

# 스마트미터를 활용한 건축물의 전력에너지 절감 및 효율화 방안

황현배, 정병수  
남부대학교 디지털경영정보학과

## Electric Power Energy Saving and Efficient Measures in Buildings using the Smart-Meter

Hwang Hyun Bae, Jung Byeong Soo  
Dept. of Digital Management & Information

**요약** 본 논문에서는 스마트미터를 활용한 건축물의 전력에너지 절감 및 효율화 방안에 대하여 실험하였다. 전력 에너지 절감을 위해 개선된 자동역률제어시스템(APFC)을 제안하고, 수요전력의 억제(Demand Control) 방안을 제시하였다. 이는 스마트미터의 ICT 기술을 통하여 실시간 양방향으로 콘덴서 बैं킹과 차단기를 직접 제어함으로써 이루어진다. 개선된 APFC는 콘덴서 बैं킹을 보다 다양화하기 위해 이중 용량의 콘덴서를 직병렬 혼합 결선하여 구성함으로써 구축 비용을 최소화 한다. 상기 기능을 위해 Atmel사의 AVR465를 이용하여 PLC 및 Zigbee 통신기능을 갖는 스마트미터를 설계하였다. 24시간 운영되는 숙박시설에 대하여 테스트한 결과 역률은 95% 이상을 유지하였고, 과보상은 발생하지 않았음을 확인할 수 있었다.

**주제어** : 자동역률제어장치, 건물에너지관리시스템, 최대전력감시제어, 전력에너지절감, 스마트그리드, 스마트미터

**Abstract** In this paper, We implement a power-saving and efficient measures in buildings using the smart-meter. In order to save electric power energy, We propose an improved automatic power-factor controller(APFC) and demand control measures. This is achieved by controlling directly circuit breakers and the capacitor bank feeders in real time via a two-way smart-meter's ICT skills. Improved APFC is minimizing installation costs by series-parallel connecting heterologous capacitors to form a more diverse capacitor banking and controlling using the smart-meter. In order to suppress the demand power, We have designed a smart-meter with communication functions using Atmel's AVR465 and tested an operated lodging building for 24-hours. As a result, We made sure to always retained more than 95% power factor and did not occur over compensation.

**Key Words** : APFC, B-EMS, Demand control, Power-saving, Smart-Grid, Smart-meter

### 1. 서론

최근 전 세계적인 이산화탄소 배출량의 규제와 더불어

에너지 절감 문제가 심화되면서 국가 정책 차원에서 에너지 절감 및 효율화를 지원하고 있으며, 이러한 추세에 맞춰 B-EMS와 스마트그리드 시스템에 대한 활발한 연

Received 23 September 2014, Revised 30 October 2014  
Accepted 20 November 2014  
Corresponding Author: Jung Byeong Soo(Dept. of Digital Management & Information)  
Email: [bsjung@nambu.ac.kr](mailto:bsjung@nambu.ac.kr)

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

구와 활성화 방안 도출이 이루어지고 있다[1]. B-EMS는 건축물 에너지관리 시스템의 약어로서 건축물의 종합적인 에너지 절약과 효율적인 관리 및 운영을 담당하는 시스템이다. 하지만 B-EMS를 구축하는데 소요되는 비용이 너무 많아 초대형 건축물을 제외하고서는 경제성이 떨어져 보급이 용이하지 않은 상황이다[2,3]. 또한, 전문 인력의 부족과 표준화 미비, 기술수준의 취약 및 건물주의 인식 부족 등 B-EMS의 활성화가 어려운 게 현실이다[4].

스마트그리드 시스템은 기존의 전력망에 정보통신기술(ICT)을 연계하여 전력망의 신뢰성, 효율성, 안전성을 향상시키고, 전력의 생산 및 소비 정보를 양방향 실시간으로 제어함으로써 에너지 효율을 최적화하려는 차세대 지능형 전력망 기술이다[5]. 이를 통해 소비자 및 관리자에게 전력사용 정보를 제공하여 수요 반응(Demand response)을 유도하고, 전력계통의 투자와 운영에 효율화를 꾀하고 있다. B-EMS 역시 스마트그리드 시스템 중 하나의 구성요소에 해당하며, 그 핵심 설비 중 하나가 바로 스마트미터이다. 기 개발된 스마트미터의 경우 유효, 무효 전력량과 역률 및 최대전력 등을 시간대별로 측정하는 기본 기능과 전력공급업체와 사용자에게 전력 정보를 제공하는 통신기능이 추가되어 있다. 현재 보다 다양한 정보 제공을 위한 유무선 방식의 통신기능에 관한 연구 및 스마트미터를 통한 부가서비스를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 논문에서는 스마트그리드 시스템의 구현을 앞당기고 B-EMS의 활성화를 위한 가장 기초적인 방안으로 중소규모 건축물에 적합한 스마트미터를 통한 전력에너지 절감 및 효율적인 전력에너지 관리 방안을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 상기와 같이 1장에서는 본 연구의 필요성을 살펴보고, 2장은 관련연구로 건축물의 전력에너지 절감 방안을 분석하고 이중 본 논문에서 주요 방안으로 제시하는 역률 개선 및 수요전력 억제 방식의 현황 및 문제점에 대하여 살펴본다. 또한 건축물의 전력설비를 제어하고 관리의 효율화를 이루기 위한 필수적인 장치로서 스마트미터를 소개하고 갖추어야 할 기능들에 대하여 살펴본다. 3장에서는 스마트미터를 통한 개선된 자동역률제어 시스템과 수요전력의 제어 방식을 제안하며, 효율적인 관리 및 제어가 이루어질 수 있도록

전반적인 시스템 구조를 제시한다. 또한, 스마트미터를 구현하여 그 테스트 결과를 제시한다. 4장에서는 결론에 대해 기술하고 향후 방향에 대하여 서술한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 건축물의 전력에너지 절감 및 관리 현황

자연채광과 같은 건축학적 요소와 신재생에너지의 도입과 같은 분산전력 시스템 및 조명학적인 요소 등을 제외하고 건축물에서 전력에너지의 주된 낭비요인 및 관리의 문제점은 다음과 같다[6].

- 저효율 전기기구 및 램프의 사용
- 대기전력 및 불필요한 전력의 사용
- 역률 부적합 및 최대수요전력관리의 부재
- 잘못된 시공 및 노후화에 따른 누설전류의 발생
- 건물주의 설비비용 부담 및 인식 부족으로 인한 전력관리 시스템의 부재 등

상기 낭비요인을 해결하기 위해서는 설비비용의 문제점과 운영 및 관리에 따른 경제적인 사안을 고려하지 않을 수 없다. 이에 본 논문에서는 건축물의 전력설비 도입에 있어서 비용을 최소화하고 에너지 낭비를 줄이며 관리적 측면에서 효율화를 꾀하고 경제적인 운영이 이루어질 수 있도록 상기 요인 중 역률 개선 문제와 수요전력의 억제 방안을 제안한다.

### 2.2 스마트미터의 개요 및 기능

스마트미터는 기존의 미터보다 좀 더 상세하게 전력 에너지를 측정할 뿐 아니라, 원격 공급, 연결-차단 등의 제어, 전력 품질 모니터링, 원격 미터링(AMR) 및 전력요금의 과금에 이르는 수많은 정보를 실시간 양방향 통신을 통하여 구현하는 지능형 기기이다[7].

이러한 스마트미터가 갖추어야 할 주요 기능은 다음과 같다[8].

- 첫째, 유효 및 무효전력의 계량 및 역률측정
- 둘째, 수용가내 전력기기 및 차단기의 On-Off 제어
- 셋째, 유무선 네트워크를 통한 전력정보의 사용자 및 관리자 제공
- 넷째, 기타 원격검침, 정전감시, 고조파측정, 누설전류의 점검 등 다양한 부가서비스 제공

이상과 같이 스마트 미터는 기본적인 미터링 기능 이외에 다양한 전력 정보를 사용자와 관리자에게 실시간 양방향으로 제공하는 통신 매체의 역할과 더불어 각종 전력 설비 및 기기들을 제어하는 제어기의 역할까지 그 기능이 매우 광범위 하다.

### 2.3 최대 전력 감시제어(Demand Control)

최대전력 감시제어란 수요자가 한국전력공사와 계약한 최대 계약 전력의 일정값에 도달했을 때 전력 소비를 제어할 수 있는 시스템을 말한다.

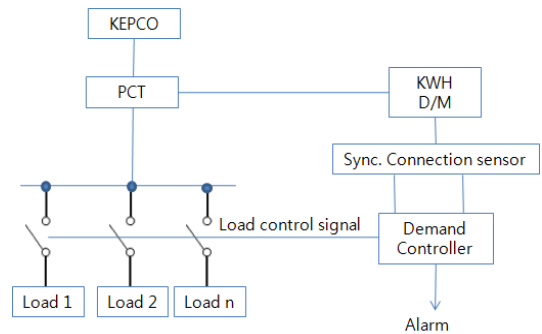
최대 전력이란 어느 일정기간 동안의 1시간 평균전력이 최대인 전력수요량을 말하고, 산정기간에 따라 일일, 주간, 월간, 연간 최대전력수요 등으로 구분하며, 요일별, 계절별, 기후조건, 기타 전력소비의 형태에 따라 시간대가 다르게 나타난다.

현재 한국전력공사에서는 전력을 사용하는 수용가 중 계약전력 100kW 이상 사용하는 고압 수용가에 징수되는 요금은 검침 당월을 포함한 직전 12개월 중 겨울철(12, 1, 2월분), 여름철(7, 8, 9월분) 및 검침 당월 중 가장 큰 최대 수요전력(Peak)을 향후 1년간 기본요금으로 적용하고 있다[9]. 따라서 최대수요전력의 관리가 제대로 이루어지지 않을 경우 기본요금의 증가로 인한 경제적인 손실이 발생하게 된다.

디멘드 콘트롤러의 동작원리는 수요시한 15분 내에서 주기적으로 임의의 시간 t에서의 예측전력과 수요 시한 종료 시 예상전력을 연산하여 예측전력이 설정된 목표전력의 Peak를 초과할 것으로 예상되어질 때 설정해 놓은 부하차단 순위에 따라 예측전력이 목표전력 이하가 되도록 단계적으로 부하를 차단하여 Peak 상승을 억제하는 방식이다[10].

[Fig. 1]은 현재 주로 사용되는 최대 수요전력 관리 시스템의 구성도로 예측전력이 목표전력을 초과할 경우 관리자에게 경고등으로 알려주고 설정된 프로그램에 따라 각 부하를 차단, 제어하는 시스템이다. 하지만 별도의 장치를 설치하여야 하는 부담이 발생한다.

따라서 본 논문에서는 보다 저비용의 능동적이며 효율적인 최대수요전력을 제어하기 위해 건축물의 설계 시 옥내 배선을 다양화하여 부하의 차단순위를 결정하고, 스마트미터를 통한 자동적인 방법과 관리자에 의한 선택적 수동 제어가 가능한 최대수요전력 관리방안을 제시한다.



[Fig. 1] Demand controller configuration

### 2.4 자동역률제어장치(APFC)

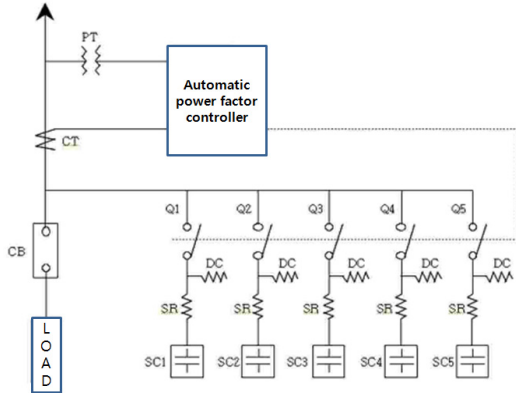
전력 수용가의 대부분은 유도성 부하로써 지상역률로 운영되고 있다. 역률이 개선된다면 부하전류가 감소하게 되며 같은 설비로도 공급용량에 여유가 생기게 되어 공급설비용량을 늘리지 않고도 부하의 증설이 가능해진다. 전력수용가의 부하 역률을 개선하면 그만큼 전력회사에서는 설비의 합리화가 이루어지기 때문에 전력요금에 역률에 대한 할증제도를 실시하고 있다. 현재 한국전력공사에서는 역률 90%를 기준으로 이에 미달하면 전력요금에 부족한 역률만큼의 패널티를 부과하고, 기준 이상이 유지되면 전력요금을 감감해주고 있다[9].

역률개선의 효과를 정리하면 다음과 같다[10,11].

- 전력회사 측면
  - 전력계통의 안정 운영
  - 전력 손실의 감소
  - 설비용량의 효율적 운영 및 투자비 경감
- 수용가 측면
  - 설비용량의 여유 증가로 부하의 증설 가능
  - 전압강하의 경감
  - 전력 손실의 경감 등

반면 역률이 과보상되어 진상역률이 될 경우 전원전압의 상승, 변압기의 과열, 진상 무효전력에 의한 손실 발생 및 전기요금이 과금되는 역효과가 나타날 수도 있다. 역률개선용 콘덴서의 설치 방법으로는 무효전력에 의한 동적제어를 하는 콘덴서 बैंकिंग 방식의 자동역률개선 시스템과 시간에 의한 타임 스위칭 제어방식이 많이 사용되고 있다. 하지만 콘덴서 बैंकिंग방식의 경우 초기 설비비용이 많이 소요되기 때문에 대단위의 전력을 소비하는 공장이나 대형건축물에 주로 채용되고 있으며, [Fig. 2]는

단상 자동역률개선 시스템에 대한 회로도의 일례를 보여 준다[12].



[Fig. 2] An example of automatic power factor controller's schematic

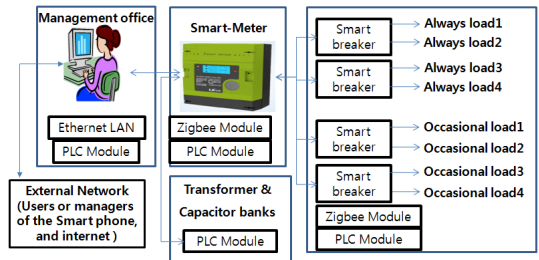
[Fig. 2]에서 보여주는 것과 같이 현재 운영되고 있는 콘덴서 뱅크의 설비 구조는 부하에 이종의 콘덴서 뱅크를 병렬로 수개 연결하여 부하의 변동에 따라 적절한 용량의 콘덴서 뱅크를 스위칭 하는 방식이다. 또한, 시간에 따른 스위칭 방식의 경우 백화점이나 상업용 건축물처럼 영업시간에는 일정한 부하가 되고 영업을 종료되면 무부하가 되는 경우에 영업시간이 되면 적정용량의 콘덴서를 스위칭하여 역률을 개선하고 종업시간이 되면 타임스위치에 의해 콘덴서를 개방하는 방식이다. 하지만 부하가 변동할 경우에 적용이 곤란한 단점이 있다[13]. 즉, 영업시간 중에 부하가 중부하 이하가 되면 오히려 콘덴서에 의한 진상역률이 될 우려가 있다. 따라서 본 논문에서는 설비비용을 최소화하면서 고역률의 효과를 볼 수 있도록 콘덴서 뱅크 구성시 직병렬 혼합 스위칭 결선을 통하여 다양한 용량을 구현함으로써 변화하는 부하에 대응하는 APFC를 제안한다.

### 3. 스마트미터를 통한 절감 방안

건축물의 전력에너지의 절감 및 효율화를 위하여 스마트미터를 통한 수용가의 배전선 및 각종 기기를 on-off 제어하는 시스템이 구성되어야 한다. 또한 실시간 전력

량을 측정하여 관리자에게 데이터를 전송하여 최대수요 전력의 발생을 방지하고, 무효전력량을 측정하여 콘덴서의 용량을 선택할 수 있도록 제어가 이루어져야 한다.

상기의 기능을 구현하기 위해서는 각 수용가에서 스마트미터를 중심으로 하는 실시간 양방향 네트워크가 구축되고 스마트차단기의 보급 및 가전기기의 스마트화가 이루어져야 한다. 이를 바탕으로 제안하는 전체 전력설비 제어 개념도는 [Fig. 3]과 같다.



[Fig. 3] Proposed block diagram of power facility controller through the smart meter

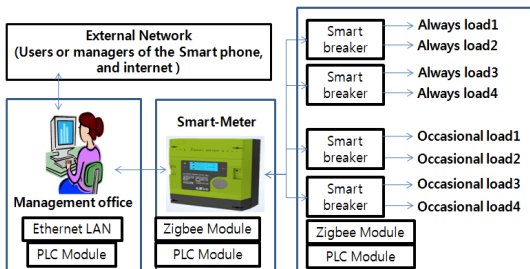
[Fig. 3]의 개념도와 같이 스마트미터는 통신 기능을 통하여 계량된 전력정보를 바탕으로 변압기 2차 측에 설치된 콘덴서 뱅크를 제어하여 자동으로 역률을 개선하고, 다양화된 배전선의 스마트차단기를 제어하여 최대수요 전력을 억제한다. 또한, 관리자는 스마트미터로부터 실시간 전력정보를 받아 관리실의 PC를 통하여 모니터링하고, 외부에서 스마트폰을 통하여 전력설비를 제어하는 시스템이다.

#### 3.1 최대수요전력 감시 제어 방안

본 논문에서는 스마트미터를 통하여 다양화된 배전선의 제어를 통하여 수요전력을 제어하는 방안을 제시한다. 배전선을 다양화한다는 것은 상시전원과 수시전원을 구분하여 배선하는 방법이다. 즉, 항상 전원이 켜져 있어야 하는 냉장고와 같은 상시 부하는 상시전원으로 배선하고 상시 부하의 중요도에 따라 배선을 다양화하는 것이다. 또한, 사용시마다 전원을 on-off하는 사무용 기기와 같은 수시 부하는 수시전원으로 배선하고 수시 부하의 중요도에 따라 다양화 하는 방법이다.

공용부하 역시 상시 배선과 수시 배선으로 나누고 부하의 중요도에 따라 배선을 다양화 하여 비상 상황 발생

시 스마트미터를 통해 해당 배선 라인의 스마트차단기를 관리자에 의해 직접 제어가 가능하도록 구성하는 방안이다. [Fig. 4]는 배전선의 다양화를 통한 디멘드 컨트롤러의 개념도이다.



[Fig. 4] Demand control system's block diagram through diversification of distribution lines

[Fig. 4]의 개념도와 같이 부하의 용도에 따라 배전선을 상시전원과 수시전원으로 구분하고, 각각의 부하는 중요도에 따라 다양화 한 후 스마트미터의 알고리즘에 따라 최대수요전력 발생 시 부하를 자동으로 차단한다. 또한, 관리자 및 사용자는 외부 망을 통하여 수동으로 배전선의 제어가 가능한 시스템이다. 배전선의 다양화는 비상상황 발생시 전력제한의 우선순위를 관리실에서 자동 제어하는 목적으로 반드시 필요하다. 하지만 너무 많은 배전선으로 구분할 경우 설치비용이 증가하고 스마트미터의 제어부가 복잡해지는 문제점이 발생할 수 있기 때문에 전력에너지를 최소화하는 방안을 기준으로 적절한 배전선의 다양화가 이루어져야 한다. 또한, 배전선의 다양화는 출퇴근시 사용자가 전원을 원천 차단할 수 있으므로 각종 기기에서 발생하는 대기전력의 차단효과도 기대할 수 있다.

### 3.2 개선된 APFC 방안

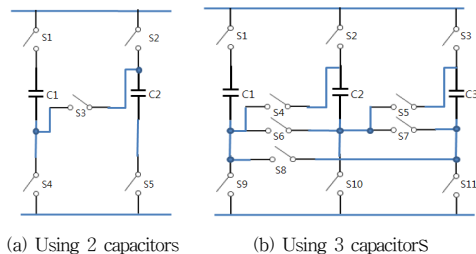
역률 개선을 통한 전력에너지 절감과 경제적인 효과를 보기 위해서는 변압기의 2차측에 설비용량에 적당한 전력용 콘덴서를 부착하여야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 기존의 콘덴서 बैं킹 구성 방식을 개선하기 위해 내압이 충분한 이중의 콘덴서 용량을 직병렬 혼합하여 구성하고, 스마트미터를 통하여 직접 제어하는 개선된 자동역률 제어방식을 제안한다. 콘덴서 용량은 병렬 연결시 증가하지만 직렬 연결시 용량이 작아진다는 원리를 이용하여 기존

방식보다 다양한 용량의 콘덴서 बैं크를 구성할 수 있으므로 보다 저렴하게 설비 구축이 가능하다.

<Table 1>은 이중의 콘덴서 3개(10, 20, 30 Kvar)를 사용했을 때, 기존 방식의 콘덴서 बैं크 용량과 제안하는 직병렬 혼합 방식의 콘덴서 बैं크의 용량을 비교한 표이다. 기존의 방식보다 경우의 수가 증가하게 되며, 특히 작은 용량의 콘덴서 बैं크를 구성할 수 있다. 경우하나 무부하시 일반적인 부하는 역률이 증가하게 되며 저용량의 콘덴서가 필요하게 되지만 기존 방식에서는 최소 콘덴서 용량이 정해져 있으므로 무부하에 근접할수록 진상역률이 발생하기 쉽다. 따라서 직렬연결을 통하여 저용량의 콘덴서 बैं크를 구성할 수 있는 제시 방안은 경우하나 시에 보다 세밀하게 역률제어를 할 수 있어 부하변동이 심할 경우에 보다 효과적이다.

<Table 1> Comparison table of capacitor bank (unit : Kvar)

	Existing method	Improved method
all off	0	0
1 connection	10, 20, 30	10, 20, 30
2 connection	30, 40, 50	6.7, 7.5, 12, 30, 40, 50
3 connection	60	5.5, 8.4, 13.5, 15, 60



[Fig. 5] Proposed series-parallel connecting capacitor banking

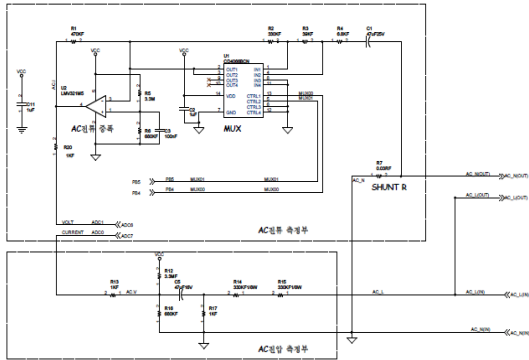
[Fig. 5]는 개선된 콘덴서 बैं킹을 구현하는 스위칭 회로도를 보여준다. [Fig. 5]의 a는 2대의 콘덴서를 직병렬 구성한 회로도이며 지원가능한 बैं크용량은 5가지이고, b는 3대의 콘덴서를 직병렬 구성한 회로도이며 지원가능한 बैं크용량은 15가지가 된다.

### 3.3 스마트미터의 설계 및 테스트

본 논문에서는 상기의 기능을 위하여 Atmel사의

AVR465를 이용하여 스마트미터를 설계하였다[14].

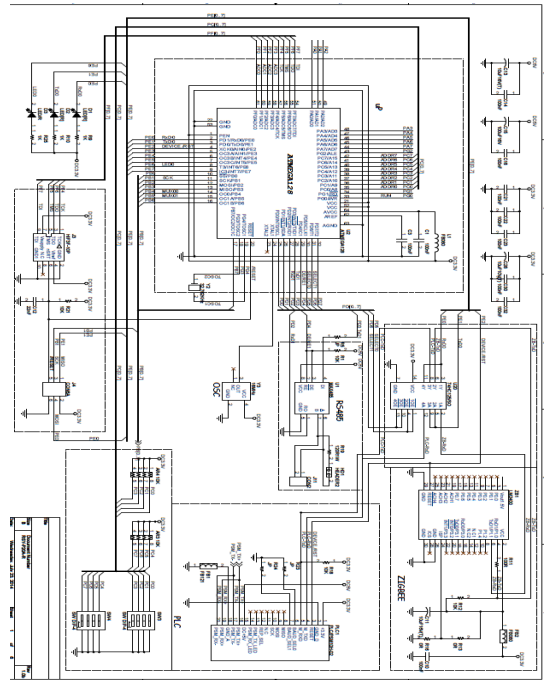
[Fig. 6]은 스마트미터의 전력측정부에 대한 설계도이며, 매 15분 간격으로 유효전력과 무효전력을 측정하고, 역률을 측정하여 스마트미터의 메인 컨트롤부에 전송한다. 스마트미터는 계량된 전력 정보를 바탕으로 역률제어 및 각종 전력설비를 제어하고, 관리자 및 사용자에게 실시간으로 전력정보를 제공한다.



[Fig. 6] Circuit design of Power measurement part

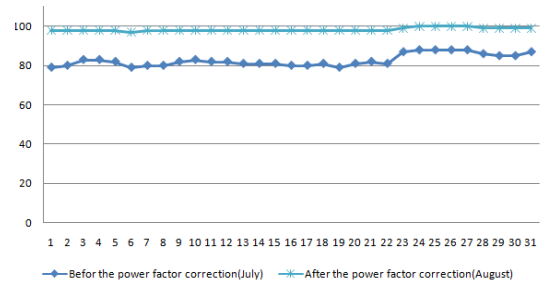
메인 컨트롤부는 스마트미터와 각종 기기간의 제어를 위해 유선통신방식으로 PLC 통신 모듈을 사용하였고, 무선통신방식으로 Zigbee 모듈을 사용하였으며, 비상용 유선통신방식으로 RS-485 통신이 가능하도록 구성하였다. [Fig. 7]은 통신 기능을 포함한 스마트미터의 메인 컨트롤러에 대한 회로도이다. 대부분 기기간의 통신은 현재 지능형전력량계의 통신기술로 표준화 되고 있는 PLC를 통하여 제어될 수 있도록 구성하였다[15]. 또한, 스마트미터와 스마트배선용 차단기 및 스마트 가전간의 통신을 위해 무선방식의 Zigbee 모듈을 사용하여 설계하였다.

본 논문에서 제안한 전력설비 제어를 위하여 구현한 스마트미터를 수전용량이 450 kVA이고, 24시간 운영되는 숙박 시설에 적용하였으며, 역률은 15분 간격으로 계량하고 일일 평균을 측정하였다. 개선된 APFC 구현을 위한 콘덴서 뱅킹의 구성은 [Fig. 5]의 a와 같이 2대의 콘덴서를 직병렬 혼합 결선하여 적용하였으며, 각 콘덴서 용량은 10 Kvar와 15 Kvar로 구성하였다.



[Fig. 7] Main controller's circuit design of the Smart-meter

[Fig. 8]은 해당 숙박시설의 역률 개선 전 2014년 7월과 개선된 APFC를 적용한 2014년 8월의 일일 평균 역률을 비교한 결과를 보여준다.



[Fig. 8] Comparison graph before and after power-factor correction

해당 숙박시설에 적용결과 역률은 95% 이상을 유지하였고, 역률 과보상 문제는 발생하지 않았음을 확인할 수 있었다. 따라서 스마트미터를 통하여 건축물의 전력설비를 경제적이고 보다 효율적으로 제어할 수 있음을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 건축물에서 발생하는 전력에너지의 절감 요소에 대해 살펴보고, 역률제어와 수요전력의 제어를 위하여 스마트미터를 활용한 저비용 구축방안을 제시하였다

Atmel사의 AVR465를 이용하여 유무선 통신기능을 갖는 스마트미터를 설계하고, 수전용량 450 kVA의 24시간 운영되는 숙박 시설에 적용하였다.

실험결과, 해당 숙박시설의 역률은 95%이상을 유지하였고, 역률 과보상 문제는 발생하지 않았음을 확인하였다.

향후 네트워크 통신 기술의 표준화와 각종 제어기기 및 가전제품들의 스마트화가 이루어지면 전체적인 건축물의 전력에너지 절약 시스템에 대해서 연구할 예정이다.

#### REFERENCES

- [1] MOTIE & KEMCO "2014 Energy and Climate Change Policy briefing materials" pp. 27-40, Jan. 2014.
- [2] S. B. Kim, Building energy management system(BEMS) activation plan according to green architecture composition act, KEMCO, Sep. 2012.
- [3] J. Y. Oh, Building energy-saving practices through a network-based BEMS, KARSE, pp. 60-69, Oct. 2012.
- [4] Y. K. Shin, Latest technology trends BEMS, SAREK magazine, Vol. 43, pp. 18-25, May 2014.
- [5] J. B. Sim, Y. W. Ha, "A Study on the Prospective IT R&D Fields in the Smart Grid Area", J-KICS, Vol. 35, No. 9, pp. 1416-1427, Sep. 2010.
- [6] G. S. Jung, Y. S. Lee, S. B. Kim, Y. I. Kim, Building energy management, Book Publishing A-Jin, pp. 121-148, Oct. 2012.
- [7] Y. M. Doh, S. J. Kim, T. W. Hoe, N. S. Park, H. H. Kim, S. K. Hong, J. H. Seo, J. A. Jeon, A Trend Analysis of Smart Grid Technology: The Convergence of Electric Power Network and IT Technologies, ETRI Electronics and

Telecommunications Trends, 24(5), pp. 74-86. Oct. 2009.

- [8] S. G. Kim, H. B. Lee, Y. J. Lee, Y. S. Choi, A Study of an Application Scheme for Smart Meter and Value Added Services Based on Korean Environment, Trans. KIEE. Vol. 59P(1), No.1. pp. 106-111, MAR. 2010.
- [9] KEPCO, Basic electrical supply agreement, Jun. 2014.
- [10] J. H. Jung, A Study for Element Technology of Electric Fields and Improvement of Application Method on Design Standard of Energy Conservation in Buildings, Han Yang Univ. Master's Thesis, pp. 18-32, 63-68. Feb. 2013.
- [11] K. C. Kim, H. B. Choi, "A Study on the Power Factor Correction and Harmonics Reduction of Capacitor Banks Installed at Customers" Journal of KIIEE, Vol. 22, No. 8, Aug. 2008.
- [12] KEPCO KDN, Intelligent Power-Factor Control System, Product introduction.
- [13] T. S. Kim, H. S. Kang, K. D. Joo, S. H. Lyu, K. W. Koo, S. O. Han, Electric energy saving system with high speed response to load variation using power-factor correction, KIEE summer conference proceedings, 10-12, pp. 2388-2390. July. 2002.
- [14] Atmel company, Atmel AVR465: Single-Phase Power/Energy Meter with Tamper Detection, Application Note.
- [15] B. S. Park, "PLC & Smart-Meter's communication technology and trend of Standardization", 2012 Smart-Grid report, pp. 112-131, November, 2012.

#### 황 현 배(Hwang, Hyun Bae)



- 2008년 2월 : 서남대학교 경영학과 (경영학 학사)
- 2010년 2월 : 인천대학교 경영대학원(경영학 석사)
- 2012년 9월 ~ 현재 : 남부대학교 디지털경영정보학과 박사과정 수료
- 관심분야 : 스마트그리드, SW공학
- E-Mail : Hwanghb@hanmail.net

정 병 수(Jung, Byeong Soo)



- 1986년 2월 : 전남대학교 계산통계학  
과(이학사)
- 1988년 2월 : 전남대학교 전산통계학  
과(이학 석사)
- 2005년 2월 : 전남대학교 컴퓨터공학  
과(이학 박사)
- 관심분야 : SW공학, 영상처리
- E-Mail : bsjung@nambu.ac.kr