

## 광역 중소기업 전력 저감 관리 시스템 개발

조현상, 서상현, 김요희, \*장홍순

한국산업기술대학교 서해안 산업단지 전력저감센터, \*에너지 전기공학과

### Development of Wide Area Electric Energy Saving Management System for SMEs

Hyun Sang Cho, Sang Hyun Seo, Yo Hee Kim, and \*Hong Soon Jang

ESMS center, \*Department of Energy&Electrical Engineering, Korea Polytechnic University (KPU)

**Abstract** - 에너지 절약 최적화를 위한 녹색 기술개발은 지속가능경제와 화석연료 사용에 의한 부작용을 최소화하기 위한 전세계적 화두로 대두되고 있다. 중소기업은 다양한 품목에서 자체적인 생산활동을 수행하며 대기업 제품에 사용되는 부품을 실질적으로 공급하고 전체 근로자의 85% 이상을 고용하는 등 국가적인 부가가치 창출에 큰 역할을 수행하고 있으나, 인적자원과 관리 인프라의 부족과 부재로 인해 체계적인 에너지 관리를 통한 에너지 사용 절감을 위한 최적화 활동 수행에 한계점을 가지고 있다. 그러나, 향후 직접적인 에너지 절감을 통한 원가 경쟁력 향상은 물론 향후 탄소 거래제와 생산 공정과 결과물에 대한 정량적인 탄소배출량 관리제도의 법제화에 대비하여 이러한 제한상황에 대한 해결안 제시가 절실하게 요구되고 있다. 본 논문은 이러한 문제를 해결하기 위하여 서해안 산업단지를 대상으로 한국산업기술대학교 전력저감센터에서 개발중인 중소기업을 위한 energy saving management system (ESMS)에 대해 기술한다. ESMS는 개별 공장에서 소비되는 전체전력과 대표 부하에서의 소비전력의 전력품질과 현황을 모니터링하고 부하특성에 맞는 전력저감 메커니즘을 제공한다. 또한 자체적인 과거 소비전력 경과와 광역 공단의 전체 소비 데이터와의 비교 데이터를 통해 자체적인 전력 소비 현황 및 절감대책을 수립하도록 지원한다.

산업단지 전력저감센터의 시스템 개발 및 운용에 대해 기술한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 산업단지 단위의 중소기업 에너지 저감센터의 운용필요성과 시스템 개발 운용을 위한 현황분석 내용을 기술하고, 3장에서 실제 개발된 시스템에 대해 설명하며, 4장에서 결론을 기술한다.

#### 2. 산업단지 단위 중소기업 에너지 저감센터 운용 필요성

센터 구축 및 시스템 설치를 위하여 서해안 산업단지의 중소기업들의 현황조사 과정에서 다음과 같은 중소기업의 특징을 얻을 수 있었다.

- 1) 전사적 관리시스템(Enterprise Resource Planning, ERP등)의 부재
- 2) 전문 관리자의 부재
- 3) 최고경영자의 결정이 조직에 빠르게 전달된다.

인터뷰 및 방문조사 과정에서 많은 중소기업 경영진들이 전력저감에 원가 절감 차원에서 전력저감에 많은 관심을 가지고 있었으며 적절한 방법론이 제시될 경우 적극적인 채택 의사를 가지고 있음을 확인할 수 있었으며 광역적인 서비스가 실시될 경우 동종업계 확산을 통해 지역적으로 대기업에 준하는 지역 총전력에너지 저감을 성취할 수 있을 것으로 판단되었다. 이와 같은 분석을 통해 에너지 저감센터의 운용 필요성을 아래와 같이 요약할 수 있었다.

- 1) 중소기업 전력관리 전문 인력 부족으로 담당자 교육 및 시스템 관리 지원 필요.
- 2) 탄소 footprint등 대비 장기적인 에너지 모니터링 시스템 도입 필요
- 3) 탄소 거래제등 녹색제도 대응 필요
- 4) 에너지 저감 시스템의 기준 모델이 없음
- 5) 실제적인 에너지 소비 저감 필요
- 6) 에너지 소비 절감 성과의 실증 및 동종 다수업체로의 확산 필요

이러한 필요성을 충족하기 위하여 아래와 같은 목표로 센터의 운용방향을 설정하였다.

- 1) 중소기업 전력관리 지원 및 관리인력 교육
- 2) 객관적이고 체계적인 에너지 소비 모니터링 시스템 제공 및 공단 내 유사 업종 업체 간의 비교 데이터 제공
- 3) 탄소 거래제 대응 신뢰성 있는 인증 시스템 확립 및 운용
- 4) 에너지 저감 시스템의 표준 모델 제안 및 운용 업체에 대한 KOLAS 기반 인증부여 및 산업 단지 단위의 전문적인 표준화 대응 중심 제공
- 5) 에너지 소비 최적화 전문 서비스 제공
- 6) 공단 단위 광역 관리 시스템 운용으로 성과 확산 및 효과 극대화

#### 3. Energy Saving Management System (ESMS)

공인인증기반의 관리 시스템의 구축을 위하여 먼저 정량적이고 객관적인 전력품질 및 소비 현황에 대한 모니터링 구축이 요구된다. 생산설비에서의 전력소비는 다음과 같은 특성을 갖는다.

- 1) 가전이나 빌딩에 비해서 전력소비량 변화에 큰 영향을 미친다.
- 2) 계절이나 날씨의 변화에 비교적 민감하지 않다.
- 3) 전력저감보다 생산 활동이 우선된다.
- 4) 에너지 사용현황 자체가 기업의 영업비밀이 될 수 있다.
- 5) 에너지 절감이 생산성이나 품질에 영향을 주어서는 안 된다.

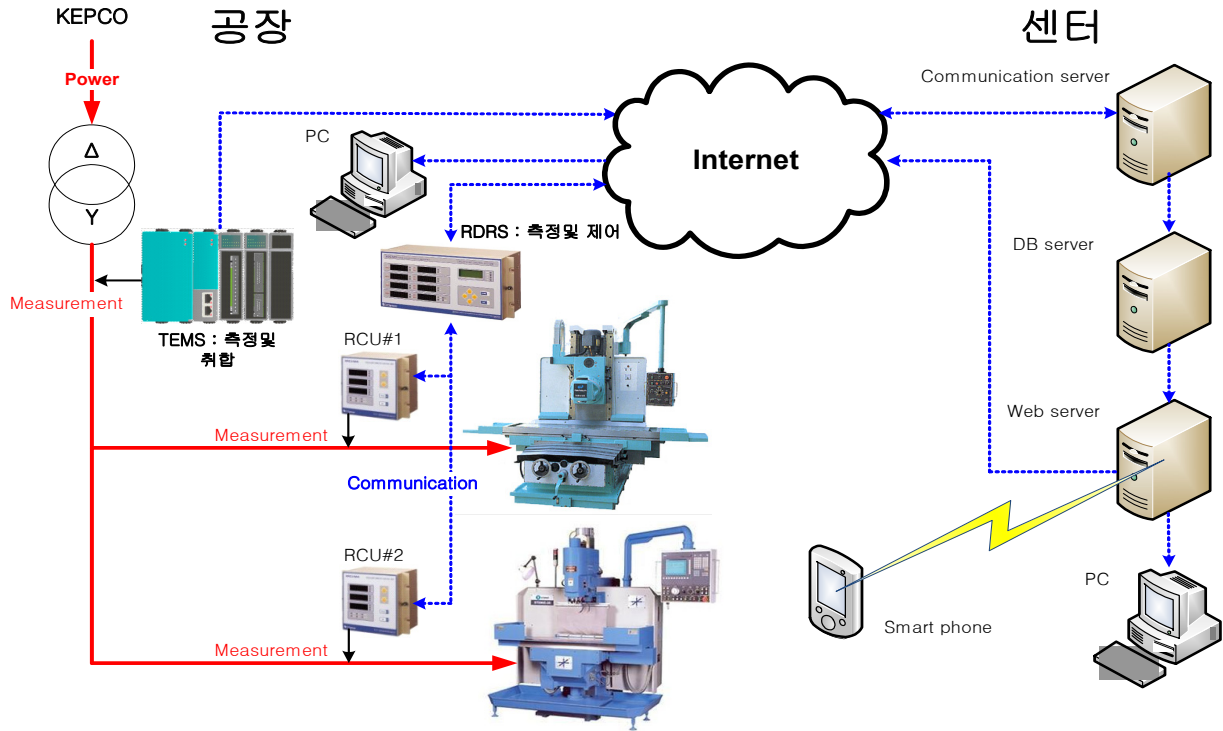
#### 1. 서 론

최근 기후변화협약 대응 및 지속적인 경제성장을 위해 에너지 효율 향상이 가장 효과적 수단이라는 국제적인 인식이 확산되고 있다. 이에 따라 대한민국 정부도 이러한 기조에 맞추어 신국가 발전 패러다임으로 저탄소 녹색성장 국가 전략을 수립 제정하여 발표하였으며, 저탄소 녹색 성장을 효율적, 체계적으로 추진하기 위하여 에너지 소모 기업체의 에너지 목표 관리 보고를 요구하는 녹색성장 기본법이 2010. 4월 공포되었다. 따라서, 기업체 에너지 목표관리 달성을 공신력 있게 검증해 줄 수 있는 체계적 에너지 관리 시스템 구축 및 운용이 요구되고 있다.

국제표준화기구(International Standard Organization, ISO)는 공장이나 상업시설, 빌딩 등 에너지를 많이 사용하는 곳에서 에너지효율을 높일 수 있는 체계를 정하고, 이를 관리하기 위해 기업의 에너지경영 표준(Energy Management Standard, ISO 50001, KSA4000)의 제정을 추진 중에 있다[1]. 전 세계 에너지소비의 60%가 인증대상에 포함되어 지구 온난화방지도 기여할 방침이며, 나아가 수출규제의 수단으로 사용될 가능성도 높아 국제정세에 대응하기 위해서 중소기업을 포함한 국내 기업에 적합한 에너지경영시스템 개발 구축과 확산적용 또한 어느 때보다 필요한 시점이다. 특히 생산관리의 전사자원관리시스템(Enterprise Resource Planning, ERP)와의 연계 등 전산 관리가 비교적 잘 이루어지고 있는 대기업에 비해 개별적인 관리시스템 구축이 부담되는 중소기업의 에너지 사용에 대한 모든 데이터를 수집, 체계화하고 정보화를 위한 Base Line 구축과 함께 국제 공인 인증(Korea Laboratory Accreditation Scheme, KOLAS) 기반의 시스템을 개발 구축할 필요가 있다.

산업용으로 소비되는 에너지(전력)는 국가 총 전력에너지의 47.6%에 해당하며 이중 제조업은 산업용 에너지(전력)의 95%를 소비하고 있으며 개개의 공장에서는 전력에너지 낭비요인이 많고 이에 대한 체계적인 전력에너지 사용분석 및 이에 대한 대책이 시급하다고 할 수 있다. 현재 산업클러스터 산하에는 36개의 국가산업단지가 있으며, 총 30,287개의 기업(주로 중소기업)이 참여하고 있음. 국내 산업계의 지역별 클러스터 현황을 살펴 본 결과 국내 제조업 별 전력사용량의 지역별 통계 결과 경기 지역이 27.5%로 전력사용이 가장 많았다. 이에 따라 2009년 상반기 및 추진 방안 [2]에 대한 정책 연구 과제가 에너지경제 연구원 주관 하에 실시되었으며, 수행된 정책연구 과제의 결과는 서해안 산업 클러스터 전력저감센터의 타당성과 중요성을 강조하였다.

본 논문은 이러한 정책분석의 결과에 따라 지식경제부의 지원으로 한국산업기술대학교에서 2010년도부터 5개년 사업으로 추진 중인 서해안



〈그림 1〉 Energy saving management system 구성

#### 4. 결 론

따라서 advanced metering infrastructure (AMI)에 의한 직접부하제어 (Direct load control, DLC)등의 직접적인 부하조정 개입 보다는 객관적이고 정량적인 전력품질 및 사용현황 분석을 통한 효율성 제고, 전력 소비 현황에 대한 자체, 혹은 지역별 유사업종평균과의 비교를 통해 자발적인 에너지 저감 활동유도가 우선되어야 하며, 부가적으로 제한적인 전력소비제어 자동화 서비스의 제공을 통해 전력 소비 감소를 성취해야 할 것이다 [3]. 부가적인 전력소비 제어 방법의 한 예로 동시 전력소비 집중의 미시적 시간 분산에 의한 첨두전력소비량 저감을 통해 연간 최대첨두전력소비량을 감소시켜 기준전력소비단가를 절감하는 방법을 들 수 있다. 이 외에도 전열기의 페루프 온도조절에 의한 전력 저감 등 각 산업체의 부하 특성에 맞는 다양한 전력소비 저감 방안이 적용될 수 있다. 이러한 부하제어와 각 사업체별 전력소비현황 파악을 위해서는 전체 전력소비 품질분석과 함께 주요부하에 대한 개별 모니터링이 필요하다. 개별 부하에 대한 전력소비 모니터링은 가정에서의 자발적인 소비저감 활동을 유도하기 위해 활발히 연구되고 있는 주제로서 가정과 산업체를 통합한 지역 전력저감시스템 (Community EMS)의 운용의 가능성을 보여준다 [4].

그림 1은 현재 한국산업기술대학교 ESMS 센터에서 개발되어 시험운용 중인 ESMS의 개관을 보여준다. 시스템의 구성은 다음과 같다. 먼저 한국전력에서 기간 전력망을 통해 공급되는 전력을 모니터링 하여 역률과 평형률, 고조파등의 전력품질을 모니터링 하여 (그림 1. TEMS) ESMS center 센터의 communication server로 전송한다. 또한, 공장에서의 주요부하를 최대 5개까지 지정하여 각각의 부하에 별도의 remote control unit (RCU)를 부착하여 부하별 전력품질과 사용량을 모니터링 한다. RCU는 개별부하로 공급되는 전력의 공급을 차단하는 역할을 동시에 수행할 수 있다. 개별 RCU의 정보는 지역중앙제어기 (그림 1. RDRS)로 취합되어 ESMS 센터에서 운용되는 communication server로 전송된다. RDRS는 독자적으로, 혹은 별도의 programmable logic controller (PLC)와 연동하여 부하분산이나 직접부하제어 등의 부하전력 공급 제어를 수행한다.

ESMS center는 개별 사업체에서 전송하는 이러한 정보들을 communication server에서 수신하여 분석하고 그 결과를 database server에 저장한다. 저장된 결과를 web server를 통해 가공되어 사용자의 web browser에 display되며, 긴급 상황 발생시 SMS나 email을 통해 사용자의 smart phone으로 상황 및 조치 방법을 전송한다. Center에서는 이러한 상황을 실시간으로 모니터링 하여 발생상황에 대한 조치를 지원하며 주기별로 사업체별 전력품질 및 소비현황 분석 결과와 지역별 업종별 비교 분석 보고서를 업체에 공급하여 전력운용과 관련된 경영판단을 지원한다. 또한 모니터링 시스템 및 운용방법의 인증을 통해 도입 업체의 녹색사업을 지원한다.

ESMS 센터 사업은 2010년부터 2015년까지 5년간 KOLAS 인증기반의 정량적인 에너지 모니터링 인프라 구축을 목표로 운용되고 있으며 현재 1차년도 사업이 완료되어 전력품질과 사용량 모니터링 및 지역 peak 소비량 제어기기가 서해안 산업단지 내의 3개 중소기업에 시험 설치되어 성공적으로 운용되고 있다. 향후 최종 연차까지 약 50여 개소 설치를 목표로 2차년도에는 10개의 사업체에 추가설치 될 예정으로 5년 동안의 시험사업기간 동안 무상으로 설비 설치를 지원하고 있다. 1차년도의 성취 목표는 센터 인프라 구축으로 2차년도인 2011년부터 전력소비 및 설치성과 분석과 함께 인증을 위한 기초 데이터 취합 및 방법론의 확립이 추진될 예정이다. 개발된 시스템은 탄소발자국(Carbon foot print, CFP)과 신재생 에너지 의무화단계 (Renewable Portfolio Standard, RPS)의 지원이나 자체적인 분산발전을 운용할 경우 해당 분산전원 시스템의 운용 성능평가 등 다양한 녹색사업의 연계를 위한 기반 시스템으로 활용될 수 있다.

#### Acknowledgements

본 논문은 지식경제부의 전력기술 인프라 사업(I-2010-0-025)의 지원으로 한국산업기술대학교 서해안산업단지 전력저감센터에서 수행한 연구 결과에 의해 작성 되었습니다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Edwin Pinero, "Future ISO 50001 for energy management systems", [http://www.iso.org/iso/pinero\\_focus\\_sept09.pdf](http://www.iso.org/iso/pinero_focus_sept09.pdf), 2009
- [2] 이근대 외, "서해안 산업 클러스터 전력저감센터의 타당성 평가 및 추진 방안", 지식경제부수탁 에너지 경제 연구원 연구보고서, 2009
- [3] Marcelo Sagan, "Advanced Metering: summary and conclusion", Smart metering workshop organized by Florence school of regulation, 6, Feb. 2009.
- [4] Hyun Sang Cho, Tatsuya Yamazaki, Minsoo Hahn, "AERO: Extraction of User's Activities from Electric Power Consumption Data", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Volume 56, Issue 3, pp. 2011 - 2018, Aug. 2010.