為高壓側之1F、2F、3F與低壓側比流器1G、2G、3G及4G、5G、6G。

7. 變壓器線路保護電驛 T60-TL

ANSI Device Function啟用功能為50、51、87。輸入比流器為主變壓器低壓側T18、T19、T20與345KV SWYD配置之CT7。

8. 全機組保護電驛 T60-U

ANSI Device Function啟用功能為24、50、51、51TN、59BN、87。輸入比流器依序為發電機中性點CT-10,11,12、輔助變壓器高壓側CT-1A,2A,3A、勵磁變壓器高壓側CT-7H,8H,9H、LCI變壓器高壓側CT-4F,5F,6F與345KV SWYD配置之CT1、CT6，主變壓器中性點比流器T13供51TN使用。比壓器輸入為VT3。

附件1氣渦輪發電機保護單線圖，因CT線路龐雜不易辨識，故另繪製簡化版之氣渦輪發電機保護單線圖（以興達燃氣計畫GT-11機組為編碼），相較原氣渦輪發電機保護單線圖，刪除各CT與保護電驛之連結線路，CT輸出直接標示引接之保護電驛，整體圖面較為精簡易，如**附件3**簡化版氣渦輪發電機保護單線圖供參考。

(二)、 汽輪發電機 GPP

與氣渦輪發電機組相較(參照附件2 汽輪發電機保護單線圖)，汽輪發電機組因無輔助變壓器與LCI變壓器，從而減少T60AT-A、T60AT-B及T60-IT三保護電驛配置，汽輪發電機保護電驛盤共計六顆保護電驛，其餘功能同氣渦輪發電機組，不再贅述。

二、GE 公司數位式保護電驛技術研習

GE保護電驛為其子公司GE Grid-Solution負責，既有UR、SR、M三系列產品線。UR為Universal Relay之縮寫，UR系列產品建構在通用模組化平台上，具有高效能保護、可擴充之I/O模組、整合監控與計量功能、高速通訊以及可程式化配置功能。Universal Relay家族系列保護電驛，含括匯流排保護之B30、B90，變壓器保護之T35、T60，輸電線路保護之D30、D60、L30、L60、L90、C70、C90，饋線保護之F35、F60，馬達保護M60，發電機保護G30、G60等，Universal Relay全家族系列保護電驛如下圖3.2.0.1供參考。



圖 3.2.0.1 Universal Relay 全系列保護電驛

本計畫採用之變壓器保護電驛T60適用於中大型變壓器，具備ANSI Device Function如圖3.2.0.2，保護電驛T35則僅提供變壓器基本保護，ANSI Device Function提供如圖3.2.0.3供比較。

DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION
21P	Phase Distance	50P	Phase Instantaneous Overcurrent	67N	Neutral Directional Overcurrent
21G	Ground Distance	50/87	Instantaneous Differential Overcurrent	67P	Phase Directional Overcurrent
24	Volts Per Hertz	51G	Ground Time Overcurrent	68	Power Swing Blocking
25	Synchrocheck	51N	Neutral Time Overcurrent	78	Out-of-Step Tripping
27P	Phase Undervoltage	51P	Phase Time Overcurrent	81O	Overfrequency
27X	Auxiliary Undervoltage	59N	Neutral Overvoltage	81U	Underfrequency
49	Thermal Overload	59P	Phase Overvoltage	81R	Rate of Change of Frequency (ROCOF)
50BF	Breaker Failure	59X	Auxiliary Overvoltage	87G	Restricted Ground Fault
50G	Ground Instantaneous Overcurrent			87T	Transformer Differential
50N	Neutral Instantaneous Overcurrent				

圖 3.2.0.2 變壓器保護電驛 T60 保護功能

DEVICE NUMBER	FUNCTION
49	Thermal Overload
50/87	Instantaneous Differential Overcurrent
51G	Ground Time Overcurrent
50G	Ground Instantaneous Overcurrent
50P	Phase Instantaneous Overcurrent
51G	Ground Time Overcurrent
51P	Phase Time Overcurrent
81U	Underfrequency
87RGF	Restricted Ground Fault
87T	Transformer Differential
87TF	Inter-turn transformer protection
TGFD	Transient ground fault detection

圖 3.2.0.3 變壓器保護電驛 T35 保護功能

發電機保護電驛G30整合變壓器保護功能適用於中小型發電機組，本計畫採用之G60發電機器保護電驛適用於大型發電機組，二者ANSI Device Function之異同如圖3.2.0.4圖3.2.0.5供比較。

DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION
21P	Phase Distance Backup	50P	Phase Instantaneous Overcurrent	64S	Sub-Harmonic Stator Ground Protection
24	Volts Per Hertz	50SP	Split Phase Instantaneous Overcurrent	64TN	100% Stator Ground
25	Synchrocheck	50BF	Breaker Failure	67_2	Negative Sequence Directional Overcurrent
27P	Phase Undervoltage	50/27	Accidental Energization	67N	Neutral Directional Overcurrent
27TN	Third Harmonic Neutral Undervoltage	51G	Ground Time Overcurrent	67P	Phase Directional Overcurrent
27X	Auxiliary Undervoltage	51PV	Phase Time Overcurrent with Voltage Restraint	68	Power Swing Blocking
32	Sensitive Directional Power	51N	Neutral Time Overcurrent	78	Out-of-Step Protection
40	Loss of Field Relay	59N	Phase Overvoltage	81O	Overfrequency
46	Generator Unbalance	59X	Auxiliary Overvoltage	81R	Rate of Change of Frequency
49	Thermal Overload	59_2	Negative Sequence Overvoltage	81U	Underfrequency
50G	Ground Instantaneous Overcurrent	59X	Auxiliary Overvoltage	87G	Restricted Ground Fault
50N	Neutral Instantaneous Overcurrent	64F	Field Ground Protection	87S	Generator Stator Differential

圖 3.2.0.4 發電機保護電驛 G60 保護功能

DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION	DEVICE NUMBER	FUNCTION
24	Volts Per Hertz	50N	Neutral Instantaneous Overcurrent	59_2	Negative Sequence Overvoltage
25	Synchrocheck	50P	Phase Instantaneous Overcurrent	67_2	Negative Sequence Directional Overcurrent
27P	Phase Undervoltage	50SP	Split Phase Instantaneous Overcurrent	67N	Neutral Directional Overcurrent
27TN	Third Harmonic Neutral Undervoltage	50/27	Accidental Energization	67P	Phase Directional Overcurrent
27X	Auxiliary Undervoltage	51G	Ground Time Overcurrent	81O	Overfrequency
32	Sensitive Directional Power	51N	Neutral Time Overcurrent	81R	Rate of Change of Frequency
40	Loss of Field Relay	51PV	Phase Time Overcurrent with Voltage Restraint	81U	Underfrequency
46	Generator Unbalance	59N	Phase Overvoltage	81RGF	Restricted ground fault
49	Thermal Overload	59X	Auxiliary Overvoltage	87GT	Generator/Transformer Differential
50G	Ground Instantaneous Overcurrent				Harmonic/Inrush detection

圖 3.2.0.5 發電機保護電驛 G30 保護功能

(一)、硬體外觀及操作盤面簡介

UR系列產品始至1997年推出，電驛操作面板由最早黑白液晶顯示至目前最新彩色面板，產品外觀皆有所差異如圖3.2.1.1，惟UR系列產品一貫採通用模組化設計，其架構大體相同，故以G60保護電驛做說明。



圖 3.2.1.1 發電機保護電驛 G60 操作面板演進

發電機保護電驛G60面板開啟後圖3.2.1.2，可見插槽式之模組設計，模組規劃由左至右為電源供應模組、CPU模組、CT/VT (DSP)模組、數位I/O模組、類比I/O模組、通訊模組。



圖 3.2.1.2 發電機保護電驛 G60 模組排列

1. 電源供應模組

輸出電源為48VDC，輸入電源可為125~250VDC或100~240VAC。電源模組可依需求配置雙模組，增加可靠度。

2. CPU 模組

主要提供保護、錶計、監控、程式化邏輯與IO、事件資料擷取與儲存、程式化人機介面與通訊埠（Ethernet ports、Serial ports）。

3. CT/VT 模組

UR系列電驛支援1A與5A之CT規格，每組AC輸入皆內置隔離變壓器並具有模組抽出時自動短接CT二次側之機械結構。CT/VT模組可自我診斷CT/VT線路故障並中止電驛工作，對於接地CT可配合選用，敏感度較標準CT/VT模組高約莫10倍之高感度CT/VT模組。標準CT/VT模組接線配置如下圖3.2.1.3，CT與VT各4組或8組CT輸入配置，接線配置VA/IA、VB/IB、VC/IC供A、B、C三相電壓電流使用，輔助輸入VX/IG供同步、中性點保護、V/HZ保護使用。

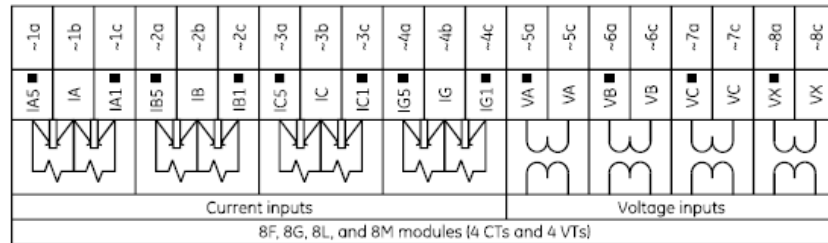
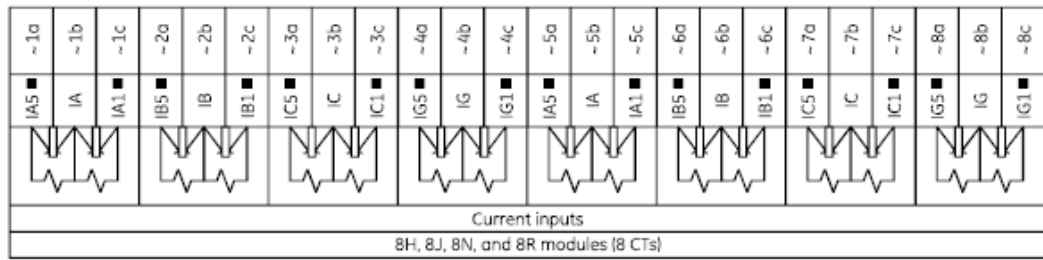


圖 3.2.1.3 CT/VT 模組接線圖

4. 數位 I/O 模組

標準主體架構為8組（Form-C）共24端點如圖3.2.1.4(由左至右為c、b、a)；輸出接點可依需求選配有電壓或電流監視功能模組如圖3.2.1.5。IO模組應用較為複雜，故該模組有多達24種類型(6V、6A~6V、4A~4D、4L)配合現場應用需求選用。據講師從業經驗，該I/O模組因與外部迴路連結為保護電驛最頻繁損壞之元件，建議可增購此備品。

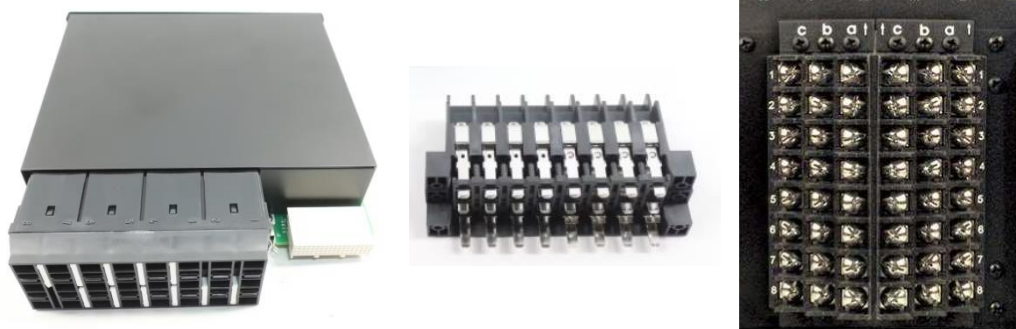


圖 3.2.1.4 數位 IO 模組

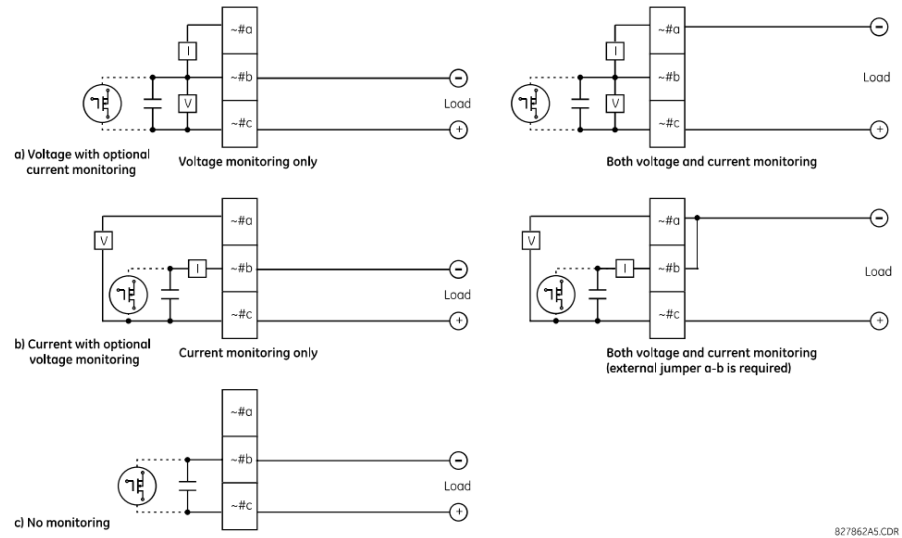


圖 3.2.1.5 Form A Output 模組電壓/電流監視

5. 類比 I/O 模組

類比Input模組可輸入外部傳送器輸出之DC mA或配合RTD使用，配合需求亦可將該類比輸入轉為數位格式。類比Output模組提供DC mA之輸出，輸出範圍則配合需用設備使用軟體調整。類比I/O模組提供5A、5C、5D、5E、5F五種配置供選用，如圖3.2.1.6。本計畫發電機保護電驛G60未使用此模組。

~1a	+	dcmA In	~1	5A	~1a	Hot	RTD	~1	5C	~1a	Hot	RTD	~1	5D	~1a	+	dcmA In	~1	5E	~1a	+	dcmA In	~1	5F
~1c	-				~1c	Comp				~1c	Comp				~1c	-				~1c	-			
~2a	+	dcmA In	~2		~2a	Hot	RTD	~2		~2a	Hot	RTD	~2		~2a	+	dcmA In	~2		~2a	+	dcmA In	~2	
~2c	-				~2c	Comp				~2c	Comp				~2c	-				~2c	-			
~3a	+	dcmA In	~3	5A	~3a	Hot	RTD	~3	5C	~3a	Hot	RTD	~3	5D	~3a	+	dcmA In	~3	5E	~3a	+	dcmA In	~3	5F
~3c	-				~3c	Comp				~3c	Comp				~3c	-				~3c	-			
~4a	+	dcmA In	~4		~4a	Hot	RTD	~4		~4a	Hot	RTD	~4		~4a	+	dcmA In	~4		~4a	+	dcmA In	~4	
~4c	-				~4c	Comp				~4c	Comp				~4c	-				~4c	-			
~5a	+	dcmA Out	~5	5A	~5a	Hot	RTD	~5	5C	~5a	Hot	RTD	~5	5D	~5a	+	dcmA Out	~5	5E	~5a	+	dcmA Out	~5	5F
~5c	-				~5c	Comp				~5c	Comp				~5c	-				~5c	-			
~6a	+	dcmA Out	~6		~6a	Hot	RTD	~6		~6a	Hot	RTD	~6		~6a	+	dcmA Out	~6		~6a	+	dcmA Out	~6	
~6c	-				~6c	Comp				~6c	Comp				~6c	-				~6c	-			
~7a	+	dcmA Out	~7	5A	~7a	Hot	RTD	~7	5C	~7a	Hot	RTD	~7	5D	~7a	+	dcmA Out	~7	5E	~7a	+	dcmA Out	~7	5F
~7c	-				~7c	Comp				~7c	Comp				~7c	-				~7c	-			
~8a	+	dcmA Out	~8		~8a	Hot	RTD	~8		~8a	Hot	RTD	~8		~8a	+	dcmA Out	~8		~8a	+	dcmA Out	~8	
~8c	-				~8c	Comp				~8c	Comp				~8c	-				~8c	-			
~8b	$\frac{1}{\square}$	SURGE		5A	~8b	$\frac{1}{\square}$	SURGE		5C	~8b	$\frac{1}{\square}$	SURGE		5D	~8b	$\frac{1}{\square}$	SURGE		5E	~8b	$\frac{1}{\square}$	SURGE		5F

圖 3.2.1.6 類比 IO 模組配置型

6. 通訊模組

Inter-relay communication(IRC)模組主要提供保護電驛與保護電驛間的通訊，通訊協定則為C37.94與G.703，以環形連結最高可連結16個UR系列保護電驛，實體如圖

3.2.1.7。



圖 3.2.1.7 通訊模組實體

綜上所述，UR 系列保護電驛整體架構與各模組間關係圖繪製如下圖 3.2.1.8。

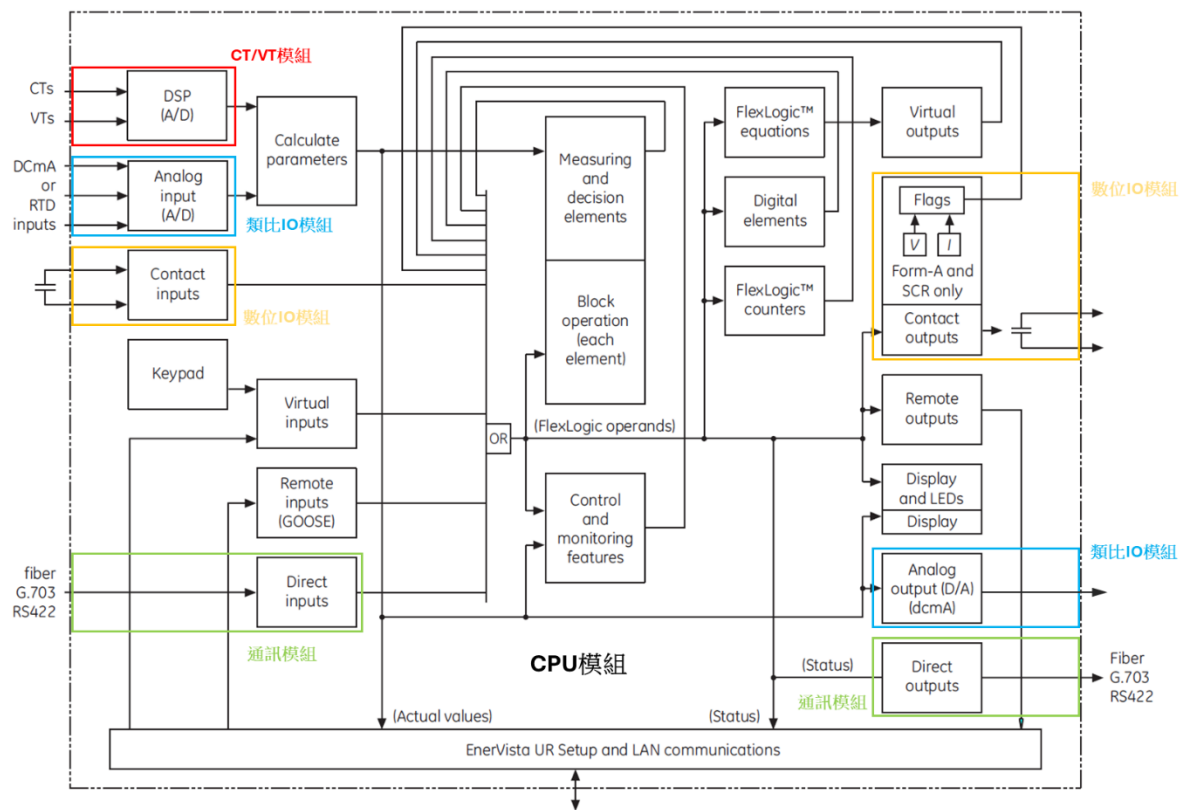


圖 3.2.1.8 UR 系列電驛模組架構圖

(二)、軟體功能簡介

GPP Software-EnerVista Launchpad

EnerVista Launchpad 是一款功能強大且易於使用的軟體工具，可設定和管理 Multilin IEDs。Launchpad 允許使用者從單一應用程式輕鬆配置 GE 裝置設定檔。此外，

它還提供一個集中儲存庫來存取和下載最新的支援文件和軟體工具，且可設定自動通知，以確保用戶保持更新。該軟體可自GE VERNOVA網站免費下載使用，軟體安裝後如圖3.2.2.1所示。



圖 3.2.2.1 EnerVista Launchpad 軟體

1. IED 設定 (IED SETUP)

在 EnerVista LaunchPad視窗中，按下「Add Product」按鈕並選擇所需的IED產品（以UR Family of Protection Relays為例，如圖3.2.2.2所示）。並可由CD或Web方式新增IED裝置，為確保使用最新的軟體版本，建議使用Web方式取得軟體進行安裝，安裝後軟體視窗即出現對應之圖示。

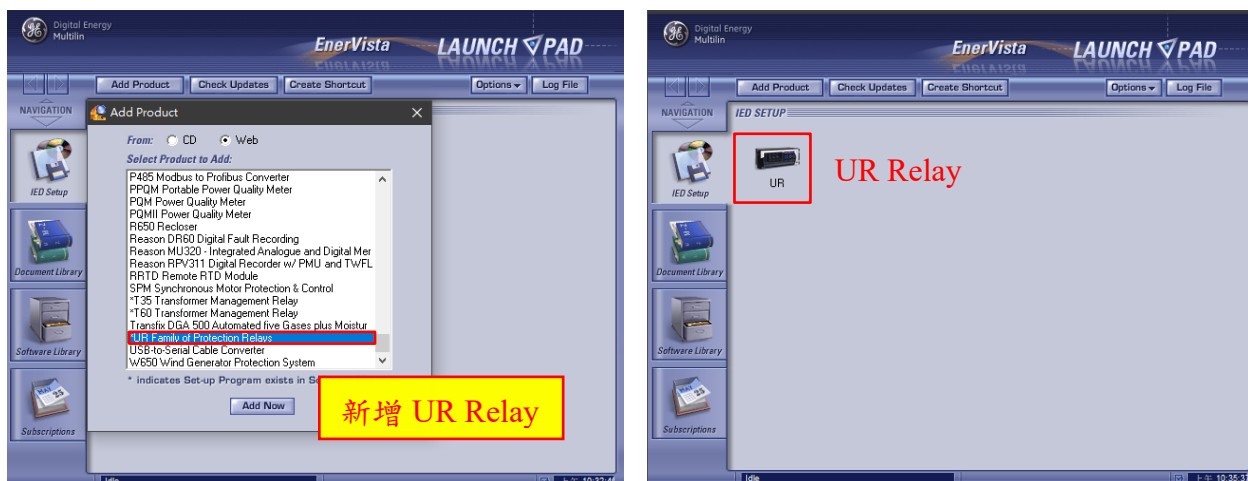


圖 3.2.2.2 新增 UR Family of Protection Relays

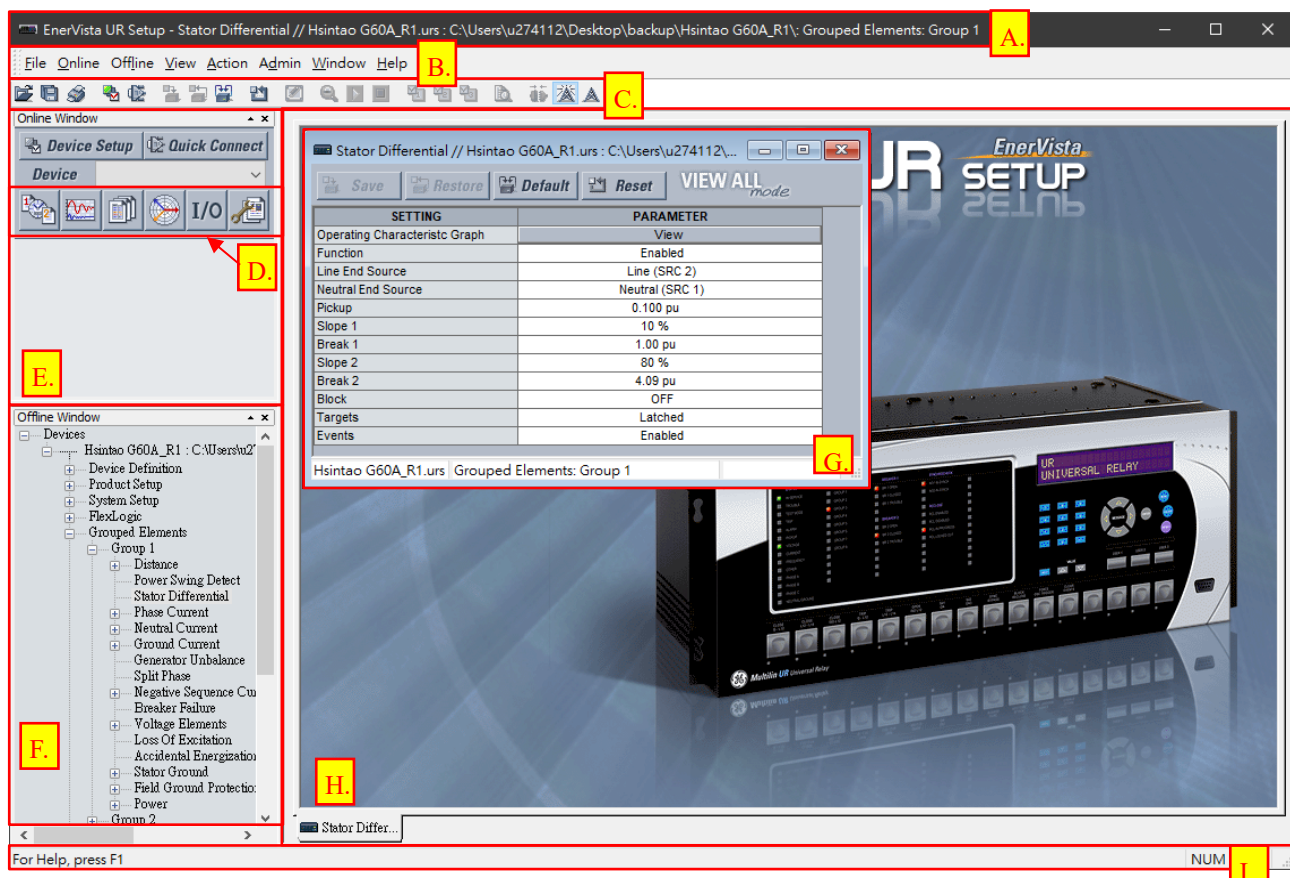


圖 3.2.2.3 EnerVista UR Setup 視窗

雙擊選擇UR Relay圖示即可進入EnerVista UR Setup視窗，如圖3.2.2.3所示。EnerVista主視窗組成如下：

- A. 顯示活動資料檢視的路徑名稱或軟體名稱的標題欄
- B. 主視窗功能表
- C. 主視窗工具列
- D. 快速操作按鈕

EnerVista UR設定軟體有多個快速操作按鈕，可立即存取使用UR Relay時經常執行的功能，包含查看事件記錄、查看最後的示波紀錄、查看保護摘要、輸入和輸出的狀態、產生服務報告等。

- E. Online 視窗區

可使用Quick Connect透過Serial, Ethernet或USB等方式連線至電驛即可取得電驛相關設定資料。

- F. Offline 視窗區

可由主視窗工具列->Offline->Add Device from File匯入專案原始設定檔(CID Files)

亦或使用Quick Connect連線至目標電驛，於主視窗工具列->Online->Add Device to Offline Window快速取得相關設定檔。

G. 設定檔資料視窗及工具列

H. 工作區域

I. 狀態列

裝置設定檔的資料結構包含以下幾種類型：

A. 裝置定義（Device Definition）

定義電驛訂購碼、版本、描述及文字顏色等資訊。

B. 產品設置（Product Setup）

包含安全性、顯示特性、清除電驛紀錄、通訊(序列埠、網路、IEC61850、GOOSE…等)、Modbus使用者地圖、實時時鐘、使用者可編程故障報告、波形圖、資料紀錄器、使用者可編程 LED、使用者可程式自我測試、控制按鈕、Flex狀態、使用者可定義顯示、直接輸入/輸出、遠端保護及安裝等相關設定。

C. 系統設置（System Setup）

包含交流輸入（電壓/電流）、電力系統、信號源、斷路器開關及Flex曲線等相關設定。

D. FlexLogic

包含FlexLogic程式編輯器、FlexLogic計時器、Flex元件及非揮發性閉鎖器等相關設定。

IED內部使用FlexLogic方程式進行邏輯處理，並有以下兩種方法可以建立、編輯和維護FlexLogic方程式：

i. 使用 FlexLogic 中提供的 FlexLogic 程式編輯器，如圖 3.2.2.4 及圖 3.2.2.5 所示

VIEW ALL mode		
FLEXLOGIC ENTRY	TYPE	SYNTAX
View Graphic	View	View
Logic Design Document Last Saved		Tuesday, January 16, 2024 09:58:29 GMT
Logic Design Document Last Compiled		Tuesday, January 16, 2024 09:58:29 GMT
Flex Logic Equation Last Saved		Tuesday, January 16, 2024 09:58:29 GMT
FlexLogic Entry 1	Protection Element	3RD HARM NTRL UV OP
FlexLogic Entry 2	Assign Virtual Output	= 27TN (VO2)
FlexLogic Entry 3	Protection Element	SRC1 VT FUSE FAIL OP
FlexLogic Entry 4	Assign Virtual Output	= VTFF (VO3)
FlexLogic Entry 5	Protection Element	UNDERFREQ 1 OP
FlexLogic Entry 6	Protection Element	UNDERFREQ 2 OP
FlexLogic Entry 7	Protection Element	UNDERFREQ 3 OP
FlexLogic Entry 8	OR	3 Input
FlexLogic Entry 9	Assign Virtual Output	= 81U (VO4)
FlexLogic Entry 10	Protection Element	OVERFREQ 1 OP
FlexLogic Entry 11	Protection Element	OVERFREQ 2 OP
FlexLogic Entry 12	Protection Element	OVERFREQ 3 OP
FlexLogic Entry 13	OR	3 Input
FlexLogic Entry 14	Assign Virtual Output	= 81O (VO5)
FlexLogic Entry 15	Protection Element	POWER SWING TRIP
FlexLogic Entry 16	Assign Virtual Output	= 78 (VO6)
FlexLogic Entry 17	Protection Element	PHASE OV1 OP
FlexLogic Entry 18	Assign Virtual Output	= 59P (VO7)
FlexLogic Entry 19	Protection Element	PHASE TOC1 OP
FlexLogic Entry 20	Assign Virtual Output	= 51P (VO8)
FlexLogic Entry 21	Protection Element	ACCDNT ENRG OP
FlexLogic Entry 22	Assign Virtual Output	= 50/27 (VO9)
FlexLogic Entry 23	Protection Element	GEN UNBAL STG2 OP
FlexLogic Entry 24	Assign Virtual Output	= 46A (VO10)
FlexLogic Entry 25	Protection Element	DIR POWER 1 OP
FlexLogic Entry 26	Assign Virtual Output	= 32-1 (VO13)
FlexLogic Entry 27	Protection Element	PHASE UV1 OP
FlexLogic Entry 28	Assign Virtual Output	= 27P (VO14)
FlexLogic Entry 29	Protection Element	24A (FE 1) OP

Hsintao G60A_R1.urs | FlexLogic

FlexLogic E... Flex Logic ...

圖 3.2.2.4 FlexLogic 程式編輯器

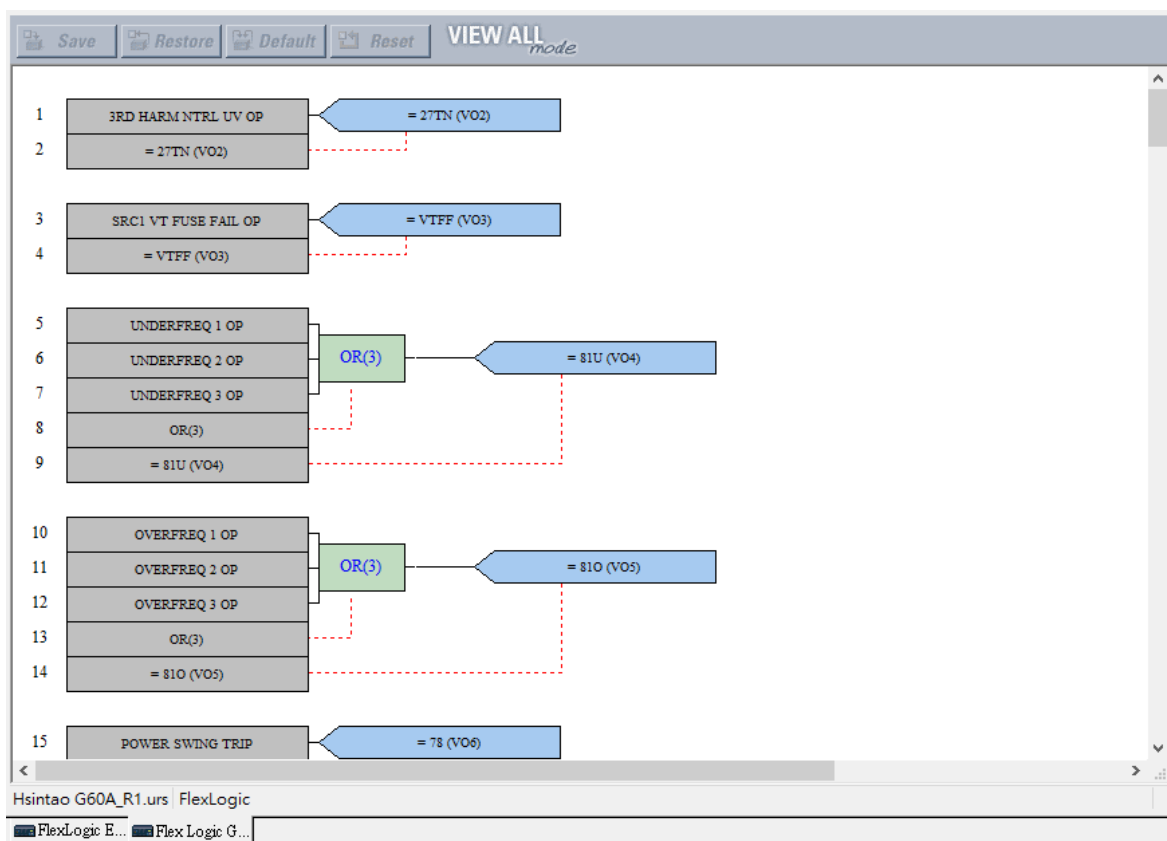


圖 3.2.2.5 FlexLogic 程式編輯器圖形化檢視頁

ii. 使用 Engineer > Logic Designer 的圖形化的方式來設計邏輯，如圖 3.2.2.6 所示。

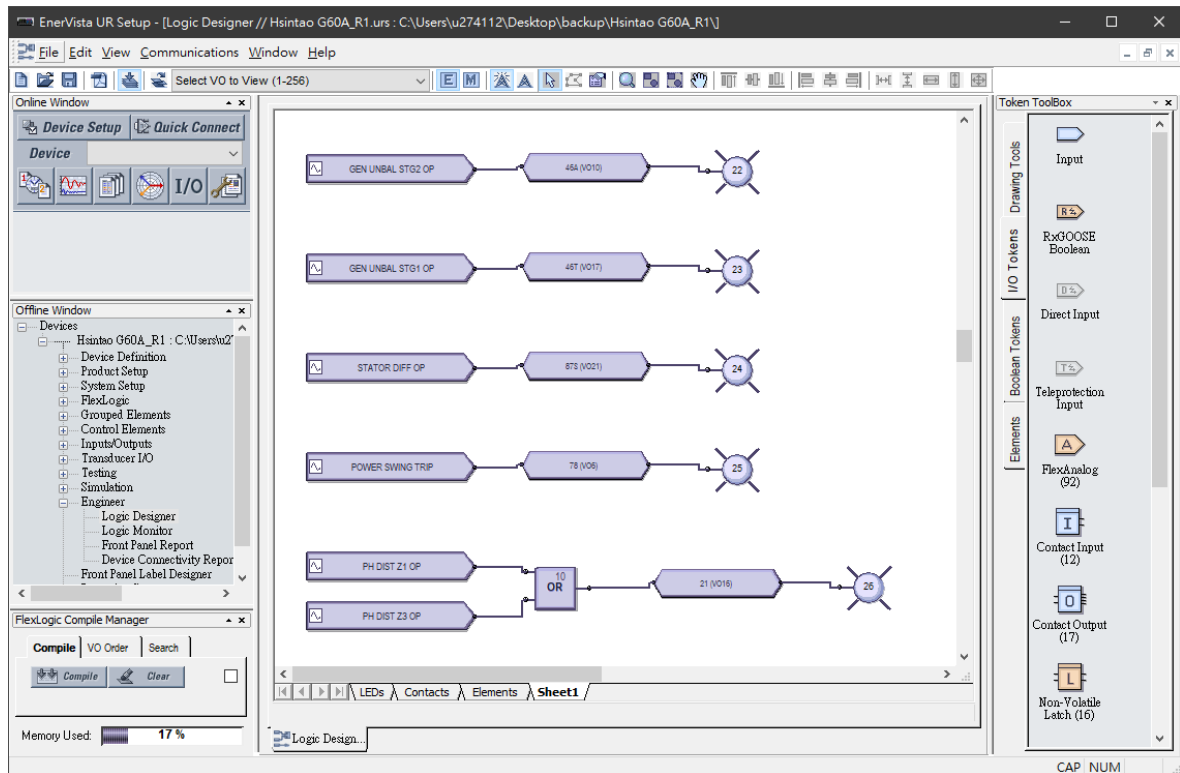


圖 3.2.2.6 Logic Designer 邏輯設計頁面

E. 分組元件 (Grouped elements)

分組元件中每個群組包含測距元件（相距）、電力系統搖擺偵測、定子差動、相過電流（相延時過電流、相瞬時過電流、相方向性過電流）、中性點過電流（中性點延時過電流、中性點瞬時過電流、中性點方向性過電流）、接地電流（接地延時過電流、接地瞬時過電流、限制性接地故障）、發電機不平衡、裂相、負序過電流（負序方向性過電流）、斷路器失效保護、電壓元件（相低電壓、相過電壓、中性點過電壓、負序過電壓、輔助設備低電壓、輔助設備過電壓、電壓/頻率（過勵磁））、失磁、意外激磁、定子接地（定子接地源、100%定子接地、三次諧波中性點低電壓、次諧波定子接地、磁場接地保護、方向性功率元件等相關設定。

F. 控制元件 (Control elements)

包含匯流排跳脫、設定群組、選擇開關、低頻、高頻、同步檢查、數位元件、數位計數器、監視元件（斷路器電弧電流、斷路器閃燃、斷路器復弧、比流器失效偵測、比壓器保險絲失敗、熱過載保護、諧波偵測）、頻率比率改變等相關設定。

G. 輸入/輸出 (Inputs/outputs)

包含接點輸入、接點輸入閾值、虛擬輸入、接點輸出、虛擬輸出、復歸、直接輸入、直接輸出、遠端保護（遠端保護輸入及遠端保護輸出）等相關設定。

H. 傳送器 I/O

RRTD (Remote RTD)之相關設定。

I. 測試 (Testing)

包含IED模式設定、強迫接點輸入、強迫接點輸出等測試功能。

J. 保護摘要 (Protection Summary)

保護摘要視窗是一個圖形化使用者介面，用於快速檢視及管理所有Group各項保護功能之啟用及停用狀態，如圖3.2.2.7所示。

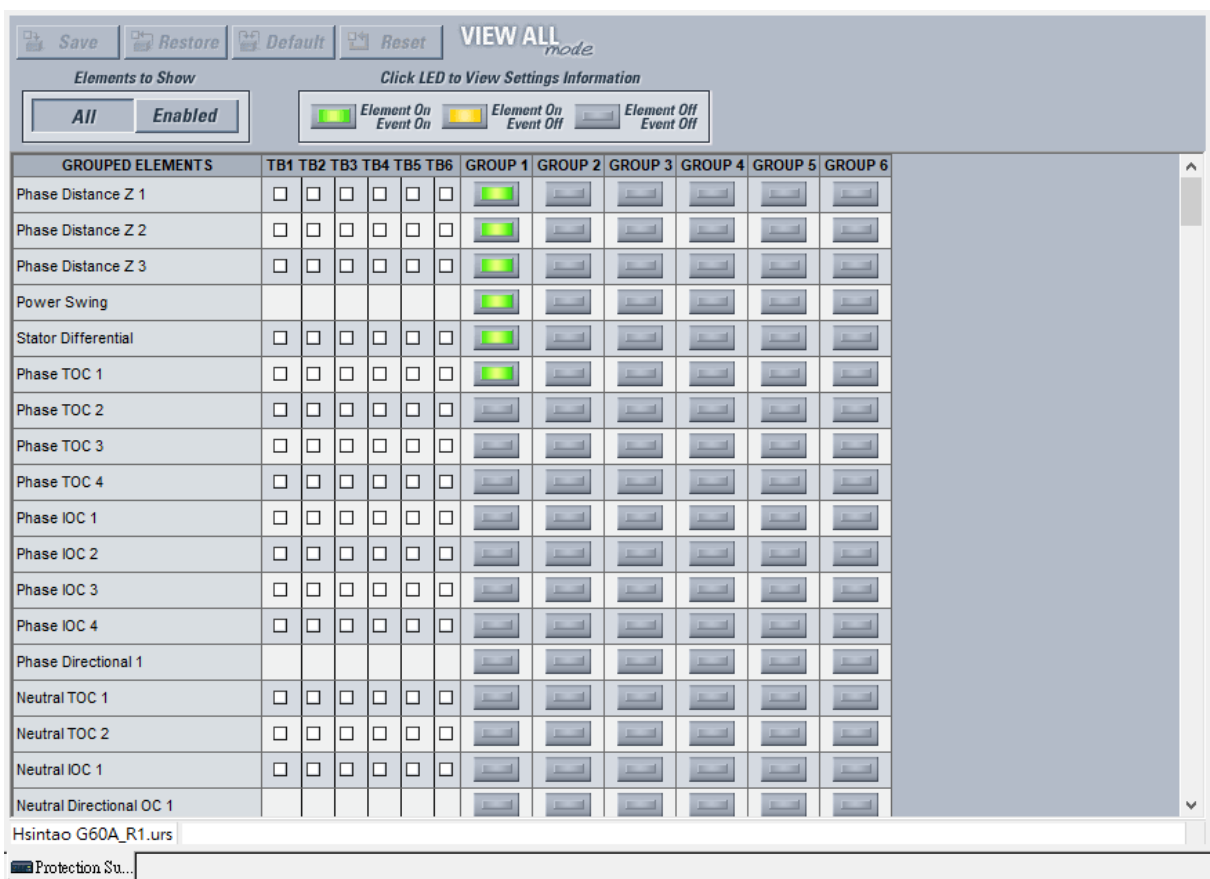


圖 3.2.2.7 Protection Summary 保護摘要視窗

2. 文件庫 (DOCUMENT LIBRARY)

Launch Pad 提供了一個完整且相當便利的文件資料庫，可按下「Add / Edit Products」按鈕並選擇所需的文件，徑行下載Brochures, Application Notes, Manuals, Drawings...等技術文件及常見問題，無需另行至官方網站下載，如圖3.2.2.8所示（以G60 Manual為例）。

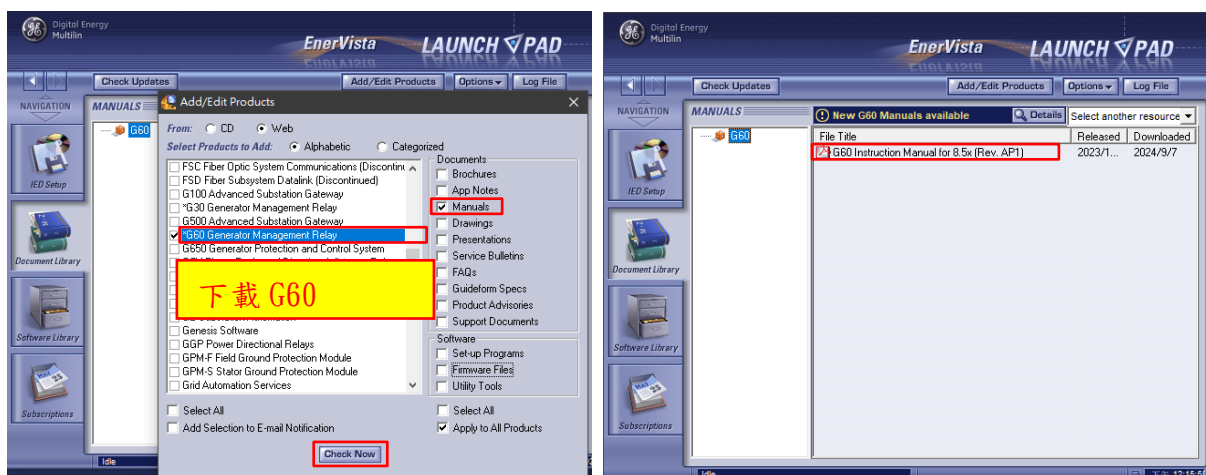


圖 3.2.2.8 下載 G60 Manual

3. 軟體庫 (SOFTWARE LIBRARY)

除上述文件資料庫外，Launch Pad亦建置了完整的Set-up Programs, Firmware及Utility tools，可按下「Add / Edit Products」按鈕並選擇所需裝置的韌體或公用程式進行下載，如圖3.2.2.9所示（以G60 Firmware Files為例）。

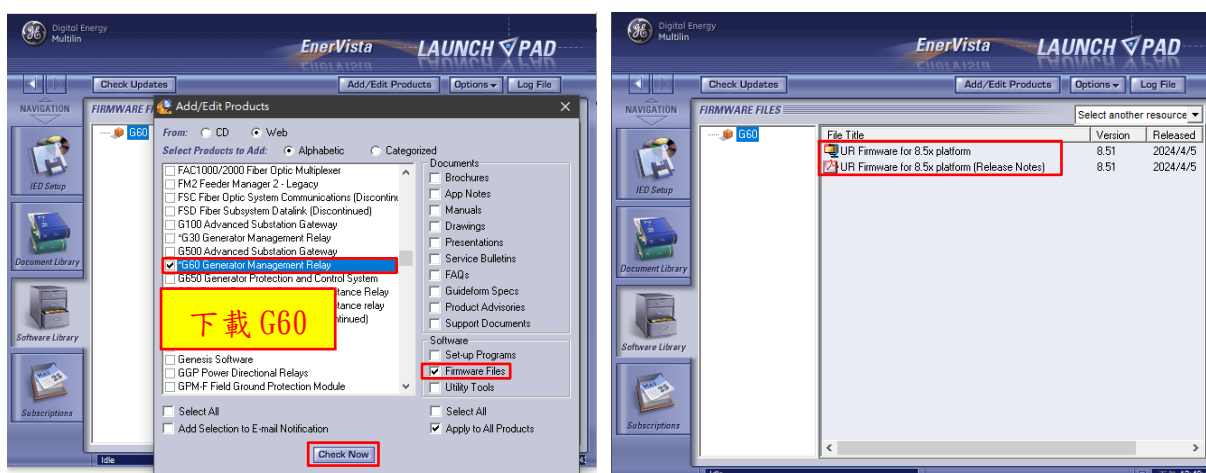


圖 3.2.2.9 下載 G60 Firmware Files

(三)、保護功能簡介

G60為GE公司主要生產用於發電機保護之數位式電驛，可提供多種發電機保護功能，能保護發電機內部繞組故障、系統故障及其它不正常運轉等情況，為一全功能之數位式發電機保護電驛，其各項保護功能及其裝置代碼及單線圖如表3.2.3.1及圖3.2.3.1所示。本章節主要針對所習之G60電驛部分保護功能進行簡介。

表3.2.3.1 G60保護電驛裝置代碼及功能

裝置代碼	功能	裝置代碼	功能
21P	相間距離 Phase distance	51N	中性點延時過電流 Neutral time overcurrent
24	過勵磁 Volts per hertz	59N	中性點過電壓 Neutral overvoltage
25	同步檢測 Synchrocheck	59P	相間過電壓 Phase overvoltage
27P	相間低電壓 Phase undervoltage	59X	輔助設備過電壓 Auxiliary overvoltage
27TN	三次詢波中性點低電壓 Third harmonic neutral undervoltage	59_2	負序過電壓 Negative-sequence overvoltage
27X	輔助設備低電壓 Auxiliary undervoltage	64F	磁場接地保護 Field ground protection
32	逆功率 Reverse power	64S	次諧波定子接地保護 Sub-harmonic stator ground protection
40	失磁 Loss of excitation	64TN	100%定子接地 100% stator ground

46	發電機不平衡 Generator unbalance	67_2	負序方向性過電流 Negative-sequence directional overcurrent
49	熱過載保護 Thermal overload protection	67N	中性點方向性過電流 Neutral directional overcurrent
50BF	斷路器失效 Breaker failure	67P	相方向性過電流 Phase directional overcurrent
50G	接地瞬時過電流 Ground instantaneous overcurrent	68	電力系統搖擺閉鎖 Power swing blocking
50N	中性點瞬時過電流 Neutral instantaneous overcurrent	78	失步保護 Out-of-step protection
50P	相瞬時過電流 Phase instantaneous overcurrent	81O	高頻 Overfrequency
50SP	裂相保護 Split phase protection	81R	頻率比率改變 Rate of change of frequency
50/27	意外激磁 Accidental energization	81U	低頻 Underfrequency
51G	接地延時過電流 Ground time overcurrent	87RGF	限制性接地故障 Restricted ground fault
51V	電壓抑制型相延時過電流 Phase time overcurrent with voltage restraint	87S	定子差動 Stator differential

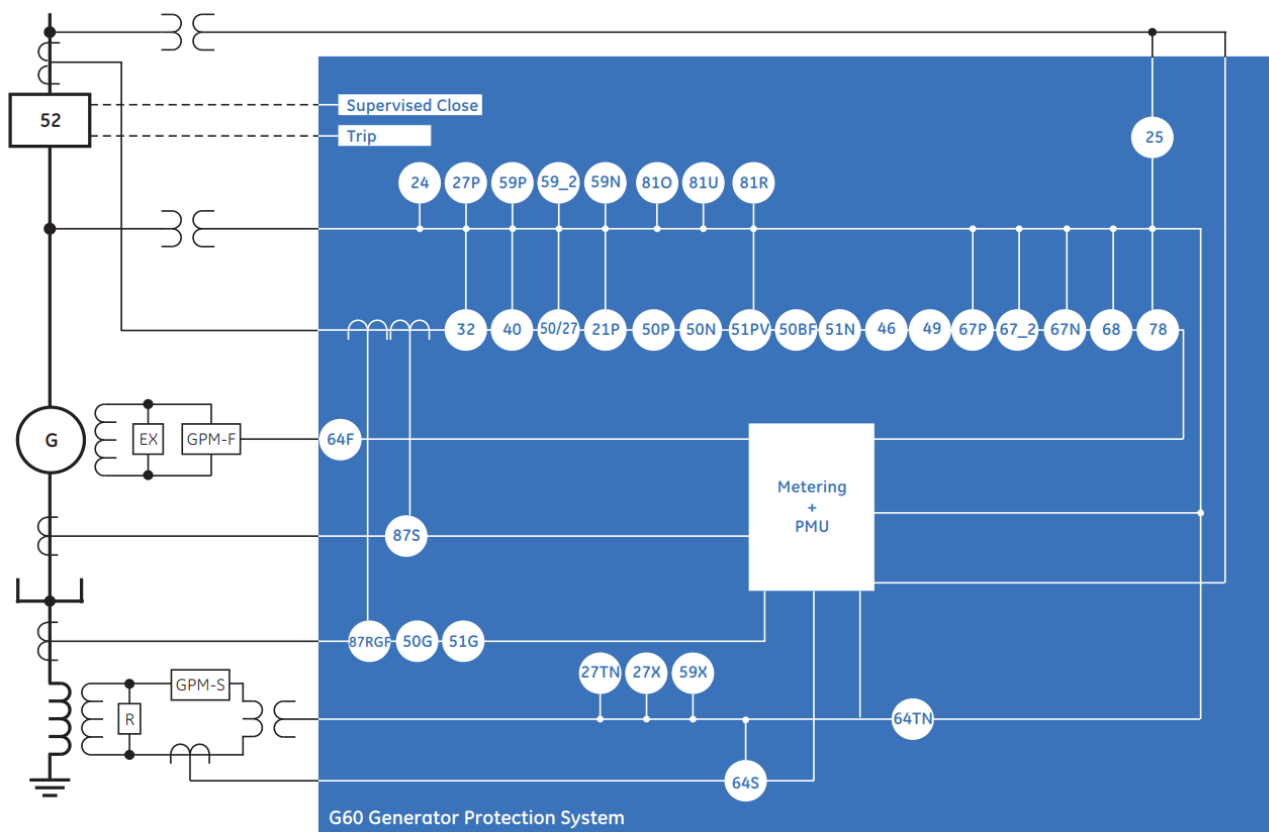


圖 3.2.3.1 G60 電驛單線圖

1. 定子差動保護（Stator Differential, ANSI 87S）

定子差動保護原理是利用流進與流出定子之電流差值來判別故障點在該保護區間之內部或外部，當流進與流出之電流差值不為零時，且電流差值大於設定值，差動保護即動作。該保護通常用於發電機(或變壓器)內部故障的主保護，既能反映發電機（或變壓器）內部各種相間短路，亦能反映匝間短路和定子繞組的開路故障。該保護一般採用百分比雙斜率式差動保護，百分比斜率特性的主要目的是防止外部故障時，因CT精度誤差或CT飽合造成CT不平衡而引起的誤動作，其跳脫特性曲線及保護邏輯如圖3.2.3.2及圖3.2.3.3所示。

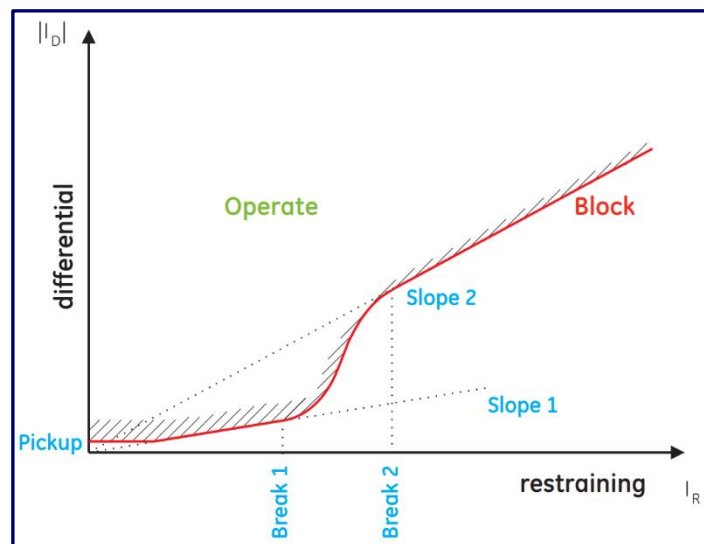


圖 3.2.3.2 差動電驛保護單線圖

定子差動Pickup值：此值定義了動作所需的最小差動電流，通常建議設定值為0.1~0.3 pu。

定子差動斜率（Slope 1）：此值定義了差動電流與抑制電流的比率，高於該比率時元件將動作，用以確保在正常運轉電流時偵測內部故障的靈敏度。該斜率的設定標準為容許在最大允許電流下可能出現的最大CT不匹配誤差，這個最大誤差一般為CT額定值的5%到10%。

定子差動轉折點（Break 1）：此值定義Slope1的終點及轉變區域的起點，應設為僅高於設備最大正常運轉電流。

定子差動斜率（Slope 2）：此斜率的設定可確保發生嚴重外部故障時可能產生異常大的差動電流而導致CT飽和時的穩定性，原廠建議設定值為80%到100%。

定子差動轉折點（Break 2）：此值定義Slope2的起點及轉變區域的終點，應設為保護區間內任一CT可能開始產生飽和之值。

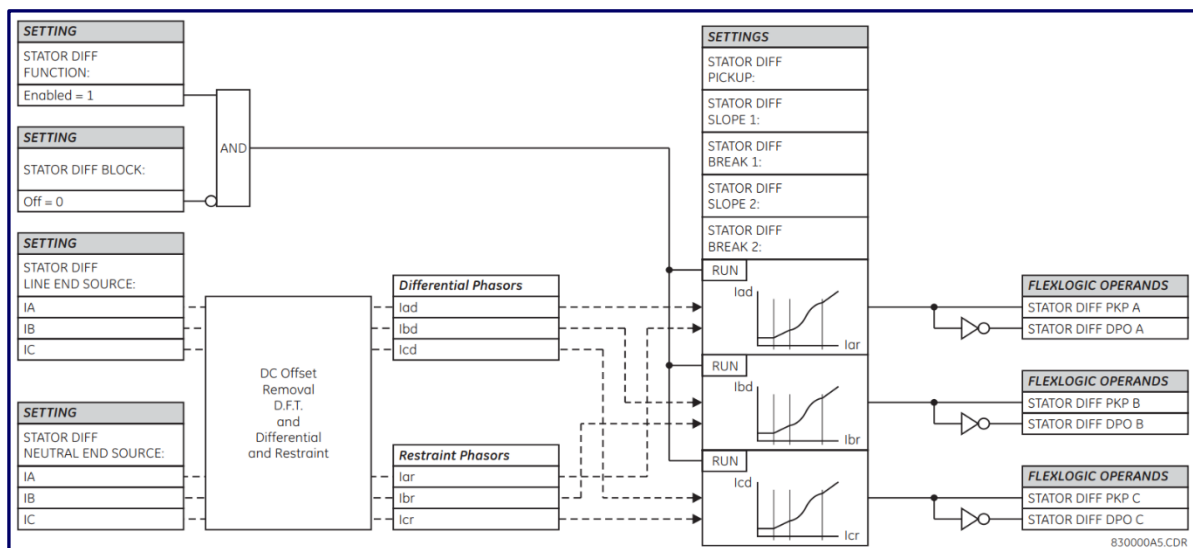


圖 3.2.3.3 定子差動保護跳脫邏輯

2. 電壓抑制型過電流保護（Phase Time Overcurrent with Voltage Restraint, ANSI 51V）

51V一般使用反時性過電流保護作為設備短路保護（差動保護或測距保護）之後衛保護，對於無法立即清除或修復的線路故障進行隔離，避免危及設備安全。其通常設定在額定電壓下，需要等於設定點（ $I(U)_{PU} = I_p * 1.0$ ）的電流使電驛動作。而隨著輸入電壓因短路而降低，過電流設定值（ $I(U)_{PU} = I_p * U/U_n$ ）也會降低。典型設計上電壓低於額定電壓25%時，至少需要等於設定點25%（ $I(U)_{PU} = I_p * 0.25$ ）的電流才能使電驛動作。 I_p 參考值與電壓下降成比例地降低，因此對於固定電流 I ， I/I_p 比率增加，則跳脫時間減少。該保護跳脫Pickup計算值及保護跳脫邏輯如圖3.2.3.4及圖3.2.3.5所示。

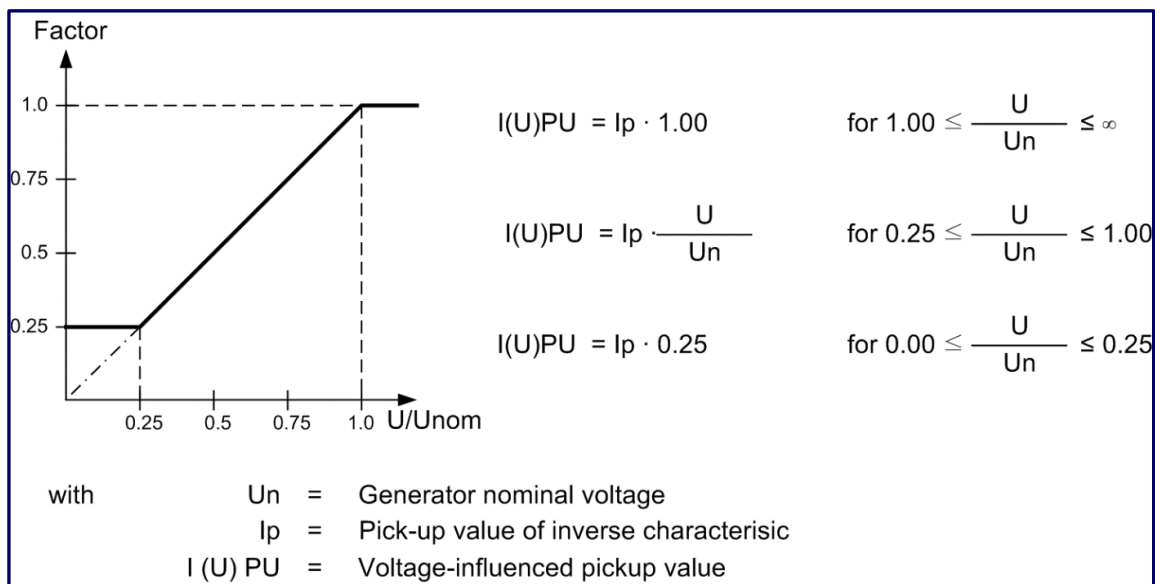


圖 3.2.3.4 電壓抑制型過電流保護 Pickup 計算值

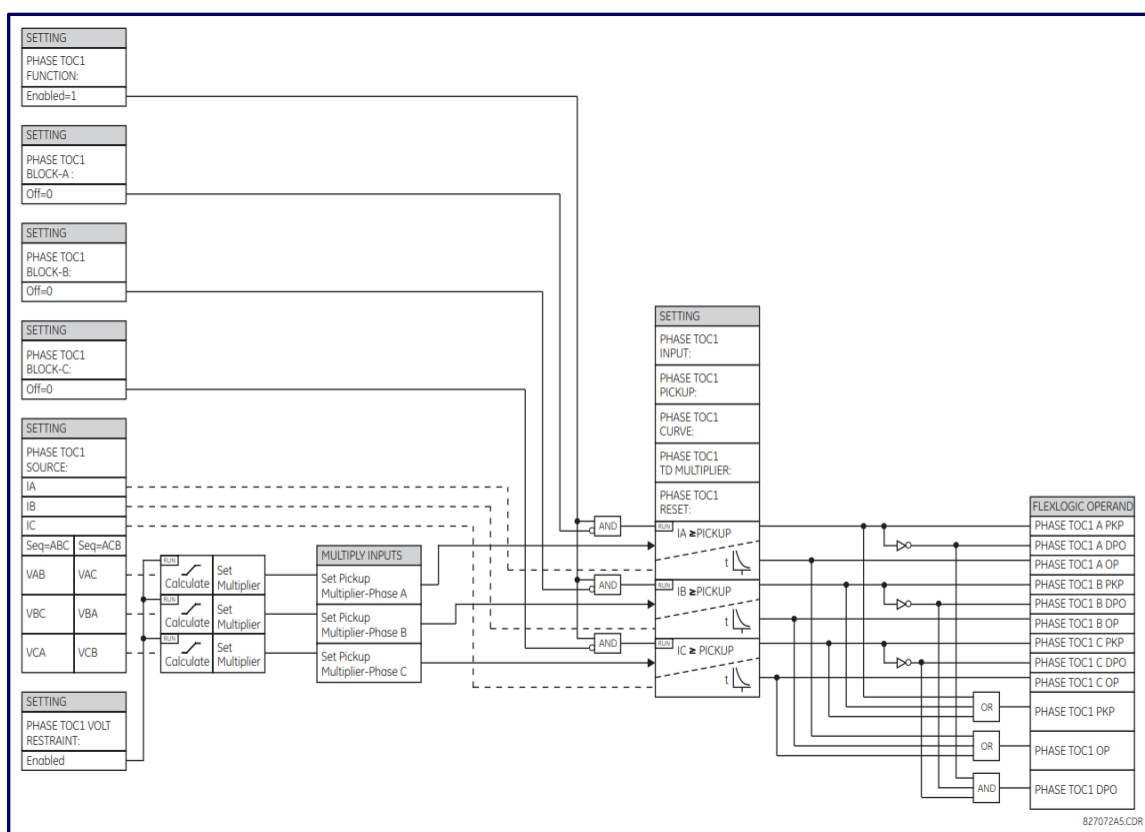


圖 3.2.3.5 電壓抑制型過電流保護跳脫邏輯

3. 發電機不平衡負載 (Generator Unbalance, ANSI 46)

一般而言，造成發電機三相負載不平衡最嚴重的原因是系統單相或兩相斷路(或短路)或接地故障。此時不平衡負載會在轉子產生兩倍頻之反向旋轉磁場，轉子表面感應出渦流，導致槽楔和繞組之間的交界處產生局部過熱的情況，亦會造成阻尼繞組過熱。不平衡負載保護以偵測負序電流 I_2 值為依據，當其大小超過第一段設定值出示警報，超過第二段設定值即採下列反時性延時方式跳脫機組，

$$T = \frac{K}{(I_2/I_{nom})^2}$$

其中 I_{nom} 是發電機的額定電流， K 是負序容量常數，通常由發電機製造廠商提供。

4. 失磁 (Loss of Excitation, ANSI 40)

如果由於某種原因，如勵磁系統故障或過度進相運轉等，發電機連接到系統時勵磁電流降為零，則發電機開始轉變為感應發電機運轉，轉子以略高於同步速度的速度運行並產生滑差電流，且由於滑差電流的頻率較低，因此容易滲入到轉子本體中，可能會導致轉子元件之間產生嚴重的電弧和發熱，定子鐵心端部也會因為端部區域的雜散磁通而發熱，此情況將會產生比進相運轉更大的危害。GE G60採用如圖 3.2.3.6所示之兩階段偏移歐姆圓之保護區間，以防止或最大程度地縮短這種運轉模式的持續時間。

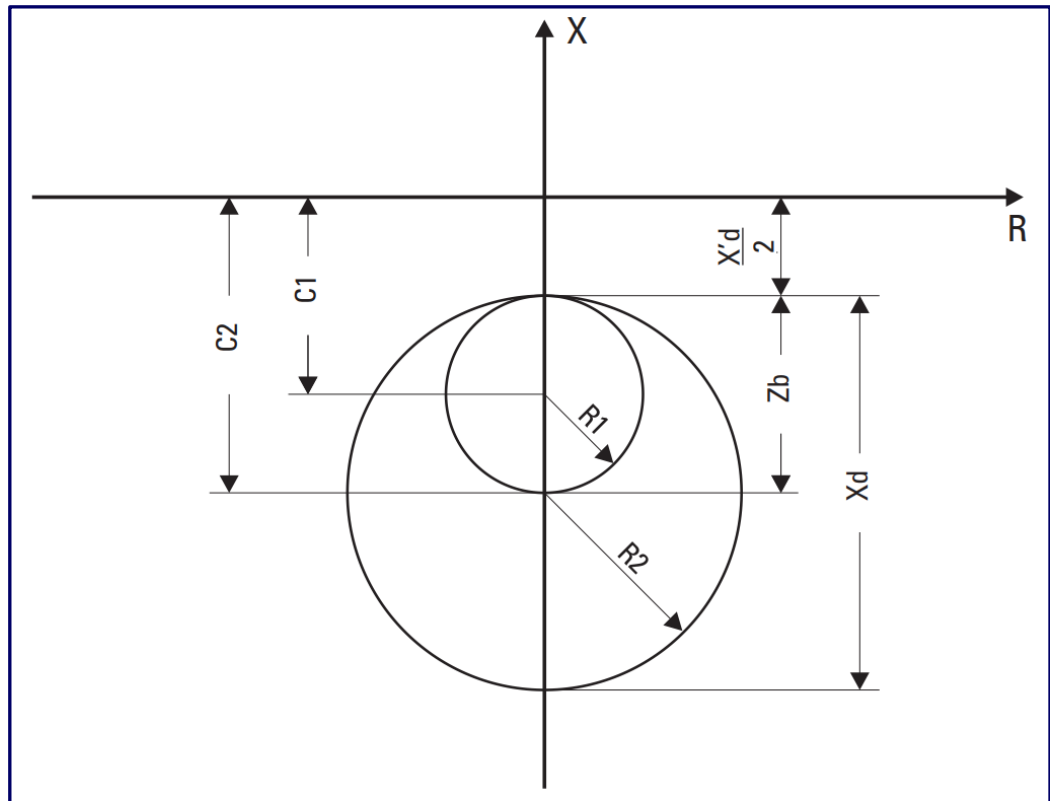


圖 3.2.3.6 失磁動作特性曲線

$C1 =$ 第一階段歐姆圓中心 $= (Z_b + X'd)/2$

$R1 =$ 第一階段歐姆圓半徑 $= Z_b/2$

$C2 =$ 第二階段歐姆圓中心 $= (X_d + X'd)/2$

$R2 =$ 第二階段歐姆圓半徑 $= X_d/2$

$Z_b =$ 發電機基準阻抗

$X'd =$ 發電機暫態阻抗

$X_d =$ 發電機同步阻抗

其中第一階段特性曲線通常設置為偵測30%以上負載狀態下的失磁。第二階段特性通常設定為偵測滿載條件下的失磁。但在穩定的系統振盪狀態下，正序阻抗可能會暫時落入第二階段特性曲線，在這種情況下為安全起見，建議將第二段最少延遲0.5秒。

5. 過勵磁保護 (Volts per Hertz, ANSI 24)

過勵磁保護用於保護發電機或變壓器免受低頻和過電壓產生過高磁通量造成的損壞。如果磁通量持續過高，可能導致發電機或變壓器鐵芯因嚴重過熱而損壞。發電機一般運轉在 $\pm 5\%$ 之額定電壓區間內仍可有額定的容量、頻率及功率因數，一旦勵磁發生異常或有其它因素造成電壓過高或過低等現象時，發電機此時應緊急停機以策安全。該保護可設定為定時延時跳脫或反時性延時跳脫，相關跳脫邏輯如圖 3.2.3.7所示。

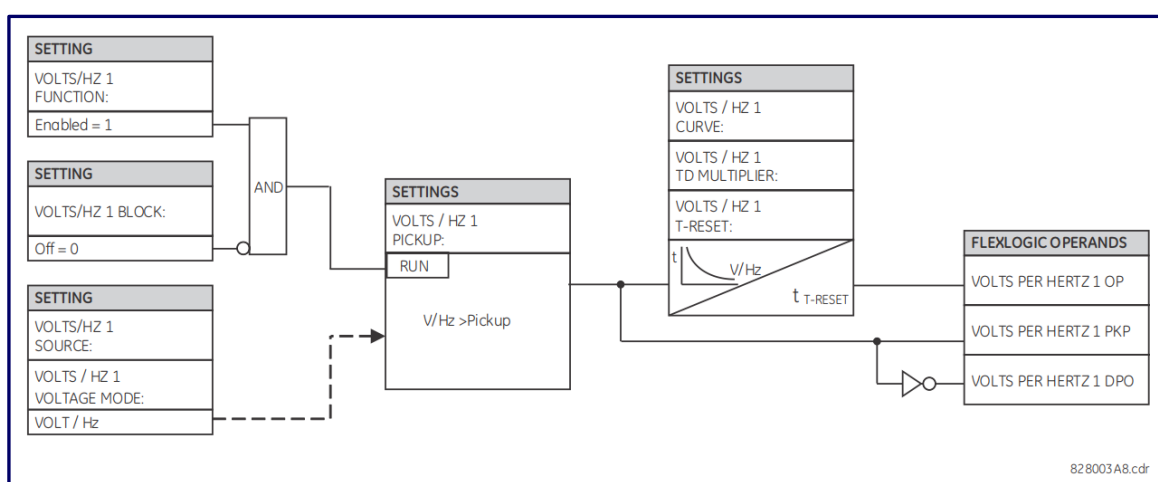


圖 3.2.3.7 過勵磁保護跳脫邏輯

6. 勵磁接地故障 (Field Ground, ANSI 64F)

勵磁接地故障保護用於檢測發電機勵磁迴路中的接地故障。一般來說單點勵磁繞組的接地故障不會立即造成損壞，但如果發生第二點接地故障使勵磁繞組短路，可能導致轉子因磁場不平衡產生異常磁力作用而損壞設備。GE偵測接地故障採用G60搭配勵磁接地保護模組（GPM-F）注入方波方式（0.1~3 Hz）量測。勵磁繞組接地故障偵測示意如圖3.2.3.8所示，勵磁繞組阻抗表示為 $Z_F = Z_{F1} + Z_{F2}$ 。正常情況下，勵磁迴路為不接地。電容 C_F 為磁場的雜散電容，分佈在磁場繞組上。這個電容代表正常情況下電流流向地面的唯一路徑。電阻 R_G 代表勵磁繞組因絕緣擊穿而提供通過接地的電阻路徑。因絕緣故障可能發生在任何地方，故阻抗 Z_{F1} 和 Z_{F2} 是未知的。

接地故障阻抗 R_G 也是未知的。而設置勵磁接地保護模組（GPM-F）的目的即是以注入電壓 V_{INJ} 並測量所得電流 I_G 來計算出接地電阻值。如圖3.2.3.9所示，注入方式可分為單點注入與雙點注入。本計畫勵磁接地故障保護功能啟用在勵磁盤EX2100e內的Exciter Attenuation Module(EXAM)。

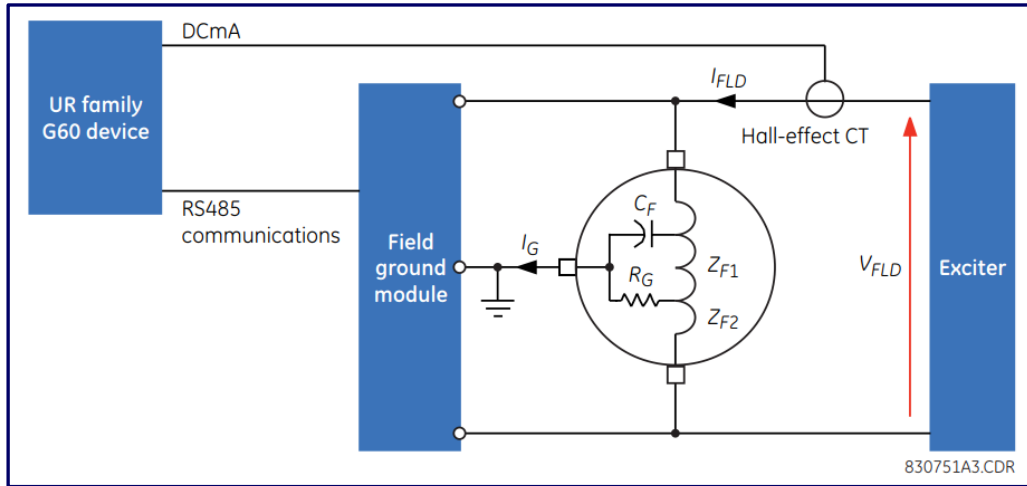


圖 3.2.3.8 勵磁接地故障偵測

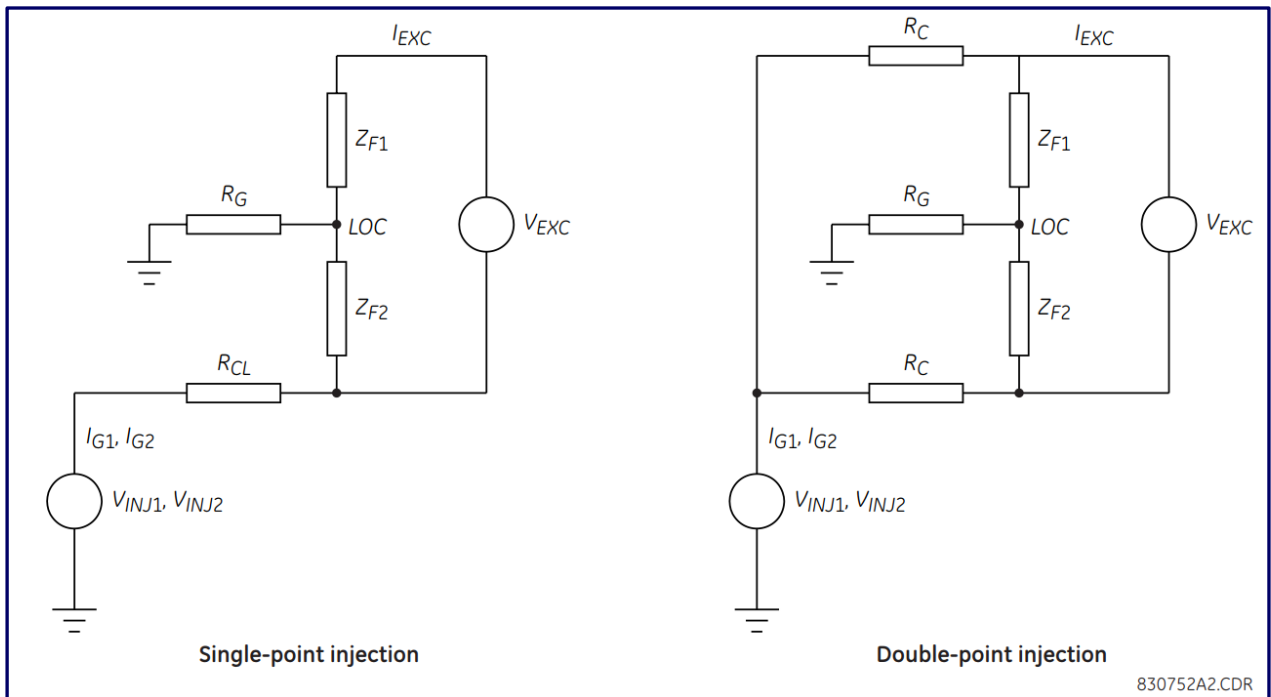


圖 3.2.3.9 方波單點注入與雙點注入等效圖

以單點注入方式來說，如注入兩不同電壓值，則注入電壓 V_{INJ} 可由下列兩式表示：

$$V_{INJ1} = I_{G1}R_G + I_{G1}R_{CL} + V_{F2}$$

$$V_{INJ2} = I_{G2}R_G + I_{G2}R_{CL} + V_{F2}$$

其中 I_{G1} 是由 V_{INJ1} 產生的電流， I_{G2} 是由 V_{INJ2} 產生的電流， V_{F2} 表示 Z_{F2} 勵磁繞組電壓（注入電壓 V_{INJ} 對 Z_{F2} 之壓降無顯著影響）。兩式相減整理後即可獲得

$$R_G = \frac{(V_{INJ1} - V_{INJ2}) - (I_{G1} - I_{G2}) \times R_{CL}}{I_{G1} - I_{G2}}$$

而對於雙點注入迴路中 $R_C = 2R_{CL}$ 。

7. 高頻保護（Overfrequency, ANSI 81O）

高頻最常見的原因是發電機與系統同步時因瞬時負載減少，或發電機在與系統同步之前處於開路狀態時渦輪機轉矩過大所引起。在併聯運轉期間，瞬時負載減少可能會導致定子繞組中的電流快速下降，並且由於此時勵磁仍然處於較高水平的狀態，端電壓同樣會快速上升。在這種情況下，控制系統一般會採取自動調節措施來減少渦輪機的推力，以滿足負載要求，並快速降低勵磁電流以將端電壓保持在限制範圍內。一般來說，短暫超頻狀況不會造成嚴重問題，因為控制系統與勵磁系統可快速將發電機速度和電壓恢復到正常，不需要使發電機跳脫，但如控制系統反應不夠快，無法快速將渦輪機速度恢復到正常，則超速可能會導致機組跳脫。高頻保護跳脫邏輯如圖3.2.3.10所示。

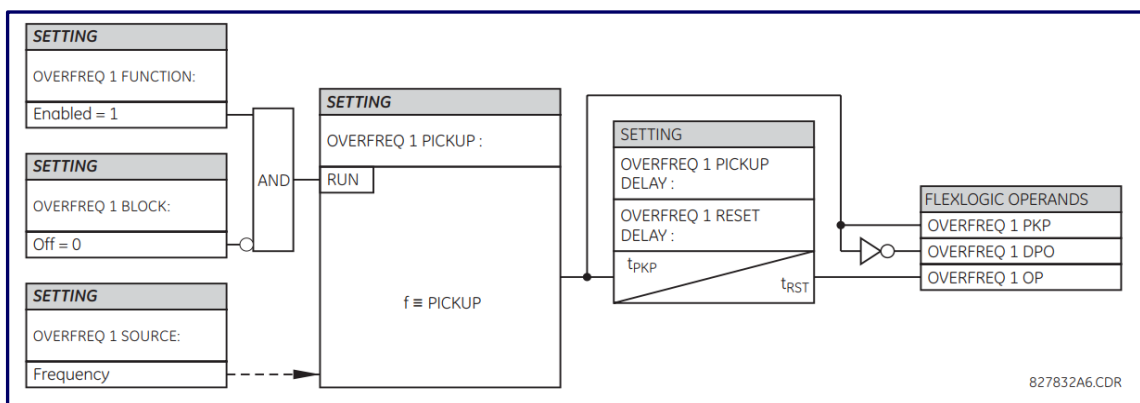


圖 3.2.3.10 高頻保護跳脫邏輯

8. 低頻保護 (Uderfrequency, ANSI 81U)

電力系統的穩態頻率是發電量與負載之間現有平衡的一定指標。每當這種平衡因關鍵發電機組跳脫或系統發生事故時，就會導致頻率降低。在這種情況下，發電機的勵磁系統通常會進入「強勵磁」狀態，以嘗試維持額定端電壓，如果發電機的控制系統反應不夠快，系統可能會面臨崩潰。當系統頻率過低時可能觸發低頻卸載保護，透過卸除適量之負載、減少用電量，避免電網負荷過大，以利將系統頻率恢復至系安全運轉範圍，避免系統崩潰造成大範圍的停電。低頻保護跳脫邏輯如圖 3.2.3.11 所示。

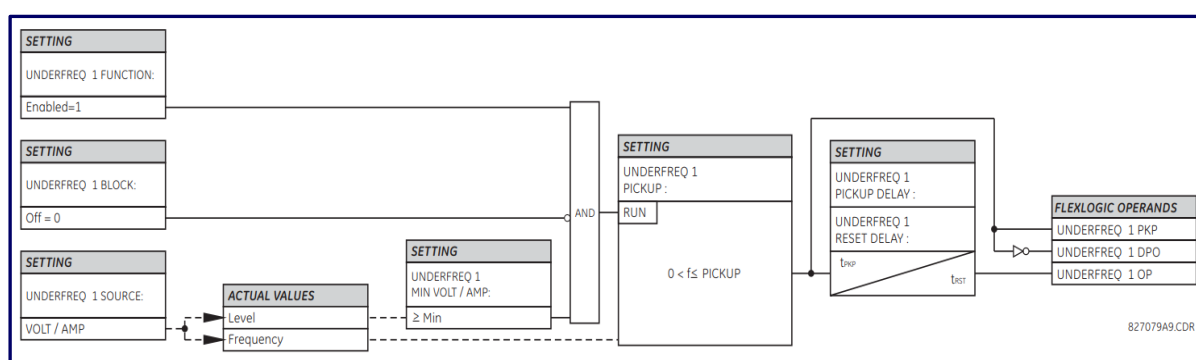


圖 3.2.3.11 低頻保護跳脫邏輯

9. 發電機定子接地故障保護 (Stator Earth Fault 95%, ANSI 59N + Stator Earth Fault 100%, ANSI 64S)

發電機定子接地故障保護一般由定子繞組故障所引起，此類故障的發生是由於定子繞組的絕緣擊穿。定子繞組故障主要可分為單相接地故障、相間故障及匝間故障。台電大多數大型火力機組採用定子繞組中性點連接接地變壓器的接地方式，故單相接地故障電流受到限制，一般在25安培以內；而發生相間故障的機會較少，因兩相之間的絕緣厚度至少是一個線圈與鐵芯之間絕緣厚度的兩倍。因高阻抗之接地方式限制了故障電流，因此通常差動保護機制很難偵測到高阻抗接地故障。

發電機中性點過電壓保護 (ANSI 59N) 可偵測三相定子繞組中的接地故障。發生接地故障的判斷依據主要是位移電壓的上升。位移電壓UE可以透過中性點接地變壓

器（如圖3.2.3.12所示）或通過輸出側接地變壓器(Open Delta)的設置來量測（如圖3.2.3.13所示）。以發電機採中性點連接接地變壓器的方式來說，當定子繞組末端發生接地故障時，定子繞組中性點處產生全電壓，中性點接地變壓器兩端產生最大電壓，可使中性點過電壓保護正常動作。但當故障接近中性點時（約小於定子繞組的5%），定子繞組中性點處產生的電壓非常小，且中性點接地變壓器上產生的電壓也非常小，導致中性點過電壓電驛無法動作。因此，透過中性點過電壓保護方式，只有約95%的定子繞組受到保護，而接近中性點5%的定子繞組處於未受保護狀態，因為該處的故障將無法產生電驛動作所需的最低電壓。發電機中性點過電壓保護跳脫邏輯如圖3.2.3.14所示。

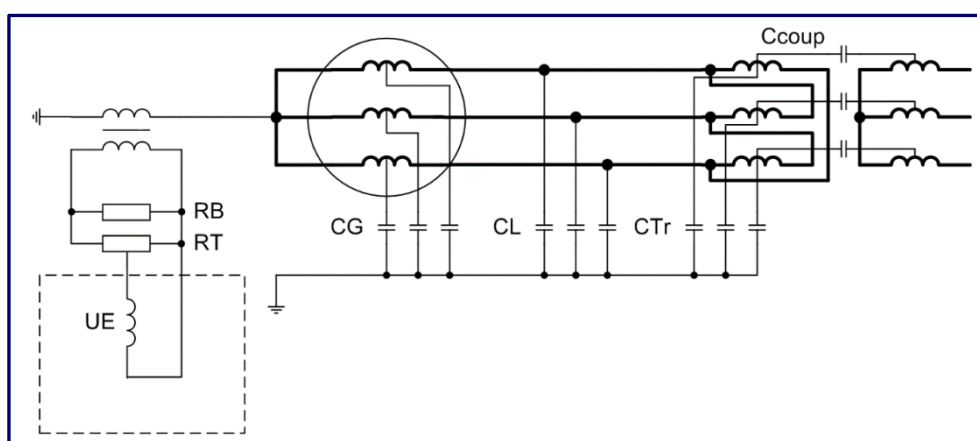


圖 3.2.3.12 發電機採中性點連接接地變壓器方式

R_B ：負載電阻

R_T ：分壓器

U_E ：位移電壓

C_G ：發電機接地電容

C_L ：線路接地電容

C_{Tr} ：變壓器接地電容

C_{coup} ：變壓器耦合電容

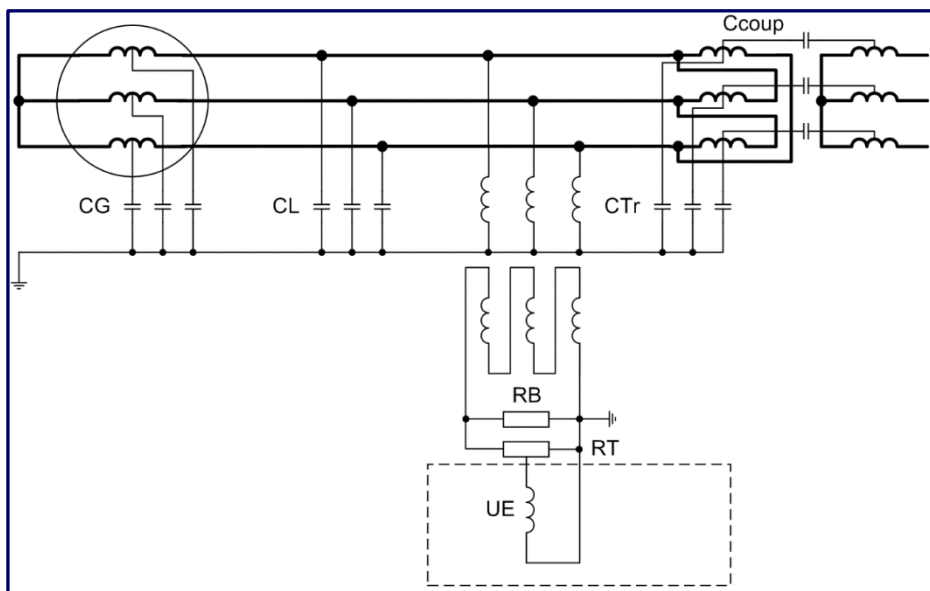


圖 3.2.3.13 發電機採輸出側連接接地變壓器方式

R_B ：負載電阻

R_T ：分壓器

U_E ：位移電壓

C_G ：發電機接地電容

C_L ：線路接地電容

C_{Tr} ：變壓器接地電容

C_{coup} ：變壓器耦合電容

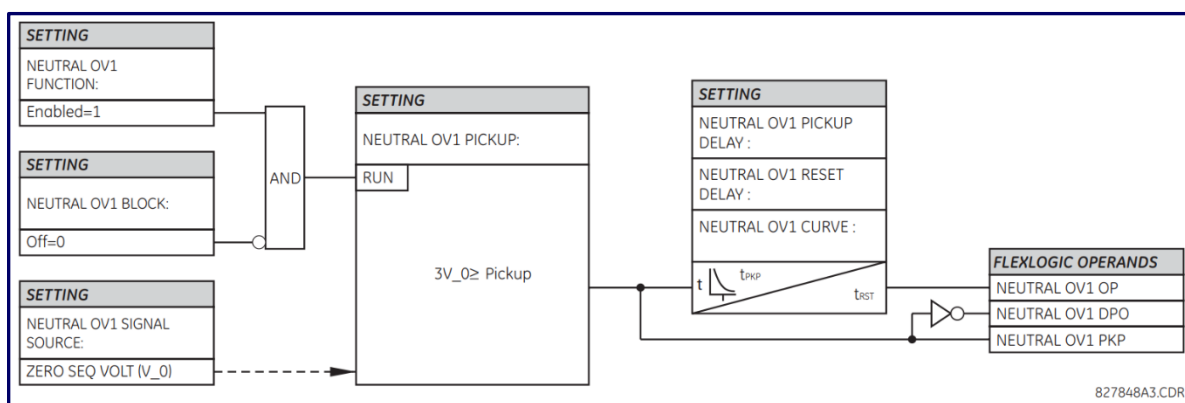


圖 3.2.3.14 發電機中性點過電壓保護跳脫邏輯

大型發電機的標準保護一般是使用具有獨立原理的兩種保護，如傳統的定子接地保護其中一種方式為偵測中性點過電壓及三次諧波（ANSI 59N + ANSI 27TN）可實現100%定子接地故障保護，但其缺點為機組停機或未加勵磁狀態下無法進行偵測。故後續衍生出較佳之定子接地保護方式，如興達新燃氣GE機組及舊燃氣SIEMENS

機組均採用中性點過電壓（ANSI 59N）+ 100%定子接地故障保護（ANSI 64S），一種將保護95%的定子繞組，另一種將保護100%的定子繞組。該100%定子接地故障保護使用訊號產生器以不同於系統額定頻率或任何諧波（GE與SIEMENS均採用20 Hz）的頻率在定子繞組中注入電壓脈衝。這些脈衝透過繞組絕緣傳輸到地，並透過接地電阻回到訊號產生器，而電驛也與訊號產生器一起測量注入訊號中的電流。在正常情況下，因總阻抗較高，測量到的電流較低。如果任一相出現相對地故障，因對地阻抗減小，電流迅速增大，即表示有接地故障情況。100%定子接地故障保護（ANSI 64S）即使在機組停機時也可進行偵測（視原廠家設定，如SIEMENS機組於停機時不進行偵測）。該系統通常由發電機中性變壓器處注入，但如果無法達成（如使用電阻或電抗代替變壓器，或者發電機採用Delta連接），則可以在發電機輸出側比壓器二次側之Open Delta處連接。

100%定子接地故障保護（ANSI 64S）示意圖如下圖3.2.3.15所示，其由外部低頻交流電壓模組產生振幅為 $\pm 26\text{V}$ 的20Hz方波脈衝注入發電機中性點來實現監控其產生的訊號的頻率和幅度。如果在發電機中性點發生接地故障時，20 Hz電壓驅動電流通過故障電阻，保護電驛即可從驅動電壓和故障電流計算出接地故障電阻。

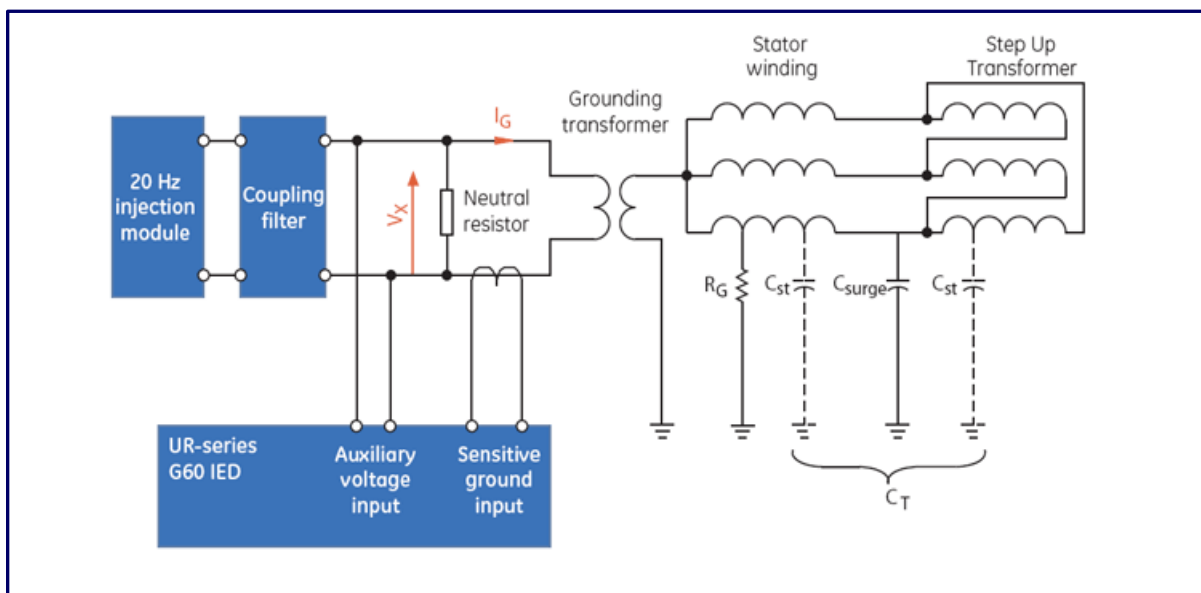


圖 3.2.3.15 發電機 100%定子接地故障保護（ANSI 64S）

10. 逆電力保護 (Sensitive Directional Power, ANSI 32)

在原動機出現故障失去推力，因而造成同步發電機從系統獲取能量轉變為電動馬達運轉並驅動渦輪機時，這種情況會導致渦輪機葉片與殘留蒸氣產生摩擦而形成鼓風損耗，如長期運轉將導致過熱而損壞，必須在短時間內打開斷路器來保護機組。而對於發電機來說，還存在額外的風險，即在斷路器打開後如蒸汽通道出現故障（關斷閥有缺陷）而有殘餘蒸氣持續進氣時，可能造成渦輪發電機組加速，甚至有超速的可能。因此，當電驛偵測到機組有逆電力輸入後應在一定時間內與系統解聯。G60方向性功率特性曲線如圖3.2.3.16所示，透過調整特徵角RCA(Relay Characteristic Angle)及最小運轉功率SMIN的正負值，可實現多種操作特性。例如，將RCA設定為 180° ，圖中(a)部分顯示逆電力設定 ($SMIN > 0$)，而(b)部分顯示低正向電力設定 ($SMIN < 0$)。

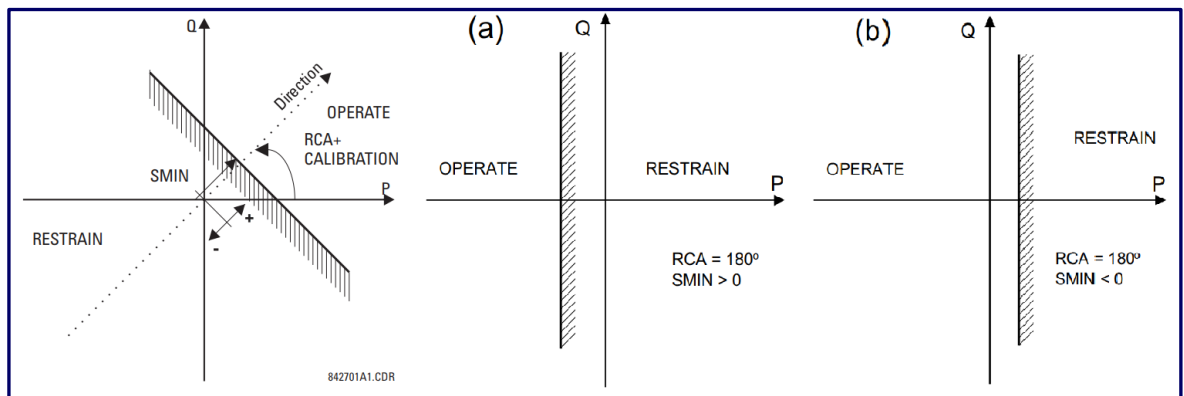


圖 3.2.3.16 方向性功率特性曲線

肆、心得與建議

感謝公司長官給予這次出國研習的機會，此行除學到了許多GE數位式保護電驛的知識外，也體驗到了美式的教育文化、工作文化、生活文化及民俗風情對自身所帶來的衝擊，相信這對日後的工作以及人生閱歷都會有實質上的幫助。

本次所習GE數位式保護電驛對比現行維護之SIEMENS數位式保護電驛而言，雖然在保護原理及操作概念是相去不遠的，但實務上各廠家在建構保護機制所使用的硬體、軟體、演算法及輔助設備均不盡相同，因此對於不管是第一次接觸或已有數位式電驛相關運維經驗的人來說還是需要重新學習及適應的。

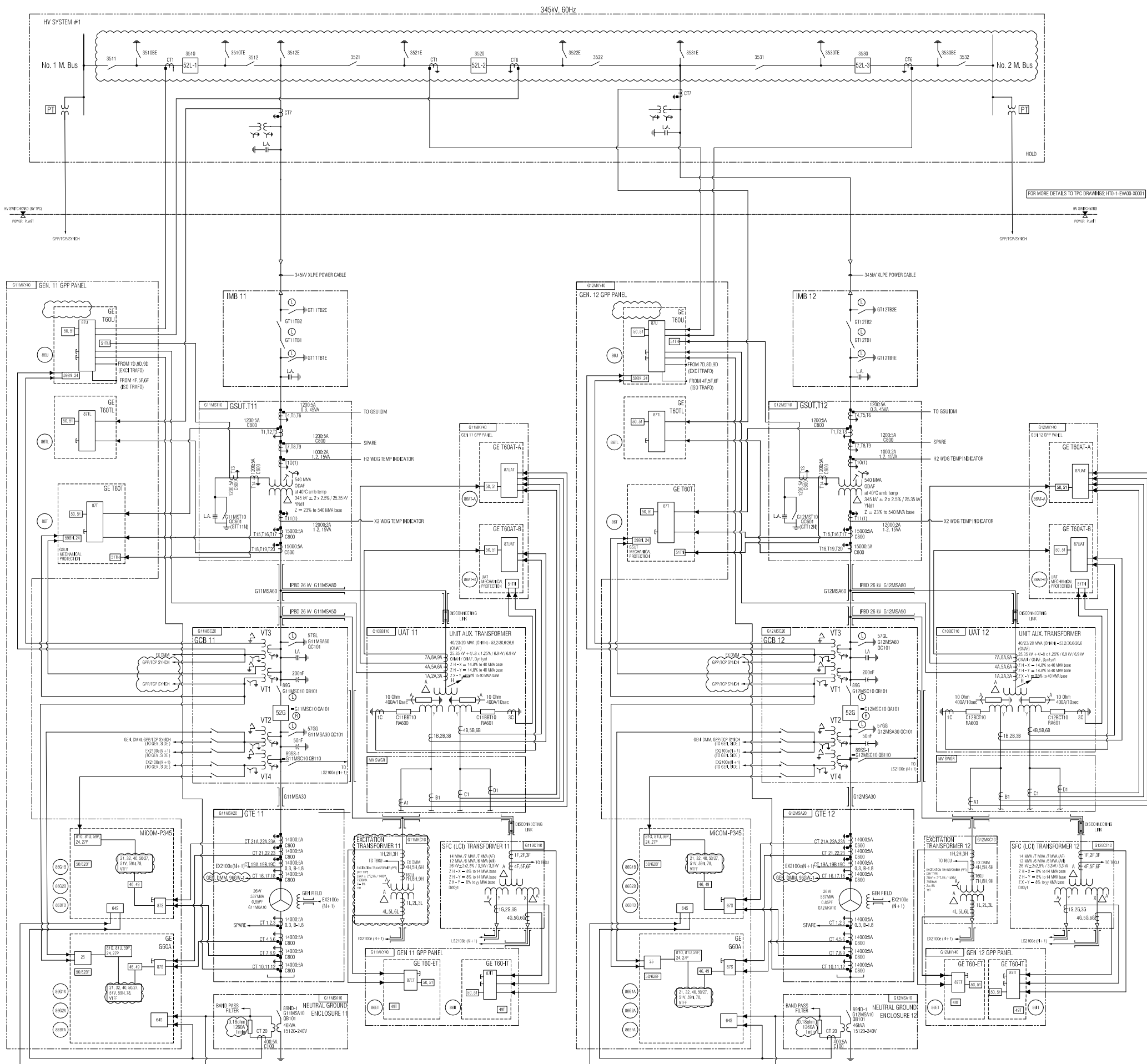
興達新燃氣機組發電機保護使用GE G60及MiCOM P345兩種，據悉MiCOM數位式電驛在硬體操作及軟體設定上較他廠複雜，但此次GE提供的訓練課程並未包含MiCOM P345，稍嫌可惜，建議之後的內容可納入此項目，以確保運維人員能熟稔整套發電機複聯式保護電驛。

數位式電驛雖有硬體結構較簡單、體積較小、外部接線少及整合性高之特性外，也具備量測、通訊、控制、事故紀錄及自我診斷能力，但也因其採用大量電子零件，使得數位式電驛故障率較傳統E/M型電驛高出不少。而為了避免電驛故障導致保護失效，數位電驛一般皆採用複聯式保護設計。惟現行複聯式保護設計為確保機組發生故障時可確實跳脫，通常採「保護優先」原則，即單一電驛動作即跳脫機組，然該設計卻無法避免單一電驛誤動作導致機組誤跳脫。鑒於各電廠（包含既有SIEMENS機組）已發生多起誤跳脫事故，建議未來可與原廠家研議使用三選二保護跳脫設計，以提升機組運轉可靠度。

本次國外實習為期兩周，因受中東戰事影響航班取消，原授課講師Alqawasmeh Zakaria(約旦籍)無法及時到來，第一周課程暫由同為HLC講師之Willy Bueno(巴西籍)代為授課。與Willy交流討論，其前次台來為新桃電廠新建機組訓練課程，授課模式為5~10人一班隊，訓練場地則租用廠外會議中心。此模式授課人數適中，易於彼此分享經驗、交換意見增加課程討論度；未於廠內授課方便學員專注於課程，不受廠內事務叨擾加強學習效果。本計畫現地訓練，皆利用現地會議室辦理，公布上課時間與地點採開放式參與，疫情期間則僅為線上授課，現行訓練方式常見上課成員眾多且不定，也常因公務無法全程參加，學習效果不佳。建議未來新建計畫現地訓練課程規劃場地部分可與台電訓練所合作，採用新桃電廠模式辦理；另HLC實習工廠放置多台模擬器，可供全球參與訓練課程人員上線實習操作，現地訓練課程亦可使用訓練所內電腦設備增強學習效果。

伍、參考文獻：

1. ONE LINE DIAGRAM PROTECTION SCHEMATIC GTG(HT0-1-EGJ01-D0001)
2. ONE LINE DIAGRAM PROTECTION SCHEMATIC STG(HT0-1-EGK01-D0001)
3. E-ELX11501 Generator Excitation, Protection and Static Starter Introduction
4. GE Grid Solution G60 Generator Protection System Instruction Manual
5. GE UNIVERSITY RELAY BROCHURE
6. SIEMENS SIPROTEC Multifunctional Machine Protection 7UM62 Manual



SYMBOLS		SYMBOLS	
No.	Description	Title	Symbol
1	Three phase supply connection	Connection cable line	
2	Ground	Connection point	
3	Ground (Earth)	Neutral point	
4	Ground (Earth) connection	Adjustability, pre-set	
5	Variable Resistor (Potentiometer)	Adjustability, step by step	
6	Variable Resistor (Potentiometer)	Earth	
7	Variable Resistor (Potentiometer)	Disconnector, Isolator	
8	Variable Resistor (Potentiometer)	Main Circuit Breaker	
9	Variable Resistor (Potentiometer)	Isolated-Phase Bus	
10	Variable Resistor (Potentiometer)	Voltage transformer three windings	
11	Variable Resistor (Potentiometer)	Generator	
12	Variable Resistor (Potentiometer)	Power cable	
13	Variable Resistor (Potentiometer)		
14	Variable Resistor (Potentiometer)		
15	Variable Resistor (Potentiometer)		
16	Variable Resistor (Potentiometer)		
17	Variable Resistor (Potentiometer)		
18	Variable Resistor (Potentiometer)		
19	Variable Resistor (Potentiometer)		
20	Variable Resistor (Potentiometer)		
21	Variable Resistor (Potentiometer)		
22	Variable Resistor (Potentiometer)		
23	Variable Resistor (Potentiometer)		
24	Variable Resistor (Potentiometer)		
25	Variable Resistor (Potentiometer)		
26	Variable Resistor (Potentiometer)		
27	Variable Resistor (Potentiometer)		
28	Variable Resistor (Potentiometer)		
29	Variable Resistor (Potentiometer)		
30	Variable Resistor (Potentiometer)		
31	Variable Resistor (Potentiometer)		
32	Variable Resistor (Potentiometer)		
33	Variable Resistor (Potentiometer)		
34	Variable Resistor (Potentiometer)		
35	Variable Resistor (Potentiometer)		
36	Variable Resistor (Potentiometer)		
37	Variable Resistor (Potentiometer)		
38	Variable Resistor (Potentiometer)		
39	Variable Resistor (Potentiometer)		
40	Variable Resistor (Potentiometer)		
41	Variable Resistor (Potentiometer)		
42	Variable Resistor (Potentiometer)		
43	Variable Resistor (Potentiometer)		
44	Variable Resistor (Potentiometer)		
45	Variable Resistor (Potentiometer)		
46	Variable Resistor (Potentiometer)		
47	Variable Resistor (Potentiometer)		
48	Variable Resistor (Potentiometer)		
49	Variable Resistor (Potentiometer)		
50	Variable Resistor (Potentiometer)		
51	Variable Resistor (Potentiometer)		
52	Variable Resistor (Potentiometer)		
53	Variable Resistor (Potentiometer)		
54	Variable Resistor (Potentiometer)		
55	Variable Resistor (Potentiometer)		
56	Variable Resistor (Potentiometer)		
57	Variable Resistor (Potentiometer)		
58	Variable Resistor (Potentiometer)		
59	Variable Resistor (Potentiometer)		
60	Variable Resistor (Potentiometer)		
61	Variable Resistor (Potentiometer)		
62	Variable Resistor (Potentiometer)		
63	Variable Resistor (Potentiometer)		
64	Variable Resistor (Potentiometer)		
65	Variable Resistor (Potentiometer)		
66	Variable Resistor (Potentiometer)		
67	Variable Resistor (Potentiometer)		
68	Variable Resistor (Potentiometer)		
69	Variable Resistor (Potentiometer)		
70	Variable Resistor (Potentiometer)		
71	Variable Resistor (Potentiometer)		
72	Variable Resistor (Potentiometer)		
73	Variable Resistor (Potentiometer)		
74	Variable Resistor (Potentiometer)		
75	Variable Resistor (Potentiometer)		
76	Variable Resistor (Potentiometer)		
77	Variable Resistor (Potentiometer)		
78	Variable Resistor (Potentiometer)		
79	Variable Resistor (Potentiometer)		
80	Variable Resistor (Potentiometer)		
81	Variable Resistor (Potentiometer)		
82	Variable Resistor (Potentiometer)		
83	Variable Resistor (Potentiometer)		
84	Variable Resistor (Potentiometer)		
85	Variable Resistor (Potentiometer)		
86	Variable Resistor (Potentiometer)		
87	Variable Resistor (Potentiometer)		
88	Variable Resistor (Potentiometer)		
89	Variable Resistor (Potentiometer)		
90	Variable Resistor (Potentiometer)		
91	Variable Resistor (Potentiometer)		
92	Variable Resistor (Potentiometer)		
93	Variable Resistor (Potentiometer)		
94	Variable Resistor (Potentiometer)		
95	Variable Resistor (Potentiometer)		
96	Variable Resistor (Potentiometer)		
97	Variable Resistor (Potentiometer)		
98	Variable Resistor (Potentiometer)		
99	Variable Resistor (Potentiometer)		

ELECTRIC TRANSFORMERS			
DESCRIPTION	UNIT	PERCENTAGE	PERCENTAGE
100	100	10000 / (3.15 / 10.0)	10000
	100	10000 / (3.15 / 10.0)	10000
100	100	10000 / (100 / 10.0 / 10.0)	10000
	100	10000 / (100 / 10.0 / 10.0)	10000

NOTE: 1. ABOVE TABLE TRANSFORMER SYMBOLS ARE PROVIDED FOR TRANSFORMERS HAVING A 1:1 RATIO OF TRANSFORMER RATIO.

CURRENT TRANSDUCER DATA LOG						
SENSOR	VAL	UNIT	STATUS	ANALOG OUTPUT	DIGITAL OUTPUT	USER COMMENTS
TEMP	75.123	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 1 (EXTERNAL) PROG. (200)
	74.567	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 2 (INT)
	73.876	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 3 (INT)
	72.901	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 4 (INT)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 5 (EXTERNAL) PROG. (200)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 6 (EXTERNAL) PROG. (200)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 7 (EXTERNAL) PROG. (200)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 8 (EXTERNAL) PROG. (200)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 9 (EXTERNAL) PROG. (200)
	70.1	C/FAH	OK	0.000	0.000	TEMP 10 (EXTERNAL) PROG. (200)
P1	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P1 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P1 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P1 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P1 (EXTERNAL) PROG. (200)
P2	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P2 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P2 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P2 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P2 (EXTERNAL) PROG. (200)
P3	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P3 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P3 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P3 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P3 (EXTERNAL) PROG. (200)
P4	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P4 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P4 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P4 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P4 (EXTERNAL) PROG. (200)
P5	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P5 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P5 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P5 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P5 (EXTERNAL) PROG. (200)
P6	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P6 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P6 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P6 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P6 (EXTERNAL) PROG. (200)
P7	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P7 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P7 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P7 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P7 (EXTERNAL) PROG. (200)
P8	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P8 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P8 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P8 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P8 (EXTERNAL) PROG. (200)
P9	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P9 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P9 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P9 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P9 (EXTERNAL) PROG. (200)
P10	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P10 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P10 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P10 (EXTERNAL) PROG. (200)
	10.123	PSI	OK	0.000	0.000	P10 (EXTERNAL) PROG. (200)

[illegible]

GIBSIN Engineers, Ltd.

- ☐ A) Returned for correction, do not proceed.
Revise and resubmit drawing.
- ☐ B) Approved except as noted.
- ☐ C) Approved Proceed with necessary work.
- ☐ D) For information Only

DATE	SE: PM:
------	------------

CUSTOMER NO. HTO-1-EGJ01-D0001	REV. NO.
--------------------------------	----------

Project	HSINTA CCPP Renewal Project for Unit 1-3.2x1 (MS-7HA)
---------	---

Owner

 台灣電力公司

TAIWAN POWER COMPANY

Owner's Engineer	Contractor
GIBSIN	 

Revision History		Revision History			
Rev.	History	Created by	Checked by	Approved by	Brief Description
E	07.03.2023	FATMI, A	KUNDU, S	LEO, Z	Revised as per customer's comment
D	30-03-2022	FATMI, A	KUNDU, S	LEO, Z	
C	13-12-2021	FATMI, A	KUNDU, S	LEO, Z	
B	17.09.2021	FATMI, A	KUNDU, S	LEO, Z	
A	14.08.2021	FATMI, A	KUNDU, S	LEO, Z	

	Cross checked
--	---------------

Department	Name	Date	Signature
GS-ESY	Manolo, G	30-03-2022	

Replaces	Customer Code	Project Document Code
---	---	HST/10/G.../MKA---GA71/S

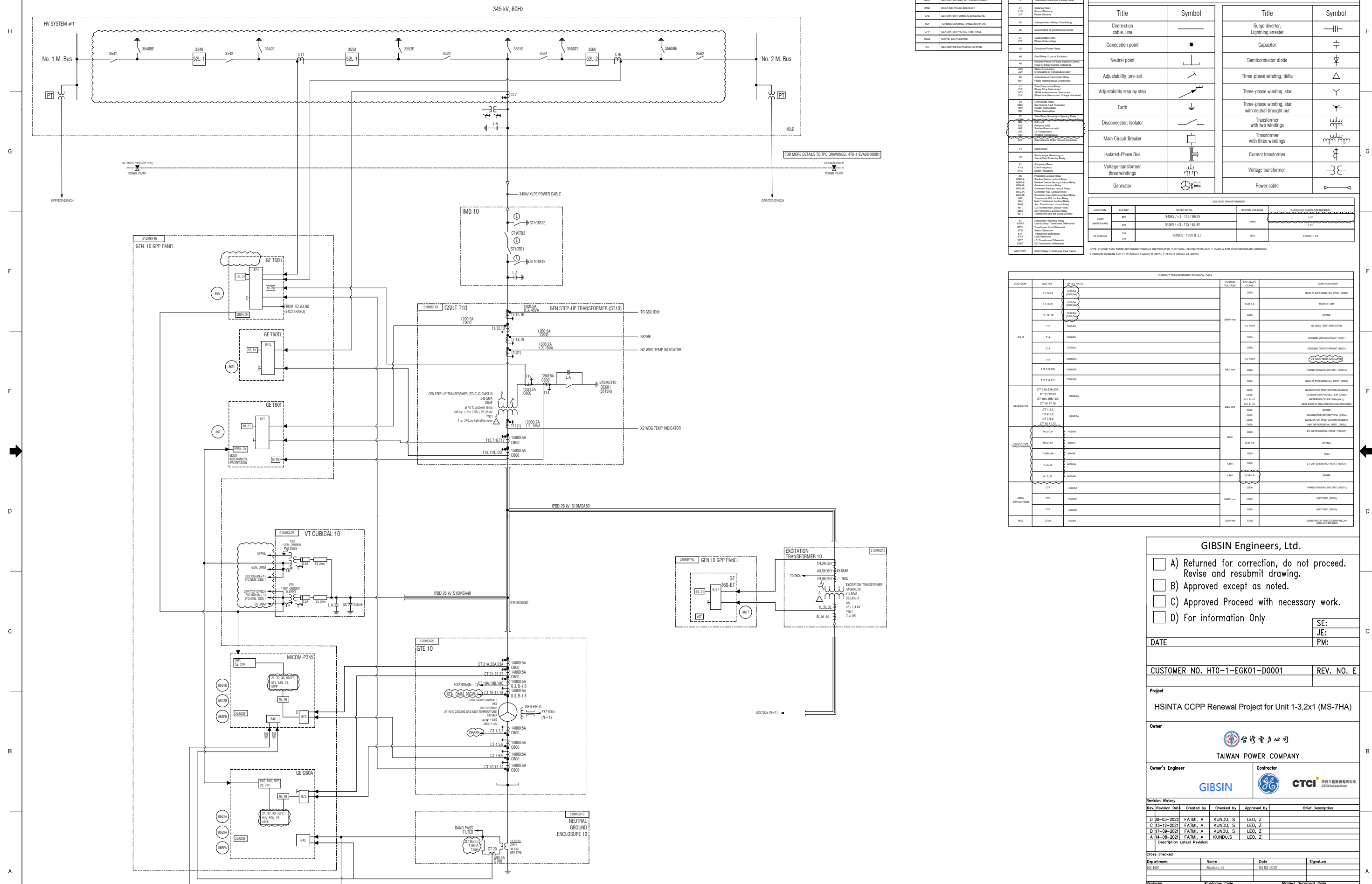
Responsible dept.	Created by	Checked by	Approved by	Format
GS-ESY	LEON, EDGAR	FATMI, AAMIR	Z, LEO	A0
	Document Type	Document Status		

	GE POWER	DRAWING	APPROVED
	Gas Power	Document Title	Identification Number
	ONE LINE DIAGRAM		1GP036668
	PROTECTION SCHEMATIC ETC		

	Systems	Revision	Rev.	Date	Lang.
			E	07.03.2023	En

Please consider the environment before printing this document.

附件2



©COPYRIGHT 2020 General Electric Company

