

# 배전자동화에 적용되는 최적 통신방식

이용해\* · 신창우\*\*

(\*한전 정보시스템처 부처장,

\*\*동 송변전처 제어부장)

## 1. 概要

우리나라에서 配電自動化라는 말이 '70年代初부터 쓰이기 始作하였으나, 아직도 研究 및 實證 試驗 段階를 벗어나지 못하고 있는 것을 보면 配電自動化의 어려움을 理解할 수 있겠다.

거의 같은 技術分野인 EMS와 SCADA는 비슷한 環境 가운데서도 完全히 定着되어 오늘날 全國의 全 力供給設備을 遠方監視制御하고 있는 것을 볼 때 더욱 그런 생각이 든다.

물론, 配電自動化의 業務範圍가 FEEDER AUTOMATION, AUTOMATIC METER READING, LOAD MANAGEMENT 등 廣範圍하여 多少의 어려움은 豫見되나 어디까지나 核心技術은 EMS나 SCADA와 마찬가지로 COMPUTER와 COMMUNICATION 2가지 分野이므로 오늘날과 같은 高度情報化時代의 C&C技術을 勘案할 때 지금과 같이 遲遲不進하고 있는 또 다른 要因이 있다는 것은 누구나 쉽게 짐작이 들 것이다.

그 원인은 두가지로 要約할 수 있겠는데 첫번째는 經濟적이고 信賴性있는 通信方式을 찾지 못하고 있는 것이고, 두번째는 自動化用 端末機器(遠隔檢針用 電子式 續算電力計)의 經濟성이 없기 때문이라고 본다.

經濟성의 例로서 自動檢針에 필요한 電子式 續算電力計의 境遇 先進國 檢討 內容을 보면 製作單價가

現在 水準은 \$100 程度에 와 있으나, \$50 以下가 되어야 經濟성이 있다고 判斷하고 있으며, 通信方式에 對하여도 다른 通信에서와 달리 通信相對方이 모두 散在하여 있고(配電線 支持物위) 惡條件에 있으므로 經濟성과 成功率의 두가지를 同時에 追求하기 어려워 아직까지도 어느 方式이 가장 適合하다는 結論은 못내리고 있는 實情이다.

本 考에서는 配電自動化에서 가장 問題視 되고 있는 通信方式을 檢討하기 위하여 自動化 機能別로 適合한 傳送方式을 알아보고 韓國電力公社에서 지금까지 施行한 몇가지 事例別 概要 및 特性을 紹介한 후 우리나라 實情에 맞는 配電自動化用 最適 通信方式에 對하여 言及하고자 한다.

## 2. 配電自動化 機能別 傳送方式

一般的으로 ADS에서 要求되는 傳送路 條件을 整理하면,

- 通信信賴도가 높을 것
  - 經濟성이 있을 것
  - DATA量에 따른 傳送速度를 未來까지 充足시킬 것
  - 兩方向 通信이 可能할 것
  - 備加壓 通信이 可能할 것
  - 運用과 維持補修가 쉬운 것
- 등을 들 수 있겠으나, 앞서 言及한 바와 같이 通信

相對方이 거미줄처럼 뻗어나간 配電線路의 支持物 위를 비롯하여 各 家庭 구석구석(電力量計, 溫水器, 에어컨 等)까지 흩어져 있어, 強電流에 의한 誘導 및 電力線 事故時 SURGE 電壓 流入 等 수많은 惡條件을 內包하고 있으므로 위에서 列擧한 要求條件을 모두 滿足할 수 있는 唯一한 通信方式을 찾는다는 것은 事實上 不可能한 일인지도 모른다. 따라서 다음과 같이 自動化 目的 '別로 細分하여 한 걸음씩 接近하여 가는 方案을 摸索하고자 한다.

### 2.1 LOAD MANAGEMENT에 適合한 傳送 方式

LOAD MANAGEMENT는 尖頭負荷 時間帶에 需用家의 電氣溫水器나 冷房負荷를 遠方에서 直接制御하는 直接制御와, 料金制度上 有利한 惠澤을 받고자 需用家 스스로 尖頭負荷 時間帶에 使用量을 줄이도록 誘導하기 위한 時間帶別 電力使用量을 管理하는 間接制御가 있으나, 여기서는 負荷直接制御에 關하여 檢討하기로 한다.

負荷直接制御(以下 負荷制御라 한다)는 그 業務特性上 低速 一方向 GROUP 通信만으로도 所期의 目的을 充分히 거둘 수 있으므로 配電自動化 業務分野 中 通信網 構成이 가장 쉬운 分野라 할 수 있겠다. 따라서 대부분 歐美 各國 電力會社에서 第一 먼저 實業務에 適用하고 있다.

#### 2.1.1 RIPPLE CONTROL 方式

RIPPLE CONTROL 方式은 2KHz 以下の 搬送周波數를 配電線路에 直接注入시키는 方式으로 이 RIPPLE 周波數의 繼續信號에 의해 通信對相 GROUP 및 ON/OFF 操作 信號 區分이 되어진다.

一般的으로 配電線路의 高周波信號 傳送特性을 보면, 傳送損失은 周波數帶域이 높을수록 增加하는 반면 雜音은 周波數帶域이 낮을수록 增加하는 特性을 가지고 있으며, 特히 商用周波數의 高調波影響이 가장 크다.

따라서 RIPPLE CONTROL用 搬送周波數는 通常 150-600Hz 範圍內에서 使用하고 있으며, 商用周波數의 高調波影響을 피하기 위하여 使用對域을 極히 制限하고 있으므로 傳送速度가 대단히 느려(通常 30 Bps 以下) 1制御에 30SEC程度 所要되나 負荷制御 業務遂行에는 별 지장이 없다.

또한 搬送波 注入用 主設備는 비교적 高價이나 受信機價格이 저렴하여 他方式에 비해 經濟的이므로 負荷制御用으로는 世界的으로 가장 많이 使用되고 있는 方式이다. 그러나 搬送波注入裝置가 너무 커서 變電所 敷地內 상당한 面積을 차지하므로 우리 實情에는 決定的인 缺點을 가지고 있는 셈이다.

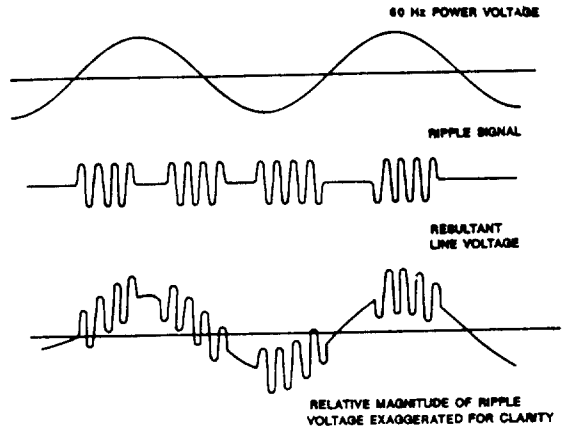


그림 1-1 RIPPLE CONTROL SIGNAL

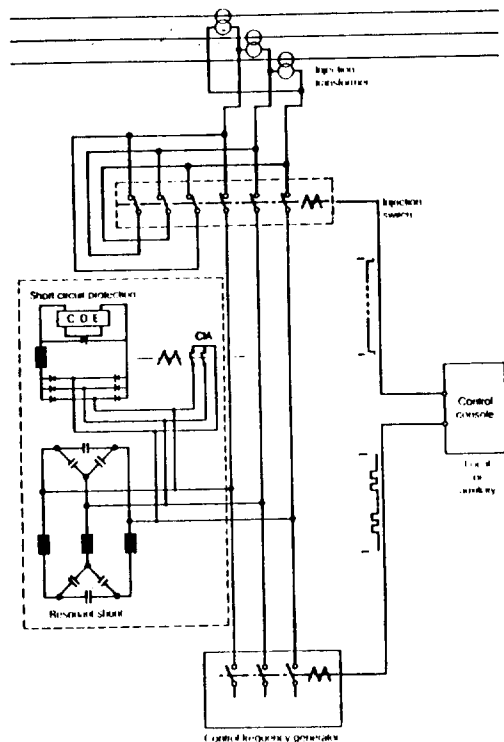


그림 1-2 RIPPLE CONTROL 信號 注入裝置 構成圖

參考로 그림 1-1, 1-2에 RIPPLE CONTROL SIGNAL 및 信號 注入裝置 構成圖를 보여주고 있다.

### 2.1.2 無線通信 方式

無線通信은 傳送媒體로 自由空間을 利用하고 있으므로 使用 周波數에 따라 그 傳送特性이 대단히 다르지만 負荷制御만 위하여 別途의 無線通信網을 構成하는 것은 經濟性이 없을 뿐만 아니라, 既存 構成網을 利用하여도 所期의 目的을 充分히 達할 수 있으므로 傳送特性에 關하여는 省略하고 既存網 利用方式에 關하여 論하고자 한다.

負荷制御에 利用되는 既存 通信網으로는 AM 放送網, FM 放送網 및 VHF나 UHF移動 通信網을 들 수 있다.

AM 放送網을 利用하는 方法은 負荷制御에 필요한 情報를 符號化하여 AM 放送網 搬送周波數에 位相變調方式으로 附加시키는 것으로 放送의 品質低下에 아무런 影響을 주지 않을 뿐만 아니라 SERVICE AREA가 넓고 受信用 無線 스위치 製作이 容易한 長點이 있다.

FM 放送網을 利用하는 方法은 負荷制御用 信號를 附加시키는 方法이 조금 다르고(SUBCARRIER에 周波數變調方式으로 MULTIPLEX 시킴) 電波 傳播特性上 AM 放送方式에 비해, MULTIPATH DISTORTION, LINE OF SIGHT의 制約 등으로 조금 不利할 뿐 거의 비슷하다고 볼 수 있다.

其他 VHF 移動 通信網 利用方式은 韓電 事例 紹

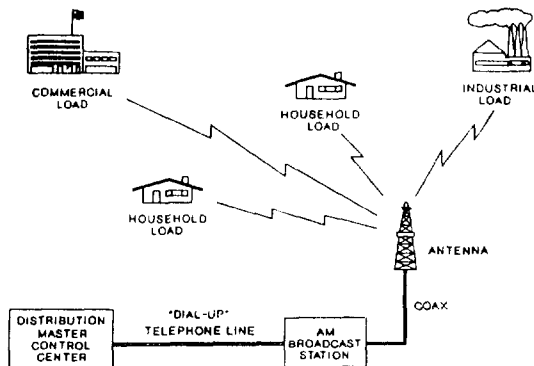


그림 1-3 AM 放送網을 利用한 負荷制御 시스템

介時에 다루기로 하고, 通信線이나 電力線 搬送電話 등의 利用方式은 負荷制御 專用 通信網으로는 適合치 못하므로 FEEDER AUTOMATION 項에서 論하기로 한다.

參考로 그림 1-3에 AM 放送網을 利用한 負荷制御 SYSTEM을 나타내었다.

## 2.2 FEEDER AUTOMATION에 適合한 傳送方式

FEEDER AUTOMATION은 配電線路의 運轉狀況(各種 開閉器의 動作狀態, 線路電壓, 電流 등) 監視 및 線路 故障時, 故障區間을 分離하고 健全區間을 復舊시키는 FDS&AS(FEEDER DEPLOYMENT SWITCHING AND AUTOMATIC SECTIONALIZING)가 主機能이라고 볼 수 있다.

따라서 FEEDER AUTOMATION은 配電線路에 施設된 各種 開閉器와 兩方向通信이 必須의이나 脆弱한 周圍環境 條件때문에 수많은 開閉機의 動作狀況을 實時間으로 處理하기 위한 傳送速度 및 通信信賴度 確保가 가장 어려운 分野라 할 수 있겠다.

### 2.2.1 配電線 搬送方式

電力線을 利用한 通信方式은 1920年代부터 使用하기 始作한 以來, 信賴性 있는 電力用 通信方式으로 發展되어 왔다. 그러나 대부분 送電線路를 利用한 것으로 線路兩端에 LINE TRAP을 附着하여 搬送波의 漏泄 및 外部 影響을 받지 않도록 하고 있지만, 配電線路의 境遇 수 많은 分岐 및 負荷機器의 變動이 심하여 傳送特性이 時時刻刻으로 變化하는 등 어려움이 많다. 그러나 別途의 信號傳送路를 必要로 하지 않고 舊한 配電線路 變更時에도 特別히 傳送路 構成을 위한 移設, 改修工事が 必要 없는 등 長點이 있으므로 美, 日本 등 電力會社에서 配電自動化용으로 많이 使用하고 있다.

配電線을 利用하는 配電線 搬送方式에는 크게 150-600Hz帶의 音聲周波數를 使用하는 低周波 信號方式과 5-20KHz帶域(日本の 境遇 5-10KHz)을 使用하는 高周波 信號方式 2가지로 分類된다.

低周波 信號方式에는 音聲周波 電壓信號方式, 音聲周波 電流信號方式, 電壓變化信號方式, 商用周波 同期 位相 PULSE 信號方式 등이 있지만, 傳送速度가 대단히 늦어(수 10Bps 程度) FEEDER

AUTOMATION 用으로는 不適合함으로 論外로 하고 5-20KHz 對域을 使用하는 高周波 信號方式에 대하여 檢討하기로 한다.

高周波信號를 使用하는 配電線 搬送方式(以下 配電線 搬送方式이라 한다)은 低周波 信號방식에 比하여 使用 周波數가 높기 때문에, 傳送機器의 小型化가 可能하고 傳送速度도 200Bps 程度의 中速 情報傳送이 可能하기 때문에 有利한 面도 있지만, 周波數가 높은 만큼 定在波現象에 依한 通信 不可能 地域이 生기는 等 信號傳送特性이 나빠서(通常 雜音 LEVEL은 -30dBm 程度) 信號傳送 特性 改善을 위한 中繼用 增幅裝置의 使用이 必須的이다.

뿐만 아니라, 우리나라에서는 傳播管理法上 10-450KHz 周波數帶를 使用하는 電力線 搬送裝置의 出力을 10W(40 dBm)以下로 制限하고 있으므로 出力이 10-400W나 되는 配電線 搬送裝置의 境遇 5-10 KHz 帶域에서만 適用可能하다. 따라서 人口密集地域인 大都市와 같이 配電線路의 地中化 區間이 混在되는 等 複雜多端한 形態로 構成된 地域은 高速, 大量情報의 實時間處理가 要求되나 使用 周波數 割當上 어려움 및 地中線 區間의 傳送損失 過多 等 때문에 不利한 面도 看過하여서는 안 될 것이다.

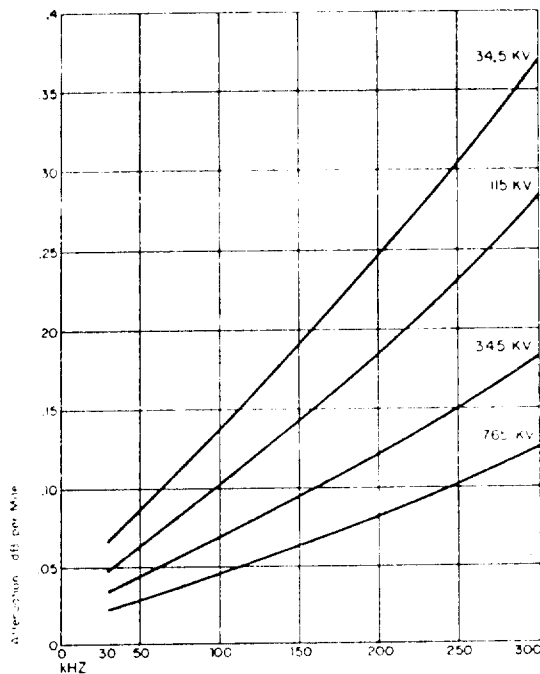


그림 2-1 電力線別 高周波 減衰 特性

參考로 그림 2-1 電力線別 高周波 減衰 特性을 보여주고 있다.

### 2.2.2 通信線 方式

電力會社에서는 오래전부터 既設 配電線의 支持物에 通信케이블을 添加하여 電力用通信으로 많이 使用하고 있기 때문에, 傳送品質이나 信賴性 等은 이미 立證된 바이므로 再論할 必要는 없다고 본다.

단지 中小 都市의 境遇 FEEDER AUTOMATION을 위하여 別途의 通信케이블을 長距離에 걸쳐 添加할 境遇 經濟性이 配電線 搬送方式에 比하여 不利하나 大都市의 境遇에는 比較的 近距離에 回線 需要가 많으므로 經濟的일 뿐 아니라, 情報傳送 端末裝置(MODEM)도 國內,外 모두 標準化 되어 있어 有利하다 하겠다.

### 2.2.3 光케이블 傳送方式

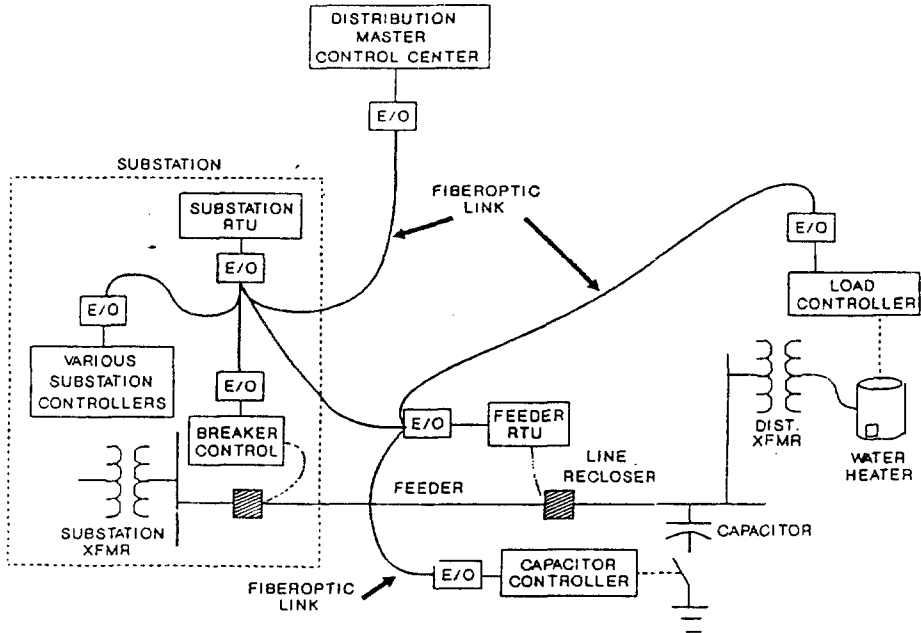
光케이블 傳送方式은 大容量, 高速度, 高信賴度를 要求하는 通信區間에 適合한 傳送方式이다. 一般적으로 수 10-수 100Mbps 程度의 情報傳送路로서는 他裝置에 比해 가장 經濟的일 뿐 아니라, 모든 種類의 外部 雜音影響(EMI, 번개 等)을 받지 않는 우수한 傳送特性을 가지고 있어 大容量 高速 傳送路로 널리 쓰이고 있지만 FEEDER AUTOMATION을 위한 情報傳送速度는 1KBps 程度면 充分하므로 이러한 水準의 光케이블 傳送路를 그대로 適用하기에는 經濟性面에서 論할 價値가 없다 하겠다.

그러나 最近에는 光케이블이 가진 電氣的雜音에 대한 우수성 때문에 各種 電力設備 制御信號 傳送路用으로 適合한 傳送速度, 傳送損失 等 規格을 調整한 MULTIMODE 形式의 光케이블이나 光變換 素子를 開發, 實業務에 適用하고 있으나 아직까지는 價格面에서 不利한 편이다.

參考로 그림 2-2에 시스템 光傳送路를 利用한 配電自動化시스템 構成圖를 보여주고 있다.

## 2.3 遠方檢針에 適合한 傳送方式

遠方檢針은 需用家의 電力使用量(間接 負荷制御 대상 需用家は 時間帶別 電力使用量)을 定해진 檢針 날짜별로 取得하면 되므로, 實時間處理 必要는 없다.



E/O = ELECTRO - OPTICAL CONVERTER (TWO WAY)

그림 2-2 시스템 光傳送路를 利用한 配電自動化시스템 構成도

따라서 遠方檢針만을 위한 別途의 傳送路를 確保한다는 것은 생각할 수 없으므로 既存 傳送路를 共有하는 形式을 取하고 있다.

### 2.3.1 FEEDER AUTOMATION을 위한 配電線搬送 利用方式

FEEDER AUTOMATION을 위해 配電線 搬送方式으로 構成된 地域의 遠方檢針은 단지 需用家 厩내 遠方檢針用 端末裝置만 施設하면, 通信網 構成은 自動적으로 解決된다. 그러나 遠方檢針用 端末은 高壓 配電線路에 施設된 開閉器用 端末보다는 不利한 傳送條件(柱上 變壓器를 經由함에 따른 損失增加等)에 있으므로 境遇에 따라서는 線路 傳送特性 補償을 위해 特定 區間에 信號 增幅裝置의 追加가 필요하기도 한다.

따라서 FEEDER AUTOMATION시스템 構成時에는 遠方檢針 業務를 考慮하여 컴퓨터의 容量을 決定하는 것이 經濟的이라 할 수 있겠다.

### 2.3.2 電話線 利用方式

最近 電話補給率의 急速한 伸張으로 대부분의 家庭에 電話가 設置되어 있으므로 韓電에서도 通信公社와 共同으로 公衆電話網(PUBLIC TELEPHONE SERVICE NETWORK)을 利用한 遠方檢針을 示範 實施하고 있다.

이 方式은 電話局 交換設備의 加入者 線路試驗用 NO RINGING TEST 機能을 活用한 것으로 電話局에 遠方檢針用 컴퓨터와 交換設備間을 結合시키기 위한 EIU(EXCHANGE INTERFACE UNIT)을 設置하여 電話 利用者에게는 전혀 支障을 주지 않고 遠方檢針 業務를 遂行할 수 있도록 한 것이다.

이 方式은 通信公社와 EIU 施設費 및 回線使用料를 適正 水準에서 調整이 可能하므로 檢針用 端末裝置 生産費 節減 餘하에 따라 可能性이 決定된다고 할 수 있겠다.

參考로 그림 3에 電話線을 利用한 遠方檢針方式 概念圖 및 表1에 지금까지 論한 配電自動化 業務機能別 傳送方式을 要約해서 나타내고 있다.

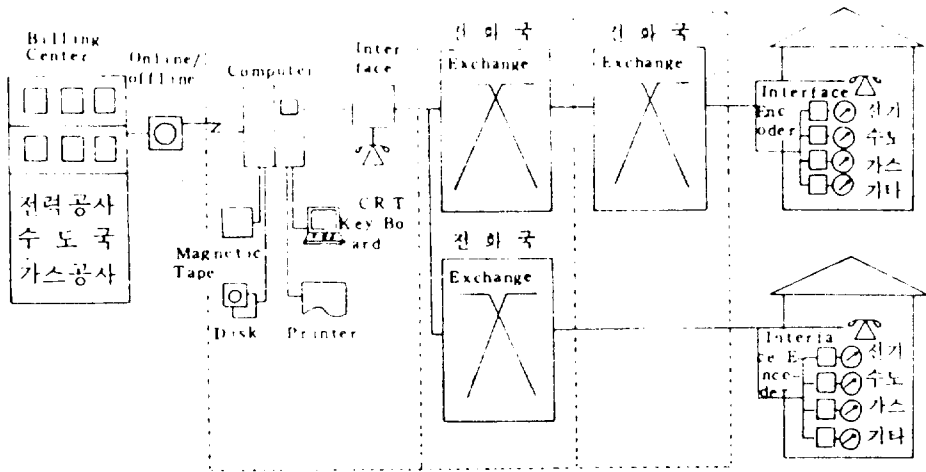


그림 3. 電話線을 利用한 遠方檢針方式 構成圖

표 1 ADS 機能別 傳送方式

◎최적합 ○적합 ◇검토

配電自動化시스템 기능	傳 送 方 式					
	配電線 搬送方式	통신케이블 方式	光케이블 傳送方式	Radio Link方式	공중전화선 利用方式	기 타
1. 線路自動化(FA)						
○개폐기감시, 제어	◎(지방)	◎(대도시)	○	◇		
○고장구간판별 및 감시	◎( " )	◎( " )	○	◇		
○건전구간절환제어	◎( " )	◎( " )	○	◇		
○정전복구작업	◎( " )	◎( " )	○	◇		
2. 自動檢針(AMR)						
○ Automatic Meter Reading	○	○	◇		◎	
3. 負荷直接制御(LC)						
○냉난방부하제어	○	○	◇	◎		
○Load Survey	○	○	◇	◎		
4. 配電系統운용자료 수집						
○운용자료기록보존	○	○	◎			
○고장분석 및 경향분석	○	○	◎			

### 3. 配電自動化 實適用 例

#### 3.1 서울시內 地中線 開閉器 適用 CASE

國內 最初로 '86初부터 서울都心地 22.9KW 地中線路 63個所 開閉器를 對象으로 遠方監視制御하므로써 停電時間이 最大로 62分에서 3分으로 短縮되는

효과를 얻었는데 서울都心地 交通체증을 감안하면 획기적이라 할 수 있겠다. 사용되는 SYSTEM과 傳送路 等を 알아보면 다음과 같다.

### 3.1.1 制御所 SYSTEM

- 配司에 既設置 運用中인 HARRIS M-7500 SYSTEM에 附加 使用
- 別途 Color Monitor部 Console 設置

### 3.1.2 被制御對象 : 8個 變電所 관련 63個 地中 D/L 開閉器

- 主變壓機 2차측 母線監視
- D/L 및 需用家の 開閉器 ON/OFF 監視 및 制御
- 配電線路 負荷電流 計測

### 3.1.3 使用된 傳送路 特性

- 情報量이 적으므로 速度는 1200BPS
- 20P~50P/0.9m/m PE通信 Cable 使用(地中)
- BER는  $5 \times 10^{-6}$  程度로 良好함

## 3.2 水原地區 架空 配電線 適用 CASE

ADS의 本格的 着手에 앞서 實證試驗용으로 設置된 것으로서 '87年末에 水原地域 2個 變電所 관련 4個 22.9KW 架空線路를 대상으로 始作하였다.

美 Westinghouse社에서 開發한 EMETCON System을 適用하여 Feeder Automation에 次중하여 試驗適用하였는데 傳送路가 制御所-變電所間은 通信 Cable을 變電所-開閉器間은 配電線搬送方式를 使用하였다.

配電線搬送를 처음으로 採擇하여 信號注入裝置와 信號中繼裝置가 使用된 것이 큰 關心事項이었다.

또 함께 Load Control 端末 20개와 自動檢針用 端末 30개를 需用家 區內에 施設하여 함께 動作機能을 試驗하였다.

### 3.2.1 制御所 System : MICRO VAX II (11MB)

- 12" CRT 및 Console 2대, Printer 1대
- MT, DISC, MAP Board 각 1식
- EMETCON 應用 Software

### 3.2.2 被制御對象 : RUT 15대 및 Sensor 8個所에 受容

- Recloser 2, Sectionalizer 2, SF6 Gas 遮斷器 3
- 自動檢針用 MCT 端末 30, 負荷制御用 LMT 端末 20

### 3.2.3 傳送路設備 : 大地歸路 配電線 搬送方式

- Coherent PSK 變調方式, 72.8 Baud의 Half Duplex
- BCH 에러 檢出方式으로 非加壓 線路通信이 可能
- 補助設備로서 配電線路 Repeater, Carrier Blocking Unit, Bypass裝置 등이 附設됨

### 3.2.4 運營效果分析

- 5km 떨어진 事故의 境遇 復舊 所要時間이 종전 66分에서 33分으로 短縮
- 傳送路의 成功率은 通信 Cable의 境遇 거의 100%, 配電線 搬送의 境遇 95% 程度
- 開閉器 操作成功率 : 92.5%

## 3.3 京仁地區 冷房負荷 直接制御 適用 CASE

夏季 Peak 負荷抑制를 目的으로 京仁地區 韓電 事

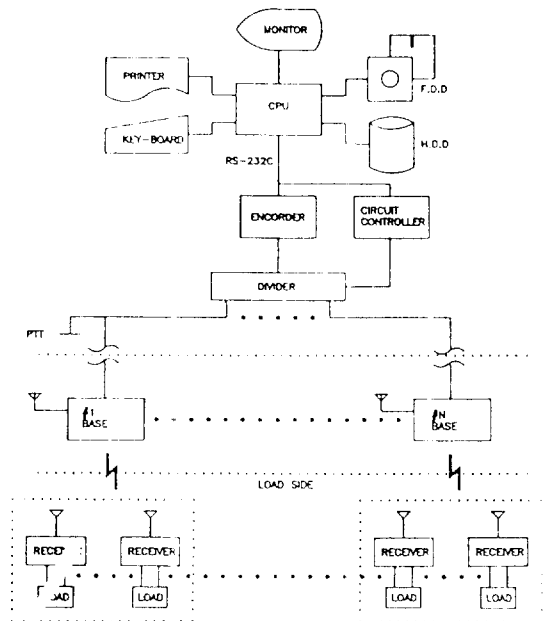


그림 4. 無線方式를 利用한 시스템 構成圖

業場 建物内の 冷房 負荷 總 300KW(50個 에어컨)를 直接 制御하고자 既存의 送配電設備 補修用 Analog型 VHF 無線網 設備을 利用한 것으로 1990年 7월에 國內에서는 처음으로 試圖하였다.

그림4는 無線方式을 利用한 시스템 構成圖인데 既存의 無線網에 ENCODER와 DECODER를 附着하여 地域別로 8個 Group으로 分類하여 構成하였다.

### 3.3.1 無線網 送受信設備

- 送受信機出力: 基地局 送信 20W, 受信機感度 0.5uV
- 送受信 周波數帶: 150MHz 및 160MHz帶
- 變調方式: FM變調

### 3.3.2 無線遠隔制御裝置

- 制御方式分類: 個別制御, Group制御, All Group制御가 可能
- 送信情報構成: 4자리의 識別情報과 電源遮斷 및 電源投入 等 2種類의 制御情報

### 3.3.3 無線 Switch裝置

- Antenna部, RF部 및 Decoder部로 구성
- 負荷遮斷(off)信號, 受信後 自動 復歸
- 受信感度: 0.5uV以下
- Relay부의 容量은 AC 220V/20A

### 3.3.4 綜合 動作信賴度: 90% 程度

## 4. 結 言

以上에서 ADS의 國內 適用事例와 各 傳送方式의 特性에 對하여 알아 보았으나 一率의으로 어느 방식이 適合하다고 할 수는 없지만, 우리나라의 配電自動化가 初期段階이므로 먼 將來까지 考慮하여 綜合的 檢討後 모든 것을 決定하여야 할 것이다.

經濟性을 위하여 ADS는 優先 多目的 利用이 可能하도록 System을 構成할 必要가 있으므로 配電線 搬送, 通信케이블, 無線方式등을 모두 受容할 수 있는 HYB 通信方式을 擇하면 Feeder Automation과 AMR, Load Control 等이 同時에 可能하므로 有利하다 하겠다.

따라서 地域別 特殊性을 감안하여 大都市는 供給

信賴度 要求가 높고, 高速制御 必要性이 있을 뿐 아니라 개폐기 시설 間격이 짧으므로 通信線 方式을 위주로 또 中小都市나 農村地域 等은 高速制御가 不要하고 配電線 公장과 開閉機 間隔이 長距離이므로 PLC 方式을 위주로 하는 것이 보다 經濟的이고 効率的이라고 할 수 있다.

한편으로는 ISDN施設의 NEW MEDIA를 考慮한 光Fiber, 同軸 Cable도 將來에는 各 需用家에 引上될 것이므로 이러한 傳送媒體 利用方式도 念頭に 두어야 할 것이다.

向後 電力設備 綜合自動化에 對備하여 ADS와 SCADA의 連繫方法도 主要 檢討事項으로서 Host-Host Link, SCADA-CCU 接續, ADS-SCADA RTU의 直接接續 가운데 어느 方法을 擇할 것인가도 System의 構成과 傳送路 等を 考慮하여 決定하여야 할 것이다.

마지막으로는 Spread Spectrum 通信方式을 ADS에 適用하는 試圖가 現在 先進國에서 이루어지고 있는 점을 감안할 때 우리나라에서도 屋內 電燈線으로 9.6kbps 傳送速度의 Home Bus 應用으로부터 擴大되어 漸次的으로 高壓配電線까지 適用되어 갈 것으로 展望된다.

## 참 고 문 헌

- [1] “配電自動化 시스템의 開發과 課題” (日本 OHM 誌 87年 7月 特輯)
- [2] “總合自動化的 動向” (關西電力 '88電力技術 講座)
- [3] “DISTRIBUTION AUTOMATION” (IEEE 88年 TUTORIAL COURSE)
- [4] “APPLIED PROTECTIVE RELAYING” 中 15 障 WESTINGHOUSE
- [5] “配電線 搬送 SPECTRUM 擴散方式의 開發” (89年 12月 電氣評論)
- [6] “配電系統 自動化를 위한 遠方監視制御 研究” (韓電 技術研究院)
- [7] “配電線開閉機 制御시스템用 配電線 搬送方式用 機器에 關하여” (富士通)
- [8] “INTERGRATED DISTRIBUTION CONTROL AND PROTECTION SYSTEM FOR AUTOMATED DISTRIBUTION SYSTEMS” (GENERAL ELECTRIC)
- [9] “配電自動化 시스템 技術사양” (日本 明電社)