

# PLC 산업화 현황과 전망

임수빈 | (주)젤라인 연구소장

PLC(Power Line Communication)란 기존에 구축되어 전기가 공급되는 전력선을 통해 디지털 데이터를 전송하는 통신 기술이다. 속도를 기준으로 보면, 저주파의 협대역을 사용한 수 kbps (kilo bits per second) 급의 저속 PLC와 고주파의 광대역을 사용한 수~수백 Mbps (Mega bits per second) 급의 고속 PLC로 구분할 수 있다. 또한 전력선에 흐르는 전압을 기준으로 보면, 10kV 이상의 고압용 PLC와 가정 및 사무실 등에서 사용하는 110V/220V의 저압용 PLC로 나눌 수 있다.

수년 전까지만 해도 PLC는 연결되어 있는 다양한 기기로 인한 부하임피던스 변화와 임펄스성 잡음 등의 취약한 채널환경으로 인해 신뢰성 면에서 문제가 많았다. 그러나 최근 몇 년 사이에 통신 기술, 신호 처리 기술, 반도체 기술 등의 비약적인 발전에 의해 이러한 통신채널 상의 난점은 극복된 상태이다. PLC의 최대장점은 이미 구축되어 있는 전력선을 통신매체로 사용하기 때문에 타 통신방식에 비해 초기 구축비용이 저렴하다는 점이다. 또한 도처에 전력선이 없는곳이 없기 때문에 확장성 또한 뛰어나다고 할 수 있다. 이러한 장점들 때문에 PLC는 홈 네트



워킹 뿐 아니라 가입자망 기술로도 가장 경쟁력있는 기술로 평가되고 있다.

본 기고에서는 다양한 분야에 적용될 수 있는 고속 PLC를 중심으로 PLC 기술의 개발현황을 살펴보고, 주요 응용분야를 기술하였다. 현재 해외와 국내에서 진행되고 있는 PLC 산업화 현황을 소개하고, 차후 전개될 PLC의 전망을 예측해 보았다.

## 1. 고속 PLC 개발현황

전력선 채널에서 고주파 대역의 사용은 저주파 대역 보다 상대적으로 임피던스 변화폭, 잡음레벨, 임펄스성 잡음이 작으며, 상 (phase) 간에 커플링 효과가 크다. 그러나 단점으로 생각되던 전력선 채널



의 주파수 선택적 페이딩 현상, RFI (Radio Frequency Interference) 잡음 등은 통신기술의 발전으로 극복되었다. 또한 칩 구현과 관련해서 고속 및 고집적 반도체 기술의 비약적인 발전으로 소비전력, 가격 등의 문제는 극복되고 있다.

고속 PLC를 구현하기 위한 기술은 디지털 데이터를 전력선에 전송하기 위한 변복조 기술과 전력선 특성상 다수의 모뎀이 연결되기 때문에 채널을 공유하기 위한 다중접속 기술인 MAC (Medium Access Control) 기술로 크게 나눌 수 있다. 고속 PLC의 변복조 기술은 직교성을 이용해 인접한 반송파의 대역이 겹쳐지도록 배열한 Multi-carrier 방식을 사용하고 있다. Multi-carrier 방식은 이와 같은 대역폭의 고 효율성 뿐만 아니라, 채널의 상황에 맞게 전송모드를 가변하여 채널용량에 가장 근접한 형태로 데이터를 전송하기 때문에 속도는 물론 신뢰성을 보장해 준다. MAC 기술의 경우 무선에서 사용하는 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)를 기본으로 PLC 환경에 알맞게 변형하여 사용한다.

[표 1]은 국내 및 해외 고속 PLC 상용화 칩의 개발현황으로 아래와 같이 한국의 젤라인, 미국의 Intellon, 스페인의 DS2 등이 있다. 여기서 미국 Intellon은 PLC home networking을 위한 기술이며, 스페인의 DS2는 PLC access network을 위한 기술이다. 반면 한국의 젤라인은 PLC home networking은 물론 PLC access network를 모두

지원하며, 옥내/옥외 PLC 간의 공존을 보장하고 있다.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) 변조방식은 주로 무선 채널에 사용되는 것으로, 미국의 PLC home networking을 위한 HomePlug v1.0의 표준 변조방식으로 모든 subchannel에 동일한 비트 수를 할당하여 전송하는 방법이다. 그러나 DMT (Discrete Multi-Tone) 변조 방식은 OFDM과 달리 subchannel 별로 신호 대 잡음 비를 측정하여 채널의 감쇄, 왜곡, 간섭, 잡음 등이 작은 채널에 많은 정보 즉 bit 수를 전송하고, 그렇지 않은 채널에 bit 수를 적게 전송함으로써 subchannel 별로 적응 비트할당이 가능하기 때문에 채널용량에 가장 근접한 최적의 전송방식이라 할 수 있다. Duplex 방식도 신뢰성 있는 고속 PLC를 위해서는 매우 중요하다. Full duplex 방법인 FDD (Frequency Division Duplex)가 속도 면에서는 장점이 있지만, 하향 혹은 상향 중에 하나의 통신경로가 심한 채널손실 혹은 잡음 등의 영향으로 성능이 떨어지면 전체 시스템 신뢰성이 급격히 떨어지는 단점이 있다. 또한 전력선 채널의 경우 임피던스 변화 폭이 커서 송신 시 발생하는 echo 신호를 제거하기 위해 모뎀이 복잡해진다. 이와 같은 이유로 속도 면에서 손해를 보더라도 구현상 간단하고 광대역 사용의 신뢰성 있는 Half duplex 방법인 TDD (Time Division Duplex)를 선택하고 있다.

■ 표 1 \_ 고속 PLC 상용화 칩 개발

회사명 / 국가	전송속도	변조 / Duplex방식	사용 대역
젤라인 / 한국	24Mbps	DMT / Half	2~23MHz
Intellon / 미국	14Mbps	OFDM / Half	4~21MHz
DS2 / 스페인	45Mbps	DMT / Full	2~12MHz

■ ■ 그림 1 \_ 24Mbps급 XPLC21 칩이 내장된 PLC 모델



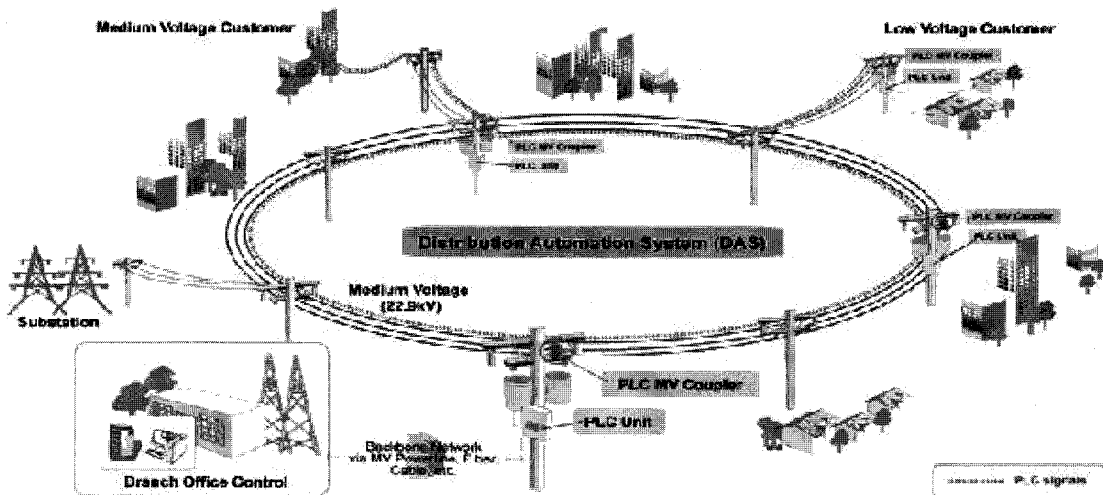
변복조와 MAC 기술 이외에도 전력선이라는 shared media 특성상 암호 (encryption) 기술이 필수적이며, PLC 네트워크의 유지관리 기술이 요구된다. 최근 고품질 Video/Audio 데이터를 전송하기 위한 200Mbps급 초고속 PLC의 기술개발에 PLC 업체들은 총력을 기울이고 있다. [그림 1]은 젤라인에서 개발한 24Mbps급 XPLC21 칩을 사용하여 상용화한 모델이다.

## 2. 주요 응용분야

전력회사의 경우, 원격 자동검침 (AMR : Automatic Meter Reading), 전력품질 관리, 배전 자동화 (DAS : Distribution Automation System) 등에 PLC를 쉽게 응용할 수 있다. 원격 자동검침 서비스는 각 가정의 전력량계에 PLC 모듈을 부착하여 원격에서 전력 사용량을 파악하기 위함이며, 배전자동화는 전력회사에서 사용하는 고압 (22.9KV) 배전선의 각종 장치를 감시 및 제어하는 시스템이다. 대부분의 고속 PLC 상용화는 전력회사를 중심으로 진행되고 있다. PLC는 전력회사의 배전자동화 네트워크 구축을 위한 최적의 방안으로 제시되고 있다. 이와 같은 배전자동화 및 원격 자동검침은 저속 PLC로도 기능상 문제가 없지만, 인터넷 등의 부가서비스와의 연계를 고려할 때 고속 PLC를 사용한 인프라 네트워크 구축은 전력회사의 새로운 비즈니스 모델을 창출시킬 것으로 예상된다.

인터넷 서비스 제공자의 경우 일반인들을 상대로

■ ■ 그림 2 \_ 고압망에서의 배전자동화 시스템 구성도





인터넷 액세스, 전력선 전화 (VoPL: Voice over Power Line), 홈 오토메이션 및 보안 서비스 등을 제공할 수 있다. 사용자들은 댁내에 있는 모든 콘센트를 통해 인터넷 서비스를 즐길 수 있으므로 xDSL 이나 Cable modem이 갖는 위치 제약에서 벗어날 수 있는 장점이 있다. 전력선 전화 (VoPL)는 VoIP (Voice over Internet Protocol)의 일종으로 전력선을 통한 전화서비스를 말한다.

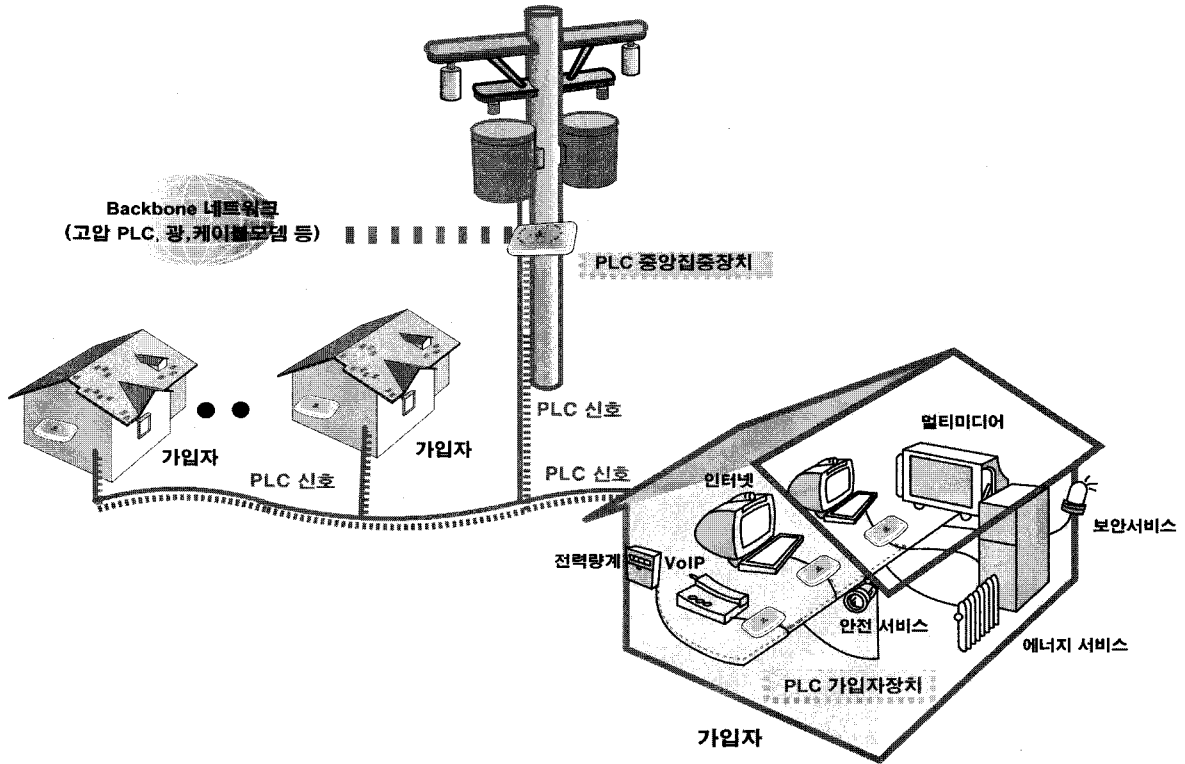
가전사의 경우 댁내에서 디지털 가전기기들 간의 홈 네트워킹 솔루션으로 PLC를 사용할 수 있다. 홈 RF, 무선랜, 블루투스 등 무선 홈 네트워킹 기술의 경우 댁내에서의 반사와 감쇄 등의 영향으로 음영지역이 존재하는 단점이 있다. 또한 IEEE1394, 이더

넷, 홈 PNA 같은 유선 홈 네트워킹 기술의 경우에는 댁내 통신을 위해 새로운 선을 포설해야 하는 문제점이 있다. PLC는 이러한 유, 무선 통신방식의 단점들을 모두 극복할 수 있으므로 홈 네트워킹에서 훌륭한 대안으로 부상하고 있다. 또한 최근 200Mbps급 초고속 PLC 기술을 사용해 홈 내 고품질 멀티미디어 네트워크 구축이 검토되고 있으며, 무선의 음영지역을 극복하는 대안으로 평가되고 있다.

### 3. 해외 및 국내 산업화 동향

해외에서는 PLC를 이용한 통신과 홈 네트워킹이

그림 3 \_ 저압망에서의 고속 PLC를 이용한 다양한 서비스 구성도



상용화 단계에 이르렀다. 미국의 경우 UPLC (United Power Line Council)가 중심이 되어 전력 회사의 상용화 프로젝트를 주도하고 있으며, 연방통신위원회 (FCC : Federal Communications Commission)는 2004년 10월에 고속 Access BPL (Broadband over Power Line)의 최종 rule을 발표하였다. Homeplug라는 단체는 고속 PLC home networking 표준화를 주도적으로 추진하고 있으며, 민영 전력사들 또한 PLC를 이용한 인터넷 액세스 및 IP Meter 사업을 추진 중에 있다. 미국에서는 이미 75개 이상의 실증실험이 이루어지고 있는데, 전력회사인 Cinergy는 현재 오하이오주에서 자사가 전력 서비스하고 있는 150만 가구 중 6만 가구에 PLC 서비스를 제공하고, 2006년에는 25만 가구 이상의 PLC 가입자를 확보할 예정이다. 또한 PPL사는 펜실베이니아주의 Allentown에 3천가구를 대상으로 PLC 서비스를 제공 중이고, Progress Energy사는 2005년부터 노스캐롤라이나와 사우스캐롤라이나주에 자사의 280만명이 넘는 고객을 대상으로 PLC 서비스를 공급할 계획이다.

유럽에서는 2004년부터 2008년까지 OPERA (Open PLC European Research Alliance) 프로젝트를 진행 중이며, 이는 유럽 전지역에 고속 PLC 구현 및 확장을 목표로 한다. 이 프로젝트는 유럽연합 PLC Forum의 지원하에 진행 중이며, 전력회사, 가전업체, 대학 등이 참여하고 있다. 가장 활발히 진행 중인 국가는 스페인으로서 전력회사인 Endesa Net Factory사가 그 중심에 있다. Endesa Net Factory사는 이미 Barcelona, Seville, Saragossa 지역에서 많은 가입자를 대상으로 인터넷 서비스 및 VoIP 서비스를 제공하고 있다. 중국에서는 MII (신식산업부)의 비준이 임박하여 금년부터 PLC 사업이 본격적으로 추진될 예정이다. 통신인프라 환경이

열악한 지역을 중심으로 VoPL 서비스를 준비 중이며, 대도시에서는 고속 PLC를 이용한 인터넷 서비스가 이루어지고 있다. 현재 중국에서 PLC를 이용하고 있는 인터넷 가입자 수는 2만명 내외로 미미한 수준이지만, 아직까지도 중국에는 전화선이 없는 마을이 7만개를 넘고 있어 향후 중국은 유럽과 더불어 가장 큰 PLC 시장이 될 수 있는 높은 잠재력을 보유하고 있다.

국내에서는 고속 PLC 상용화의 걸림돌이었던 전파법이 2004년 12월 국회에서 개정되었고, 하위 법률과 기술기준 등이 금년 6월내에 개정될 예정이어서 금년 상반기부터는 고속 PLC의 상용화가 가능해진다. 또한 산업자원부에서는 '전력 IT종합대책'을 발표하면서, 전력선을 이용한 고속 PLC를 2년내에 상용화하고, 국내시장은 물론 수출산업으로까지 전력선통신사업을 확대해 나갈 것이라고 했다. 현재 한국전력과 한전 KDN, 전기연구원, 전력연구원 및 젤라인 등은 고속 PLC 상용화를 위한 시범사업의 일환으로 대전 및 대구지역에서 1,500가구를 대상으로 원격 자동검침 (AMR) 및 인터넷 액세스 서비스를 진행 중이다. 향후 한국전력은 이번 시범사업을 통해 확보된 기술력을 바탕으로 원격 자동검침 및 인터넷 액세스 서비스를 위한 인프라 구축이 예상된다.

자신들의 망을 통해 인터넷 서비스를 제공하고 있는 사업자들의 경우 PLC를 이용한 홈 네트워크를 적극 검토 중이다. 요즘 새롭게 부상하고 있는 TPS (Triple Play Service)의 경우 태내에서 데이터와 음성뿐 아니라 IPTV (Internet Protocol TV)를 이용한 비디오 전송까지를 포함한다. 현재 국내에 많이 설치되어 있는 xDSL은 태내에서 전화선이 있는 위치까지는 서비스 제공이 가능하지만, TV가 설치되는 거실까지 서비스를 연결하기 위해서는 또



다른 홈 네트워킹 기술이 필요하며 이를 위한 대안으로 고속 PLC를 검토 중이다. 이러한 현상은 케이블 모뎀을 통해 서비스를 제공하는 케이블방송 사업자 입장에서조차 마찬가지이다. 또한 가입자망을 보유하지 못하고 있는 인터넷 사업자들의 경우 PLC를 이용한 인터넷 액세스 즉 last mile 서비스에 더욱 적극적이며, 이는 고속 PLC를 통해 가입자망 이용 부담을 줄일 수 있기 때문이다.

#### 4. 향후 전망

PLC 서비스가 성공하기 위해 기술적으로 극복해야 할 가장 중요한 요소는 고속 PLC 칩의 개발이다. 현재 전세계적으로 고속 PLC를 위한 상용화 칩 기술을 보유하고 있는 업체는 미국의 Intellon, 스페인의 DS2 그리고 한국의 젤라인 정도이다. 실제로 양산중인 고속 PLC 칩의 속도는 Intellon은 14Mbps, DS2는 45Mbps, Xeline은 24Mbps인데,

현재 이들 업체들은 200Mbps급 칩을 개발 중이거나 혹은 시험 테스트를 추진하고 있다. 국내 업체인 젤라인은 금년 상반기 중에 샘플 칩을 개발하고, 2006년에 상용화할 계획이다.

이러한 기술적 요인 외에도 국내에서 PLC 서비스가 성공하기 위해서는 전력회사의 통신사업 진출과 관련된 문제를 비롯하여, 전력회사의 사유물인 전력선망을 타사들이 이용할 수 있게 해주는 설비제공 제도 등의 정책적 뒷받침이 있어야만 한다. 고속 PLC기술의 지속적인 발전과 더불어 제도적인 문제도 차츰 해결되어 가면서, 고속 PLC 시스템은 xDSL, 케이블, 무선과 함께 광대역 네트워크의 또 다른 대안으로 부상할 것이다. 이는 서로다른 매체간의 경쟁보다는 타 시스템의 단점을 상호 보완하는 방향으로 함께 발전할 것으로 보인다. 특히 이러한 고속 PLC는 전력회사가 IT 기업으로 탈바꿈하면서 새로운 부가가치를 창출할 수 있는 기회를 제공할 수 있을 것으로 보인다.