

# 內部網路科技應用於電力系統保護

中華民國電驛協會秘書長 周南焜

## 前言：

在近期的科技新發明中，資料傳輸的發展方向，已偏向著重於內部網路及網際網路中。近幾年這些科技更加緊腳步被運用於電力系統保護及自動控制領域。在這同時，這些領域中所面對的主要課題為如何升級及改善電力系統保護及自動控制效能。持續擴充中的內部網路科技，在這一波的效能改善聲浪中，長期以來講扮演重要的腳色。在使用內部網路科技的情形下，從中心的工作站上進行對遠端保護電驛的操作及監控，已經是非常的容易實現。雖然採用此種架構會造成維護成本的大幅增加，但是比起其帶來的利益；不需離開維護站就能針對廣大區域中的所有保護電驛系統進行維護及監控，這個成本是值得的。這個系統以”區域代理程式”的方式，不僅可讓遠端工作站監控各地方的保護電驛，也可以直接進行測試程序。雖然內部/網際網路科技所帶來的方便及發展有無限可能，但是從外部控制所面對的安全問題必須先行解決。在這篇文章中，會描述基本理論及各式的安全保護科技。

## 1. 緒論

日本的電力工業導入資訊科技，主要是在其政府對電力工業保護傘撤銷後用於改善企業管理的效能及增加客戶服務的額外價值。實際實踐於電力工業中的資訊科技，主要為材料採購，如：資料管理、客戶的交易率、及電力的牌價。其中一個比較好的例子為電力傳輸區域；資訊科技使

用於變電所自動化及提升保護系統的操做效益。

改善效益的詳細主題為：設備操作資訊，如：電力系統嚴重錯誤、裝備故障、視察相關資訊、維護計畫、整體改善、修繕設備，將維護計畫付諸實施；另外由設備視察中獲得的資訊，可判斷出設備的堪用年限。

內部網路科技針對前述問題的實作，主要是期待能快速反應設備裝置等在使用壽命中的任何故障及延伸問題。由此我們能期待降低設備投資成本、人事最適安排、整體操作效能的改善。

## 2. 日本，資訊科技及內部網路應用於保護系統的趨勢

內部網路在電力公司特別受歡迎的同時，通訊網路在日本的電力工業中也被廣泛的使用，且通常結合各別設備的通訊裝置。電驛製造廠也開發其專有的內部網路設備。從資訊科技標準發展的角度來看，這幾年保護電驛結合標準的通訊設備的持續發展及應用，造成各製造商間為了成本降低的要求而反映出公開的資訊架構之需求有漸漸浮現的趨勢。保護電驛結合資訊科技的例子包含資料傳輸於現代數位保護電驛系統及一個控制站經由廣域網路(WAN)迴路並使用光纖作為維護操作作用，為了證實電驛指示資料的目的(電驛操作狀況、故障指示...等等)及執行遠端操作及監控。日本最近的趨勢總結為：

從記號型網路(IBM 專有)轉換至乙太網路/內部網路使用於電驛；區域網路的

建置是為了遠端維護；備份功能，而日本的電力公司以建置區域網路來運用於通訊網路；控制功能上。每個這樣的區域網路提供各種電力公司發展其專責的應用。這是因為公司的員工以記號型網路維護其資

訊安全。現在經由普通的瀏覽器存取必要的設備已經成為可能，這個結果是由於開發保護設備結合標準介面（TCP/IP）負責操作狀況資訊、不規則資訊、及各種不同的保護電驛控制存取的需求逐漸成長。

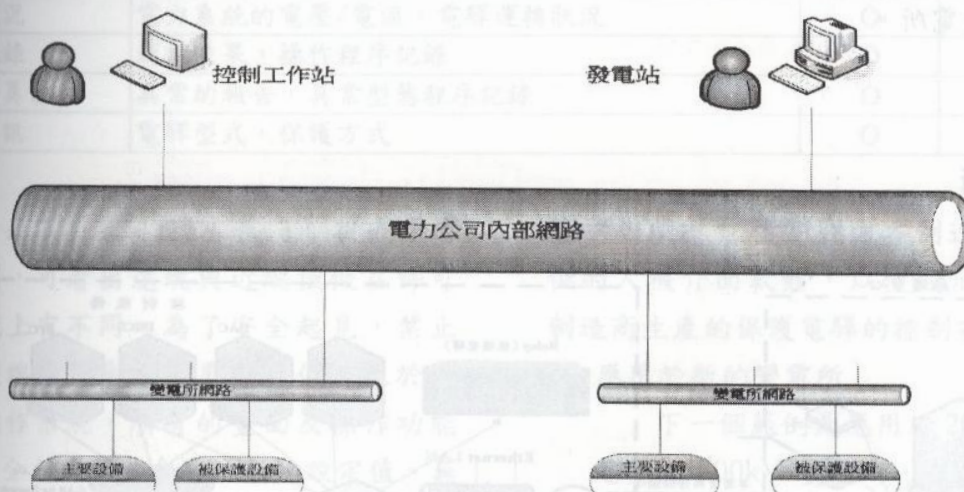


圖 2.1 通訊網路架構

網頁科技（WEB technology）的好處 / 使用一般用途的個人電腦及瀏覽器 / 互通：

保護電驛以網頁科技為基礎的好處。第一，只要連接至電力公司內部網路，便可以從任何點（變電所或控制站）存取及控制保護電驛。第二，當故障事件發生時，維護廠商專責人員經過適當的授權後，便可以輕易的擷取所需資訊，並把此資訊分享給其他設備製造商，並獲得解決方案，這完全因為互通的結果，允許它們從內部網路獲得相關資訊。此外內部網路存取容易的結果，使得不同製造商可以校勘所有的資訊。最後使用一般用途的軟硬體，提供了降低成本的機會，因為無需針對特定的硬體或影像處理去開發軟體。

遠端操作及控制的不可或缺及其好處：

以資訊科技用於遠端操作及監控，提供一個以眼睛查驗保護及控制的狀態。實際上的好處包含以固定的監控每一個保護裝置簡化查驗功能，並且從而改善效能分散人員至各站。對任何故障能快速反應，善於利用各站的資訊，也可期待減少恢復時間，所蒐集的資料可應用於維護參考及設備生命週期預測的控制。

FL 系統的好處：

習慣性的故障點（FL -- Fault Location）系統需要安裝系統於故障現場，以便由電壓及電流資訊計算故障地點，然後對外輸出結果。如果將內部網路應用於此種情形，將可以很明顯的降低成本，因為消除了必須在現場安裝 FL 系統的因素，當然還可以一般個人電腦，透過內部網路經由介面設備可以收集必要的資訊，含電壓及電流。

### 3. 內部網路的實際應用

持續成長中的內部網路科技，已經實際被應用於電力系統保護管理。以下為實際應用於日本的兩個實例，一個是對於已存在的變電所的應用，另一個為應用於新建設的變電所。

#### • 應用於已存在的變電所

第一個例子是以內部網路科技實行遠端維護支援系統，應用於一個自1999年開始運作的變電所。詳細如下：

#### 系統結構

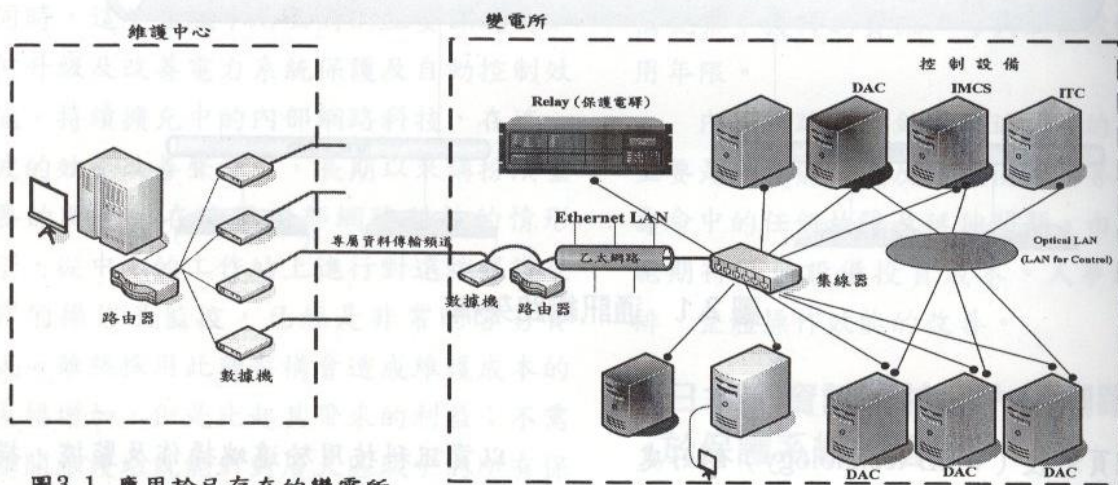


圖3.1 應用於已存在的變電所

如圖 3.1 為系統的架構。保護及控制的設備位於變電所，並且已連結至普通的乙太區域網路，是我們遠端維護的目標物。此區域網路以獨立的資料傳送線路連接至維護中心。在維護中心裡，維護用的伺服器已安裝妥當，並且相關的變電所設備可以經由此伺服器去維護。資訊安全已確定與公眾隔離，因為資料傳輸線路為私有線路，從實際線路上就已經被隔離。資料傳送線路在電力系統中斷時仍可使用，因為它是由電池供應電力。遠端維護的標的包含已有的數位保護及控制設備。只要把人機介面更

換成新的網路介面，就可以將其連接至新的系統。對新系統來說，以採用通用的科技來達成降低建置成本的目的，並可改善維護的效率。

此新系統的主要功能為：遠端維護系統的支援及故障點尋找。在此文章中，前項的功能集中注意力於下面幾點：



表 3.1 維護系統支援功能

0：許可 X：禁止

人機介面進端/遠端的功能

項 目	概 述	近端	遠端
設定	更改和 顯示 保護電驛的設定	O	X
測試控制	測試型態 設訂、 跳脫目錄指令、等等	O	X
輔助功能	目前時間設定, 自動測試時間設定, 清除資料記錄	O	X
運轉狀況	電力系統的電壓/電流, 電驛運轉狀況	O	O
操作記錄	運轉效果, 操作程序記錄	O	O
系統的異常	異常的報告, 異常型態程序記錄	O	O
系統資訊	電驛型式, 保護方式	O	O

此項功能列表於表 3.1 從表中的資料, 可看出遠端與近端操做在許可功能上有不同。為了安全起見, 禁止由遠端操作系統變更設定值。至於近端操作系統, 所有的畫面及操作功能都完全允許, 包含寫入新的設定值。無論如何, 必須直接從電驛面板按下指令按鈕, 才可以新的設定值操作電驛。

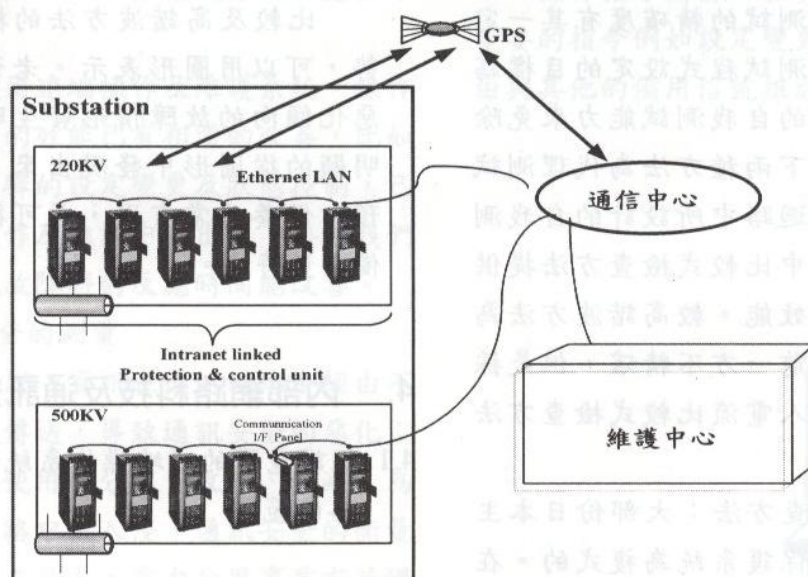
在此系統中, 現有由不同制造商所生產的數位式保護電驛, 就是我們所謂的遠端維護標的, 其資料傳送的方法是一致的; 儘管如此, 一致性的人機介面顯示, 且由不同的制造商提供, 是一個問題。解決的方法為: 維

護中心所有電腦安裝由各制造商所提供的人機介面軟體, 以便顯示由不同制造商生產的保護電驛的控制畫面。

### 3.1 應用於新的變電所

下一個範例是應用於 2003 年新建置的 500kV 變電所, 在建設時, 所有新的保護電驛皆已安裝內部網路迴路介面。新系統的目的, 就如同前一範例一樣, 是為了改進維護效率。新系統最有特色的特徵是測試代理程式, 會自動執行遠端保護電驛測試, 所以手動的定期測試即可免去, 並且對於老舊的設備造成更惡化的故障前, 自動執行檢查。

系統架構



3.2 運用於新建變電所

圖 3.2 為此系統架構。在此變電所中，500kV 及 220kV 兩部份中各有一條乙太區域網路連接。兩者各自有一個傳送資料的線路連接至維護中心。兩邊系統取樣時間以 GPS 作同步。在此系統中，網頁基礎的人機介面顯示提供給保護電驛的維護工作，包含了不同製造商的保護電驛，維護中心的電腦以普通的瀏覽器軟體顯示畫面。

#### 測試代理程式與自動測試

測試代理程式是這個系統的特點，控制中心的電腦安裝代理程式的控制軟體。設定完代理程式的巡迴時間及資料收集狀態後，測試代理程式經由資料傳送線路傳送訊息至排定的保護電驛。測試代理程式在巡迴時收集電力系統的電壓/電流、設備狀態，等等，並且自動編輯及評估這些資料，返回維護中心後，自動產生報表。

雖然自我測試功能為數位保護電驛的一個重要功能，但是在傳統的電驛中，定期的手動測試是不可避免的，因為自我測試的精確度有其一定的限制。代理測試程式設定的目標為以其高精確度的自我測試能力來免除手動維護。以下兩種方法為代理測試程式用於類比迴路中所設計的自我測試的方法。其中比較式檢查方法提供較精確的測試效能。較高諧波方法為備用方法，比前一方不精確，但是採用於系統未載入電流比較式檢查方法無法使用時。

比較式檢查方法：大部份日本主要電力系統的保護系統為複式的。在

比較式檢查方法中，複式系統擷取相同資料時對兩套同樣的資料進行比對及檢查，以便查出是否有不同之處。如果相關的錯誤率公式為(1)定義之函數，當錯誤率的趨勢傾向於增加且超過一定比率後，測試代理程式判斷已發生故障情形。

$$X = \text{ABS} (IA - IB) / \text{ABS} (IA + IB) \dots (1)$$

IA：A 系統的電流量，

IB：B 系統的電流量

X：相關錯誤比率

當(1)函數算出故障時，每一個系統以三相電壓及電流平衡做測試，表現最不平衡的就是故障端。

較高諧波方法：較高諧波為疊置在類比迴路中以便測試，此為廣範被使用的方法。疊置的較高諧波被轉換成數位化，並且以軟體檢查，以便監視類比的輸入迴路。通常使用第四諧波，因為它可以被軟體中的數位過濾器整個消除，所以它不會影響保護效能。當輸入的值與計算出來的值不同時，就是有故障發生。

比較及高諧波方法的檢查結果趨勢，可以用圖形表示。老舊設備如有惡化傾向的故障情形發生時，可以很明顯的從圖形中發現出來。如此對於預防保養非常有用，並可從中決定設備重置時間。

## 4. 內部網路科技及通訊安全

### 4.1 保護電驛的遠端操作系統使用內部網路的範圍

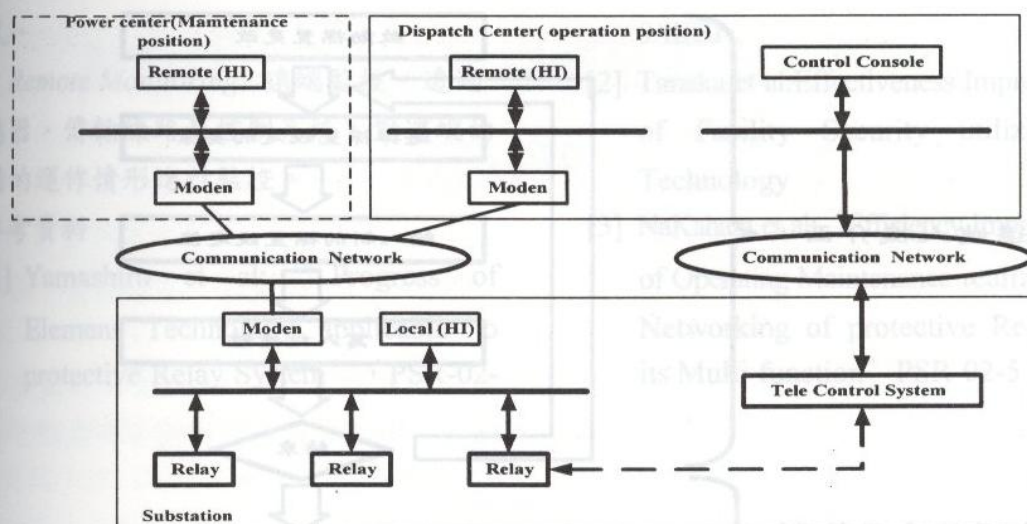


圖 4.1 保護電驛的遠端操作系統

依照慣例，只有操作所須要的有限資訊，從保護電驛傳送至遠端操作及維護中心，且缺乏網路的限制。儘管如此，近來大量的各種資訊必須被遠端系統及維護中心處理，跟資訊網路科技的進步、電信通訊基礎架構的擴充、及保護電驛功能改善有關。圖 4.1 中顯示遠端作業系統與保護電驛的範圍，且存在兩種人機介面。

近端人機介面系統（Local HI）：位於變電所端，那裡裝設有保護電驛系統。

遠端人機介面系統（Remote HI）：位於維護中心，用於維護及分配和控至中心的操作。

由於使用遠端操作及維護系統，操作及維護工作的效能已有相當的改善，比如說，保護電驛的設定變更及狀態控制，已經無須從操作及維護中心出來。再者我們更期待系統故障時的反應時間能改善。

#### 4.2 通訊安全的測量

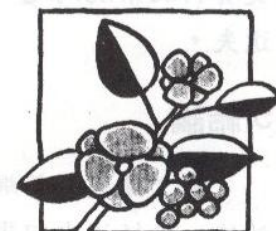
一般來說，資訊在通訊網路中經由不同的路由被傳送，導致通訊安全的惡化；資訊被遠端使用者分流、改變、毀滅。為了避免在網路中被入侵，通訊安全的衡量是必須的。在日本，電力公用事業有其獨

立的通訊網路，其中有部分用於保護及控制系統，包含遠端監控及操作系統。

專有網路：遠端操作系統所使用的網路與一般商用通訊網路完全分離，如此能避免外界非法的入侵。

限制遠端人機介面系統的功能：在有些應用裡，有些操作會影響保護功能，如設定；遠端操作系統的選單中省略測試功能，所以保護電驛可以避免當遠端系統被入侵時被不當操作。表 3.1 中列出這些被限制的功能。

操作指令備份：在有些應用軟體中，重要的指令例如設定變更指令為了安全理由與其他的備用信號組成。



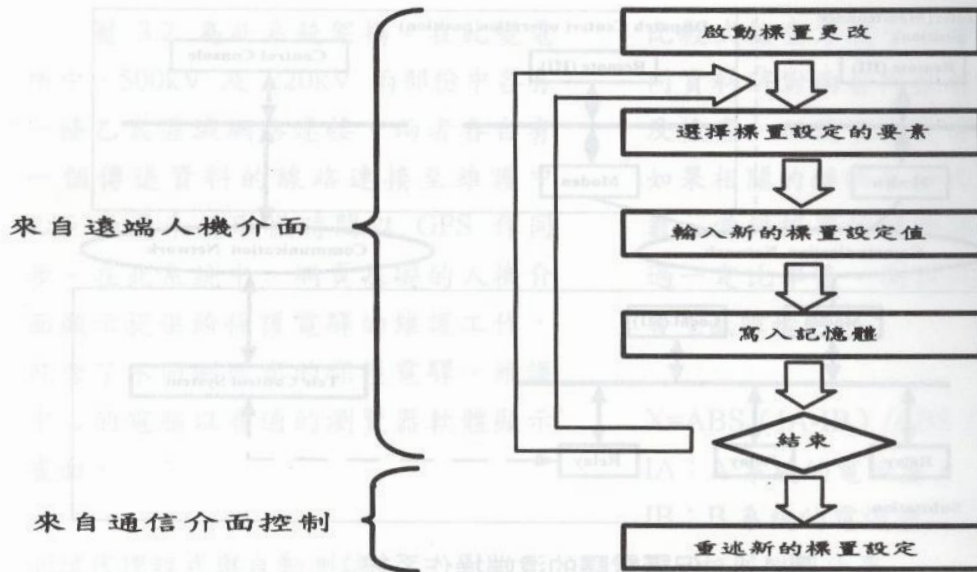


圖 4.2 雙重的操作執行指令

圖 4.2 顯示變更設定的流程圖的例子。遠端的人機介面系統送出新的設定值後，由其他的電信控制網路送出“重新啟動以使用新的設定值”的指令。

#### 4.3 對網路中斷的應對措施

網路中斷包含通訊儀器的硬體故障，在內部網路是無法避免的。以下為網路中斷的應對措施。

從網路中分開保護功能：保護功能應該從網路界面功能中被分開，從硬體和軟體以預防網路中斷的故障。

直接連接的人機介面電腦；網路中斷時人機介面電腦應該直接連接到設備上。

網路中斷功能：提供含蓋網路瞬間中斷時的功能。

操作歷史的資料保存：電驛操作的歷史資料及系統問題，不應該在網路中斷時遺失。

## 5. 結論

本文闡述內部網路應用於系統改善了效能，包括減少回復時間、及下個系統的

混亂。現今，內部網路科技應用在電力系統保護及控制存在極為有限的經驗，因為它必須與新的科技比較，而且內部網路導入至電力系統的時間並不是很久。無論如何，它擁有無限的發展潛力，在最近的未來，它們必定在電力系統及控制領域中扮演重要的角色。

### 關鍵字：

*Intranet*: 用網際網路科技，在內部系統內交換資訊的區域網路。

*Internet*: 網際網路, 國際電腦網路 (全稱為 INTERActive NETwork, 係一種電腦系統, 其概念源於六十年代, 當時美國政府考慮到未來核子戰爭的後遺症, 因而研究出一套電腦網路系統, 以便在核戰後聯絡殘留的電腦網路, 保存重要資訊; 其後經過民間化, 於 1994 年前後風行全球; 只需把個人電腦連接主服務器, 即可以 E-mail (電子郵件) 與世界各地聯繫)

*Remote operation*: 遠端操控, 透過傳輸及遙控系統, 對遠端的設備進行操作的

方式。

*Remote Monitoring*: 遠端監控，透過感應器、傳輸線路及控制系統，對遠端的設備的運作情形進行監控。

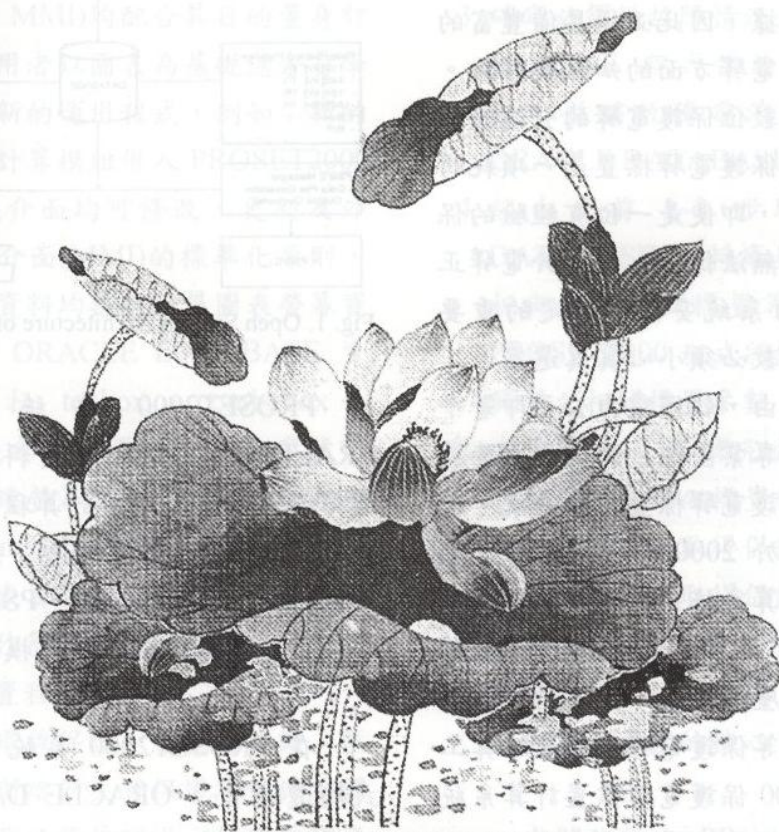
6. 參考資料

[1] Yamashiro et al: “Progress of Element Technology applicable to protective Relay System”, PSR-02-

9 IEEJ

[2] Tanaka et al: Effectiveness Improvement of Facility Security utilizing IT Technology

[3] NaKahara et al: “Efficiency Improvement of Operating Maintenance realizable by Networking of protective Relay and its Multi-function” PSR-02-5 IEEJ



HAPPY NEW YEAR