

出國報告（出國類別：實習）

345 仟伏開關場及主變壓器用 數位電驛保護設備應用技術實習

服務機關：台灣電力公司營建處

姓名職稱：魏健哲 電機工程師

派赴國家：德國、芬蘭、瑞典

出國期間：95 年 8 月 21 日至 95 年 9 月 3 日






報告日期：95 年 11 月 13 日


出國報告審核表

出國報告名稱：345 仟伏開關場及主變壓器用數位電驛保護設備應用技術		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
魏健哲	配電設計員	營建處
出國期間：95年8月21日至 95年9月3日		報告繳交日期：95年11月13日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 (本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正, 原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容以 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 本報告除上傳至出國報告資訊網外, 將採行之公開發表: <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會 (說明會), 與同人進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9. 其他處理意見及方式:	
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 2. 退回補正, 原因: _____ <input type="checkbox"/> 3. 其他處理意見:	

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成

報告人：    主管：
  F06

總經理  副總經理：

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：345 仟伏開關場及主變壓器用數位電驛保護設備應用
技術實習

頁數 37 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)
23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：魏健哲/台灣電力公司/
營建處電氣課/電機工程師/(02) 23666974

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：95 年 8 月 21 至 95 年 9 月 3 日 出國地區：美國、日本

報告日期：95 年 11 月 13 日

分類號/目

關鍵詞：

內容摘要：

本次出國計畫任務為「345仟伏開關場及主變壓器用數位電驛保護設備應用技術實習」。本報告內容係將此次在Siemens公司德國保護

電驛廠及ABB公司芬蘭、瑞典保護電驛廠實習數位保護電驛資料收集及相關通訊技術內容及經過作一紀錄，隨著材料科技的進步及個人電腦的日新月異，保護電驛之發展也不停的演變，功能更強大，體積也越來越小，數位型保護電驛已經蔚為主流。

IEC 61850標準係由ANSI之UCA 2.0及IEC之IEC 60870-5-103整合而成，各國自動化系統大廠亦全力配合發展，Siemens公司及ABB公司均已開發符合IEC 61850通訊協定之數位保護電驛，宜持續追蹤日後之發展，並進一步評估本公司配電變電所級SCADA系統採行IEC 61850之可行性。

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

目 次

壹、出國緣由

貳、行程說明

參、保護電驛

一、保護電驛發展

二、保護電驛的分類

三、數位保護電驛的優缺點

四、數位保護電驛的前景

肆、各廠家保護電驛介紹

一、Siemens公司---7UT6

二、ABB公司---IED RET 670

伍、心得及建議事項

壹、出國緣由

保護電驛及保護電驛系統之應用，係電力系統運用技術上重要的一環，適切的保護電驛系統應用不僅可以保障設備及人員安全，並可維持系統之穩定度、提高供電品質；今日數位保護電驛之應用甚為普及，為了解345仟伏開關場及主變壓器用之數位保護電驛應用之設計、訊號傳遞系統架構及應用時所需注意事項，故前往SIEMENS德國廠及ABB芬蘭廠、瑞典廠蒐集相關資料；藉由此次實習能對個人專業有所提升，進而對公司日後345仟伏開關場及主變壓器新建工程之保護電驛系統規劃有所助益。

貳、行程說明

日期	工作內容
08/21-08/22	往程(台北→曼谷→阿姆斯特丹→柏林)
08/22-08/27	SIEMENS公司-GIS廠及RELAY廠(柏林)實習
08/27-08/30	ABB公司-RELAY芬蘭廠(赫爾辛基-瓦薩)實習
08/30-09/02	ABB公司-RELAY瑞典廠(斯德哥爾摩-維斯特拉斯)實習
09/02-09/03	返程(斯德哥爾摩→法蘭克福→台北)



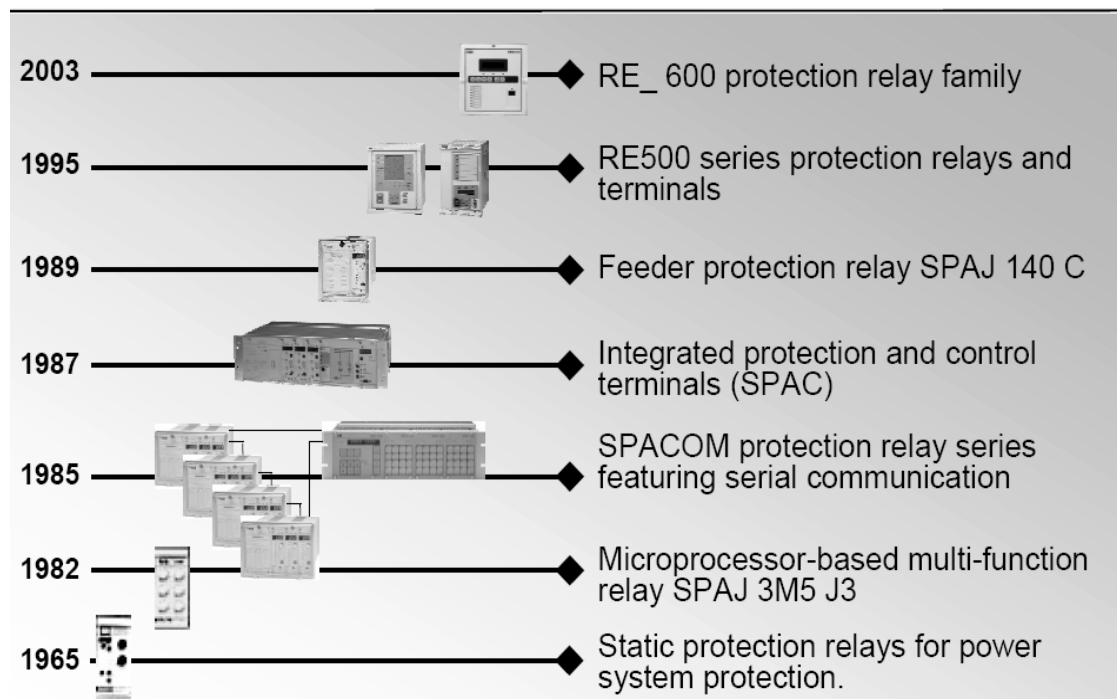
參、保護電驛

一、保護電驛的發展：

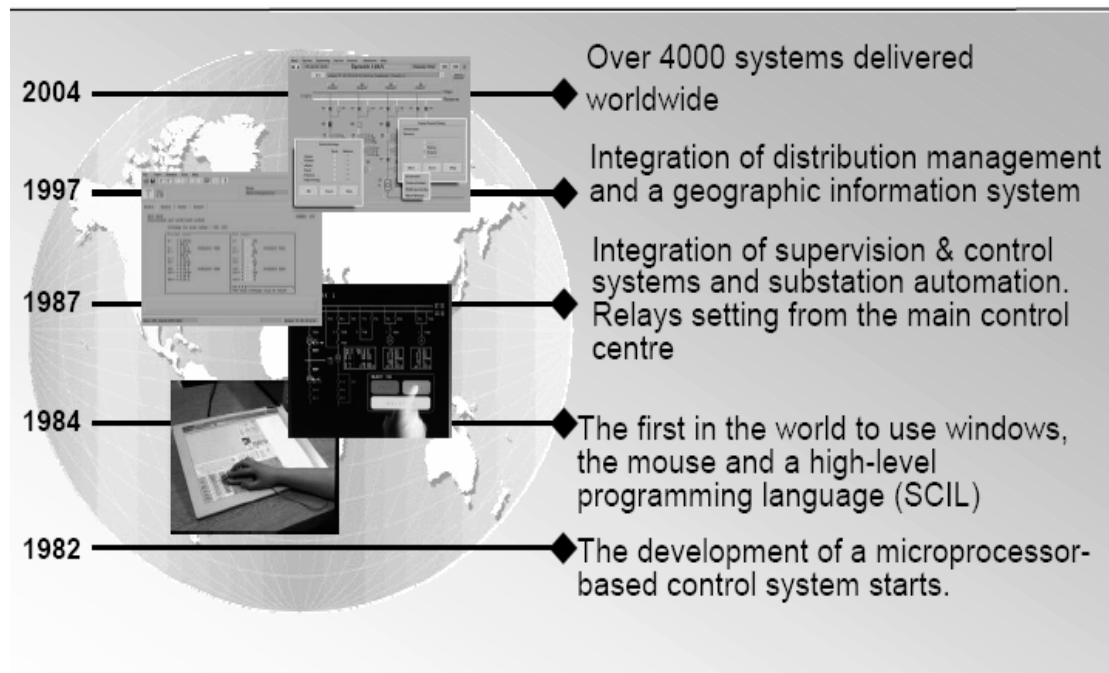
今日電力電子材料科技發達，個人電腦科技日新月異，使得保護電驛硬體隨之改變設計的方式，由最初的磁電機械式保護電驛一直演變到現在蔚為主流之微處理機式數位保護電驛，本次出國實習期間有幸將以往書本上的知識與ABB公司及Siemens公司的產品作一印證。

- 1901~1960-----磁電機械式電驛
- 1960~1970-----電晶體式靜態電驛
- 1970~1980-----積體電路式電驛
- 1980~ -----微處理機式電驛

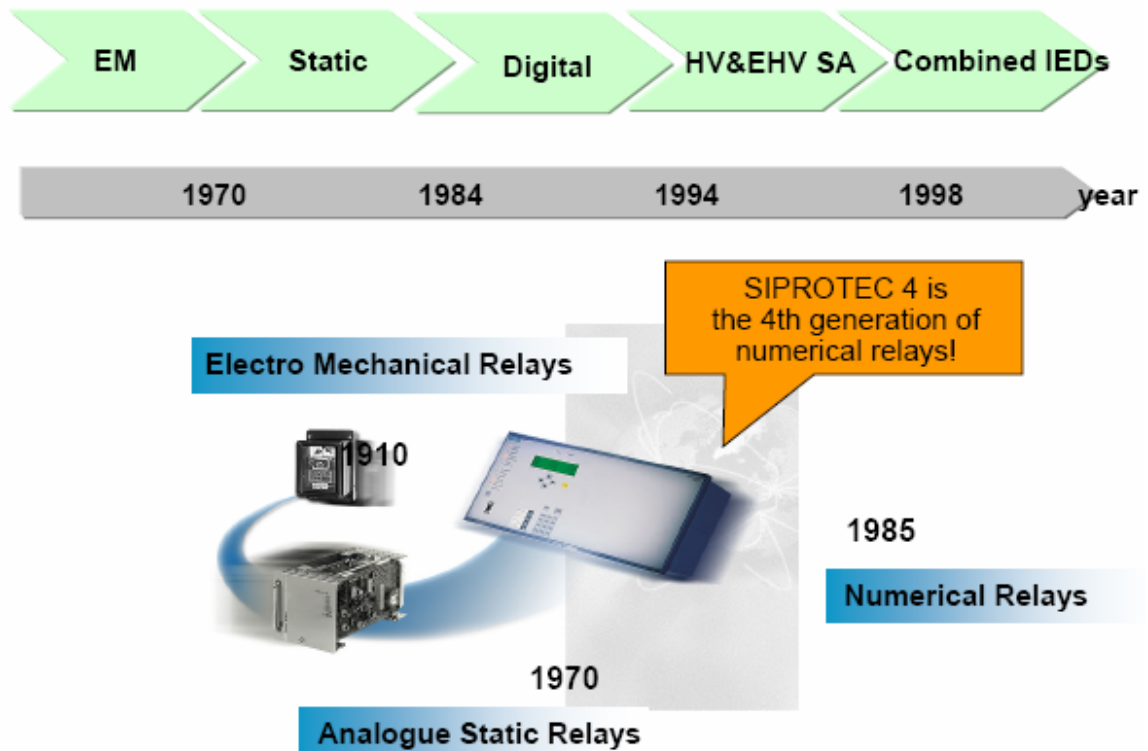
ABB公司的保護電驛發展



ABB公司的圖控軟體發展



Siemens公司的保護電驛發展



DIGSI - Yesterday and today

DIGSI 軟體研發的歷史沿革

MS DOS	DIGSI 1.0	1991
MS Windows 3.x	DIGSI 3.0	1994
MS Windows 3.x/95/NT4/OS/2	DIGSI 3.3	1998
MS Windows 95/NT4	DIGSI 4.0	1999
MS Windows 95/98/NT4	DIGSI 4.2	2000
MS Windows 95/98/ME MS Windows NT/2000	DIGSI 4.3	2001
MS Windows 2000	DIGSI 4.4	2002
MS Windows XP Professional	DIGSI 4.6	2004

二、保護電驛的分類

保護電驛一般可依下列幾種方式分類

➤ 依電驛作用功能分類：

A、保護電驛(protective relays)：旨在保護系統，於相關設備發生故障或不正常情況時，將相關故障設備隔離，或提供警示訊號。

B、調節電驛(regulating relays)：旨在調節電力設備之參數值，如ABB公司之RET-54__系列即可控制OLTC以調整變壓器電壓。

C、程序電驛(programming relays)：旨在配合運轉需求，檢測相關設備的動作程序。

D、監測電驛(monitors relays)：旨在監測相關設備的運作情況。

E、輔助電驛(auxiliary relays)：旨在輔助其他電驛設備。

➤ 依電驛輸入訊息分類：

當接受電驛保護的設備發生故障或不正常的情況時，該保護範圍的電流、電壓、頻率或設備溫昇…等將發生差異，因應這些參數之變化設計相關電驛，如電流電驛 (current relays)、電壓電驛 (voltage relays)、頻率電驛

(frequency relays)、溫升電驛 (temperature relays) ... 等。

➤ 依電驛動作原理或結構分類

此種分類方式多為因應材料科技的差異而造成電驛動作原理及結構的區分，如電磁機械式電驛(electromechanical relays)、晶體電驛(solid state relays)、微處理機式電驛(microprocessor relays)、熱效應式電驛(thermal relays)…等

➤ 依電驛動作特性分類

此即針對電驛的主要功能區分，如過電流(overcurrent relays)、測距(distance relays)、差動(differential relays)、低電壓(undervoltage relays)、過電壓(overvoltage relays) …等

➤ 依電驛保護對象分類

因應集合式保護電驛的發展，單一集合式電驛已可含括大部分的設備保護需求，故可將保護電驛以保護對象區分，如變壓器 (transformer)、輸電線路 (transmission Line)、饋線(feeder)、馬達(motor)…等

三、數位保護電驛的優缺點

數位式保護電驛一般都具有下列幾種單元：

A、輸入/輸出單元(Input/Output Unit)

B、類比/數位轉換單元(A/D Converter Unit)

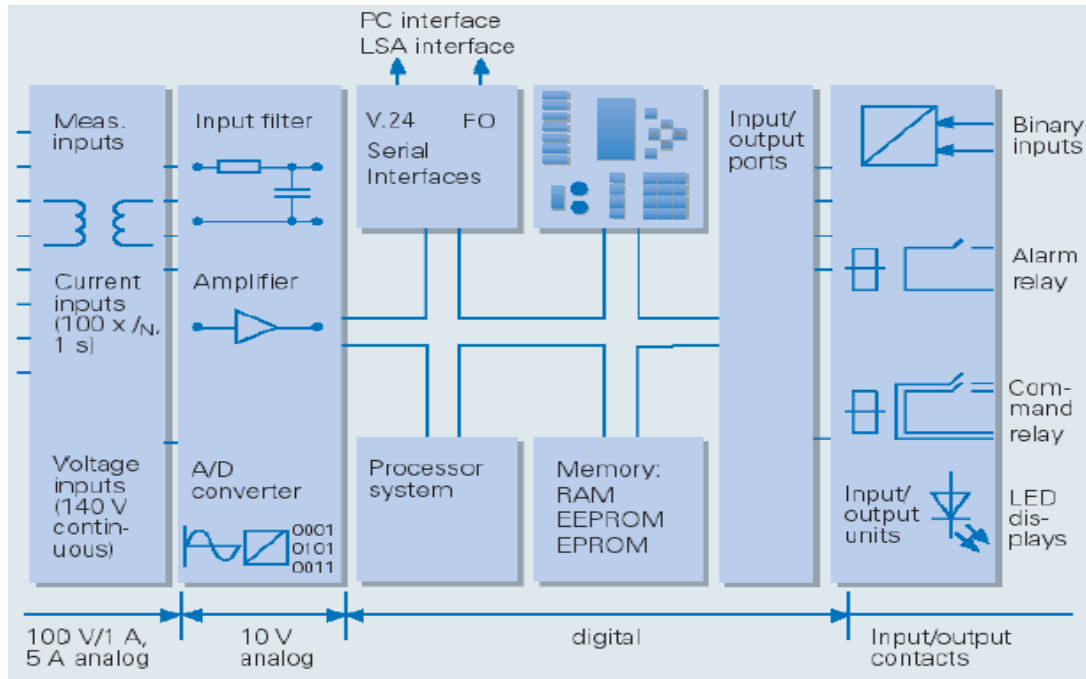
C、中央處理單元(CPU)

D、記憶體(RAM/ROM)

E、邏輯單元(Logic Unit)

F、顯示器(Display)

G、通訊介面(Communication Interface)



數位保護電驛的優點：

經濟且節省空間	以往保護一項設備可能需要數十個保護電驛，現在用一套集合式數位保護電驛就可以含括，整體而言後者較前者經濟許多，且後者所佔空間也遠小於前者。
運用較具彈性	輸入、輸出點在同一數量下，可依使用者需求彈性變換輸入訊號種類。
存取數據靈活	可依需求使用筆記型電腦於保護電驛設置現場或於遠端使用桌上型電腦更改電驛標置值、存取設定及下載事故資料。
自我偵測故障功能	隨時自我偵測，本體發生故障時可發出警報，並自動閉鎖跳脫功能。
事故記錄功能	可記錄事故發生的相關資料，供事後檢討分析。
維護週期長/維修時間短	維護週期甚長，而發生本體故障時，抽出式數位保護電驛可迅速更換備品。

數位保護電驛的缺點：

功能複雜、設定太多	因應功能的強大，相對保護電驛也更加複雜，因此保護電驛使用時，除程式規劃設計人員須徹底研究透徹外，規劃、使用人員也必須對該電驛有一定程度的了解。
-----------	---

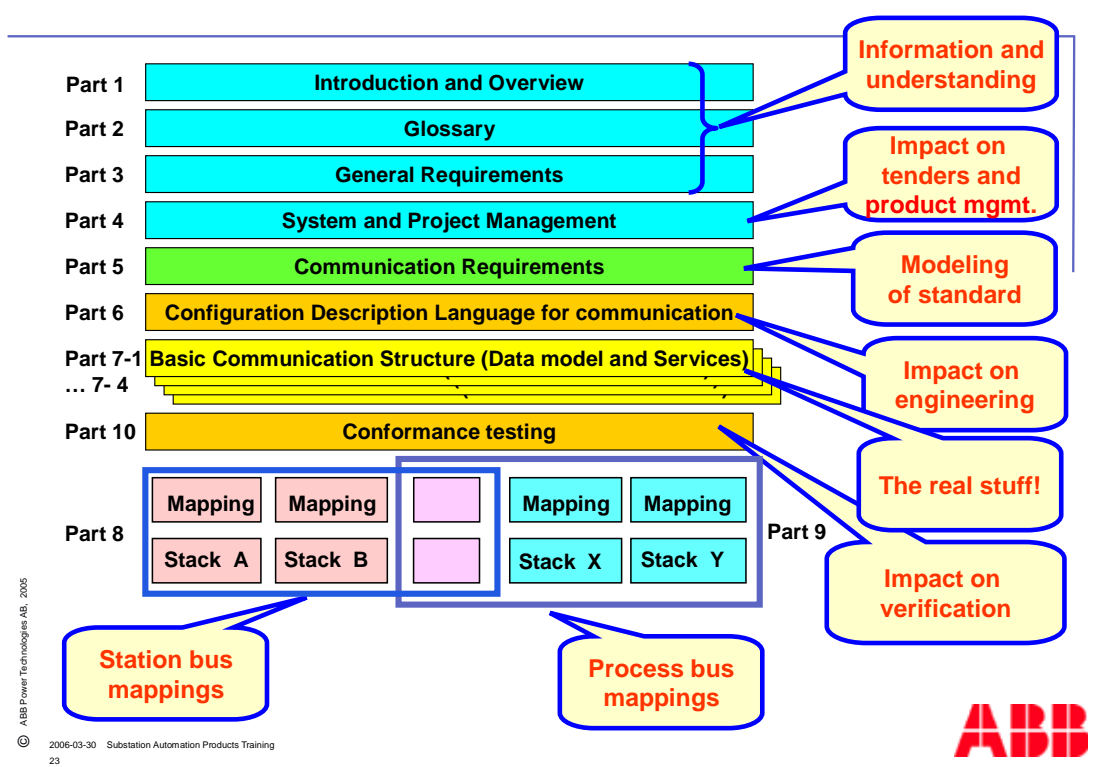
四、數位保護電驛的前景

材料科技的進步及個人電腦設備的日新月異，保護電驛的材質從早期的電磁線圈及金屬製的接點，到現在由IC電路板及各種電子電路的組合，加上記憶體及A/D轉換器，將整個資料數位化，再經由電腦CPU運算處理的數位保護電驛，此外保護電驛的體積也越來越小，功能越來越強大。

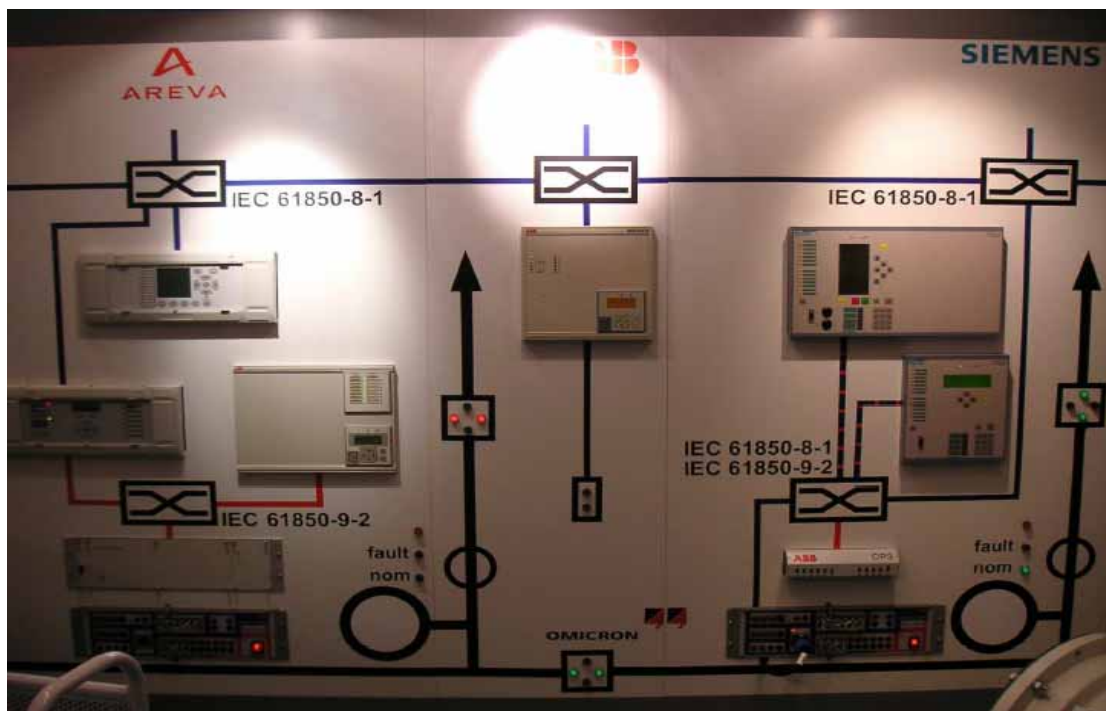
隨著通訊條件的日新月異與整合，使得全球的保護電驛間有一共通的通訊平台IEC 61850，IEC 61850標準係由ANSI之UCA 2.0及IEC之IEC 60870-5-103整合而成。



IEC 61850 整個標準架構如下：



在這個平台上，各家廠商仍能有各自獨特的特色，然而因為有共通的平台，整個保護電驛的市場將因而更加的開放，各國自動化系統大廠亦全力配合發展符合IEC 61850通訊協定之數位保護電驛，在可見的未來，各大電力公司的保護電驛盤面上將有看到下圖的可能。



未來隨著「人工智慧」的技術發展，如該技術應用於保護電驛系統中，則該系統甚至將有學習功能，未來保護電驛系統除了應有的保護功能外及紀錄每次的事件情況外，並且能對每次的事故加以判斷，將所有事件分析後產生一系列對策，回饋給保護電驛系統設計人員及使用者，作為保護電驛系統及電力系統日後改進的依據，屆時保護電驛將跨入真正的“智慧型保護電驛”的另一階段。



肆、各廠家保護電驛介紹

一、Siemens公司

本次前往西門子公司德國保護電驛廠，研究其變壓器保護電驛7UT6，其功能簡介如下：

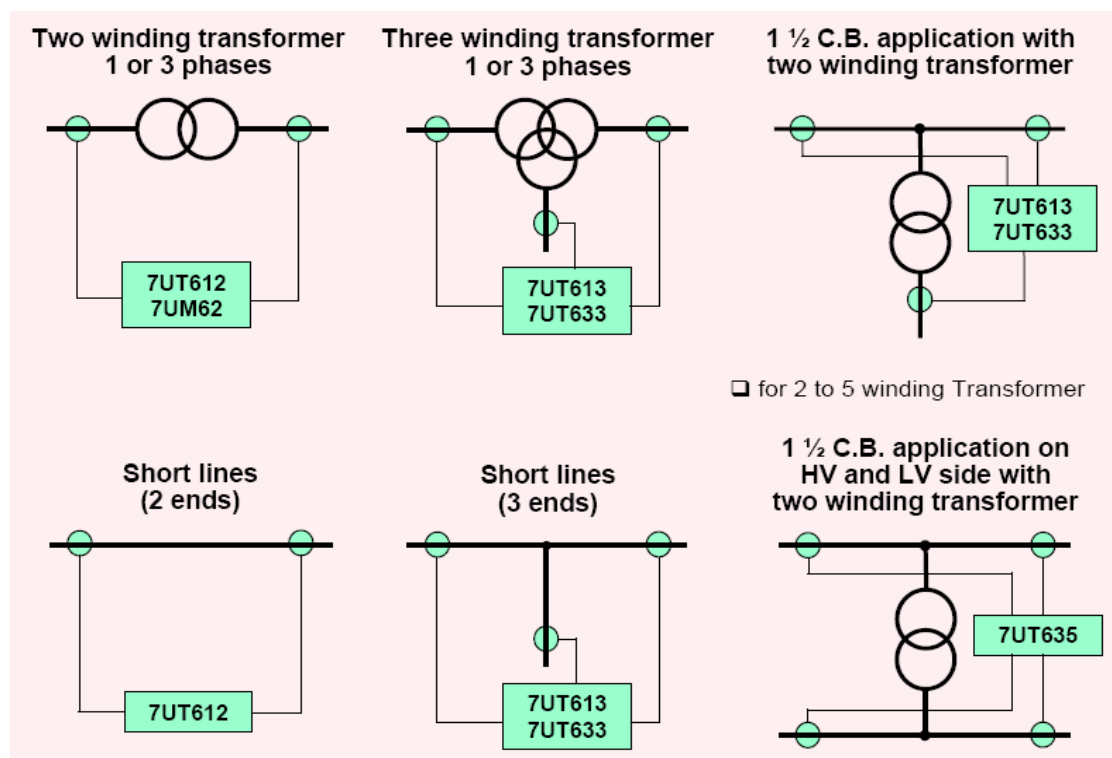


7UT6變壓器差動電流保護電驛在主要應用上可大致區分為：

7UT612-----2繞組變壓器用

7UT613/633-----2~3繞組變壓器用

7UT635-----2~5繞組變壓器用



7UT6除作為上述變壓器的差動保護使用外，另可用於發電機及電動機的差動保護、12回線的匯流排差動保護及串、並連電抗器的差動保護等。

7UT6系列的基本保護功能包括87、87N、50/51、50N/51N、50G/51G、46、49、50BF、38、86、74TC等保護功能，並依保護設備的需求差異增加24、59、27、81、32R、32F、60FL等。

Protection functions	ANSI No.				Three-phase transformer	Single-phase transformer	Auto-transformer	Generator/Motor	Busbar, 3-phase	Busbar, 1-phase
		7UT612	7UT613/33	7UT635						
Differential protection	87T/G/M/L	1	1	1	X	X	X	X	X	X
Earth-fault differential protection	87 N	1	2	2	X	X	X*)	X	-	-
Overcurrent-time protection, phases	50/51	1	3	3	X	X	X	X	X	-
Overcurrent-time protection $3I_0$	50/51N	1	3	3	X	-	X	X	X	-
Overcurrent-time protection, earth	50/51G	1	3	3	X	X	X	X	X	X
Overcurrent-time protection, single-phase		1	1	1	X	X	X	X	X	X
Negative-sequence protection	46	1	1	1	X	-	X	X	X	-
Overload protection IEC 60255-8	49	1	2	2	X	X	X	X	X	-
Overload protection IEC 60354	49	1	2	2	X	X	X	X	X	-
Overexcitation protection *) V/Hz	24	-	1	-	X	X	X	X	X	X
Overvoltage protection *) V>	59	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Undervoltage protection *) V<	27	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Frequency protection *) f>, f<	81	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Reverse power protection *) -P	32R	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Forward power protection*) P>, P<	32F	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Fuse failure protection	60FL	-	1	-	X	X	X	X	-	-
Breaker failure protection	50 BF	1	2	2	X	X	X	X	X	-
External temperature monitoring (thermo-box)	38	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lockout	86	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Measured-value supervision		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trip circuit supervision	74 TC	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Direct coupling 1		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Direct coupling 2		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Operational measured values		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Flexible protection functions	27, 32, 47, 50, 55, 59, 81	-	12	12	X	X	X	X	X	X

X Function applicable

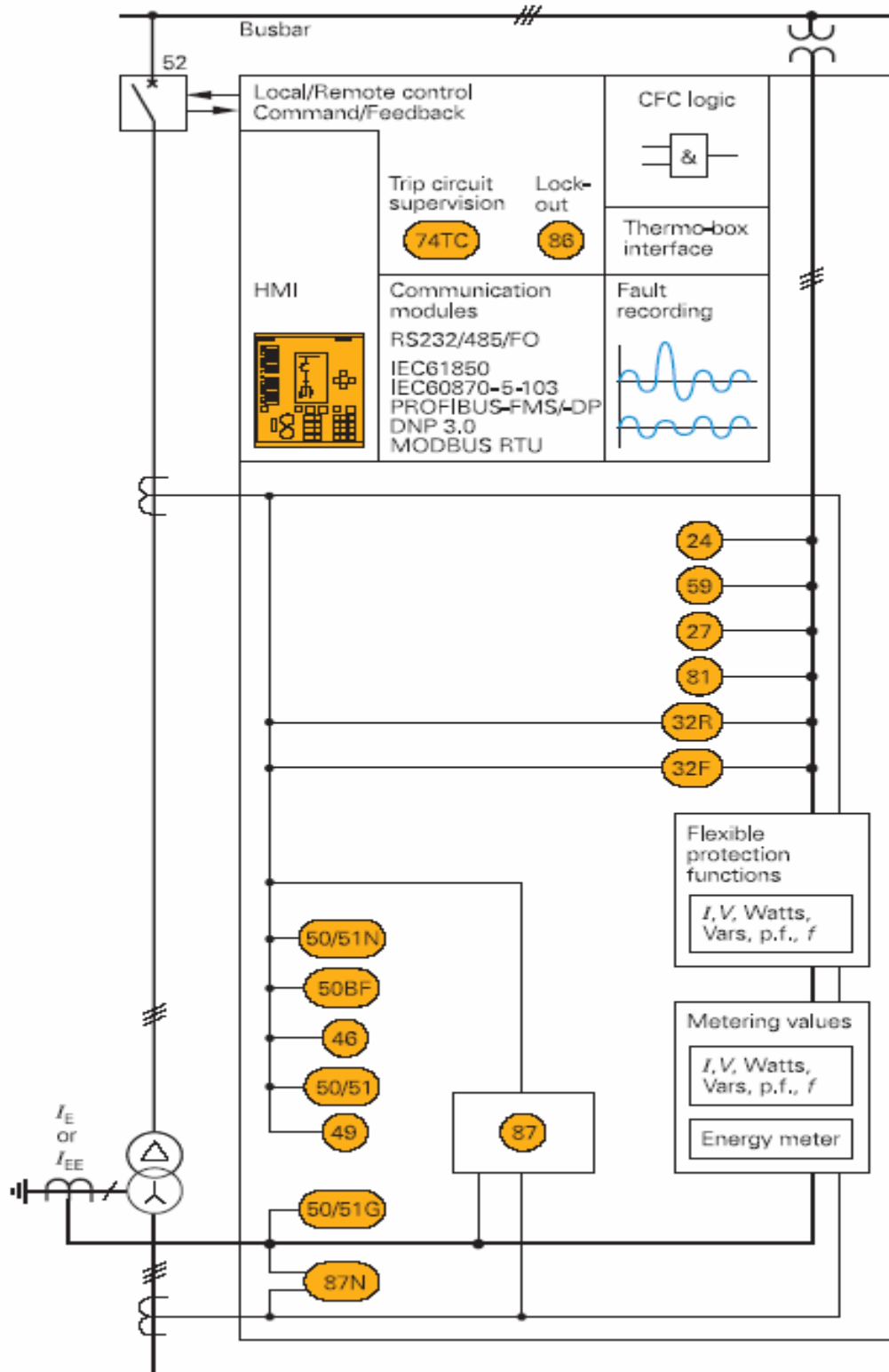
- Function not applicable in this application

*) Only 7UT613/63x

7UT6系列的功能差異表

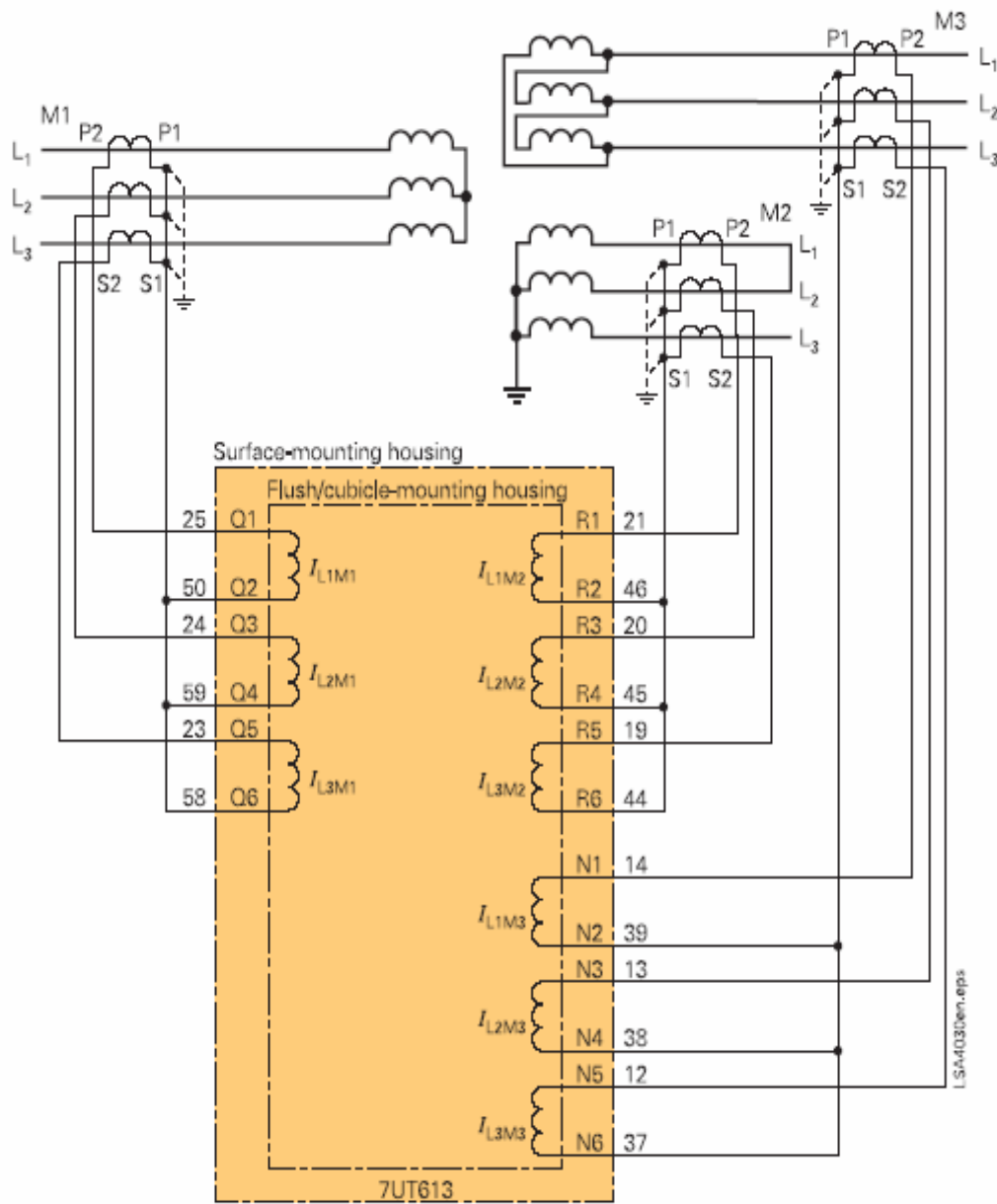
7UT6系列的控制功能包括：

- a. 控制斷路器和隔離開關
- b. 使用者定義的可編輯邏輯
- c. 經由鍵盤及二進位輸入控制DIGSI4或SCADA系統
- d. 7UT63X可圖示開關元件位置及鑰匙操作之近端/遠方開關。



7UT系列的功能圖

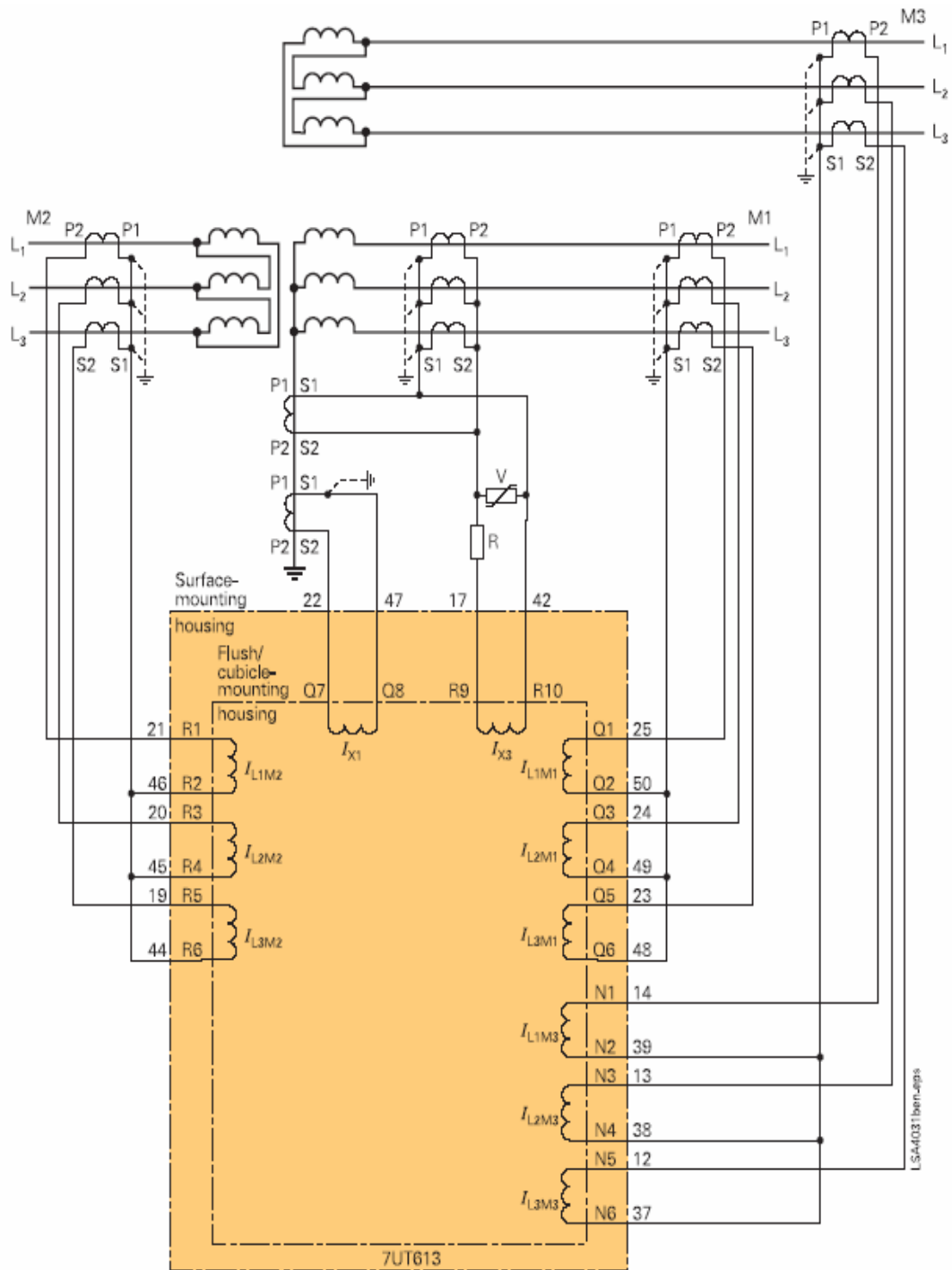
在此我們介紹7UT613應用於各種保護方式情況下的典型接線方式



7UT613應用於三繞組變壓器保護的典型接線圖

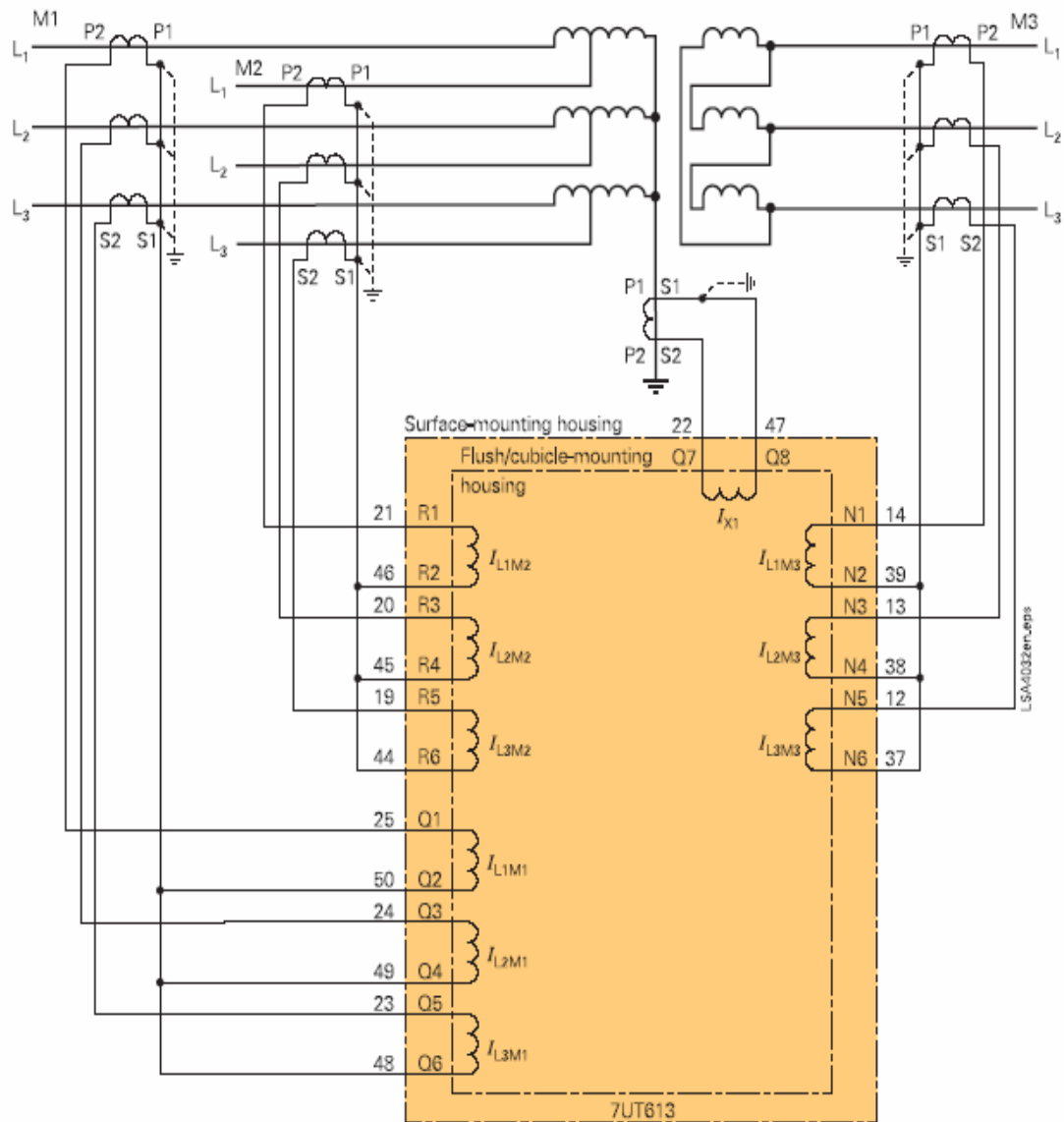
7UT6系列的監測功能包括：

- a. 保護裝置的自我監測
- b. 跳脫回路監測
- c. 故障濾波
- d. 不間斷的差動電流和抑制電流量測、運行值的量測等。



7UT613應用於三繞組變壓器保護，且變壓器中性點和接地點間有CT，

並附加高阻抗保護的典型接線圖； I_{X3} 連接高靈敏度輸入



7UT613應用於自耦變壓器保護，且變壓器中性點和接地點間有CT的典型接線圖

7UT6的通訊介面如下：

a. 電腦的DIGSI4通訊介面

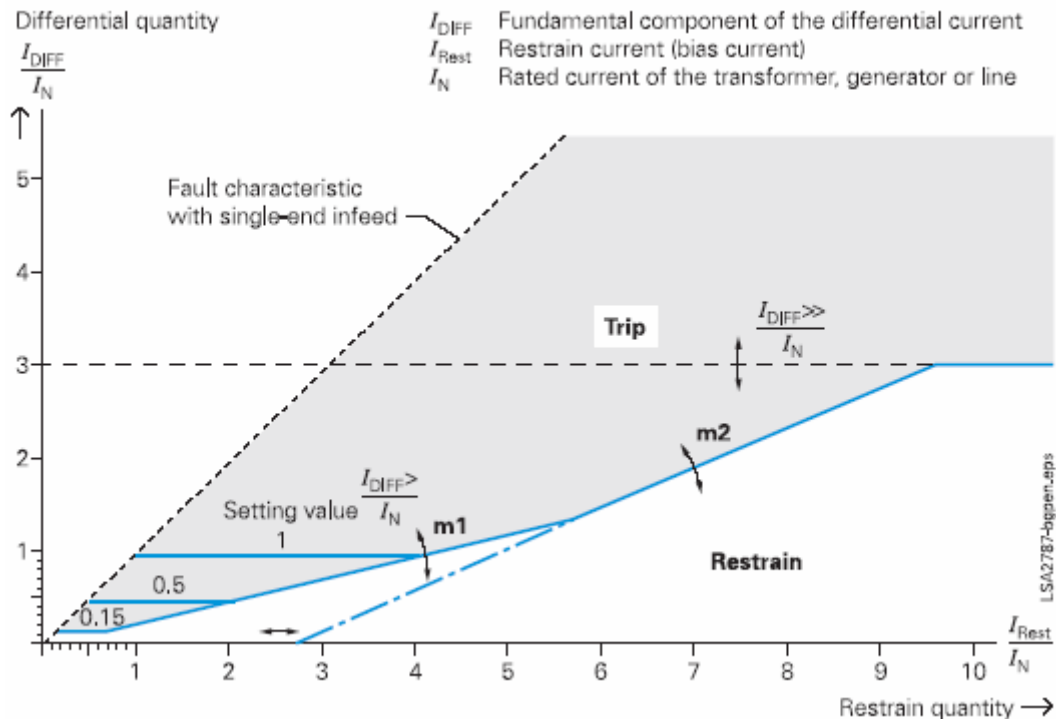
b. 系統介面：

IEC 61850 Ethernet、IEC 60870-5-103 protocol、PROFIBUS-FMS/-DP、MODBUS

或DNP 3.0

c. DIGSI4的服務介面(modem)/溫度監測(thermo-box)

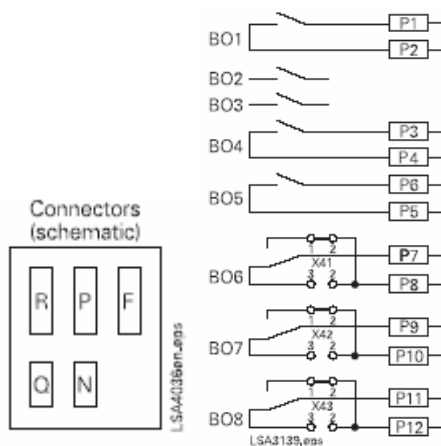
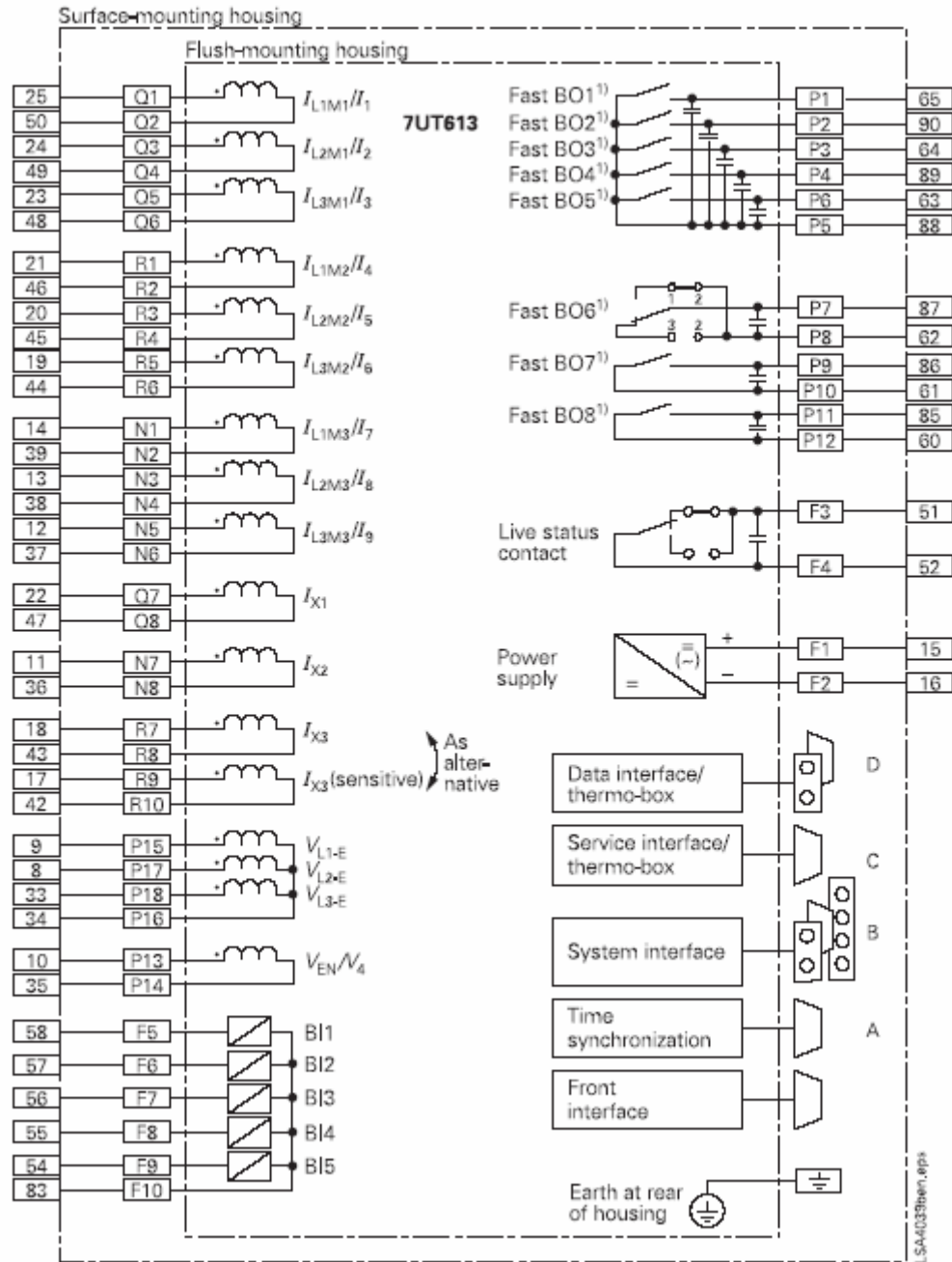
d. IRIG-B/DCF77的時間同步



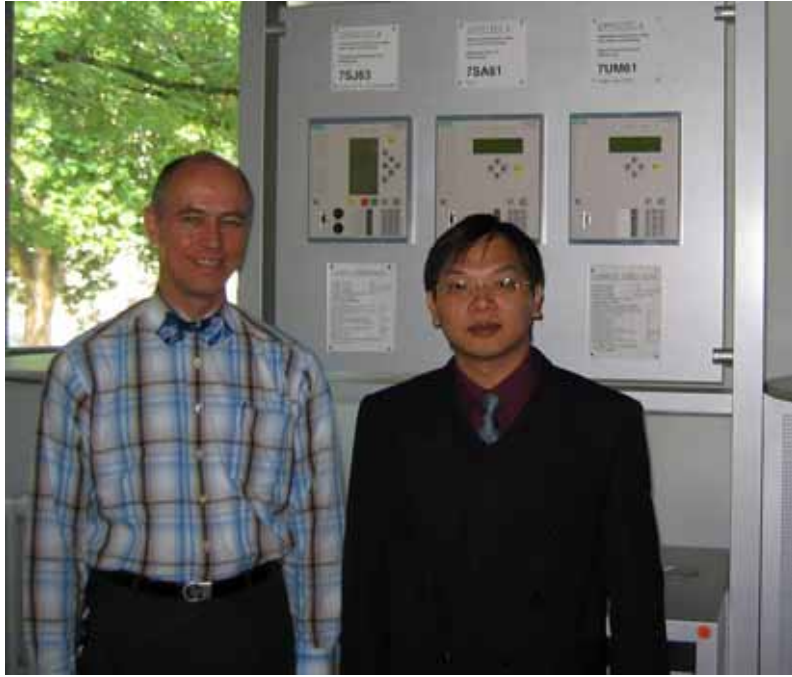
預先設置變壓器參數的三相故障跳脫特性曲線圖

7UT6作為快速和選擇性短路保護時具有下列特性：

- A、依據上圖的跳脫特性曲線，一般的靈敏度 $I_{DIFF} >$ 及高設定值 $I_{DIFF} >>$
- B、向量組合與比率匹配
- C、根據變壓器中性點的處理情況，零序電流計算可以考慮或不考慮中性點電流因素，7UT6可以量測和處理中性點回路CT的電流，對於單相故障此種方法將提高1/3的靈敏度。
- D、通過高設定值的差動保護元件，快速排除嚴重的變壓器內部故障。
- E、帶有二次諧波湧流抑制，交叉閉鎖功能可及時加以限制或關閉。
- F、帶有可選擇的三次或五次諧波穩定的過激磁抑制功能，在差動電流的基波成分大於設定值時啟動。
- G、外部故障造成CT飽和時的附加穩定功能。
- H、由於採用可定義的跳脫特性曲線，因此保護對直流成分及CT誤差較不敏感。
- I、差動保護功能可通過外部的2進位輸入方式閉鎖。



7UT613接線圖



與西門子公司德國保護電驛廠Peter van Gink先生合影

二、ABB公司

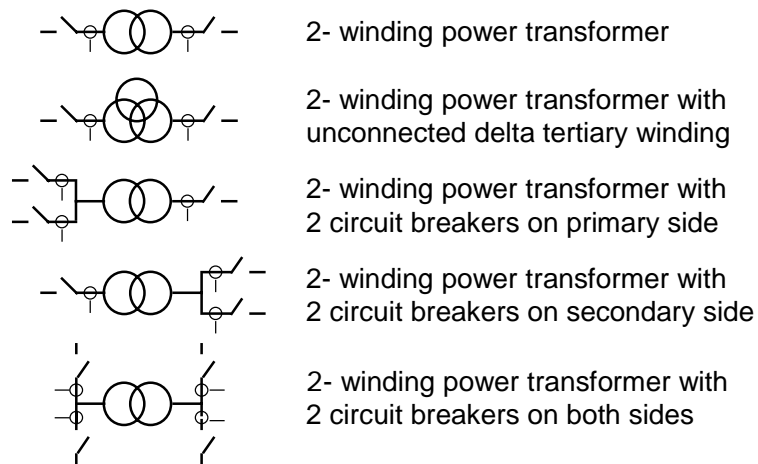
本次前往ABB公司芬蘭及瑞典保護電驛廠，研究其變壓器保護電驛RET 670，其功能簡介如下：



RET 670應用在變壓器差動電流保護上大致區分為：

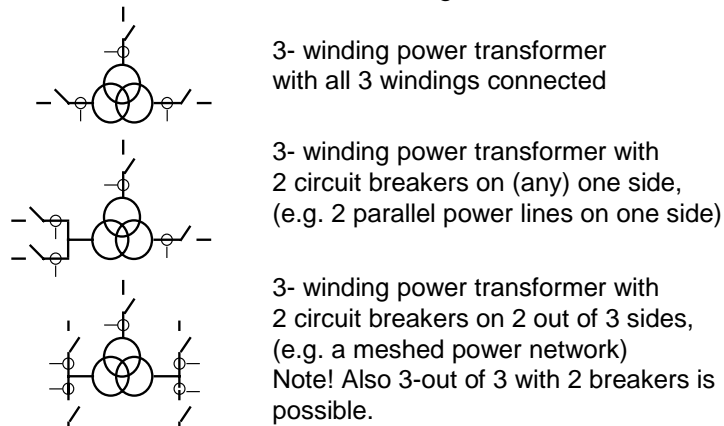
A、用於雙繞組變壓器之情況

Differential Protection of 2- winding Power Transformers

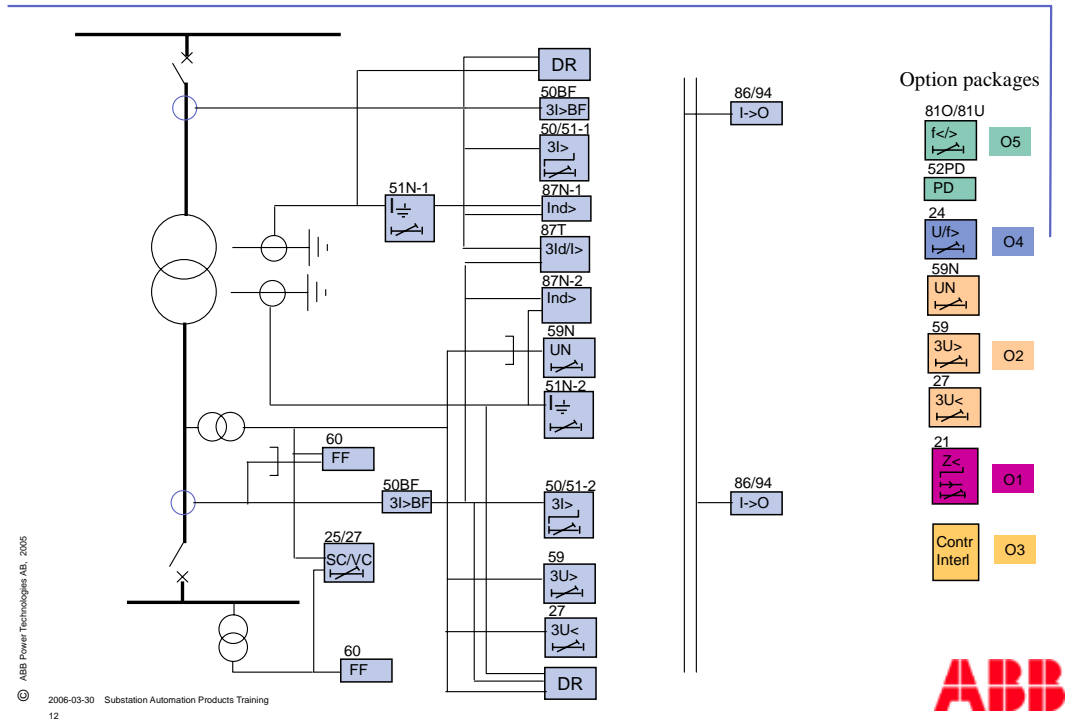


B、用於三繞組變壓器之情況

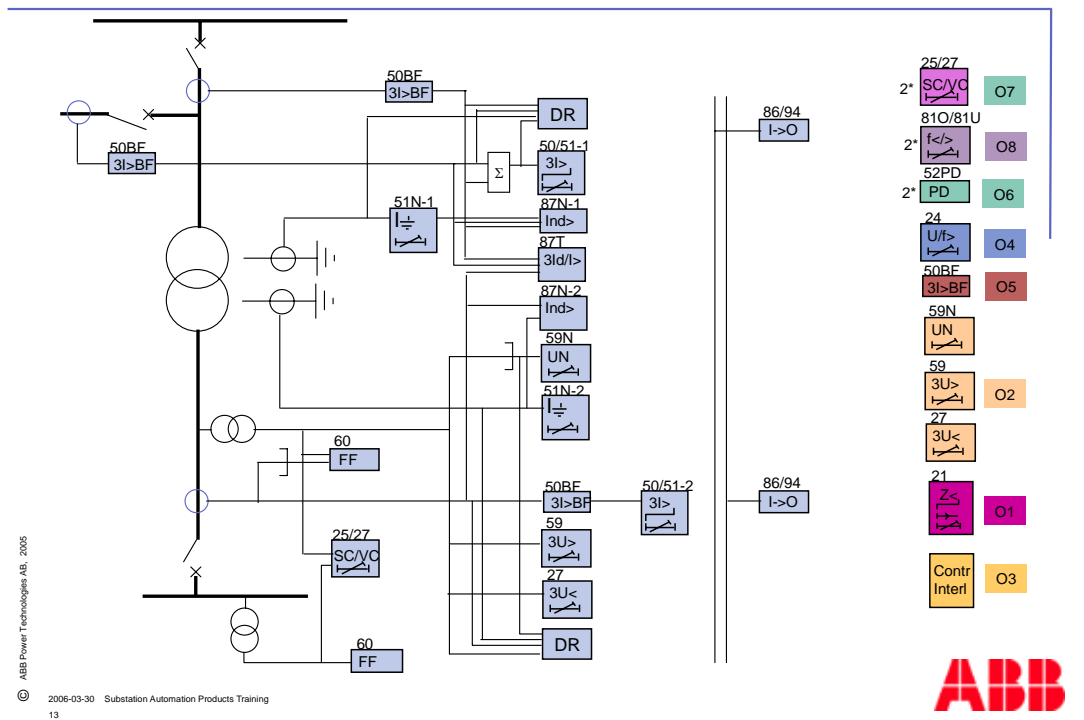
Differential Protection of 3- winding Power Transformers



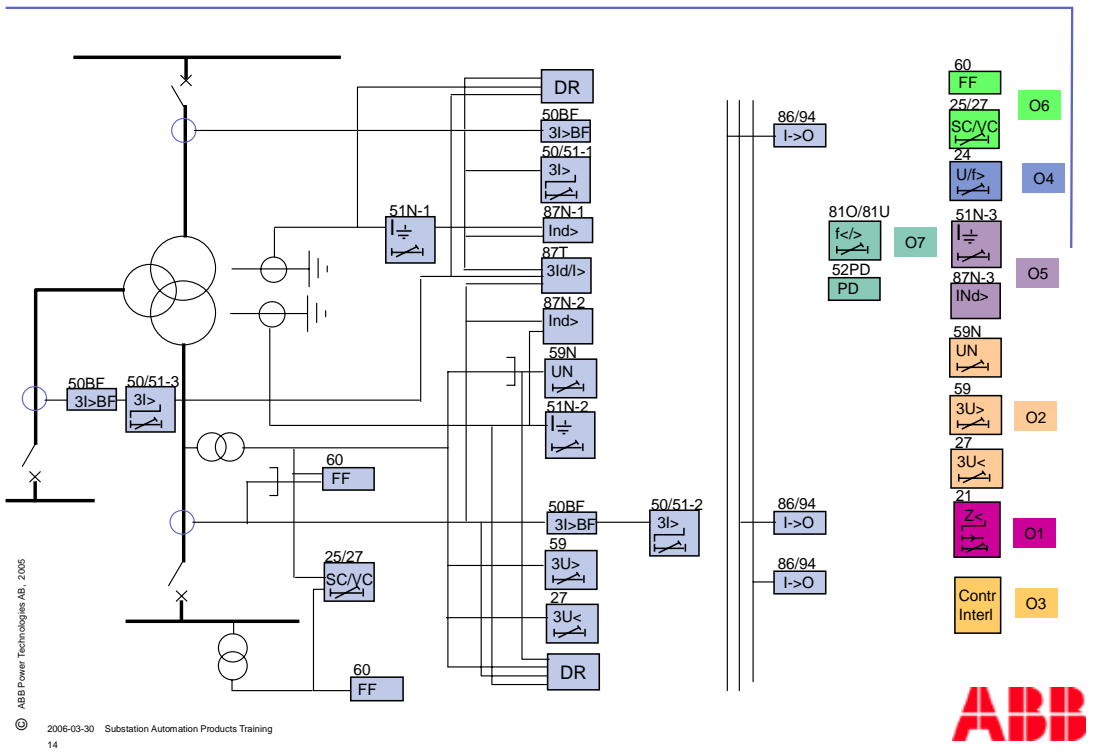
RET 670的基本保護功能包括87、87N、87X、21、78、50/51、50N/51N、50G/51G、67、67N、49、50BF、52PD、27、59、59N、24、81、25等保護功能。



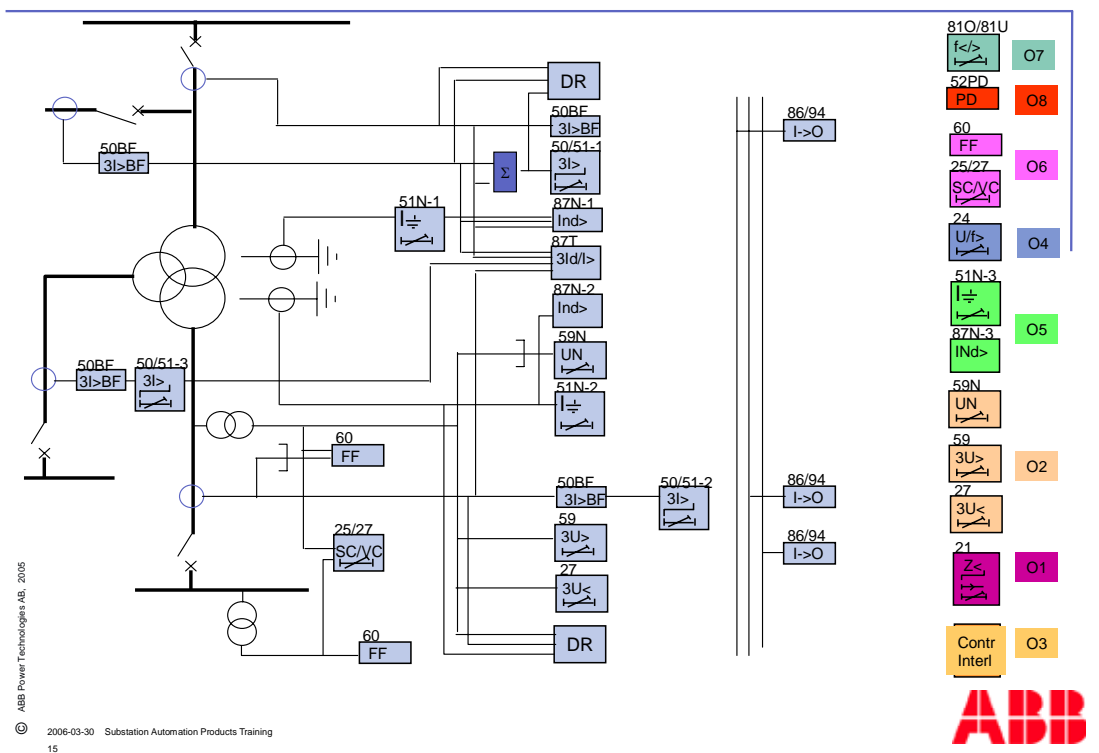
RET 670應用於單斷路器雙繞組變壓器的功能圖



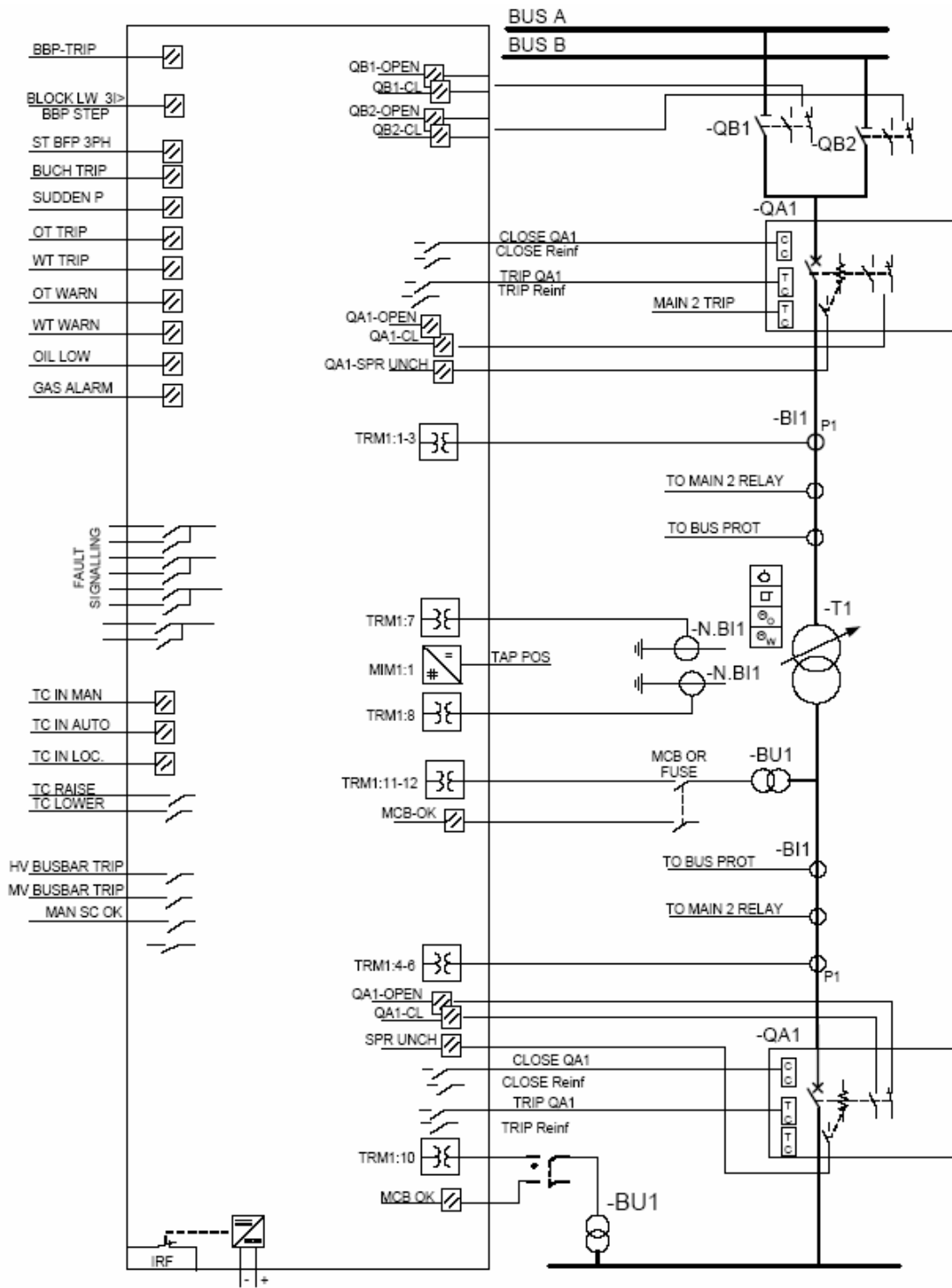
RET 670應用於多斷路器雙繞組變壓器的功能圖



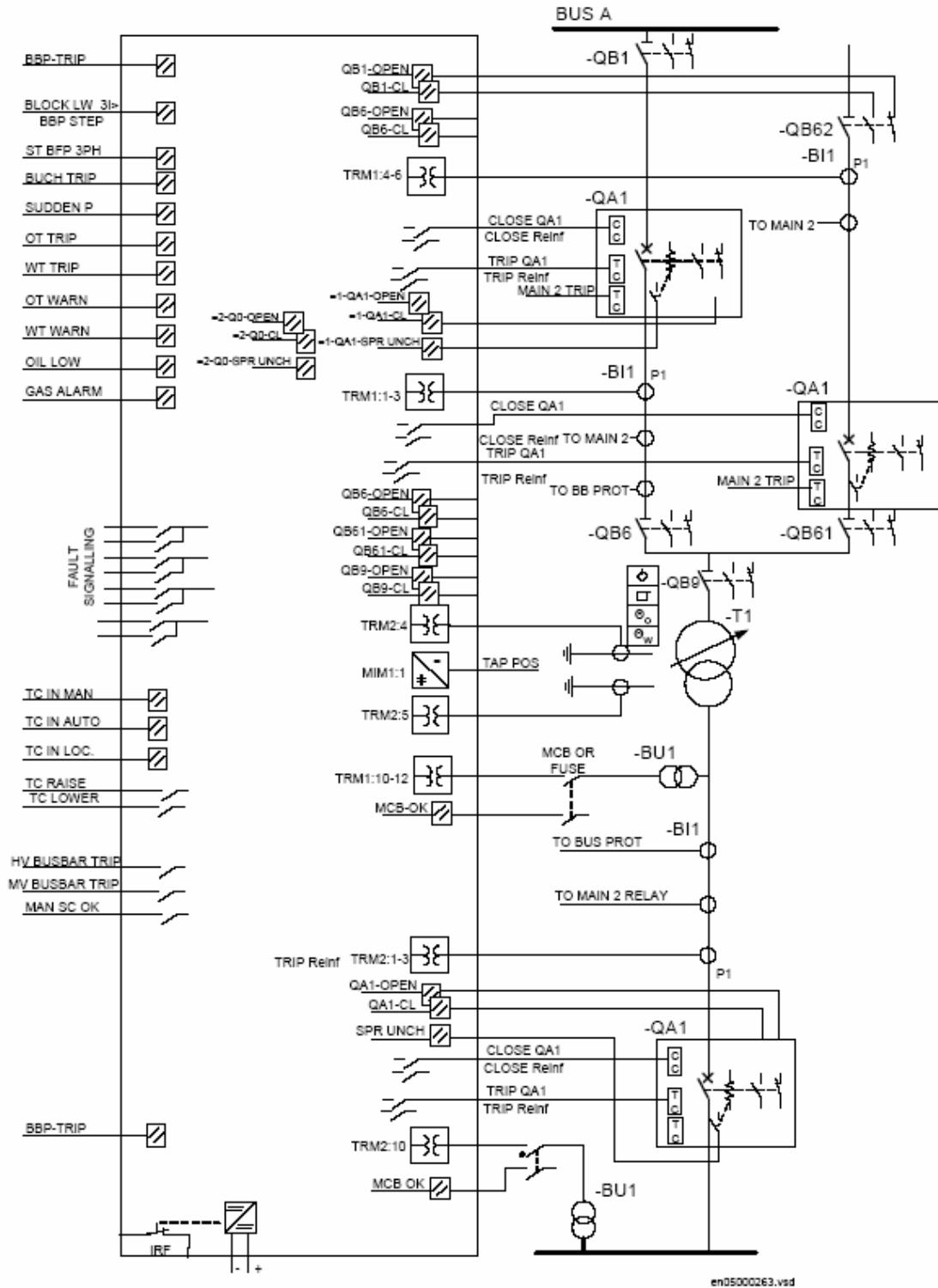
RET 670應用於單斷路器三繞組變壓器的功能圖



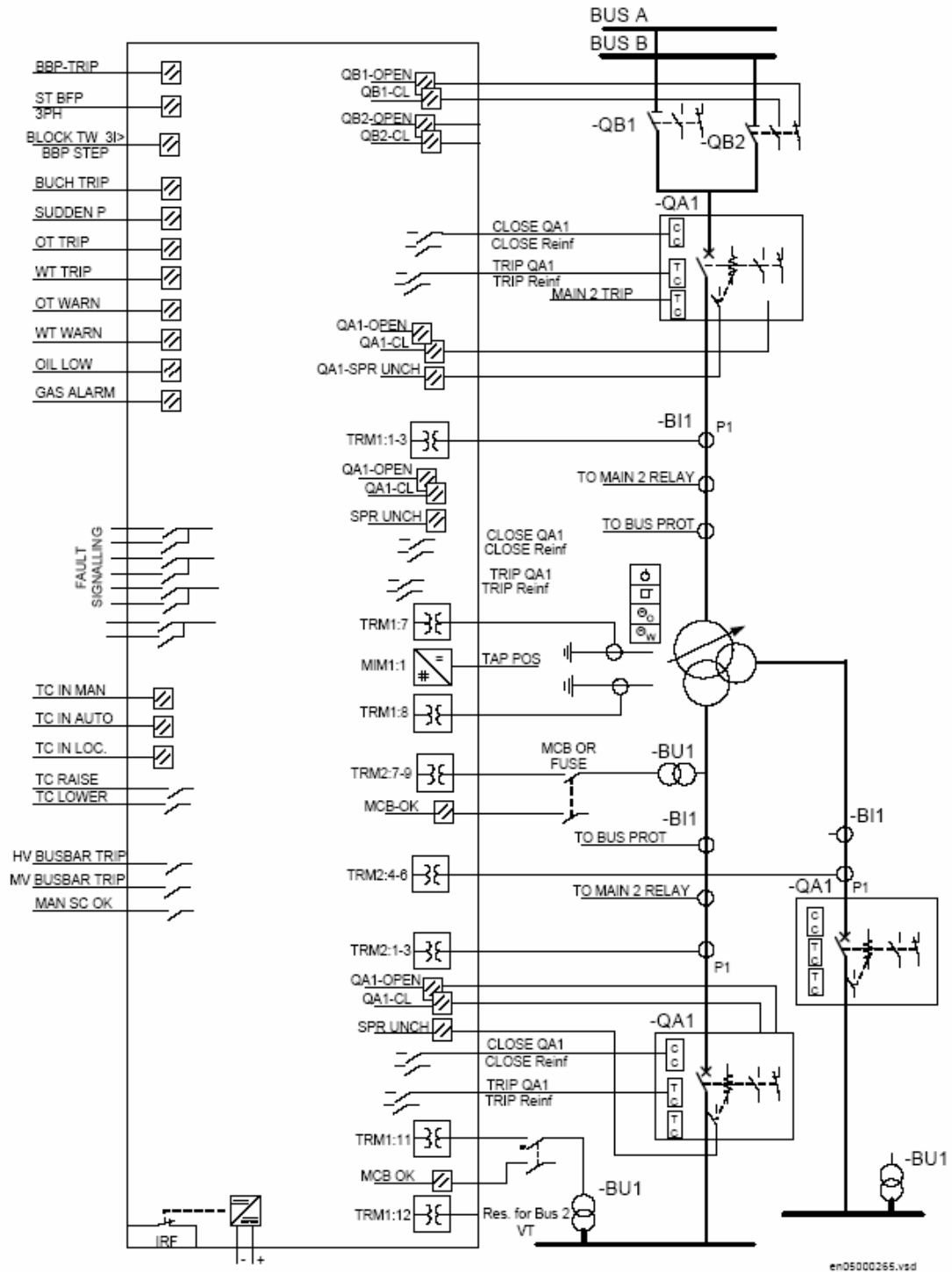
RET 670應用於多斷路器三繞組變壓器的功能圖



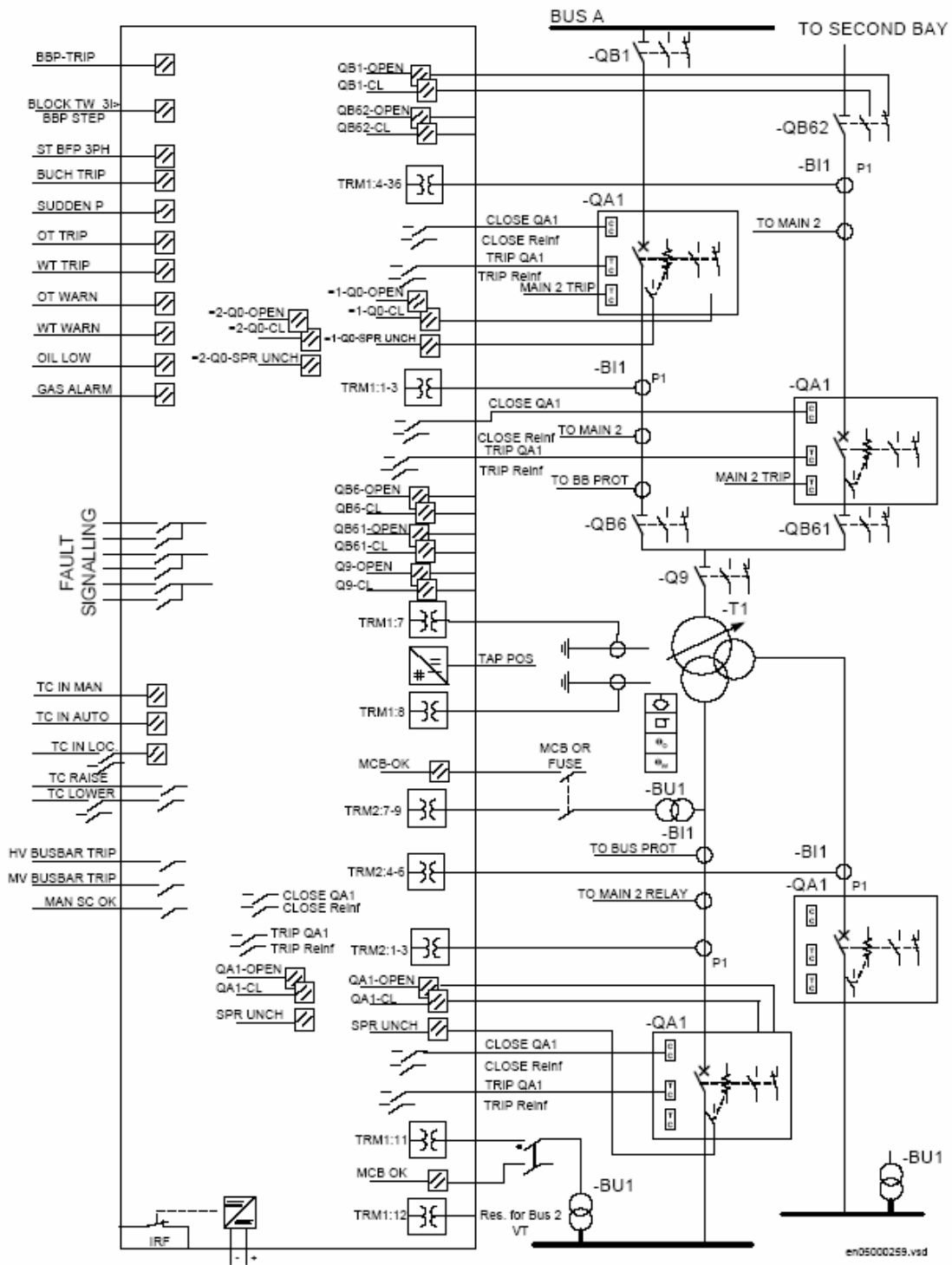
RET 670應用於單斷路器雙繞組變壓器的接線圖



RET 670應用於多斷路器雙繞組變壓器的接線圖



RET 670應用於單斷路器三繞組變壓器的接線圖



RET 670應用於多斷路器三繞組變壓器的功能圖

RET 670提供各種類型的變壓器有選擇性的快速保護、監測和控制，如雙繞組或三繞組變壓器、自耦變壓器、相位移變壓器、帶投切控制的並聯電抗器、電廠的升壓變壓器及特殊的鐵路供電變壓器等，此外還能作為輸電線及電纜的後衛保護及有載分接頭控制（可同時控制2個有載分接頭）。

RET 670於硬體部份可以分為下列三種尺寸：

1/2 case size (h) 254.3 mm (w) 210.1 mm

3/4 case size (h) 254.3 mm (w) 322.4mm

1/1 case size (h) 254.3 mm (w) 434.7mm

Table 1: Designations for 1/2 x 19" casing with 1 TRM slot

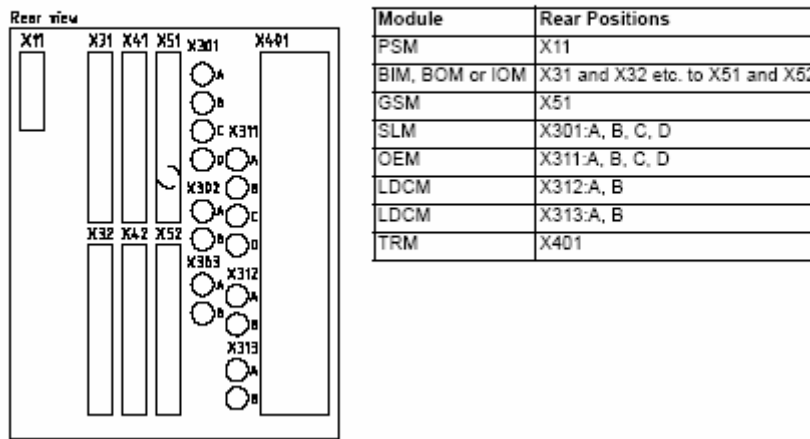


Table 2: Designations for 3/4 x 19" casing with 2TRM slot

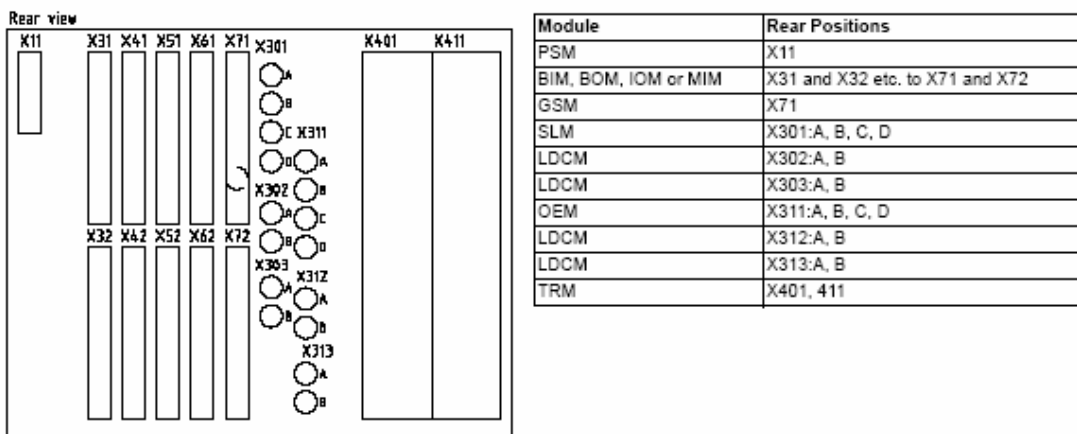
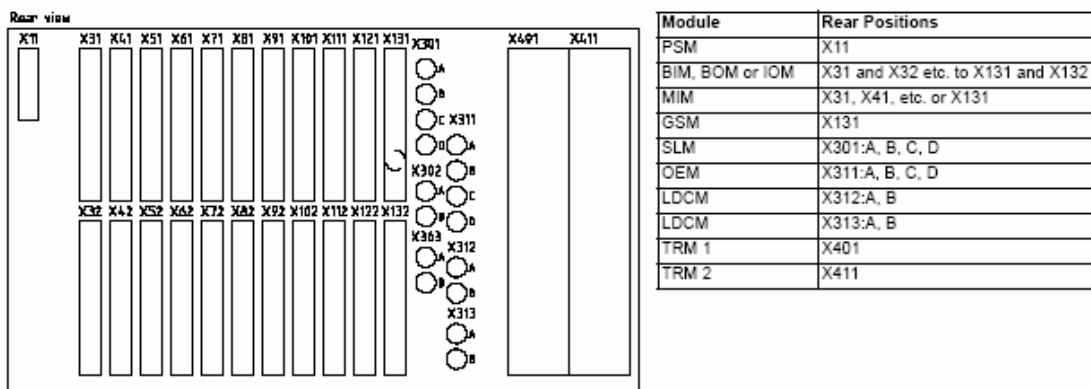
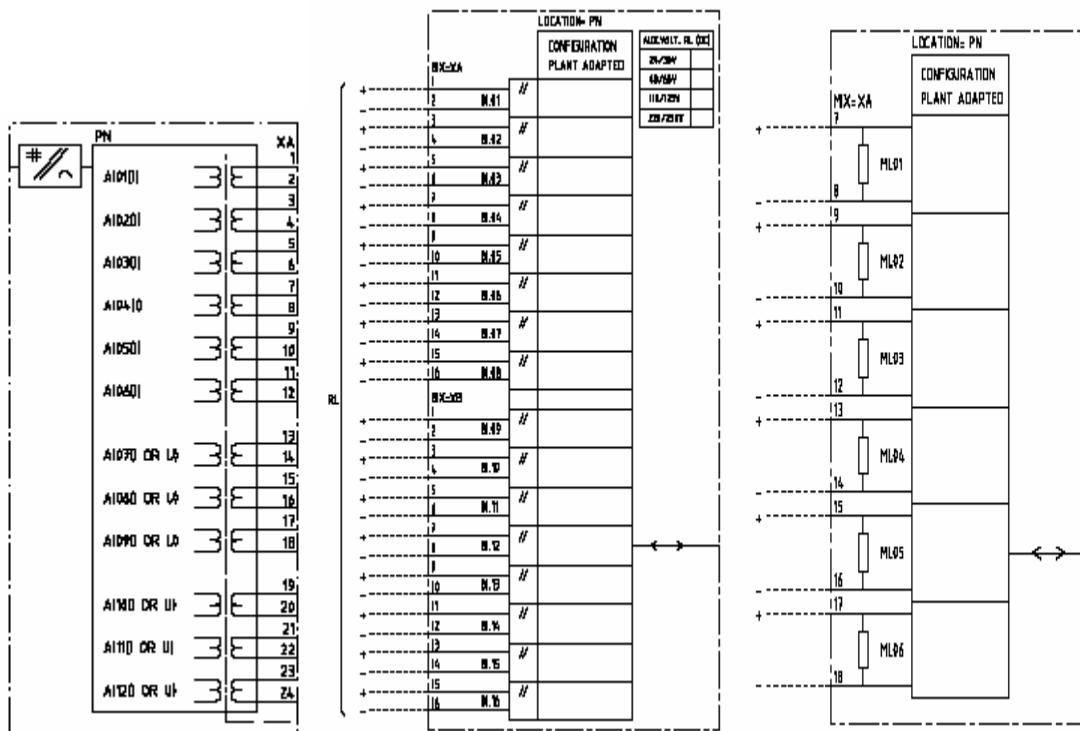


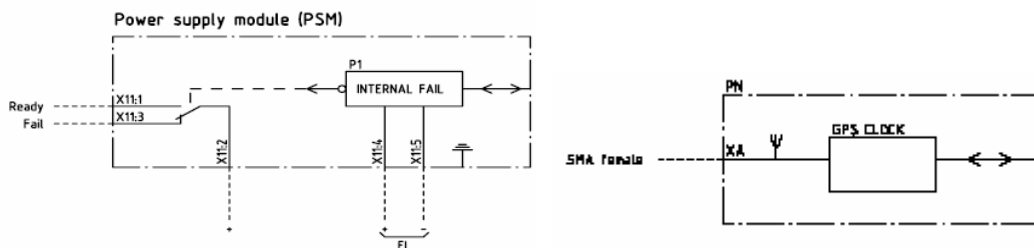
Table 3: Designations for 1/1 x 19" casing with 2 TRM slots



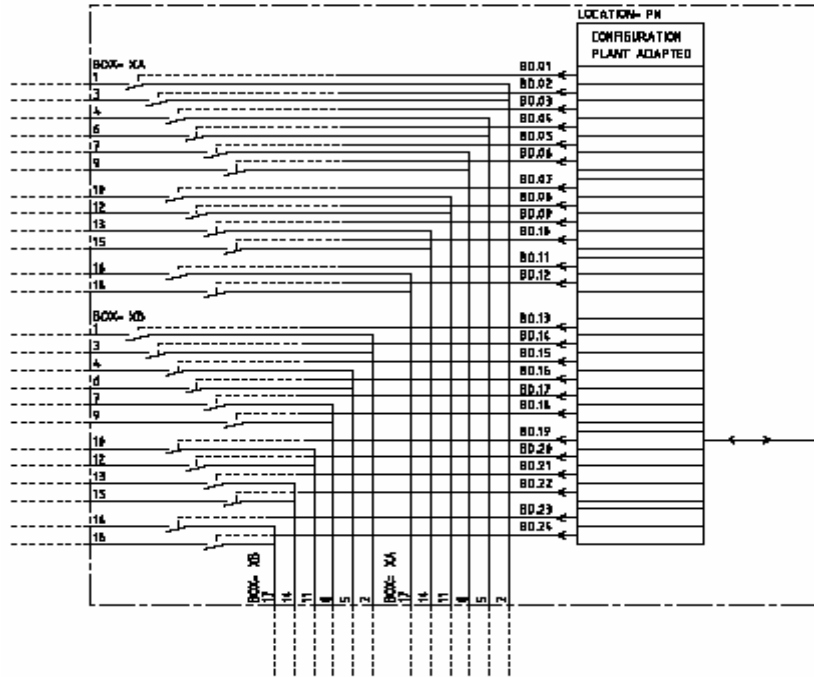
上圖的RET 670的相關模組如下：



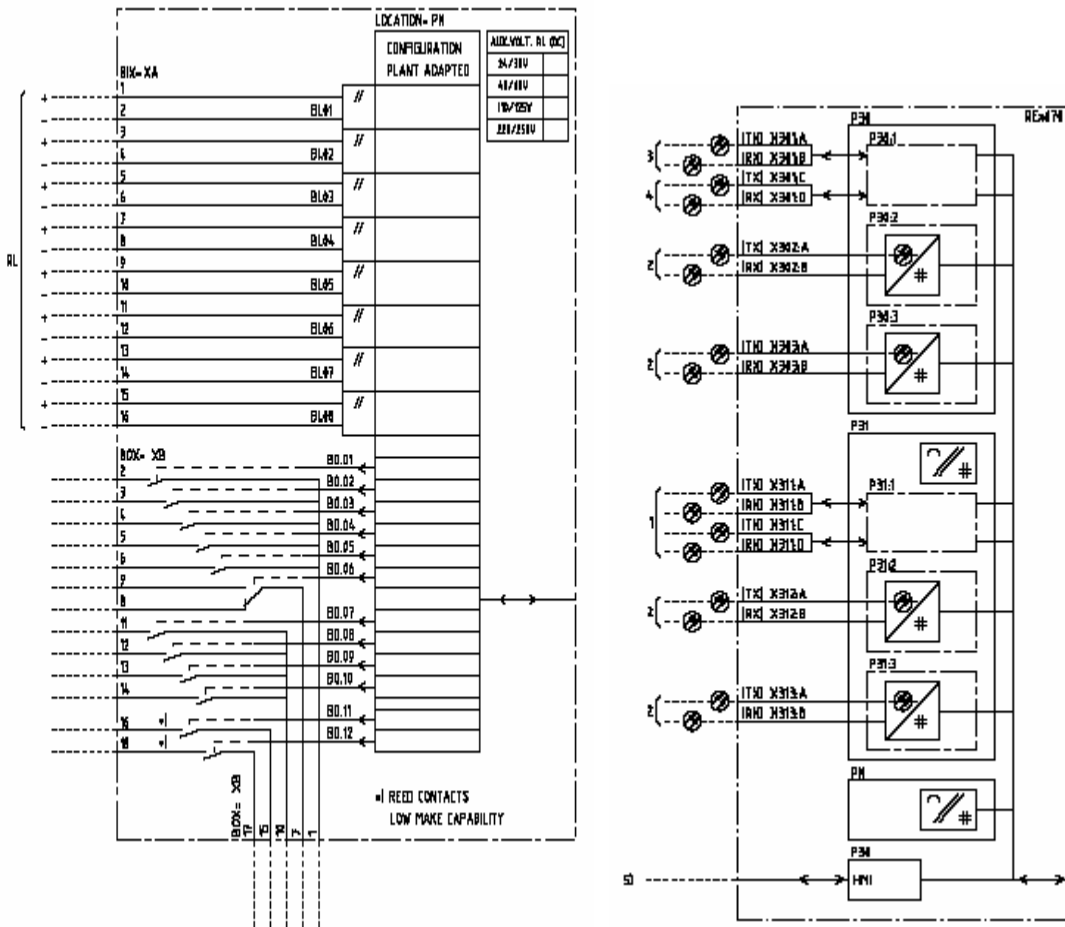
RET 670的變壓器輸入模組(TRM)、二進位輸入模組(BIM)及mA輸入模組(MIM)



RET 670的電源提供模組(PSM)及GPS模組(GSM)



RET 670的二進位輸出模組(BOM)



RET 670的二進位輸入、輸出模組(IOM)及通訊介面(OEM、LDCM、SLM及HMI)

RET 670的類比輸入模組(AIM)每組有12個類比輸入，可以採用12個電流訊號或9個電流訊號+3個電壓訊號或6個電流訊號+6個電壓訊號等三種方式作為輸入模式，其輸入訊號可依需求指定為1A或5A的訊號接收模式。

RET 670的控制功能包括：

- a. 多至30個電器設備的控制
- b. 適用於不同排列方式的開關設備的閉鎖模組
- c. 可選的後備功能
- d. 同步檢測、電源檢測及同步功能
- e. 可編輯邏輯

RET 670的監測功能包括：

- a. 故障濾波
- b. 1000個事件記錄
- c. 故障報告
- d. 事件及跳脫值紀錄
- e. 故障定位
- f. 事件計數器
- g. 交流及mA量監視

RET 670的通訊介面如下：

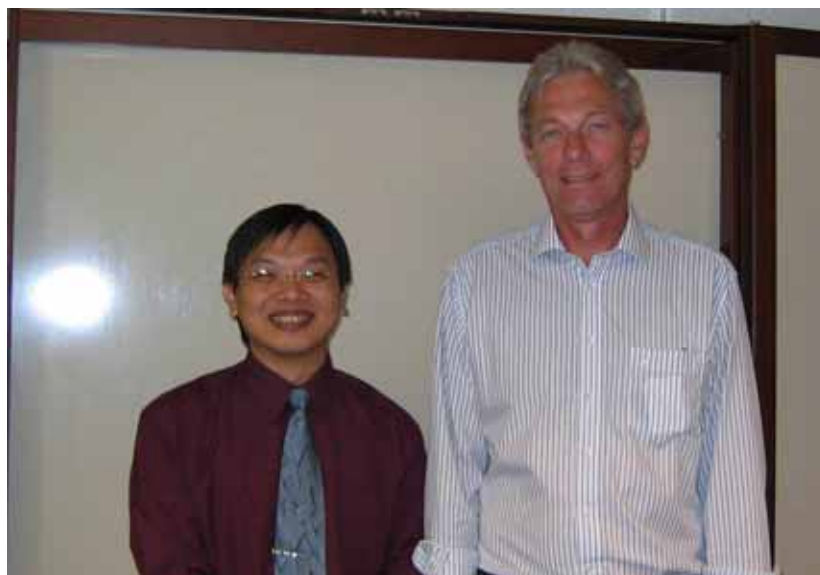
- a. IEC 61850包括GOOSE信息廣播功能
- b. IEC 60870-5-103
- c. LON
- d. SPA

RET 670用於差動保護時最多可有6個電流抑制輸入，也允許任意兩側為多斷路器接線，其通訊能力可整合到變電所自動化系統中或作為獨立的多功能裝置使用。

RET 670具有四段相間和接地距離保護，允許在一套裝置中同時保護變壓器及線路，距離保護也可以做為後衛保護，內置震盪閉鎖檢測功能能防止系統擾動時誤動作。



與ABB公司芬蘭保護電驛廠Janne Sillanpää先生合影



與ABB公司瑞典保護電驛廠Ake Lindevall先生合影

伍、心得及建議事項

心得：

感謝公司及長官們給健哲這個機會出國實習，讓我能藉著這個機會，將工作中及書本上的資料與ABB公司及Siemens公司的保護電驛相互印證，也感謝在健哲出國實習這段期間相關工作同仁的包容跟幫忙，這段期間長官跟同仁對健哲的幫忙都令健哲倍感溫暖。

在Siemens德國柏林保護電驛廠參訪他們的生產線時讓健哲印象深刻，除了如一般電子廠須清潔鞋子及穿著防塵衣外，整個生產線包括一連串的檢測與複核，每一個動作結束後就以儀器驗證，如有些微差異處，則另行由專人檢測，員工一絲不苟的態度在在使得健哲讚嘆；ABB芬蘭保護電驛廠參觀ABB公司的保護電驛試驗部門及辦公大樓人性化的工作空間也著實讓健哲獻慕不已。

建議：

建議公司能審慎的考慮，儘速全面引進數位式保護電驛，應用於本公司的各項電力系統設備上，並持續派員出國從事保護電驛的研究，讓本公司的數位保護電驛相關技術與世界接軌。