

韓電 SCADA System 의 現況

SCADA for Power System of KEPCO

李 圭 成

韓電 電子通信處 電子應用部長

1. SCADA System의 發展

SCADA System은 Supervisory, Control and Data Acquisition System의 略語로 集中遠方監視制御 資料取得 System의 뜻이다.

이것은 語義에서 짐작할 수 있듯이 System을 構成하는 大型的 複雜한 工場이나 産業設備의 運轉, 運用에 所用되고 나아가서는 필수적인 設備로 되고 있다. 實際로 精油所, 製鐵所 發電所나 가스 供給 施設의 廣域 Pipe Line과 같은 設備의 運轉 運用에는 呼稱이 어찌되었건 이러한 SCADA System이 반드시 施設되고 있다.

1950年代末까지는 遠隔監視와 遠隔制御技術이 發展되었고, 60年代에 들어서면서 遠隔測定技術이 結合되었다. 그러나 初期에는 情報型式이 Analog型이고 處理도 布線論理型(Wired Logic)이어서 構造가 복잡하고 融通性이 결핍되었다. 이것이 오늘날 말하는 SCADA System으로 發展된 때에는 情報의 Digital化 技術과 Computer 技術의 適用으로 因한 것이다. SCADA의 要求 機能 即 System化에 따른 機能을 大部分 內藏 Program化 함으로써 Hardware 側面에서 單純性이 얻어지고 單一型이 可能케 되었다. 또한 附隨의으로 또는 追加의으로 多樣한 機能을 갖는 自動化 設備로 되게 하였다. 여기에 1970年代 後半의 Micro-Processor 技術의 發展, IC 半導體 技術의 躍進은 SCADA System의 全盛期를 맞게 하였고, 本來의 概念을 넘어 선 自動化 技術로 發展케 하였다.

電力系統用 SCADA System이 先進國에서 어떻게 發展 適用되었는가를 概視해 보면 앞에서 밝힌 것처럼 60年代 前半에 Digital Computer가 布線論理型 裝備를 代身하게 되었고 遠隔監視, 遠隔測定 記錄 및 遠隔制御가 하나의 System으로 結合되어 電力系統에 適用되었다.

60年代 後半에 들어서면서 SCADA System에 自動發電制御技術이 結合되어 소위 SOC(System Operations Computer)가 출현 되었다. 1970年代 前半에는 ECS(Energy Control System) 概念으로 發展하였고, 70年代 後半에는 EMS(Energy Management System) 概念으로 擴大되어 오늘에 이르고 있다.

EMS는 節을 달리하여 說明할 SCADA機能 外에

自動發電制御 및 經濟給電, 系統이나 母線의 負荷豫測 및 發電機 起動停止 計劃, 系統構成 狀態推定 最適潮流計算 電壓制御 其他的 系統解析을 遂行하거나 遂行할 수 있다. 이 外에도 電力系統 運用에 필요한 거의 完璧한 能力을 갖는다. 그러나 System의 構成은 SCADA System과 大同小異하고 큰, 差異는 System의 中樞設備인 Computer의 能力差異와 이에 따른 Software 程度이다.

2. SCADA System의 導入

1960年代 以後 經濟開發을 뒷받침하여 韓電의 發電 送配電設備은 급격히 增設되었고, 이들을 相互 有機的으로 結合 形成된 電力系統은 擴大擴張을 거듭하여 대단히 複雜化 되었다. 이러한 與件 下에서 需用家들의 電力供給에 對한 要求도 周波數 電壓 停電 모든 面에서 高品質 高信賴性을 더욱 要求하게 되었다.

따라서 給電司令員의 給電에 對한 判斷指令은 比重이 더욱 커질 수 밖에 없으나 判斷資料 傳送의 지연, 人間 能力의 限制성은 결코 狀態를 改善할 수 없고, 系統運用의 先進化 即 機械化 自動화를 推進할 수 밖에 없었다.

韓電에서는 1963년에 서울火力發電所의 出力, 水色變電所의 主變壓器 負荷電力 및 富平變電所의 南北送電線路 電力潮流 등을 遠隔測定 (Telemetry) 하여 給電司令室의 記錄計 (Strip Chart Recorder) 에 記錄토록 하였었다. 1966년에는 華川水力發電所의 發電機 2대에 Selsyn Signal方式의 自動周波數制御裝置 (AFC : Automatic Frequency Controller) 를 將次的 經濟負荷配分 System (ELD : Economic Load Dispatching) 施設과 連動시킬 것을 考慮하면서 設置하였다.

1966년부터는 ELD System 導入을 推進하였고, 여기에는 당연히 遠方監視 (Super-Visory), 遠隔測定 (Telemetry), 周波數制御 (Frequency Control) 이 包含되었다. 이 計劃은 신중한 檢討 推進을 繼續하여 드디어 1972年 購買契約 一步 前에 이르렀으나 資金事情으로 取消되었다. 그리고 二年後 다시 推進케 되었고, 1976年 12月 31日에 美國의 Leeds & Northrop社와 借款 및 物資供給契約을 締結하였다. 1979年 3月 31日 試運轉을 開始하였고,

同年 6月 30日 契約後 2年 6月만에 드디어 正常稼動에 들어 갔다. 이 設備은 中央給電所用으로 AGC/SCADA System이며, 現在 31個 發電單位所, 14個 345KV級 電力單位所, 7個 154KV級 電力單位所를 連結하는 幹線電力系統의 運轉運用에 稼動되고 있다.

한편 電力需要 密集地域인 서울地域의 配電網을 能率的으로 運用하고, 良質의 電力을 供給하며, 勞動生産性 向上에 寄與하는 省力化 設備로서 地域 SCADA System을 1976年 構想 및 具體化하였다. 1978년에는 基本計劃을 確定하였고, 1980年 9月 29日에는 美國 Harris社의 SCADA 7500을 導入 設置完了 試運轉을 開始했으며, 81年 2月 6日에는 正常稼動에 들어갔다. 이 後 同一 System을 永登浦地域 8個 GIS變電所用으로 導入 設置 稼動하였고 1985年 11月 21日에는 釜山 慶南地域用으로 同種의 地域給電用 SCADA System을 導入 준공 正常稼動에 들어갔다.

다음 節에 地域給電用으로 稼動中인 Harris社의 System인 Microplex 7500 (SCADA/AGC)을 簡單히 紹介한다.

3. Microplex 7500 (SCADA/AGC)의 概要

Microplex 7500은 美國 Harris社의 代表的인 標準 機種으로 SCADA/AGC 機能 外에 EMS Level의 Option이 可能하다. 中, 大型의 地域給電系統規模의 制御에 適合하며, 擴張性과 柔軟性이 있어서 必要에 따라 그 規模의 變更도 可能하다.

가. System의 機能

韓電에는 固有한 意味의 SCADA用으로 導入되었으 며, 現用的 範圍內에서 그 主要 業務 機能은 다음과 같다.

(1) 遠隔測定 (Telemetry)

變電所 運轉에 필요한 各種 計測資料가 自動으로 일정 周期를 두고 遠隔測定된다. 主要 測定 要素를 母線電壓 (KV), 變壓器의 負荷 (MW, A), 無効電力 (VAR), 力率 ($\cos\phi$), 電力量 (W)과 送電線의 負荷 (MW), 無効電力 (VAR), 潮流 및 配電線의 負荷와

系統周波數 等이다. 이들이 指定 限界值를 超過 또는 未達하면 警報와 同時에 自動記錄이 이루어지며 신속정확한 電力系統 狀況 및 負荷變動의 確認을 可能케 해준다.

(2) 遠方監視 (Supervision)

對象 變電所 內的 各種 遮斷器, 保護繼電器, 無人化變電所인 경우에는 操作壓力, 出入門 開閉狀態, 所內 電源의 異常有無 等を 一定 周期로 監視 警報 記錄해 준다.

(3) 遠隔制御 (Remote Control)

對象 變電所의 차단기 操作과 電壓調整(ULTC)을 給電司令員이 遠隔操作할 수 있다. 물론 遠方操作으로 因한 誤操作을 방지하기 위하여 操作前 確認方式을 채택하고 있다. 또 錯誤 操作을 방지하기 위해서 制御對象 機器操作의 指定 要員에 Tag를 부여할 수 있다. Tag가 부여된 狀態로 機器는 操作되지 않는다.

(4) 自動記錄 (Logging)

두 가지로 大別되는 記錄機能을 가지고 있다. 그 중 하나는 事故內容을 記錄하는 것으로 이 System 自體의 主要裝置 故障內容, 對象 各 變電所의 遮斷器 Trip 狀態 測定值의 限界 超過 또는 未達內容 等の 異常狀態 및 給電司令員의 操作內容 等を 發生 時間順으로 記錄한다. 다른 하나는 運轉日報로서 指定 周期로 記錄할 수 있으며, 給電司令員이 要求할

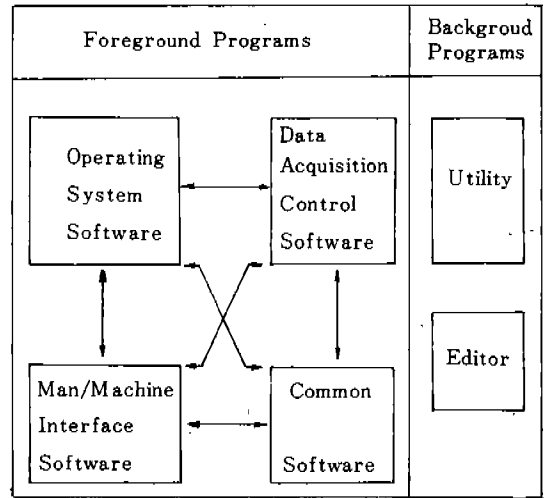
때는 언제든지 特定時間에서의 Data를 記錄한다.

(5) 自動警報 (Alarm)

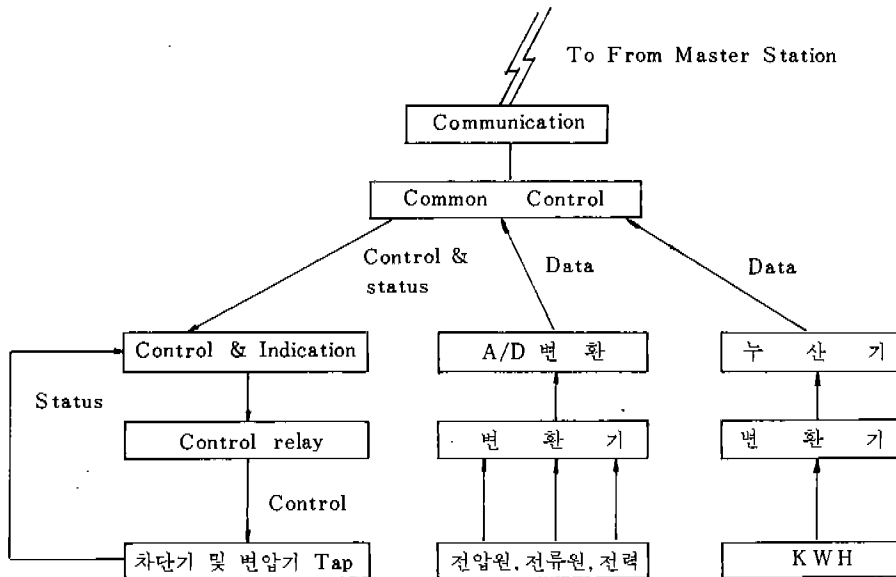
電子計算機가 對象 變電所로 부터 On-Line Real-Time으로 資料를 수집 處理하면서 電力系統 및 變電所 運轉條件에 異狀이 發生하면 이를 分析 警報를 發하고 필요한 內容은 自動記錄하며, 동시에 CRT 画面에 또는 램프等으로 그 內容을 表示해 준다.

나. System 構成

이 System은 Hardware 및 Software로 大別되



〈그림-3〉 Software 상관도



〈그림-2〉 遠隔所 裝置의 構成

停止(Fail Save), 自動再起動(Automatic Restart), Program異常動作 自動檢出에 필요한 Stall Alarm, Address Trap, Instruction Trap 等の Hardware Logic을 갖추고 있다.

周辺裝置들로는 入, 出力 및 컴퓨터操作을 위한 카드리더(Card Reader), 라인프린터(Line Printer) 프로그래머 入出力機(Programmer I/O)를具備하고 있으며 아울러 多量의 資料處理를 쉽게 하는 高速磁氣테이프(Magnetic Tape) 裝置가 있어 電力情報을 永久保存할 수도 있다.

(2) 人間機械 連結裝置

이 System은 凡用 電算System과는 달리 司令員을 爲한 特殊裝置들을 갖추고 있다. 이는 컴퓨터의 專門知識 없이도 簡單한 버튼操作으로 電力設備의 監視制御가 可能 하도록 製作된 裝置들로서 全体電力系統 狀況을 綜合的으로 表示하는 電力系統盤, 各 變電所別 細部情報을 表示하는 天然色表示器(Color CRT), 電力設備操作을 담당하는 制御盤(Control Panel), 警報 및 操作內容을 記錄하는 事故記錄器(Event Logger), 週期的으로 電力情報을 記錄하는 資料記錄器(Data Logger) 등으로 構成되어 있다.

(3) 資料取得裝置

各 變電所로 부터 필요한 情報을 읽어오고 變電所로 制御信號를 傳達하는 裝置로서 短時間內에 數十個 變電所 端末裝置와 情報交換을 위하여 時分割(Time Sharing) 方式을 採擇하였으며 變電所와 情報 傳送은 FSK(Frequency Shift Keying)의 Asynchronous 型式으로 1200BPS 速度로 行한다.

(4) 遠隔所 裝置

制御所로 부터 On-Line으로 信號를 受信하여 그 命令(Command)을 分析하여 該當 Logic 및 電力設備을 動作시키는 Micro-Processor가 內藏된 Intelligent Remote Terminal로서 裝置 自体의 故障有無, 電源喪失 檢出能力도 保有하고 있다. 이 裝置는 共通制御 Module, Communication Module, 電源Module이 基本이 되고 其他 Module은 監視制御 種類 및 數量에 따라 다음의 Module들을 任意로 組合하여 使用할 수 있어 擴張性 및 可變性이 있는 裝置이다.

- 監視制御(Control/Indication) Module
- 制御繼電器(Control Relay) Module
- 아나로그(A/D) Module
- 累算(Accumulation) Module

○增減發制御(Raise/Lower Control) Module

○設定値制御(Setpoint Control) Module

(5) Soft Ware

實時間處理에 적합하게 그림 3과 같이 여러 Software로 構成되어 있다. 가장 核心이 되는 System 運轉 Software는 Foreground Program들의 多重處理(Multiprogramming) 및 Background Program들의 順序處理(Batch Processing)를 同時에 遂行하는 등 아래와 같은 特徵이 있다.

○Program Interrupt에 依한 自動起動

○Program Self Timer에 依한 週期的 處理

○System Common Area를 利用한 Program間對話

○Program 相互 保護機能

資料取得制御(Data Acquisition Control) Software는 Remote Package, Processor Package, Data Acquisition Control Overhead Package로 區分되는 데 이들 Package를 Overhead Package가 總括한다. 變電所로 부터 情報取得, 制御信號送出, 警報 與否 判斷을 이들 Package가 有機的으로 運動하여 處理한다. 또한 人間機械連結裝置들을 擔當하는 Man/Machine Interface Software, 여러 Software가 共通으로 使用하는 Formatting, Scaling, 數變換等の 機能을 具備한 Common Software 外에 各種 Utility, Editor도 갖추고 있다.

4. 展望과 課題

複雜, 大形화된 電力設備의 効率的인 運轉 手段인 電力設備 運轉自動化設備는 發變電 部分은 물론 配電部分도 擔當하는 自動化 System까지 出現하였다. 先進國에서는 이들 自動化 System間의 有機的인 情報疏通, 적합한 機能 分擔等이 이루어지는 綜合自動화가 推進되고 있다.

韓電에서도 電力系統 規模, 運用体系, 立地 與件을 勘案한 階層構造(Hierarchical Structure) 形態의 綜合自動화를 推進中이다. 即 最上位 階層인 中央給電用 System은 先進應用技術(Advanced Application)을 加味한 에너지管理(Energy Management) System을 本社 新築社屋에 導入 設置할 豫定이며 下位 階層인 電力管理處 單位の 變電所 遠方監視制御(SCADA) System을 作次的으로 施設하여 1989

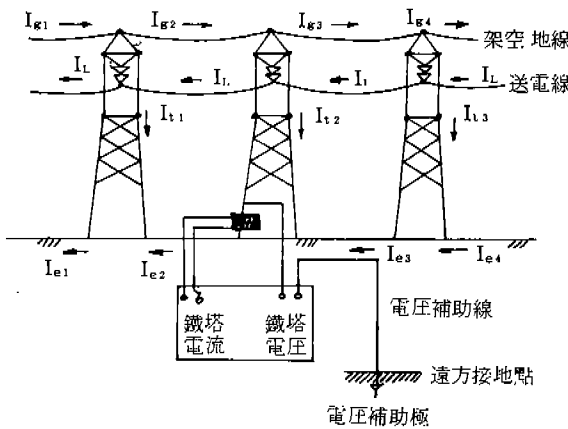
년까지는 全國 電力管理處에 設置完了하고, 中央給電用 에너지管理System과 資料連繫(Data Link)를 通하여 System 相互間의 情報交換, 制御機能 分擔等 効率的인 綜合自動化를 이룩하고자 하고 있다.

또한 需用家에 직접 連結되는 配電自動化(Automated Distribution System)의 一環으로 서울시內 主要 需用家의 地中線路 開閉器 遠方監視制御를 1985年부터 本格的으로 實施中이며 架空配電設備에 對하여도 1987년까지 實證試驗을 마칠 豫定이다.

이러한 電力設備 綜合自動化 事業을 成功시키는 것은 韓電技術陣의 課題일 뿐아니라 韓電의 課題라 하겠다.

한편 이러한 自動化設備의 能率的인 運用은 利用者의 能力에도 左右된다. 特히 이 시스템과 같이 自体維持補修를 하여야 하는 경우는 要員의 確保와 養成이 매우 重要하고 따라서 이 또한 하나의 課題라 하겠다. *

(17페이지에서 계속)



〈그림 - 11〉 鐵塔接地抵抗測定器의 測定原理圖

이 測定器의 原理는 한 塔脚을 흐르는 電流 I_i 를 分割形 CT를 이용하여 測定하는 同時에 塔脚과 遠方接地點 사이의 電位 V_i 를 測定하여 한 塔脚의 接地抵抗 R_i 를

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} \dots \dots \dots (14)$$

로 計算하고 이로부터 塔脚이 4개인 鐵塔 1基의 接地抵抗 R_t 는

$$R_t = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_i}}, \quad i = 1, 2, 3, 4 \dots \dots \dots (15)$$

와 같이 구하는 것이다.

4. 結 言

電氣設備에서 接地는 대단히 중요한 역할을 담당하고 있으므로 그 所期의 目的을 達成하기 위해서는 定期的인 測定 및 적절한 補完措置가 뒤따라야 할 것이다.

本稿에서 紹介한 바와 같이, 이를 위한 測定法으로 몇가지가 있으나 從來의 方法들은 接地抵抗 測定時 接地線을 分離시켜야 하고 周圍環境의 變化에 따라 補助接地樁의 사용이 어렵거나 많은 노력이 소요되는 點등의 문제점을 내포하고 있다.

最近 이러한 문제점을 補完한 方法으로 改善된 測定方法들이 開發되어 實用化되고 있거나 實用化 段階에 있어 그에 대한 測定原理 및 概要만을 간략하게 紹介하였으므로 이 分野에 보다 깊은 관심이 있는 會員諸位께서는 參考文獻을 참고하여 주기 바란 다. *