

가정용 전력소비형태 분석을 위한 모니터링 프로그램 구현

*유원호, *권혁대, *최재혁, **고성훈, *전철환, *이성룡
*군산대학교, **전북대학교

Implementation of the Monitoring Program for the Analysis of Electric Consumption Characteristics in Home Appliances

*W.H Yoo, *H.D Kwon, *J.H Choi, **S.H Ko, *C.H Jeon, *S.R Lee
*Kunsan National University, **Chonbuk National University

ABSTRACT

This paper presents a implementation of the monitoring program for the analysis of electric consumption characteristics in home appliances, which uses a Labview program from National Instruments Corporation. It is can provide to be easy for small-scale researcher, development groups or individual researcher to analyze electric power consumption characteristics. Also, this paper apply to actual private home and then, analyze result of monitoring and a database result of power quality etc, like the power consumption form, power factor and harmonic which follow season, and time zone. For this measured the apartment where the family which is four lives in the object.

1. 서론

최근 국제유가의 급등, 기후변화 그리고 지구온난화 문제 등 에너지 위기를 심화시키는 요인들이 세계, 지역, 국내차원에서 새로이 등장하면서 에너지 안전보장 위기론이 대두되고 있다. 특히 에너지의 97[%]를 수입 하는 우리나라의 경우 에너지 다소비형 산업구조 및 대체에너지 부족 등의 요인으로 에너지 위기 및 수급불균형이 더욱 가속화 되고 있는 실정이다. 그러나 이러한 위기에도 불구하고 우리나라의 에너지 수요는 지속적으로 증가[최대소비전력: 2003년 47,385MW, 2004년 51,264MW, 2005년 54,631MW, 2006년 58,994MW (년 평균 7.5% 증가)]하고 있으며, 1990년 이후 전력공급 예비율을 확보하기 위해 매년 발전설비 증설에 대한 부담을 안고 있다. 또한 계절별, 시간대별 전력수요의 차가 년 평균 25[%]이상으로 매우 크기 때문에 국가전력수급 관리에 많은 어려움이 있는 실정이다^[1-2].

이러한 에너지 위기에 대응하기 위해서 에너지 소비 감축, 절약 및 신재생에너지 개발 등과 같은 에너지관련 기술개발이 매우 활발히 진행되고 있다. 이러한 연구개발이 보다 큰 성과를 얻기 위해서는 정확한 전력소비형태 분석을 통한 수요예측이 필수적이다. 우리나라는 주택용 전력의 수요예측 및 효율적 관리를 위하여 2년마다 전력거래소에서 가전기기 보급률 및 가정용 전력소비형태를 조사하고 있다^[3]. 이는 가정에서 사용하고 있는 가전기기는 종류뿐 아니라 계절 및 시간에 따라 기능의 다양성과 복합화로 인하여 전력수요에 미치는 영향이 더욱 높아지고 있기 때문이다^[4]. 그러나 전력거래소에서 조사분석

한 자료는 우리나라 전체 전력 수요 예측 및 관리를 위한 것으로 주택용 태양광 발전시스템 또는 조명절전 시스템과 같은 소규모의 에너지 절약시스템에 이를 활용하기는 어려운 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 소규모 연구개발 집단 또는 개별 연구자들이 쉽게 전력소비형태를 분석 할 수 있도록 National Instruments(NI)에서 제공하는 Labview 프로그램을 이용하여 가정용 전력소비형태 분석을 위한 모니터링 프로그램 구현 방법을 설명 한다. 또한, 이를 4인 가족으로 구성된 24평형 아파트를 측정대상으로 선정하여 제안된 모니터링 프로그램을 적용하여 전력소비형태, 역률 및 고조파와 같은 전력품질 등을 측정하고 이를 데이터베이스로 구축한 후 그 결과를 분석한다.

2. 가정용 전력소비형태 분석을 위한 모니터링 프로그램 구현

본 연구에서는 가정용 전력소비 형태를 분석하기 위해 필요한 전력(전압 및 전류)을 측정하기 위해 NI사의 scxi-1000을 사용한다. Scxi-1000은 4개 슬롯을 장착할 수 있으며, 노이즈가 적은 신호 컨디셔닝 환경을 갖고 있다. 또한 고속 멀티 플렉싱을 위한 타이밍 회로와 3개의 내부 아날로그 버스 그리고 측정을 단순화하는 NI-DAQ 드라이버가 내장되어 있다. Scxi-1000에 다양한 기능을 갖는 scxi 모듈을 결합시켜서 사용자가 원하는 데이터를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 전압과 전류 측정을 위해 scxi-1125와 scxi-1327을 사용하였다. 이 두 모듈을 scxi-1000에 장착하게 되면 ± 2.5 [mV]에서 ± 300 [V]까지 전압측정이 가능하며, 내부적인 프로그램 분기저항을 이용해 수십[A]의 전류까지 측정이 가능 하다. 또한 측정된 정보(전압 및 전류)를 컴퓨터로 전송하기 위해 scxi-1600을 이용하였다. Scxi-1600은 USB를 이용할 수 있어 보다 쉽게 컴퓨터와 측정장치 간의 통신을 수행할 수 있다.

측정된 정보를 바탕으로 전력(피상전력, 소비전력)의 소비패턴, 계통의 품질(역률, 고조파) 그리고 전력사용비율(일반부하, 조명부하)을 모니터링하고 데이터베이스화하기 위해 NI에서 제공하는 Labview 프로그램을 이용하였다. NI에서 제공하는 Labview 프로그램은 그래픽 데이터 흐름 언어 및 블록다이어그램으로 데이터 흐름을 표시하고 사용자 인터페이스 컨트롤을 직관적으로 데이터에 맵핑하므로 데이터나 컨트롤 입력을 손쉽게 보고 수정할 수 있다. 또한 다양하고, 유용한 예제 프로그램을 많이 제공함으로써 초보자도 특별한 지식이 없이도 쉽게 원

하는 디자인을 할 수 있다. 또한 C나 BASIC 같은 기존 컴퓨터 프로그래밍 언어와 호환성이 가능하며, 500개 이상의 수학/분석 함수를 사용할 수 있게 설계되어 고급 유저들도 더 쉽고 편리한 표현을 할 수 있다^[5].

그림 1은 컴퓨터로 수집되는 데이터를 이용하여 전력소비 행태를 분석하기 위한 모니터링 프로그램이며, 그림 2는 그림 1에서 얻어진 정보를 Labview에서 제공하는 프론트 패널을 이용하여 사용자가 직관적으로 확인할 수 있도록 하는 모니터링 프로그램이다.

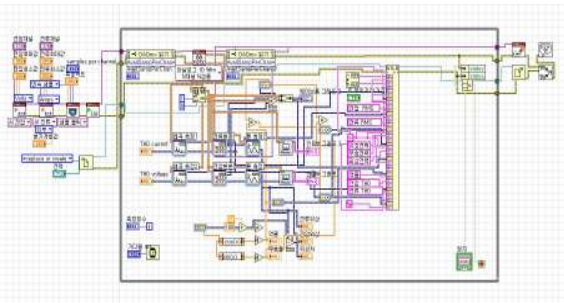
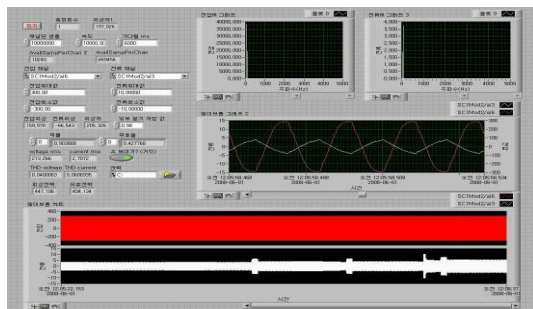


그림 1 전력측정을 위한 모니터링 프로그램
Fig. 1 Monitoring program for power measurement



(b) Monitoring screen
그림 2 전력분석을 위한 모니터링 프로그램
Fig. 2 Monitoring program for power analysis

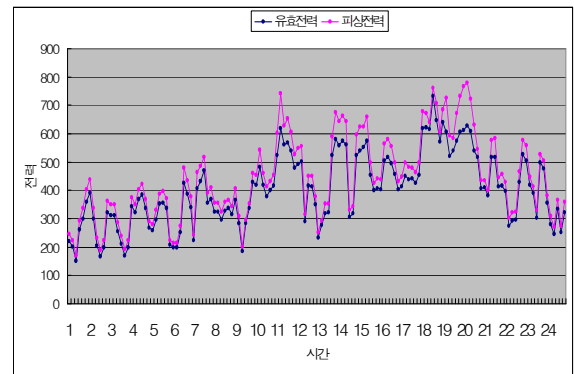
3. 실험 결과 및 분석

본 연구에서는 주택용 소비전력의 수요예측을 통한 효율적 관리를 위해 NI에서 제공하는 Labview 프로그램을 이용하여 가정에서 사용하고 있는 전력(피상전력, 소비전력)의 소비패턴, 계통의 품질(역률, 고조파) 그리고 전력사용비율(일반부하, 조명부하)을 측정하였다. 측정 대상은 24평형 아파트에 거주하는 4인 가족을 선정하였고 4월과 5월에 걸쳐 매 주 하루씩 모니터링을 실시하였으며 그림 3에 설치사진을 보았다.

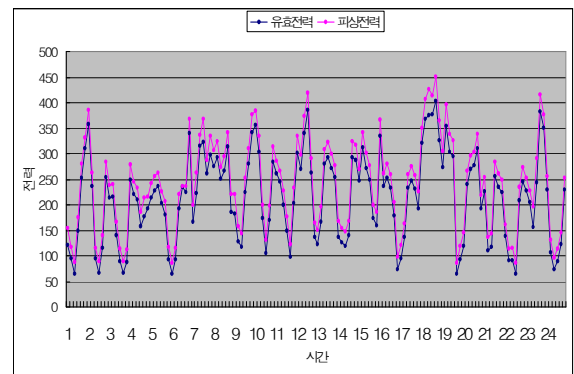
측정 대상인 주택의 경우 배전선에서 들어오는 인입선이 분전반을 통해 2개의 일반부하 전력선과 1개의 조명부하 전력선으로 구성된다. 여기서 2개의 일반부하 전력선 중 1개의 전력선은 거의 사용하지 않기 때문에 본 연구에서는 전체 전력선(인입선), 1개의 일반 부하 전력선 그리고 조명부하 전력선을 측정하였다. 모니터링 프로그램의 동작은 우선 scxi-1000을 통해 전압과 전류를 매 초당 10,000번씩 센싱 하여 scxi-1600을 통해 컴퓨터로 전송한다. 전송된 정보(전압 및 전류)를 이용하여 피상전력, 유효전력, 역률 그리고 고조파를 계산하기 위한 연산을 수행한다. 또한 측정된 값과 연산된 값 들은 매 10초에 한번 씩 저장되며 이는 마이크로소프트사의 엑셀 프로그램을 통해 데이터베이스로 구축 된다.



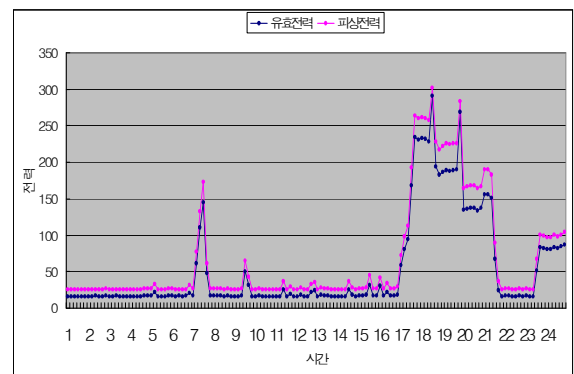
그림 3 모니터링 시스템 설치 사진
Fig. 3 Photograph of the monitoring program



(a) 전체 부하



(b) 일반 부하



(c) 조명 부하

그림 4 가정용 전력소비행태
Fig. 4 Electric consumption characteristics in home appliances

그림 4는 4월 15일과 5월 14일의 이틀간 모니터링 데이터를

평균하여 나타난 측정값을 나타낸다. 여기서 그림 4의 데이터는 전력 분석을 보다 직관적으로 하기 위해 매 10초당 저장된 데이터를 10분 단위로 더한 후 평균값으로 표시하였다.

그림 4 (a)는 측정대상인 주택에서 24시간동안 사용된 전체 전력소비행태를 나타낸다. 소비전력이 최저인 지점은 새벽 시간으로 24시간 운전되는 냉장고, 김치냉장고, 정수기 등에서 소비되는 전력이며 이때 역률은 약 0.9 이상, THD는 약 30[%]이하로 측정되었다. 낮 시간에는 그림 3 (c)에서처럼 조명기에서 사용되는 전력은 미비하며 거의 대부분 일반(동력)부하에서 소비되고 있음을 알 수 있다. 여기서 그림 3 (a)와 (b)의 소비되는 전력량이 다소 차이가 보이는 이유는 측정하지 않은 일반 부하 전력선에서 소비전력이 발생했음을 짐작 할 수 있다. 이때 역률은 0.87 이상, THD는 40[%]이하로 측정되었다. 그림 3 (c)의 조명전력 소비패턴을 분석하면 아침에 잠시 전력을 사용하고 낮 시간에 조명전력을 거의 사용하지 않고 있음을 알 수 있다. 이는 주택의 경우 조명전력이 낮 시간에 집중적으로 사용되는 상업용 빌딩 또는 공공건물과는 상이한 조명전력 소비패턴을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 조명전력이 집중적으로 사용되는 저녁시간에 전체 소비전력이 최대인 것을 감안하면 주택의 경우 조명전력이 부하 패턴을 결정 짓는 중요한 요인으로 작용하고 있음을 알 수 있다.

그림 5는 전체 소비전력량에서 조명 부하가 차지하는 비율을 확인하기 위한 그래프로 각각의 전체, 일반, 조명 부하의 유효 전력 소비패턴을 나타낸다.

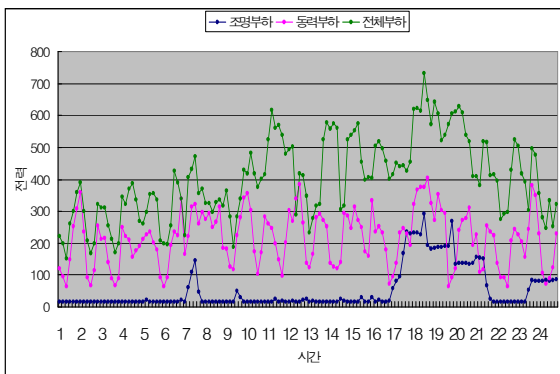


그림 5 전체, 일반, 조명부하의 유효전력 소비패턴
Fig. 5 Active power consumption characteristics of a full, general and lighting load conditions

그림 5에서처럼 조명전력은 가정용의 경우 기상 및 출근준비를 위해 약 한 시간 정도 전력을 소비하고, 일몰 후에서 취침 전까지 조명전력이 집중적으로 사용됨을 알 수 있다. 또한 조명전력이 집중적으로 사용되는 시간대에 최대소비전력이 발생함을 알 수 있다. 이는 최대소비전력 시간대에 조명전력이 차지하는 비율이 약 40[%]정도로, 조명전력을 절전시키면 최대소비전력도 감소할 수 있음을 확인할 수 있다.

그림 4~5의 전력분석 데이터는 평균적인 소비패턴을 분석하기 위한 자료로 세탁기, 청소기, 전자렌지, 에어컨과 같이 짧은 시간에 전력을 집중적으로 사용하는 단속 기기의 사용은 포함하지 않았다. 이는 본 연구에서 측정된 기간이 짧은 이유로 계절, 기후, 날씨변화 등의 외부요인과 소비자의 불규칙적인 소비패턴(예: 세탁, 청소, 외출 등)이 정확하게 반영되기 어렵기 때문이다. 그림 6은 5월 29일에 매 1분간 측정된 일반(동력)부

하의 소비전력 패턴을 나타내고 있다.

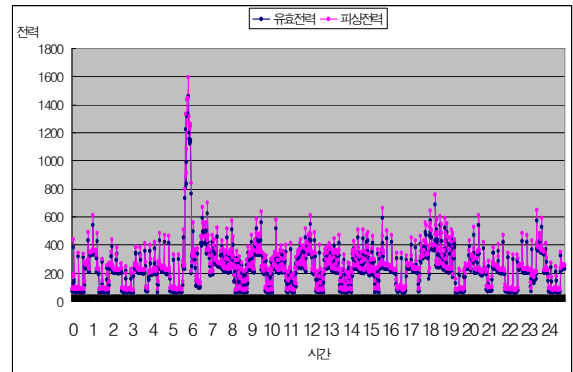


그림 6 일반부하의 전력소비행태
Fig. 6 Power consumption characteristics of a general load condition

4. 결 론

본 논문에서는 소규모 연구개발 집단 또는 개별 연구자들이 보다 쉽게 전력소비행태를 분석 할 수 있도록 National Instruments에서 제공하는 Labview를 이용하여 가정용 전력소비행태 분석을 위한 모니터링 프로그램 구현 방법을 설명 하였다. 또한 제안된 모니터링 프로그램을 4인 가족으로 구성된 24평형 아파트를 측정대상으로 하여 전력소비행태를 측정하고 그 결과를 데이터베이스로 구축하고 분석하였다. 분석된 결과는 전력품질개선, 부하수요관리 그리고 에너지 절약분야를 연구개발하는 기초자료로 활용할 수 있다.

본 논문은 짧은 기간에 측정된 결과를 분석한 연구로 보다 정확한 전력소비행태를 분석하기 위해서는 외부환경 및 소비자의 소비패턴을 고려하여 측정대상을 선정하고 많은 기간(1년 이상)을 투자하여 전력소비행태를 측정해야 한다. 향후 이에 대한 연구를 지속할 예정이며, 조명소비전력을 주로 사용하고 있는 상업용 및 공공건물에 대해서도 전력소비행태를 측정할 예정이다.

본 연구는 신재생에너지기술개발사업(2007-N-PV08-03-0)의 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] Issue paper, "新 에너지 위기 요인과 동북아 에너지 협력", 삼성경제연구소, 2003.6
- [2] 경영평가팀, "2003년~2007년 전력통계속보" 한국전력공사, 2003-2008년
- [3] 수요예측팀, "2003년~2005년 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사", 한국전력거래소, 2003-2004년.
- [4] 고성훈, 신영찬, 이성룡, "전력품질개선 및 부하 분단 기능을 갖는 계통연계형 소규모 에너지 저장 시스템," 대한전기학회 논문지, Vol. 54B, No. 8, pp. 387-394, 2005
- [5] LabVIEW 기본 매뉴얼, NATIONAL INSTRUMENTS 2007