

퍼지제어형 다기능 종합전력관리시스템 개발

설기철, 김호용, 윤상현*, 한홍석*, 조성원**, 박종수***, 박성호***
한국전기연구소, 프로컴시스템*, 홍익대학교**, 에너지자원기술개발센터***

Development of Integrated Power Management System with Fuzzy Control type

Ki-Chul Seong, Ho-Yong Kim, Sang-Hyun Yoon*, Hong-Seok Han*,
Seong-Won Cho**, Jong-Su Park***, Sung-Ho Park***
KERI, PROCOM*, HongIk Univ.** , RaCER***

요 약

수용가에서 운전중인 전력설비로부터의 실시간 정보는 전기에너지 사용의 효율화는 물론 공장설비의 최적운용 및 향후 설비 신·증설 계획에 중요한 도움을 줄 수 있다. 이와 관련하여 일부 대형수용가에서는 일찍부터 외국의 감시·제어 시스템을 도입하여 운영하고 있다. 그러나 국내실정을 충분히 반영할 수 없거나 가격이 고가이므로 중·소규모 수용가에서는 이에 대한 적용이 사실상 어려운 실정이다. 따라서 국내실정에 적합하고 가격이 저렴한 동시에 독창적이며 우수한 성능을 갖는 퍼지제어형 전력관리시스템을 개발하였다.

1. 서 론

산업체 현장에는 플랜트의 업무와 관련된 전력설비들이 원거리에 위치하거나 접근이 어려운 곳에 분산설치 되어 있으므로 이들 방대한 양의 정보들을 취급하기 위해서는 많은 인력이 필요하므로 현장설비에 대한 관리가 소홀해지기 쉽다.

한편, 현장에서 운용중인 전력설비로부터의 실시간 정보는 에너지의 효과적인 사용은 물론, 공장설비의 효율적 관리를 도모할 수 있고, 아울러 사고시 원인과

약 및 대책을 수립할 수 있는 등 용도는 매우 다양하다.

선진국에서는 70년대 1, 2차에 걸친 석유파동 이후 에너지 절약에 대한 자극이 직접적인 계기가 되어 전력관리시스템이 개발되었으며 이후 현재까지 개선/발전되어 대표적인 전기 사용합리화 수단으로 활용된 지 오래되었으며, 현재 기능 고도화 및 고신뢰화 연구개발을 꾸준히 진행하고 있다. 최근 국내에서도 일부 대규모 수용가에서는 전력관리를 위한 감시·제어시스템의 적용이 이미 일반화되고 있다. 반면, 전체 전력수요의 약 50~60%를 소비하고 있는 중·소규모 수용가에서는 고가의 전력관리시스템을 도입하는 것은 매우 곤란하므로 이를 대상으로 한 기술개발이 절실히 요청되고 있다.

본 연구개발에서는 에너지자원기술개발센터로부터 자금을 지원 받아 (주)프로컴시스템, 한국전기연구소, 홍익대학교에서 국산화 개발 예정인 퍼지제어형 다기능 전력관리시스템에 대한 내용을 간략히 소개하고자 한다.

2. 개발

전력관리시스템은 아래 그림 1의 예에서와 같이 수용가의 규모 및 특성에 따라 시스템 구성이 용이하며, 또한 소규모에서 대규모 수용가까지 적용이 가능하도록 설계하였다. 아울러 현장의 여건을 가능한 수용할 수 있도록 시스템 확장성을 고려하였으며, 또한 설치 및 유지보수가 간단하도록 설계하였다.

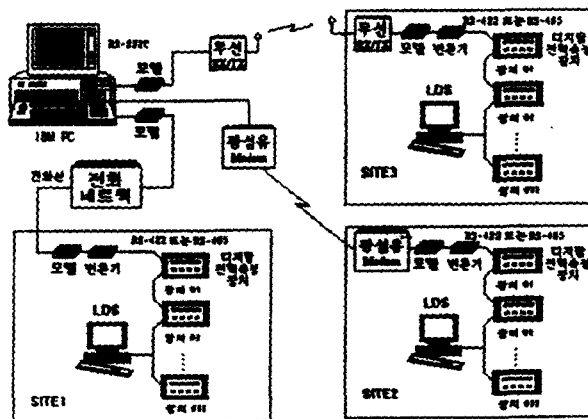


그림 1. 전력관리 시스템의 다수 Site구성 예

개발된 디지털 전력계측장치는 16bit 마이크로프로세서를 사용하여 현장의 데이터 수집 및 내부연산기능은 물론 일정량의 데이터를 보관하도록 하여 Master에서 요청이 있을 때 송수신할 수 있도록 설계하였으며, 중앙의 Master는 일반적인 PC를 이용할 수 있도록 하여 비교적 가격이 저렴하게 개발하였다. 대표적인 기능은 다음과 같다.

- 1) 전체 전력계통의 실시간 그래픽 데이터를 화면처리
- 2) 파형포착과 전력품질분석 기능:
 - 한 화면에 다수의 파형을 동시 표현
 - 전압, 전류의 %왜형률(THD) 계산
 - 고조파성분별 막대그래프 또는 테이블의 작성
 - 정보상황의 감지, 통보, 화면처리, 기록
- 3) 과거 데이터의 경향 그래프 작성
- 4) 디지털 전력계측장치에 저장된 데이터의 자동회수 및 저장

전력관리시스템의 중앙감시기능을 이용하면 풍부한 데이터의 수집, 기록, 분석 및 평가를 효과적으로 할 수 있게 된다. 시스템 감시용 소프트웨어 패키지를 이용하여 중앙에서 실시간의 계통상황을 보다 조직적인 방법으로 파악하는 것은 물론 기존의 상용 스프레드 시트나 데이터베이스 등과 같은 범용 프로그램과 전문해석기법을 이용하여 좀더 상세한 해석이 가능하도록 할 수 있다. 뿐만 아니라 최근에는 고조파감시와 고장시 파형 측정기능 등과 같은 시스템 해석기술을 적용한 새로운 형태의 전력관리시스템으로 개선되고 있는 추세이다. (표 1 참조)

이중 에너지절약과 설비운전의 효율향상 등을 도모하기 위하여 이용되는 다음의 3가지 주요 제어기술에 대해서는 최근 산업현장에서 널리 사용되고 있는 신 제어 기술의 하나인 퍼지제어 기술을 사용함으로써 독창적이고 우수한 성능을 갖는 시스템개발에 초점을 맞추어 개발하였다.

① Demand 감시·제어

수전점의 사용 전력량을 감시하여 일정시간(15분)내의 사용량이 목표치 이상으로 예상되면 선정된 부하를 제어하여 원하는 목표전력 유지.

표 1. PC를 이용한 전력관리와 실현방법

내 용	실 현 방 법
■ 수전일지 기록정리	· 생산프로세스의 감시, 관리 · 각종 기록계 설치
■ Demand 감시에 의한 계약전력 초과 방지	· 목표전력 설정 · Demand 감시·제어
■ 부하율 개선	· 사용실태 파악에 의한 최적운전 프로그램 작성
■ 역률개선에 의한 사용 손실의 경감	· 전력사용의 효율화, 손실저감 · 최적 무효전력 보상
■ 전력량 목표설정 및 관리	· 생산계획에 맞는 목표치 설정 · 생산성과 생산 프로세스 점검 · 전력원단위 개선방법 수립
■ 고조파 대책마련	· 고조파 발생원인 파악과 영향평가 · 고조파 저감기기 설치 및 보상
■ 전력설비 보호	· 설비 과부하 해소 및 고장진단 · 차단기/단로기 제어 · 시스템 시뮬레이션 해석
■ 고장분석 및 대책수립	· 고장, 썬지, 모터기동시 파형기록 · 고장점, 원인분석

② 역률 자동제어

계통의 무효전력을 감시하여 역률 개선용 콘덴서를 자동적으로 제어함으로써 역률을 최적상태(95%이상)로 제어.

③ 전압 자동제어

변압기 2차측 전압을 감시하여 OLTC 변압기 탭을 자동적으로 제어함으로써 일정 전압유지.

본 연구를 통해 개발된 전력관리시스템은 크게 나누어 H/W인 디지털 전력계 측정장치 및 퍼지제어형 전력관리 S/W로 구분할 수 있으며 각각의 주요 개발내용은 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 디지털 전력계측장치(PM300, PM3000)

- ▶ 고속, 고정도의 측정, 감시 및 제어를 위한 신호처리 장치개발
- ▶ 내잡음, 고신뢰성의 입출력장치 개발
- ▶ 표준설계도 및 규격구성

(2) 퍼지제어형 전력관리 S/W (그림 2~7참조)

- ▶ 신제어 기술(퍼지제어)을 적용
- ▶ 국내실정에 적합한 전력관리기능 구현
- ▶ 사용자 중심의 기능구현

3. 결 론

고도의 경제성장기인 오늘날 에너지원의 대부분을 차지하는 화석연료의 소비량이 기하급수적으로 증가하고 있는 추세이므로 에너지자원 고갈 및 환경보호 측면에서의 대책이 필요한 시점에 놓여있다. 특히 우리나라와 같은 에너지 소비국에서는 범국가적 차원에서 에너지 절약대책이 요구되고 있으며 이와 관련하여 정부에서도 1991년 에너지 이용합리화법을 제정하여 유한 에너지에 대한 이용합리화 노력을 경주하고 있다.

본 연구개발에서는 최근에 사용되고 있는 전력관리 알고리즘 개발은 물론 신제어기술인 퍼지제어기술을 도입함으로써 우수하고 독창적인 전력관리시스템을 개발하였다. 개발된 전력관리시스템은 수용가의 전력요금 절감, 전력품질 개선, 설비 신증설 계획수립, 설비의 최적운전, 생산성 향상, 유지보수비 절감 등 많은 부문에 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한 향후 현장시험을 통한 신뢰도 및 성능을 개선하여 국내 수용가에 보급할 예정이다.

참 고 문 헌

1. 수용가 전력관리시스템 개발(I), 과학기술처, 1993. 8.
2. 수용가 전력관리시스템 개발(II), 과학기술처, 1994. 9.
2. 퍼지제어형 다기능 종합전력관리시스템 기술개발에 관한 중간보고서, 통산산업부, 1997. 4.
3. 電力管理テクニツス, 電氣書院, 1985.
4. 省エネルギー技術のノウハウ, 電氣書院, 1984.
5. 産業用受變電システム, 明電時報, 通卷236號, No.3, 1994
6. "Monitoring and Control of Industrial Power System", Computer App. in Power '89. 10.
7. "PC-based SCADA performs variety of functions", ELECTRICAL WORLD.



그림 2. 전력관리시스템 초기화면

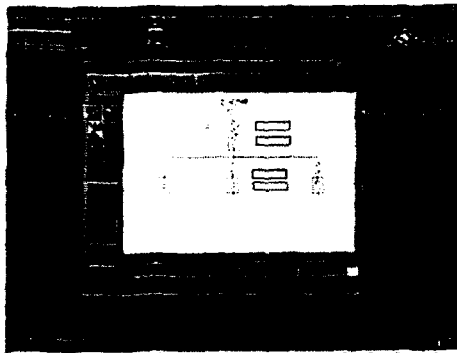


그림 3. 수용가 전기계통 그림편집 화면

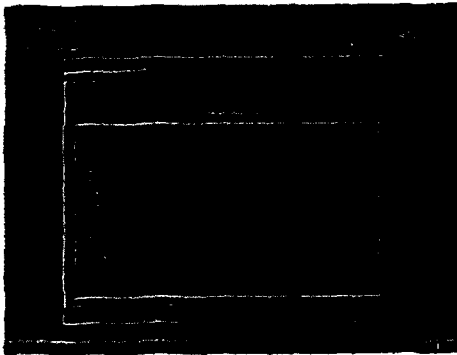


그림 4. 실시간 일반출력 화면

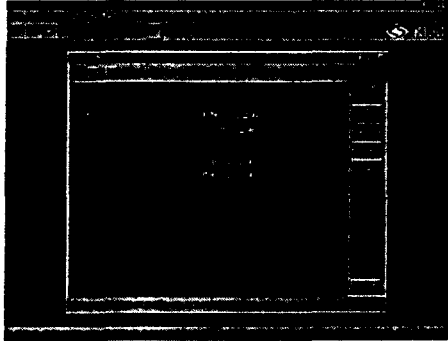


그림 5. 실시간 그림출력 화면

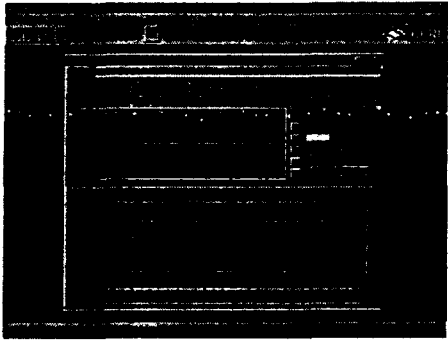


그림 6. 고조파 파형출력 화면

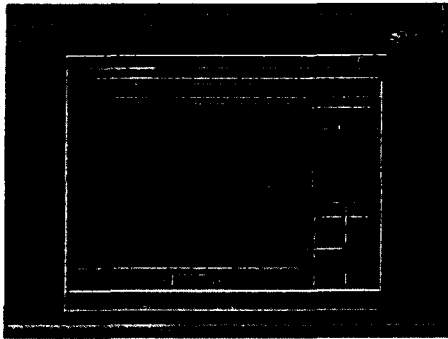


그림 7. 과거경향 그림출력 화면