

전력선통신 모뎀을 이용한 전력소비감시 및 이상전력 차단에 관한 연구(1)

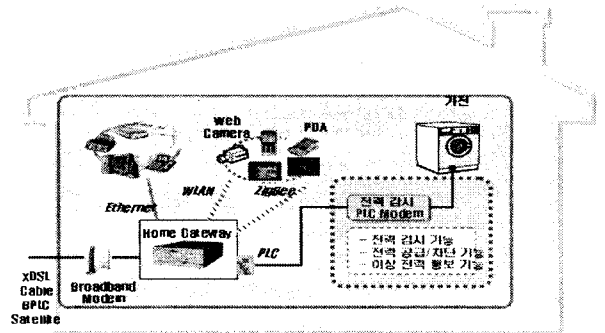
윤재식, 위정철, 임자용, 김재현
(주)플레넷

The Study On Monitoring of Power Consumption and Breaking of Abnormal Power using Power Line Communcation Modem

Yoon Jae-Shik, Wee Jung-Chul, Lim Ja Yong, Kim Jae Heon
PLANET System Co., Ltd

Abstract - 최근 경제성장과 함께 생활수준의 향상으로 인하여 에너지 수요는 매년 증가하고 있으며 그 중에서 하나인 전력수요도 역시 급격히 늘어나고 있는 추세이다. 이와 더불어 투자자원 및 입지확보의 어려움, 환경계약의 문제로 전력 공급의 어려움은 날로 증가되고 있다. 따라서 수요증가를 전력공급 능력의 증진뿐만 아니라 수요관리 측면에서도 필요성이 대두되고 있다. 전력선 통신은 전력선을 매체로 하기 때문에 신규선로의 포설 없이 가전기기 및 정보화 서비스 모델들의 네트워크화에 용이할 뿐만 아니라 커버리지 확장에도 뛰어나서 디지털 가전, 원격검침, 전력설비 감시제어, 국가 재난 감시 시스템 등의 기본 통신 방식으로 가장 유력한 기술로써 디지털 가전을 포함한 유비쿼터스 전기설비 네트워크 구성에서 필수적 기술로 채택되고 있기 때문에 저능형 홈 네트워크, 전력IT 부가서비스, 설비감시 네트워크, 유비쿼터스 네트워크 관련 기술에 대한 파급 효과가 매우 크며, 디지털 가전의 기본 통신 방식으로 가장 유력한 기술로써 디지털 가전 구성에서 필수적 기술로 채택되고 있기 때문에 저능형 홈 네트워크 관련 기술에 대한 파급 효과가 매우 크다. 본 연구에서는 전력선통신모뎀을 이용하여 가전기기의 전력 소비를 감지할 수 있는 센서를 내장한 전력선 통신기반의 전력 감시 모듈을 개발하여 실시간 원격 모니터링을 통해 소비전력 패턴을 작성한다. 그리고 전력감시 모듈에 연결된 가전기기의 소비전력 패턴 분석을 통해 전력소비 이상 유무를 감지할 수 있는 알고리즘을 개발, 탑재하여 이상유무를 판단하고 전력소비가 급증할 시 자동으로 전력을 차단하여 화재나 누전의 위험을 방지한다. 이에 본 연구는 전력선통신을 이용하여 전력소비감시 및 이상전력차단에 관한 연구에 관한 것이다.

력을 차단하여 화재나 누전의 위험을 방지한다. 전기설비의 누전이나 합선에 의해 다른 설비나 건물에 화재를 일으키는 사고로 인해 선로, 전기 기계기구, 배선 등에서 누전, 단락, 섬락 등의 전기적 이상상태가 발생하여 열과 불꽃이 원인이 되어 화재를 일으키고 있다. 이러한 요인들을 사전에 감시하고 검출할 수 있다면 많은 전기화재를 미연에 방지하고 사전점검을 통한 예측이 가능하다. 현재 사용하는 부하전류량을 감시하고, 전기시스템 및 회로에서 접촉 불량이나 절연파괴 등을 미리 감시하여 전력을 차단하여 화재나 누전의 위험을 방지할 수 있다.



〈그림 1〉 전력선통신 전력감시 시스템

1. 서 론

최근 경제성장과 함께 생활수준의 향상으로 인하여 현재 대한민국의 연평균 에너지 수요증가율이 7.6%로 전망되며, 2020년까지 1억 TOE 수요 증가가 예상되는 시점이다. 에너지 고갈이라는 세계적인 문제를 소비 에너지 감소를 통하여 완화시키고 효과적인 에너지 분배를 통해 제한된 에너지 자원의 사용 효율성을 극대화할 필요가 대두되고 있다. 정보가전기기의 발전 및 증가와 디지털 융복합화 추세에 따라 향후 훨씬 더 많은 비용을 가정 및 국가가 지불해야 하는 상태이다. 대내 기기의 융복합화에 따른 고성능, 다기능화 및 실시간 운용 등으로 인해 발생하는 과도한 전력소모 및 대기전력을 최소화하기 위해, 전력선 통신은 전력선을 매체로 하기 때문에 신규선로의 포설 없이 가전기기 및 정보화 서비스 모델들의 네트워크화에 용이할 뿐만 아니라 커버리지 확장에도 뛰어나다. 그리고 추가 배선의 불필요로 인한 가격 경쟁력을 바탕으로 홈 네트워크에 있어 적합한 솔루션으로 평가받고 있으며, 특히 기층 건물에 대하여 홈 네트워크 시설 구축이 신속하고 설치가 빠르다. 이러한 기술적 장점과 더불어 전력선 매체 환경에 대한 오랜 기술 분석 및 전력선통신 서비스 산업 분석을 통해 현재는 국·내외적으로 전력선 통신기술을 홈 네트워크의 중심에 놓고 있다.

이에 본 연구에서는 전력선통신을 이용하여 유무선 홈네트워크 시스템을 기반으로 가전제품의 전력을 개별 제어하는 기술, 실시간 에너지 소비 모니터링 기술 및 실시간 전력제어 기술을 이용하여 전력소비감시 및 이상전력차단에 관한 연구를 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 전력선통신기반 전력감시시스템

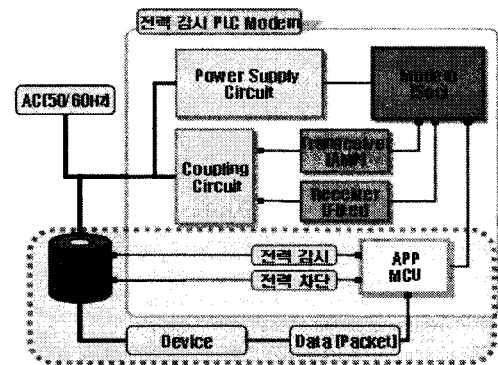
2.1.1 전력선통신기반 전력감시

〔그림 1〕은 전력선통신 전력감시에 대한 전체 블록다이어그램을 나타낸다. 홈 게이트웨이에서는 연결된 가전기기의 소비전력 패턴 분석을 통해 전력소비 이상 유무를 감지할 수 있는 알고리즘을 개발, 탑재하여 이상 유무를 판단하고 전력소비가 급증할 시 자동으로 전

2.2 전력소비 감지 및 이상전력 차단

2.2.1 전력감시 전력선통신 모뎀

〔그림 2〕는 전력선통신을 이용한 전력감시 모듈에 대한 블록다이어그램을 나타낸다.



〈그림 2〉 전력감시 전력선통신 모뎀

력선통신 전력감시모뎀은 전력선통신을 위한 PLC Modem과 전류검출을 위한 CT(Current Transformer)와 이상전력 및 과부하시 부하를 차단하기 위한 차단회로로 구성되어 있다.

2.2.2 전력 수요 예측

전력 관리장치의 기본원리는 수요시한 동안의 설정된 평균전력이 수요 전력이므로 부하가 순간적으로 많은 전력을 소비하여도 그 수요시한의 나머지 시간 동안에 미리 선정된 부하의 전력을 차단하게 되면 부하의 소비전력을 목표전력 값에 맞출 수가 있다.

전력 관리 장치는 정확한 부하변동에 따른 소비전력의 변화 추이를 다음과 같은 방법으로 예측한다.

수요전력 관리장치가 나타내는 값으로 해당 수요 시한 내에서 지금까지 사용한 전력량을 수요시한으로 평균한 것이다.

$$P[kW] = \frac{\text{사용전력량}(kWh)}{\text{수요시한}(h)} = \frac{Q}{T}$$

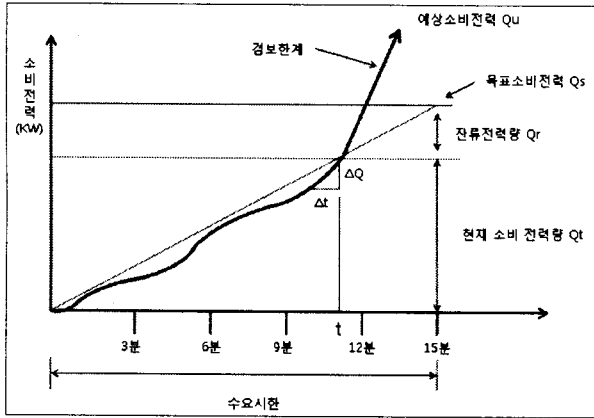
부하전력은 수요전력 관리장치가 전력을 적산하는 샘플링의 한

1) 본 연구는 지식경제부 에너지·자원 기술 개발 사업의 일환으로 추진되고 있는 (과제명: 저전력 대기모드 지원 PLC 통신 모뎀 개발)의 지원에 의한 것이다.

주기 동안에 부하전력을 나타낸다. 부하전력은 Δt 는 펄스 검출시간으로서 보통 1분을 설정하지만 0.5-4분의 설정도 가능하며 부하 변동주기가 길 경우와 변동폭이 클 경우에는 설정을 길게 함으로써 그 영향을 완화시킬 수 있다.

$$P_a [kW] = \frac{\Delta t \text{사이의 소비전력량}}{\text{펄스검출시간}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

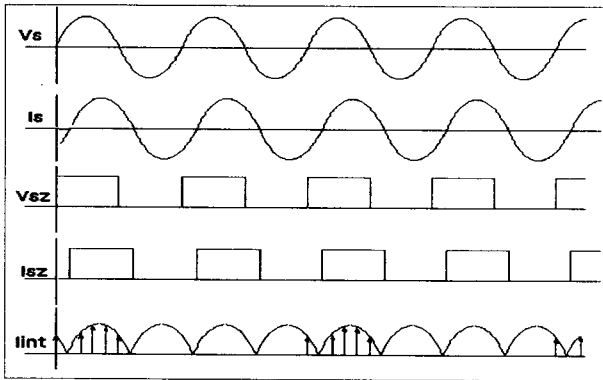
수요 전력 현재의 부하전력이 계속 유지되는 것으로 하고 현시점까지의 소비전력량과 앞으로 시한이 종료되기까지 소비할 전력량을 더한 것을 소비전력량의 예측값으로 하여 이것을 수요시한으로 평균하여 구해진다. 수요시한(T)의 시작점에서 현재의 시간(t) 사이의 소비전력량을 $Q_t [kWh]$ 라고 하면 수요 전력과 예측 소비전력량(Q_u)을 구할 수 있다.



<그림 3> 전력관리장치 전력량 계산

2.2.3 전력수요 계산

[그림 4]는 마이크로프로세서를 이용하여 전력을 계산하기 위한 다이어그램이다.

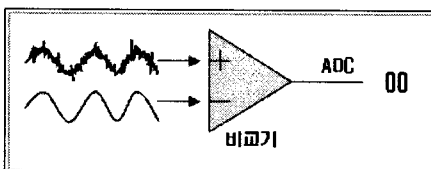


<그림 4> 전압, 전류 검출 및 계속

입력전류를 검출하기 위해 CT를 이용하여 CT에서 나온 전류는 노이즈를 없애기 위해 차동 증폭기를 통하여 마이크로프로세서의 A/D변환기로 공급된다. A/D를 통하여 입력된 값을 통해 현재 사용 중인 전류량을 검출할 수 있으며, 전압과 전류의 위상차를 이용하여 역률 및 전력을 계산하게 된다.

2.2.4 이상전력 패턴 분석

과부하가 전기화재의 많은 요인이 되고 있음은 널리 알려진 사실이다. 그러므로 정격용량에 맞게 사용되고 있는지 여부를 감시해야 한다. 이러한 용량 초과 여부를 감시하기 위해서는 전류의 실효치를 주어진 시간 간격마다 계산하여 정격용량과 비교한다. 또한 접촉 불량 및 절연과파 또는 절연열화를 전기적 신호에 의해 검출하기 위해 전류의 신호를 주파수 영역에서 분석하면 1~10[kHz] 사이의 주파수대에서 이러한 아크나 스파크의 특성을 발견할 수 있다.

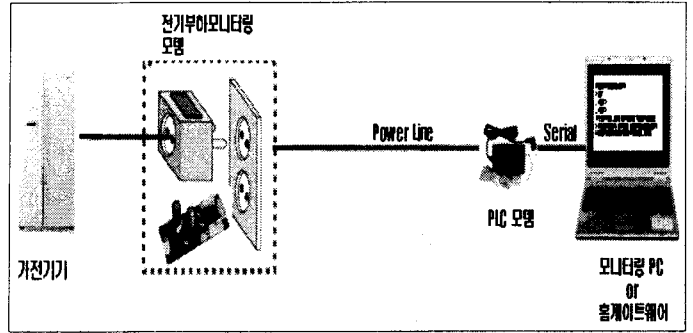


<그림 5> 이상전력검출

[그림 5]는 전기부하 모니터링센서를 이용하여 이상전력 및 고주파280

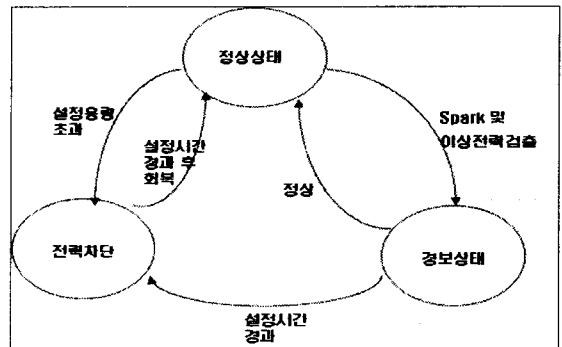
를 검출하기 위한 방법이다. 태내에서 사용하는 가전기기를 샘플링하여 DB를 구축하여 노이즈 패턴 분석을 통해 스파크 전후의 부하전류에 변화가 있으면 제품의 사용 또는 중지에 의한 정상상태로 돌아가고, 스파크 전후의 부하전류에 차이가 없으면 고장으로서의 아크현상이 일어나고 있으므로 정보상태로 가서 스파크현상 정보를 발생하게 된다.

2.3 전력선통신 기반 전력감시 및 이상전력 차단



<그림 6> 전력선통신 기반 전력소비감시 및 이상전력 차단

[그림 6]은 전력선통신기반 전력소비 및 이상전력을 감시하기 위한 부하 모니터링 모뎀에 대한 테스트 구성도를 나타낸다. 구성은 현재 태내에서 가장 많은 부하용량을 차지하고 있는 가전기기 부하 중량고 부하를 이용하여 테스트 환경을 구성하였다.



<그림 7> 전력소비감시 및 이상전력 차단 알고리즘

개발된 전력선통신 기반 소비전력 감시 센서 모듈은 소비전력 패턴 분석 및 이상 감지 알고리즘 및 정상 전력 소비시 전력 차단 프로토콜 개발 및 태내 이상 전력소비 감지 이벤트 로그를 이용하여 홈 게이트웨이 시스템에서 실시간 원격 모니터링을 통해 소비전력 패턴을 작성한다. 전력감시모뎀에서는 항상 전력량을 감시하여 설정된 용량을 초과시에는 일정시간 동안 전력을 차단하여 에너지 Saving 역할을 하게 되며, 또한 모니터링 PC 또는 홈 게이트웨이에서는 연결된 가전기기의 전력소비 이상 유무를 감지할 수 있는 알고리즘을 개발, 탑재하여 이상 유무를 판단하고 전력소비가 급증할 시 자동으로 전력을 차단하여 화재나 누전의 위험을 방지할 수 있다.

3. 결 론

전력선 통신 모듈은 디지털 가전기기를 위한 지능형 홈 네트워크 구축은 물론 원격검침 등의 각종 자동화 시스템에 활발하게 적용됨에 따라 전력선통신모뎀을 이용하여 가전기기의 전력 소비를 감지할 수 있는 센서를 내장한 전력선 통신기반의 전력 감시 모듈을 개발하여 홈 게이트웨이 시스템에서 실시간 원격 모니터링을 통해 소비전력 패턴을 작성하였다. 전력감시모뎀은 전력선통신모뎀을 탑재하여 TV와 같은 가전기기의 AC 입력단에 부착되어 가전기기에 흐르는 전류를 항상 감시하여 설정 이상의 전력사용량 발생 및 예측 사용량을 계산하여 설정이상의 전력 사용시 연결된 가전기기를 차단하며, 외출시 사용하지 않는 가전기기를 전력선통신을 이용하여 원격에서 제어함으로써 전력 사용량을 획기적으로 줄일 수 있다. 또한 부하전류량을 감시하고, 전기시스템 및 회로에서 접촉 불량이나 절연과파 등을 미리 감시하여 이상전력 발생시 전력을 차단하여 화재나 누전의 위험을 방지할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] T.E.Eaton, "Electric Services and Building Fires
- [2] 신요한, "전력선 통신 시스템에 멀티코드 CDMA 방식의 적용 방안에 관한 연구", 1999.10
- [3] 김호, "전력선 통신을 이용한 원격 부하제어 시스템의 구축", 2001.12