

웹(Web)기반 실시간 전력관리 시스템 - iKEN 서비스 -

김 광 순 <(주)케이디파워 중앙연구소장>

1. 개 요

각종 플랜트 및 전기설비가 대형화, 자동화, 첨단화, 생략화되어 가면서 전기설비에도 통신기술, 컴퓨터와 전자기술을 응용한 설비의 고기능화, 고신뢰도화, 소형화, 표준화가 활발히 진행되고 있다.

최근 빌딩, 공장 등의 전기설비가 인텔리전트 기능을 요구하는 시스템으로 발전하면서 수배전 설비는 물론 전동기 제어반(MCC)의 각종 보호, 제어, 계측기능이 전자화 되어가고 있는 추세이다.

이에 당사에서는 기존의 수배전반에 각종 계측기기를 디지털화하여 탑재함으로써 컴퓨터를 통한 감시, 제어가 가능한 지능형 수배전반을 개발하였고, 여기에 인터넷 기술을 접목, 웹기반으로 지능형 수배전반의 감시, 계측, 제어를 할 수 있는 시스템을 개발하였다.

당사는 그간의 수배전반 제조기술을 바탕으로 지능형 전력제어기의 설계 및 제작을 통해 기존의 원격단말장치(RTU)를 대체하고, Web기반 실시간 전력관리 시스템 구축을 위하여 TCP/IP 최상위층 통신 프로토콜을 활용한 수배전반의 전력감시 제어 시스템을 개발, 에너지 절약형 제품의 보급확대에 주력하고 있다.

여기에서는 일반적인 전력감시, 제어 시스템 구축

방식에 대하여 간략히 설명하고 당사가 전기업계는 최초 전력관리를 인터넷으로 할 수 있는 시스템을 개발, 2000년 4월 29일 홈페이지(www.iken.co.kr)을 오픈하여 서비스를 실시 중인 "Web기반 실시간 전력관리 시스템(iKEN)"의 구성 방식 및 적용 사례를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 전력관리시스템의 구성

전력관리시스템은 공장이나 빌딩의 수변전실에서 현장의 전력상태를 감시하고 제어하는 시스템으로서 수전계통의 운전상태를 감시하는 모니터링 기능과 디지털 계기를 통한 기초 정보수집 및 제어기능, 통신기능, 원방 제어기능을 수행한다. 이러한 시스템은 전력설비를 효율적으로 감시, 제어하기 위하여 단말장치, 입출력장치(TD)를 포함하는 중앙감시 제어 장치, 통신 네트워크와 MMI (Man-Machine Interface)를 담당하는 WORKSTATION으로 구성된다. 그림 1은 Web 기반 전력관리 서비스(iKEN) 시스템을 나타낸 것이다.

1) 단말장치

수변전실의 전력관리를 위한 Local 유니트로서 수

★ i KEN 시스템 구성도 ★

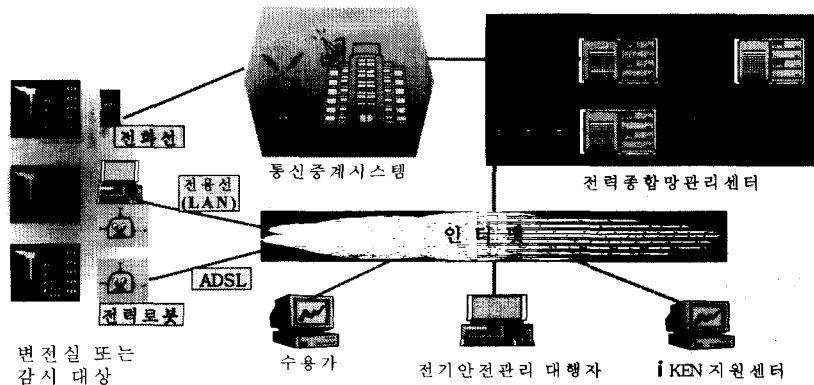


그림 1. Web 기반 전력관리 서비스(iKEN) 시스템

변전 설비에 설치되어 전력감시에 필요한 각종 정보를 취득하여 중앙제어장치에 통보하거나, 중앙제어장치에서 보내온 명령에 따라 운전상태를 제어하며, 이상현상 및 고장으로부터 설비를 보호하는 장치이다.

2) 중앙감시, 제어장치

수변전 설비의 전력 감시요소를 종합 감시, 제어하는 중앙장치로서 현장에 설치된 단말장치로부터 감시에 필요한 정보를 입수하여 저장, 관리한다. 전력설비의 운영자에게 필요한 정보를 제공하고 제어 명령을 받아 단말장치에 송신하여 제어하는 정보관리 및 제어용 컴퓨터 설비이다.

3) 전력감시 프로그램

일반적으로 전력관리 프로그램은 다음과 같은 기능을 수행한다.

- 감시 및 제어기능
현장에 있는 각 단말장치의 데이터를 실시간으로 계측 및 감시제어하고 설비의 고장이나 이상현상 발생 시에는 경보를 발생시키고 관리자에게 통보한다. 또한 관리시스템 운영자를 위한 인터페이스 환경을 제공한다.

- Database 기능
현장계측 데이터의 유지 및 관리, 분산 데이터베이스의 관리 조작 등 이력관리와 레포트 출력기능을 한다.
- 사용자 인터페이스 기능
그래픽 사용자 인터페이스(GUI)제공과 현장설비의 운용상태 감시제어 인터페이스 제공, 수전 계통도 작성기능을 한다.

4) 통신 네트워크

수변전 설비의 각종 정보를 유통시키는 통신 네트워크로서 종합 감시, 제어장치와 수변전 설비에 설치된 단말장치와의 통신기능을 수행한다(그림 2 참조). 통신제어장치는 중앙제어장치와 단말장치 사이에 위치하여 전용 통신선을 매체로 하여 데이터의 전달 및 중계기능을 수행한다.

3. Web 기반 실시간 전력관리 시스템의 제품 구성

1) 지능형 수배전반(SS-PACKAGE)

구미, 일본 등 선진외국에서도 실현하고자 노력하

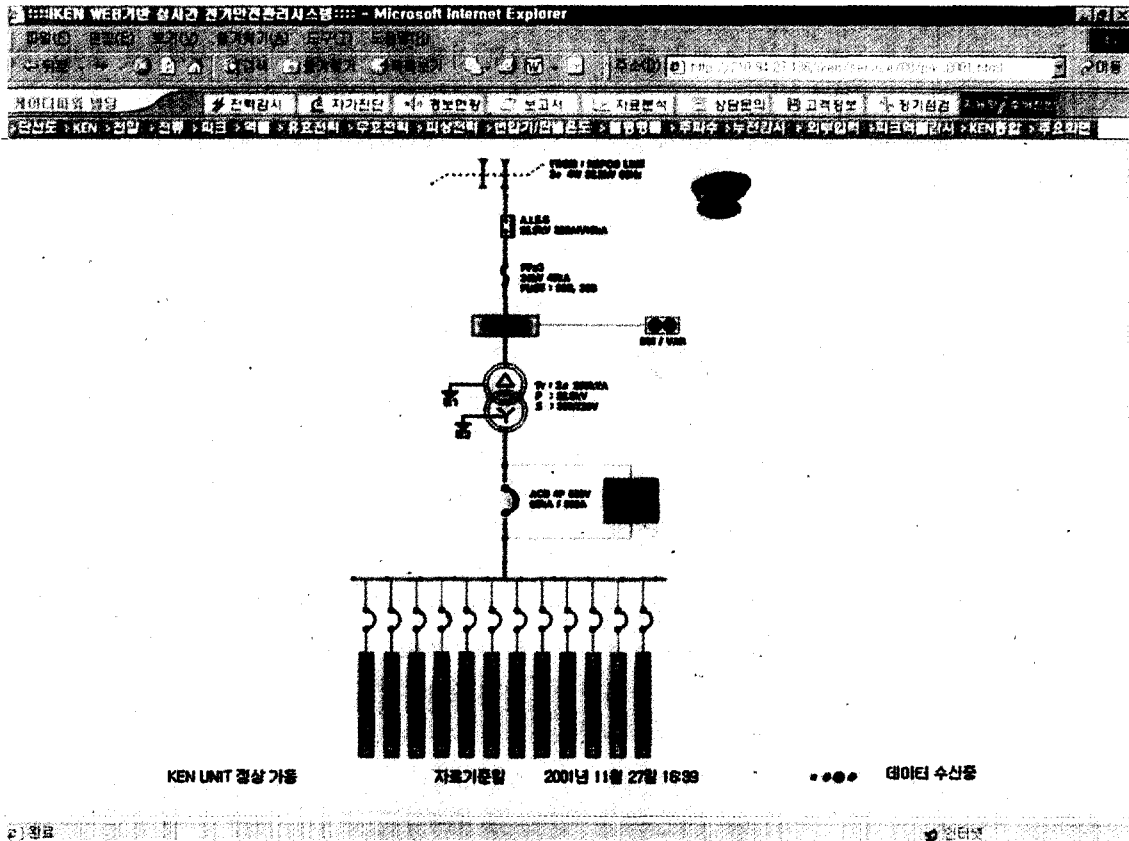


그림 2. 수변전설비의 Web 기반 서비스 기능

고 있는 “수배전 시스템 관리모듈” 형식의 적용과 “지능형 계측 제어 기기”의 내장을 통해 피크 전력량 관리, 역률 개선용 콘덴서 제어기능, 결상 정보 및 차단 기능, 상간 불평형 정보 및 차단 기능, 고조파 왜형을 표현기능 등의 계전기 관리요소와 각상의 전압, 전류, 유효전력, 무효전력, 피상전력 등 일상관리에 필요한 모든 계측요소를 통합관리하며, 변압기의 온도 및 고압측 도어 개폐 상황을 한눈에 파악할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 초 저 가격으로 네트워크상의 무인 원방감시 제어 시스템의 구축이 가능하도록 구성한 것이 큰 차이점이다.

따라서 확장성 및 유지보수 효율성이 높은 본 시스템은 수배전반 구성 및 관리 전반에 걸친 부가이익을 실현시킬 수 있는 차별성과 기술적 경제적 타

당성 기반을 지니고 있으며, 주요내용은 다음과 같다.

- ① 통전 순서에 따라 복층구조로 설계함으로써 특 고압 기기 배치 및 저압 분기회로 일체 폐쇄형 시스템으로 구성하여 기존의 바닥 소요면적 대비 1/4에서 까지 대폭적인 공간축소로 건축비용절감.
- ② 23kV EPDM 케이블, 폴리타입 애자, 고밀도 흡음제 사용으로 소음 대폭감소, 내부 열대책 및 절연 등 절대안전 시스템 채용.
- ③ 100kVA~12,000[kVA]까지 35모델양산으로 안정된 품질확보 및 1패키지 시스템 구성으로, 설치에서 송전까지 3시간 소요.
- ④ 지능형 전력계측제어기(상품명:KEN DIGITAL UNIT) 탑재로 전력피크, 역률 제어로 최대 전기요금 20%절감, 무인운전 및 전력일지 자동 송부/긴급 호

출 기능.

⑤ 주요 후레임 구조물 천연 아연도금 채용 및 접지단자합 7회로 내장으로 완벽한 접지.

⑥ 1, 2차 케이블 연결과 외부 접지 시공으로 지능형 변전실공사가 완료되는 초간편 시스템

⑦ 특고압, 저압측 외부 투시창 설치로 눈으로 보이는 관리 실현.

2) 지능형 전력계측제어기(KEN DIGITAL UNIT) 탑재

전기 관련 제반 요소를 샘플링 주파수로 미분하고, 환경센서로 감지하여 독자 개발한 분석 알고리즘으로 분석하여 최적의 전력 제어 및 감시와 운전을 할 수 있도록 초소형 경량으로 일체화시켰으며, 종래에는 5천만원 이상이 소요되는 전력관리 시스템을 1백만원대로 실현하고 아울러 부하 특성에 따라 최대 20%까지 전기요금 및 전력 예비율을 획기적으로 향상시킬 수 있는 최대수요전력 및 역률제어가 가능하도록 한 제품으로 주요 사용장소와 도입효과는 다음과 같다.

① 소규모공장: 1,000[kW] 미만의 단일공장에서 전기기술자 없이 무인운전 및 제어가 가능하고 전기안전관리대행 업체에 전력일지 자동송부 및 비상호출기능

② 대규모공장: 복합적인 공장 전력 시스템관리와 합리적인 전력제어를 통한 요금절감 및 실부하 근접지 설치 제어함으로써 손실부하를 방지하여 시공 비용 30%이상 절감

③ 일반빌딩: 1000[kW] 미만 설비의 관리소의 전력 원방무인감시 및 전기요금 절약기능

④ 인테리전트빌딩: 2차 변전실의 간편한 원방무인감시(네트워크 카메라 이용) 및 제어로 건축비용 및 설비비용 대폭절감

⑤ 아파트단지: 동별 변전설비 설치로 시공비용 30%절감 및 원방 감시제어로 신뢰성 향상

⑥ 전기안전관리 대행업체: 관리 업체의 주차단기에 설치함으로써 일일 전력 운전상황 및 긴급 호

출기능 등 실시간 관리와 사용자 측 전기요금 절약으로 안전관리 대행료 이상의 서비스로 소비고객만족 극대화 및 동일업종 차별화, 정확한 전산 통계자료 제공 등 안정된 경쟁력 확보가능

3) 주요기능

① 계측기능

3상 전압, 3상 전류, 3상 전력, 3상 불평률, 3상 무효전력, 3상 피상전력, 3상 역률, 주파수, 누적 전력량(무효전력량, 피상전력량), 지정시간전력량 (무효전력량, 피상 전력량), 무효 전력량, 왜형율(C.F), 변압기온도, 판넬 내부온도, 일시, 최대 전력량 등 전력환경 47가지요소 계측, 6요소를 동시표현

② 제어기능

최대수요전력제어, 자동 역률 제어용 접점 각 2회로 내장, 최대 256 POINT 까지 확장가능

③ 보호기능

결상제어(전압, 전류), 변압기 누적 과용량 보호회로 내장(130% 과부하로 2시간 이상 지속시)

④ 편의기능

누적 평균값 디지털 표시, 최대 100대까지 1회선으로 원방 집중제어, 정전시 보정기능(UPS내장), 간편한 입력기능(변환기 불필요), 피크 및 역률 확장기능, 자유로운 C.T, P.T 보정기능, 1·2차 전압 자동 환산표시, 손쉬운 조작기능, 알람신호

⑤ 통신기능

RS-485 통신, PC 및 원방무인감시(네트워크 카메라 이용) 및 제어기능, 단일 공장 내 전력감시 및 제어 네트워크 S/W 공급, 일일 전력 일지 출력, SMS 통보 및 휴대전화 통보 기능

⑥ 허용오차 및 온도

샘플링 주파수 미분에 의한 고정도 실현, 오차율 $\pm 0.5\%$

4) Web 기반 실시간 전력관리 프로그램

당사의 전력관리프로그램은 지능형 전력계측제어

기(KEN)와 연계하여 22.9[kV]이하급 Web기반 DB연동 수배전 설비의 원격관리제어 시스템을 통한 단위 수용가의 원방 감시제어를 실현하고, 또한 Web으로 운영되므로 관리자가 원하는 시간과 장소에 구애없이 전력관리 상황을 모니터링 및 제어가 가능하며, SMS 및 휴대전화로 통보기능 및 모바일 서비스(휴대전화를 이용 조회)가 가능하다. 그림 3은 휴대 전화를 이용하여 모바일 서비스를 나타내는 화면이다.



그림 3. 모바일 서비스 기능

■ 주요 기능

현장 경험적 지식을 바탕으로 실무자들이 사용하기 편하도록 그래픽 유저 인터페이스(Graphic User Interface)로 개발하였으며, 주요 기능을 들면 다음과 같다.

- ① 감시한 전력상태를 전력일지(일보, 월보, 연보)로 출력
- ② 전력현황(전압, 불평형, 전류, 전력, 왜곡률, 주파수, 변압기온도, 피크, 역률, 사고원인 등) 모니터링.
- ③ 위험상태를 자체 판단하여 관리자의 호출기로 위험신호 통보
- ④ 인터넷을 통한 차단,복구, 재투입 기능. (인터넷망이 연결된 전 세계 어디서라도 감시, 제어가 가능)
- ⑤ 지능형 전력제어기(KEN)을 통해 전압, 전류불평형 등의 각종 전력환경과 최대전력 및 역률을 자

동으로 제어함으로써 시스템 사용자들의 전기요금을 최대 20%까지 절약가능.

■ 주요 특징

Web 기반 전력관리 프로그램의 주요 특징을 들면 표 1과 같다.

표 1. Web 기반 전력관리 프로그램의 주요 특징

주요특징	세 부 사 항
무인원방 감시제어	① 전력관리 알고리즘 CPU내장으로 지능형 최적의 무인 운전 시스템 ② 전력관리 프로그램 보급형 무상제공(일정기한)(WINDOWS '95/'98/NT/2000 환경)으로 다양한 전력 종합 분석 감시와 제어 및 데이터 처리와 프린터 출력 ③ 일일, 주간, 월간 중요 전력 DATA의 출력, SMS 및 휴대전화 통보기능 ④ 네트워크 카메라 설치로 24시간 세계 어디서든 무인감시 가능
이익환원	① 최대전력(PEAK)제어 및 자동역률 제어로서 부하특성에 따라 최대 20%절약 및 전력예비용 향상 ② 원격지에 설치하여 간단하게 감시제어를 함으로서 효율적인 1인 다역체제로 보다 안전한 실시간 감시운전을 하며 인건비를 40%이상 대폭 줄임
절대안전 시스템	① 운전 데이터 실시간 전송 및 전력 최적화 운전 알고리즘 탑재 ② 보호기능:TR상별 누적 과부하 및 불평형을 결상(전압 전류 동시) 유은 유량제어 시스템 ③ 샘플링 주파수 제어에 의한 고정도 실현 (오차율±0.5%) 및 년간 주요 데이터를 백업보관
최고의 편리성	① 손쉬운 입력 신호 및 단순한 설치로써 변환기(TD)가 필요 없고 기존 수배전반 및 MCC 판넬에도 사용이 가능하며 지능형 무인 운전 시스템임 ② 전력요소 47가지를 6개로 디지털 동시표현하고 평균값 화면 표시형으로 판독이 쉽고 AS, VS이면 배선 설치비를 대폭 줄일 수 있으며 보수 및 설치가 단순 용이함

4. Web기반 실시간 전력관리 시스템 설치 및 적용 사례

1) 설치장소 및 용량

- 한국 동경시리콘(주) : 경남 마산시
- 수전전압 : 22,900[V] 수전용량 : 5,400[kW]

2) 도입 사유

정부의 에너지 절감 대책에 따라 효율적인 부하관리와 에너지 사용의 합리화를 통한 전기요금의 절감이 필요하게 되었고, 기존 설비의 저 효율, 부하증설에 따른 수전용량 부족으로 수변전 설비의 증설 또는 설비의 교체가 필요하게 된다.

3) 부하의 형태 및 제어대상 설비의 선정

일본 산요의 반도체 자회사로서 기존의 수배전설비를 당사의 지능형 수배전반(SS Package)으로 교체 후 계약용량 감소, 부하의 중심점에 수배전반을 설치함으로써 전력손실 및 피크치 감소, 냉방설비, 조명설비, 분전반, 펌프 등을 자동화 제어대상 기기로 선정하였고, 부하사용 환경에 따른 역률제어가 가능토록 설비하여 현장 및 웹기반으로 감시, 제어토록 설치함.

4) 도입 효과

- ① 1999년 8월 당사의 수변전 설비 도입 후 전년 대비 월평균 20%이상의 전력요금 절감 (월 3,000만원)
- ② 전력 DB 축적으로 효율적인 시설관리 체계 구축으로 에너지 절감 및 전기재해로 인한 공장의 폴가동
- ③ 수전설비 공간의 축소로 공간이용률 증대

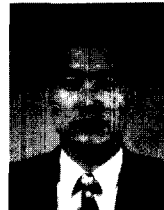
5. 결 론

최근 정부는 에너지 절약형 제품의 보급확대를 추진하고 있으며, 수용가 측면에서는 전기수용설비의 에너지이용 합리화 방안으로서 최대수요전력 관리와 부하 역률 관리기법의 도입을 검토 및 적용하고 있다. 수용가의 에너지 사용합리화를 위한 역률 관리와 최대수요전력 관리의 적용 효과는 ① 배전선의 손실경감 ② 설비 용량의 여유도 증가 ③ 전기 요금의 경감 ④ 계약 전력 상승 방지 ⑤ 부하율 향상에 따

른 수전 설비의 여유 증가 ⑥ 부하관리 요금 제도 가입 등이 있다. 따라서 수용가 수전 설비의 합리적인 에너지사용과 전기요금 절감은 역률 관리와 최대수요전력 관리를 통해서 이루어질 수 있음을 알 수 있다.

또한 현장의 전기안전관리자들은 이제 인터넷이 생활의 일부로 되고있는 현 시점에서 시간과 공간을 초월, 언제 어디서라도 현장의 운영, 부하 상태 및 고장 내용을 실시간으로 제어, 감시가 가능한 제품의 적용을 적극적으로 검토, 정부의 에너지 절감 시책 및 수용가의 비용절감을 추진하여야 할 것이다.

◇ 著 者 紹 介 ◇



김 광 순(金光淳)

1960년 7월 13일생. 1983년 조선대학교 전기공학과 졸업. 1983~1999년 삼성전자 중앙연구소 및 전략기획실 근무, 기술기획 및 사업기획업무 담당(가전부문), 1999년~현재 ㈜케이디파워 전략기획실장 및 중앙연구소장, iKEN 사업 총괄, 이사.