

전력선통신을 이용한 전력 부가 서비스 시스템의 모델

박병석*, 임용훈, 현덕화, 조선구
한전 전력연구원

The Design of Value added Service Model of Power Utility using PowerLine Carrier

Byung Seok Park*, YongHoon Lim, DuckHwa Hyun, SeonKu Cho
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - 최근 국내 전력회사의 구조 조정이 구체화 됨은 물론 세계적으로도 전력회사의 구조조정이 가속화 되어가고 있다. 기존의 독점체제에서 점차 경쟁 체제로 기업환경이 변화되고 있으며, 이에 따라 전력회사들은 기존의 단순한 전력공급이외에 다양한 부가서비스를 제공하기 위한 통신망을 구축하고자한다. 본 논문에서는 전력선 통신망을 이용하여 전력선 통신을 위한 전력부가 서비스 시스템을 제안하였다. 제안된 통신망은 수용가에 다양한 편리 서비스를 제공함과 동시에 수용가에 대한 AMR, 수요관리 등의 전력회사의 주요한 응용을 제공할 수 있도록 설계되었다.

1. 서 론

전력선을 전송 매체로 사용하여 제어 및 통신 네트워크를 구축하는 것은 별도의 배선이 필요없이 전원계통을 통하여 네트워크를 구성 가능하여 전체 시스템의 구축과 유지보수가 용이한 장점을 갖는다. 아울러 전력회사의 입장에서 이미 갖추어진 전력계통의 기반시설을 이용하느니 설비의 제어 및 감시, 원격검침 등 광범위한 분야에 걸쳐 활용이 가능하여 전력선을 이용한 제어통신망의 구축은 의의가 아주 크다 할 수 있다.[1]

더욱이, 세계적인 전력산업의 구조개편 방향과 함께 기존의 안정된 전력 공급으로는 전력시장의 경쟁환경에 열악한 수익환경을 초래하게 된다. 이러한 수익구조의 약화는 더욱 심각하게는 미국 캘리포니아주에서의 경우 처럼 사회기반시설인 전력설비에의 투자를 약화시켜, 사회전반에 걸쳐 지대한 부작용을 초래하기도 한다.

따라서, 기존의 대규모 수용가만이 전력 수급과 이용의 효율적인 관리 대상이었으나, 이제는 전력 공급의 최말단인 일반 가정에까지 전력공급과 이용의 효율성을 관리하는 추세로 변화하고 있다.

이처럼 전력시장에서의 경쟁력을 높이기 위한 부가서비스 제공과 에너지 이용 효율화를 높이기 위한 전력부가 서비스 시스템의 구축은 필수적이며, 이탈리아의 전력회사인 Enel은 대표적인 선도업체로서 전력선통신과 장거리 무선 통신망을 이용하여 각 가정의 전력부가 서비스 시스템을 2천700만 가구에 시설중에 있다. 아울러 일본의 경우도 ECHONET 컨소시엄과 PLANET 시범사업을 통하여 약 천가구에 전력부가 서비스를 시범 운영하고 있다.

국내의 경우도, 이미 전력계통회사와 발전회사로 전력산업을 분할하였으며, 배전계통의 복수분할 및 송전과 배전의 분리를 계획하고 있다. 따라서 전력부가 서비스 시스템의 개발을 진지하게 고려할 필요가 증대되고 있는 이 시점에서 전력선 통신을 이용한 기초적인 전력부가 서비스 모델을 살펴 보기로 하였다.

본 논문에서 제안된 전력 부가서비스 시스템은 전력선 통신망을 이용하여 저압 수용가에 수요관리(Demand Side Management; DSM), AMR(Automatic Meter Reading) 및 수용가 부가 서비스를 제공할 수 있는 구조로서 구체적인 구성요소의 기능과 구성에 대하여

알아보겠다.

2. 전력 부가서비스 시스템의 기본 구성

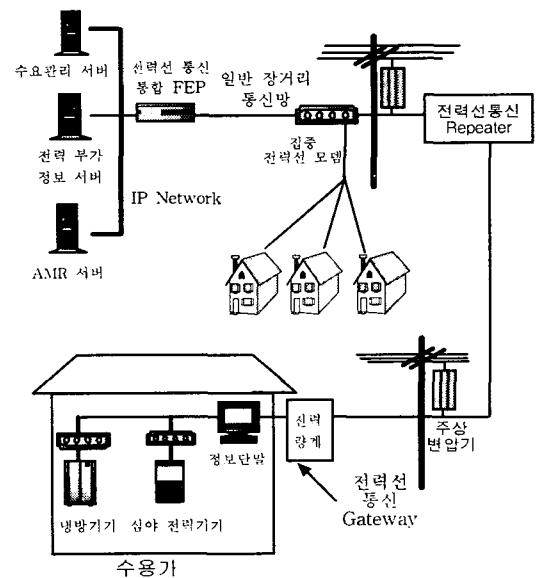


그림 1. 전력부가서비스의 기본 개요

전력부가 서비스 시스템은 크게 해당 서비스를 관장하는 서버와 전력선 통신 FEP, 집중 전력선 모뎀, 옥내 전력선 통신 Gateway 및 말단의 단말로 구성된다. 대규모의 저압 수용가를 수용하기 위하여 각각의 서비스에 해당하는 서버를 독립적으로 구축하며, 다수의 서버로부터의 동시다발적인 통신 요구를 스케줄링하기 위한 전력선 통신 FEP를 운영 사무실에 설치한다.

변대수에 위치한 집중 전력선 모뎀은 FEP로부터 일반 장거리 통신망 전송된 패킷을 저압 220V 전력선 채널에 재전송하는 역할을 수행할 뿐만아니라, 각 수용가에 설치된 전력선 통신 gateway의 감시 및 관리기능을 수행한다. 국내의 배전계통은 하나의 변대수에 십여 가 수준의 수용가가 접속되는 구조이다. 따라서 일반 장거리 통신선로에대한 하부 단말의 접속 개소가 적어 경제성을 확보하기 어려운 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 다수의 인근 변대수에 위치한 수용가를 하나의 전력선 통신망으로 수용하기 위한 전력선 통신 Repeater를 220V 저압 선로에 취부하여 집중 전력선 모뎀에 접속되는 수용가를 확장할 수 있도록 한다. FEP로부터 전송된 명령 패킷은 옥내의 전자식 전력량계와 일체형으로 구성된 전력선 통신 Gateway에 의해 최종적으로 해당 단말에 전송된다. 전력부가 서비스의

주요 단말은 수요관리를 위한 전력선 통신 제어가 되는 냉방기기 및 심야 난방기기와 각종 전력이용 정보 및 부가서비스를 제공하기 위한 정보단말을 우선적으로 선정하였다.

2.1 전력 부가 서비스의 자가 통신망 구축 필요성

최근 정보통신 기술의 발달에 힘입어 Home Network에 대한 관심이 점차 높아지고 있으며, 국내의 경우 널리 보급된 초고속 인터넷을 기반으로 인터넷과 Home Network의 다양한 연계 시스템이 활발히 개발되고 있다. 그러나 이러한 시스템을 전력회사의 전력부가서비스로 직접적으로 채용하기에는 여러 가지 고려해야 할 사항들이 있다. 그 중 가장 두드러진 이유는 일관된 통신환경의 부재와 망 보급률을 들 수 있다. AMR이나 DSM과 같은 전력 서비스들은 전체 수용가에 통신망이 구축되었을 때, 그 효율성이 나타난다. 즉 일정지역내의 전체 수용가가 빠짐없이 전력 부가서비스 통신망에 연결되었을 때, 통합적인 자료 수집과 인력절감의 효과가 발생될 것이다.

또한 기존의 초고속 통신망은 ADSL, HFC, HomeLAN 등 다양한 통신환경과 함께 수용가 태내에 설치된 초고속 통신 Gateway의 규격이 일원화되어 있지 않아 전체 시스템의 운영과 유지보수에 많은 장애 요인을 내포하고 있다.

2.2 전력선 통신 FEP

동일한 전력선 통신 네트워크를 통하여 다양한 서비스가 동시에 운영되기 위해서는, 각 서비스의 통신요구를 충족시키기 위해 스케줄링하고 관리하기 위한 전력선 통신 통합 FEP(Front End Processor)가 필요하다. 전력선 통신 FEP는 사내의 다양한 서비스를 담당하는 서버로부터 각 단말로의 통신 프레임을 IP 통신망으로 구성된 사내 데이터 통신망으로부터 수신하여, 전력선 통신망으로 전달하는 역할을 수행한다. 여러 서버로부터의 동시 다발적인 다중 처리 요구에 대하여, 우선순위 정책, 프레임 FIFO(First in First Out) 스케줄링 알고리즘 기법, 전력선 통신 채널에서의 통신 장애처리, 각종 단말의 NMS(Network Management System)의 기능 등 전력선 통신 채널의 총체적인 부분을 담당한다. 그림 4에 전력선 통신의 논리적인 구성 요소와 통신 계층을 나타내었다. 응용계층의 서버는 단말의 제어요소를 감시 및 제어하기 위하여 데이터 프레임용 FEP에 IP(Internet Protocol)로 전송하면 FEP는 IP 패킷을 조립하고 헤더를 제거하여 순수한 응용 계층의 프로토콜만 추출한 뒤, 전력선 통신 채널의 프로토콜로 encapsulation한 뒤 재전송한다.

2.1 전력선 통신 Gateway

옥내의 전력선 통신 통신 Gateway는 전자식 전력량계와 일체형으로 고안되었다. 아울러 심야전력 사용을 위하여 내부에 전력 계측 모듈을 2조 내장한 구조로 설계하였다.

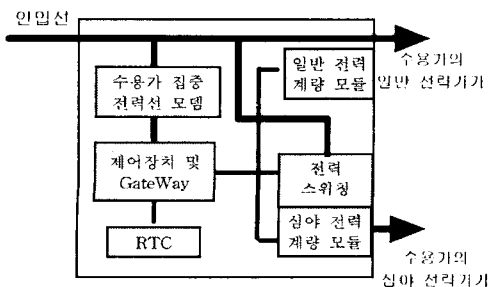


그림 2. 전력선 통신 Gateway의 구조

2.3. 전력부가 서비스의 프로토콜 고려사항

전력선 통신을 이용한 전력 부가 서비스 망은 다양한 종류의 단말들이 단일한 전력선 통신망으로 통합되어 운영되는 통신망으로, 각 서비스별도 요구되는 전송 속도, 통신 안정성, 프로토콜 특성들이 서로간에 충돌없이 효율적으로 동작하도록 하여야 한다. 이처럼 다양한 단말을 효과적으로 수용하기 위해서는 제어 노드기능을 수행하는 집중 모뎀의 기능 설계가 매우 중요하다. 여러 가구에 설치된 다수의 부가서비스 단말들의 제어 계위, 우선 순위, 스케줄링 알고리즘, 긴급 통신 해결방안(Urgent Message Processing)등을 잘 정의하고 효과적인 알고리즘을 도출하여야 한다. 제어 계위는 한 수용가내에 모든 단말을 제어하는 제어장치를 위치시키는 방법과 전신주상의 집중모뎀에 여러 가구의 다양한 단말을 통합 제어하는 기능을 내장시키는 두가지 방안을 고려할 수 있으며, 시스템의 복잡도, 응답 특성, 신뢰성등을 잘 고려하여 설계되어야 한다. 아울러 이러한 알고리즘이 잘 동작 할 수 있도록 안정적인 통신 프로토콜이 설계되어야 하며, 설계된 프로토콜은 다양한 통신요구에 적절하고도 신속한 통신 채널을 보장한다.

- 스케줄링 알고리즘 설계
- 우선 순위 및 제어 계층 설정
- 긴급 통신 해결 방법
- 단말기기와 집중모뎀간의 프로토콜 설계

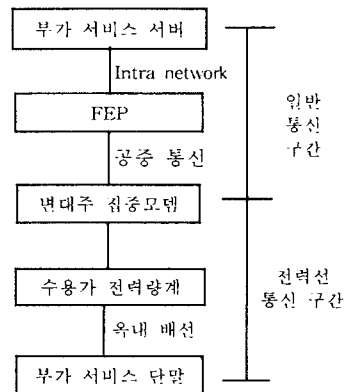


그림 3. 전력 부가서비스 시스템의 통신 계위

2.4 전력선 부가 서비스용 정보 단말

전력 부가서비스 단말은 기존의 수동적인 전력 공급 및 사용을 상호간에 양방향 전력선 통신을 이용하여, 냉난방 기기의 제어 및 정보조회등의 능동적이고 지능적인 전력사용 및 공급시스템으로 개선할 뿐만 아니라, 다양한 부가서비스를 함께 제공하여, 전력회사의 부가 가치를 높일 수 있도록 하는 획기적인 기능을 수행한다. 냉난방 기기의 감시 및 제어기능을 수행하는 단말을 설계하고, 이를 감시 제어하며, 정보를 나타내는 정보 단말로 구성된다. 냉난방기기용 단말은 전력선 통신 기능, 사용자 전력 계량기능, On/Off제어 기능, 시스템 상태 수집기능 등을 가지도록 설계한다. 정보단말은 현재 사용 전력량의 조회, 요금 제도 변경, 각종 휴전 정보 및 전기이용 정보 표시 등 전력회사 서버와의 연계기능과 가정내 설치된 냉난방 기기의 정보조회 및 설정 등 내부 기기의 관리 기능을 가지도록 한다.

2.5 전력선 부가 서비스용 서버

저압 수용가용 전력서비스 서버는 수요관리(혹은 직접 부하제어) 제어 서버와 수용가 고객에 대한 정보 단말 운용 서버로 나눌 수 있으며, 각각의 서버는 전력선 통신 통합 FEP와 IP Network으로 연계되어 수용가에 설치된 단말을 제어감시하고, 관리한다. 수요관리 서버는 고객의 약정사항과 단말의 구동정보 등을 데이터 베이스에 저장하고, 정해진 스케줄링 알고리즘에 따라서 기기들의 제어관리하며, 기기들의 이상 장애, 강제 On/Off 제어 등의 각종 이벤트 정보를 수집하고 저장한다. 수용가 정보단말 서버는 다양한 부가정보를 수용가 단말에 제공하기 위한 관련 정보를 저장하며, 수용가의 정보 요구에 응답하여 정보의 가공 및 전송을 담당한다.

지능적인 전력 공급 및 제어를 위해서 기 개발된 냉난방기기 제어 모듈, 정보 단말을 실제 저압 수용가에 설치하고 전력선 통신망을 구축하도록 한다. 현장 설치시에 장비들의 파손 및 오 동작을 방지할 수 있도록 외장함체의 가공을 주의하여 설치되어야 하며, 기기들 간의 케이블 배선에 오류가 없도록 하여야 할 것이다. 아울러, 집중 모뎀에서 전력 부가서비스 서버간의 전송망은 기존의 상용 통신망을 적용하며, 적절한 상용 통신망을 선택하여 입차 구축함으로써 원활한 동작이 가능하도록 한다.

3. 결 론

지금까지는 전력 소비량이 적고 관리대상이 너무 많아, 전력이용에 대한 저압 수용가의 감시 및 서비스가 미비하였으나, 최근 전력산업의 환경변화에 의해 전력공급의 최종단인 저압 일반 수용가에 대한 전력공급 및 이용에 대한 관리의 필요성이 점차 높아져가고 있는 실정이다.

본 논문에서는 전력선 통신을 이용하여 다수의 저압 수용가를 일반 장거리 통신망에 효과적으로 다중 접속될 수 있는 전력부가 서비스 모델을 제안하였다.

제안된 전력부가 서비스 모델은 전력회사의 AMR, 수요관리 등의 기본적인 서비스이외에도 수용가의 편의를 높일 수 있는 다양한 부가서비스를 제공할 수 있는 구조이다.

[참 고 문 헌]

- [1] D Radford, "New Spread Spectrum Technologies enable Low cost Control Applications for residential and Commercial Use", Intellon, 1997
- [2] D Radford, "Spread Spectrum Data Leap through AC Power Wiring", IEEE Spectrum, pp 48-53, Nov. 1996
- [3] R. W. Chang, "Orthogonal Frequency Division Multiplexing", US Patent 3,488,445, Jan 6, 1970