

配電綜合自動化 시스템

1. 머리말

현대가 고도정보화사회로 되어감에 따라서 電力需要의 질적 고도화와 일상생활의 電力依存度 向上에 따른 電力의 안정공급에 대한 요청이 점점 높아지고 있다. 이와 같은 배경하에서 配電綜合自動化的 추진에 의한 電力供給 信賴度의 향상, 設備運用의 효율화, 유지보수의 省力化 등을 도모함이 중요한 과제가 되고 있다.

配電綜合自動化란, 配電設備를 대상으로 하거나 또는 이용한 시스템을 포괄한 총칭으로 널리 사용되고 있으나 본고에서는 근년에 급속히 보급되기 시작한 配電線自動化 시스템과 業務의 省力化, 効率化를 목적으로 실용화 연구가 추진되고 있는 自動檢針 시스템에 대하여 기술한다.

2. 配電線自動化 시스템

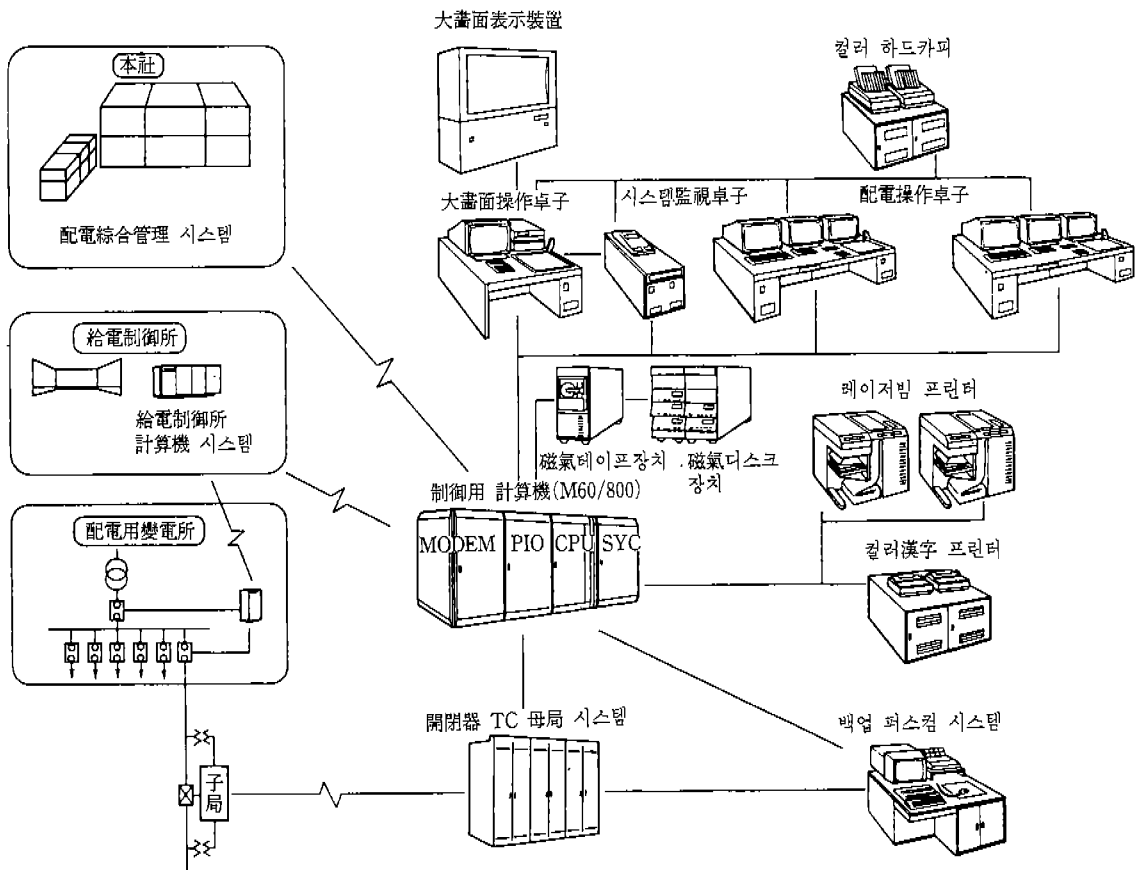
配電線自動化 시스템은 配電線에 설치된 선로개폐기의 감시제어와 配電變電所의 정보감시를 목적으로 하는 시스템으로, 미쓰비시電機에

서는 퍼스컴을 사용한 매뉴얼 制御 시스템에서부터 슈퍼미니컴에 의한 自動制御 시스템에 이르기까지 다양한 시스템을 개발해 오고 있으나 본고에서는 후자에 관한 두 가지 예를 소개한다.

2·1 시스템 構成 예(그1)

시스템의 전체 構成을 그림 1에 표시한다. 配電系統은 面的으로 넓고 방대한 설비이고, 多量의 데이터를 高速으로 처리할 필요가 있기 때문에 信賴性이 높은 32비트 슈퍼미니컴퓨터(MELCOM 350/60)를 中核으로 하여 시스템을 구성하였다.

이 시스템에서는 給電制御所를 경유하여 수집한 配電用 變電所 정보와 開閉器 텔레컴 母局 시스템을 통하여 수집한 선로용 개폐기 정보를 기초로 配電線의 감시제어를 한다. 또 配電綜合管理 시스템과 연결하여 공사계획/설계정보, 계통변경정보 등을 授受한다.



<그림 1> 配電線自動化 시스템 構成例(그 1)

맨머신 인터페이스 裝置는, 配電系統圖 표시 용의 그래픽 CRT 1대와 오퍼레이션 정보 표시 용의 캐릭터 CRT 2대를 조합한 操作卓子 2세트와 營業所 관내의 全域을 한눈에 파악할 수 있는 大畫面表示裝置(100인치 비디오 프로젝터)를 설치하였다.

이 시스템의 주요 특징을 들면 다음과 같다.

(1) 操作卓子를 2系列化함으로써 병렬조작이 가능하도록 함과 동시에 常用系의 計算機 시스템과 백업系의 매뉴얼 操作 퍼스컴 시스템을有機적으로 접속하여 토탈 시스템으로서의 신뢰성 향상과 경제성의 양쪽을 다 실현시키고 있다.

(2) 그래픽 CRT를 사용하여 街路圖에 대응하

는 配電系統圖를 표시하고, 텔레컨 시스템 등으로부터 수집되는 온라인 데이터에 기초한 表示更新機能과 스크롤機能, 表示縮尺變更機能 등에 의하여 계통상태를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 또한 大畫面表示裝置를 채택함으로써 營業所 관내 전계통의 充·停電상태를 파악할 수 있어 廣域停電 등의 대재해시에 그 위력을 발휘한다.

(3) 配電線管理 시스템과의 연결로 공사계획/설계정보, 계통변경정보 등을 送受信하여 데이터 메인テナンス, 交替計劃業務의 省力化, 情報의 一元化에 기여하고 있다.

시스템의 機能에 대한 개요를 표 1에 표시하였으며 주요기능은 다음과 같다.

<표 1> 시스템 機能

| 機能 | 處理內容 |
|----------|--|
| 監視 | 系統 감시 ◦ 배·변전 CB, 릴레이 情報과 子局의 主回路, 릴레이 情報과 조합한 配電系統의 감시 |
| | 過負荷 감시 ◦ 배·변전 피더 전류 情報에 의한 配電線 過負荷 감시 |
| 상태 파악 기능 | ◦ 配電系統상태 파악 |
| 系統 造化 | 故障 停電 조작 ◦ 배전선고장 및 배변 1뱅크 故障 발생시를 주대상으로 한 健全區間에 대한 自動逆送 조작 |
| | 交替 計劃 조작 ◦ 배전선 停電工事, 배전선 活線工事, 배전선 바이패스 工事, 배변 뱅크 作業 停電 및 배전선 系統變更에 수반한 事前 系統 交替(복구) 조작 |
| | 過負荷 解消 조작 ◦ 過負荷 발생에 수반한 系統 交替 조작 |
| | 긴급 조작 ◦ 火災 등, 배전선 緊急停電에 따른 系統 交替 조작 |
| 개별 조작 | ◦ 임의의 피더 CB 및 개폐기에 대한 오퍼레이터 판단에 의한 개별조작 |
| | 시뮬레이션機能 ◦ 평상시 및 配電線故障 발생시 등, 긴급시의 系統 運轉造化 訓練 실시 |
| 메인テナンス機能 | ◦ 배전 系統設備의 신설, 변경, 삭제 등의 데이터 更新을 CRT와의 對話處理에 의하여 行함. |
| 記錄 機能 | ◦ 故障操作 기록, 電流 기록, 設備情報, 交替(복구) 操作票 등의 情報를 기록 |
| 기타 | 맨머신處理 ◦ 오퍼레이터 콘솔, C-CRT, G-CRT 등에 대한 入出力處理 |
| | 配電線路圖 ◦ 配電系統圖, 管理區圖, 配變位置圖, 地形圖를 중복지킨 配電線路圖 ◦ 5段階의 表示縮尺, 畫面移動 및 表示色(基本 7色+強調色=14色) 등의 오퍼레이터 支援 |
| | 大畫面表示 ◦ 100인치 프로젝터 表示 |
| | 逆送 計算 處理 ◦ 最適逆送조작 順序計算 |

(a) 故障停電操作

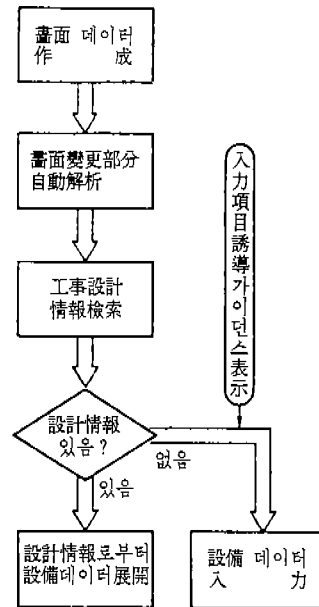
配電線 고장발생시에는 給電制御所로부터의 變電所 정보 및 개폐기 TC 母局 시스템으로부터의 개폐기 정보에 의하여 고장구간을 自動檢出하고, 健全停電區間이 있다는 것이 판단된 경우에는 逆送順序를 自動作成하여 自動實行한다. 뱅크故障인 경우에는 오퍼레이터 指示에 의하여 自動作成한 交替操作을 自動實行한다.

(b) 交替計劃操作

交替計劃操作機能은 크게 交替計劃機能과 順序操作實行機能으로 나눌 수 있다. 交替計劃機能은 配電操作卓子에서 入力하는 공사건명에 대하여, 配電綜合管理 시스템으로부터 송부된 공사계획정보를 사용하여 공사개시예정일시의 配電系統을 작성하고, 交替(원상복구) 操作順序를 오프라인 모드로 작성등록하는 機能이다. 順序操作實行機能은 交替計劃機能에서 등록된 操作順序를 오퍼레이터의 指示에 의하여 온라인 모드로 實行하는 機能이다.

(c) 메인テナンス 機能

配電系統에서는 설비의 신설·변경·철거 등 계통변경이 빈번하게 行해지고 있고, 計算機가 保有하는 系統 데이터도 系統變更에 맞추어 메인テナンス를 빈번히 할 필요가 있다. 그 때문에 이 메인テナンス는 짧은 시간에 쉽게 할 수 있고 또한 잘못이 적은 方式으로 해야 한다. 系統 데이터는 機器情報라든가 接續情報 등의 設備 데이터



<그림 2> 데이터 메인テナンス 方式

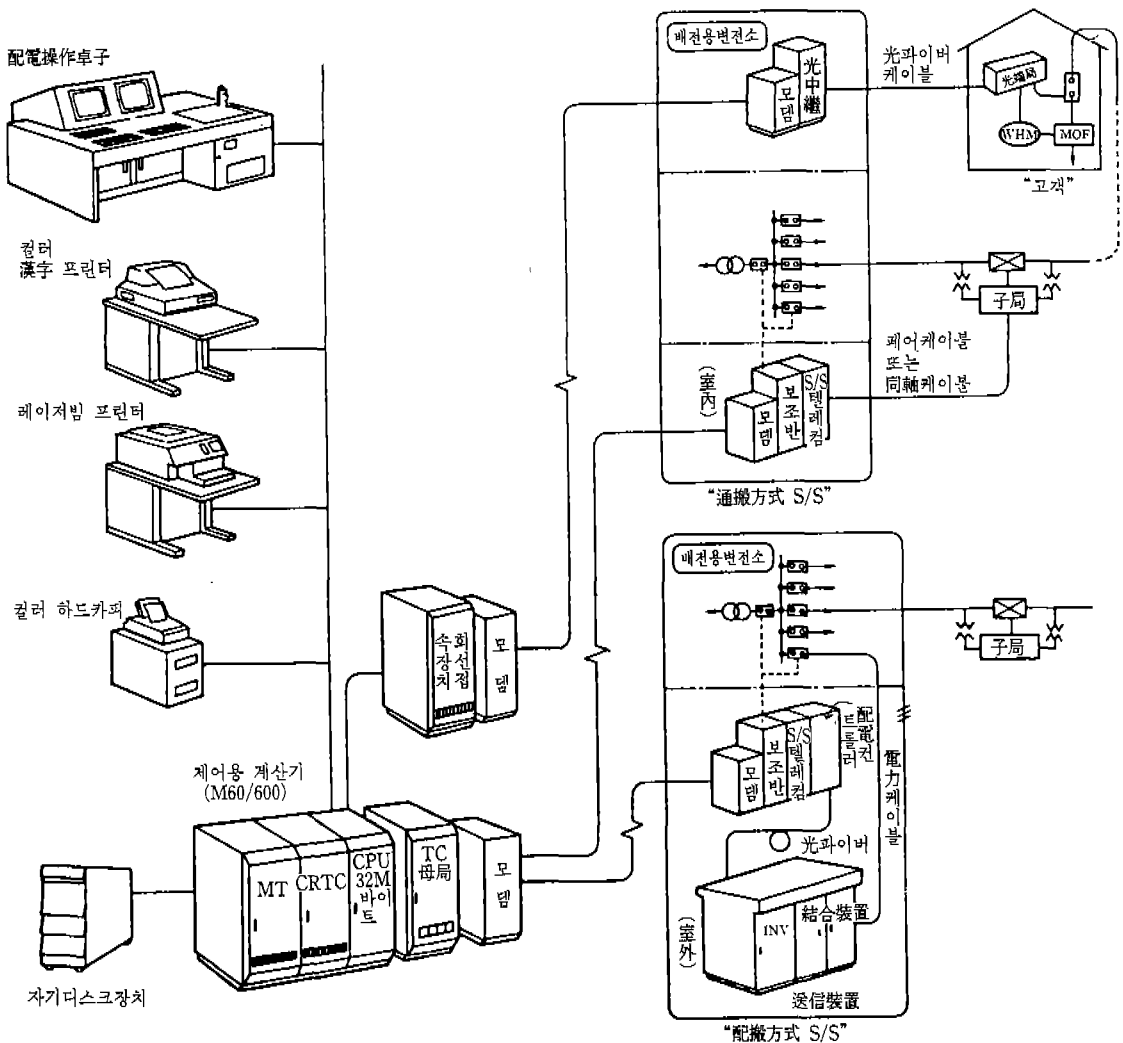
이터와 配電系統圖上的 심볼이나 위치 등의 畫面 데이터가 있으며 서로 重複된 情報를 保有하고 있으나, 이 시스템에서는 그림 2에 표시하는 것과 같이 圖面 데이터를 우선 入力하고 變更部分을 自動解析하여, 필요한 設備 데이터를 配電 綜合管理 시스템에서 보내오는 工事 설계정보를 檢索하여 사용하고 부족분은 計算機로부터의 가이던스에 의거하여 오퍼레이터가 入力하는 方式으로 하였다. 이것으로 데이터의 一元化, 入力作業의 輕減, 入力 잘못의 방지 등이 가능

하게 되었다.

또 給電制御所 시스템과 연결하여 變電所 데이터의 DLL(다운 라인 로딩)을 하고 있으며 데이터베이스의 一元化에 의한 信賴性 向上을 실현하고 있다.

2·2 시스템 構成 예(그2)

시스템 構成과 操作卓子 外形을 그림 3에 표시한다. 이 시스템은 配電專用的 텔레컴 시스템에 의하여 變電所 정보의 수집과 선로개폐기를



<그림 3> 配電線自動化 시스템 構成例(그2)

감시제어하고 있다. 또 操作卓子は 그래픽 CRT 1대와 캐릭터 CRT 1대를 조합한 콤팩트한 構成으로 하였다. 시스템의 機能은 配電綜合管理 시스템과의 연결을 빼면 앞서의 시스템과 거의 동등하지만 특징적인 것을 열거하면 다음과 같다.

(1) AI 技術을 적용한 負荷融通計算機能

AI用的 프로세서를 접속한 Expert 시스템을 構築하여 現場 오퍼레이터의 노하우에 기초한 知識 룰에 의하여 融通計算을 하여 實系統操作에 使用한다. 불은 사고복구라든가 긴급조작 등의 業務別, 배전선사고나 뱅크사고 등의 融通對象規模別로 정리되어 있고 임의로 優先順位를 설정할 수 있기 때문에 營業所 운전원의 노하우를 반영한 負荷融通을 할 수가 있다.

(2) 시뮬레이터 機能

앞의 시스템은 外部 시뮬레이터에 의하여 操作訓練을 실시하였으나, 이 시스템은 시스템 内部에 시뮬레이션 機能을 설치하였다. 온라인 모드로 작성한 操作實施順序의 모의실행, 모의사고 발생 등에 대한 操作訓練 및 設備增強計劃의 타당성 평가를 목적으로 한 임의모의계통의 系統構成計劃機能이 가능하다. 이 機能에 의하여 온라인業務를 정지함이 없이 操作訓練이 가능하고 또 AI를 변경후 효과에 대한 事前檢證이 可能하게 되었다.

(3) 모니터링 機能

전압, 전류計測의 光센서에 의한 계측 및 사고판단기능이 달린 子局과의 組合에 의하여 루프 投入 可否判定의 精度 向上, 負荷融通計算時의 區間負荷算出精度 向上, 再閉路成功事故時의 事故區間判定의 신속화가 가능하게 되었다.

(4) 고객 受電情報 수집기능

回線接續裝置를 통하여 특별고압 및 계약 전력 500kW 이상 고객의 月負荷 데이터 수집(검

침), 日負荷 데이터 수집(로드 서베이) 및 수전 CB의 개폐상황과 수전전압 유무의 감시기능을 갖고 있다. 또 CB 監視의 常時포링機能은 回線接續裝置에 부담시켜 計算機의 負擔低減을 도모한다.

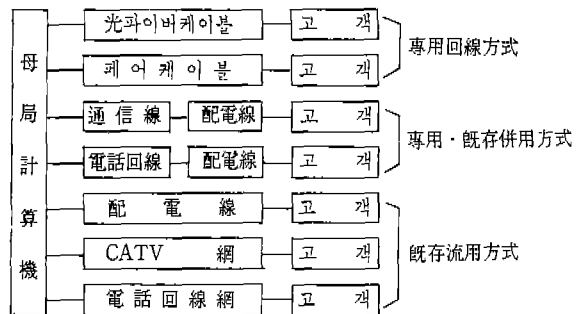
(5) 信號傳送處理

변전소 이후의 傳送路는 장래의 다목적 이용을 고려하여 同軸, 페어케이블의 전용 통신선 및 경제성을 중시한 配電線搬送의 각종 傳送媒體가 사용되고 있어 이에 대응가능한 信號傳送方式으로 하였다. 專用線에 비하여 配電線搬送은 傳送速度가 늦기 때문에 子局의 自己發信(緊急 앤서) 機能에 의하여 狀變檢出의 지연을 커버한다.

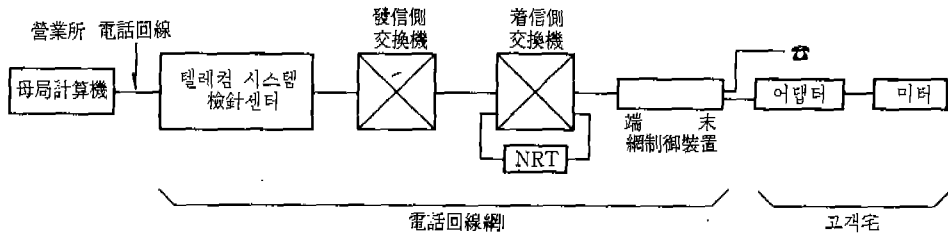
3. 自動檢針 및 고객센터 시스템

自動檢針, 고객센터 시스템의 최근 동향은, 기본적인 기술개발이 일단락되어 實用化를 향한 더욱 깊이 있는 연구를 하는 단계에 있다.

情報通信 네트워크는 각종의 傳送媒體가 있고 각기 메리트, 디메리트가 있기 때문에 구축하는 地域의 특성 즉 面積, 고객수, 密度 등의 여건에 따라 최적의 傳送媒體가 선택된다. 대표적인 傳送媒體와의 組合을 그림 4에 표시한다. 電力會社의 營業所로부터 고객의 집까지 專用回線通信網을 새롭게 펴는 것은 경제적으로 큰 부담이 되기 때문에 최근에는 다른 목적으로 구



<그림 4> 代表的인 傳送媒體



<그림 5> 텔레콤 시스템 利用方式의 시스템 構成

축된 既存의 通信 네트워크를 활용하여 경제적 부담을 적게 하는 方式을 선택하는 경향이 현저해졌다. 이하 구체적인 예를 소개한다.

3·1 No-Ringing方式 自動檢針 시스템

公衆電話回線網의 No-Ringing 서비스를 이용하여 顧客의 수화기를 울리지 않고 電力量計의 計量值를 營業所에 설치된 母局에 수집하는 시스템이다. 시스템 構成圖를 그림 5에 표시한다.

이 예에서는 텔레콤 시스템 檢針센터를 경유하여 自動檢針을 하고 있기 때문에 信號傳送速度變換의 필요성이 생겨 電力量計와 端末制御裝置間에 삽입하는 어댑터를 개발하여 현재 필드테스트 중에 있다. 어댑터의 주요사양을 표 2에 표시한다.

또 營業所 母局에서 公衆回線에 직접 접속하기 위한 센터制御裝置와 速度變換없이 電力量計에 접속할 수 있는 端末制御裝置도 개발하였다.

<표 2> 어댑터의 通信仕様

| 어댑터 端末制御裝置間 I/F | |
|-----------------|----------|
| 傳 送 速 度 | 200bps |
| 起 動 方 式 | 電壓 印加 |
| 同 期 方 式 | 調步 同期 |
| 어댑터 WHM間 I/F | |
| 傳 送 速 度 | 1,200bps |
| 起 動 方 式 | 電流 루프 |
| 同 期 方 式 | 調步 同期 |

3·2 CATV網 利用 自動檢針 시스템

都市型 CATV를 중심으로 매년 10% 이상의 伸張을 보이고 있는 CATV網은 同軸케이블로 구성되어 있어 高速傳送이 가능하며 傳送信賴度도 높기 때문에 自動檢針에는 最적인 媒體의 하나이다.

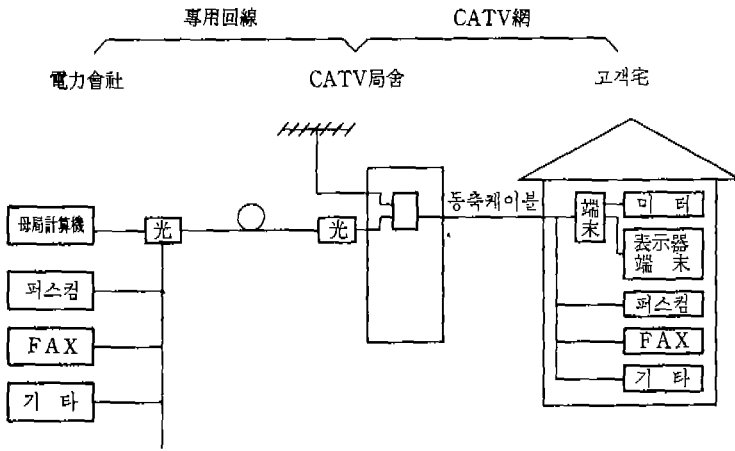
또한 CATV局청사로부터 각 가정까지는 同軸케이블이 이미 포설되어 있어 電力會社의 營業所로부터 CATV局청사까지의 傳送路를 신설하기만 하면 즉시 自動檢針網이 완성된다. 시스템 構成 예를 그림 6에 든다.

CATV局으로부터 각 가정에 끌어들여 TV 傳送을 하고 있는 同軸케이블에, 自動檢針用 데이터를 多重化함과 동시에 顧客의 가정에 表示器端末을 설치하여 전기사용량의 통지, 계약변경통지 등의 정보를 顧客의 요청에 응하여 傳送하는 兩方向通信을 실현하였다.

3·3 홈 오토메이션과 自動檢針의 결합

電力公社의 營業所로부터 각 가정의 처마밑에 시설된 電力量計의 데이터를 수집하는 自動檢針과, 가정내의 機器를 1개소에서 集中監視制御하는 홈 오토메이션(HA)과의 結合을 도모하여 電力會社의 立場에서 보다 부가가치가 높은 顧客서비스를 목표로 하는 시스템을 개발하였기에 소개한다.

이 시스템은 自動檢針을 하기 위하여 각 가정에 설치한 端末制御裝置와 가정내의 홈버스를 거쳐 조명·공조·온수 등의 機器를 감시·제어하는 홈 오토메이션 시스템을 연결하기 위



<그림 6> CATV網 利用 시스템 構成

한 인터페이스로서 兩通信網에 적용할 수 있도록 傳送速度變換, 프로토콜 變換을 하기 위한 게이트웨이 컨트롤러를 개발하였다. 또한 情報 서비스의 일례로서 電力會社의 母局計算機에 FAX 어댑터를 접속하여 각종의 알림정보를 직접 고객의 가정까지 FAX로 傳送이 가능하도록 하였다. 시스템 構成을 그림 7에, 주요기능을 표 3에 표시한다.

이 시스템의 長點으로는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 電力量計制御

No-Ringing方式에 의한 檢針機能外에 時間帶

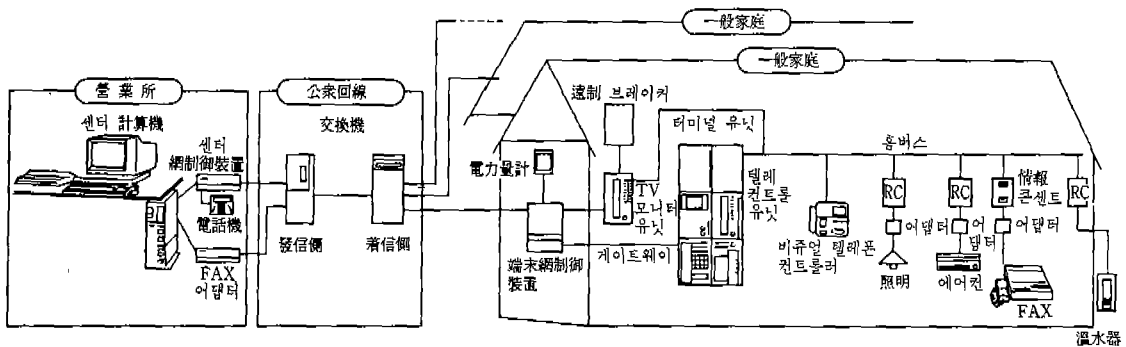
別 요금제도를 위한 時間帶 變更 및 時刻變更機能이 있다.

(2) 負荷制御

電力公社에서 網制御裝置나 게이트웨이 經由 홈버스에 액세스가 可能토록 함으로써 에어컨이나 온수기 등의 負荷制御가 가능하게 된다. 또한 지금까지 顧客의 가정까지 찾아가서 해야 했던 브레이크의 定格容量變更을 遠隔에서 할 수도 있다.

(3) 情報 서비스

전기요금이라든가 공사정전을 알리는 등의



<그림 7> 시스템과의 結合 시스템 構成

<표 3> HA 시스템과의 結合 시스템 機能 例

| 對 應 | 項 目 | 機 能 概 要 | |
|------------------|-------------|--|--------------------|
| 電 力 公 社 | 電 力 量 計 制 御 | 檢 針 | 현재의 計量指示值의 수집 |
| | | 時 間 帶 變 경 | 計量時間帶의 변경 |
| | | 時 刻 變 경 | 內部 時計의 수정 |
| | 負 荷 制 御 | 에 어 컨 제 어 | 家庭用 에어컨의 ON/OFF 제어 |
| | | 溫 水 器 제 어 | 家庭用 溫水器의 ON/OFF 제어 |
| | 브 레 이 커 制 御 | 機 器 제 어 | 브레이커의 ON/OFF 제어 |
| | | 容 量 變 경 | 브레이커의 定格容量 변경 |
| 情 報 서 비 스 | 業 務 情 報 | FAX를 이용한 電氣料金·停電情報 등의 제공 | |
| | P R 情 報 | FAX를 이용한 電氣 관련 각종의 情報 제공 | |
| 고 객 | 시 큐 어 리 티 | 緊急情報通報 火災, 가스누설 등의 緊急情報센터로의 自動通報 | |
| | 텔 레 컨 트 롤 | 機 . 器 제 어 푸쉬폰 電話로부터 HA 시스템을 통한 에어컨 등의 家庭內 機器 제어 | |

정보를 營業所로부터 고객의 FAX에 제공할 수 있게 된다. 금후에는 情報表示用 機器로서 각 가정의 텔레비전 受像機도 이용이 가능하게 된다.

(4) 시큐어리티 情報

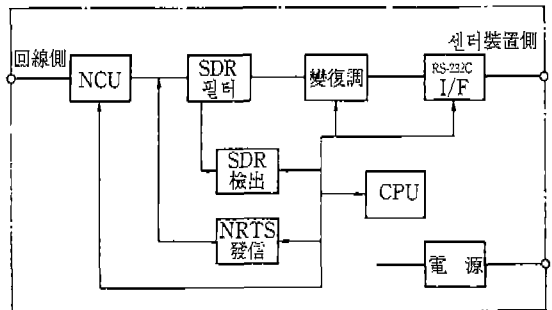
가정내의 각종 센서에 의하여 홈 오토메이션 시스템이 檢出한 시큐어리티 情報은 이 傳送路를 통하여 電力會社의 營業所 등에 리얼타임으로 통보가 가능해진다.

이 시스템에서 사용하는 公衆回線은 고객의 加入電話回線을 借用하여 通信하는 것으로 센터측으로부터의 포링에 의하여 데이터를 수집할 때에는 受話器의 벨을 울리지 않는 No-Ringing方式을 채용하고 데이터 수집중에 고객이 受話器를 들면 즉시 通話를 중지하고 電話에 의한 通話를 우선한다. 또 시큐어리티 情報의 傳送를 위하여 端末側으로부터 發呼하여 센터에 情報를 傳送하는 방식도 채용한다.

센터網制御裝置의 블록圖를 그림 8에 표시한다.

4. 맺음말

配電線自動化 시스템은 근년에 實用化가 급격히 진전되어 보급되고 있으나 適用對象系統



<그림 8> 센터網 制御裝置 블록圖

의 特異性이라든가 경제성면에서의 제약 때문에 傳送系나 計算機 시스템 規模에 多樣한 배리어이션이 요구된다. 이에 대하여 미쓰비시電機는 기술력 향상을 기하여 금후에도 모든 요구에 유연하게 대응해 나아가고자 한다.

自動檢針 시스템은 시스템 構築에 대한 경제적인 문제가 남아 있으나 通信 네트워크의 公용化, 機器의 코스트다운 등에 의하여 상당한 效果가 기대되고 있어서 가까운 장래에 급격히 발전되리라고 확신한다.

本稿는 日本 三菱電機(株)의 諒解下에 번역한 것으로서, 著作權은 上記社에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.