

배전계통에서의 PLC 적용사례

이수목, 이영구, 권혁률
한국전력공사 배전처 배전기술팀

A case study of PLC pilot project in the power distribution Network

Yi Sue-muk, Lee Yeong-koo, Kweon Hyeok-ryool
Distribution Technology team, Distribution Dept. ,Korea Electric Power Corporation

Abstract - 고도의 정보화 사회에서 유비쿼터스를 기반으로 하는 IT산업이 발전함에 따라 기존의 전국적으로 광범위하게 구축되어 있는 전력인프라를 활용하는 방안이 강구되었다. 또한 사회적으로 신성장 동력산업 추진에 한전의 주도적인 역할담당이 요구되어 이를 위한 사업개발이 필요하였고 그로인하여 한전 주도하에 전력선통신 사업을 추진하게 되었다.

전세계적으로 전력선통신(Power Line Communication) 기술은 디지털 통신 기술과 네트워크 기술의 발달로 차세대 유비쿼터스 네트워크를 구축하기 위한 효과적인 기술로 대두되고 있으며 일반 통신망보다도 더 광범위하게 분포하고 네트워크화가 되어 있어 최근 몇 년간 전력선 통신 기술은 전력선 통신 모델과 네트워크 기술에 대해 비약적인 발전이 이루어 졌다. 한전에서는 배전계통에 설치되어 있는 배전자동화시스템에 국가 연구개발과제로 개발되어진 전력선통신 기술을 시범 적용하여 전력망과 IT의 융합을 통한 전력서비스의 혁신과 新 부가가치 창출을 통하여 새로운 차원의 고객만족 서비스를 실현하기 위해 노력하고 있다.

1. 서 론

배전계통에서의 PLC 적용은 1987년부터 한국형 배전자동화시스템 개발시 통신망식으로 검토되어 경기지사서 총 42대의 개폐기로 실증시험을 하였다. 그러나 그 당시의 PLC기술이 충분히 발달되어지지 못하고 외국시스템에 전적으로 의존, 통신속도가 느리고 신뢰도가 저하되어 효율적으로 활용할 수 없다는 결론으로 시험 후 바로 철회되었다. 그후 전기연구원을 비롯하여 여러번의 PLC시험을 하였으나 지중선로 통과시 신호가 감소되거나 신호처리가 곤란하여 배전자동화시스템 통신망식으로는 채택이 되지 못하였다. 전력IT기술의 발달로 인하여 새로운 통신기술의 유력수단으로 부상하게 되어 2004년 10월부터 2005년 12월까지 시행된 1차 시범사업과 2007년 2월부터 현재 시행되고 있는 2차 시범사업으로 다시 추진되었다. 1차 시범사업에서는 정부의 Home Network 사업화 의지에 동참하고 다양한 모델의 PLC기술 접목으로 관련기술 활성화와 조기정착을 유도하기위해 시행되어 졌으며 2차 시범사업에서는 중소기업 협력연구과제물의 성능테스트 및 앞으로 전 배전계통에서의 확대 적용 여부를 판단하기 위한 신뢰성 검증을 목표로 경기북부지사를 비롯한 7개 지사의 24개 D/L을 선정하여 2007년 말까지 배전자동화 통신망으로 활용이 가능할지를 시험 하게 될 것이다.

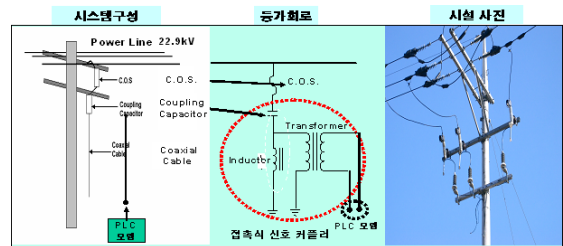
2. 본 론

2.1 PLC사업 추진경과

- 1999 ~ : 산자부, PLC 연구개발 사업 착수 및 지원
- 2000 ~ : 기술표준원 및 PLC포럼코리아, 국내 표준화 착수
- 2003.12.13 : 한국전력, 전담조직(PLC사업팀) 구성
- 2004.12. 8 : 산자부, PLC사업 추진을 위한 전력 IT 정책 수립
- 2005. 6.30 : 정보통신부, PLC 주파수 사용범위 등 규제완화
- 2005. ~ : 한국전력, 각종 시범사업 시행
- 2006.12 : 한국전력, PLC 분야 중장기 계획 수립
- 2007. 2 : 시범활용 사업소 선정

2.2 PLC용 기자재 시공

배전계통에서의 설치되는 PLC용 기자재는 PLC용 커플러(Coupler), 특고압전선과 커플러를 연결하는 COS, 그리고 통신장비와 보호장치를 내장하고 있는 PLC함 등이 있으며 다음과 같이 시공한다.



<그림 1> PLC 세부구성

2.2.1 PLC용 고압 커플러(Coupler)

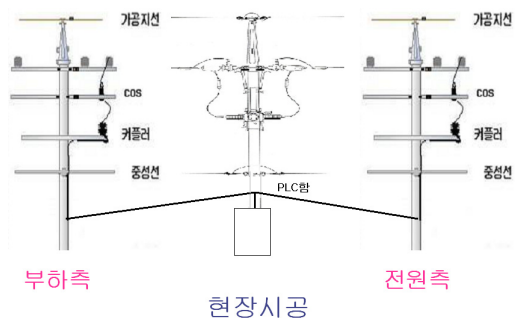
PLC용 커플러는 전력선 상의 전원측에서 통신신호만을 받아들여 신호 감쇄를 피하기 위해 Loss Component(변압기 등)을 우회(By-Pass)하여 2차측 신호를 결합시키거나 2차측의 통신신호를 전원측에 주입시키기 위한 용도로 사용된다. 이 커플러는 전주상에 설치가 되며 배전자동화 개폐기 및 변압기 부설전주에는 충분한 이격거리가 확보되지 않기 때문에 부설을 할 수가 없다. 커플러 설치시에는 특고압 선로의 특성상 몸체와 완철 및 충전부와의 충분한 이격거리가 확보되어야 하며 배전자동화용 커플러는 개폐기 부설전주의 전원, 부하 양측 전주에 각 1개씩을 설치한다. 커플러 접속 시작(부하측) 및 말단개소(전원측)의 경우에는 1개만을 설치한다. 설치 전에는 특고압 전주에 설치되는 기기이므로 반드시 절연저항을 측정하여야 하며 1,000V메가로 커플러 1차, 2차 양단자간 금속부분의 절연저항을 측정 1,000MΩ 이상이 나오면 전주상에 설치가 가능하다.

2.2.2 커플러 연결용 COS

커플러 연결용 COS는 특고압전선을 지지하고 있는 완철에 설치를 할 수가 없으므로 아랫단에 별도의 COS 완철을 전주에 설치하여야 한다. 완철은 경완철 2,400mm 규격을 사용하며 COS와 전력선을 연결할 때는 A상에 연결한 후 COS와 커플러가 연결되는 충전부에 반드시 절연카바류를 취부하여야 미연에 사고를 방지 할 수 있다. 완철 접지 보강은 제1종 접지공사(접지저항치 25Ω)를 시행 한다. 완철의 선로방향(전력선과 직각방향)으로 설치되며 이 때 커플러 설치용 완철과 동일방향으로 하여 시공의 편리성을 높인다.

2.2.3 PLC 함

통신장비(모뎀), 배터리 그리고 보호장비를 내장하는 PLC 함은 함체 밑부분이 지상에서 4.0m 이상 높이에 설치하며 선로방향과 일치시킬킨다. 타 기기함과 마찬가지로 PLC함은 반드시 접지를 하여야 하며 보호장치를 포함한 통신장비를 내장한 후 동축케이블을 양 전주에 있는 커플러와 연결한다.



<그림 2> PLC 기자재 설치 모습

2.3 1차 전력선통신 시범사업('04.10 ~ '05.12)

배전계통에서의 제1차 전력선통신 시범사업은 산자부 중기저점과제 개발품 현장적용 및 기술평가를 위하여 2005.10월부터 충북지사와 대구지사 2곳에서 실시되었다.

2.3.1 사업개요

시범사업지역의 배전선로 전체 공장을 대상으로 PLC망 구축을 위해 충남사업본부 마진D/L 및 대구사업본부 봉촌D/L 상 12개소의 배전자동화 개폐기에 적용하였으며 국산화 제품과 기술수준을 비교·평가하기 위하여 외국설비(지멘스)를 한전 고장 배전실증시험장에 별도로 2대를 시설하여 기술검토 및 BMT 설비로 활용하였다.

2.3.2 통신성공률

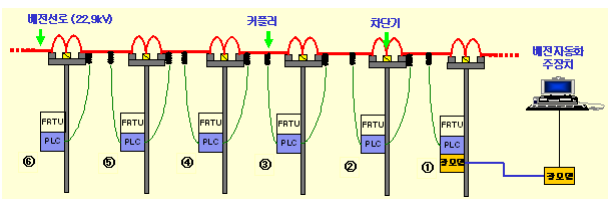
현재 배전자동화에 사용되는 통신방식으로는 광, KT회선, TRS, CDMA, 그리고 무선데이터를 사용하고 있으나 시범사용 결과 PLC의 통신성공율이 타 방식에 비해 저조하여 기대치 95%보다 낮게 나왔다. 배전자동화에서의 통신성공율은 실시간 처리 시스템 특성상 최악의 경우에도 안정적인 전력공급을 위해 충분한 통신성공율이 보장되어야 제 역할을 수행할 수 있다. 그러나 배전자동화용 PLC 장치가 설치된 D/L계통이 단순한 농어촌 가공선로 위주로 선정되어 약조건에서의 정상작동 여부를 판단하기에는 좀더 많은 시험결과가 필요하였다.

2.3.3 시범사용 결과

시범운영 중 종합배전자동화시스템과 PLC 전송장치간 통신 Mechanism 상의 문제가 발생하여 프로토콜 보완이 필요하였으며 개폐기 조작시간이 평균 18초로 정전발생 후 초기 대응시간이 많이 소요되어 조작자에게 혼신을 주는 등 개폐기 조작시간의 개선이 좀더 보완해야 할 사항으로 보고 되었다. 현재 광통신망에서는 고장시에 우회기능을 할수 있도록 Ring구성으로 되어있으나 1차 시범사업에서는 배전자동화 PLC망을 Ring 방식으로 구성하지 않았기 때문에 고장시 정전구간을 분리하고 역송을 하여야 할 상황에서는 조치를 취할 수가 없어서 가장 보완이 시급한 사항이었다.

2.3.4 개선사항

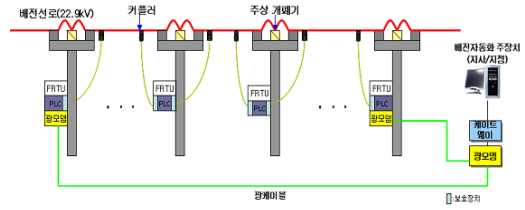
종합적으로 1차 시범사업을 통한 추가 개선 및 개발해야 할 사항으로는 첫 번째, 커플러의 시공을 안전을 고려하여 개폐기 전/후단 전주에 COS와 단방향 커플러를 설치하고 1경간씩 동축케이블을 시설하여 PLC 전송장치와 연결하였으나 이는 3경간에 걸쳐 PLC 장치를 시공해야 하는 시공의 복잡성 때문에 이를 위한 '양방향 커플러'를 개발하여 시공을 보다 간소화 하는 방안이 강구되어야 한다. 이때 개폐기 설치주에 충분한 이격거리를 확보하기 위해서는 전주의 지상고 문제가 있기때문에 커플러 시공방법 개선에 대하여도 병행하여 연구를 추진하여야 하겠다. 두 번째로는 PLC 신호가 지중구간을 통과할때 임피던스가 정합되지 않아 신호가 대폭 감쇠하게되고 전송거리가 단축되어 통신방식으로서의 역할을 수행하기가 어렵다. 이를 위해서는 지중용 PLC커플러를 개발하고 임피던스를 매칭할수 있는 기술의 개발 또한 필요하다. 세 번째로는 D/L의 간선에서 분기가 되어있는 전력선을 PLC신호가 통과할때 분기선로로 누설되어 신호 손실 및 인접 보호기기의 오동작의 우려가 생기게 되어 PLC 신호의 누설을 방지하는 블로킹 필터 개발이 이루어 져야만 배전자동화 통신망으로서의 효과를 볼수가 있을 것이다.



<그림 3> 배전자동화 PLC망

2.4 2차 전력선통신 시범사업('07. 2 ~ 현재)

제2차 전력선통신 시범사업에서는 서론에서 언급한 바와 같이 시범활용을 통하여 중소기업협력연구과제물 성능 테스트와 전국 확대적용 여부를 판단하기 위한 신뢰성 검증이 주된 목표로 하였다. 이 시범사업은 "PLC용 장거리 통신장치 시범활용"로 명하여 경기북부지사를 비롯한 7개 지사에 총 25개 D/L을 배전부서에서 선정하여 1개 D/L당 6개씩의 개폐기를 새로 부설 총 150대의 PLC용 장거리통신장치를 시험하게 된다. 2차 시범사업의 특징은 배전자동화 PLC망이 광통신과 복합되어 Ring구조를 갖추었으며 이는 고장시 고장구간 분리 후 역송에 대하여도 자유롭게 운영을 할 수 있도록 보완이 되었다.



<그림 4> 시스템 구성도

제2차 시범사업은 현재 진행중에 있으며 대상D/L 선정시에 고려된 사항은 우선 D/L당 PLC 장거리 통신장치를 6개까지 설치하고 PLC 장거리 통신장치간의 통달거리는 약 5Km 이내로 하였다. 다만 제2차 시범사업에서도 지중구간이 포함된 배전 간선구간은 제외하였고 계통이 단순한 농어촌 가공선로 위주로 선정되어 배전자동화시스템 운전시 약조건에 대한 정상동작여부는 좀더 많은 연구가 필요하게 되었다. 기대효과로는 전력과 통신의 결합을 통한 보유자원의 효율적 활용이라는 점과 시범사업이후 본격적인 전국확대 사용보다는 향후 농어촌 등 단순한 계통으로부터 배전자동화 통신망으로 활용할 수 있는지 가능성을 검증하는 것이 가장 큰 과제이다.

사업소명	PLC장거리 통신장치	커플러	보호장치	광모뎀
경기북부지사	24	40	40	16
강원지사	24	40	40	16
강릉지사	24	40	40	16
충북지사	24	40	40	16
전북지사	24	40	40	16
경북지사	24	40	40	16
제주지사	6	10	10	4
합계	150	250	250	100

<표 1> 사업소별 설치 내역

3. 결 론

배전계통에서의 전력선은 고유의 노이즈 및 간섭, 감쇠, 왜곡 등으로 적합한 통신 매체로 인정받지 못하여 초창기 배전자동화시스템 개발단계에서는 적용되지 못하였다. 그러나 최근 발전된 디지털 통신 변조 방식을 적용, 여러 가지 통신 장애 요인들을 극복하여 가장 이상적인 차세대 근거리 통신 수단으로 평가 되어지고 있다. 그럼에도 불구하고 한전의 제1차 시범사업의 결과에서 보았듯이 정부의 기술발전과 시장육성 지원에 비해 아직 업계의 기술 상용화 및 제품실용화가 미흡하고 사업모델의 경제성, 신기술 도입 시기, 상용화 소요기간 등의 예측과 판단에는 불확실성이 많은 실정이다. 외국사례의 경우, 이탈리아에서 2천여만 가구에 원격검침을 성공적으로 시행하여 배전계통에서의 적용에 대한 가능성을 보여주고 있다. 현재에도 배전자동화 통신망으로 충남 및 대구 사업본부에서 안정적으로 운영 중에 있으나 적용 D/L이 단순한 농어촌 가공선로에 제한적이며 커플러 시공방법 개선 등 추가 기술 개발이 절실한 상황이며 배전자동화에 대한 확대 적용은 시범사업과 PLC기술이 up-grade 되어 신뢰성과 안정성을 확보한 후 약조건에서도 정상적으로 동작되는지 여부를 검증하여 시행하여야 할 것이다.