전력선통신기능 적용 중 · 대용량 전원공급장치의 대기전력 절감방법 및 구현

손도선*, 김기현**, 김상철**, 전의석***, 이상훈*
경남대학교*, KERI**, (주)모빌일렉트론***

Method and implementation for reducing standby power consumption in intermediate capacity power supply with Power Line Communication

Do-Sun Son*, Ki-Hyun Kim**, Sang-Cheol Kim**, Eui-Seok Jeon***, Sang-Hoon Lee*
Kyungnam University*, KERI**, Mobile Electron Co.,Ltd***

Abstract -This paper presents the implementation of Power Line Communication(PLC) module which can reduce standby-power consumption.

The suggested PLC module consists of PLC modem, coupling circuit, ZCP(Zero-Cross Point) Circuit and main SMPS control relay.

The test results under power line communication test-bed used home appliance show the 77% saving of standby-power.

1. 서 론

소규모 통신 방식에는 크게는 무선과 유선으로 나뉘고 있다. 유선을 이용한 통신방식은 통신성능, 신뢰성 등의 장점을 가지고 통신에 응용되고 있으며, 무선방식은 통신장소의 자유로운 이동 가능성 등을 최대의 장점으로 사용되어져 왔다. 그에 반해 유선 통신은 통신선로 설치 등의 불편함이 있고 무선은 고가의 단점이 있다. 그러나 전력선 통신은 새로운 통신선로의 설치가 필요 없다는 점에서는 무선과 동일하며, 무선에 비해 사용이 편리하고 가격이 저렴하다는 것이 특징이다. 기존의 유·무선 통신 방식에 비해 전력선 통신 방식은 설치비용 및 사용의 편리성 등의 장점이 있어 소규모통신 및 가전기기 제어 등에 많이 응용되어 지고 있다. 또한 우리나라의 경우 "대기전력 1W 달성을 위한 로드맵"을 수립하여 "2010년 까지 대한민국에서 유통되는 모든 전자 제품의 대기전력을 1W 이하로 한다."는 기본 목표를 정하여 단계별로 1단계(2005년~2007년) 자발적 1W 정책, 2단계 (2008년~2009년) 의무적 정책전환 준비 및 일부제품 의무규정적용, 3단계(2010년 이후) 의무적 1W 정책으로 단계별 추진계획을 가지고 시행하고 있다. 사업 목표 달성 시 현행 대기전력의 70%까지 절감 될 것으로 예상하고 있다.[1][2]

최근 들어 가전기기 대기전력의 최소화 방안이 issue화 되어 짐에 따라 기기의 대기전력을 최소화 하려는 노력이 이루어지고 있다. 일반적으로 가정에 사용되는 기기는 사용하지 않을 때에도 대기전력의 영향으로 일정량의 전력을 소모 하고 있는데 사용자가 기기를 사용하지 않을 때 대기전력을 최소화 하려면 기기의 전원코드를 콘센트에서 분리시켜두는 방법이 최선이지만 자주 사용 되어지는 기기의 경우에는 분리해두지 않는 경우가 대다수 이다. 이러한 불편함을 해결하기 위해 본 논문에서는 전력선 통신 기능을 적용하여 홈 네트워크 기능이 추가된 전원 공급 장치에 있어 통신 기능 추가로 인한 전력소모량 증가를 최소화 하는 방법 및 구현에 관해 서술 하였다.[3]

2. 본 론

중·대용량 전원공급장치를 적용하고 있는 가전기기에서는 대기전력 소모량을 절감시키기 위하여 일반적으로 보조전원을 많이 적용하고 있다. 그러나 전력선 통신 기능을 위하여 통신장치를 가전기기에 추가로 장착할 경우 통신장치에 의한 추가적인 전력소모량 증가로 인하여 대기전력량을 1Watt 이하로 낮추기는 쉽지가 않다. 본 논문에서는 홈네트워크 기능을 위하여 전력선통신기능을 적용한 전원공급장치에 있어서 대기전력 절감 방법에 대해 검토해 보았으며, 이를 일반적인 비 통신기능 50Watt급 전원공급장치에 적용하여 네트워크 기능이 있는 절전형 전원공급장치를 구현하였다.

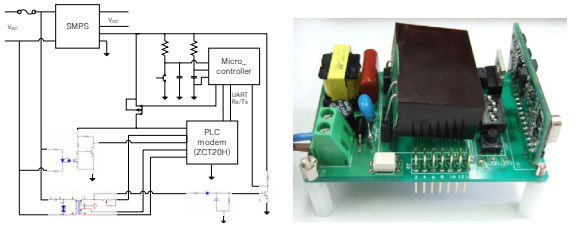
2.1 가전기기에 응용되는 전력선 통신

전력선통신(Power Line Communication : PLC)이란 가정이나 사무실에 포설되어 전력을 공급하는 전력선을 매개체로 음성 및 데이터를 수백KHz~수십MHz이상의 고주파 신호에 실어 나르는 디지털 통신 기술을 의미한다. 전력선통신 은 전송속도에 따라 60bps~수백bps의 저속 전력선통신, 2.4Kpbs~19.2Kbps중속 전력선통신, 1Mbps 이상의 고속 전력선 통신으로 나뉘어 진다. 본문에서는 360bps급 Z-256프로토콜을 방식을 채택하고 있는 저속 PLC 모뎀(PHN20H)을 사용한 보유기술인 전력선 통신 모뎀의 대기전력 절감 장치에 관한 특허를 응용하여 네트워크 통신 기능을 보유하지 않는 가전기기에 적용하여 기기에 소규모 통신 기능을 부여 하고 그 통신기능으로 모니터링된 기기의 전원장치를 관할함으로써 기기의 대기전력을 절감 하였다. 저속 PLC 통신은 RS232 통신 방식을 기초로 함으로써 음성·영상 등의 고용량 DATA의 전송보다는 주로 소규모 제어신호의 통신에 적합하여 홈 네트워크 상의 각종 가전기기 제어에는 저속 전력선 통신이 많이 적용된다.

2.2 전력선통신 기능 적용 및 대기전력 절감

전력선통신은 P사의 PHN20H 전력선통신 모듈 및 커플링 회로, Zero cross point 회로 등을 적용하였다. 통신기능 추가로 인한 전원공급장치의 대기전력 증가를 최소화 하기 위한 방법은 비 통신 상태에서는 전력선통신 모듈 및 관련 회로의 전원공급을 차단하고, 전력선 내부에 통신 데이터의 수신이 확인되면 다시 전원공급을 하게하여 전력선통신 기능이 수행될 수 있도록 하는 방식이다. 이것은 대기모드 상태의 전력소모량을 최소화 하였으며, 전원공급 차단상태에서의 통신기능 수행에 문제가 없도록 구현하였다.

전원 공급 장치에 소규모 통신 기능을 구현하기 위해서 전력선통신 모뎀을 적용 할 경우 통신기능 추가에 따른 전력소모량이 증가되며, 이 전력소모를 최소화하기 위한 방법으로, 그 기능 구현은 <그림 1>의 대기전력 절감 장치 특허를 적용하였으며 절전형 통신 모듈을 상용50Watt급 스위칭모드 전원공급장치에 사용함으로써 전력선 통신 기능을 구현하였다. 메인 전원공급장치의 전류량이 감소하여 대기모드 상태가 되면 메인 전원공급장치의 동작을 멈추게 하고, 보조전원에 의해 최소한의 전력을 절전형 전력선통신 모듈에 공급함으로써 최소한의 전력소모를 구현하였으며, 전력소모 최소화 상태에서도 전력선 통신이 가능하도록 구성하였다.[4]



(가) 회로도면 (나) 구현사진

<그림 1> 대기전력 절감기능 전력선통신 모뎀

보유특허인 대기전력 절감기능 전력선 통신 모뎀은 PLC모뎀이 통신하지 않는 대기 상태에서는 전력을 절감하기 위해서 전력선 통신 모듈(PLC)과 ZCP회로의 전원공급을 차단하고 Coupling회로를 통해 전원선과 분리된 신호를 포락선 검파회로 및 스위칭TR을 이용하여 전원을 차단하는 방식으로 대기전력을 사용하였다. 스위칭TR이 대기전력 최소화 상태인 Sleep mode에서 수신신호를 감지하게 되면 이 모듈은 수신상태가 되는 Nomal mode로 진입하게 되며 차단 중인 전원공급을 해제하는 방식을 적용하여 대기전력을 절감시킨다. 이 대기전력 절감기능 전력선 통신 모뎀을 응용한 Module은 빠른 Wake up 모드를 적용하여 기존의 2회 이상의 명령어 재전송의 비효율 적인 부분을 1회의 명령어 전송에도 수신이 가능하도록 구현하였다. 그리고 기기전원단의 소비전력을 모니터링 하여 기기가 대기상태 일 때에는 기기로 흐르는 전원공급을 차단하는 방식을 사용하여 소비전력의 절감을 구현하였다.

2.3 중·대용량 전원공급장치의 대기전력 절감

중·대용량 전원공급장치의 경우 대기전력 절감을 위하여 보조전원을

많이 적용하고 있으며 이를 통하여 대기모드 상태에서의 전력소모량을 1Watt 이하로 낮추고 있다. 본 논문에서는 50Watt 이상의 전원공급장치에 M사의 MS0405(5V, 700mA 용량) 보조전원을 적용하여 대기모드 상태에서는 주 전원을 차단하고, 보조전원으로 대기상태에서의 동작이 필요한 내부 장치들에 전원공급을 하게 함으로써 통신기능이 가능하며, 대기전력 절감효과를 가질 수 있는 전원공급장치를 구현하였다.

(가) 고안된 전원공급장치 적용 DVD (나) 기존 전원공급장치 적용 DVD

<그림 2> DVD 플레이어의 대기전력 소모량 측정

가정 내에 사용되는 50Watt급 가전기기전원부에 모듈을 적용하여 기기를 지능화 하고 소규모 통신에 의한 제어 및 모니터링 할 수 있도록 구현되었으며, 본문에서는 가전기기중의 하나인 DVD Player를 그 대상으로 적용해보았다. 대기전력 절감기능 전력선 통신 모듈에 올려지는 MCU(Micro Control Unit)는 전력선 통신을 통해 홈 서버에 기기의 전력을 모니터링 한 DATA를 전송하고 홈서버의 명령에 의해 기기의 전원부 제어가 가능하도록 해주며 기기의 소비전력이 작을 때 기기가 대기상태인 것으로 판단하고 전원공급을 차단함으로써 MCU는 기기의 대기전력은 최소화 시킨다. 실제 DVD Player에 적용한 결과 대기전력 절감 모듈 비적용 시 기기의 대기전력은 <그림 2>에서 보는 바와 같이 3.2Watt로 측정되었으며, 대기전력 절감 모듈 적용시 대기전력이 0.725Watt로 비 적용시 보다 할 2.4Watt 정도 절감 할 수 있었다.

2.4 구현

전력선통신기능 중·대용량 전원공급장치의 구성요소는 크게 전력선통신기능을 담당하는 전력선통신모뎀 블록, 보조전원 공급장치 및 주전원 공급장치로 구성되어진다. 그중에서 전력선통신모뎀 블록은 전력선통신을 위한 360bps급 전력선 통신모듈(PHN20H), 전력선과 DATA신호를 분리하기 위한 Coupling회로, 전원주파수의 기준점을 찾기 위한 ZCP(Zero Cross Point)회로, 신호들의 판단 및 제어를 위한 Micro control Unit ATMEGA32L, Sleep mode의 상태(대기전력 최소화 상태)를 벗어나기 위한 Interrupt회로 및 주변회로의 전원차단을 위한 FQP22910 Power MOSFET가 구성되어진다. 보조 전원 공급장치는 M사의 MS0405(5V, 700mA 용량)을 적용하여 대기상태시는 보조 전원으로 최소한의 제어 및 통신을 위한 회로를 구동시키며, 주 전원공급장치는 외부 디지털 제어신호에 의해 주전원 공급장치의 전원을 제어할 수 있도록 <그림 3>과 같이 JS relay(5V control relay), 2N2222 트랜지스터, 다이오드릴레이, 다이오드, 캐패시터 등으로 구성된 주전원 제어회로를 적용하여 주전원 공급장치의 제어가 가능하도록 하였다. [5]

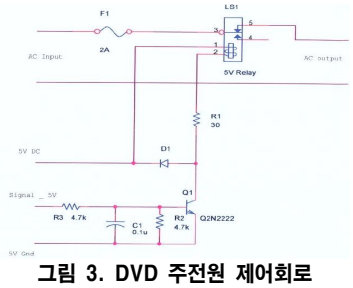
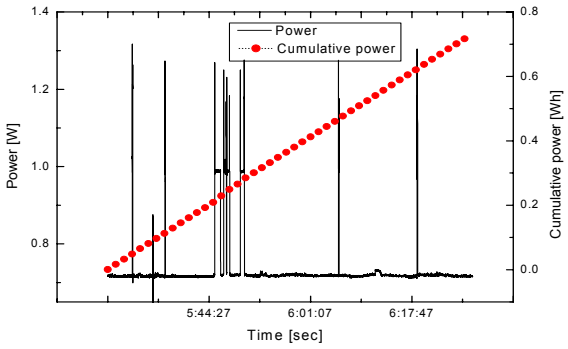


그림 3. DVD 주전원 제어회로

모듈의 외부출력신호로 250V 레벨 Relay(N사의 JS Relay)를 사용하여 가전기기의 전원 입력단을 차단하고 모듈도 즉시 Sleep Mode로 진입함으로써 대기전력의 최소화를 구현 하였다. Sleep Mode 시에는 제어명령어를 인식하기 위한 최소한의 회로인 Coupling 회로, 포락선 검파회로 및 MCU로 구현된 제어로직 등을 통해서 명령어 수신을 확인하고 명령어에 따라 메인 전원공급장치의 전원 차단을 해제한다. 또한 대기전력 최소화 상태에서도 5ms 이내에 제어신호 수신 상태로 진입 가능하게 된다. <그림 4>는 대기전력 절감기능 전력선 통신 모뎀을 응용한 Module이 적용된 DVD Plyer전력 소모량을 측정한 그래프이며, 1시간동안 5개의 명령어를 수신하는 동안에 전력 소모량을 측정한 데이터를 나타낸 것이다.



<그림 4> 고안된 전원공급장치 적용 DVD Player의 대기전력량 측정 그래프

<표 1> DVD 플레이어의 전력소모량

Status	Power	비고
off mode	3.2 Watt	적용 전 standby
On mode	17 Watt	No play
DVD Play mode	22 Watt	play
적용 후 standby	0.732 Wh	제어신호 7번 송·수신

3. 결 론

전원선을 이용한 통신기술인 전력선통신 기술을 적용한 소규모 통신기능을 가전기기의 전원공급장치 내부에 적용하였으며, 통신기능의 추가로 인한 전력소모량 증가를 최소로 하기 위한 방법을 제시하였다.

<표 1>에 보는 바와 같이 대기전력 3.2Wh의 대기전력 절감기능 모듈을 기존 50 Watt급 가전기기의 전원장치에 적용하여 7번의 제어신호를 송·수신 한 경우 통신기능이 포함된 전원장치의 대기전력 소모량은 0.732Wh로 측정되었으며 이것은 기존대비 약 77% 대기전력 절감효과를 보임을 확인하였다. 고안된 전력선통신기능 전원공급장치의 경우 에너지 절감 효과는 통신기능이 적게 사용될수록 커지게 된다. 또한 고안된 전력선통신기능 전원공급장치는 가전기기의 홈네트워크용 전원장치로의 적용이 가능하며, 실험에 적용된 JS relay(5V control relay)는 소비전력이 380mW로 대기전력 절감 모듈에 적용하였을 때 약 0.2W의 소비전력을 추가하게 되었다. 이 주전원 제어회로에 적용된 릴레이를 절전형 릴레이로 변경 할 경우 추가적인 대기전력 절감이 가능할 것으로 보인다.

[참 고 문 헌]

[1] 산업자원부 고시 제198-136호 자료

[2] 에너지 관리공단 홈페이지 자료

[3] PLC Forum Korea 기술 자료

[4] 김기현, 김지홍, 김남균, 김상철, 서길수, 김은동"저속 PLC모뎀을 위한 대기전력 절감 모듈개발" 2004년 대한전기학회 하계학술대회 논문집

[5] PLANET System, ZCT20H-01 power line transceiver module usr guide

[6] 특허 등록 "전력선 통신 모뎀의 대기전력 절감 장치", 등록번호 10-0589288-0000, 등록일 (2006.06.07)

[7] 전기학회지 제49권 11호 2000년 11월 'PLC의 성공적 시장정착을 위한 제도적 접근. 서울대 공대 기술정책대학원과정 이정동, 김태윤, 이용길

[8] 전자공학회 논문지 제 44권 SD 편 제 11호. 2007년 11월 '초절전형 PLC 2구 스위치 개발. 한재용, 이순흠