

전력선 통신을 이용한 원격 전력분석 및 제어시스템에 관한 연구

최원호, 이후찬, 박종연
강원대학교 전기공학과

The study of the remort power analysis and control system using power line communication.

Won-ho Choi , Hoo-chan Lee, Chong-yeun Park
Dept. of Electrical Engineering, Kangwon national university

ABSTRACT

RPA(Remort Power Analysis)and RC(Remote Control) System have been researched from former several decade for a various power rate system, a effcient power service and rising of personal expenses, etc. But the existing RPA and RC System have disadvantage which are complex and high cost to install an individual communication network of electricity company. This paper proposed a new type of RPA and RC System using PLC with Internet. and made components for proposal system. so we made the PLC modem , the digital watt-hour meter with a build in PLC modem and the softwre on server computer for establishing the proposal system. The bit rate of the proposed system is about 4800bps.

1. 서론

최근 급격히 변화된 사회 및 산업경제 구조와 가치관의 변화는 과거 대규모 발전설비, 대용량의 송전시스템, 중앙집중형의 전력공급과 같은 양적인 전력에너지 공급구조를 넘어서는 새로운 패러다임을 요구하고 있다. 그 한가지 예로서 환경문제에 대한 사회적 관심, 지역주민의 민원 등으로 인해 안정적인 전력공급을 위해 필수적인 전원설비의 증설, 송전계통의 확장 등은 과거와 달리 대단히 어려워지고 있는 반면, 전력공급에 대한 양적인 면, 질적인 면에 있어서 수요자의 요구는 더욱 까다로워지고 있는 것이 현실이다. 따라서 차세대 고도 정보산업화 시대에 적합한 구내 전기설비 통합환경 체계에 대한 선도적인 연구가 시급하다. 차세대 구내 전기설비 통합환경은 크게 구역내의 유연한 전원공급체계와 부하 감시, 관리, 운영체계 구축을 통해 구현하여야 하며, 이를 위한 통신 네트워크 시

스템이 절실히 요청되고 있다.

기존에 통신 네트워크는 전화선을 이용하던 방식이었으나 전화중에 데이터를 수신받을수 없으며 단방향 통신방식임으로 수신받은 데이터를 신뢰하기 어려웠다. 또한, 검침을 위하여 트렁크 및 스위칭 장비를 수용가에 설치해야 하는등, 유지보수 및 경제성문제로 크게 확대되지 못하였다. 무선의 경우 날씨와 같은 기후조건에 따른 에러를 동반하며 시스템 구성에 비용이 많이 든다는 단점이 있다. CATV의 경우는 전화를 이용하는 방법과 비슷하게 독자적인 네트워크 장비를 이용하는 형태로 설치비용이 크다. CATV와 전력선통신을 이용한 방법을 80년대 중반에 국내에서 적용하였으나 전력선 통신망의 성능 불안정으로 확대되지 못하였다.^[1] 그러나 기기설치의 편의성으로 의하여 현재, 가장 가능성이 있는 방식으로 대두되고 있는 실정이다.^[1, 4]

이러한 배경에서 본 논문은 구내 구역별 전력을 실시간으로 계측하고 이상 유무를 검증하는등의 감시, 관리를 위한 통신 네트워크를 전력선 통신과 LAN을 사용함으로써 계측지점 및 설치지점에 유연성을 확보할 수 있도록 구현하였다. 이를 이용하여 계량의 정확도를 향상시키거나 부가적인 고객서비스를 제공할 수 있으며 고장 및 도전과 같은 사고상황을 기록하거나 이를 방지할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.^[1] 적용된 전력선모뎀은 전력선의 노이즈 및 임피던스에 변화에 적응하여 통신의 신뢰성을 높일수 있도록 고안되었다.

2. 본문

2.1 통합 통신 모델

전력선은 타 통신에서의 채널에 비하여 여러 측면에서 매우 악조건이다. 전력선에 연결된 비선형 부하는 전력선통신의 관점에서는 수많은 노이즈원이며 부하의 on/off상황 및 전력선 구조등은 채널

의 임피던스특성을 시변,비선형으로 만들고 있다. 이러한 문제를 극복하는 것은 전력선과 모뎀을 결합하는 라인 커플러의 요구사항이며 통신의 신뢰성을 확보하는데 매우 중요하다.^[1-7]

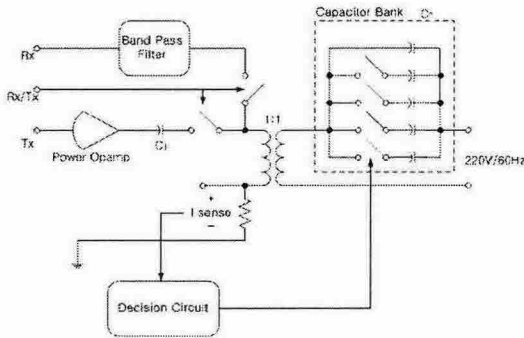


그림 1. 제안한 임피던스 적응형 커플러의 회로

본 논문에서 제안된 라인커플러의 구조는 그림1과 같다. 제안된 커플러는 유럽의 CENELEC 규격 C-band에서 사용을 목표로 설계되었으며 규격에서 허용되는 통신 신호의 크기인 122dBuV를 만족하면서 마이크로컨트롤러에 의하여 전력선의 임피던스변화에 따라 커패시터를 변경하는 적응형 매칭기능을 가진다. 또한 그림1에서의 band pass filter는 소프트웨어적으로 통과대역을 가변할수 있도록 VC GIC(Voltage Controlle-d Generalized Impedance Converter)로서 설계됨으로서 FHSS에 적합하도록 설계되었다.^[2-3,5-7]

본 논문에서 제작된 통합 통신 모뎀은 80~132kHz 대역에서 DSSS(Direct sequence spread spectrum)과 FHSS(Frequency hopping spread spectrum)방식을 혼합한 전력선통신과 기저통신방식인 이더넷 방식을 결합한 형태를 띄고 있다.^[1-4] 마치 중계기의 역할을 하게 되어 이로서 이더넷에서의 데이터를 전력선으로 전달하거나 반대방향으로의 데이터 전달이 가능하다. 통신모뎀은 인터넷에 연결되면 클라이언트가 된다. 즉, 모뎀에 미리 설정된 서버IP로 자동으로 접속을 시도하고 서버에 의하여 접속이 허가되면 데이터를 송,수신할 수 있다.

2.2 전력선통신 프로토콜

전력선 통신과 LAN을 결합하여 네트워크를 구성하는 것은 여러 가지 문제를 안고 있다. 첫 번째 문제는 구내 및 건물의 거의 대부분의 전력선이 물리적으로 연결되어 있기 때문에 전력선 통신에 의한 하위 네트워크에 계층적 구조나 통신범위를 설정하기가 어렵다는 점이다. 이 점은 모뎀의 Address비트가 늘어나게 됨을 의미하며 전력선 모뎀의 속도가 2400~4800bps로 저속임을 감안하면

이것은 효율적인 데이터 교환에 있어 악영향을 끼치게 된다. 두 번째 문제는 상위 네트워크인 LAN의 속도는 1~10Mbps로 고속이기 때문에 전력선 모뎀에 버퍼의 양이 크게 늘어나야 하며 각 모뎀의 우선순위를 설정하는 등의 데이터 흐름제어가 필요하다는 점이다. 본 논문에서는 위의 두가지 문제를 해결하기 위하여 CSMA/CD 방식의 프로토콜을 적용하고 그림 2의 패킷구조를 사용하였다.

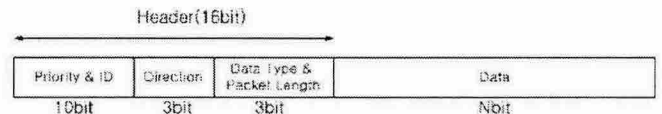


그림 2 전력선 통신 패킷의 구조

그림2의 패킷구조에는 각 부분들로서 네트워크를 형성하는 모뎀들의 우선순위를 설정할 수 있으며 데이터의 방향을 나타내어 네트워크내 모뎀을 repeater로도 사용할 수 있고 데이터를 용도에 따라 구분을 함으로서 에러발생시 재전송 요구신호의 사용을 수신측 모뎀이 결정할 수 있도록 하였다. 또한 데이터의 구분은 전체 패킷의 길이를 가변가능하다. 즉, 예측된 결과 데이터와 같이 한번에 전송해야 하는 데이터가 많을 경우에는 패킷의 데이터 부분 길이를 가변할 수 있도록 설정하였다. 이로서 주어진 통신속도에서 데이터의 교환을 효율적으로 할 수 있다. 이러한 프로토콜로 네트워크는 그림 5와 같이 구성된다.

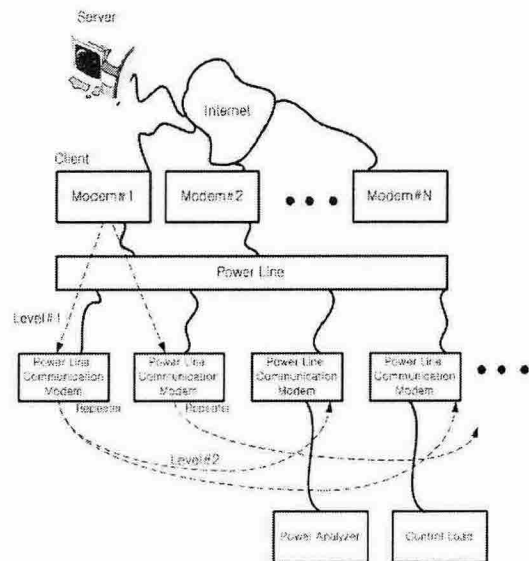


그림 3 네트워크 구성도

그림 3에서의 Modem#1 등은 2.1장에서 다룬 통합 통신 모뎀을 의미하며 인터넷과 전력선사이에 위치하고 있다. 전력선모뎀과 통합 통신 모뎀은 물

리적으로는 하나의 전력선에 연결되어 있으나 논리적으로 주소와 데이터 전달방향, 최종 목적 모뎀의 깊이(level로 설정함)를 담고 있다. 레벨에 따른 리피터구조를 이용하면 새로운 모뎀을 네트워크에 삽입하거나 제거하기가 용이하다.

2.3 전력계측기

기존의 전력량계는 유효전력량의 적산기능 외에는 다른 기능이 없고 기계적 진동 및 마모로 인하여 정밀도나 수명이 짧으며 원격검침을 위한 데이터 변환과 전송이 어렵다. 그러나 전자식 전력량계를 사용하게 되면 데이터 변환과 전송이 용이할뿐만 아니라 유효전력, 전압, 전류 및 무효전력산출로 인한 역률데이터를 수집할수 있으므로 전력에 대한 다양한 분석에 수집된 데이터를 사용할 수 있으며 정밀도와 수명이 높게 된다는 장점을 가진다.^[1,7] 본 논문에서는 전력량검출 및 연산이 가능한 IC인 Cirrus사의 CS5460A와 Microchip사의 PIC16F877 μ C, 그리고 전력선통신 모뎀을 삽입한 형태의 전자식 전력량계를 제작하였다. 제작된 전력량계는 최대측정전압 250V에 최대측정전류는 20A이다. 트랜스포머를 사용하여 전압을 검출하는 동시에 회로의 전원을 공급할수 있게 하였으며, 전류의 경우는 홀센서를 사용하여 검출하였다. 제작된 전력계측기는 전력선모뎀으로부터 전송요구신호를 받으면 현재 가지고 있는 데이터를 전력선모뎀을 통하여 모두 PC로 전송하게 되며 이렇게 전송된 데이터는 PC 안에서 관리된다.

2.4 통합관리 프로그램

구내 전기설비 통합환경을 구축하기 위하여 중앙 PC에서 계측데이터를 수집하거나 기기를 제어하기 위한 통합관리 프로그램을 작성하였다. 그림 4는 프로그램의 메인화면이다.

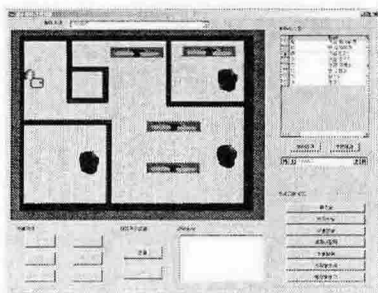


그림 4 통합관리 프로그램

시스템에 사용되는 PC에서 동작되는 소프트웨어는 설치된 전력선 통신 모뎀이 가지고 있는 고유의 ID로서 기기를 등록할수 있으며, 이때 기기의 성격상 구분등록이 가

능하도록 하였다. 또한 제어명령을 해당 ID와 결합하여 목적하는 전력선 모뎀으로 전송할수 있도록 프로그래밍되어있다. 또한, Database프로그램과 연동함으로써 전력계측 및 기타 수집데이터를 효과적으로 검토하거나 관리할 수 있도록 하였다.

3. 결론

본 논문에서는 구내 전기설비에서 구역내의 유연한 전원공급체계와 부하 감시, 관리, 운영체계 구축을 목적으로 이를 위한 통신 네트워크 시스템을 설계하였다. 제안된 네트워크 시스템은 전력선 통신 방식과 이더넷방식을 혼합하여 적용함으로써 통신설비에 관계된 여러 가지 제약을 효율적이고 유연하게 대처할 수 있을 것으로 기대된다. 제작, 사용된 통합통신모뎀은 신축아파트에서의 실험에서 에러정정코딩없이 36000개의 데이터 중 평균 8개의 에러를 보임에 따라 네트워크 시스템 구축이 가능함을 확인하였다. 제안된 시스템의 통신속도는 약 100bps이며 총 245개의 제어와 10개의 전력감시를 행할 수 있다. 차후, 전력선 통신 모뎀의 속도를 증가시키면 더욱 넓은 범위에 적용이 가능할 것으로 사료된다.

본 논문은 산업자원부 전력기술기초연구사업(기초전력연구소 주관)의 지역 거점 핵심과제 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] 최원호, 박종연 "전력선통신과 인터넷을 이용한 원격제어 및 검침구현", 대한전자공학회 논문지 제40권 SC편4호 282~290 2003.7.
- [2] 최원호, 박준영, 노경호, 박종연 "자동화를 위한 DS/SS방식의 전력선 모뎀 구현", 대한전자공학회 하계학술논문집 제26권 1호 pp.493~496 2003.8.
- [3] 최원호, 박준영, 박종연 "GIC를 이용한 전력선통신용 송수신 분리형 라인커플러의 개발", 대한전자공학회 하계학술논문집 제26권 1호 pp.238~241 2003.8.
- [4] 최원호, 박종연 "전력선 통신을 위한 적응형 라인커플러에 관한 연구", 강원대학교 정보통신연구소 정보통신 논문지, Vol. 9, pp.11~17, 2005.3.
- [5] Klaus Dostert, "Powerline Communication" Prentice Hall PTR Upper Saddle River. NJ07458.
- [6] PLC Forum, "Home Network Control Protocol(HNCP) PreSpec 1.2(ver)"
- [7] F.Munoz, R.G. Carvajal, A. Torralba and L.G.Freanuelo, "ADAPT:mixed-signal ASIC for Impedance adaptation in PLC using fuzzy logic", The 25th Annual conference of the IEEE, IECON '99 Proceedings, 1999.