

인터넷 기반의 배전자동화 구현

이효성*, 여진기*, 김종진*, 이흥호*, 하복남**
 *충남대학교, **전력연구원

The embodiment of distribution automation based internet networks

H.S.Lee*, J.K.Yeo*, J.J.Kim*, H.H.Lee*, B.N.Ha**
 *Chungnam National University, **KEPRI

Abstract - Distribution ayatems at the final stage of the power supply process are directly and extensively connected to customers. There are growing demands for more efficient operation and higher reliability. This paper describes the embodiment of distribution automation using internet networks. We suggest the large region distribution server system for distribution automation functions in local area network, automated meter reading system and directed load control system with by-directional communication.

을 자동으로 할 수 있다.

1. 서 론

도시 기능의 다양성, 복잡성 및 정보전송의 대량화가 이루어지면서 배전계통이 복잡하게 구성되었다. 그리고 대규모 배전자동화 시스템이 이렇게 규모가 큰 배전계통을 운전하기 위해 도입되기 시작하였다. 도입목적은 공급신뢰도를 높이는 것과 설비운용 효율성의 향상이었다. 최근 전력산업 구조개편으로 인한 전력사업에 대한 열의의 저하, 환경보존 측면, 세계적인 표준에 따르고 있는 오픈 시스템을 기본으로 한 새로운 정보처리 시스템 등 여러 가지 세계적인 추세에 따라 배전자동화 기술이 다른 모습으로 개발되어지고 있다.

2. 배전자동화 시스템의 경향

2.1 차세대 배전자동화의 개념과 현재 상태

〈그림 1〉은 일본의 배전자동화 시스템의 발전추이와 시스템을 향해 요구하는 관점의 변화를 보여준다. 일본에서 1980년대 이전에 소개된 개폐기의 자체 기능에 의존하는 과거의 배전자동화 시스템과 비교하여 1980년 중반부터 컴퓨터를 이용한 "온라인 감시제어 기술"을 채택되었다. 그동안 제작회사들은 최신 기술을 사용하여 배전자동화 시스템을 제공하도록 요구하는 사용자 요구와 환경의 변화를 충족시키려는 끊임없는 노력을 기울였다. 지금은 정보관련 설비, CPU 성능의 급격한 향상, 오픈 분산형 시스템 채용 외에도 전력회사의 환경이 매우 많이 변화했다. 배전자동화 시스템에 대해서 정보의 제공과 운영측면의 기능 등이 포함되도록 요청되어 왔고, 따라서 이러한 기능을 추가하여 공급신뢰도를 높이는 데 중점을 두도록 시스템도 변화되어 왔다. 이러한 경향에 부응하여 일본의 배전자동화 시스템 제작회사인 후지전기는 〈표 1〉과 같은 차세대 배전자동화 시스템의 새로운 개념을 제안하고 있다.

2.2 광역용 분산형 서버 개념의 배전자동화 시스템

배전자동화 시스템의 사용증가와 관련하여 지점간의 시스템 상태 정보를 알고자 하는 연구가 진행되고 있다. 이러한 개념을 도입함으로써 어느 지점에 있는 계통이든 배전선로의 고장감지, 고장구간 확인, 부하절체 복구 등

년도	1980	1990	2000
배경	전력회사 독립증가	구조개편 진기 공급 비용의 감소 환경 문제 대두	시장 자유화 복잡한 정보통신 인프라 개선
배전 자동화 요구구적		설비 작업의 개선 ○ 손실 최소화 배전계획 ○ 광역 배전계통 운영	전력 품질 제어 ○ 배전계통 전력 조류 파악 ○ 전압/리액터 전력 제어
시스템 적용	시스템 시사용	대도시 적용 확대	일반 도시에서 적용 광역 계통운전(차세대 배전자동화 시스템)
신기술 적용	○ 온라인 감시제어 기술 ○ 신호 전송 기술	○ 오픈 분산형 미들웨어 ○ 3상 조류 해석	○ 분산형 서버 ○ www 서버 기술 ○ 손실 최소화 계통 운전

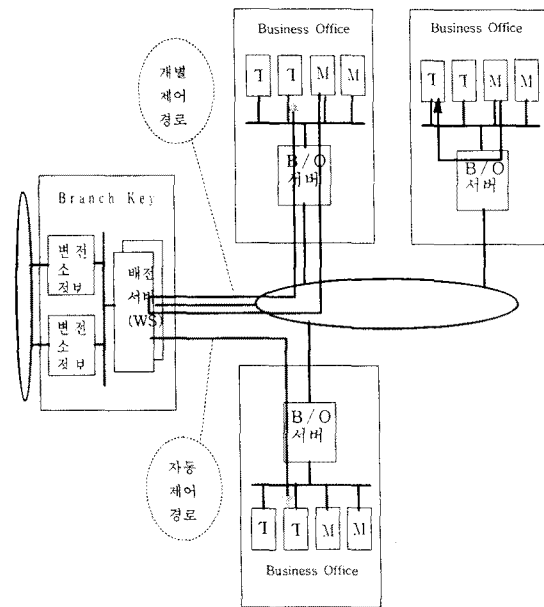
〈그림 1〉 배전자동화 시스템의 개발관련 요구사항의 변화

장래에는 심야에 수행되어야 하는 야간근무를 교대근무조가 상주하는 지사급 사업소에 집중해서 하도록 관찰하는 모든 사업소의 배전자동화 시스템 운영을 지사에서 처리하도록 함으로써 각 지점에서 야간근무를 없애도 된다는 희망을 갖게 한다. 미래의 배전자동화 시스템은 연관된 시스템과의 연계, 많은 정보를 비교를 통한 정확한 판단 및 복잡한 해석까지도 가능한 고도의 기능을 갖는 것이 요구되고 있다. 이것이 가능하려면 국제표준을 사용하는 표준화된 오픈 구조형을 기본으로 하는 구성방식을 갖는 것이 매우 중요하다. 또, 실시간 정보를 다른 시스템으로부터 취득할 수 있는 환경도 가져야 한다.

〈표 1〉 차세대 배전자동화 시스템의 설계 개념

구분	배전측 요구	새로운 개념	세부내용
배전계통 운전	배전공급 비용 절감	광역 배전계통 운전	지사-지점간 시스템을 연계하여 정보를 공유함으로써 광역 계통운전
		오픈 아키텍처를 가진 분산형 시스템	시스템간 데이터 전송 개인PC를 사용하여 초기구축비용 절감
		상위 시스템과의 연계	데이터 형식 통일화를 통한 시스템 운전 개선 데이터 유지보수 효율화
배전사업	작업량 향상	배전계통 계획지원 시스템	손실최소화 최적 계통구성 운전
	정보품질 개선	데이터의 공유가 가능한 배전자동화 시스템 설계	데이터 관리의 효율성 향상 데이터 요구 응답성 향상
배전절제	다양한 분산전원 대응 및 전기품질 관찰	전력품질 측정, 해석, 보상 기능	무효전력보상장치, 전압보상장치를 포함한 계통보상, 불균형/조화 해석, 전력조류 계산 등

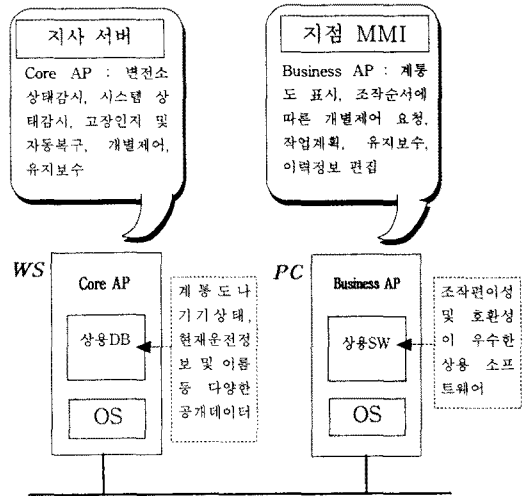
〈그림 2〉는 일본에서 구상하고 있는 시스템 구성방식으로 하나의 시스템에서 인터넷 네트워크를 이용하여 넓은 지역의 배전계통을 제어할 수 있는 배전자동화 시스템의 개념도이다. 〈그림 3〉은 소프트웨어 구성을 보여준다.



〈그림 2〉 광역 배전서버 개념을 갖는 차세대 배전자동화 시스템의 개념도

이 시스템을 위해서는 지사에 있는 배전서버와 지점간을 연결하는 LAN이 구성되어야 하며, 각 지점에는 지점 서버, MMI, 중앙통신장치 등으로 시스템을 구성한

다. 배전서버는 관할구역 내에 있는 배전계통의 설비 데이터의 관리뿐만 아니라 예하 지점 관내의 배전계통에 대한 감시 및 제어를 수행할 수 있다. 지점서버는 지사의 배전서버에 있는 배전계통의 설비 데이터를 저장하면서 자율적으로 배전계통의 운전을 수행한다.



〈그림 3〉 광역 배전제어 시스템 소프트웨어

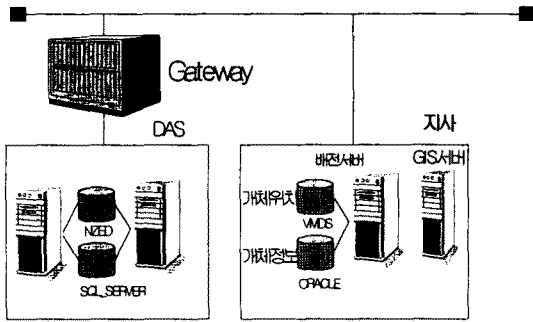
배전서버는 상용화된 소프트웨어의 효율적인 사용과 신뢰도 향상을 위해서 워크스테이션을 사용하고 있다. 여기에서는 시스템간의 자유로운 데이터 전송과 소프트웨어의 확장성을 보증하기 위해서 상용화된 데이터베이스를 사용한다. 사무실에서 MMI 취급을 위해 개인PC를 사용할 수 있도록 하는 것은 개발비용을 줄이는 것과 상용화된 다양한 소프트웨어를 사용해서 확장성 및 취급성을 증진시키는 효과가 있다.

이 구성을 가짐으로서 한 지사 관내에 있는 여러 개의 지점 관내 배전계통이 통합 관리되고 각각의 시스템이 데이터 수수를 위해 오픈 형태로 되며, 통합운전이 실현된다. 통합운전은 관리하고 있는 전체 배전계통의 자동 고장 인지, 고장개소 확인, 고장복구 등이 가능한 방법이기에 때문에 운영자가 지점간의 경계를 인식하지 않아도 된다.

2.3 정보의 공유

전력회사의 각 부서에서는 배전자동화 시스템을 포함한 생산화 시스템을 많이 사용하고 있다. 네트워크 기술의 발전과 사무자동화 기계의 확산 사용은 구성 형태의 다양성뿐만 아니라 대량 데이터의 처리가 가능하도록 시스템을 개발하게 만들었다. 각 시스템으로부터 내부 LAN을 이용하여 실시간 운전데이터와 분석데이터를 개인용 컴퓨터 터미널에 전달하는 메커니즘은 일반적으로 효율적으로 사용되고 있다. 따라서 데이터를 공유하는 시스템은 유지보수 부서와 현장 운영부서 사이에 내부적으로 연결이 이루어지고 서로 통용이 가능한 방식을 가진다. 이러한 시스템이 서로 들어 소개되고 있는데, 예를 들어 상용 소프트웨어인 Excel을 사용하여 서버의 데이터를 받아서 일부하 트랜드를 그리고 있다. 정보 공유의 일례로서 현재 시스템 연계를 추진중인 것이 대규모 배전자동화 시스템에 배전계통 데이터를 제공할 수 있는 신배전정보시스템(NDIS)과 변전소 운전정보를 제공할 수 있는 SCADA시스템이다. 이 시스템간의 연계 연구는 전력연구원 주관으로 한국전기연구원이 참여하여 진행되고 있으며, 2001년말까지는 내부작업이 완료되고 2002년 초에는 운전중인 시스템들을 상호 연계하여 정보를 공유하는 실증시험이 진행될 예정이다. 〈그림 4〉는

신배전정보시스템과 배전자동화 시스템의 연계개념도이다.



〈그림 4〉 DAS-NDIS 시스템 연계 구성도

2.4 배전계통 계획업무를 지향하는 시스템

배전계통 계획시스템의 기능은 과부하와 같은 공급장장을 피하고 미래에 예측되는 수요증가를 예측하여 설비 계획 및 새로운 수요 요구를 고려한 최적 전력공급 계획을 세우는 것을 포함한다. 이것의 핵심은 기존에 있는 대부분의 배전설비를 이용하고 새로운 기기의 증설은 가급적 억제하도록 계획을 세우는 것이다. 복잡한 운전조건과 컴퓨터를 가지고 광대한 배전계통을 패턴화 시켜 시설 설비들을 가지고 최적조합 해를 찾는 것과 운전자에게 가장 최적의 해를 보여주는 것은 어려운 일이다. 그러나 컴퓨터 처리 용량의 증가와 GUI 사용자 인터페이스와 같은 MMI 기법이 획기적으로 발전하는 등의 최근의 기술발전은 조합최적화의 다양한 새로운 해를 제안하게 되었고 배전계통 계획분야에 이러한 기술들의 적용을 쉽게 만들었다. 후지전기는 조합최적화 문제를 해결하기 위해서 최근에 사용되고 있는 휴리스틱 기술 중의 하나인 유전알고리즘(Genetic Algorithm)을 적용하여 최적 네트워크 구성방안 수립이나 변전소간의 부하절체와 같은 기능을 구현하고 있다. 최근 장기 배전계획 업무를 수행하는 배전계획프로그램이 개발되어 배전사업소에 확대 사용되기 시작하였다. 이 프로그램의 알고리즘 중에서 계통운전을 효율적으로 하게 하는 알고리즘은 배전자동화 응용프로그램에 도입되어 배전계통 최적운영 운영프로그램으로 적용되도록 개발이 진행중이다.

3. 수용가 자동화 시스템

수용가 자동화와 관련하여 원격검침 및 부하제어에 대한 연구 및 실계통 적용에 주안점을 둔 실증시험이 수년 동안 진행되어 있고, 일부는 현장 적용이 되고 있다. 국내에서의 원격검침은 1995년도에 고압 대구수용가를 대상으로 시범적으로 시작되었으며, 1999년도에 약 600호의 대구수용가에 대한 원격검침을 영등포지점관내에서 전화선과 CATV 방식으로 적용하였다. 현재는 무선방식과 저압전력선을 이용하는 원격검침을 약 5,000호를 목표로 시행 준비중이다. 특히 최근에는 원격검침을 하는데 반드시 필요한 전자식 전력량계의 산산화가 상당히 빠르게 이루어졌으며, 따라서 앞으로 저압수용가까지도 원격검침을 시행할 날이 멀지 않은 것으로 생각된다.

미래를 위한 새로운 도파는 여러 가지의 전력공급 형태를 만날 것에 대비한 시장자유화와 구조개편을 반영한 출어진 발전회사 들을 위한 시스템 연계가 증가할 것을 염두에 두고 있다. 또한, 정보서비스, 열공급사업, 홈시큐리티 등과 같은 전기와 관련이 없는 연관 사업에도 자동화 기술이 적용될 것이다.

3.1 원격검침 시스템

국내에서는 대구수용가의 검침을 목표로 원격검침이

시작되었지만 외국에서는 데이터 전송기술의 발전을 배경으로 해서 전력량계의 전자화, 전력시스템의 다양화, 원격검침 등이 자동시건장치가 도입된 아파르나 산간지역에 있는 수용가의 검침 등 검침이 곤란한 지역의 검침이나 복잡한 검침이 수반되는 대수용가에 빠르게 확산되고 있다. 외국보다는 늦었지만 국내에서도 최근 전자식 전력량계의 개발이 적극적으로 이루어지고 있기 때문에 앞으로 가전기기의 원격기능을 갖는 단말장치와 전력량계, 대수용가와 계약이 되어 있는 피크수요 조정 등을 해결하기 위한 부하 검색 기능을 가진 다기능 전자식 전력량계의 개발이 이루어질 것으로 생각된다.

3.2 수요관리 시스템

일본에서는 자원에너지국 주관으로 1986년 이후로 부하평준화를 위한 부하집중제어를 계속 시험하고 있다. 초기에는 부하집중제어가 전기은수히터나 에어컨 등을 직접 제어하는데 초점을 맞추고 연구가 진행되었다. 그러나 최근에는 정보통신 기반 분야의 발전이 직접부하제어와 관련되어 성장성을 고려하게 되었고, 또한, 일반 가정이나 소규모 상가의 부하소비 패턴을 고려하게 되었다. 또, 수용가는 전력회사로부터 피크값과 요금에 대한 정보를 받고 있다. 국내에서도 최근 PCS를 이용한 에어컨 부하 일괄제어 시험이 수년전부터 진행되었고 2000년부터 부하제어가 가능한 에어컨이 보급되기 시작하였다. 이 사업은 정부의 지원하에 2001년도에도 앞으로 부하제어를 한다는 전제 조건하에 에어컨의 초기 구입비용을 할인해 주는 방식으로 구매자를 모집하여 확대되고 있으며 이러한 부하제어는 앞으로 점점 더 늘어나게 되어 일정한 시간에 집중되는 피크부하를 억제하는 우수한 효과를 거둘 것으로 기대된다. 현재까지의 수용가 자동화 시스템은 대개 단방향 통신을 전제로 하여 전력회사의 필요에 따라 수용가 구내의 기기에 대한 감시제어를 목적으로 하고 있다. 특히 부하제어가 대표적으로 그러한 구성을 가지고 있다. 그러나 앞으로는 수용가와 관련된 자동화 시스템은 양방향 통신망을 이용해서 전력회사에서 제공하는 각종 정보를 알 수 있도록 수용가에서도 알 수 있게 될 것이다. 특히 전력선을 이용하는 통신네트워크 기술이 상용화 될 경우 배전자동화 관련 기능뿐만 아니라 인터넷 접속망으로서 큰 역할을 하게 될 것이며, 이렇게 되면 경제성과 확장성을 갖춘 대폭 성능이 향상된 배전자동화가 구현될 것이다.

4. 결론

배전자동화 시스템의 기술향상은 정보통신 인프라 개선과 다양해지는 수용가 요구사항, 관련기술의 끊임없는 진전을 배경으로 앞으로도 계속 이어질 것이다. 전력회사나 제작업체들은 미래의 기술발전 방향을 예측할 것이고 배전자동화 시스템의 개발에도 신기술들이 도입되어 발전되어갈 것이다. 특히 수년 전부터 선진국에서도 부러워 할 정도로 인터넷 활용기반이 적극적으로 구축되었고 이러한 기술발전은 배전자동화나 수용가자동화에 적극 도입되어 실용화 되어갈 것으로 예상된다.

〔참 고 문 헌〕

- (1) 전력연구원, 신 배전자동화 시스템 개발연구 최종보고서, 2000. 10
- (2) Kazuhiro Oohashi, Jinpei Kuwayama, Horoshi Horiguchi, An overview of recent distribution management systems, 100-104p, 1998. 4. Fuji Electric Review
- (3) Susumu Ekawa, Satoru Kusama, Hiroshi Oi, Distribution planning support system for the Kansai Electric Power Co., 105-107p, 1998. 4. Fuji Electric Review