

전력선통신을 이용한 전력 부가 서비스 시스템의 개발

박병석⁰, 현덕화, 조선구, 오면택¹
 한전 전력연구원, ¹ 한국전력공사

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

Byung Seok Park⁰, Duck Hwa Hyun, Seon Ku Cho, Myun Tack Oh¹
 Korea Electric Power Research Institute, ¹ KEPCO

Abstract - 본 논문에서는 수요관리, 원격검침, 심야 전력관리, 고객 부가서비스 등 여러 서비스를 단일 전력선 통신망을 이용한 지능형 전력부가 서비스 시스템을 설계하였다. 설계된 시스템은 저압 수용가에 다양한 원격 서비스를 제공함과 동시에 수용가의 전력 에너지이용을 효과적으로 하도록 유도할 수 있으며, 다수의 수용가를 하나의 통신망으로 연결하여 경제성이 우수하다.

1. 서 론

전력선을 전송 매체로 사용하여 제어 및 통신 네트워크를 구축하는 것은 별도의 배선이 필요없이 전원계통을 통하여 네트워크 구성 가능하여 전체 시스템의 구축과 유지보수가 용이한 장점을 갖는다. 아울러 전력회사의 입장에서 이미 갖추어진 전력계통의 기반시설을 이용하여 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 경쟁 환경에 일약한 수익환경을 조래하게 된다. 이러한 수익구조의 약화는 더욱 심각하게는 미국 캘리포니아 주에서의 경우처럼 사회기반시설인 전력설비에의 투자를 약화시켜, 사회진반에 걸쳐 지대한 부작용을 조래하기도 한다.

따라서, 기존의 대규모 수용가만이 전력 공급과 이용의 효율적인 관리 대상이었으나, 이제는 전력 공급의 최말단인 일반 가정까지 전력공급과 이용의 효율성을 관리하는 추세로 변화하고 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 전력부가서비스 모델을 살펴보기로 하였다.

본 논문에서 개발된 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 알아보았다.

2. 전력 부가서비스 시스템의 기본 구성

전력부가 서비스 시스템은 크게 해당 서비스를 관장하는 서버와 전력선 통신 FEP, CCPM(Concentrated Communication Processing Module), 전력량계 내장형 전력선 통신 Gateway 및 말단의 전력 단말로 구성된다.

대규모의 저압 수용가를 수용하기 위하여 각각의 서비스에 해당하는 서버를 독립적으로 구축하며, 다수의 서버로부터의 동시다발적인 통신 요구를 스케줄링하기 위한 전력선 통신 FEP을 운영 사무실에 설치한다.

변대주에 위치한 CCPM은 FEP로부터 일반 장거리 통신망을 통하여 전송된 패킷을 저압 220V 전력선 채널에 재전송하는 역할을 수행할 뿐만아니라, 각 수용가에 설치된 전력선 통신 gateway의 감시 및 관리기능을 수행한다.

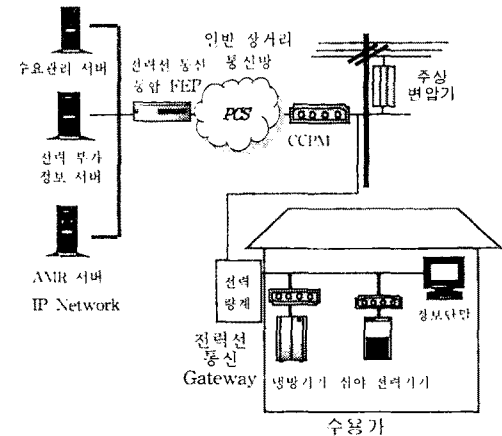


그림 1. 전력부가서비스의 기본 개요

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 제어기되는 생방기기 및 심야 난방기기와 각종 전력이용 정보 및 부가서비스를 제공하기 위한 정보단말을 우선적으로 선정하였다.

2.2 CCPM

CCPM은 일반 공중 통신망을 이용하여 서버로부터 전송되는 패킷을 전력선 통신망으로 전송하는 역할을 수행하는 장치이다. 그림 2에 CCPM의 구성을 보였다.

일반 공중 통신망중에 상대적으로 저렴한 PCS 데이터 링크가 경제적으로는 유리하나, 전력부가서비스의 정보 단말 기기의 경우, 저압 고객으로부터 전력 부가 서버로 상향 트래픽이 임의적으로 발생한다. 이때, PCS 무선 모델은 호 설정 과정을 거쳐야 전력 부가서버로 통신 채널이 형성되므로 지연이 발생한다.

케이블 TV 통신망을 이용하는 HFC 네트워크는 고속의 전송 속도를 제공하면서도, ADSI보다 전송 거리가 길고, call setup이 필요없이 항상 통신망에 연결되어 있어, 전력부가서비스 시스템에 적합하다.

CCPM은 내부에 두개의 모델을 모두 실장가능 하도록 설계하였으며, 주변환경 및 목적에 따라서 적절한 통신 방법을 선정할 수 있도록 하였다. 아울러 장거리 통신망

에 연결되는 수용가의 수를 높이기 위한 방법으로 단거리 무선 모뎀을 이용한다. CCPM의 주요 펌웨어는 각 CCPM에 연결된 능동형 무선 전력선 브릿지(ARPB : Active RF PLC Bridge)와 해당 ARPB를 통하여 연결가능한 전력선 모뎀의 주소에 관한 정보를 획득하고 유지하는 기능을 가지고 있다. 이외에도 현장에서의 기기설정을 위한 현장 콘솔 포트와 CCPM이 설치된 저압 계통상의 전력선통신 채널 구성을 위한 전력선 모뎀 등이 주요 구성 모듈이다.

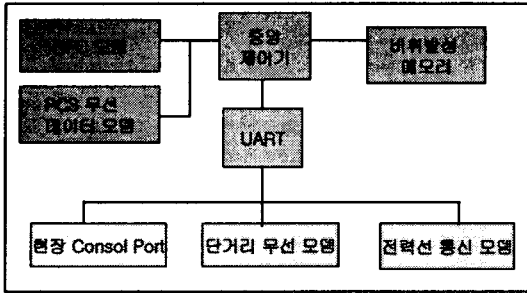


그림 2. CCPM의 구성

2.1 전력선 통신망의 확장 구조

국내의 배전계통은 하나의 변대주에 십여 가구 정도의 수용가가 접속되는 구조이다. 따라서 일반 장거리 통신선로에 대한 하부 단말의 접속 개소가 적어 경제성을 확보하기 어려운 단점이 있다. 이를 해결하기 위하여 다수의 인근 변대주상에 위치한 수용가를 하나의 전력선 통신망으로 수용하기 위한 전력선 통신 Bridge를 220V 저압 선로에 취부하여 집중 전력선 모뎀에 접속되는 수용가를 확장할 수 있도록 한다.

저압 전력선 수용가 확장용 전력선 통신 브리지에는 수동형(PPB : Passive PLC Bridge)과 능동형(ARPB : Active RF PLC Bridge) 두가지를 설계하였다. PPB는 인근 저압 계통을 연결하는데 있어 고주파 신호만을 전송하도록 제작된 고주파 필터를 이용하는 방식이며, ARPB는 무선 모뎀을 내장하여 CCPM으로부터 송신된 무선 신호를 수신하여 전력선 통신 모뎀으로 재전송하는 방식이다.

PPB는 전원을 소비하는 소자를 이용하지 않고, 소수의 부품을 이용하는 단순한 구조로 제작가능하여 신뢰성이 우수하나, 두 저압 계통이 바로 인접하여야 하는 단점이 있다.

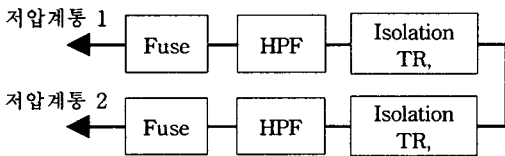


그림 3. PPB의 구성

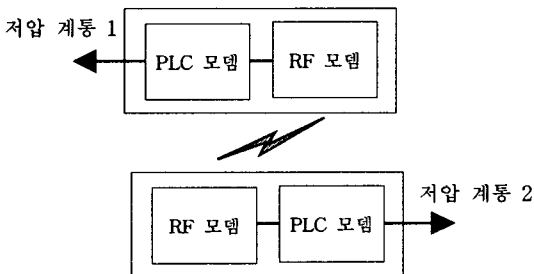


그림 4. ARPB의 구성

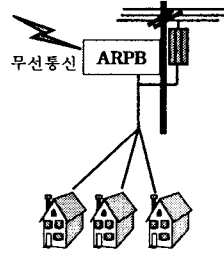
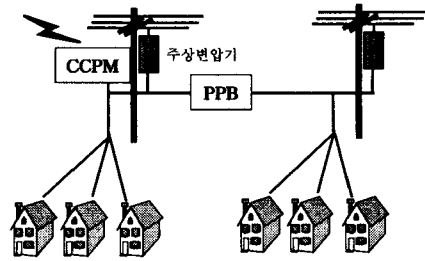


그림 5. 저압 계통 연계 Bridge

ARPB는 무선 모뎀과 전력선 모뎀을 일체화한 구조로서 저압 계통이 바로 인접되지 않은 경우에 적합한 방법이다. CCPM과 ARPB는 전력선 모뎀 검색 알고리즘을 내장하여, 상호 정보를 교류함으로써, 해당 주소의 ARPB에 접속된 전력선 모뎀정보를 주기적으로 갱신하여 유지한다. 아울러, 단순히 CCPM과 직접으로 연결가능한 ARPB의 전력선 모뎀 링크를 관리하는 것이 아닌 다수의 ARPB간의 증계를 통하여 전력선 모뎀을 CCPM과 연계시킬 수 있도록 라우팅 알고리즘과 전력선 모뎀 검색 알고리즘을 동적으로 갱신하여 동작한다.

그림 3에 PPB의 구성을 나타내었으며, 그림 4에는 ARPB의 구성을 나타내었다. PPB는 Isolation Transformer를 통하여 두 계통이 물리적인 페스로 직접 연결되는 구성이며, ARPB는 두개의 인접한 저압 계통을 RF 모뎀을 이용하여 연결시킬 뿐만아니라, 다양한 알고리즘을 적용하여, 전력선 모뎀의 연결 상태를 갱신 유지한다.

2.1 전력선 통신 Gateway

국내의 전력선 통신 Gateway는 전자식 전력량계와 일체형으로 고안되었다. 그림 6에 전력선 통신 Gateway 내장형 전자식 전력량계의 구성을 나타내었다.

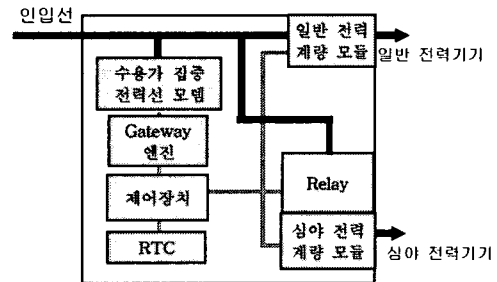


그림 6. 전력선 통신 Gateway의 구조

전력선 통신 Gateway는 원격 검침관련 전력선 트랙픽 처리, 수요관리, 전력부가서비스 등을 위한 옥내 전력

단말용 트래픽의 증계, 옥외 전력선 통신의 증계로 3가지 기능을 가진다. 이중 옥외 전력선 통신에서의 증계는 모든 전력선 통신 Gtaewon가 수행하는 것은 아니다. 전력선 모뎀에 수신되는 신호를 평가하여 적정 레벨이하 지역에서 재전송을 수행한다. 우선 CCPM, ARPB 혹은 PPB로부터 전송된 전력선 통신 패킷을 수신하면 조소를 검사하여 자신이 수신하여야 할 패킷인가를 비교하고 수신 패킷이면, 이후 원격 검침용 트래픽인가, 옥내용 트래픽인가를 다시 검사하여 원격 검침 트래픽은 내부의 제어 장치로 전송하고, 옥내용 트래픽이면 전력선 통신 프레임용 옥내용으로 변환하여 재전송한다. 만약 자기 자신이 수신할 패킷이 아니면 현재 옥외용 전력선 통신 증계 기능의 설정되었는가를 검사하여, 증계 기능이 설정되었으면 전력선 통신 프레임용 재전송한 뒤에 프레임의 메시지 번호를 내부 변수에 기록하여, 프레임의 무한 반복적인 재전송을 방지하도록 한다.

2.3. 전력부가 서비스의 프로토콜 고려사항

전력선 통신을 이용한 전력 부가 서비스 망은 다양한 종류의 단말들이 단일한 전력선 통신망으로 통합되어 운영되는 통신망으로, 각 서비스별로 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 설계
- 긴급 통신 해결 방법
- 단말기와 집중모뎀간의 프로토콜 설계

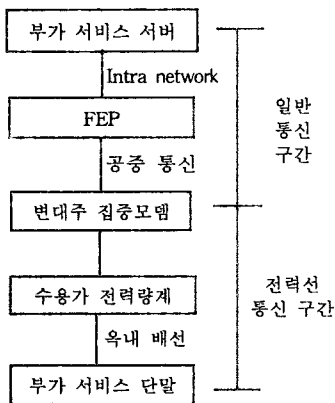


그림 3. 전력 부가서비스 시스템의 통신 계위

2.4 전력선 부가 서비스용 정보 단말

전력 부가서비스 단말은 기존의 수동적인 전력 공급 및 사용을 상호간에 양방향 전력선 통신을 이용하여, 냉

난방 기기의 제어 및 정보조회 등의 능동적이고 지능적인 전력사용 및 공급시스템으로 개선할 뿐만 아니라, 다양한 부가서비스를 함께 제공하여, 전력회사의 부가가치를 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, 사용 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 정보 조회 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.

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