

電力系統에서의 디지털 技術適用動向

金堯喜 · 金觀鎬
(韓國電氣研究所)

차 례

- 1. 序 論
- 2. 디지털技術의 適用背景
 - 2.1 電力供給品質의 向上
 - 2.2 電力供給 信賴性 向上
 - 2.3 電力設備運轉 및 補修效率의 向上
- 3. 系統制御保護分野의 디지털화
 - 3.1 給電運用시스템
 - 3.2 送變電部門의 시스템
 - 3.3 配電系統시스템
- 4. 電力用 通信網의 디지털화
 - 4.1 디지털 通信回線의 特性
 - 4.2 傳送路의 디지털화
 - 4.3 교환장치의 디지털화
- 5. 結 論
 參考文獻

1. 序 論

디지털技術은 근래에 들어서 半導體 集積回路와 利用技術의 비약적인 발전에 따라 각종분야의 情報를 檢出해서 伝送處理하는데 高信賴度, 高精度, 高速化 시키고 諸般裝置의 小型化하는데 필수적으로 이용되고 있다.

특히 電力分野에서도 최근 經濟活動를 高度化와 多樣化가 進行됨에 따라서 종래보다 더욱 高品質의 電氣를 生産 輸送하기 위해 電力系統運用에 필요한 情報나 裝置가 디지털技術의 適用이 불가피한 실정이다. 이미 도입 新設되는 發電系統 이외에도 既設되어 있는 給電, 送變電, 配電系統을 網羅해서 情報處理나 送信등이 디지털方式으로 전환 추진되고 있다.

여기서는 현재 이러한 電力系統에서 適用되고 있는 디지털技術의 現況과 動向에 대하여 考察하고자 한다.

2. 디지털技術의 適用背景

2次世界大戰 以後로 급속히 발전되어온 일렉트로닉스 技術은 集積化, 高速化되어 결국 디지털(Digital)화로 집약된 컴퓨터를 등장 시켜 各種 自動制御技術에 適用되어왔다. 이로 인해 시스템 분야는 綜合的인 自動化로 구축되어 가고 있다. 電力系統에서의 도입도 이와 같은 시스템의 綜合自動化를 目的으로 하여 系統運用에 信賴性和 省力化등을 기대해야 되므로 各分野의 目的別 디지털技術適用의 背景을 다음과 같이 서술할 수 있다.

2.1 電力供給品質의 向上

需用家に 電壓, 周波數가 일정한 量質의 電力을 供給하기 위해서는 系統周波數, 有, 無效電力등을 正確히 制御해야하므로 이에 필요한 發送配電線의 電壓, 電流, 電力등의 情報를 디지털情報로 수집해서 이것을 기준하여 最適制

御値로 計算한 후 發變電所를 指令하여야한다. 따라서 발전기 Governer, 디지털텔레미터 장치, 마이크로파통신장치, 컴퓨터등이 발전, 송배전, 통신, 급전부문에 필수불가결하게 적용되고 있다.

2.2 電力供給의 信賴性 向上

電力系統에 事故가 發生할때 광역으로 停電을 防止하기 위해서는 事故設備를 가능한 신속히 系統에서 分離시키고 이에 따라 發生되는 過負荷를 해소할 필요가 있다. 이런 경우에 디지털 보호계전장치를 信賴性을 보장하는 장치로서 적용되고 있다.

2.3 電力設備運轉 및 補修效率의 向上

發變電所·運轉이나 補修效率의 向上은 省力化를 의미하는 것으로서의 이를 위해서는 發變電所의 集中制御가 大規模로 實施되어야 한다. 최근 미니 컴퓨터가 고성능화되어 주역으로 사용되고 있으며 서로 데이터 링크되어 연계 운전으로 綜合시스템으로 발전되고 있다.

이외에 電力設備中에서 原子力 플랜트 등의 자체안전성 향상, 피폭저감등을 기대하는 분야등이나 배전계통을 포함한 電力設備管理, 電力業務 運營 能率化를 위한 사무기계 시스템등을 컴퓨터와 디지털 情報體系로 추진하고 있다.

3. 系統制御保護分野의 디지털화

電力系統制御는 自動給電, 系統安定制御, 發變電所制御등으로 크게 分類될 수 있으며 이들은 계층형태로 연결되어 종합자동화 시스템을 구성하게 된다. 이러한 계층구성 시스템별 디지털 技術 適用 現況을 살펴본다.

3.1 給電運用시스템

통상 電氣의 效率的 生産과 輸送業務를 위해서 電力系統의 周波數制御裝置(AFC)나 經濟負荷配分(ELD) 등이 主가 된다. 各發電氣의 出力 指令値들이 디지털 情報化되어 디지털 프로세서에 입력되어 각발전기의 經濟的負荷分

担 指令이 一定時間마다 一定한 伝送速度로 (1200~2400BPS) 情報伝送回線을 통해 처리된다. 이를 위해 大型 디지털 컴퓨터시스템이 사용되고 情報伝送은 사이클릭 데이터전송(CDT)나 랜덤데이터전송(RDT)방식이 이용된다. 여기서 사이클릭방식이 피감시기기의 상태 유무에 관계없이 N대의 피감시기기의 상태를 2進符號의 각비트에 對應 情報를 伝送하는 方式으로 伝送效率의 向上과 장치의 簡單性, 그리고 항상 회로의 작동으로 자기진단의 技能을 갖게하므로써 많이 채용되고 있다. 이에 반하여 랜덤방식은 상태변화시만 伝送하는 方式이다.

3.2 送變電部門의 시스템

送電部門에서는 架空送電線이 폭풍우, 雷, 雪 등의 자연현상에 노출되어 사고발생기회가 많으므로 사고개소를 순간적으로 探知하거나 塩害나 着雪등을 사전에 探知하여 事故를 미연에 방지하는 故障區間判定裝置가 디지털 技術을 이용한 방식으로 開發되고 있다. 기존 아날로그 방식과는 달리 광섬유 링크를 사용하여 데이터의 신뢰도와 速度를 向上시키고 있다. 그림1에서 보는바와 같이 遠隔端末에 發生된 事故데이터를 순서적으로 광섬유 케이블을 통해 전달되도록 하는 장치이다.

한편 系統保護裝置로서는 從來의 아날로그 방식에서 마이크로 프로세서를 이용한 컴팩트형 디지털 繼電裝置가 개발 適用되고 있는 추세이다. 디지털 보호계전기(Digital Relay)는 디지털 情報處理가 가능하므로 變電所의 自動化 裝置와의 情報提供을 위한 互換性을 가질 수 있고

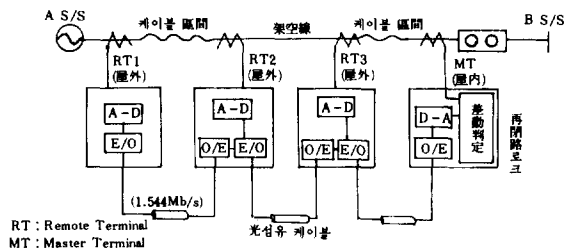


그림 1. 故障區間判定裝置시스템構成圖

따라서 주요 電壓 電流信號 및 차단기의 開閉 狀態, 表示信號등이 용이하게 얻어질 수 있다.

또한 系統의 增設에 따라 數個의 系統保護繼 電을 單一裝置에서 수용할 수 있으며 主保護 및 後備保護를 同時에 수행할 수 있는 특징과 裝置의 小型化로 유지보수에 유리한 점을 가지고 있다. (그림 2 참조)

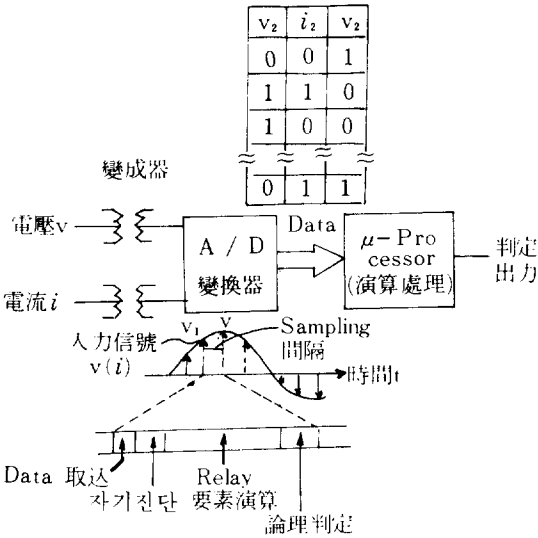


그림 2. 디지털계전장치의 개념도

變電分野에서는 최근 가장 많은 디지털技術이 적용되고 있다. 變電所의 主要業務를 自動化하기 위해 원격감시제어나 測定裝置등에 적용되고 있다. 이러한 시스템은 현재 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)라 불리는 원격감시제어장치가 도입 운용되고

있다. 표 1은 이러한 장치를 이용한 변전소업 무가 자동화된 내용이다.

한편 디지털정보처리 시스템과 더불어 變電 所와 같은 전기환경하에서 信賴性 확보에 큰 장점을 갖는 광학효과를 이용한 계측장치가 개발되고 있다. 光電子技術을 혼합한 光 PT, CT 는 점차 전력수요의 증가에 따라 大容量化되어 야하는 從來方式의 電流電壓 測定機構를 經濟 있게 小形化시킬 수 있게 된다. 현재 偏光保持形 광 섬유나 BSO ($B_2S_3O_{20}$)의 結晶을 광센서소자 로서 이용해 Pockells 효과에 의한 電壓測定과 Faraday 효과에 의한 電流測定 方式이 實用化 되고 있다.

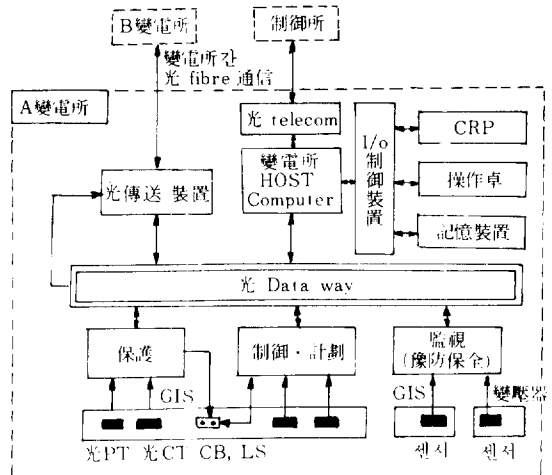


그림 3. Optoelectronics 變電所 시스템 例

자동화 항목		내 용
일상 업무	자동 기록	차단기조작내용, 사고내용, 기타 필요 정보
	자동 작 표	운전일지, 운용실적월보, 부하실적월보등을 요구시 자동작表
	자동 통 보	지점, 변전소등의 사고내용 자동통보
신뢰도향상대책	평상시	전력계통상황의 관리치 이상 정보 모선정지, 뱅크정지등을 정해진 순서로 행하도록 CRT표시 일상운전에서 급전운용상 문제되는 가상사고의 복구대책 검토
	진급시	사고 발생시 그상황(CB, 사고내용, 동작리레이등)을 신속히 CRT에 표시 경보
	복구시	복구조작을 위한 건전구간송전 및 고장처치를 자동적 실시

3.3 配電系統시스템

配電設備는 개개의 設備規模가 작지만 그양이 광범위하게 분산되어 있으므로 他設備에 비해 최신기술의 도입이 늦어지고 있다. 그러나 配電需要의 增加에 따라 設備는 復雜化 大規模化함에 業務가 省力化되어야 하는등 需用家の 供給信賴度의 向上對策과 함께 더욱 요청되고 있다. 이러한 추세에 따라 최근 配電系統의 負荷機器制御, 區分開閉器制御, 고압 絶緣전선의 斷線檢出, 檢針의 自動化등에 디지털技術이 활발히 적용되고 있다.

● 負荷集中制御

低壓負荷의 集中制御는 電力需要의 效率的인 制御로 인해 負荷의 均衡需給에 이바지하게 되므로 無線, 通信線, 電力線搬送의 통신수단을 이용해 수용가의 부하를一括 또는 選擇制御하게 된다. 情報送受를 위한 通信裝置가 制御 判斷用 프로세서와 연결되어 情報計測 및 命令指令을 遂行한다. 특히 최근에는 配電系統의 情報傳送路로서 電力線을 利用하는 경향이므로 필요한 S/N비 유지나 증폭기능을 마이크로프로세서에 의존하는 능동형 통신기능을 갖추어 가고 있다.

● 區分開閉器制御

配電系統에서도 사고의 과급방지와 신속한 고장구분을 위해 이미 Recloser와 Sectionalizer 등이 保護協調하므로서 局限의이나마 역할을 수행하고 있었다. 그러나 集中制御形態의 컴퓨터自動化시스템에 의해서 프로그램 制御形態로 일관적인 운영이 가능하고 作業停電處理, 配電管理計畫資料作成을 自動處理하여 省力化를 도모하며, 配電線의 送出電流, 主要點의 電壓電流등을 상시 파악해서 高速度 判斷演質을 하여 부하상태와 설비여유도를 고려한 최적의 계통 구성으로 설비이용을 향상과 供給信賴度의 향상을 도모할 수 있게 된다.

● 自動檢針

自動檢針은 各需用家の 使用電力量을 自動的으로 速隔檢針센터까지 읽어 내므로서 인건비 절약과 요금계산업무의 省力化를 기대할 수 있다. 이를 위해 필요로 하는 장치는 전력 사용

량을 디지털처리 전송할 수 있는 需用家側의 디지털電力量計와 情報傳送端未裝置가 필요하다. 情報傳送路는 上記 配電系統의 傳送路가 供用化될 수 있으며 검침시스템의 구성면에서 검침센터의 컴퓨터와 각수용가 디지털 전력량계와 단말장치가 1 : N 대응으로 이루어지는 단말 엔코더방식과 센터와 각수용가군의 집합중계로 1 : (1 : N)을 구성하는 중계엔코더방식이 있을 수 있으나 주로 통신방식의 설계시에 결정되어진다.

이상과 같은 配電系統의 各시스템은 傳送路의 디지털情報處理方式의 供用化로 단일중합시스템인 綜合配電系統自動化시스템으로 發展되고 있다. (그림 4 참조)

4. 電力用 通信網의 디지털화

電力用 通信은 電氣事業上 광대한 지역에 있는 發變電所등의 設備運用所간의 연락, 設備事故復舊의 即應性을 目的으로해서 독자적인 私設 保安電話등의 通信設備를 갖게 되었는데 現在는 有無線方式의 傳送路를 確保함으로써 系統 保護制御에서 業務連絡用까지 각종 통신설비를 갖고 있다. 각종 電力用 통신회선의 利用한 現況을 살펴보면 그림 5와 같다.

4.1 디지털通信回線의 特性

現在까지의 通信網은 光通信을 제외 하고는 아날로그 방식(FDM)이 주축을 이루고 있으나 최근에는 對話形 온라인시스템, OA기기, 팩시

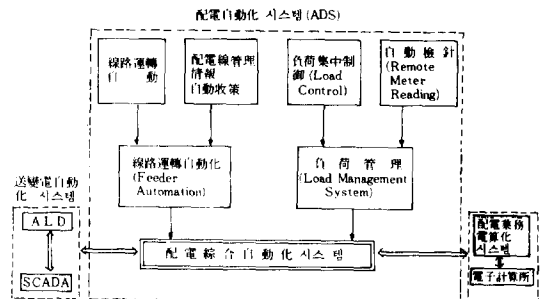


그림 4. 綜合配電系統自動化시스템構成圖

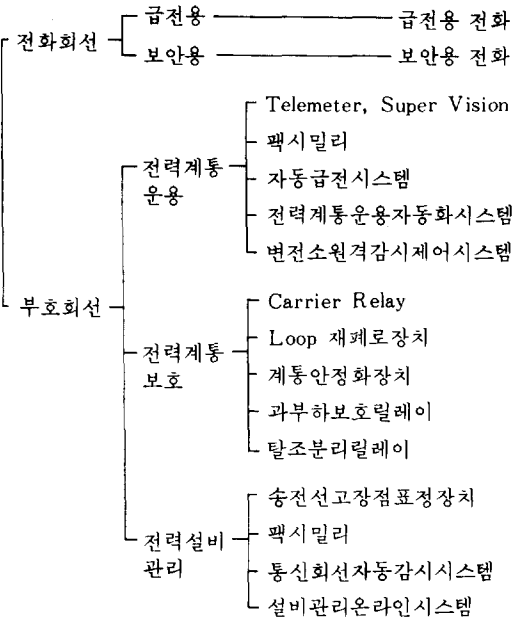


그림 5. 電力用通信回線の 利用

밀리, 画像情報의 도입등으로 情報의 多樣化와 大容量性이 豫想되므로 현존망의 증설로 이를 해결하기에는 불가능하다. 그러나 이러한 문제를 해결하려는 기술은 時分割伝送(TDM)의 디지털 伝送回線으로 發展하면서 伝送容量, 伝送速度, 伝送品質, 伝送距離, 通信시스템간의 接續方法等に 制約을 주지 않고 情報의 蓄積이나 變換等の 通信處理가 容易하게 되는 이른바 綜合情報通信網으로 발전할 수 있다. 이러한 디지털통신회선으로 인한 特性和 效率은 다음과 같다.

- IC, LSI의 개발, 量産化에 따른 機器의 小形化, 低コスト 실현.
- 디지털 技術을 公同의 基盤으로 한 伝送과 交換의 一體化가 가능해 시스템 全体의 經濟化
- 雜音, 歪曲등이 거리에 무관하므로 通信品質의 向上
- 冗長度의 抑壓, 蓄積交換에 의한 情報의 處理, 加工이 容易하게 되어 多彩로운 서비스의 提供이나 서비스의 高度化可能

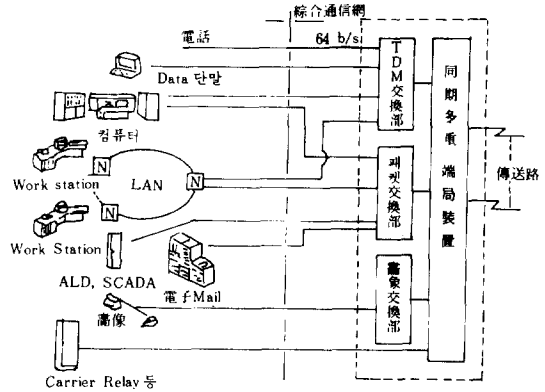


그림 6. 豫想되는 電力綜合通信網의 形態

- 音聲, 데이터, 画像等の 各種情報를 綜合的으로 취급가능한 通信網이 可能(그림6참조)

4.2 伝送路의 디지털化

電力通信의 媒体로서 幹線系統에는 마이크로파無線 또 地域系統에는 通信線搬送을 使用하고 있으며 최근에는 光파이버통신방식이나 通信衛星을 이용한 衛星通信方式이 活用되고 있다.

그러나 마이크로파無線은 대역의 제한과 전파법제 한에 따라 적용이 곤란하고 통신위성은 高價인 점이 있다. 그러나 광파이버 통신방식은 大容量, 長距離 伝送이 可能하여 그變調方式도 PCM-IM(펄스부호변조-광강도변조방식)으로 디지털 伝送方式이 주가 되어서 電力會社

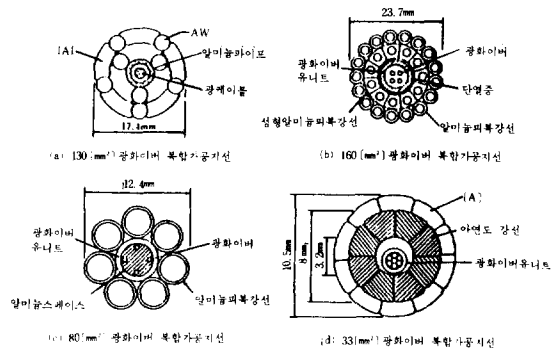


그림 7. 광파이버 복합가공지선의 구조

의 特有의 架空 送電線에 첨가되어 광범위하게 사용할 수도 있다. (그림 7 참조) 현재 국내 전력회사에서는 통신간선 계통에 이를 설치할 계획으로 있다.

4.3 교환장치의 디지털화

高度情報化 裝置에 對應하기 위해서 不特定 相對와의 임의의 형태로 자유로이 相互通信이 가능토록 음성, 데이터, Fax 및 畫像을 單一의 交換網으로 취급하는 統合交換網이 되어야 한다. 現在 이러한 特質이 다른 情報를 각각 處理, 취급하기 위해 리얼타임 (Real time) 성, 正確性, 通信繼續時間, 發生頻度 등에 따라 音聲, Fax, 등을 主로 취급하는 回線交換網과 데이터를 주체로 하는 패킷交換網, 畫像을 主로 한 畫像交換網 등으로 분리되어 있으나 3 개를 整理하여 기술동향이나 수요동향에 따라 점차적으로 통합하려고 하고 있다.

요즈음의 일부 통합기능을 가진 디지털회선교환기는 시분할 교환으로 音聲과 데이터의 복합 수용이 가능한데 64kbps 전송단위이며 패킷교환 장치는 4.8-9.6kbps가 많고 일부 48kbps가 있다. 傳送制御順序는 信賴性, 效率性이 좋은 透過傳送(任意의 Bit Sequence傳送)이 가능한 HDLC 傳送制御가 많이 채택되고 있다.

한편 情報傳送網은 多種多樣한 端末에서 자유로운 타이밍에서 送受信된 디지털 信號를 각각의 타이밍으로 傳送하는데 일정의 共通Clock (동기신호)를 各所에 供給해서 各단말이 同一의 傳送타이밍으로 동작하는 網同期技術이 개발되어야 하며 電力回線은 一般公衆網과는 달리 서비스별 優先도를 갖는 特性이 필요하므로 이에따른 電力用 通信網의 프로토콜 확립이 중요하게 등장되고 있다.

5. 結 論

向後 디지털技術을 根本으로하는 各種 電力系統分野의 裝置 및 運用은 일층 발전할 것이다.

電氣는 저장성이 없고 즉응성이 요구되는 系統이기 때문에 生産에서 消費까지 一貫된 綜合體系를 有持하기 위해서는 이를 위한 情報의 蒐集, 處理, 伝送에 비약적인 디지털技術의 導入이 불가피하므로 이 分野의 集中研究가 필요하다.

그러나 아직 잔존하는 많은 아날로그 방식과의 有效적절한 혼합사용도 經濟적으로 유리하므로 우선은 단계적인 디지털을 위한 效率的移行이 중요하리라 생각된다.

參 考 文 獻

- 1) 後澤通弘 “電力用情報傳送システム의 技術動向의 課題” 調査報告 : 178068. 電力中央研究所報告. 1979. 7.
- 2) R.KOSKIEN, J.KOMVLAINEN의, “Application of Integrated Digital Network For Electric Power System”, CIGRE 1986 Session Conference. 27th August-4th September, 1986.
- 3) 築山宗之의 “高度情報化 對應さる電力用 通信システムとのデジタル化と動向” OHM, 1985. 12.
- 4) “M.Kanoi H. “Optical Voltage and Current Measuring System for Electric power Systems” IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. PW RD-1, NO. 1, Jan, 1986.
- 5) テジタルリレー專問委員會 “テジタルリレー 電氣協同研究 第41卷第4號. 1976. 1.