

위성통신을 이용한 자동화 감시 시스템 구축 연구

김영수*, 현덕화⁺, 조선구⁺, 김충환⁺⁺
 한전 전력연구원⁺, 한전 중앙교육원⁺⁺

The Study of the Automation Systems using Satellite Communications

MyongSoo Kim*, DuckHwa Hyun⁺, SeonKu Cho⁺, ChoongHwan Kim⁺⁺
 Korea Electric Power Research Institute⁺, KEPCO Central Education Institute⁺⁺

Abstract - In recent years, it is a worldwide trend that many power utilities focus their attention to employ up-to-date communication technology to the automation of their power plants and distribution systems.

Automation Systems in Korea was installed using twisted pair cable(TPC), power line carrier(PLC), coaxial cable(CA), wireless network(wireless data, TRS and PCS). Among the communication media, only Satellite Communication guarantees the reliable communication in case of emergency such as a flood, a heavy snow and an earthquake. It can integrate two-way satellite systems to existent nationwide SCADA controlling points of electric power transmission & distribution system that enables real time remote monitoring and controlling automatically.

This paper presents some of design efforts for the satellite communication network as the media of Automation Systems.

2. 위성통신 구축현황

2.1 국내현황

2.1.1 한국수자원공사

한국수자원공사에서는 수자원의 효과적인 관리를 위하여 관리 수역 전역에 유량을 자동으로 측정하기 위한 시스템을 설치하고 통합적인 관리 및 제어를 위해 위성통신망을 이용한 실시간 관리 시스템을 구축하여 사용중에 있다. 위성통신망은 홍수 방지 및 발전에 필요한 수자원 관리를 실시간으로 가능하도록 하며, 지역 수자원공사와 본사와의 Backup line으로 병행 사용하고 있다.

Ku-band(12GHz) 위성대역폭을 36MHz 이용하고, 제어시스템(제어대상기기)에 설치된 VSAT은 128Kbps의 대역폭을 가지고 있으며 지역사무소의 Remote Station에 설치된 VSAT은 512Kbps의 대역폭을 가지고 있다. 수자원공사의 본사 NOC센터에서 유량계의 데이터를 직접 수신 실시간 모니터링이 되고 있으며 유량계 직접 제어도 가능하다. 그림 1에 위성통신망을 이용한 한국수자원 공사의 탐감시시스템을 도시하였다.

1. 서 론

현재 한전은 전력자동화시스템에 다양한 통신매체를 사용하지만 경제적, 기술적, 지역적, 운용 및 유지보수 측면에서 문제점을 내포하고 있어 다양한 통신망을 적용하여 자동화시스템을 사용중에 있다. 산악지역이나 오지는 대부분이 유무선통신 취약 지역이므로 이에 대한 감시제어망 구축이 힘든 형편이다[1]. 이러한 여건 속에 국내 위성 사업의 기술력 확보, 이용료 하락 및 활성화로 위성통신이 경쟁력있는 통신망으로 부상되고 있지만, 현재의 위성통신서비스는 방송 서비스 및 음성서비스가 대부분이며, 위성통신을 이용한 데이터서비스는 일부회사에 국한하여 사용중에 있다.

이러한 상황에서 전력서비스에 적용하기 위한 위성망 구성 및 특성 분석 연구가 필요하며, 전력산업구조개편에 따라 분사(分社)가 예상되는 발전소 및 배전사업소의 네트워크에 대한 필요성도 증대되고 있는 시점으로, 본 연구를 시작하게 되었다.

국내 위성 사업은 자체 기술력의 부족, 적용 대상의 제한, 비싼 원가 구조 등으로 인해 활성화 되지 못했으나 최근 Broadband 시대로의 전환과 함께 전국적인 지점의 네트워크 구축 요구 증대, 유선 Mobile Solution의 성능 및 기술적 한계로 인하여 위성 Solution이 유일한 대안으로 부상하고 있다. 특히 위성 사업의 확대보급으로 인하여 위성 Solution 비용의 하락은 위성 Solution 확산으로 이어지고 있다.

본 논문에서는 국내의 위성통신을 이용한 자동화시스템 적용 사례 분석 및 한전의 전력자동화시스템에 적용하기 위한 위성통신망 설계에 대하여 소개하고자 한다.

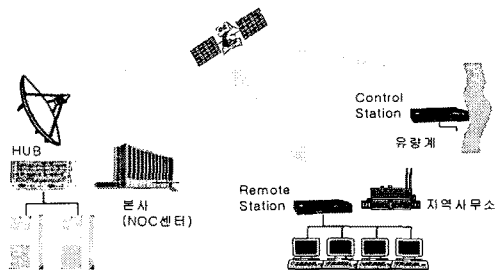


그림 1 한국수자원공사의 위성통신망 시스템 구성도

2.1.2 한국도로공사

한국도로공사는 전국 156개 관리 사무소에 위성을 이용한 인터넷 망을 설치하여 관리 사무소에서 위성통신망을 통해 전화 및 인터넷에 접속이 가능한 시스템을 구축하여 이용중에 있다.

기존 유선망의 트래픽으로 인하여 관리 시스템의 실시간 접속이 불가능하여 위성망으로 대체하였고, 도로감시 카메라 등의 실시간 모니터링이 가능한 시스템을 위성통신을 이용하여 확대하려는 계획을 가지고 있다.

2.1.3 SK 주유소

SK는 전국 3,000개 주유소에 대하여 위성을 이용한 단일 망을 구축하여 POS(Point Of Sale), ERP 등 관리 시스템의 통합적 중앙관리가 가능한 시스템을 2002년 7월에 시범 시스템, 2002년 12월에 전체 시스템 구축완료를 목표로 진행중에 있다.

총 사용위성대역은 Ku-band 36MHz를 이용하며, 주유소 POS 시스템과 ERP 시스템을 연동하여 사용할 계획이다. 재고 관리, 카드결제 등의 운영시스템을 중앙에서

직접관리 가능한 시스템으로 구축하고 있다. 그림 2에 시스템 개요도를 도시하였다.

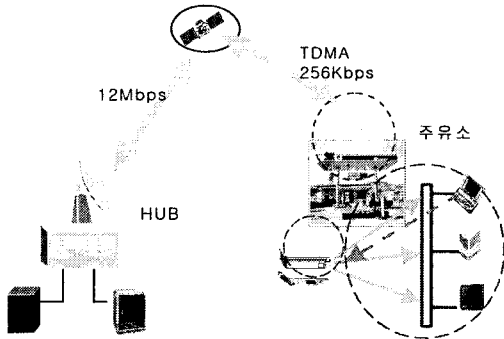


그림 2 SK 주유소의 위성통신망 시스템 구성도

2.2 국외현황

2.2.1 북해도 전력

북해도 전력은 1999년부터 초소형위성통신을 활용한 송전선 보수 정보전송시스템의 개발하여 발·변전소, 송전선 등의 전력설비에서 사고가 발생한 경우에 신속한 초기대응으로 조기사고복구가 가능해졌다. 송전설비에서 사고 등의 고장이 발생한 경우, 초기대응으로 사고개소의 발견과 사고원인의 파악이 요구되지만, 대부분 산악 지역을 경과하고 있는 송전선의 사고개소를 발견하는 것은 쉽지 않아 위성통신망을 이용한 시스템을 개발하여 사용중에 있다[2].

위성통신단말은 사고구간표시기, 태양전지, 전류통신 제어장치, 무선통신장치, 안테나로 구성된다. 송전선의 사고 발생시, 사고구간표시기 동작신호를 통신위성을 중계하는 센터에 자동으로 전송한다. 평상시에는 1일 1회, BATTERY 전압, 미전달 정보의 유무 등을 센터로 전송한다. 그때 위성타이머는 위성통신단말의 내장 타이머를 보정하여 사고구간표시기의 동작시각이 정확하게 기록될 수 있도록 한다.

데이터 전송속도는 165bps, 전송방식은 노이즈에 강한 분산스펙트럼확산방식(CDMA방식)을 채용하였다. 전송이 실패한 경우에는 일정시간 후 재송하는 기능이 있어, 확실한 정보전송이 가능하지만 최대 10건의 동작 기록기능을 가지고 있다.

전력소비를 억제하기 위해 신호를 발신할 때에 한하여 전원을 기동하도록 제어하기 때문에, 태양전지와 전원·통신제어장치의 내장축전지와와의 조합에 의한 전원운용을 가능하게 했다. 또한, 위성통신단말에 높은 내환경성률 가지게 했기 때문에 설치개소의 제약이 적어지게 되고 산악지역 등에 설치·운용이 가능하게 됐다. 그림 3에 시스템의 간략한 구성도를 도시하였다.

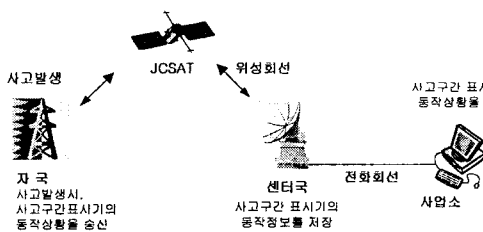


그림 3 북해도 전력의 송전선 보수정보시스템 구성도

2.2.2 구주 전력

구주전력은 신뢰도를 고려한 '댐 종합관리 정보전송시스템'을 2000년에 개발완료하고 사용중에 있다[3].

기존의 구주전력의 댐 감시제어는 각 댐관리소에서 개별적으로 실시하고 있었지만, 댐 종합관리시스템을 도입하여, 우량(雨量), 상류하천수위(上流河川水位), 댐 수위(水位), 유입량(流入量), 발전사용수량(發電使用水量), 수문개폐(水門開閉) 등의 각종 댐 정보를 집중처리하여 복수의 댐 집중감시제어가 가능해 졌다. 그림 4에 시스템 구성도를 도시하였다.

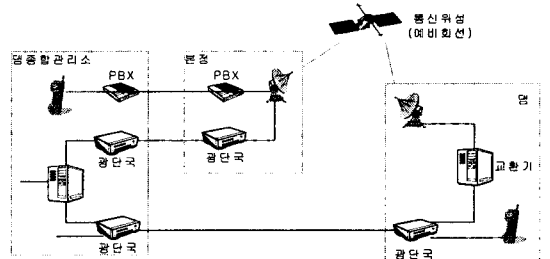


그림 4 구주전력의 댐감시 시스템 구성도

대부분의 댐이 산악지역에 설치되므로 평상시에는 전송 용량 및 경제성이 있는 광통신으로 구성하여 사용하고, 회선 장애시에는 위성통신 시스템의 예비회선을 이용하여 즉시 절체가 가능한 방식을 사용하고 있다. 위성통신 회선의 신뢰도는 강우(降雨) 시, 회선의 가동율로 나타낼 수 있는데, 현재 구주전력에서 사용되는 위성통신시스템은 회선가동율 99.8%(17시간 5분/1년)로 설계되었다. 그러나 댐종합관리시스템의 백업회선으로 사용되는 조건을 고려하여, 가능한 가동율을 상향조정할 필요가 있어서, 99.9%(8시간 45분/1년)로 설계하여 무선설비를 증강(안테나 2.4mφ에서 최대, 무선기를 4W로 고효율)하였다. 강우시에 회선이 단절되는 조건의 비의 양은 20~30mm/1Hour로 설계되어있다.

3. 한전의 전력자동화시스템 현황

대규모화 및 복잡화되고 있는 전력계통의 효율적 운영을 위하여 1980년부터 전기의 생산·수송·판매의 각 분야를 독립적이면서 유기적으로 관리하기 위한 시스템으로서 전력계통운용이 한전 본사의 중앙급전소, 전력관리처단위의 지역급전소 및 판매사업소단위의 보전사령실로 구분되어 있으며, 급전자동화시스템(EMS), 원방감시제어시스템(SCADA), 배전자동화시스템(DAS)의 계통구조 형태로 구축 운용중이며, 각 시스템은 자료연계를 통해 일부 정보를 공유하고 있다[4]. 그림 5에 한전의 전력감시제어시스템의 구성도를 도시하였다.

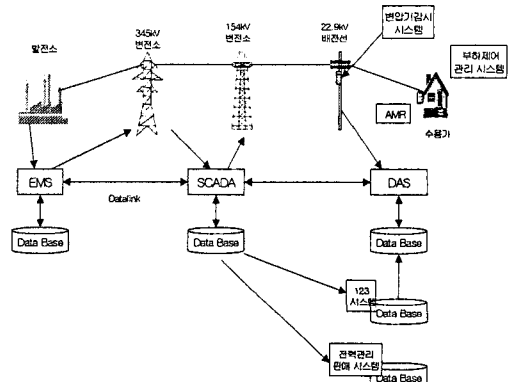


그림 5 한전의 전력자동화시스템의 전체 개요도

한전은 자동화시스템을 운용하기 위해 다양한 통신망을 사용중에 있다. 전력자동화시스템의 특성상 대부분이 원거리에 위치하기 때문에 KT 전용선의 경우 막대한 임대비용이 소요되고 있다. 이를 극복하기 위해 거리에 상관없는 무선통신을 이용하였지만, 음영지역에 대한 대책이 없는 상태이다. 표 1에 한전의 전력자동화시스템에 대하여 간략하게 나타내었다.

현재 해결되어야 하는 문제점으로는 임대회선의 비용 절감 및 무선 음영지역해소이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양한 통신망을 연구하였지만, 한반도 전역을 범위로 하는 위성통신망이 신뢰성과 경제성을 갖는 통신망으로 대두되고 있다.

표 1 한전의 전력자동화 시스템

시스템명	제 증 역 함	사용되는 통신망
부하제어시스템	○ 피크부하 조절	-KT 전용선 -PCS
변전자동화시스템(SCADA)	○ 지역전력계통 운용 - 154kV Loop 전력계통감시 및 제어 - 환내 변전소 운전 정보 제공	-KT 전용선
소규모 SCADA	○ 전력소 전력계통 운용 - 154kV Radial 전력계통감시 및 제어 - 무인변전소 원방운전	-KT 전용선
배전자동화 시스템	○ 수용가 정전시간 단축 및 계통설계 - 정전사고구간 파악 - 배전계통 설계	-KT 전용선 -광통신 -무선데이터 -TRS, PCS
원격검침시스템	○ 원격검침 및 부하설계	-KT 전용선 -PCS

4. 전력자동화시스템을 위한 위성통신시스템 설계

전력자동화서비스를 위한 위성통신시스템은 한전의 다양한 전력자동화시스템과 산재되어있는 제어대상기기를 감시제어하기 위하여 위성지구국(HUB)을 설치한후, 각 시스템과는 유선망을 통해 연결하는 구성으로 설계하였다. 전체적인 구성은 Star Topology로 구성되며, 통신이 안되는 산악지역임을 감안하여 필요할 경우, 단말에서 유지보수용 위성전화를 사용가능한 형태로 제작할 예정이다. 대부분의 전력자동화시스템이 적은 대역폭을 요구하고, 통신이 상대적으로 간헐적으로 수행되므로 36MHz 대역이던 모든 시스템의 음영지역을 해결할 것으로 판단된다. 시스템은 크게 HUB 시스템 및 위성모뎀으로 구성되며, 각각의 설명은 다음절에 설명한다. 그림 6에 전체 구성도를 도시하였다.

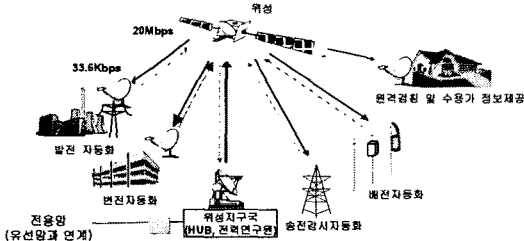


그림 6 위성통신을 이용한 전력감시시스템 구성도

4.1 중앙 HUB 시스템

HUB 시스템은 NMS(Network Management System), M&C(Management & Control), IFM(InterFace Module), CIM(Control & Interface Module)로 구성된다.

NMS에서는 전체 시스템 관리 및 TDMA 기술을 적용하여 위성대역폭의 효과적인 사용이 가능하도록 해준다. M&C에서는 Remote Terminal을 통합관리하고, 데이터 베이스를 관리한다. IFM은 기존 전력자동화시스템과의 유

기적 연결과 위성 Delay를 보정하여 실시간 모니터링이 가능하도록 기능을 수행한다. 사용되는 OS는 Linux를 채용하고, 통신속도는 33.6Kbps로 현재 사용되는 전력자동화시스템의 통신속도(1.2K~9.6Kbps) 보다는 비교적 빠른 속도를 제공하도록 설계하였다. 그림 7에 중앙 HUB 시스템의 구성도를 도시하였다.

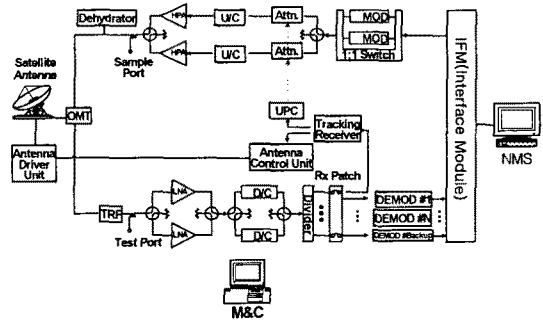


그림 7 중앙 Hub 시스템의 구성도

4.2 위성 단말장치(위성모뎀)

위성 단말장치에서 개발해야 되는 중요한 모듈은 CIM이며, CIM은 전력자동화제어 대상기(Control Feeder Equipment)와의 프로토콜 연동 및 단말장치의 신호를 위성신호로 변환하는 기능을 수행한다. 단말기와의 전기적 인터페이스는 RS-232C로 설계하였다.

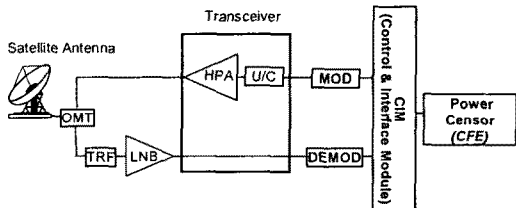


그림 8 위성 단말장치 모뎀의 구성도

5. 결론

위성을 이용한 망 구성의 이점은 통합적인 관리를 통한 관리통신 비용 절감, 위성의 특성상 위치에 관계없이 동일 관리 비용 발생, 무인관리 시스템으로 구성 관리 인원의 최소화에 따른 비용 절감, 실시간 관리 및 제어를 통하여 자산 손실의 최소화 등이다.

본 연구과제가 종료되는 시점에서는 분산되어 있는 기간 산업 관리 시스템의 통합이 가능하며 전체적 관리가 가능하고, 동종 또는 유사 업종에 개발되는 시스템에 적용 가능하며, 한전에 설치 되는 위성 HUB를 공동으로 이용 가능하여, 가상 사설 망으로 분리도 가능하다. 또한, 산자부 관련 기간 산업분야의 유기적, 물리적 연계로 시너지효과 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김명수, "22.9kV 이하 배전계통의 자동화시스템 및 통신망", 한전 전력연구원 기술간행물, 2000. 8
- [2] 김명수, "일본 전력계통 부문의 정보통신기술 연구동향 (I)", 한전 전력연구원 기술간행물, 2001. 2
- [3] 김명수, "일본 전력계통 부문의 정보통신기술 연구동향 (II)", 한전 전력연구원 기술간행물, 2001. 8
- [4] 김명수, "한전의 전력자동화 시스템", 한전 전력연구원 기술간행물, 2002. 5