

PLC를 이용한 저압 AMI(Advanced Metering Infrastructure) 시스템 구축

정준홍*, 김성만*, 정수미*, 김광영*, 김홍산*
한전KDN(주) 전력IT연구원*

Development of Low Voltage AMI(Advanced Metering Infrastructure) System using PLC

Joon-Hong Jung*, Sung-Man Kim*, Su-Mi Jung*, Kwang-Young Kim*, and Hong-San Kim*
KEPCO KDN Co., Ltd.*

Abstract - Currently, the major issue in power system is construction of smart grid. Unlike conventional electricity grids, smart grid allows two-way communication between electricity suppliers and consumers, as well as enabling more dispersed generation and storage of power. The AMI(advanced metering infrastructure) system is the core technology of smart grid and this paper deals with the design methodology of AMI System using PLC(power line communication) networks.

1. 서 론

스마트그리드(smart grid)는 전력산업 분야에서 떠오르는 새로운 핵심 키워드로써, 기존 발전-송변전-배전-판매의 단계로 이루어지던 단방향 전력 전송망의 흐름을 전력생산자와 소비자가 실시간 정보를 양방향 소통하도록 만드는 전력시스템의 새로운 패러다임을 제시하고 있다. 현재, 스마트그리드에 대한 연구개발은 전력계통, 분산전원, 전기자동차 분야 등에서 활발하게 진행 중에 있으며, 특히 우리나라에서는 제주 스마트그리드 실증단지를 중심으로 가시적인 Business 모델이 완성되어 가는 추세에 있다. 그러나 아직까지 스마트그리드는 실증 테스트 단계에 머물러 있어, 일반 수용가나 전력 사용자가 스마트그리드의 도입에 따른 현실적인 변화를 경험하기에는 기술개발 및 인프라 구축에 있어 좀 더 시간이 필요할 것으로 판단된다. 반면, 수용가의 전력사용량 정보를 계속하는 검침분야는 스마트그리드의 도입 이전부터 네트워크를 이용한 원격검침(AMR, automatic meter reading)에 대한 연구개발이 선행되어 있어 스마트그리드의 적용이 비교적 용이하며, 일반 전력소비가 가장 현실적으로 스마트그리드의 혜택을 경험할 수 있는 분야로써, 과거 인력을 통한 수동 전력량 검침방식에서 현재의 AMR 기반 원격검침시스템을 거쳐 점점 AMI(advanced metering infrastructure) 시스템으로 진화하고 있다[1]. AMI 시스템은 수용가의 전력 사용정보를 스마트미터(smart meter) 등 전자식전력량계를 통해 수집하는 것에서 시작하여, 수집된 정보를 분석 및 가공하여 다양한 전력사용 History를 전력공급자 또는 수용가에게 제공하고 수요반응(DR, demand response)을 위한 인프라를 제공하는 것을 주목적으로 하고 있으며[2], 우리나라에서도 KEPCO를 중심으로 AMI 구축사업이 활발히 진행되고 있다. KEPCO의 원격검침사업 추진계획에 따르면, 2013년까지 총 1,700만 저압고객에 대해서 AMI시스템을 도입할 예정이며, 2020년까지 스마트미터를 100% 보급함으로써, 전체 저압 원격검침가구(1,800만호)에 대한 AMI시스템 구축을 완료하겠다는 로드맵을 수립하고 있다. 아울러, 금년에만 75만대 이상의 스마트미터를 보급하겠다는 계획도 추진 중에 있다. 본 논문에서는 국내에 설치 및 운용되고 있는 PLC를 이용한 저압 AMI 시스템을 분석 및 검토함으로써, AMI 시스템의 구축방법에 대하여 살펴보고자 한다.

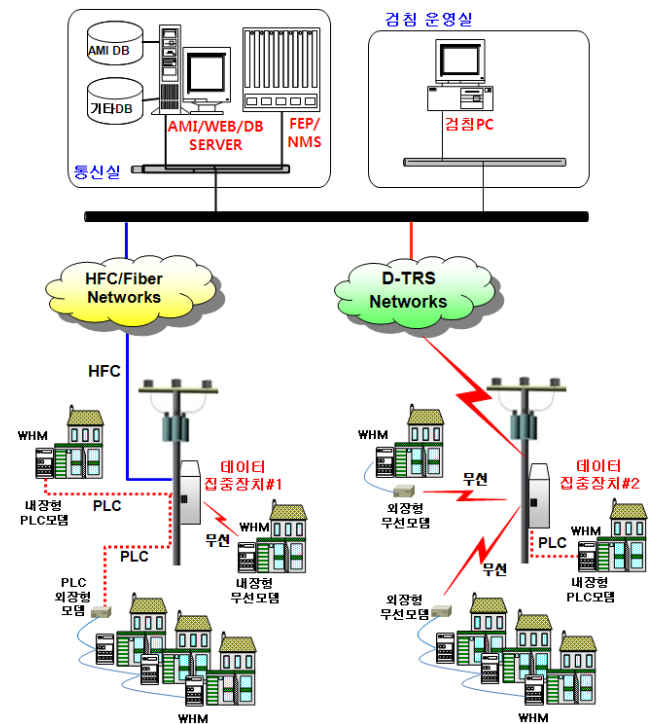
2. 본 론

2.1 저압 AMI 시스템

현재 KEPCO에서 구축중인 저압 AMI 시스템은 24Mbps급의 고속 PLC 통신을 근간으로 다양한 유·무선 통신을 융합한 검침 인프라를 구축하고, 이를 통해 원격에서 전력 사용량을 실시간으로 검침하는 한편 양방향 정보 교환을 가능토록 하는 시스템이다. 초기 AMR 시스템은 저속 PLC 통신이나 근거리 RF 통신을 이용하여 수용가의 전력사용량 정보를 수집하고, 해당 수집 정보를 상위 서버에 접속한 후 전송하는 단순한 Reading 기능만을 지닌 검침시스템이었다. 이후 저속 PLC 통신은 고속 PLC 통신으로 교체되었으며, 상위 통신에는 HFC(hybrid fiber

coaxial cable), B-CDMA(Binary CDMA), D-TRS(Digital TRS, TETRA) 등과 같은 다양한 통신망을 지원할 수 있도록 설계되었다.

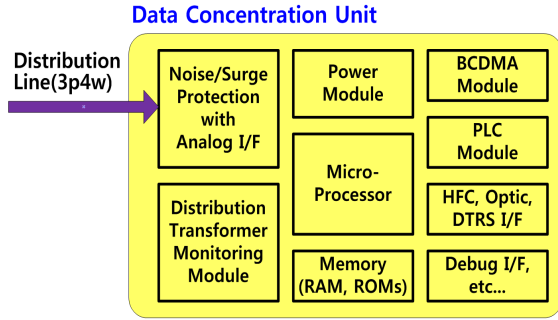
저압 AMI 시스템에서 가장 중요한 장치는 데이터집중장치(DCU, data concentration unit)로써, 현장에 설치되어 있는 표준형, E-type, 스마트미터 등 다양한 이기종 전자식 전력량계를 검침할 수 있는 기능을 갖추고 있으며, 국제통신 표준규격(IEC62056)[3],[4]에 기반하여 계기와 통신을 수행한다. 데이터집중장치는 전력량계로부터 고객의 전기사용 정보를 수집, 저장하는 한편, 상위 시스템에 입력되는 관리자의 명령을 통해 전력량계를 설정하거나 동작 상태를 모니터링 하는 등의 기능을 수행한다. 또한, 가정 내 설치된 IHD(에너지정보 표시장치, in home display) 등 PLC 기반 장치와 상호 통신하여 수용가에게 다양한 전력사용 정보를 제공할 수 있다. 데이터집중장치는 HFC, 광통신, D-TRS 등 간선망을 통하여 FEP(front end processor) 및 AMI 서버와 데이터 통신을 수행하고, PLC 또는 B-CDMA 등을 통하여 저압 전자식 전력량계와 DLMS/COSEM[3],[4] 기반의 국제 표준 검침프로토콜에 준하여 전력량계의 검침데이터를 수집, 저장 및 전송한다. 아울러, 인접 데이터집중장치와는 PLC 통신을 통해 간선망을 공유하는 기능을 지원하고 있으며, B-CDMA 통신을 이용하여 원격에서 데이터집중장치의 상태를 진단하는 콘솔기능을 제공한다. 그림 1은 저압 AMI 시스템의 전체 구성도를 나타낸다.



〈그림 1〉 저압 AMI 시스템 구성도
〈Fig. 1〉 Architecture of low voltage AMI system

데이터집중장치는 내부 구성별로 크게 전원부, PLC 통신부, BCDMA 통신부, 그리고 상위 시스템과 HFC, 광통신, D-TRS 통신 등을 수행하

는 인터페이스부 및 이들을 제어하는 32bit ARM기반 마이크로프로세서를 이용한 제어부로 나눌 수 있다. 그림 2는 데이터집중장치 블럭 구성도를 나타낸다.



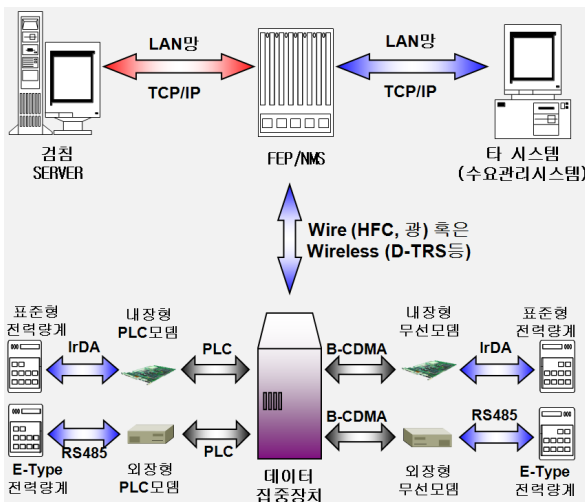
〈그림 2〉 데이터집중장치 블럭도
 〈Fig. 2〉 Block diagram of data concentration unit

데이터집중장치는 SNMP Agent 탑재 및 SNMP V1, V2, Common MIB 등을 지원하며, 장치당 최대 200대 이상의 전자식전력량계를 수용할 수 있는 데이터처리 능력 및 통신속도를 지원한다[5]. 하위 전자식 전력량계로부터 취득하는 주요 데이터는 정기검침, 현재검침, 계량기 구성정보(Meter ID, 시각정보, 정기검침일 정보, 계기정수 등), LP(load profile) 등이 있다. 일례로, 현재검침의 경우 데이터집중장치 하부의 모든 전자식전력량계에서 15분 이내에 해당 데이터를 취득한다.

부가적으로, 저압 AMI 시스템은 데이터집중장치가 변태주 등 기존 전력시설물에 추가로 설치되어 운영되는 점에 착안하여, 주상변압기의 부하정보 및 상태정보를 취득할 수 있도록 변압기 감시기능을 일체화하고 있다. 변압기 감시기능은 각 상별 전류 및 전압값을 계속하는 데서 더 나아가, 각 상별 유효전력량, 무효전력량, 역률까지 계속한 후 상위 서버 시스템에 전송함으로써 실시간 변압기 감시진단 시스템의 역할까지 수행할 수 있다.

2.2 상위시스템 구성 및 통신방식

저압 AMI 시스템은 상위부터 하위까지 검침서버, FEP, 데이터집중장치, 그리고 전자식전력량계로 구성되어 있으며, 이들 각 장치 사이에는 데이터 전송을 위한 PLC, HFC, B-CDMA, D-TRS 모델 등이 연계되어 있다. 검침서버는 전력량계에서 검침된 데이터를 저장하는 서버로서 웹서버와 데이터베이스 서버로 구성된다. FEP은 일반적으로 서버가 처리하는 과부하를 줄이기 위해 이용되며 데이터집중장치와 직접적으로 데이터 통신을 처리하는 모듈이 탑재되어 있다. 통신 측면에서 볼 때, 데이터집중장치는 PLC, B-CDMA 통신 등을 매체로 전자식전력량계에서 수집된 데이터를 FEP으로 전송하는 장치에 해당하며, Multi-Tasking, Multi-Threading, 네트워크 관리기능 및 계량 프로토콜 처리기능을 내장한 Gateway(또는 Router) 기능을 수행하는 통신장치라 할 수 있다.



〈그림 3〉 AMI 시스템간 통신방식
 〈Fig. 3〉 Communication method of AMI system

저압 AMI시스템은 데이터집중장치와 상위 검침서버간 통신방식에 따라 크게 HFC망을 이용하는 유선간선망과 D-TRS를 이용하는 무선간선망으로 구분할 수 있다. 그림 3은 AMI 시스템간 통신방식을 나타낸다.

수용가에 설치된 전자식 전력량계에서 주기적으로 취득된 각종 검침정보(LP, load profile)는 PLC, BCDMA 등 유무선 네트워크를 통해 데이터집중장치로 모두 취합되며, 데이터집중장치는 상위 검침서버에 취합된 검침정보를 HFC, Tetra 방식 DTRS 등 유무선 간선망을 통해 전송하는 구조를 갖는다. 저압 AMI 시스템간 통신방식은 다음과 같이 크게 4가지 경우의 통신방식으로 구분할 수 있다.

- 검침 서버와 FEP(Front End Processor) 장치간 통신방식
 - 내부 LAN(TCP/IP)을 이용한 고속 데이터 전송
- FEP과 데이터집중장치간 통신방식
 - 간선망(HFC, 광, DTRS) 등을 이용한 데이터 전송
- 데이터집중장치와 표준형 전자식전력량계간 통신방식
 - PLC 및 IrDA(적외선)를 이용한 데이터 전송
 - B-CDMA 및 IrDA(적외선)를 이용한 데이터 전송
- 데이터집중장치와 E-Type 전자식전력량계간 통신방식
 - PLC 및 RS485를 이용한 데이터 전송
 - B-CDMA 및 RS485를 이용한 데이터 전송

여기서, IrDA는 표준형 전자식전력량계(향후, G-type 전자식전력량계로 대체) 또는 스마트미터와 모뎀(PLC 또는 B-CDMA) 사이의 비접촉식 1:1 통신을 목적으로 사용되며, RS485 통신은 E-type 전자식전력량계와 모뎀사이의 N:1 통신에 사용된다.

3. 결 론

AMI 시스템은 다양한 유무선 통신을 이용하여 원격에서 전력 등의 에너지 사용량을 실시간으로 검침 및 양방향 정보교환을 가능토록 만들어주는 시스템으로, 수요반응 시스템 구축을 위해 검침된 에너지 사용량을 분석/관리하여 소비성향, 수요분석, 에너지 절감 및 대책 수립 등에 적용하는 등 효율적 에너지 활용 서비스를 제공한다. KEPCO의 스마트그리드 분야 투자규모는 2030년까지 8조원에 이를 전망이며, 이를 뒷받침하기 위해 2020년까지 전체 저압 원격검침 가구에 대한 AMI 시스템 구축을 완료하겠다는 로드맵을 수립하고 있다. 국내에서는 2010년도에 저압 수용가 50만 가구를 대상으로 AMI 시스템을 기 구축, 운용 중에 있으며, 2011년에는 이를 더욱 확대하여 저압 수용가 75만 가구를 대상으로 AMI 시스템을 구축할 예정이다. 또한, AMI 시스템과 유무선 통신으로 연계하여, 맥내에서 사용 중인 에너지정보(전력사용량 및 사용요금, 관련 History 정보)를 실시간으로 표시 가능한 IHD를 개발 및 2만 가구에 시범적용하고 있다. 본 논문에서 살펴본 바와 같이, 현재까지 구축된 국내 AMI 시스템은 유무선 통신을 네트워크 인프라로 이용하고 있는 바, Backbone 망에는 HFC, PLC, D-TRS를 이용하고 데이터집중장치와 계기간 통신망에는 PLC, B-CDMA 등을 사용하고 있다.

향후, 저압 PLC를 이용한 AMI 시스템은 전력사용량 정보만을 계속하고 관리하는 시스템에서 나아가 수도, 가스 등과 같은 다양한 에너지원에 대한 통합 원격검침 시스템으로 발전해갈 전망이며, 이러한 통합 원격검침 시스템은 거시적으로 검침시스템의 선진화 및 국가적인 에너지 정책수립에 직접적으로 이용될 수 있으며, 미시적으로는 일반 수용가의 자발적인 에너지 절약을 유도할 수 있으리라 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김상진 외, "전력IT 원론", 한전KDN(주) 전력IT연구원, 2008
- [2] S. Borenstein, M. Jaske, and A. Rosenfeld, "Dynamic Pricing, Advanced Metering, and Demand Response in Electricity Markets", Technical Report, CSEM WP 105, UCEI, Oct., 2002.
- [3] DLMS User Association, "DLMS/COSEM Architecture and Protocols", DLMS UA 1000-2, 7th edition, Nov., 2009.
- [4] IEC62056, "Electricity Metering - Data Exchange for Meter Reading, Tariff and Load Control".
- [5] 박재신, 이성훈, "D-TRS망 기반에서의 원격검침데이터 전송 방안에 대한 연구", 대한전기학회 스마트그리드연구회 학술대회 논문집, pp.1~4, May, 2010.