

배전센터용 광역 배전자동화시스템 개발

신창훈^{1*}

Development of Wide Area DAS for Distribution Control Center

Chang-Hoon Shin^{1*}

요약 본 논문은 한국전력 자체 연구과제로 수행된 광역 배전자동화시스템의 개발에 관한 연구 내용을 다루었다. 국내 배전계통 운영 환경에 적합한 광역 배전자동화시스템 설계기준 수립과 통합 시스템용 미들웨어 설계, 통합운영을 위한 감시화면, 회선별단선도, 자동화 응용기능 및 타 시스템 연계 등 운영 프로그램 개발이 수행 되었으며, 충남 사업본부와 공동으로 본부 배전센터에서 광역 배전자동화시스템을 시범운영함으로써 제반 성능검증 작업과 확대적용을 위한 운영기준이 정립되었다. 개발된 광역 배전자동화시스템은 전국 41개 배전센터에 설치되어 배전계통 운영 선진화에 기여할 전망이다.

Abstract This paper presents KEPCO research project for developing wide area DAS by reengineering conventional DAS and its functional upgrade. Through the research project system design requirements were prepared based on the local operation status and oversea examples. Application softwares were also developed supporting integrated operation of several area. The system implementation was performed on Choongnam regional head office for pilot operation. The developed wide area DAS will be fully installed on 41 DCC nation wide and expected to contribute on innovation of our distribution network operation.

Key Words : Distribution Control Center, Distribution Automation System, Wide Area Network

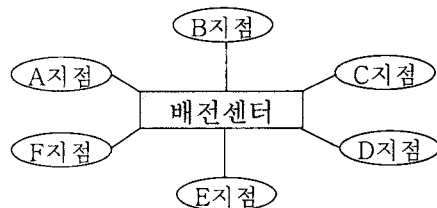
1. 서론

한국전력은 기존 지점 단위의 배전계통 운영체계를 배전센터를 중심으로 여러 지점의 배전계통을 총괄하여 운영하는 광역 배전계통 운영체제로 개편하는 “배전센터 광역화·IT화 사업”을 시행하고 있다(2007.3 ~ 2009.12). 이 사업은 전국 190개 사업소를 41개의 광역권으로 분류하고, 각 권역의 거점 사업소에 배전센터를 구축하여 배전센터에서 계통을 광역화 운영하는 것을 목표로 한다.

기존 운영체계는 각 사업소별로 담당 배전계통을 직접 운영하도록 하고 있으나, 전문 운영인력의 확보가 어려워 비전문 인력을 근무시키고 간접적으로 지령하는 방법으로 운영하는 사업소도 있어서 운영의 전문성 확보와 효율적인 시스템 활용이 어려웠다. 개선되는 운영체계는 광역통신망(WAN)을 이용하여 각 사업소의 배전자동화시스템을 배전센터로 통합함으로써 배전센터에서 예하

지점 계통을 직접 운영할 수 있어 보다 안정적이고 효율적인 계통운영 환경을 제공할 것으로 기대한다.

배전센터는 광역권 전체의 실시간 배전계통 감시와 제어기능을 제공하는 운영시스템을 필요로 하나 기존 운영시스템인 배전자동화시스템은 지역별 독립운영을 전제로 시스템이 개발되었기 때문에 광역화 운영 위한 제반 기능을 제공하기 어려웠다.



[그림 1] 배전센터 중심의 광역 계통운영 체계

본 논문은 한국전력공사 연구과제로 수행되었음.

¹한국전력공사 전력연구원

*교신저자: 신창훈(hoony@kepco.co.kr)

접수일 08월 07월 16일

수정일 1차 08년 09월 04일, 2차 08년 09월 18일

계재확정일 08년 10월 16일

이에 따라 전력연구원은 “배전자동화시스템 광역화 운영에 관한 연구” 과제에 착수하여 광역 배전자동화시스템을 개발하게 되었다. 주요 연구내용은 국내외 사례조사를 통하여 광역화 운영환경이 요구하는 광역 배전자동화시스템 설계기준의 수립과, 미들웨어, 통합감시화면, 회선별단선도, 자동화 응용기능 및 타 시스템 연계 등 운영 프로그램 개발을 포함한다. 특히, 충남사업본부와 공동으로 본부 배전센터에 개발된 광역 배전자동화시스템을 구축하고 시범운영을 시행함으로써 시스템의 기능과 성능을 검증하였고, 향후 확대적용을 위한 운영기준을 수립하였다.

2. 본론

광역 배전자동화시스템 개발을 위하여 진행된 해외 배전센터 자료조사 및 분석, 설계기준 수립, 시스템 구현, 시범구축 및 운영 등에 대한 연구과정을 소개한다.

2.1 해외사례조사

배전계통 광역화 운영은 국내에서는 처음 시도되는 사업으로서 시행착오를 예방하기 위하여 다양한 해외사례를 조사하였다.

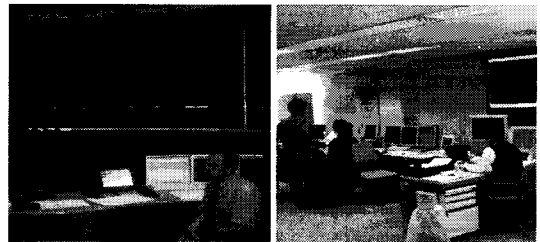
[표 1] 지역별 광역화 운영 특징

구분	유럽	일본	한국
경영환경	민영화, 대규모인수합병	민영화, 지역분할	내부경쟁
센터구축 투자성향	적극적 (규모의 경제성 확보)	소극적 (운영단순화로 효율향상)	적극적 (선진운영체계 확보)
광역화 목표	자원집중 대규모운영	야간휴일백업, 비상지원	전문직접지령 비상시 독립운영
운영방침	관계및설계 업무전반 센터집중	모든업무 지역분산 야간휴일 관계지령백업	관계지령 센터집중 기타운영 지역분산
관할계통	배전변전소 포함	불포함 (CB 조작 가능)	불포함 (일부감시)
계통규모	대규모	중규모	중규모
기술 및 인프라	양호, 경험축적	양호, 일부경험	양호, 최초시도

유럽 전력사는 민영화에 따른 대규모 인수합병의 영향으로 경쟁력 확보를 위하여 제도 및 시스템의 대형화를 통한 관리 및 운영의 효율성 향상에 주력하고 있다. 배전

센터 광역화도 이러한 목적에서 시행되어 기존 배전센터를 상호 통폐합하고, 대규모 계통운영 환경구축을 통한 인력 및 자원의 절감과 효율개선을 도모하고 있다. 유럽의 배전센터는 초기에도 이미 넓은 지역의 계통운영을 담당해왔기 때문에 광역화 운영을 위한 기술과 인프라가 양호한 편이며 운영경험도 풍부하여 보다 넓은 규모로의 센터통합이 지속적으로 이루어질 전망이다.

일본 전력사는 지역분할 구도의 사업구조를 갖고 있어 사업영역이 제한적이기 때문에 사업 확장을 통한 성장에 한계가 있다. 반면, 민영화에 따른 경쟁력과 수익성 확보는 지속적으로 필요하여 가급적 대규모 투자는 피하되 기존의 인력 및 자원의 효율 향상을 추진하는 방향으로 운영하고 있다. 따라서, 배전센터 중심의 직접운영 방식을 택하지 않고 거점 사업소가 인접사업소의 야간/휴일 계통운영을 백업 수행하는 정도로만 추진하여 인력절감 및 계통효율성 향상이 제한적이다.



a) 독일 EnBW사

b) 일본 북해도전력

[그림 2] 해외 배전센터 운영사례

한국전력이 추구하는 배전센터는 규모면에서는 일본 전력사와 유사하나, 배전센터 중심으로 예하지점의 관계지령을 수행하는 직접운영체계의 확보가 목적이므로 운영형태는 유럽 전력사와 유사한 점이 많다.

2.2 시스템 구조설계

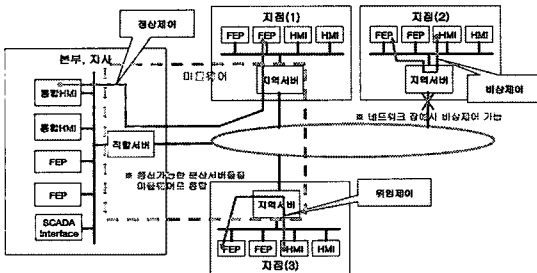
광역 배전자동화시스템의 구조는 계통규모, 인원배치, 수행업무, 운영방침 등과 밀접하게 관련되므로 국내 기본계획, 해외사례 등의 검토를 바탕으로 운영 요구조건을 효과적으로 충족할 수 있도록 설계하였다.

광역 배전자동화시스템이 담당하는 광역권역의 계통규모와 업무량을 분석하였다. 기본계획을 통하여 광역권역은 사업소의 요소별 가중치를 기준으로 평점을 산정하는 방식으로 평가하여 권역별로 평준화될 수 있도록 설정되었고, 결과적으로 광역권역이 기존 사업소 대비 약 2.5배의 계통규모와 업무량을 갖게 됨을 알 수 있었다.

[표 2] 광역권의 평균설비 및 업무량

	회선수 (개)	고압공장 (km)	개폐기수 (대)	고장건수 (건)	지령건수 (건)
광역(A)	251	3,356	3,573	448	1,842
기존(B)	112	1,394	1,490	155	751
비(A/B)	2.2	2.4	2.4	2.9	2.5

시스템의 설계구조는 광역권 전체에 대하여 통합서버를 운영하는 집중형 방식과 각 사업소마다 별도의 서버를 운영하는 분산형 방식으로 구분할 수 있다. 한국전력은 기존에 각 사업소마다 배전자동화시스템을 설치하여 계통을 운영해오고 있었기 때문에, 별도의 대규모 통합시스템을 새로 구축하는 것 보다 기존 시스템을 광역통신망(WAN)으로 연계 통합하는 분산형 방식이 유리하다. 분산형 방식은 비상시 배전센터에서 각 사업소 배전운영실에 계통운영권을 위임할 수 있어 태풍, 홍수 등 천재지변 시 안정적인 운영이 가능하고, 기존 투자된 자원을 활용함으로써 경제성을 높일 수 있다.



[그림 3] 분산형 광역 배전자동화시스템 구조

분산형 광역 배전자동화시스템은 다음과 같은 운영모드를 제공할 수 있다.

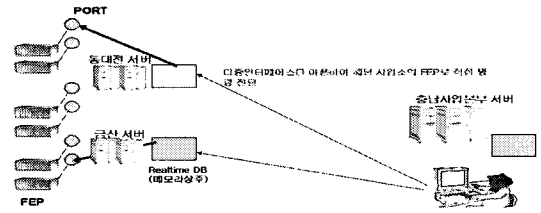
- 정상 : 센터에서 예하 전 사업소 통합운영
- 위임 : 필요시 특정 사업소에 운영권 위임 또는 비상시 전 사업소에 운영권 위임

여기서, 필요시라 함은 복잡한 현장작업 또는 연동시험의 지령을 위하여 사업소 배전운영실의 직접 관제가 요구되는 상황을 의미하고, 비상시라 함은 천재지변, 재난, 시스템 장애 등으로 인하여 배전센터의 기능을 정상적으로 수행할 수 없는 상황을 의미한다.

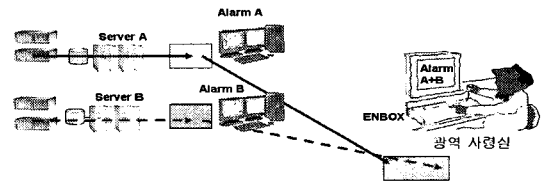
2.3 광역화 운영프로그램 개발

분산형 시스템으로 센터 중심의 직접운영체계 구축이 가능하도록 배전자동화 운영 프로그램을 대폭 수정 개발하였다. 실시간 데이터베이스와 주요 어플리케이션 사이에서 데이터 교환을 담당하는 미들웨어는 기존 단일서버

-다중클라이언트(SSMC) 방식에서 XML로 설정된 서버 프로파일을 참조하는 다중서버-다중클라이언트(MSMC) 방식으로 재설계하였고, 센터서버에는 예하 지점에서의 명령 및 설정 데이터 전달과 이벤트 및 계측 데이터의 수집 기능을 수행하는 서버 간 데이터 증계기능을 추가하였다.



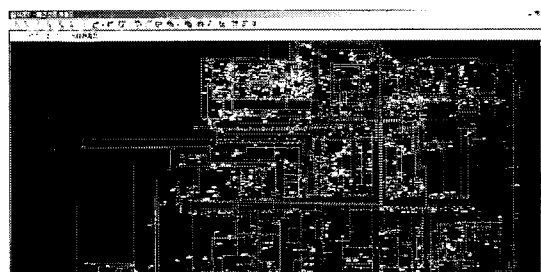
a) 예하사업소 개폐기 제어



b) 예하사업소 이벤트 수신

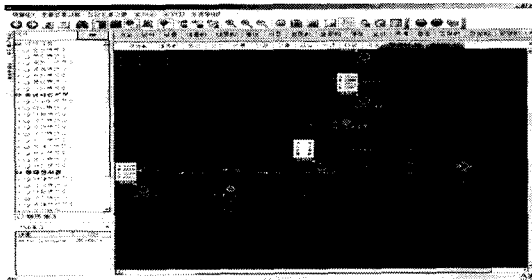
[그림 4] 센터 및 사업소 간 데이터 송수신 방법

배전센터에서 예하 사업소의 고장처리와 작업지령이 가능하도록 운영 프로그램을 보완 개발하였다. 기본적으로 계통운영은 배전센터에서 모든 사업소의 감시제어가 가능해져 사업소별로 구분하여 표시하고 제어하는 개념을 갖고 있다. 계통장, 제어창 및 단선도는 사업소 구분탭을 선택함으로써 계통데이터가 구분 처리되도록 하였다. 계통도는 회로도 기반으로 구성하여 벽면계통도와 동일한 데이터베이스를 사용하여 데이터의 일치성을 높였으며, 현장작업자 및 전기원의 지령이 용이하도록 신배전정보시스템(NDIS)과 연계하여 지리기반의 계통도를 호출할 수 있도록 하였다. 계통운영의 상황에 따라 운영권을 위임할 수 있도록 운영권한 위임창을 설치하여 각 지점별로 해당 계통의 운영권을 위임할 수 있도록 하였다.



[그림 5] 예하 사업소 계통도의 통합

제어창은 이벤트가 발생하는 사업소별로 경보이력과 개폐기 상세정보를 구분할 수 있도록 하였고, 단선도 창은 각 사업소별로 변전소, 배전선로가 구분될 수 있도록 하였다. 현재 응용프로그램은 각 사업소별로 구분 운영시 기존과 동일하게 고장처리, 과부하해소, 부하균등화, 손실최소화, 보호협조 검토 등의 제반 기능을 수행할 수 있으며, 향후 통합계통 전체를 기준으로 기능의 수행이 가능토록 보완할 예정이다.



[그림 6] 예하 사업소 단선도 통합

2.4 기타 운영지원 프로그램 개발

배전센터에서 디지털식 벽면계통도를 이용하여 효율적으로 고장처리 및 작업지령을 수행할 수 있도록 웹기반의 뷰어프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램을 통하여 보다 직관적으로 사업소별 배전선로, 개폐기 등의 검색과 표현이 가능하고, 자기선로 및 연계선로 색상표현, 수용가 및 변압기 표시 등의 기능을 대폭 보완하여 효율적인 벽면계통 표현이 가능토록 하였다.

타 시스템 인터페이스 기능을 통하여 변전소정보시스템과 신배전정보시스템과 데이터 교환이 가능하다. 신배전정보시스템으로부터 지리도기반의 고압계통도를 호출하여 현장 지령이 용이하도록 하였고, 고객지원시스템에 고압정전 정보를 제공하여 고객에게 정전 메시지를 제공하고 정전통계 기능을 수행할 수 있도록 하였으며, 공사관리시스템과의 연계를 통하여 작업검토, 승인, 계통도 갱신 및 준공 등의 업무가 용이하도록 하였다.

통합O&M 프로그램은 배전센터에서 예하 사업소에 분산 배치된 전산자원들의 운영상태를 수시로 감시할 수 있도록 하였고, 원격제어 및 배포 기능을 이용하여 운영프로그램의 업그레이드 시 운영 프로그램을 자동 배포하는 기능을 구현하였다. 또한, 관리서버 기능을 통하여 예하 사업소의 운전이력, 고장분석 및 부하관리 등 운전지원 기능을 통합하였다. 또한, 현황 통계 정보는 사무실에서 온라인으로 조회가 가능하여 현황분석은 물론 시스템의 유지보수 및 투자계획에 필요한 정보분석이 가능토록 하였다. 향후 관리서버는 광역 배전자동화시스템 운영과

관련된 통합포털로 발전할 수 있을 전망이다.

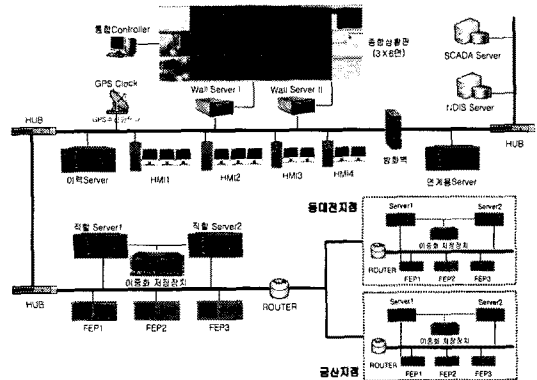
2.5 충남지사 시범운영

충남배전센터는 직할 영업실, 동대전지점 및 금산지점 계통을 포괄하는 지역의 배전계통 운영을 담당하고 있다. 충남배전센터에 개발된 광역 배전자동화시스템을 설치하고 운영 프로그램을 탑재하여 시범운영을 실시하였다. 충남사업본부는 운영인력을 2인4조3교대로 운영하여, 운전원 겸이 직할 영업실과 금산지점을 담당하고, 운전원 을이 동대전지점을 관할하는 업무분장으로 예하 전지점의 통합 감시제어, 고장처리 및 작업관리 업무를 수행하였다.



[그림 7] 충남배전센터 광역화 운영

충남배전센터는 광역화 운영을 위하여 사업소 간 이중화 광역통신망(WAN)을 구축하여 시스템 신뢰도를 개선하였으며, 디지털식 무선지령시스템과 급전전화시스템을 설치하여 보다 안정적인 지령 환경을 구축하였다. 또한, 각 사업소 배전운영실에는 계통 설계 및 시공원이 계통을 편리하게 검토할 수 있도록, 감시 전용 HMI를 설치하였고, 배전계통 편집 및 수정을 담당하는 엔지니어링 전용 HMI도 설치하였다.



[그림 8] 충남배전센터 시스템 구성

충남배전센터의 시범구축 및 운영에는 광역화 사업의 최초 시도 시기여서 많은 기능을 한꺼번에 개발할 수 없었으나 향후 2차년 및 3차년 사업을 통하여 시스템의 안정화 및 성능개선을 추진하여 보다 안정적이고 효율적인 시스템 개발을 추진할 계획이다. 현재, 자동고장처리, 시공관리시스템의 업무흐름관리, 시공도면 입력 및 검토 등의 성능개선 작업이 진행되고 있으며, 향후 관리서버를 이용한 시스템 종합관리 기능, 계통도 자동갱신 기능, 연계점을 포함한 계통 최적화 기능 등이 추가될 예정이다.

3. 결론

한국전력이 추진하는 배전센터 광역화 및 IT화 사업은 선진 배전계통 운영시스템의 구축과 고품질 전력공급 기반 강화를 목표로 광역 배전자동화시스템 기반의 효율적인 운영시스템을 전국 41개의 배전센터에 구축하여 배전센터를 중심으로 다수 사업소의 배전계통을 효율적으로 통합하여 운영하는 방안으로 추진되고 있다.

전력연구원은 자체 연구개발 과제를 통하여 배전센터 광역화 및 IT사업의 성공적 추진을 위하여 국내 환경에 적합한 광역 배전자동화시스템의 설계기준을 정립하였다. 또한, 시스템 구현에 필요한 광역운전용 미들웨어 설계, 통합운영을 위한 통합감시화면, 회선별단선도, 자동화 응용기능 및 타 시스템 연계 등의 운영 프로그램 개발을 수행하고, 충남사업본부와 공동으로 직할 배전센터에 시스템을 구축하여 시범운영함으로써 향후 확대적용을 위한 운영기준을 마련하였다.

배전센터에 광역 배전자동화시스템을 구축하고 운영함으로써 정전복구시간 단축과 배전운영효율 향상 효과를 거두었으며, 고객만족 실현과 사회적 비용절감에도 기여하였으며, 운영자의 근무만족도도 크게 향상되었다. 또한, 향후 배전센터 구축 노하우를 바탕으로 해외 시장에 적극 진출하여 해외수출을 통한 국가 경쟁력 제고에 기여할 것으로 전망한다.

참고문헌

[1] “배전사령실 광역화 및 IT화 기본계획”, 배전처, 2006. 9.
 [2] “배전사령실 운영체계 개선을 위한 연구용역 (최종보고서)”, 배전처, 2004. 8.
 [3] “Centralizing Control Centers”, EDP, T&D World, Aug. 2002.

[4] “Distribution Dispatching Center Project at the PEA of Thailand”, SNC- Lavalin Energy Control Systems, PEA, KEMA, 2002.
 [5] “Modern Control Centers for Distribution Networks”, EDP, EFACEC, 2001 IEEE Porto Power Tech Conference, Sep. 2001.
 [6] A New Large Scale DAS in CEPSCO, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 7, No. 2, May 1992.
 [7] 배전자동화시스템 광역화 운영에 관한 연구 (최종보고서), 2008. 2

신 창 훈(Chang-Hoon Shin)

[정회원]



- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사)
- 1994년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 1994년 2월 ~ 현재 : 한전 전력연구원 배전연구소 선임연구원

<관심분야>
 배전자동화, 분산전원 계통연계