

1[kW] 이하의 소형 전동차량용 충전설비 구축에 관한 연구

김근식
아주자동차대학 자동차계열 교수

A Study on the Construction of Charging System for Small Electric Vehicles Less than 1 [kW]

Keunsik Kim
Professor, School of Automobile Engineering, Ajou Motor College

요약 전기 자전거 또는 전동 킥보드와 같은 소형 전동차량은 차량에 장착된 배터리를 충전하여 운행되는데, 이들 이용자 중 일부는 공동주택이나 공공시설물에 설치된 비상용 전기 소켓을 시설물 허락 없이 이용하는 경우가 늘어나고 있다. 이와 같은 사유로 간단한 설비 구축만으로 전력의 사용을 승인 받고 아울러 이용 요금을 즉시 지불할 필요성이 건물 관리자는 물론 소형 차량 이용자들로부터 증가하고 있다. 본 논문에서는 공동주택이나 공공건물에 기 설치된 15[A] 전기 소켓에 급전제어장치를 추가로 설치하여 1[kW] 이하의 소형 전동차량에 장착된 배터리를 충전하여 사용할 수 있는 기법을 제안한다. 또한 전력 사용자 승인 알고리즘과 사용된 요금의 부과 방안에 대하여도 기술한다. 본 연구의 결과로 소형 전동차량에 장착된 배터리를 손쉽게 충전할 수 있는 환경을 조성함으로써 도전(electricity theft) 방지 효과를 가진 사용자인증 전력공급시스템을 구현한다.

주제어 : 전동차량 충전, 전기자전거, 전동 킥보드, 급전제어장치, 전력사용승인 알고리즘

Abstract Small electric vehicles, such as electric bicycles or electric kickboards, operate with the power charged in a battery mounted in the vehicle, and some of these users use emergency power sockets installed in apartments or public facilities without getting permission. For this reason, the necessity for a simple method to approve the use of power with instant payment system rises for the building managers and small vehicle users as well. In this paper, we propose a technique to charge batteries for small electric vehicles with less than 1 [kW] through a power supply control device installed on the existing 15 [A]. sockets on the common residential properties or public buildings. It also describes the power user authorization algorithm and how to charge fees for the power used. As a result of this research, this paper shows how the user authentication power supply system with the effect of preventing power theft can be realized by creating an environment in which a battery in a small electric vehicle can be easily charged..

Key Words : Electric vehicle charging, Electric bicycle, Kickboard, Electric Feed control Device, Power usage approval algorithm

1. 서론

최근 배터리 기술과 BLDC 모터 기술의 급속한 발전으로 개인용 전기자전거나 키포드등 소형 전동차량의 보급이 급속도로 증가하고 있는 추세이다[1-4]. 이러한 이동식 전력수요장치는 몇조의 직병렬로 결합한 리튬이온 배터리에서 전기에너지를 공급받아 동작한다. 일반적으로 소형 전동차량은 대부분 10s-4p로 배터리를 구성하고 있으며 이때 정격용량은 36[V], 10[AH]이며 plug-in 방식으로 약 2[A]의 전류로 충전된다[5,6]. 이 배터리 충전기들은 배터리 허용 충전전류 제한 조건으로 충전 초기에는 반드시 정전류 충전을, 일정 전압 이상으로 상승된 이후에는 정전압 충전을 하도록 설계되어 있다[7,8]. 이와 유사한 개념으로 보급이 증가하고 있는 4륜 바이크의 배터리도 교류전원 기준으로 최대 10[A] 미만의 전류로 충전된다.

이상에서 언급한 바와 같이 일반 전기자동차와는 달리 소형 전동차량은 상대적으로 적은 교류 전류로 배터리를 충전하기 때문에 마트나 일반 건물에 설치된 범용 전기소켓에 이동식 전력수요장치를 연결하여 손쉽게 배터리를 충전한다. 이와같이 설비측면에서 별도의 전기 충전소를 구축할 필요가 없는 충전 편의성으로 인하여 이동식 전력수요장치 이용자들은 소유자가 거주하는 장소 이외에서 대형마트 혹은 공동주택 등에기존에 설치된 전기소켓을 이용하여 전력을 공급 받기를 원하고 하고 있다. 예를 들어, 전기 자전거 소유자는 정기적으로 한국전력에 전기요금을 납부하는 것이 아닌 외부의 전력공급설비가 설치된 곳에서 전력을 충전받고 즉시 사용 요금을 정산받기를 원한다. 한편으로 일부 이동식 전력수요장치 이용자들이 아파트와 같은 공동주택이나 공공시설물에 설치된 비상용 전기 소켓을 시설물 관리자의 허승인 없이 이용하여 전기누설로 관리의 문제성을 야기하고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방안의 일환으로 전기소켓 일체형 플러그인 형태의 전력량 측정기가 보급되고 있다[9]. 일체형 플러그는 충전 전류를 측정하여 소비 전력을 표시창에서 표시하지만, 관리자가 매번 사용 승인을 하여야 하고 충전하고 있는 동안 이를 모니터링하여야 하는 불편함은 물론 요금 정보가 누락되어 있어 실제로 공동주택등에서 이를 적용하지 못하고 있는 실정이다. 최근에는 휴대전화기의 배터리를 분리하여 충전하는 방식과 같은 개념으로 체인점 마트에서 전동키포드 배터리를 별도로 충전하는 방식도 출시되고 있지만, 이는 임대 키포드에 장착된 배터리를 단순히 교환하는 방식으로 일반

수요자의 요구에 대한 근본적인 해결책이 되지 못한다 [10]. 이상에서 언급한 바와 같이 소형 전동차량의 배터리를 건물에 설치된 일반 소켓에 연결하여 충전할 때 전력 사용승인과 요금결제 등이 사용자는 물론 건물 관리자에게 중요한 문제가 되고 있다.

본 논문에서는 범용 전기 소켓에 간단한 급전설비모듈만을 추가하고 사용자가 개인 핸드폰을 이용하여 이동식 전력수요장치를 충전하는 소형 전력공급 시스템의 구현에 관한 기법을 기술한다. 이 시스템은 교류 허용전류 15[A]의 일반 범용 전기 소켓[11]에 사용허가 잠금장치, 전력소비량 측정회로 그리고 무선통신 모듈을 일체화한 스마트 급전장치와 인증서버로 구성된다. 이 급전장치와 사용자 스마트폰 그리고 스마트폰과 인터넷으로 사용자를 인증하는 인증서버 간에 상호 통신을 통해 사용허가는 물론 사용량 정보와 비용처리에 관하여 정보를 공유하는 개념이다.

2. 설계

2.1 시스템 구성

본 절에서는 일반 건물에 기 설치된 범용 전기 소켓에 간단한 급전설비만을 추가하고 인증서버와 연결하여 사용자가 개인 스마트폰을 이용하여 키포드와 같은 이동식 전력수요장치를 충전하는 시스템 구현에 관한 기법을 기술한다. 본 논문에서 제안하는 소형 전력공급 시스템에 대한 개념도를 Fig. 1에 나타내었다. 이 시스템의 필요조건은 인증 서버에 사용자 등록을 미리 해 놓아야 하고 사용승인이 되어야 설비를 사용하고 요금을 과금한다.

이 시스템의 구성은 ① 공동주택이나 공공건물에 설치된 15[A] 이하의 범용 교류전원 소켓, ② 스마트폰과 무선통신을 통해 등록된 사용자 여부를 인식하고 플러그를 연결하기 위해 커버의 개폐와 사용되는 전력을 측정하는 기능 등을 갖는 급전제어부, ③ 스마트폰과 웹을 통해 사용자 인증을 하고 전기요금에 대한 과금결제를 수행하는 인증서버로 구성된다. 사용자가 스마트폰의 전용 Web. 을 통해 사용자 인증을 신청하면 스마트폰은 급전제어부와 인증서버간에 통신을 통해 사용자 인증 절차를 먼저 수행한다. 이어 급전제어부의 락(Lock)이 해제되면 사용자는 이동식 전력수요장치를 소켓에 연결하고 전기를 충전한다. 이때 급전제어부는 전력량을 측정한다. 충전이 완료되면 충전정보를 인증서버에 보내고 이용요금을 사용자 스마트폰에 통보하고 이용요금을 정산하는 방식을

특징으로 하는 사용자인증 전력공급시스템이다.

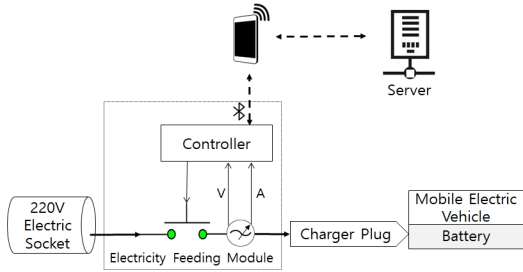


Fig. 1. System configuration diagram

2.2 급전제어부 상세설계

급전제어부 EFM(Electricity Feeding Module)은 이동식 전력수요장치에 필요한 전력을 공급하기 위하여 기존의 범용 전기소켓을 제거하고 Fig. 2의 급전제어부를 설치하여 기존의 전력선을 연결하는 방식이다.

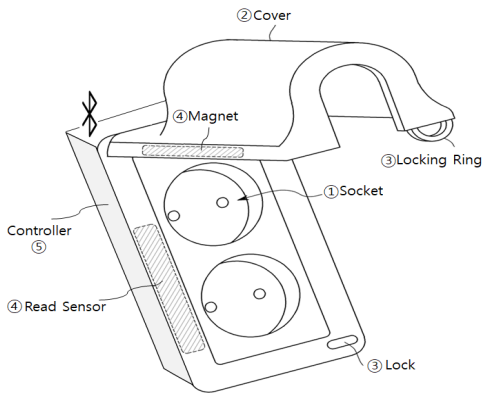


Fig. 2. EFM(Electricity Feeding Module)

EFM의 구조는 ① 이동식 전력수요장치의 전기 플러와 연결되어 전기를 공급하는 소켓과, ② 이 소켓을 감추고 보호하는 개폐커버, ③ 이 모듈의 소켓에 이동식 전력수요장치를 연결하도록 허락하는 잠금장치(Locker), ④ 개폐커버의 닫힘 여부를 인식하는 자석감지센서(Read sensor) 그리고 ⑤ EFM을 제어하고 스마트폰과 통신하는 제어부(Controller)로 구성된다. 사용자 인증이 완료되면 개폐커버가 열리고, 사용자가 이동식 전력수요장치의 전기 플러그를 EFM의 소켓에 연결하고 개폐커버를 닫으면 급전하도록 하는 구조이다. 이는 개폐커버가 열린 채로 방치되거나 혹은 파손되어 원하지 않게 전기가 누설되는 오동작을 일으킬 수 경우를 원천적으로 차단한다.

제어부의 MCU의 Core는 ARM Cortex M0 32bit, 2.4GHz Bluetooth 4.0 기본으로 하였다. 이때 무선통신의 출력은 EFM 프로그램을 통해 -20 ~ +4dB 범위 내에서 조절하여 사용자 편의성을 도모하였다.

제어부에서 MCU와 주변장치 간에 입력 인터페이스는 Fig. 3에 보인 바와 같이 사용 전력량을 계산하기 위하여 교류 전류와 전압을 센싱하고 이를 MCU A/D 입력단에 연결하는 인터페이스 회로 그리고 개폐커버의 닫힘 여부를 감지하는 자력 센싱 회로를 구성하였다. 출력 인터페이스에서는 개폐장치의 잠금 작동회로와 이동식 전력수요장치의 플러그에 전력을 연결해주는 릴레이 스위치 드라이버 회로를 구현하였다. 상세설계 회로를 Fig. 4에 보였다.

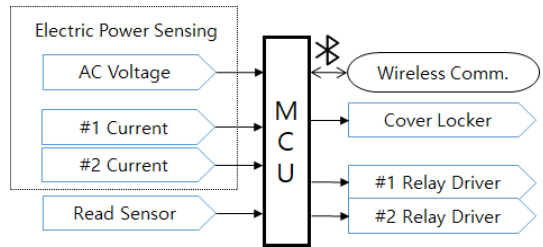


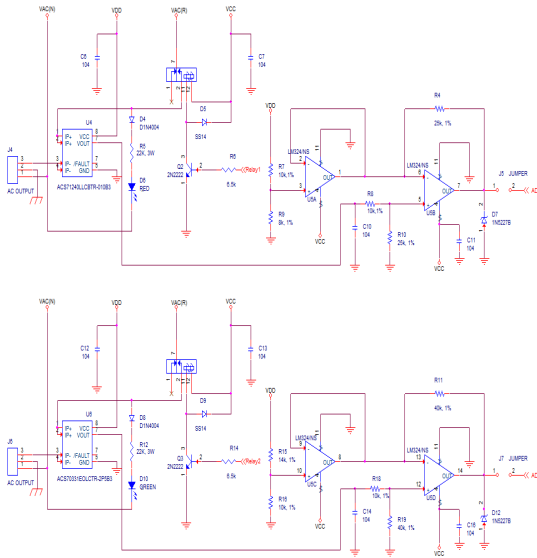
Fig. 3. Controller of EFM

현재 시판되고 있는 전자자전거나 키보드의 충전기는 AC 25[A] 미만의 입력전류가 소비되며, 4륜 모터 등은 AC 1.5[A] 이상의 전류로 충전된다. 따라서 본 연구에서는 부하의 충전 전류량에 따라 A/D 변환기의 해상도를 높여 정확도를 높이기 위하여 Fig. 5와 같이 병렬 개념으로 충전회로를 구현하였다.

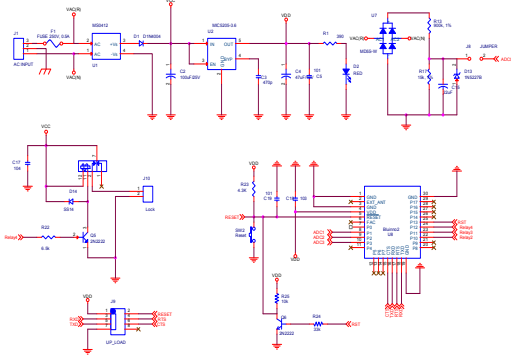
사용자가 인증서버와 EFM을 통해 전력 사용의 승인이 완료되고 부하를 연결하면 #1 릴레이가 무조건 구동되도록 하여 부하에 전류를 공급하고 #1 전류센서를 통해 전류를 측정한다. 이때 측정 전류량이 2[A] 미만이라면 역으로 #1 릴레이를 차단하고 #2 릴레이는 연결하여 전류를 공급하고 #2 전류센서를 통해 상대적으로 적은 전류를 측정하여 A/D변환의 해상도를 높였다. 이를 위해 전기 자전거 등 AC 2[A] 미만의 소형 부하와 AC 2[A] 이상의 4륜 전동모터등 중형부하로 나누어 전류를 검출하는 방식으로 구현하였다.

본 연구에서는 AC 2[A] 이하의 전류를 검출하기 위하여 최대 ±2.5[A] 교류 전류를 측정할 수 있는 Allegro사의 ACS70331 Hall Sensor를 사용하였으며, AC 2[A] 이상 10[A] 이하의 전류를 측정하기 위하여 최대 ±10.0[A]

의 교류 전류를 측정할 수 있는 ACS71240 Hall Sensor를 채용하였다[12,13].



(a) Current, Voltage A/D Interface



(b) MCU Interface

Fig. 4. Schematic Diagram of EFM Controller

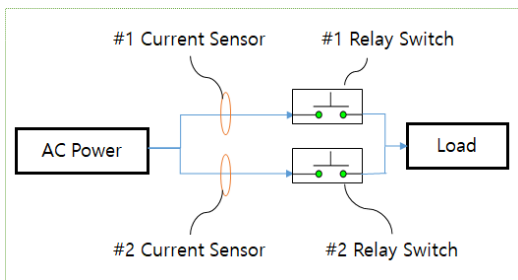


Fig. 5. Current Sensing Structure

2.3 제어 알고리즘

2.3.1 사용자 인증 알고리즘

본 절에서는 EFM 제어부와 사용자 스마트폰 그리고 스마트폰과 인증서버간에 상호 통신을 통해 전력 사용허가를 처리하는 기법을 제시한다. EFM 제어부와 인증서버에 약속된 다수의 주소와 주소에 해당하는 난수로 된 비밀번호를 테이블로 만들어 저장하고 이들의 상호 관계를 사용자를 인증한다. 통신하는 동안에 난수 번호의 유출을 방지하기 위하여 EFM 제어부에서는 임의의 주소를 랜덤하게 생성하고 실행 명령등 여타 정보와 함께 데이터를 패키징하여 스마트폰을 통해 스마트폰 번호와 함께 인증서버에 송신한다. 그리고 인증서버에서는 등록된 전화번호인지 확인하고 수신된 주소값을 추출하여 지정하는 테이블의 비밀번호를 찾아 명령 등과 함께 데이터 부호화(Encoding)하여 다시 스마트폰을 통해 EFM 제어기에 비밀번호를 실어 보낸다. 이때 EFM에서는 수신된 데이터 패키지에서 비밀번호를 복호(Decoding)하고 비밀번호에 해당하는 주소를 찾아 사용자를 판별하는 기법이다.

본 논문에서 제시한 기법은 주소데이터를 패키지로 숨겨 송신하고 다시 그 주소가 지정하는 비밀번호를 패키지로 숨겨 수신하여 이를 복호하여 사용자를 식별하는 방식이다. 또한 패러티 체크 및 명령 데이터들과 함께 데이터를 패키지를 구성하기 때문에 누군가 무선상에 놓이는 BLE 통신 패키지를 모니터링한다 하더라도 인증서버와 EFM 모듈의 ROM의 프로그램과 데이터를 동시에 해킹하기 전에는 무선 통신상의 보완에는 어떠한 문제도 존재할 수는 없다. 이상에서 언급한 사용자 인증 알고리즘을 Fig. 6에 도시하였으며 세부적인 절차는 다음과 같다.

- ① 인증서버에 사용자 등록을 한다. 서버 프로그램에서는 사용자 인증과 전력요금을 부여한다. 그리고 EFM의 ROM과 인증서버에 각각 고유의 랜덤 비밀번호 수 백 개와 주소 정보 테이블을 공유한다.
- ② 소형 전력공급시스템 스마트폰 전용 Web. 프로그램에서는 블루투스 BLE 스캐닝을 통해 EFM의 고유 UUID와 약속한 Device Name을 수신받아 원하는 블루투스 BLE로 확인되면 EFM 통신장치와 자동으로 연결한다.
- ③ 스마트폰과 EFM이 BLE 통신으로 연결되면 스마트폰 Web.에서 EFM으로 사용자 인증을 위해 비밀번호가 저장된 주소를 송신할 것을 명령한다.

- ④ 이어 EFM에서는 비밀번호의 주소를 난수로 생성하여 스마트폰 Web.으로 보낸다. 이때 주소는 데이터 패러티 체크 등을 포함한 데이터 패키지 내에 1차로 감추어진 정보이다.
- ⑤ 스마트폰 Web.에서는 이 데이터와 스마트폰 번호를 다시 패키지로 묶어서 인증서버로 전송한다.
- ⑥ 인증서버에서는 수신된 전화번호를 1차 확인한다. 그리고 수신된 주소에 해당하는 비밀번호와 전화번호 검색결과를 묶어서 스마트폰 Web.으로 보낸다.
- ⑦ 수신된 데이터 패키지에서 비밀번호를 분리하여 명령과 패키지로 묶어서 EFM으로 전송한다.
- ⑧ 이 때 EFM 모듈에서는 데이터를 복호하여 수신된 비밀번호가 생성했던 주소가 지정하는 ROM에 기록된 비밀번호와 일치하는지를 판단한다.

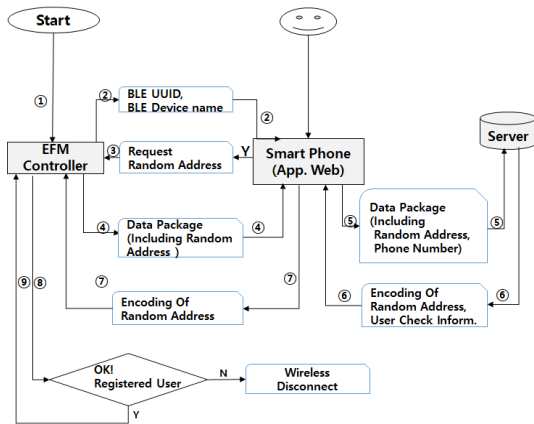


Fig. 6. User Confirming Algorithm

2.3.2 전력공급 알고리즘

본 절에서는 이동식 전력수요장치 이용자가 2.3.1절의 절차에 따라 사용자 인증 받은 후에 전력을 사용할 수 있도록 하는 알고리즘을 기술한다. Fig. 7에 도시한 알고리즘의 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 2.3.1절의 과정을 통해 사용자 인증이 완료되면 스마트폰 Web.에서는 사용허가 화면이 활성화 된다.
- ② 사용자는 충전할 전력량[W·h]을 스마트폰 Web.에 입력하고 결제 방법을 선택한다.
- ③ 이 정보는 인증서버에 보내어지고 결제승인 절차를 진행한다. 결제방법은 서버운영자가 편리한 방법을 사용한다. 예를 들어 결제방법은 관리비에 청구하던지 혹은 카드 결제처리 방법 등이 있을 수

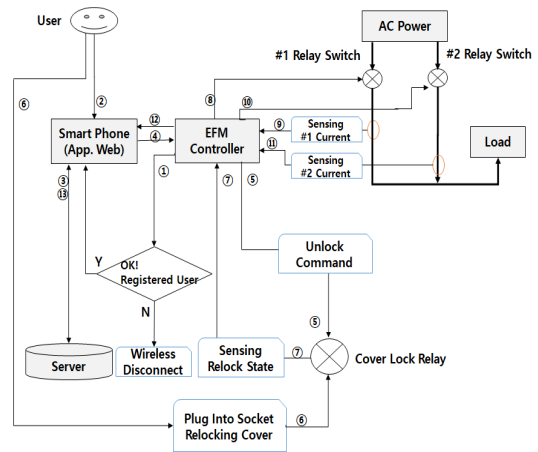


Fig. 7. Algorithm of Electric Power Supply

있다.

- ④ 결제가 승인되면 승인된 전력량 정보가 EFM으로 전송된다.
- ⑤ 전력사용을 위해 EFM의 개폐 커버의 잠금장치를 해제하는 동작을 한다.
- ⑥ 사용자는 이동식 전력수용장치의 플러그를 EFM 소켓에 연결한다. 그리고 개폐 커버를 닫는다.
- ⑦ EFM의 개폐 커버가 닫혔는지 검출한다. 이는 사용자가 본 설비를 이용하는 도중 개폐 커버가 열린 채로 자리를 이동하는 상황을 고려한 것이다.
- ⑧ 사용자가 EFM과 전동 키보드 등 이동식 전력수요 장치의 부하에 연결하고 커버를 닫은 것이 확인되면 #1 스위치를 연결하여 부하에 전력을 공급한다.
- ⑨ 전압과 #1 전류센서를 통해 MCU의 A/D 변환기를 통해 읽는다.
- ⑩ 만약 충전전류가 AC 2[A] 미만이라면, #1의 스위치를 차단하고 #2 스위치를 연결한다.
- ⑪ #2 스위치가 연결된 경우라면 #2 전류센서를 통해 전류를 읽는다. 만약 충전 도중 사용자가 스마트폰을 가지고 자리를 뜬 경우에도 충전은 계속되며 사용자가 다시 제자리로 돌아왔을 경우에는 2.3.1절의 과정을 통해 사용자 인증을 받고 대기한다.
- ⑫ 사용자 중단, 혹은 조기 만충전으로 요구 충전이 이루어지지 않은 경우 등을 고려하여 최종 사용 전력량을 계산하여 스마트폰 웹으로 보낸다. 이 때 평균 역률 정보를 동시에 보낸다.
- ⑬ 스마트폰 웹에서는 평균전압[V]과 누적 충전량[Ah] 그리고 역률[%]을 이용하여 사용한 전력량을 계산하고 이를 인증서버에 보낸다.

전기 자전거나 키보드와 같은 이동식 전력수요장치의 충전장치는 기본적으로 내부에 유도성 리액턴스 성분을 내포하고 있으므로 측정된 전력에서 유효전력을 산출하여야 한다. 만약 A/D sampling time이 1[ms]이하의 DSP급 MCU를 이용하는 경우라면 실시간으로 전류와 전압을 검출하고 이 피상전력에서 유효전력을 추출할 수 있다. 그러나 sampling time이 상대적으로 큰 경우에는 전류와 전압의 위상차인 역률($\cos \theta$)을 고려하여 수식 (1)로부터 유효전력을 구한다.

$$P = V \cdot I \cos \theta [W] \text{ -----(1)}$$

본 연구에서 고려하고 있는 부하는 공동주택 혹은 공공건물 등으로 한국전력 등 전력공급회사에서 유도성부하의 무효전력으로 역률보상기를 설치하여 운영하고 있는 환경이다. 국내에서는 한국전력공사 기본공급 약관, 2016.1.1. 제 41조에 의거 역률보상기가 설치된 건물에서는 기준 역률을 90[%]로 적용하고 있는바 본 설비를 보급형으로 구축하고자 할 때에는 이 역률 값을 적용하여도 무방하다[14].

3. 설계결과

본 절에서는 제안한 내용의 타당성을 검증하기 위하여 2장에서 제시한 Fig. 2의 구조물에 Fig. 4.의 제어회로 PCB를 제작하여 EFM을 구현하고, 건물의 기존 전기소켓을 분해하여 EFM을 설치하였다. 그리고 김근식등이 택배함 서비스 사용자 인증방식을 위해 사용한 서버[15]를 이용하여 기 등재된 아파트의 사용자를 중심으로 시스템을 구축하였다. 시제품에 적용한 부하는 키보드 충전기를 이용하였다. 다음에 시제품에 대한 시험평가한 주요 결과를 요약 기술한다.

- 전류변동 : 키보드 등의 소형 이동 전력수요장치의 충전기는 대부분의 충전 초기에는 정전류 충전을 어느 정도 전압이 올라가면 정전압 충전을 하고 있어서 급격한 전류의 변동이 없었다.
- 전력산출(2가지 방법으로 진행) :
 - ① 적용한 MCU A/D 변환시간을 고려하여 A/D 입력을 0.5ms 간격으로 샘플링하여 전류와 전압을 동시에 동시에 측정하여 A/D변환 하고 피상전력에서 유효전력을 추출하고 이를 누적하여 총 전력량[WH]으로 변환.

② 2ms 간격으로 전류와 전압을 동시에 측정하여 A/D 변환하고 1초 구간 내에서 각각 최대 값을 추출한 후에 실효값으로 변환하여 역률을 $0.9 \pm 10\%$ 내에서 조절하여 총 전력량[WH] 산출

결과 : ① 경우와 비교하여 ②의 경우의 오차율을 10[%] 내외로 분석되어 MCU가 고성능 DSP급 인 경우에는 ①을, 범용 MCU인 경우에는 ②의 방법으로 시스템 구현이 가능함을 보였다.

- 안드로이드, 아이폰을 동시에 사용할 수 있도록 BLE 4.0을 기준으로 통신회로를 적용하였으며, 전기 소켓 구조의 영향으로 통신거리는 10m 이내에서 가능하였다.
- 통신오류 : 통신 오류 검출되지 않았음.
- 사용편의성 : 사용자가 배터리 충전하는 동안에 스마트폰을 들고 자리 이동여부에 무관하게 동작하고 서버에 사용자 정보 표시

4. 결론

본 논문에서는 전기 자전거 또는 전동 키보드 등과 같이 소형 전동차량에 장착된 배터리를 충전하고 사용요금을 결제하기 위하여 공동주택이나 공공시설물에 설치된 AC 15[A] 이하의 전기 소켓에 급전제어장치를 부착하고 스마트폰으로 인증서버와 연동하는 시스템을 제안하였다. 무선통신을 통한 사용자 인증하는 과정에서 사용자 정보가 누출되는 것을 방지하는 알고리즘을 제시하여 보안을 강화하였다.

본 논문에서 고려한 1[kW]급 이하의 소형 전동차량에 대하여 새로운 형태의 충전방식과 사용량 요금 부과방식을 제시함으로써, 기존의 전기 소켓 일체형 플러그인 형태의 전력량 측정기의 단점인 관리자의 전력 사용승인 문제와 요금결제 등의 문제점을 해소하였다. 본 논문의 결과로 전기 사용자가 한국전력에 전력요금을 일괄 납부하는 기존 방식에서 전기 사용자 중심의 편리한 이동식 전력요금 지불 체계가 신규로 도입되는 계기가 될 것이다. 또한 본 시스템은 급전장치의 커버개폐와 통전제어를 상호 연관시킴으로써 우수한 도전(盜電)방지 효과를 부수적으로 얻을 수 있다.

본 연구에서는 개인 스마트폰과 공급자 인증서버를 기반으로 하는 시제품을 만들어 평가하였지만, 상용화 과정에서 발생할 수 있는 문제점을 지속적으로 모니터링하여 편리성과 보안성이 강화된 시스템의 구축에 연구가 지속

되어야 할 것으로 판단한다.

REFERENCES

- [1] S. K. Joo. (2016). 2016 Electric Bicycle Trend and View. *The Korean Society Of Automotive Engineers Workshop*, (pp. 25-33) Seoul : KSAE
- [2] Editorial Department. (2015). *Comprehensive analysis for the search for new business strategy of smart personal mobility, attracting attention as the next-generation transportation system: electric bicycle, electric scooter, electric wheel, micro electric vehicle, electric wheel*. Seoul : IRS Global.
- [3] H. Won. (2019. Jun). *The age of electric vehicles from cars to bicycles: the number of registered electric vehicles more than doubled Started sharing electric bicycle service with motorcycle*. *Journal of Electrical World Monthly Magazine*, 510, 22-24
- [4] Y. M. Park. (2019). *GS Caltex, GS Retail Launches Electric KickBoard Business*. ZDNet Korea [Online]. <http://www.kcons.or.kr>
- [5] D. S. Kim, S. Y. Kim, K. S. Kang & C. W. Roh. (2016). Boost Converter Embedded Battery Charging Function for Application of E-bike. *The Transactions of the Korean Institute of Power Electronics*. 21(92), 175-181. DOI : 10.6113/TKPE.2016.21.2.175
- [6] S. G. Jung. (2017). EKF Based SOH State Estimation Algorithm for UAV Li-Po Battery Pack. *Journal of the Korea Convergence Society*. 8(6), 237-243. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.6.237
- [7] V. Ho. (2014). *Li-ion Battery and Gauge Introduction*. Taiwan : Richtek Technology Corporation
- [8] D. H Kim, S. H. Nengroo, C. H. Kim &, H. J. Kim. (2019). LLC Resonant Converter for LEV (Light Electric Vehicle) Fast Chargers. *Electronics*. 8(3), 362. DOI : 10.3390/electronics8030362
- [9] Sails Department. (2019). *Plug Power meter*. AilExpress [Online]. <https://www.aliexpress.com>
- [10] Y. S. Choi. (2019). *We charge electric kickboard, at a convenience store*, Joogangilbo [Online]. <https://news.joins.com>
- [11] D. H. Kim. (2009). *Criteria for the Electrical Equipment Technical Standard*. Seoul : Korea Electric Association
- [12] Editorial Department. (2018). *ACS70331 High Sensitivity. 1 MHz, GMR-Based Current Sensor IC*. Manchester : Allegro microsystems.
- [13] Editorial Department. (2018). *ACS71240 Automotive-Grade, Galvanically Isolated Current Sensor IC*. Manchester : Allegro microsystems.
- [14] Editorial Department. (2018). *Basic Supply Standard*.

Seoul : Korea Electric Power Corporation

- [15] K. S. Kim & J. H. Kim. (2018). A Development of an Low Cost Smart Parcel Service System with Enhanced Security. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(6), 193-199. DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.6.193

김 근 식(Keunsik Kim)

[정회원]



- 1985년 2월 : 한양대학교 공과대학 전자공학과(공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2003년 8월 : 충북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1987년 2월 ~ 1993년 10월 : 국방과학연구소(ADD)
- 1994년 10월 ~ 1996년 2월 : 자동차부품연구원
- 1996년 2월 ~ 현재 : 아주자동차대학 자동차계열 교수
- 관심분야 : 전자제어, 자동차 전장설계, 산학협력
- E-Mail : kskim@motor.ac.kr