



전력선통신 이용 발전소 에너지절약 시스템 국내 최초 적용

- 고유가시대, PLC를 이용한 에너지절약시스템 성공적 구축

조재민 | 남동발전(주) 발전기술 팀장 / 공재준 | 한전KDN PLC사업팀 차장

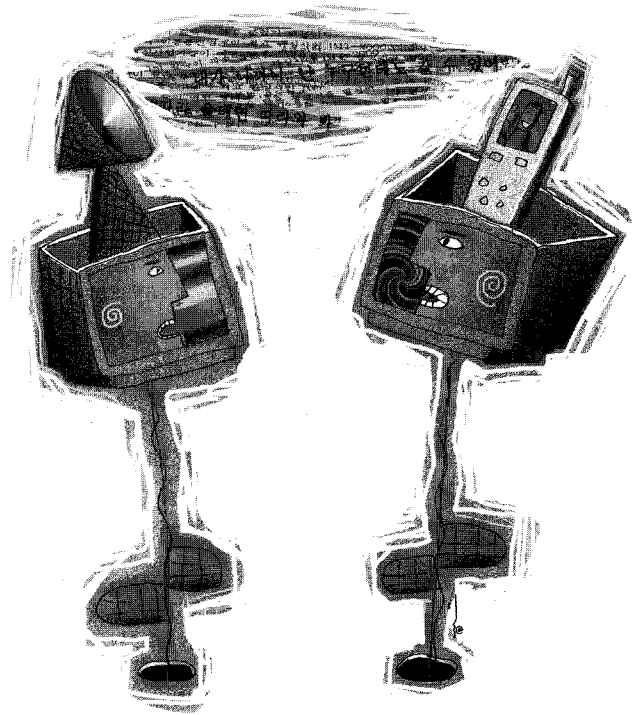
I. 머리말

한국남동발전(대표:박희갑)은 한전KDN(대표:임창건)과 공동으로 전력선통신(PLC)기술을 이용하여 발전소환경에 적합한 에너지절약시스템을 개발, 분당복합화력발전소에 시범설치하고 시험운영을 완료하였다. 이는 국가적 과제로 기술개발이 진행되고 있는 전력선통신기술을 대단위 발전소에 적용한 국내 최초사례이며 최근 논의되고 있는 전력IT기술의 응용사례로써 그 개요를 소개하고자 한다.

II. PLC 기술 개요

1990년대 중반 인터넷이 대중화 되면서 정보통신기술은 급속한 발전을 보이고 있다.

하루가 다르게 신기술이 쏟아져 나오고 있으며 기술변화의 주기를 가늠하기 힘들 정도로 빠르게 진행되고 있다. 이러한 기술의 발달은 사회의 변화를 촉



진시켜 불과 10년 전만 해도 상상하지 못했던 영화 속 일들이 이제 현실이 되어버렸고 이제는 이동전화 또는 PDA 하나로 모든 일을 처리할 수 있는 유비쿼터스 시대가 되었다. 이와 같은 일상의 급격한 변화로 정보의 풍요로움을 맘껏 누리고 있는 현대인들의 요구수준은 갈수록 높아져 서비스에 대한 다양한 욕

구가 분출되고 있는데, 그중에서도 특히 데이터 전송, 엔터테인먼트(Entertainment), 홈오토메이션(Home Automation)등이 종합된 홈 네트워크(Home Network)에 대한 관심이 고조되고 있으며 여러 기술들 중에서 가장 경쟁력 있는 솔루션으로 각광받고 있는 것이 PLC이다.

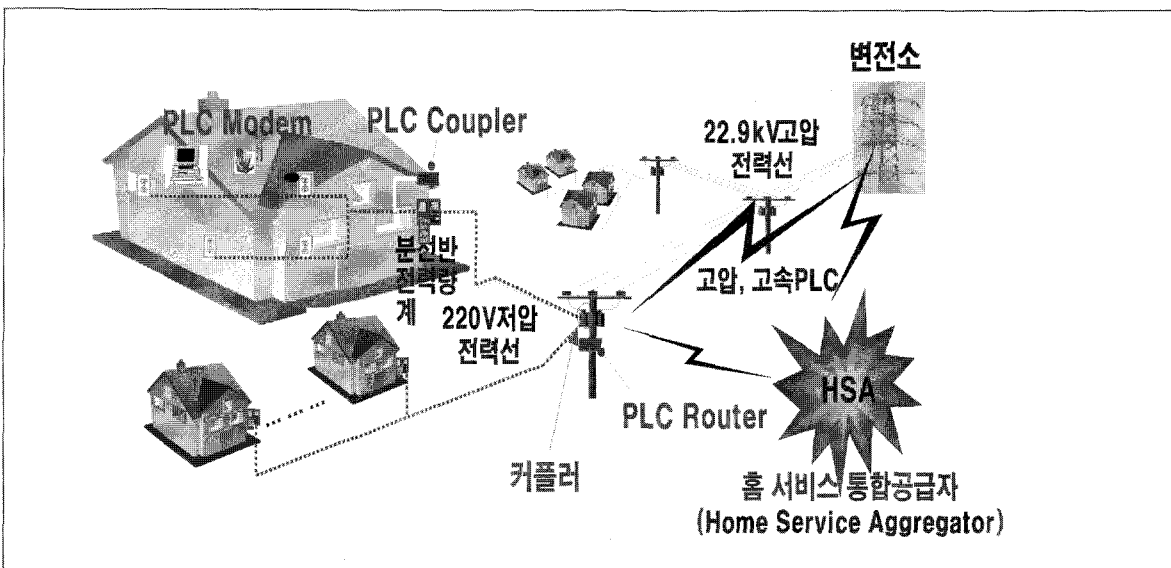
PLC기술은 전화선, CATV, 위성에 이은 제4의 통신망으로 유·무선통신의 대체 기술로 급부상하고 있으며 이미 정부와 한전은 전력선을 통신선으로 활용하고자 Broadband PLC 비즈니스 모델 개발에 적극 나서고 있다.

PLC는 Power Line Communication의 약자로 광범위하게 설치되어 있는 기존 전력선을 이용하여 데이터를 전송하는 통신기술을 말하며 기본원리는 데이터를 처리한 수십 MHz의 고주파신호를 기설 교류 60Hz 전원선에 실어 보내고 이를 말단에서 복원하여 통신하는 기술로 배전선로의 수많은 분기와 전력선에 물려있는 매우 복잡한 부하특성으로 인해

발생하는 신호의 노이즈, 감쇄, 왜곡 현상을 극복해야 하는 고도의 Coding기술을 필요로 한다. 따라서 현재 산업자원부 주도로 기술개발이 급속히 이루어지고 있으며 한국남동발전에서 국내 최초로 발전소에 적용했다는 점에서 정부의 신기술 개발정책에 기여할 수 있으리라 본다. 사실 PLC기술은 이미 60~80년대 중반까지 한전의 주요 통신망인 전력선 방송(PLC : Power Line Carrier)을 이용한 계통보호와 급전전화용으로 활용되어 왔었으며 최근에는 광통신기술과 인터넷 등의 발달로 크게 각광을 받고 활발히 기술개발이 이루어지고 있는 기술이다. 초창기 PLC기술은 장거리 송전선을 이용한 음성통신에만 활용되어 비교적 단순한데 비해, 현재 추진되고 있는 특고압 배전선로를 이용한 고속 Access Network를 구현하기 위해선 BPL 고압 배선망 결합기술, 망 안정화 기술, BPL 중계기 기술 등이 선결돼야 할 것으로 보인다.

현재의 PLC는 저속(~9,600bps)을 이용한 저압

■ 그림 1 _ 전력선통신 시스템 구성도





배전선로(220V 구간)구간의 전력IT 및 홈 네트워크 분야에 주로 사용되고 있으며 고속 인터넷 액세스 경우는 일부 시범사업 형태로 진행되고 있다.

Ⅲ. 국·내외 PLC기술개발 동향

현재 국내·외 PLC관련 기술개발 및 사업동향을 살펴보면 주로 전력회사 주도로 연구개발과 사업화가 추진되고 있으며 고속PLC칩 분야는 해외의 경우 미국 인텔론이 14Mbps급 칩을, 스페인의 DS-2가 200Mbps급의 칩개발을 완료 하였고 저속PLC 분야는 미국 에셀론, 이스라엘 아이트란 등이 관련시장을 주도하고 있다.

국내에서는 산자부 중기거점 과제로 24Mbps급의 고속PLC칩 개발이 이미 완료되었고 올 하반기에 200Mbps급 초고속PLC칩이 출시될 예정인데 이렇게 될 경우 많은 기술적 문제들이 해결될 수 있을 것으로 보이며 다각도의 실증시험을 통해 PLC 상용화

에 더욱 다가갈 전망이다.

1. 한전KDN의 PLC 기술개발

이러한 정부주도의 PLC 기술개발에 힘입어 한전과 전력그룹사는 PLC사업에 주도적으로 참여해오고 있으며 특히 한전의 정보통신자회사인 한전KDN의 경우 PLC를 이용한 원격검침시스템 구축사업을 초창기부터 수행해 오면서 각 수용가의 검침용 필수 장치인 전자식전력량계 및 DCU(데이터 집중장치)를 개발하여 현장 운용중에 있고 '99년 12월부터 산업자원부 중기거점 연구개발 사업인 "고속 전력선 통신망 기술개발" 과제를 수행해오고 있다. 이를 통해 한전KDN은 한전, 한국전기연구원, 젤라인 등의 기관과 공동으로 서울, 대전, 창원, 제주에 약 220가구 규모로 PLC를 이용한 인터넷 시범사업을 시행하였고 산자부 주관 "고압 배전선로를 이용한 고속 전력선통신망 기술개발 사업"의 참여기업으로 경기도 의왕시 소재 청계 시범지구에 고압 배전선로

표 1 _ 국내 전력선통신 현황

구분	통신속도 및 구간	적용분야	기술개발
저속	~9,600 bps	전력IT/홈 오토메이션	상용화 단계
고속	1 Mbps~	초고속 인터넷	시범사업 진행
저압	220V(구내~수백m)	택내기기 접속용	상용화 단계
고압	22.9KV(10~30Km)	기간망 접속용	시험전송

표 2 _ 해외 전력선통신 사업현황

구분	사업주체	사업목표	적용사례	비고
중국	SGTC	인터넷 서비스	5,000 가구	고속
스페인	ENDESA	인터넷 서비스	1,000 가구	고속
이태리	ENEL	전력 IT분야	1,450만 가구	저속

PLC 실증망 구축 및 망관리시스템 개발을 금년 3월에 완료 하였으며, 또한 2002년 9월 부터는 한전 전력연구원과 더불어 “지하공동구 종합 감시시스템” 개발을 추진하여 2005년 6월 개발완료를 목표로 하고 있다. 더불어 한전KDN은 다년간의 연구개발과 실증시험 등을 통해 얻어진 PLC 기술력을 바탕으로 현재 한전의 1,500가구 규모의 PLC시범사업을 진행중에 있으며 이를 위해 자체적으로 다양한 Application 개발을 추진 중에 있다.

향후 PLC분야는 통합 원격검침 및 홈 네트워크, 통합과금서비스가 서로 유기적으로 결합되어 모든 일상 업무가 편리하고 신속하게 이루어질 수 있도록 각 시스템을 BPL 기반에서 연계시키고 장기적으로는 유비쿼터스 기반구축과 HSA사업을 주도해 나가게 될 것이다.

2. 분당복합 에너지절약시스템 개발 배경

최근 석유수출기구(OPEC)의 원유감산과 중동국가들의 정세불안 등이 맞물리면서 국제유가가 고공

행진을 계속하고 있다. 에너지의 97% 이상을 수입하는 우리에게 있어 고유가 시대의 도래는 매우 중대한 위기임에 틀림없다. 따라서 우리나라의 경우 에너지 절약은 선택이 아닌 필수이며 모든 분야를 막론하고 에너지 저소비형 산업구조로 체질 개선을 서둘러야 한다. 이러한 환경에서 전력그룹사가 보다 적극적으로 에너지 절약을 실천하고 발전회사 보유 기술과 전력IT 전문기업의 기술융화를 통해 기술을 선도해 나가야한다는 생각에서 발전소의 조명(외곽 등 및 실내조명)을 효과적으로 운용할 수 있는 차세대 에너지절약시스템 개발이 한국남동발전과 한전 KDN 공동으로 이루어지게 된 것이다. 따라서 지난해 9월 24일 삼성동 한국전력 본사에서 한국전력의 한준호 사장이 배석한 가운데 한국남동발전(www.kosep.co.kr) 박희갑 사장과 한전KDN(www.kdn.com) 임창건 사장이 ‘전력선이용 에너지절약시스템 공동개발’에 대한 조인식을 가졌으며 이후 약 두달여의 개발기간을 거쳐 분당복합화력발전처 현장설치를 완료하였고 현재 발전소 환경에 적합한 최적의 조명제어시스템을 운용 중에 있다.

표 3 _ 전력선통신을 이용한 에너지절약시스템 주요 기능

가로등 주요 기능	실내조명 주요 기능
<ul style="list-style-type: none"> • 각 외곽등의 개별, 격등 또는 그룹 제어 • 기상청의 일출/일몰 시각 DB를 이용한 자동 점, 소등 제어 • 보안등급별 Grouping후 프로그램에 의한 Pattern제어 • 각 등주의 안정기 및 램프상태 감시(소비전류 상시 확인) • GIS Map을 이용한 개별등 Monitoring • 등별 월간 사용시간 등 각종 자료의 통계 및 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 각 실내조명의 원격 및 자동제어 • 프로그램에 의한 개소별 Time Schedule 제어 • 유사용도 장소별 Grouping후 프로그램에 의한 Pattern 제어 • 센서와의 Interface를 통한 자동제어 • 프로그램 스위치에 의한 현장제어 • 주요장치 Remote Automation 콘센트 제어



IV. 시스템 구성, 기능 및 효과

본 시스템은 발전소의 가로등과 실내 조명을 PLC를 이용해 원격 혹은 자동으로 제어, 감시하여 전력소비를 절약하는 시스템으로 주요기능은 다음과 같다.

따라서 본 시스템은 주장치와 현장 단말장치간 네트워크를 PLC기술을 이용, 구성하였으며 사내 INTRANET을 이용해 시스템에 접속할 수 있어 필요시 장소에 상관없이 원하는 곳의 조명을 감시, 제어할 수 있는 장점이 있다.

국내 대다수 발전소의 경우 이미 많은 발전설비가 선진화 되었지만 구내 조명제어 만큼은 아직까지 Timer와 Sensor에 의한 단순한 그룹제어 형태로 대용량 조명들이 운영되고 있으며 격등제어를 위한 회

로가 분리되어 있지 않아 동일 회로의 조명은 함께 제어되고 있는 실정이다. 이는 불필요한 곳에 점등을 지속시키는 등 에너지 낭비요인과 일출, 물 시각에 따라 Timer작동시간을 수동으로 조정해야 하는 번거로움이 필수적으로 발생하고 있기에 효과적인 에너지절감을 위해선 조명의 구성회로와 상관없이 전 가로등을 등급별로 분리하여 프로그램상의 스케줄링에 의해 동작하는 패턴제어가 필요하다.

본 시스템은 가로등을 상시 조명지역과 음영지역을 선택하여 운영하도록 설계하였으며 이를 세분화하여 그룹별 등급순위를 정한뒤 프로그램의 스케줄링에 의해 자동 소등되도록 운영되고 있다. 또한 조도센서와 연계시켜 기준 LUX이상시 자동 소등되도록 설정되어 있으며 등주의 안정기 및 등 상태, 소비전류, 누전개소를 자동 인지할 수 있어 누전에 의한

표 4 _ 조명용 전력에너지 주요 절감내용

구분	절감 항목	절 감 방 법
가로 등	삼격등제어 절감	• 매일 일출전, 일몰전 30분씩 삼격등 적용
	이격등제어 절감	• 매일 삼격등 적용전 혹은 후 30분씩 이격등 적용
	과전류 개소 보수에 의한 절감	• 시스템 자동감지에 의한 과전류개소 조기 보수
	자동 점, 소등 제어에 의한 절감	• 하절기와 동절기의 외곽등 운용시간 차이가 최대 4시간 • 점, 소등 자동 스케줄 제어로 일일평균 1시간 절약
	스케줄 패턴제어에 의한 절감	• 외곽등 위치별 운용등급을 부여하여 프로그램에서 스케줄링 제어
행정 등	점심시간 자동 소등에 의한 절감	• 매일 점심시간 일괄 자동 소등
	일과후 자동소등에 의한 절감	• 매일 일과후 일괄 자동 소등
	조도제어에 의한 절감	• 프로그램에 설정해 놓은 기준LUX이상시 사무실 조명 강제 소등
	출입센서 제어에 의한 절감	• 사무실이외의 필요개소(화장실 등)에 출입센서 제어 시행
	그룹별 패턴제어에 의한 절감	• 유사용도 장소별 Grouping후 프로그램에 의한 Pattern 제어
발전 등	격등 제어에 의한 절감	• 해당등을 프로그램에 설정후 자동으로 격등 제어
	조도제어에 의한 절감	• 프로그램에 설정해 놓은 기준LUX이상시 해당조명 강제 소등

표 5 _ 시스템 비교내용

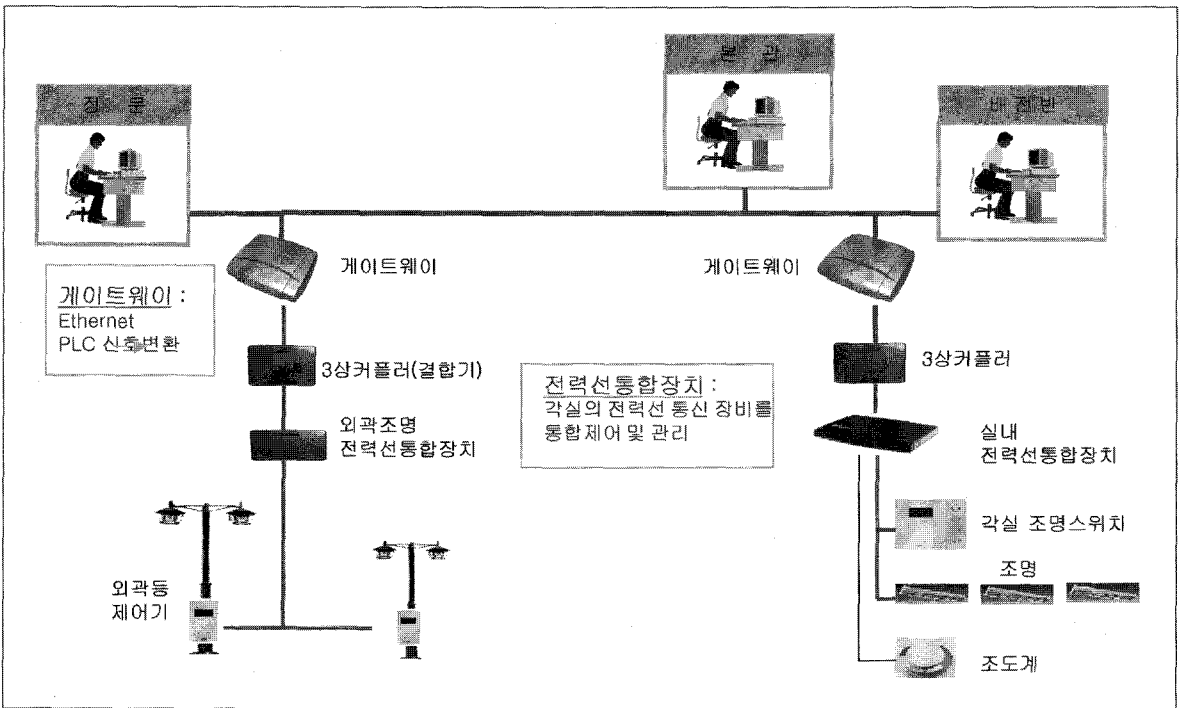
항 목	절 감 항목	본 시스템	타 시스템
네트워크구성	통신망 구성	간 단(기존 전원선 이용)	복 잡(통신케이블 포설)
	부가시스템 구성	간 단	복 잡
편 리 성	원격제어	원격제어 + 리모콘제어, 콘센트제어 추가	원격제어만 가능
	개별제어	중요개소 개별제어 가능	그룹제어만 가능
경 제 성		케이블 포설비용 절감	케이블 포설비용 별도 소요

인명사고 예방과 설비노후에 기인된 과전류개소를 적기에 조치할 수 있도록 하였다. 또한 분당복합발전처내 행정동 일체 및 발전동 일부의 조명을 본 시스템으로 제어되도록 구현하여 이를 각종 센서와 연결시켜 자동으로 점,소등 되도록 하였으며 점심시간 및 일과후 일정시간이 지나면 일괄 소등되도록 하여

에너지 절감효과를 극대화 시켰다.

그 밖에 유사용도 장소별 Grouping후 프로그램에 의한 Pattern제어와 주요장치 Remote Automation 콘센트 제어, 원격 리모콘제어를 추가하여 조명용 전력에너지 절감과 함께 편리성을 함께 추구하였다.

그림2 _ 분당복합 전력선이용 에너지 절약시스템 구성





참고로 본 시스템의 에너지절약을 위한 주요 방식으로는 다음과 같다.

본 시스템의 특징 및 장점을 살펴보면

- 1. 기존의 전기선 이용 (제어신호 전송용 추가배선 불필요)
- 2. 대규모 분산 기 건축물에 적용 용이
- 3. 사내 LAN망을 이용해 어디서나 접속 및 제어
- 4. 냉방부하 등 부가시스템과 연계 용이
- 5. 개별제어 및 현장여건에 적합한 다양한 제어를 들 수 있으며 타 시스템과 비교했을 때 아래와 같다.

현재 분당복합발전처는 본 시스템을 이용하여 행정동 전체 실내조명 총 128회로, 외곽등 전체 총

135등중, 발전동 일부 대용량 메탈등을 운영하고 있고 가로등 및 대용량 조명의 효율적 운영을 통한 1차 에너지 절감효과 산정결과 전체 조명에너지의 약 32%가 절감되는 것으로 나타났으며, 또한 시스템 설치후 램프, 안정기 및 전기배선 누전 등 고장요인을 자동으로 표시함으로써 정비작업을 신속·정확하게 실시할 수 있는 부대효과를 거두었다.

V. 결론

금번 사례는 발전회사 보유기술과 전력IT 전문기업의 기술융화를 이룬 좋은 예로서 정부주도의 신성장동력 산업으로 육성되는 전력선통신 사업의 활성화를 기대하며 향후 다양한 PLC 활용기술이 많이 나와 전력IT산업을 선도하기를 희망한다.