

전력설비에 내장된 전력선통신 시스템 설계

김영현, 박병석, 최문석, 주성호, 최인지
한국전력공사 전력연구원

Design of remote-control network for power facility builtin PLC

Young-Hyun Kim, Byung-Seok Park, Moon-Seok Choi, Sung-Ho Ju
Korea Electric Power Research Institute

ABSTRACT

전력선에 전기, 즉 에너지와 통신을 동시에 전송하는 전력선 통신은 최근 IT기술의 큰 흐름인 융합기술(Conversance Tech.)와 잘 부합하는 특성을 보여준다. 아울러, 통신선로보다 전력선이 보다 광범위하게 포설되어 있는 점을 고려하면 최근 크게 부각되는 유비쿼터스기술의 요구도 상당부분 수용할 수 있는 특성이 있다. 본 논문에서는 이러한 전력선통신의 융합성과 유비쿼터스적인 특성을 더욱 발전시키고 최근 전력설비의 IT화하는 전력IT추세에 맞추어, 전력선 통신이 내장된 전력설비를 설계하고 이에 따른 전력제어용 통신망의 변화에 대하여 살펴 보겠다.

전력의 시범사업에는 주된 원격검침이외에도, 고압 전력선통신을 이용한 배전자동화, 변압기 감시, 홈오트메이션, 통합검침 등 다양한 응용을 소규모로 적용하였으며, 기본적인 성능이 양호함을 보여주는 반면에 대규모 상용화 적용을 위해서는 많은 부분이 개선되어야 함 또한 보여주었다.

본 논문에서는 한전 시범사업에서 보여준 고압전력선 통신망의 문제점에 착안하여 자동화 개폐기, 변압기 등에 내장된 전력선통신 기기 제안하고 이를 이용한 통신망 구성방법을 서술하였다. 2장에서는 기존의 전력선통신망에 대한 여러 문제점을 알아 보고, 3장에서는 전력선통신내장형 전력설비 및 이를 이용한 통신망을 설계한다. 결론에서는 이러한 통신망의 특성을 살펴보겠다.

1. 서론

디지털 신호처리를 기반으로 하는 고속 전력선통신은 등장 초기에 전세계적으로 폭발적인 주목과 함께, 큰 기대를 모았다. 그러나, 초기 시범적용에서 개선되어야 할 많은 기술적인 문제점과 제도적인 문제점들이 지적되었다.

우리나라에서는 2005년 12월에 전파법이 개정되면서, 현재까지 시행령 및 고시 등이 많이 정비되어 제도적인 문제점들이 대부분 해결되었다. 아울러, 전세계적으로 기존의 전력선통신이 성능측면에서 얼마나 신뢰성있는 통신기술인가의 검증은 마치고 전력선통신의 한계점과 특성에 대하여 통신혹은 전기 사업자, 제조사간에 일관된 시각을 가지게 되었다. 물론 기술개발은 꾸준히 진보되어 보다 안정된 통신 성능과 200Mbps정도의 초광대역화가 진행되었으며, 한편으로 단일 칩화된 전력선통신 칩의 개발에 따른 개선된 경제성도 많은 기여를 하였다.

최근 2006년부터는 전세계적으로 기존의 성능검증차원에서 한단계 진보하여 이기종 전력선통신 기술간에 상호호환성, 혹은 상호공존성이 본격적으로 대두되었으며, 세계각지에서 활발히 진행중인 표준화 움직임에서 잘 나타난다.

응용분야에서도 초기 가입자통신망의 주력 기술로까지도 인식되던 점이 많은 부분 현실화되어 보완적인 수단 및 전력제어 통신을 위한 수단등 정확한 이해를 통한 현실적인 응용방안이 점차 적극적으로 고려되고 있는 실정이다.

국내의 경우, 한국전력에서 1,500가구에 전력선통신을 이용한 원격검침 시범사업을 필두로 사업자가 본격적으로 관심을 가지게 되었으며, 한국통신도 시범사업을 계획중에 있다. 한국

2. 기존 전력선통신 시스템

2.1 배전자동화용 고압PLC 시스템의 구성

현재 현장에 설치되어 운영중인 고압 전력선 통신을 이용한 배전자동화 시스템의 구성도를 그림 1에 나타내었다. 고압 전력선상에 통신 신호는 고압 커패시터를 통하여, 모뎀의 변복조부에 전달된다. 전달된 신호는 변복조과정을 거쳐 디지털 신호로 변환된뒤 FRTU(Frontend Remote Terminal Unit)에 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 인터페이스를 통하여 입력된다. FRTU는 수신된 명령에 따라, 개폐기를 제어하거나 감시정보를 서버측으로 전송한다.

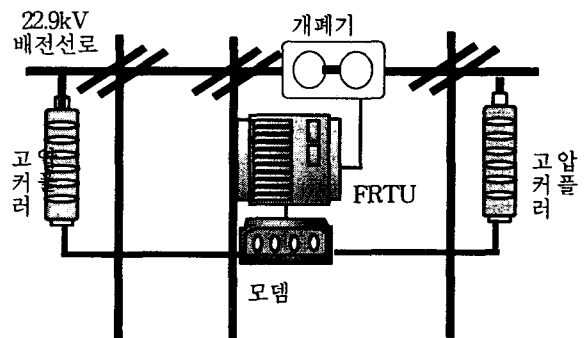


그림 1 배전자동화용 고압 전력선 통신 구성도

모뎀 양쪽 전주에 각각 설치된 고압 커플러는 개폐기가 개방상태 즉 개폐기 양단이 끊어졌을 경우에도 전력선 통신이 정상 작동하도록 설치된 것이다. 현재 설치된 고압 전력선 통신 모뎀은 모뎀자체에서 후단 모뎀으로 재전송 기능을 포함하고 있다. 개폐기가 설치된 전주에 커플러가 함께 설치되지 못한 것은, 개폐기를 비롯한 많은 기기가 설치되어 절연공간 및 설치공간을 확보하지 못 하여, 부득이 전후단 전주에 커플러를 설치하고 커플러의 신호단자에서 모뎀까지 선로를 포설하였다.

2.2 원격검침용 PLC 시스템의 구성

그림 2에 현재 운영중인 원격검침 통신망의 구성도를 나타내었다. 하나의 변압기에 하나의 집중장치와 HFC(Hybrid Fiber and Coaxial)가 각각 접속되어 전력고객에 설치된 전자식 전력량계 및 전력량계에 내장된 Slave 전력선통신 모뎀과 통신하여 원격검침을 수행한다.

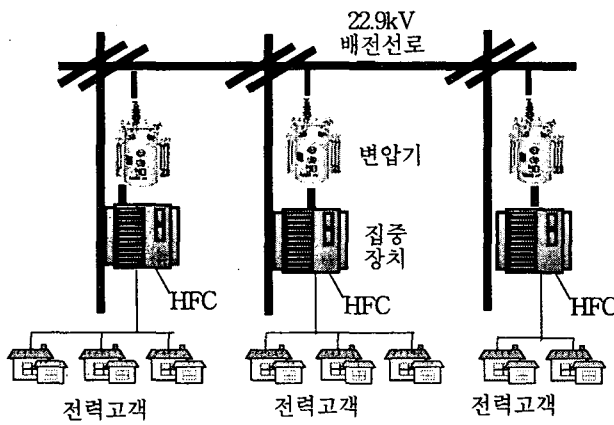


그림 2 원격검침 통신망 구조

집중장치는 크게 망관리 장치, 데이터수집장치, PLC 모뎀, Cable모뎀 등 4개의 장치로 구성되었다. 망관리 장치는 Slave 전력선통신 모뎀의 채널 상태, 정상동작여부, 데이터 전송통계 등의 상태정보를 수집하는 역할을 수행한다. 데이터 수집장치는 전력량계로부터 원격검침 데이터를 수집하여 저장하며, 서버로 재전송하는 역할을 수행하며, 이에 부가하여 변압기의 상태감시 기능을 수행한다. 현재는 변압기 저압 출력모선측의 전압 및 전류 값을 측정하여 수집하나, 향후, 변압기 내부의 센서와 연계될 경우, 다양한 값들을 감시할 수 있다.

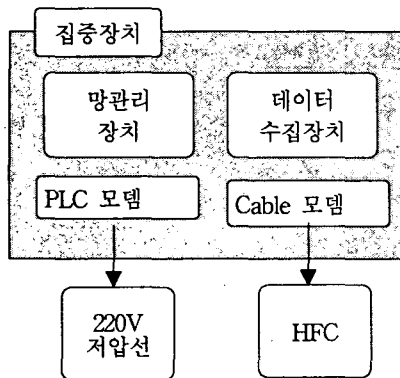


그림 3 집중장치 구성

원격검침에 이용된 전력선통신은 다수의 전력용서비스 수요와 전력 이외의 부가서비스 연계를 위하여 24Mbps급 고속전력선 통신 기술이 이용되었다.

그러나, 전력선통신 후단의 백분통신망으로 HFC통신망을 적용하여 회선임대료가 과중 할 것으로 예상된다. 회선요금을 줄이기 위해서는 고압 전력선통신을 이용하여 다수의 변압기를 하나의 통신망으로 연결하고 기존의 임대회선을 최대한 줄이도록 하여야 한다. 아울러, 충분한 변압기 대수가 하나의 통신망에 접속가능하다면 현재의 HFC통신망에서 광통신으로 후비백분을 교체하는 것도 가능하며, 향후 200Mbps급 전력선통신망이 도입될 경우, 경제성과 성능 두가지 측면에서 매우 유용할 것으로 기대된다.

3. 전력설비 내장형 전력선통신 시스템

3.1 기본 시스템 개요

2절에서도 잠깐 언급했듯이 원격검침등 중요 전력용 전력선통신의 확대 보급을 위해서는 고압 전력선통신시스템의 보급과 개선이 절실히 필요하다. 그러나, 고압 전력선통신 시스템은 다음과 같은 여러가지 문제점으로 많은 개선이 필요하다.

- 커플러 등 관련부품의 고압 안정성 확보 : 고압 커플러는 고전압이 직접 인가된 상태에서 전력선통신 신호를 인출하는 역할을 수행하는 장치로서, 고전압에 대한 안전과 신뢰성 측면에서 엄격한 성능을 요구한다.

- 커플러 설치의 공간적 제약 : 현재 전력선통신이 설치되어야 하는 위치는 전력설비가 있는 전주이다. 그러나, 반대로 설치공간은 대상설비의 설치로 전력선통신 커플러 및 모뎀기들이 설치하기가 매우 곤란하다. 특히 고전압의 절연간격을 확보하기 위해서는 일정공간이 필요하며, 다수의 전력설비가 설치되기에는 현장 운영적인 문제점을 발생시킨다.

- 경제성 열약 : 전력선통신이 주목받는 가장 근본적인 이유는 무엇보다도 경제성이 우수하다는 측면이다. 별도의 통신선이 필요없기에 시설비용과 회선임대비용이 적다는 장점이 있으며, 고압 전력선통신의 경우, 커플러 장치비 및 시설비가 고가임에 따라 경제성이 상당부분 약해진다.

따라서, 고압전력선 통신 시스템의 기술적, 경제적, 공간적 문제점을 해소하기위해서 전력설비에 내장된 전력선통신시스템이 필요하다. 특히 고압 커플러가 전력설비에 내장될 경우, 기존의 문제점의 상당부분이 아래와 같이 해소될 수 있음을 알 수 있다.

- 커플러 설치의 고압 안정성 확보 : 커플러의 경우, 콘덴서와 코일이 주요 구성품이며, 고압 기기에 내장될 경우, 기존의 애자혹은, 피뢰기형태에서 벗어나, 내부의 주요 부품만으로 구현가능할 뿐만아니라, 고압기기내부의 충전물인 절연유, SF6가스 등의 절연내력이 공기보다 우수하여 적은 부피의 증가만으로도 고압 커플러를 내장할 수 있다. 아울러 독립기기로서 설치시 절연파괴시 파생되는 각종 시험조건이 내장됨으로서 보다 손쉽게 처리할 수 있다.

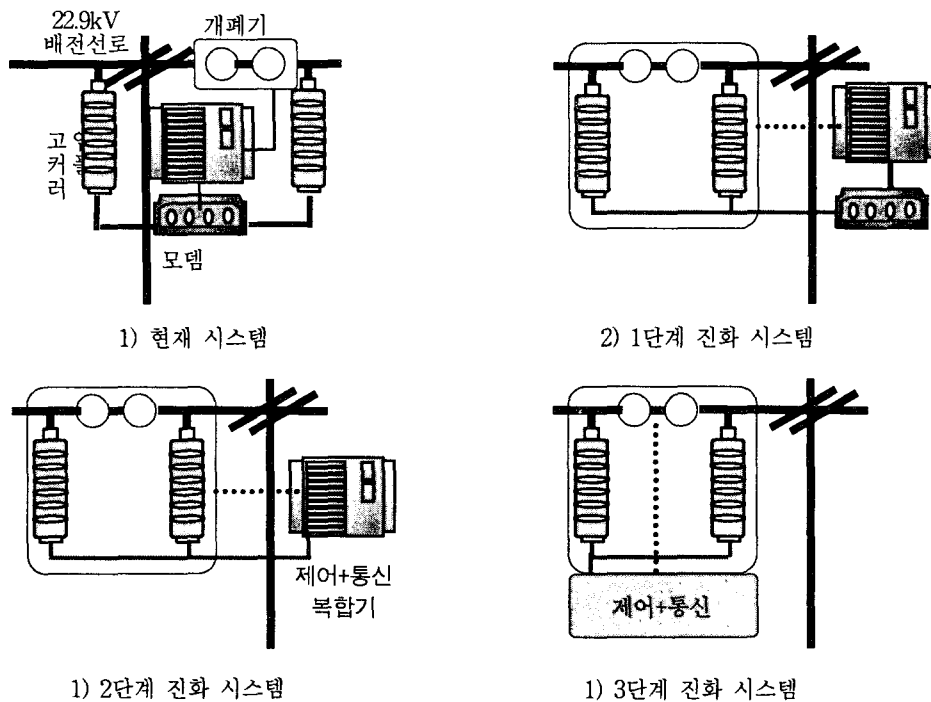


그림 4 PLC 내장형 전력설비

- 커플러 설치의 공간 문제해소 : 추가적인 공간이 거의 필요없으며, 단지 케이블의 추가적인 인출만이 필요하다. 따라서 기존 배전자동화용 시스템과 같이 별도의 전후 전주에 커플러 설치가 필요없이 직접 시스템 설치가 가능하다,
- 경제성 개선 : 한번의 시공으로 커플러와 전기설비가 모두 설치됨으로서 활선 공사비가 크게 절감되며, 아울러 대량생산시에 커플러 주요 부품만 내장됨으로서 커플러 자체의 절연재료 및 절연재 충전과정이 필요없어 커플러 비용도 매우 낮아진다.

아울러, 변압기 감시 시스템의 경우, 커플러와 함께 절연유의 산화도 센서, 온도센서, 압력센서 등 다양한 센서를 함께 내장시켜 다양한 상태 감시를 추구할 수 있다. 또한 커플러를 통하여 고압 기기의 부분방전의 고차 고조파를 감시함으로써 전력기기의 건전성 감시도 가능하다.[1]

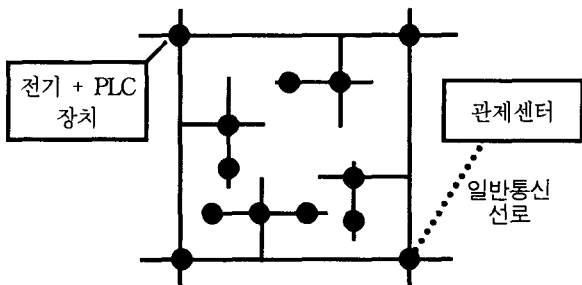


그림 5 Intelli-Grid 상의 전력-PLC기기

3.2 진화 및 통합 시스템 구성

그림 4에 PLC를 내장한 전력설비 감시시스템의 진화방안을 나타내었다. 1단계는 커플러만을 전력설비에 내장한 형태이다. 2단계는 제어기와 PLC 모뎀이 하나의 단말로 고성능화 되는

단계이며, 3단계는 전기설비내에 약전부분이 모두 내장되는 형태이다.

아울러 그림 5에 최근 부각되는 intelli-grid에서의 전기-PLC 설비의 구성방법을 보여준다. 다수의 전력설비가 고압 PLC를 통하여 하나의 시스템으로 접속되고 이는 일반 통신선로로 접속되어 제어된다.

4. 결론

이상으로 전력설비에 내장된 전력선통신 시스템에 대하여 알아 보았다. 최근 전력분야에서는 IT기술을 전력기술에 도입하여 Analog부분을 최소화하고 디지털 부분을 전력기기에 최대한 가깝게 하여 이를 원격감시하고자하는 전력IT기술개발사업에 착수하였다.

본 논문에서는 이러한 추세에 전력선통신을 전력설비에 내장시켜 새로운 형태의 전력설비 감시제어 시스템을 제안하였다. 전력설비에 전력선통신이 내장될 경우, 기술적인 신뢰성, 경제성, 운용성 등 여러 부분에서 개선되는 될 수 있음을 알았으며, 향후 지능형 전력설비로 진화하기위한 첫 단계를 보여주었다.

참고 문헌

[1] 김영현, 박병석, 주성호 외 2인 "배전자동화를 위한 전력선 통신 제어칩 개발," 전력전자학회 하계학술대회, 2006. 6. 22.

이 논문은 전력기반기금의 국가전략 전력IT과제인 개방형 전력선통신망 플랫폼 기술개발과제의 연구비 지원에 의하여 연구되었음