

정부가전기기 전력저감 기술 및 지능형 에너지 관리시스템 개발에 관한 연구

김 찬*, 전의석* 최영길**, 김동현***, 김성철****, 조경숙*
 * (주)모빌일렉트론, **한국전기연구원,*** (주)렉터슨, ****가온소프트(주)

Researches on technology of saving the electric power in intelligent appliance and development of the intelligent energy management system

Chan Kim, Eui Seok Jeon*, Young Kil Choi, Dong Hyun Kim, Sung Chul Kim, Kyoung Sook Jo
 Mobilelectron.Co.Ltd, Korea Electrotechnology Research Institute, Rectuson.Co.Ltd, GaonSoft.Co.Ltd.

Abstract - 홈넷기반 정보가전기기의 대기전력을 초절전칩을 적용하여 1W 이하로 줄이고, 가전기기에서 낭비되는 전력의 경로를 오토스위치를 통해 전력소모를 차단시키며, 홈플러그와 관리서버를 통해 전력낭비의 요소를 파악하여 전력소모를 저감하여 안전하고 쾌적한 홈오토메이션을 구현함으로써 인류의 행복추구를 목적으로 한다.

1. 서 론

지능형 홈 정보가전기기의 전력소모를 저감시키기 위하여 홈넷의 특성상 항상 정보를 주고받기 위해 지속적으로 소비되는 전력손실을 줄이는 지능형 초절전 전원용 chip을 개발한다. 또 가전기기의 전원플러그를 상시로 꽂아두더라도 사용자가 전원스위치를 ON/OFF하는 것처럼 지능적/자동으로 전원플러그를 꽂고/뽑는 행위와 같은 효과를 낼 수 있도록 전원플러그에서의 전원인가 및 전원차단의 통전여부를 제어하는 지능형 절전방식 Auto스위치를 개발한다. 또 전력선에 연결된 가전기기(Appliance)들에 부착되어 있는 SMPS (Switch Mode Power Supply)를 PLC(Power Line Communication)를 통해 효과적으로 제어함으로써 가전기기의 소비전력을 감시하고 제어하며, 소비전력의 단지 통합 관리를 위해 수집된 데이터를 네트워크를 통한 통합 서버로 제공하며, 대내 가전기기의 전력소비 및 전원 연결 상태를 원격으로 감시하고 제어할 수 있는 기술들을 내장한 홈게이트웨이를 개발한다. 마지막으로 홈 네트워크 관련 기술들과 접목하여 사용자 중심의 다양한 서비스 및 전력관리를 위한 통합제어시스템을 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 개발내용

2.1.1 정보가전기기 전력저감용 초절전 전원칩 개발

정보가전기기의 전력저감을 위한 기술개발로서 Home-net기반 지능형 초절전 전원기술을 개발하며, Home-net의 특성상 항상 정보를 주고받기 위해 지속적으로 소비되는 전력손실을 지능형 초절전 전원용 chip의 개발과 그에 따른 절전 시스템에 의한 통신모듈과의 효율적인 운용을 통하여 초절전 홈넷 구축을 목표로 한다. 회로설계를 통한 반도체 Fabrication Out을 거쳐 Analog, Digital 전원 칩과 시스템을 다음과 같이 개발하였다.

- 보드 Level 초절전 전원 모듈 개발
- 회로 Simulation을 통한 최적 회로 설계
- 반도체 회로 Block 개발
- 초절전형 전원칩 설계 및 제작
- 지능형 SMPS 제어용 digital control IC 개발
- 지능화를 위한 마이크로의 인터페이스 설계

2.1.2 전력저감용 오토스위치 개발

사용자가 가전기기의 사용에 있어서, 에너지절약을 위해 전원플러그를 꽂고/뽑지 않아도, 즉 전원플러그를 상시로 꽂아두더라도, 사용자가 가전기기 사용을 위해 전원스위치를 ON/OFF하는 행위에 맞추어 지능적/자동으로 전원플러그를 꽂고/뽑는 행위와 같은 효과를 낼 수 있도록 전원플러그에서의 전원인가 및 전원차단의 통전여부를 제어하는 지능형 절전방식 Auto스위치를 다음과 같이 개발하였다.

- 지능형 절전방식 Auto스위치의 개발내용은 다음과 같다.
- PLC기반 1W이하 전력 저소비형 마이크로 통신모듈
- 간이형 Intelligent 상황인지(감지) 계측회로 제작
- 홈전력 자진관리용 전기합선 및 누전 진단기술개발
 - PLC 모듈개발
 - 저전력 SMPS 개발

2.1.3 절전제어 홈게이트웨이의 개발

본 절에서는 가전기기의 소비전력 감시 및 절전 제어가 가능한 단지 네트워크를 구성하기 위해서는 절전제어 홈게이트웨이 단말 플랫폼 및 절전 감시 미들웨어 개발이 필요하다. 전력선에 연결된 가전기기들에 부착되어 있는 SMPS를 PLC를 통해 효과적으로 제어함으로써 가전기기의 소비전력을 감시하고 제어하는 기술, 소비전력의 단지[Park] 통합 관리를 위해 수집된 데이터를 단지 네트워크를 통한 통합 서버로 제공하는 기술, 대내 가전기기의 전력소비 및 전원 연결 상태를 원격으로 감시하고 제어할 수 있는 원격접근감시를 가능하게 하는 기술들을 내장한 홈게이트웨이를 다음과 같이 개발하였다.

초절전 통신제어 및 지능형 Home Plug 통합제어용 Platform 단말기의 개발내용은 다음과 같다.

- 전원 원격제어 시스템 개발
- 전원 상황인지 원격제어 모니터링 시스템 개발
- 절전을 위한 제어기술개발
- 가전기기/정보통신기기와 통신시스템 개발

2.1.4 경제형 통합 운영시스템의 개발

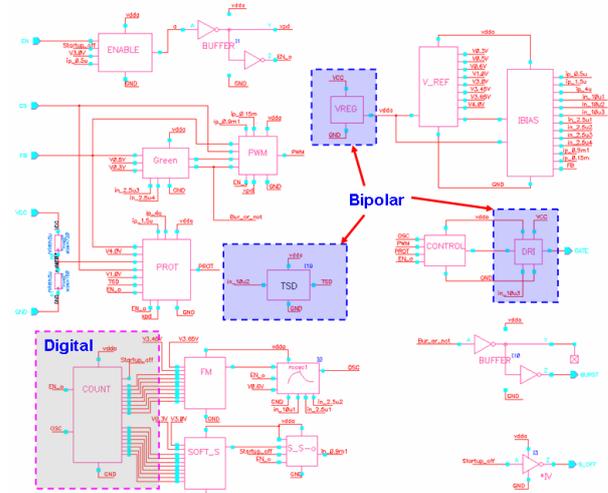
본 절에서는 홈 네트워크 관련 기술들과 접목하여 사용자 중심의 다양한 서비스 및 전력관리를 위한 통합제어시스템 개발을 목표로 한다. 경제형 온라인 통합 운영시스템 구축을 위하여 다음과 같이 개발하였다.

- 전기에너지 절약 온라인 전력계측/감시 시스템 구축
- 온라인 전력계측/감시 시스템 Data 취득 모듈 개발
- 홈 제어 Remote Controller 개발

2.2 개발결과

2.2.1 초절전 전원칩의 개발결과

절전을 위하여 대기모드의 설정 및 마이크로와의 공조 하에 대기전력을 최소화 할 수 있는 최적화된 초절전형 전원칩을 설계, 제작하여 정보가전기기 및 산업용 장비 등의 대기전력을 1와트 미만으로 저감시키는 결과를 얻었다. 또 초절전 통신제어 및 지능형 Home Plug 통합제어용 플랫폼 단말기 개발을 위해서 요구되는 세부 모듈을 플랫폼과 애설론 모듈을 모두 수용하여 개발하였다 세부 sub-block을 바탕으로 초절전 전원칩 제작을 위한 설계 최적화 및 레이아웃 설계, mask 제작 및 칩 제작을 수행하였다. 다음 그림은 초절전 전원칩의 전체 회로도를 나타내고 있다.



〈그림 1〉 개발된 초절전 전원 칩의 전체 회로도

개발된 IC는 AMIS 0.7um CMOS, DMOS, Bipolar 소자들이 지원되는 40V BCD 공정으로 제작되었다. 개발된 초절전 전원 IC는 DIP-8p 이나 SOIC-8p에 맞도록 핀 기능을 정해 설계되었다. 전체 회로는 BCD소자로 설계되었으며, VCC 전압을 받아 회로 내부 5V 전압을 공급해 주는 VREG, 온도 보호회로(TSD) 그리고 출력 DRIVER 블록은 bipolar 소자로 설계되었고 내부 counter는 CMOS digital 소자로 설계되었다. 또 나머지 모든 블록은 CMOS analog 소자들로 설계되었다.

개발한 초절전 전원칩을 2개의 SMPS로 구성된 전원회로와 PLC 모듈과의 통신 및 절전제어 알고리즘 구현을 위한 디지털 제어로직, 상태 확인을 위한 LCD 디스플레이로 구성된 구형보드에 장착하여 실험하였다. 전체시스템이 정상 동작일 때와 디지털 제어 블록에 의해 대기모드 관리 상태에서의 전력소모량 변화를 측정하면 표1과 같이 정상동작일 때 전체시스템은 약 18W의 전력소모를 보였고, 부하 시스템이 정상동작을 하지 않는 대기모드 동작시에는 디지털 제어 블록에 의해 전원공급 시스템이 sleep mode로 전환되어 약 0.86W의 전력소모를 나타냄을 보여주고 있다.

<표 1> 모드별 전력소모량

Power	Mode	Power On	Sleep	비고
Voltage		215.9V	232.6V	
Current		153.2mA	19.22mA	
Power Consumption		18.60W	0.862W	1W 이하

2.2.2 1Watt 이하 Auto Switch의 개발결과

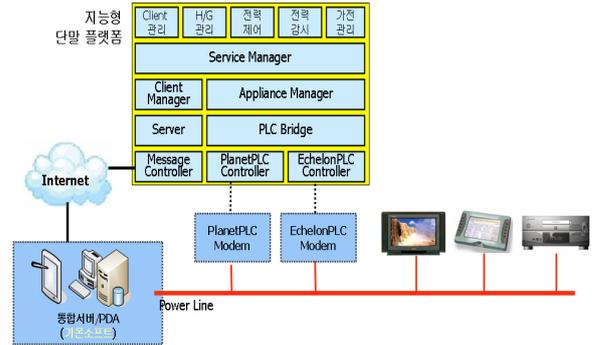
정보가전기에 적용할 경우 전원플러그를 상시 꽂힌 상태로 두더라도 이때 허소비되는 전기에너지를 상당히 줄일 수 있는 지능형 홈용 자동 ON/OFF AUTO 스위치를 개발하였다. 개발한 AUTO 스위치에 Power-OFF의 Plug-In 상태에서 4Watt수준의 대기전력을 가진 개인용 컴퓨터에 적용한 결과 0.35Watt 수준으로 대기전력이 저감됨을 확인하였다. 또 정보가전기기에서 발생되고 있는 Just Plug-In의 전원 대기상태와 PLC 네트워크통신 대기상태에서의 소비전력이 최소화되도록 개발한 Intelligent Green SMPS기반의 초절전 정보가전기기용 전원장치는 기존의 SMPS에서 사용되고 있는 PWM방식을 더욱 발전시킨 Auto-Restart 기능을 추가함으로써, 무부하시 즉 대기전력 상태에서는 SMPS가 일시적으로 동작을 멈추도록 하는 간헐발진 PWM방식으로 회로를 설계함으로써, 대기전력소비가 거의 Zero에 가까운 성과를 얻었다.

<표 2> PLC통신기반 전원장치의 기능비교

구분	기존 PLC통신 모델	제안 PLC통신 모델		
정격사항	입력전압	220VAC, 15/5VDC	220VAC, 5VDC	
	소비전력	상시 1.35W	Standby Pw	50mW
			Light Load	500mW
			Heavy Load	1,000mW [1.0W]
전원방식	Transformer	초절전 SMPS방식		
통신속도	360bps	360bps		
전력선 프로토콜	Z256 version1.5	Z256 version1.5		
통신형태	단방향 통신 (GW → PLC모뎀)	양방향 통신 / μ-Controller (GW ↔ PLC모뎀)		
MAC ID설정	User의 직접 부여 (Remocon)	자동 ID 부여		

2.2.3 절전제어 홈게이트웨이의 개발결과

개발품인 통합 단말 플랫폼은 파워 모듈 통신용 인터페이스와 통합 단말 코어로 되어있으며, 주처리기를 포함하는 CPU 보드, 주변기기와의 인터페이스를 포함하는 I/O 보드, 전력선 통신의 전원 및 커플링을 제공하는 전원 및 커플링 보드로 구성되어 있다. 주변기기 인터페이스로는 무선 LAN을 위한 WLAN, 외부 메모리를 위한 Compact Flash, 외부 기기의 연결을 위한 USB, 유선 LAN을 위한 Ethernet, 직렬 통신을 위한 시리얼 포트와 전력선 통신을 제공하기 위한 PLC Core를 지원하였다. 지능형 전력 감시 시스템은 통합 단말 플랫폼의 자바 가상 기계에서 수행되는 OSGI 번들이다. 지능형 전력 감시 시스템은 단지 네트워크를 지원하기 위하여 통합 서버와의 데이터 통신과 원격 접속을 위한 PDA/클라이언트와의 데이터 통신, 그리고 사용자 인터페이스를 위한 데이터 통신을 지원하였다.



<그림 2> 전력감시 미들웨어

2.2.4 경제형 통합 운영시스템의 개발결과

전력저감 기술을 적용한 전력저감 장치들과 PLC기반의 통신이 가능한 홈 게이트웨이를 통해, 각 기기별 (대기)전력사용량에 대한 데이터 취득 및 통계 데이터 제공, 누전·합선(또는 발열) 등과 같은 위험에 대한 상황인지 및 통보를 할 수 있는 전력계측 감시시스템, 통합관리/운영 시스템을 개발하였으며, PDA를 통한 홈 제어 Remote Controller 개발로 원격제어를 할 수 있게 하였다.

또 오픈 소스 기반의 프로그램을 개발함으로써(MINA 기반의 홈 게이트웨이 통신 프로그램, Portlet기반의 포털(Portal) 시스템) 시스템의 성능 및 확장성이 뛰어나며, 사업화에 용이하여 개발 및 운영에 들어가는 비용을 줄일 수 있다.



<그림 3> 포털릿 기반의 포털 웹 서버

3. 결 론

본 연구에서는 홈넷의 특성상 항상 정보를 주고받기 위해 지속적으로 소비되는 전력손실을 줄이는 지능형 초절전 전원용 chip을 개발하여 홈넷기반 정보가전기기의 대기전력을 1W 이하로 줄였다. 또 개발된 오토 스위치는 가전기기에서 전력이 낭비되는 경로를 차단하여 대기전력을 저감시켰으며, 정보가전기기에서 발생되고 있는 Just Plug-In의 전원 대기상태와 PLC 네트워크통신 대기상태에서의 상태에서 SMPS가 일시적으로 동작을 멈추도록 하는 회로를 설계함으로써, 대기전력소비를 거의 Zero에 가까운 성과를 얻었다. 홈플러그와 관리서버를 통해 수집된 데이터를 통합 서버로 제공하여 소비전력의 단지 통합관리를 위해 대내 가전기기의 전력소비 및 전원 연결상태를 원격으로 감시하고 제어하며 홈 네트워크 관련 기술들과 접목한 사용자 중심의 다양한 서비스 및 전력 관리를 위한 통합제어시스템인 정보가전기기 전력저감기술 및 지능형 에너지 관리시스템을 구현하였다. 이 시스템을 적용함으로써 홈 게이트웨이 리스트, 대기전력사용 현황 및 통계를 각각의 포털릿을 통해 알 수 있으며 모바일 서버를 통해서도 가전제품 및 전력사용량 현황 정보를 모니터링할 수 있도록 하여, 네트워크를 구성하는 각각의 홈 가전기기들로 인한 전기요금 증가 및 대기전력에 의해 발생되는 막대한 전력손실의 문제점을 해결하였다.

[참고 문헌]

[1] 박광로, 송영준 강현식 “HomePNA 표준화 기술동향.” TTA저널, 제 73호. 2005