



스마트그리드용 고속PLC와 무선통신 융합기술



정강식

KEPCO ICT운영센터 PLC사업팀 차장

1. 개황

스마트 그리드의 핵심기술로서 한국전력공사의 전력선통신(PLC : Power Line Communication)과 무선융합기술이 큰 관심을 끌고 있다. 작년까지 55만호 AMI망 구축을 완료하고, 올해부터 75만호 망구축을

시작한 한국전력의 기술은 전 세계적으로도 유일하게 ISO 글로벌 스탠더드로 채택되었을 뿐만 아니라, 현장의 다양한 서비스 요구를 수용한 전력회사 고유의 특화 기술로도 평가를 받고 있다. 우리나라의 PLC 기술 개발의 역사에는 몇 가지 특징이 있다. 주파수 규제라는 법적 한계를 극복해 나가면서 전송 속도 중심의 기술

개발이 이루어졌으며, 동시에 국제표준화를 추진했다는 점이다. PLC 시장은 우리나라의 ISO 표준 PLC 기술과 유럽의 DS2(현재는 미국, Marvell에 합병됨) 칩 제조사를 중심으로 한 OPERA 포럼, 미국의 Intellon(현재는 Atheros사에 합병됨) 칩 제조사를 중심으로 한 Homg Plug 단체표준 등 삼파전이 형성되어 있었다. 우리나라는 그동안 한국전력공사의 기술 개발과 함께 자체 인프라인 전력선을 이용한 자가망 구축에 대한 의지와 노력으로 전력 사업에 적극 활용해 왔다. 그 결과 세계 최초로 대규모 고속 PLC 및 무선융합 통신을 기반으로 한 원격검침시스템 구축 사업을 성공리에 마칠 수가 있었다.

한국전력공사는 지난 1999년 산업자원부의 중기거점 사업에 참여하면서부터 PLC 기술 개발을 시작하였고, 이후 산·학·연 연계를 통해 PLC 포럼 참여, PLC 기술 개발 등 상용화 및 산업화, 국제 표준화의 과정 등을 수행하게 되었다.

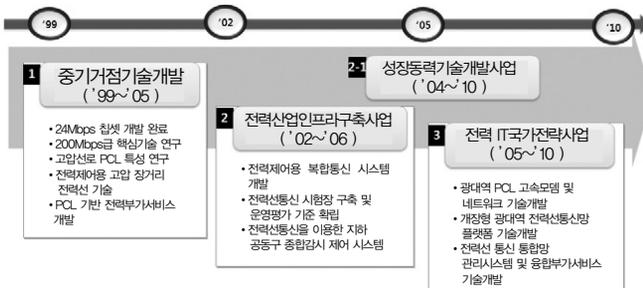
2. 현황

지난 2009년 7월 우리나라가 국제표준으로 채택시킨 고속 전력선 통신(High Speed PLC)은 별도의 통신선을 설치할 필요 없이 기존의 전력선을 이용하여 장비 제어 및 기기간 통신을 통해 원격검침, 지능형 전력관리 시스템 등과 같은 다양한 전력IT 서비스를 가능하게 하는 새로운 통신기술이다. 전력선 통신 관련 분야에서는 최초 국제표준(ISO)일 뿐만 아니라 선진국의 전유물이었던 ISO 속성절차(Fast Track)를 국내 최초로 활용, 성공적으로 국제표준화를 추진함으로써 우리 기술을 세계적으로 인정받게 되어 그 의미가 더욱 크다.

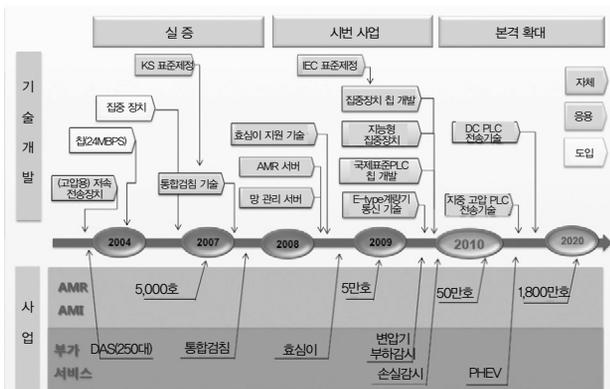
특히, 정보융합통신 서비스 및 전력IT 서비스를 위한 핵심 기술의 국제표준(ISO) 채택으로 인해 2030년 약 780억불로 예상되는 세계 스마트 그리드 시장 선점과 함께 2020년 약 1조 2천 억 원 규모의 국내 관련시장 성장의 필수기술로 활용될 전망이다.

전력선 통신 기술표준화 진행은 홈 제어 네트워크 시장이 먼저 열린다고 판단, 통신 속도 수 kbps 급 저속 전력선 통신 기술의 표준화 추진을 우선적으로 시작하였다. 하지만 삼성전자와 LG전자가 사용하고 있는 통신 물리계층 기술이 상이하여 통신 기술을 하나로 표준화시킬 수 없었던 것이 문제였다. 통신 기술 자체가 우리가 개발한 기술이 아니었기 때문에 수정·보완하는 것도 어려웠다. 더구나 양 회사의 양보를 기대하기는 현실적으로 무리였기 때문에 통신의 기본인 물리 계층 기술의 다양성을 인정할 수밖에 없었고 통신 상위계층의 API를 표준화하는 것에 만족해야만했다.

이러한 경험을 바탕으로 고속 전력선 통신 기술은 “표준이 산업을 선도한다”라는 인식하에 우리 기술을 기반으로 PHY/MAC 표준화를 추진하였는데, 이는 미국 IEEE P1901 WG에서의 고속 PLC 표준화 추진보다 몇 개월 빠른 것이다.



PLC 기술 개발 로드맵



PLC 기술 개발과 사업의 역사

국내 KS 표준화는 약 1년 6개월 동안 국내외 관련기업 으로부터 표준 기술후보를 제출받아 기술 검토 후 표준 기술을 선정하고, 공청회를 거쳐 KSX 4600-1로 제정 공포 하는 일정으로 추진되었는데, 국내에서는 처음 시도 하는 통신 칩 기술 표준화 활동이라 학습하면서 추진할 수밖에 없는 어려움이 있었다.

한국의 PLC 기술 표준화

표준명	구분	규격	등록
KS X 4600-1	국가 표준	고속PLC 정보교환기술	2006. 5
ISO/IEC12139-1	국제 표준	고속PLC 정보교환기술	2009. 7
(SPS-KOEMA3) 9014-1850	단체 표준	고속PLC 장치시험 표준	2010. 3

2006년도 5월 국내 KS 표준 제정 공포 당시에는 고속 PLC 관련 국제 표준이 없었다. 7월 ISO/IEC JTC1/SC6 체코 프라하 회의에서 국제표준으로 등록하고자, 기술표준원을 중심으로 한전, 한국산업기술대, 전기연구원 등이 참여하여 '대한민국' 이름으로 NP(New Work Item Proposal)를 제출하였는데 몇몇 국가들의 심한 반대가 있었다. 반대 국가들의 논리는 IEEE 등에서 표준화를 추진 중에 있다는 것이었다. 10월 투표결과 아깝게도 근소한 차이로 NP채택에 실패하였다.

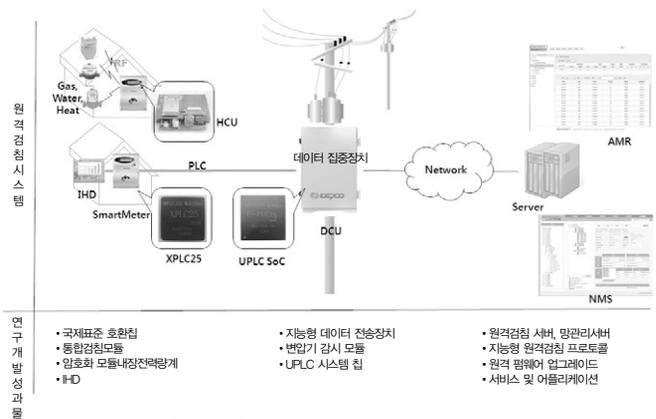
1차 도전 실패 후, 고심 끝에 2008년도 2월에 일반코스 (Normal Track)가 아닌 속성코스 (Fast Track)로 ISO/IEC 국제 표준에 재도전하였다. 속성 코스에서도 몇몇 국가들의 심한 반대가 있었지만 같은해 8월 투표 결과 승인을 받았고, 2009년 7월 ISO/IEC 12139-1 이란 표준으로 정식으로 발간하였다.

국제기구	ISO/IEC	IEEE	ITU-T		
국가	KOREA	USA	JAPAN	EUROPE	기타
(S D O)	기술표준원	NIST	JISC	ETSI	CENELEC
C B S)	KEPCO	HDPLC	CEPCA UPA	OPERA	In-home Coexistence Access
Promotion	고속PLC 표준 기술연구회	PLCA UPLC	plcforum HomeGrid	PUA	
(Regulation)	전파법	FCC Federal Communications Commission	Radio Act	CISPR	

고속 PLC 국제 표준화 추진체계

가. 자체 보유기술 개요 및 분석

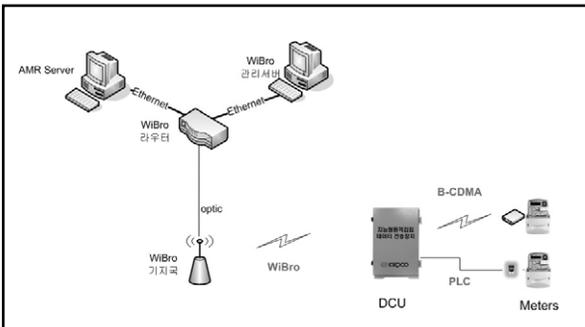
한전은 십여 년 간의 기술 개발 경험을 통해 PLC 기술을 보유하고, PLC를 이용하여 전력산업에 응용하였다. PLC 기술은 대부분 고객과 집중 장치간의 통신에 활용되고 있으며, 그 중심에 24Mbps의 PLC 칩셋 기술이 위치하고 있다. 구내 통신과 간선망을 연계하는 중심에는 데이터 집중장치가 있다. 데이터 집중장치는 고객의 전기 사용량을 전자식 전력량계로부터 수집하여, 원격서버로 전송하는 원격검침 시스템의 핵심적인 역할을 수행하고 있다. 데이터 전송장치는 PLC를 비롯해 각종 유무선 통신을 활용하여 구내 통신 및 간선망을 연계하여야 하며, 다수의 프로토콜을 수용하여야 한다. 집중 장치와 서버는 WAN으로 연결되어 고객의 원격검침 데이터를 수집·저장·활용하게 된다.



원격검침 시스템과 보유기술

나. PLC 및 무선 융합기술 실증사업

한국전력의 전력선 통신과 무선기술과의 융합은 고속 PLC 기술을 국내 뿐만 아니라 해외진출을 통한 글로벌 사업화를 견인한 또다른 기술로도 손꼽힌다. 원격검침은 각 가정의 계량기로부터 수십 개의 계량기 데이터를 수집하는 데이터수집장치(DCU)와 함께 원격으로 서버 전송해야 하는 데이터 수집 장치를 중심으로 수Km 이내의 Access Network와 수십km 이내의 WAN- 백본망(backbone network)으로 네트워크를 구분할 수가 있다.



PLC 융합 시스템 구성도(WAN - Access Network)

하나의 DCU를 통해 Backbone망에 연결될 수 있는 경우도 있지만, 원격검침망의 유연한 확장을 위하여 DCU간의 Master-Slave로 계층을 나누어서 구성되기도 한다. DCU와 계량기간 1:N 통신이면서 DCU간에도 1:N의 구조를 가짐으로 트리구조를 형성하게 된다. 계량기에서 DCU로의 네트워크를 Access Network로 DCU들 간의 네트워크 구성을 NAN(Neighborhood Area Network)으로 한다. NAN구간의 통신방식에는 PLC 및 Binary CDMA 로 구성되어, 인접 변대주간 통신 기능으로 DCU간에 확장성을 높인다.

네트워크 구성에 있어서 채택된 유·무선 통신 기술들은 액세스 망과 백본 망 그리고 응용 프로그램 통신에 사용된 기술들이 모두 국내에서 원천 기술을 갖고 있다

는 특징이 있다. PLC 기술은 대내 및 전선의 채널 환경과 부하의 종류에 큰 영향을 받고 있으며, Binary CDMA는 건물 등 물리적 환경에 의해 전파 음영지역을 갖기 때문에 PLC와 Binary CDMA는 경쟁기술이 아닌 AMI 적용상 '도심지역 대 농어촌 지역용' 과 같이 상호 보완적인 대체 기술이라 할 수 있다.

융합기술 비교표

분 류	고속 PLC	B-CDMA	WiBro(WiMax)
원천기술 보유	KEPCO 등	전자부품연구원	ETRI, 삼성
전송 속도	24 Mbps	55 Mbps	10 Mbps
통달 거리	100m 내외 (옥외 저압선로)	500m (가시권 확보, 야외)	5~10 km (가시권 확보, 야외)
암호화	128bit AES	128bit AES	128bit AES
이용 주파수 (대역폭)	1.6 ~ 24MHz (22.4MHz)	비허가 대역 2.4 ~ 2.48GHz (8M/16MHz)	허가 대역 2.5GHz (8.75MHz)
채널 수	256	10/5	864
기술 표준	KS X 4600-1 ISO/IEC 12139-1	KS X 4650-1, ISO/IEC 24771	IEEE 802.16
주 적용분야	AMR, 인터넷 등	영상 전송, 군 통신	휴대 인터넷
전력회사 주 적용분야	원격검침 가입자망	농어촌 원격검침 가입자망	농어촌 간선망

시범사업은 한전 전력연구원이 기술 개발에 참여하여 보유하고 된 연구 성과물을 총체적으로 적용한 사례이다. 전력IT 성과물인 24Mbps 급 칩셋과 PLC SoC를 내장하여 개발한 DCU 및 개발한 원격검침 서버까지 본 시범 Site 내에 흡수하였다. PLC와 융합 기술을 이용한 원격검침시스템 상에서 각 구간의 네트워크를 구성함에 있어 PLC와 근거리 무선통신인 Binary CDMA와 광역 이동무선통신인 WiBro 기술을 채택하였고, 이에 융합의 타당성과 효율성을 검증하고자 실증 시범사업을 수행하였다. 광대역 무선통신을 WAN으로 융합하여 이용하고자 한전은 삼성전자와 MOU를 맺었고(2010. 1), 제주 전파 관리소에 무선국 허가 신청을 하여 2.5GHz대역의 주파수 대역을 허가 받아 제주 지역에 WiBro와 PLC를 융합한 시범 사이트를 구축하였다.

시범 사이트는 제주특별자치도 어음리 지역에 WiBro 기지국을 설치하였고, 약 3Km의 거리 내에 집중 장치를 설치하였다. 집중 장치와 하위 계량기 및 감시용 장치와는 반경 2~3Km 내에 위치하며, 서버는 제주시내 중심가에 위치한 한국전력 제주지사 통신실에 설치되었다.

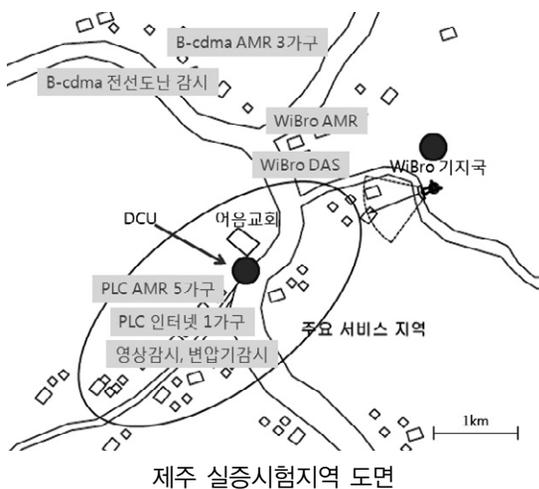
집중 장치는 하위 계량기와 PLC 또는 Binary CDMA를 통해 검침데이터 수집을 한다. 집중 장치가 설치된 변대주는 영상 감시와 변압기 감시 동작을 수행하고, 수Km

떨어진 지역의 전선 도난여부를 감시하며, Binary CDMA기술이 사용된다. 또한, 집중 장치의 라우팅 기능을 통해 집중 장치의 인근에 있는 고객들에게 인터넷을 제공한다. 고객의 댁내에는 24Mbps급 PLC 모뎀을 설치하여 인터넷 환경을 만들었다. 모든 응용 서비스들은 집중 장치가 설치된 변대주 이하의 NAN 내에 적용이 된 것들이다. 집중 장치는 서비스를 수행하기 위해 WAN과 연결되는데, 시범사업에서는 WiBro 사업자 망으로 구성하였다.

3. 전망

시범사업을 종합하면 주 타겟 서비스였던 PLC-WiBro 원격검침, Binary CDMA-WiBro 원격검침을 성공리에 수행하였고, 기타 부가서비스로 댁내 인터넷 서비스, 변압기 감시, 전선도난 감시, 화상 감시도 성공함으로써 고속 PLC 기술과 무선 통신 기술과의 융합 기술 가능성을 검증하는 계기가 되었다. WiBro 망을 통한 고압고객의 직접 검침 및 배전자동화의 경우, 관련된 프로토콜의 검토 및 개발 등에서 다소 시간이 소요되어 올해 추가로 검증할 예정이다.

PLC와 무선 융합기술의 또 다른 사례로 충남 가의도에 위성을 이용한 PLC 인터넷 시범사업이 있다. 가의도의 백본망은 한전에서 도서지역의 통신망으로 구축해 놓은 무궁화 3호를 이용한 위성통신망을 이용하고 있으며, 주파수 대역으로는 14.228~14.236GHz대역의 8MHz를 사용하고 있다. 이 위성 회선의 평균속도는 하향 3Mbps/ 상향 1.5Mbps 급으로 평상시 인터넷, 음성 전화 등에 활용되어 왔으며, 한전에서는 사내 영상방송, 도서발전소 통신망, 지진관측, 배전자동화, 위기관리시스템 등에 사용하고 있다.





위성-PLC 융합 시범사업 구성도

시범사업은 한전이 자가 보유한 위성망과 PLC 망을 이용하여 가의도에서는 한전 근무자 가정에 인터넷 서비스를 제공하였고, 그 결과는 하향 2.29Mbps / 상향 1.4 Mbps 급으로 평상시 위성을 통해 제공하던 인터넷 속도와 큰 차이가 없어 인터넷 요구 속도가 크지 않은 도서지역의 Last Mile 솔루션으로 대체 가능성을 보여주었다. 위성 + PLC 모델은 광 통신망 조차 설치가 어려운 산간, 도서, 사막 지역 등이 타겟이 될 전망이다. KEA