

저압 배전망 감시기능을 포함하는 개선된 배전자동화시스템 개발

신창훈^{1*}

The Development of An Improved Distribution Automation System Including Low Voltage Monitoring Function

Chang-Hoon Shin^{1*}

요약 본 논문은 저압 감시 기능을 포함하는 개선된 배전자동화시스템 개발에 관한 연구 결과를 소개한 것으로서 연구배경, 시스템 구성, 설계, 시제품 제작, 시험 및 실계통 시범운영 등 전반적인 사항을 설명한다. 개발 시스템은 배전현장에서 별도로 수행 중인 변압기 부하감시, 전압감시 및 정전감시 및 품질감시 업무를 배전자동화시스템에 통합하여 운영함으로써 보다 경제적이고 효율적인 배전망의 운영을 위하여 개발되었다. 시스템 통합을 위한 통신망은 간선망과 지선망을 갖도록 계층적으로 구성하고, 변압기 부하 측의 저압 감시를 위한 단말장치를 새로 개발하였다. 또한, 기존 배전자동화시스템에 저압 감시 기능을 추가하기 위하여 주장치 소프트웨어를 개선하였다. 개발 시스템은 실계통 시범운영을 통하여 설계 및 성능이 검증되었다.

Abstract This paper presents the developing results of improved distribution automation system including system configuration and subsystem design, prototype hardware and software implementation, and pilot tests on the real distribution networks of Korea Electric Power Corporation (KEPCO). An integrated system is designed to combine independent system for the distribution field works with DAS; transformer monitoring, power quality monitoring, voltage monitoring, outage monitoring, etc. The communication network is hierarchically configured as main network and branch network and well-defined integrated terminal units were developed. In addition, useful host configuration and applications were developed to integrate the services with DAS or interfacing other systems. Pilot tests were performed to verify that the system enables to properly integrate the DAS and other services of the distribution network.

Key Words : 배전망, 배전자동화시스템, 변압기부하감시, 전력품질, 데이터 통신망, 단말장치

1. 서론

최근 IT 기술의 비약적인 발전에 힘입어 우리나라 배전계통에서 인력에 의존하는 현장업무가 자동화 및 전산화되고 있다. 배전자동화시스템(DAS), 변압기부하감시시스템(DTM), 전력품질감시시스템(PQM), 원격검침시스템(AMR) 등이 개발되어 운영되고 있으며 꾸준히 성능개선이 추진되고 있다.

배전자동화시스템은 22.9kV 고압 배전계통을 감시하고 제어하는 역할을 수행하며, 주장치 컴퓨터시스템, 단

말장치 및 통신장치로 구성되어 있다. 배전계통에 산재하는 개폐장치에 단말장치를 부착하여 개폐상태와 전압, 전류 등을 계측하여 다양한 방식의 통신망을 경유하여 주장치로 전송한다. 전송된 실시간 정보는 컴퓨터 운전화면을 통하여 원격지에서 배전계통의 상태와 전력조류를 파악하고, 적절히 개폐기를 제어하여 배전계통을 효율적으로 운영할 수 있도록 한다 [1], [2]. 배전자동화시스템은 현재 한전 190개 전 사업소에 설치되어 운영되고 있다.

변압기부하감시시스템은 일반 수용가에 전력공급을 위한 배전변압기 부하 측의 전압, 전류 및 온도를 감시하여, 변압기가 과부하, 과전류, 절연불량 등으로 인하여 고장을 일으키거나 손상되는 것을 예방하기 위하여 2001년 개발되었다. 배전변압기 부하 측에 설치된 단말장치들이 각각 데이터를 수집하여 한전 본사에 위치한 중앙 데이터서버로 CDMA 무선 데이터 통신망을 경유하여 전송한

이 논문은 2005년 산업자원부 전력산업기반조성센터의 연구비 일부 지원으로 작성되었음.

¹한국전력공사 전력연구원 배전연구소

*교신저자: 신창훈(hoony@kepri.re.kr)

다. 현재, 한전은 변압기부하감시시스템을 이용하여 약 30,000대의 변압기를 감시하고 있다 [3].

전력품질감시시스템은 향후 정부 및 고객의 선진국형 전력품질 요구에 적극 대응하기 위하여 변압기부하감시시스템과 마찬가지로 저압 전력망에 우선 시범적으로 설치 및 운영되고 있다. 품질감시시스템은 순간전압변동(sag, swell, interruption), 고조파, 불평형 등 총 41종의 감시 데이터를 취득하여 CDMA 무선 통신망을 경유하여 본사에 위치한 중앙 데이터서버로 전송한다. 시범용 전력품질감시 단말장치는 2002년 공작지대 인근을 중심으로 약 20대가 설치되었다 [3].

원격검침시스템은 수용가의 전력계량 및 정전정보의 전송을 목적으로 개발되어, 각 사업소별로 운영하고 있다. 원격검침시스템은 전자식전력량계를 이용하여 데이터를 취득하고 있으며 소출력무선통신, 전력선통신, CDMA 무선통신 등을 응용한 다양한 통신망을 이용하고 있다. 각 사업소에 설치된 데이터 서버는 본사 요금계산 서버와 연계되어 요금과 관련한 다양한 고객서비스를 제공한다. 원격감시시스템은 약 120,000 고압수용가에 대하여 2002년 이미 적용이 완료된 상태이며, 일반 수용가의 경우 제주, 대전, 대구 등지에서 3,000호 이상을 대상으로 2005년부터 시범운영을 실시하고 있다 [4].

현재, 배전 현장업무에 투입된 이들 IT화 시스템들은 각각의 목적에 따라 독립적으로 개발되어, 시스템 및 데이터 구조가 상이하어 시스템 간 데이터 연계가 어려운 상태이다. 또한 다양한 시스템 운영에 따른 시스템 유지 및 관리 비용 증가와 함께 CDMA와 같은 상업용 통신망 이용 급증에 따른 통신비 부담이 높아지는 실정이다.

본 연구는 배전 현장업무에 투입된 시스템들을 적절히 통합 또는 연계함으로써 시스템 간 상호 데이터 연계를 통한 운영의 효율 및 활용도를 제고하고, 통신비 및 관리 비용의 절감을 목적으로 하고 있다. 이에 따라, 본 연구는 배전자동화시스템을 기반으로 기존의 배전변압기 부하측 전압, 부하, 정전 및 품질 등의 저압 배전망 감시 기능을 통합하는 방향으로 진행되었고, 새로운 부가기능의 통합을 위한 통신망 구조설계, 단말장치 설계, 시제품 제작 및 실제용 시범운영에 이르는 연구개발 과정들이 성공적으로 수행되었다 [5].

2. 연구방향과 설계요건

본 연구에서는 배전업무 및 시스템의 운영특성 분석을 토대로 현재 22.9kV 배전망 감시제어를 위주로 운영되고 있는 기존 배전자동화시스템에 저압 배전망 감시 기능을

추가하여 보다 효율적인 시스템 구성으로 신속하고 정확한 고장원인 분석과 정전통계가 가능하도록 연구방향을 설정하였다. 아울러, 저압 배전망의 전압관리, 부하감시, 정전관리 및 품질감시 기능을 포함한 배전자동화시스템의 성공적 개발을 위한 설계요건을 아래와 같이 정의하였다.

- 통합시스템은 공통 통신망을 이용하여 다수 기능이 유기적으로 통합되어야 한다.
- 통합시스템의 공통 통신망은 경제적이고, 효율적으로 데이터를 전송하여야 한다.
- 통합시스템은 기존 배전자동화 서비스에 지장 없이 저압 감시 서비스를 제공하여야 한다.
- 통합시스템은 저압감시를 위한 운전화면을 제공하고 표준화된 방법으로 타시스템과 정보를 공유할 수 있도록 하여야 한다.

3. 시스템 설계 및 구현

3.1 데이터 통신망

시스템 통합을 위해서 가장 중요한 부분은 데이터 통신망의 설계이다. 통합 데이터 통신망은 기존 배전자동화 전용망에 계층적 구조를 도입하여 간선망과 지선망으로 구분하고, 통신망 간에 상호 연계가 가능하도록 구성하였다.

통합시스템의 간선망과 지선망에 사용될 수 있는 다양한 통신방식이 검토되고 시험되었다. 간선망으로는 기존 배전자동화용 통신망으로 사용되고 있는 광통신망이 채택되었고, 지선망으로는 소출력 무선통신 또는 저압 전력선 통신방식이 채택되었으며, 소출력 무선통신 방식을 우선적으로 추진하였다.

이러한 설계는 한전이 기존 배전자동화 통신망의 신뢰성 확보를 위하여 광통신망을 주 통신방식으로 설정함에 따라 원활하게 진행될 수 있었다. 한전에서는 배전선로와 연계하여 설치된 광통신망을 회선임대 방식으로 정액제로 임대하여 사용하고 있으며, 광통신망은 기존 배전자동화 데이터를 감안하면 상당한 대역폭을 갖고 있기 때문에 별도의 비용 없이 추가적인 서비스 제공이 가능하다. 지선망에 채택된 통신망인 소출력 무선방식도 ISM 밴드의 주파수 대역을 사용하여 별도의 비용 없이 데이터 전송이 가능하다. 계층적 통신망에 사용된 각 통신방식별 주요특징을 [표 1]에 기술하였다.

표 1. 계층적 통신망에 사용된 통신방식별 주요특징

통신망(방식)	지표	특징
간선망(광)	신뢰성 확장성 호환성 경제성 정책성	현재 가장 신뢰성있는 방식 충분한 대역폭 확보, 노드 추가 용이 배전분야 제어용 통신망으로 보편적 방식 기존 대역폭을 사용하므로 추가 비용 없음 한전 배전자동화시스템의 주 통신 방식
지선망 (소출력무선)	신뢰성 확장성 호환성 경제성 정책성	신뢰성 좋지 않으나 감시용 데이터 전송으로는 사용가능 노드 추가 용이 배전분야 감시용 통신망으로 보편적 방식 ISM 밴드 주파수 사용으로 별도 비용 없음 한전 변압기 부하감시시스템의 통신 방식

간선망으로 사용될 광통신 회선은 이미 배전자동화용으로 설치되어 있는 상태이며 상당한 데이터 통신 여유도를 확보하고 있기 때문에 배전 변압기 부하 측에서 전압관리, 부하감시, 정전관리 및 품질감시에 요구되는 데이터를 별도의 비용을 들이지 않고 충분히 전송할 수 있다 [6], [7]. 지선망으로 사용될 소출력 무선통신 또한 ISM 밴드의 전파를 사용하므로 별도의 통신비를 지불할 필요가 없다. 한전의 입장에서 지선망으로 저압 전력선통신을 이용하는 것도 상당한 장점이 있으나 실무적으로 저압 배전망의 시공이 본 연구가 추구하는 목적에 따른 전력선 통신망 구성과는 차이가 있어서 향후 연구의 몫

으로 남겨두었다 [8].

3.2 시스템 구성

통합시스템의 구성은 실무적으로 [그림 1]과 같이 설명할 수 있다. 통합시스템은 기본적으로 배전사업소에 위치한 주장치 컴퓨터시스템, 통신망 및 장치 그리고 단말장치 등으로 구성된다 [9]. 이종화 광통신망을 기반으로 구성된 간선망은 기존 배전자동화 단말장치를 통하여 제공되는 배전자동화 데이터와 저압 감시용 단말장치를 통하여 제공되는 저압 감시 데이터를 다중화하여 주장치 컴퓨터시스템으로 제공한다.

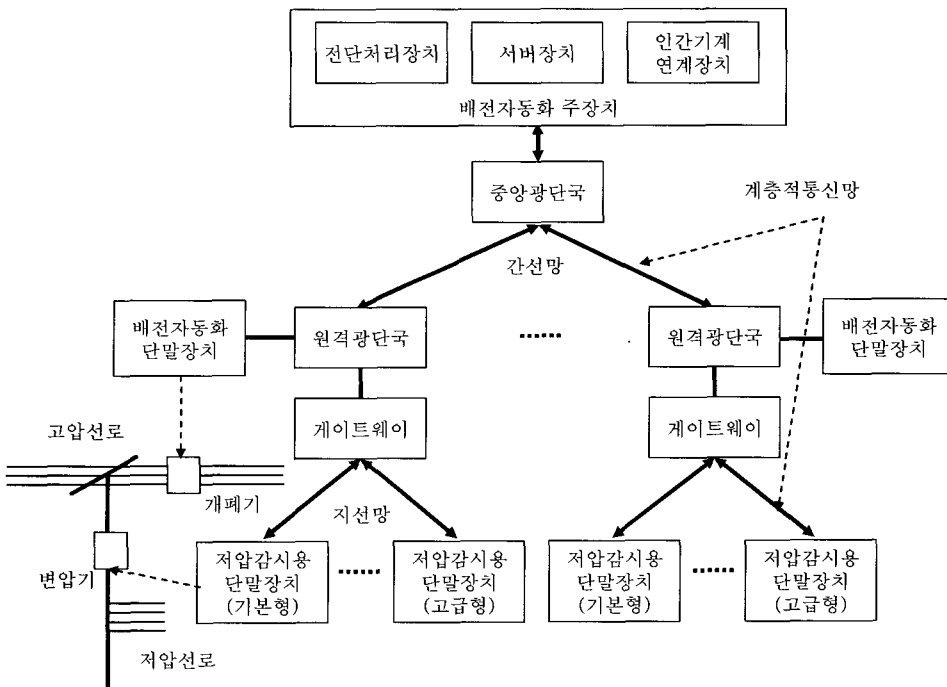


그림 1. 통합시스템 구성

광통신망은 사업소 통신실에 설치된 동기식 광다중화 장비인 중앙광단국장치(COT)와 원격광단국장치(RT)를 이용하여 서비스를 제공한다. 원격광단국장치는 다중포트를 제공하고 직렬 및 이더넷 방식의 데이터 인터페이스를 지원하여 기존 배전자동화 단말장치 뿐만 아니라 저압 감시용 데이터 수집을 담당하는 단말장치들의 그룹별 마스터장치인 게이트웨이의 장착이 가능하다. 게이트웨이는 다수의 저압 감시용 단말장치가 전송하는 데이터를 일괄 수집하여 주장치 컴퓨터시스템으로 데이터를 전송한다. 다중화된 데이터는 중앙광단국장치에서 배전자동화용 데이터와 저압 감시용 데이터로 분류되어 주장치에서 수행하는 해당 응용프로그램으로 각각 전송되므로 기존 배전자동화 서비스에 전혀 지장을 주지 않는다.

3.3 게이트웨이와 저압 감시용 단말장치

저압 감시용 단말장치는 배전 변압기 부하 측에 설치되어, 계측용 CT와 직접 전압 계측을 통하여 전압, 전류를 측정하여 실시간으로 해당 변압기의 부하율을 계산하고, 무전압 감지 방식을 이용한 실시간 정전 감시 기능도 수행한다. 저압 감시용 단말장치는 게이트웨이 및 다수의 단말장치가 포함되는 세트 형태로 구성되며, 적용되는 지역의 업무특성에 따라 단말장치의 등급을 기본형 및 고

급형으로 다양화하여 경제적인 구성이 가능토록 하였다. 기본형 단말장치는 변압기 부하 측 전압, 전류, 부하, 역률 및 정전정보를 제공하고, 고급형 단말장치는 기본형 단말장치가 제공하는 정보이외에 다양한 품질 정보를 제공한다. [표 2]에 기본형 및 고급형 단말장치가 감시하는 항목을 분류하여 기술하였고, [표 3]에 고급형 단말장치의 전력품질 감시를 위한 파라미터 설정값을 기술하였다 [9].

표 2. 저압 감시용 단말장치별 감시항목

형식	기본형	고급형
계측	3상 전압, 전류 3상 전압, 전류(30분 평균) 온도	3상 전압, 전류 3상 전압, 전류(15분 평균) 3상 전압, 전류 페이저 영상 전압, 전류 역률 고조파, 불평형
이벤트	과전압/저전압 과전류 정복전	과전압/저전압 과전류 주파수 이탈 불평형 경고 순간전압변동 경고

표 3. 고급형 단말장치의 전력품질 파라미터 설정

내용	범위	단계	초기값
Sag detection level	0(OFF),0.5~0.99pu	0.01pu	0.9pu
Swell detection level	0(OFF),1.01~1.5pu	0.01pu	1.1pu
Interruption detection level	0(OFF),0.1~0.49pu	0.01pu	0.1pu
Sag, Swell, Interruption detection time	0.5~10cycle	0.5cycle	1cycle
Under-voltage Detection Level	0(OFF),50~95%	1%	80%
Under-voltage Detection Time	0~180.0s	0.1s	1.0s
Over-voltage Detection Level	0(OFF),105~150%	1%	120%
Over-voltage Detection Time	0~180.0s	0.1s	1.0s
Over-current detection level	0(OFF),10~1000A	1A	100A
Over-current detection time	0(OFF)~180.0s	0.1s	0.1s
Ground Over-current detection level	0(OFF),10~1000A	1A	100A
Ground Over-current detection time	0~180.0s	0.1s	0.1s
Voltage unbalance detection level	0(OFF),0~100%	1%	30%
Voltage unbalance detection time	0.1~60s	0.1s	1s
Current unbalance detection level	0(OFF),0~100%	1%	30%
Current unbalance detection time	0.1~60s	0.1s	1s
Voltage THD detection level	0(OFF),0~100%	1%	10%
Current THD detection level	0~100%	1%	10%

표 4. 게이트웨이의 상하위 통신 설정

	상위통신 (주장치↔게이트웨이)	하위통신 (게이트웨이↔단말장치)
통신방식	광	소출력무선
통신포트	RS-232 또는 이더넷	RS-232
프로토콜	DNP 3.0	RF
디지털입력(상태)	이벤트	이벤트
아날로그입력(계측)	이벤트변수, 정적변수	파일전송
아날로그출력(설정)	즉시	즉시
품질데이터	파일전송	파일전송
데이터요구간격	60초	10초

게이트웨이는 RS-232 직렬포트와 RJ-45 이더넷 포트 등 다양한 포트를 구비하여 상위 간선망과 하위 지선망의 통신망을 상호 연결시켜주고, 저압 감시용 단말장치들이 전송하는 데이터의 중계, 임시저장 및 프로토콜 변환 기능을 수행한다. 실무적으로 마스터 장치인 게이트웨이 1대를 중심으로 19대의 기본형 단말장치와 1대의 고급형 단말장치를 1세트로 구성할 수 있다. 게이트웨이는 RF 프로토콜을 이용하여 각 저압 감시용 단말장치들에게 10초 간격으로 데이터 전송을 요구(Polling)하고, 주장치는 DNP 3.0 프로토콜을 이용하여 게이트웨이 장치에 1분 간격으로 모든 단말장치의 집합된 데이터 전송을 요구한다. [표 4]에 게이트웨이의 상하위 통신 설정을 기술하였다.

포함시키기 위하여 성능개선이 추진되었다. 주장치는 LAN으로 상호 연계된 클라이언트/서버형 컴퓨터들로 구성되며, 단말장치로부터 전송된 데이터를 저장하고 가공하여 운전화면에 표시함으로써 운전원이 배전계통을 운영할 수 있도록 한다.

전단처리장치(FEP)는 별도의 프로그램을 탑재하여 통신망을 경유하여 전송된 저압 감시 데이터 패킷의 오류를 교정하고, 복원하여 서버장치의 데이터베이스에 저장한다. 저압감시용 화면과 응용프로그램이 내장된 인간기계연계장치(HMI)는 데이터베이스에서 데이터를 검색하여 해당 화면에 표시하거나, 기타 보고서 형태로 출력한다.

저압 배전망 감시용 데이터는 한전 배전계통운영시스템의 한 축을 담당하고 있는 신배전정보시스템(NDIS)과의 인터페이스를 대비하여 그룹웨어, 전자도서관 등의 분

3.4 저압 배전망 감시 기능을 포함한 주장치
저압 배전망 감시 기능을 기존 배전자동화용 주장치에

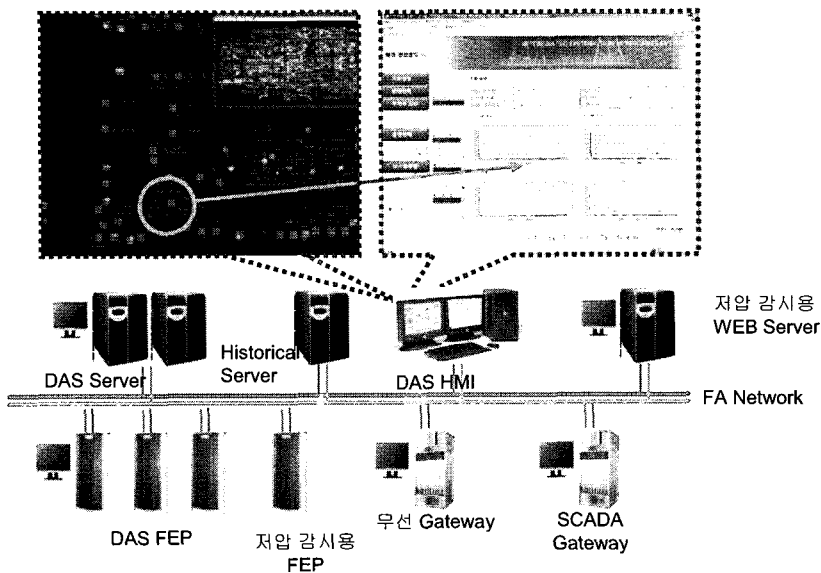


그림 2. 배전자동화시스템 운영화면에서 저압 배전망 감시화면으로의 이동

야에서 문서교환을 위한 표준으로 널리 사용되고 있는 XML 표준 인터페이스 기반의 웹 서비스를 제공하여 정보교환을 할 수 있다. 저압 배전망 감시 기능을 배전자동화시스템에 포함함으로써 운전원은 배전망에 고장이 발생하였을 경우, 저압 정보를 참고함으로써 보다 정확하게 고장원인을 파악할 수 있으며, [그림 2]와 같이 신속하게 고장통계 작업 화면으로 진행할 수 있다.

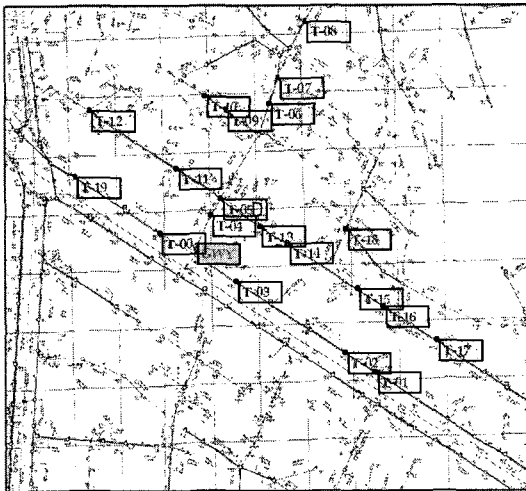


그림 3. 저압 감시용 단말장치 설치도 (대구지사)

4. 시범운영

계층적 통신망과 저압 감시용 단말장치를 연계하여 저압 배전망 감시 기능이 포함된 배전자동화시스템을 한전 대구지사 직할계통과 서울 서부지점 2곳에 2006년 12월부터 2007년 2월까지 시범적으로 운영하였다. 시범운영에서는 우선 제안된 계층적 통신망을 통하여 데이터 통신이 원활한지를 검증하였고, 다음으로 통합 배전자동화시스템이 고유기능 수행에 지장 없이 저압 감시기능을 안정적으로 수행하는지를 검증하였다.

각 사업소의 기존 배전자동화통신망에 사용된 장비는 2Mbps급 동기식 광전송 장비로서 단일 직렬포트만을 갖고 있어 배전자동화 이외의 다른 서비스를 수용할 수 없어서, 100Mbps급 멀티포트 광전송 장비로 교체하였다. 게이트웨이장치는 기본형 및 고급형 저압 감시용 단말장치와 원활하게 데이터 통신을 수행할 수 있도록 기본형 및 단말장치의 중심부에 설치하였다. 게이트웨이장치가 간선망인 배전자동화용 광통신망과 게이트웨이를 중심으로 방사상으로 산재하는 저압감시용 단말장치들과의 데이터 통신을 위한 소출력 무선망을 원활하게 연계시킬

수 있도록 배전자동화용 단말장치가 설치된 전주에 함께 설치하였다. [그림 4]는 대구지사 직할 계통에 설치된 게이트웨이 및 저압감시용 단말장치의 설치도이다.

계층적 통신망의 신뢰도 분석을 위하여, 주장치 및 단말장치 사이의 통신성공률을 기록하였다. 대부분 만족스러운 통신결과를 보였다. 주장치와 게이트웨이 사이의 통신은 평균 99%이상의 성공률을 기록하였고, 게이트웨이와 단말장치 사이의 통신은 재전송을 허용할 경우 평균 95%이상의 성공률을 기록하였다.

저압 감시용 단말장치로부터 전송된 데이터가 주장치 화면에 제대로 표시되고, 주장치에서 전송된 설정 명령에 따라 단말장치의 기능이 제대로 설정되는지 확인하였다. 운영자는 XML 기반의 웹 화면을 통하여 시스템 설정, 알람보기, 이력데이터보기, 보고서 작성 등의 작업을 수행할 수 있다. [그림 4]는 서부지점에 설치된 고급형 단말장치로부터 2007년 1월 3일과 4일 수집한 상전류, 상전압, 역률, 유무효전력 및 전압 불평형 데이터를 15분 평균값으로 계산하여 수집한 이력 데이터를 그래프로 표시한 것이다.

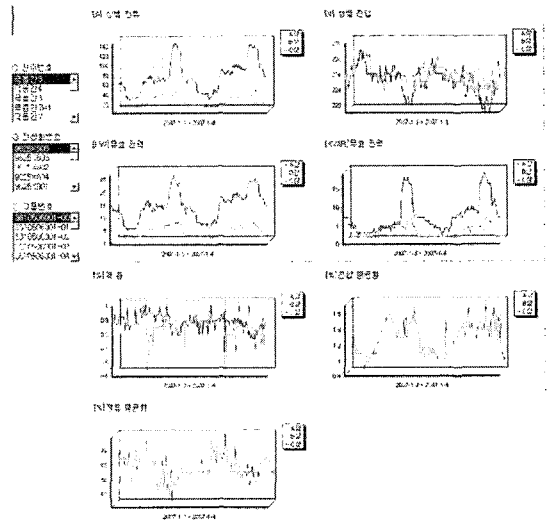


그림 4. 고급형 단말장치의 계속 데이터 이력 표시 (서부지점)

[그림 5]는 시범기간 동안 서부지점 고급형 단말장치로부터 수집된 품질 이벤트 자료이다. 순간전압변동(Sag, swell, 및 interruption) 이벤트를 미국정보전자기기생산자협회(CEBEMA)가 정의한 품질이벤트 판정 기준에 의거 그래프로 도시한 것이다 [10]. 시범기간동안 순간정전에 의한 것으로 추정되는 2번의 Sag가 발생하였다.

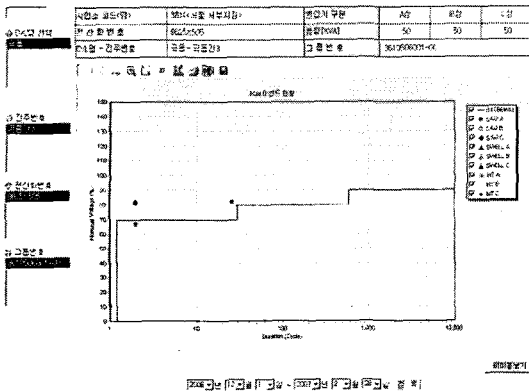


그림 5. CBEMA 기준에 의거한 품질이벤트 이력 표시 (서부지점)

시범운영 기간동안 기본형 단말장치를 통하여 검출된 이벤트 각 지점별로 약 20여건이 발생하였는데 주로 과전압에 이벤트가 대부분이었고 규정치인 233V를 약간 상회하였다. 이것은 변압기 관리담당자가 저전압 발생을 막기 위하여 탭조정을 보수적으로 운영하고 있기 때문인 것으로 추정된다. 서부지점의 경우, 중요 이벤트로 관리하고 있는 과부하 이벤트가 1번, 정전 이벤트가 2번 시범 운영기간 중 확인되었다. 실계통 시범운영을 통하여 향후 확대적용 및 운영을 위한 시스템 설계 타당성이 검증되었고, 시범운영 경험을 통하여 운영지침을 수립하기 위한 기반이 마련되었다.

5. 결론

본 연구를 통하여 저압 감시기능이 통합된 배전자동화 시스템이 개발되어, 변압기 부하 측 전압감시, 부하감시, 정전감시 및 품질감시 기능이 포함되었다. 수행된 주요내용 및 결과는 다음과 같다.

1) 통합시스템 구성을 위한 계층적 통신망 설계 및 구축
저압 감시제어 기능을 추가 및 통합하기 위하여 보다 광범위한 통신망이 요구되었으며, 간선망과 지선망으로 구성된 계층적 통신망을 구축하였다.

2) 저압 감시를 위한 단말장치 신규 개발

저압 감시용 단말장치는 사용지역의 특성에 따라 적절히 구성할 수 있도록 기본형 및 고급형으로 다양하게 개발하였다. 기본형 단말장치는 변압기 전압, 정전 및 부하 감시 기능만을 제공하며, 고급형 단말장치는 여기에다 순간전압변동, 불평형 및 고조파 등의 전기품질요소를 감시

하는 기능을 제공한다.

3) 저압 감시를 위한 주장치 및 운영 소프트웨어 개발
기존 배전자동화 주장치에 XML 기반의 웹 응용프로그램 및 서버를 추가하여 저압 감시용 운전화면을 웹기반으로 제공하고, 다른 시스템과의 정보 교환에 표준화된 인터페이스를 제공할 수 있도록 하였다.

4) 실계통 시범구축 및 운영 수행

개발된 시스템의 설계 타당성과 성능을 검증을 위하여 한전 실계통에서 시제품을 설치하여 운영하였고, 향후 확대적용을 위한 운영지침 수립을 위한 기본 데이터를 수집하였다.

기존 배전자동화시스템은 고압 배전계통에 대한 감시 제어 기능만을 수행하였지만, 저압감시기능의 통합을 통하여 자동화시스템이 고장발생 시 고압 측 계통정보와 함께 저압 측 계통정보를 경제적이고 효율적으로 제공함으로써 보다 정확한 고장처리와 정전통계가 가능하여 안정적인 배전계통 운영에 기여할 수 있게 되었다.

6. 참고문헌

- [1] B. N. Ha, "Automation System Development in Korea", *Transmission & Distribution World*, Nov., 1998.
- [2] B. N. Ha, I. H. Seol, M. A. Jeong and M. H. Kang, "Application Program of Distribution Automation System for Optimal Network Operation", *ICEE 2004*, Jul. 2004.
- [3] "배전실무 교육서", 한전 중앙교육원, 2005.
- [4] "AMR 사용자 교육서", 한전 중앙교육원, 2005.
- [5] 하복남, 신창훈, 박신열, 권성철, 박민호, 박소영, "배전 현장업무 통합IT와 연구 (최종보고서)", 전력산업기반조성센터, 2007.
- [6] 현덕화, 김명수, 윤준철, 임용훈, 박명해, 김수배, "전력자동화 서비스를 위한 제어통신망 통합 적용 연구 (최종보고서)", 한전 전력연구원, TR.01PJ15.S2004.220, 2004.
- [7] 최병철, 홍재훈, "전력용 LAN 지원 다기능 광 전송장치 개발", 한국전력공사, KEPCO-제04-증기-06호, 2005.
- [8] 김성훈, 유인학, "PLC용 장거리 통신장치 상용화 개발", 한국전력공사, KEPCO-제04-증기-08호, 2005.
- [9] IEEE std. 1159, "Recommended Practice for Monitoring

Electric Power Quality, 1995".

[10] "ITI(CBEMA) Curve Application Note," www.itic.org.

신 창 훈(Chang-Hoon Shin)

[정회원]



- 1992년 2월 : 경북대학교 전자공학
학과(공학사)
- 1994년 2월 : 경북대학교 전자공학
학과(공학석사)
- 1994년 2월 ~ 현재 : 한전 전력
연구원 배전연구소 선임연구원

<관심분야>

전력IT, 지능형시스템, 자동화 통신망, 분산전원 계통연계