

Intelligent Geen SMPS기반 플러그인형 소비전력정보 PLC통신모듈 개발

최영길*, 김찬길**, 전의석**, 조경숙**
한국전기연구원*, (주)모빌렉트론**

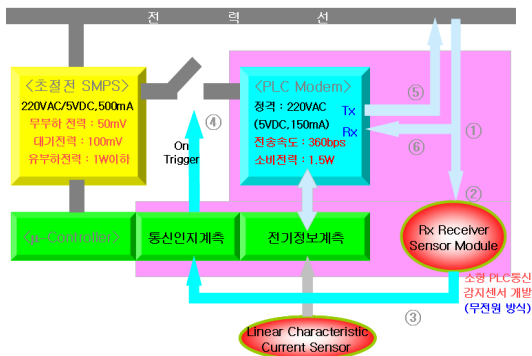
Plug-In Type PLC Module Intelligent Geen SMPS monitoring the Electric Power Consumption

Young-Kil CHOI*, Chan KIM**
Korean Electrotechnology Research Institute*, Mobilelectron.co**

Abstract - 네트워크 통신(network communication)을 위해서는 개별 정보가전기기의 전원인가 상태가 상시 유지되어야 하는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해, 통신요청시에는 그 때마다 통신동작이 가능하도록 충분한 전력공급을 제공하는 절대조건을 만족시키는 반면, 통신대기시에는 최소한의 전력만이 공급됨으로서 해서 초절전을 실현할 수 있는 정보가전기기의 PLC통신모듈용 전원장치를 먼저 개발하였다. 그리고, 최근 절전이 강조되고 있는 시점에서, 제품자체의 절전기능이 포함되어 전기에너지를 절약할 수도 있지만, 사용자의 절전의지와 행위에 의해서도 전기에너지를 절약할 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때 본 연구개발에서는, 제품의 전원플러그를 콘센트에 꽂는 과정에서 콘센트와 전원플러그 사이에 전기에너지량을 계측할 수 있는 전자회로 및 계측값을 나타내는 표시장치 그리고 필요에 따라서 통신기능을 포함하는 전기콘센트 단위의 Electric Energy Metering Sensor(이하 EEMS) 모듈을 개발하였다.

1. 서 론

건축분야에서도 최근에는 지능형 홈 기술채용을 시도하고 있어 점차적으로 증가할 것으로 예상된다. 그런데, 지능형 홈(smart home)의 구성은 홈네트워크에 기반을 두고 있어, 네트워크 통신(network communication)을 위해서는 개별 정보가전기기의 전원인가 상태가 상시 유지되어야 하는 문제점이 있다.



〈그림 1〉 정보가전기기의 통신기반 전원장치 구성

이러한 문제를 극복하기 위해, 통신요청시에는 그 때마다 통신동작이 가능하도록 충분한 전력공급을 제공하는 절대조건을 만족시키는 반면, 통신대기시에는 최소한의 전력만이 공급됨으로서 해서 초절전을 실현할 수 있는 정보가전기기의 PLC통신모듈용 전원장치를 먼저 개발하였다. 이러한 전원장치를 기반으로 PLC통신네트워크 모듈의 통신동작 유무상태에 따라서 전력공급량을 조절하는 절전기술을 구현하였다. 그리고, 최근 절전이 강조되고 있는 시점에서, 다양한 절전형 전기전자 및 유사제품(이하 제품으로 명기)들이 출시되고 있다. 그러나, 절전을 위해서는 제품자체의 절전기능이 포함되어 전기에너지를 절약할 수도 있지만, 사용자의 절전의지와 행위에 의해서도 전기에너지를 절약할 수 있다. 이러한 관점에서 볼 때 본 연구개발에서는, 제품의 전원플러그를 콘센트에 꽂는 과정에서 콘센트와 전원플러그 사이에 전기에너지량을 계측할 수 있는 전자회로 및 계측값을 나타내는 표시장치 그리고 필요에 따라서 통신기능을 포함하는 전기콘센트 단위의 Electric Energy Metering Sensor(이하 EEMS) 모듈을 개발하였다.

2. 본 론

2.1 절전형 PLC통신 모듈 개발

먼저, PLC통신관련 연구개발의 주요구성으로는 Intelligent Green SMPS, Micro-Controller기반 PLC모듈(이하 μC-PLC모듈), 통신인지용 개발센서인 Rx Receiver Sensor Module 및 SSR스위치로 크게 나누어진다.

Intelligent Geen SMPS기반 PLC통신 네트워크 절전 모듈의 초기상태는 Intelligent Geen SMPS와 μ-Controller만이 전력공급을 받고 있는 상태이다. 따라서, 통신동작 이전의 초기조건으로서 PLC모듈은 OFF상태에 있다. 이러한 초기상태를 계속 유지하고 있는 가운데 통신동작을 위한 이 시스템의 동작원리는 ①전력선을 통해 송신되어지는 통신신호가 먼저 ②Rx Receiver Sensor Module에 인지되고, ③인지상태를 μ-Controller에 전달함으로써 ④μ-Controller는 Photovoltaic Solid State Relay Photocoupler (SSR스위치)를 구동하여 PLC모듈에 전원공급을 개시한다. ⑤전원공급 개시에 의해 PLC모듈이 운전가능 상태인 동시에 μ-Controller의 지령에 따라 홈게이트웨이 또는 홈서버에 PLC네트워크 연결요청을 위한 신호를 발송하게 되고 ⑥이에 홈서버와의 네트워크통신을 수행한다.

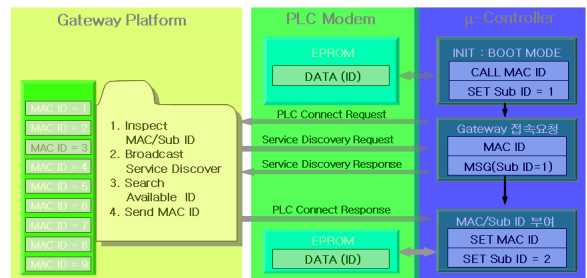
(주)플라넷사 PLC모듈 ZCT-10을 사용할 경우, 앞에서 언급된 MAC방식을 통해 양방향 통신을 무리없이 구현할 수 있다.

이상의 기술된 내용을 토대로, 홈서버와 정보가전기기의 PLC모듈간 접속연결에 대한 정보인식을 UPnP(Universal Plug & Play) 제어미들웨어를 기반으로 응용하여 구현하였다.

일반적으로, IP기반 UPnP는 홈 가전기기, 무선 장치, PC 등 모든 종류의 장치들과 서비스를 자동으로 발견하고 제어하는 미들웨어이다.

1) Micro-Controller기반 PLC모듈

이러한 UPnP의 동작메카니즘을 다소변경하여 정보가전기기가 네트워크에 접속시 홈서버에서 바로 접속이 인식되어지고, 정보가전기기 내부 PLC모듈이 가지는 고유번호 'MAC ID'가 홈서버에 의해 자동설정·부여될 수 있도록 그림 2과 같은 흐름의 알고리즘을 개발하였다. 이 때, 이 변형알고리즘에 따라 UPnP가 순차적으로 수행되도록 하기 위해서 μ-Controller와 PLC모듈을 회로적으로 연결하였다.



〈그림 2〉 MAC ID 접속 자동인식 UPnP 알고리즘

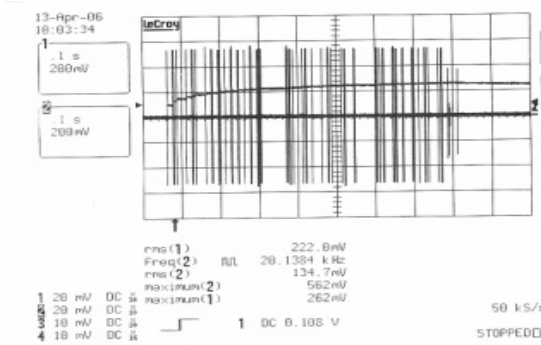
그림 2에 의하면, 정보가전기기 전원플러그가 콘센트에 꽂혀, 이와 동시에 PLC모듈이 접속될 경우 μ-Controller가 부팅하게 되며, 이 때 ①μ-Controller는 일차적으로 PLC모듈의 EPROM에 저장되어 있는 MAC ID를 읽어오고, 곧장 ②부팅에 따라 Sub ID를 강제적으로 1로 Set 한 다음, ③이 MAC ID/Sub ID값을 홈서버에 보내면서 PLC Connect Request를 발송한다. ④발송된 Request를 인식한 홈서버는 관련 MAC ID의 현 사용여부

를 살펴보고, 중복되지 않도록 해당하는 순차적 MAC ID를 적절하게 결정하고 ⑤홈서버는 결정된 MAC ID를 정보가전기기의 PLC모듈에 전송하면, ⑥전송된 MAC ID를 RS232 C를 통해 μ -Controller가 인식하고, 초기 PLC모듈의 EPROM에 저장되어 있던 MAC ID와의 동일 여부를 판단한 뒤, Sub ID를 2로 Set함으로써 최종 저장 MAC ID 기준으로 계속 접속되고 있음을 표시한다.

2) 개발센서 Rx Receiver Sensor Module

기존의 정보가전기기는 통신네트워크의 기반에 따라 통신대기를 위해서 상시로 전원이 인가된 상태로 유지되어져야 하기 때문에 통신에 따른 대기소비전력이 부담되어져 왔다. 이러한 통신대기에 따른 소비전력 저감을 위해서 통신대기 기간동안은 PLC모듈이 OFF될 수 있는, 그러면서도 통신이 개시될 경우 다시 자동 ON상태로 되돌아 올 수 있는 절전메카니즘을 구현하기 위해서 본 연구에서는 PLC모듈의 OFF상태로 통신대기시에 통신연결 요청에 대한 신호를 감지할 수 있는 센서개발이 절실하여, 결국 Rx Receiver Sensor Module을 설계·제작하였다.

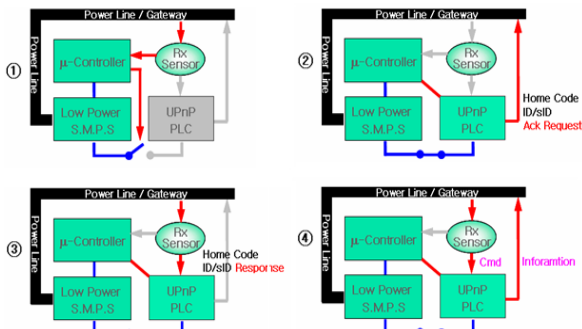
그림 3은 개발된 Rx Receiver Sensor Module로서, 그림 2에서 소개한 바와 같이 PLC모듈은 OFF상태이기 때문에 전력을 통해 송신되는 통신신호를 먼저 Rx Receiver Sensor Module에서 인지되고, 인지상태를 μ -Controller에 전달하는 역할을 담당한다. 여기서, 전력을 통해 들어오는 통신데이터값은 (+)와 (-)전압값으로 교번하기 때문에, 구성회로를 간단히 하기 위해서 이 센서모듈은 먼저 DC Signal Bypass Filter를 구성하여 (+)전압만을 흡수하여 이를 누적시키고, 반면 누적신호가 PLC통신 데이터에 간섭되지 않도록 Reverse Flow Interrupter를 배치하였다.



〈그림 3〉 Rx Receiver Sensor의 누적신호

이러한 배치는 또한, PLC모듈의 ON상태시에 통신데이터에 영향을 주지 않도록 구성하였다. 그림 3은 Rx Receiver Sensor Module가 PLC 통신데이터에 대해 누적신호값을 발생시키는 파형을 보여주고 있다.

3) Photovoltaic Solid State Relay Photocoupler

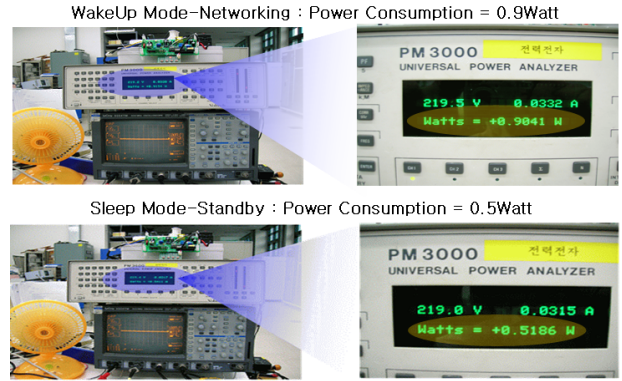


〈그림 4〉 Photo-SSR에 의한 통신대기절전 제어흐름도

그림 4는 Photo-SSR을 이용하여, SMPS와 PLC통신모듈간에 전원단속제어를 할 수 있다. 먼저, Rx Receiver Sensor가 전력선으로부터 PLC통신신호를 감지하고, 이를 μ -Controller에 감지발생 신호를 보냄으로서, μ -Controller는 Photo-SSR에 통신신호를 발생시켜서 ON상태가 되도록 하고, 이에 따라서 SMPS가 PLC통신모듈에 DC전원공급을 개시하게 된다. 전원의 연결로 PLC통신

신호모듈은 활성화되어 통신가능 상태를 유지하게 되며, 전력을 통해 보내오는 데이터를 처리하게 된다.

그림 5는 제작된 PLC통신기반 자동절전 통신모듈에 동작상태를 확인하였다. 여기서, 기존의 PLC통신모듈은 사용하지거나 하지 않거나 항상 플러그인 되어 있기 때문에, 이때 소비전력이 1.5Watt이상으로 나타나고 있는 반면, 개발 PLC통신모듈은 Home Gateway와 통신수행 동작시 소비전력이 0.9Watt 수준으로 저감되고, 통신을 수행하지 않는 통신대기시에는 소비전력을 0.5Watt 수준으로 유지하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 정보가전 제어를 위해 설치되는 PLC통신모듈의 통신대기 소비전력을 줄이는데 성공하였다.

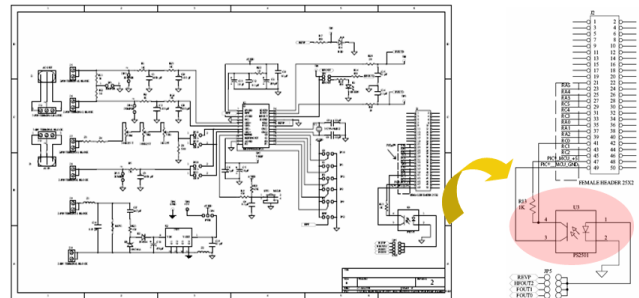


〈그림 5〉 PLC통신기반 자동절전 통신모듈 동작상태 확인

2.2 소형 전력량 계측모듈 개발

소형 전력량 계측량 모듈(EEMS)모듈개발을 위한 본 연구개발에서는 전력량검출 및 연산이 가능한 IC인 MicroChip사의 MCP3905와 Atmel사의 μ C(모델명 ATMEGA 16AU)를 사용하여 EEMS를 제작하였다

사용한 전력량 계산 IC는 전류센싱부분과 전압센싱부분 델타-시그마 변조기를 가지고 있고 유효전력은 그림 8과 같이 Energy-to-pulse 변환방식으로 출력하고 있으며 IEC62053 및 687/1036의 정밀도 규격을 만족하는 IC이다.



〈그림 6〉 소형 전력량 계측량 모듈(EEMS) 회로도

3. 결 론

향후, 상기 연구결과에 대한 추가적인 절전회로보강을 통해, 보다 신뢰성이 높은 시제품 개발로 정보가전기기의 전력저감을 위한 PLC기반 자동절전 네트워크 모듈로 활용을 기대한다.