

전력산업 감시·제어를 위한 위성통신 적용방안 연구

김수배\*, 김명수\*, 임용훈\*, 현덕화\*, 김원태\*\*  
 한전 전력연구원\*, 한전 중앙교육원\*\*

The Study on applying the Satellite Communications  
 to Power Industry monitoring & Controlling

Soo-Bae Kim\*, Myong-Soo Kim\*, Yong-Hoon Lim\*, Deok-Hwa Hyun\*, Won-Tae Kim\*\*  
 Korea Electric Power Research Institute\*, KEPCO Central Education Institute\*\*

**Abstract** - 현재 한전은 전력자동화시스템에 다양한 통신매체를 사용하지만 경제적, 기술적, 지역적, 운용 및 유지보수 측면에서 문제점을 내포하고 있어 다양한 통신망을 적용하여 자동화시스템을 사용 중에 있다. 산악지역이나 오지는 대부분이 유·무선통신 취약 지역이므로 이에 대한 감시·제어망 구축이 힘든 형편이다. 이러한 여건 속에 국내 위성사업의 기술력 확보, 이용료 하락 및 활성화로 위성통신이 경쟁력 있는 통신망으로 부상되고 있다. 하지만 현재의 위성통신서비스는 방송서비스 및 음성서비스가 대부분이며, 위성통신을 이용한 데이터 서비스는 일부회사에 국한하여 사용 중에 있다. 또 전력산업구조개편에 따라 분사된 발전소와 전국에 산재한 배전사업소의 광역 네트워킹에 대한 필요성도 증대되고 있는 시점이다.

본 연구에서는 산재되고 분산되어 있어 감시제어가 힘든 기기에 대한 통신망 해결책을 제시한다. 또한 전력서비스에 적용하기 위한 위성통신망을 구축하고 전력산업 관리의 효율성을 극대화하기 위한 적용방안을 제시하고자 한다.

1. 서 론

전력의 안정적이고 효율적인 공급을 위해 많은 감시·제어기가 필요하며 현재 운용 중에 있다. 전국적으로 산재되고 분산되어있는 이러한 감시·제어기기들의 네트워킹의 확보를 위해 한전에서는 다양한 통신시스템을 적용 중이지만 지리적 여건이나 기후적 상황으로 인해 전력산업 감시·제어망 구축이 힘든 형편이다. 이러한 상황에서 전력서비스에 적용하기 위한 위성망 구성 및 특성 분석 연구가 필요하며, 전력산업구조개편에 따라 분사(分社)된 발전소와 전국적으로 흩어진 배전사업소의 네트워킹에 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 부상 하고 있다. 특히 위성 사업의 확대보급으로 인하여 위성 Solution 비용의 하락은 위성 Solution 확산으로 이어지고 있다.

본 논문에서는 전력산업 종합 감시·제어를 위한 위성통신을 이용한 적용방안에 대해 소개하고자 한다.

2. 위성통신을 이용한 전력감시시스템 설계

위성통신을 이용한 전력감시시스템은 한전의 다양한 전력자동화시스템과 산재되어있는 제어대상기기를 감시 제어하기 위하여 위성지구국(HUB)을 설치한 후, 각 시스템과는 유선망을 통해 연결하는 구성으로 설계하였다. 전체적인 구성은 Star Topology로 구성되며, 통신이 안

되는 산악지역임을 감안하여 필요할 경우, 단말에서 유 지보수용 위성전화를 사용가능한 형태로 제작할 예정이다. 대부분의 전력자동화시스템이 적은 대역폭을 요구하고, 통신이 상대적으로 간헐적으로 수행되므로 36MHz 대역이면 모든 시스템의 음영지역을 해결할 것으로 판단 된다. 시스템은 크게 HUB 시스템 및 위성모뎀으로 구성되며, 각각의 설명은 다음절에 설명한다. 그림 1에 전체 구성도를 도시하였다.[1]

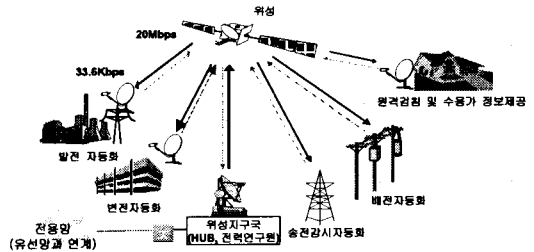


그림 1 위성통신을 이용한 전력감시시스템 구성도

2.1 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 유기적 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 빠른속도를 제공하도록 설계하였다. 그림 2에 중앙 HUB 시스템의 구성도를 도시하였다.

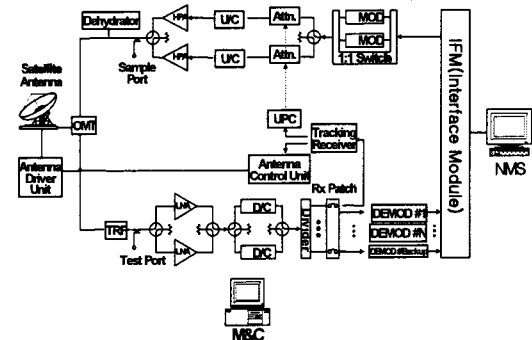


그림 2 중앙 Hub 시스템의 구성도

### 2.2 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.

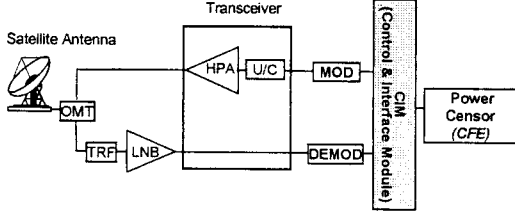


그림 3 위성 단말장치 모듈의 구성도

## 3. 위성통신시스템의 전력산업 적용방안

### 3.1 도시지역 전력시설 운영·관리 시스템

현재 지리적 위치로 인해 국내 도시지역 전력설비 운영 관리에 필요한 통신망 설치 불가능 지역이 존재한다. 이는 지리적 여건으로 인해 기존의 케이블을 이용한 상용 통신망 설비의 취약으로 발생된 것이며, 이로써 사내 LAN, 전화, 전력데이터의 취득이 사실상 불가능하다. 아래 표는 2004년 4월까지의 도시지역 전력설비 운영을 위해 설치된 전송로 현황이다.

통신망 식	설치 개소	비 고
ADSL	18	백령도의 15개 도서
위성인터넷	7	상항은 전화선, 하항은 위성(단방향)
통신망 설치 지역	ADSL 가능지역	향후 ADSL 회선 설치 가능지역
	불가능 지역	통신망 설치 불가능 지역 (ADSL 및 위성인터넷)
계	64	62개 도서 64개소

표1. 도시지역 전력설비 운영관리 시스템 전송로 현황

위에 언급한 문제의 솔루션으로 한반도 전역을 통신범위로 하는 위성통신기술을 적용하여 지리적 여건이 취약한 도시지역의 통신품질의 향상을 기대한다. 현재 전국 64개소(62개 도서) 도시지역 전력설비 운영관리를 위한 양질의 정보통신 네트워크를 구축할 예정이다. 그림 4에 위성 통신을 이용한 서비스 개요도를 나타내었다.

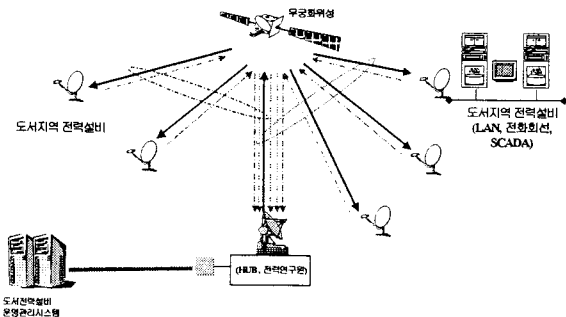


그림 4. 도시지역 전력설비운영관리시스템 네트워크 구성도

### 3.2 송전용 철탍감시

송전탑은 발전소에서 전기를 공급하여 각 변전소에 보내는 전기의 동맥과 같은 역할을 수행하고 있으며, 송전탑은 중요한 감시대상이지만, 주로 산악지역 및 오지에 위치하고 있어 감시제어용으로 사용할 통신망이 존재하지 않고 있다. 그림 5에 서비스 개요도를 나타내었다.

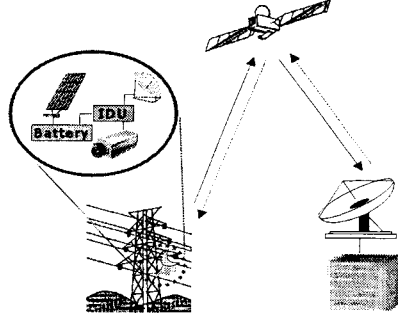


그림 5. 송전탑 감시용 위성통신망 조감도

위성통신망을 이용할 경우, 한반도 전역이 통신권역이므로 대부분 산악지역에 위치한 송전탑에 대한 감시가 가능하리라 예상된다. 송전탑에서 감시할 수 있는 사항은 전압 및 전류값, 선로의 유실여부, 주위 수목의 접촉 여부, 산악 지역의 송전선로 결빙 현상 등을 감시가능하다. 또한, 태풍 및 자연 재해 시, 송전탑 주위의 환경을 실시간으로 감시하여 대형사고의 예방이 가능하다.

본 과제를 통해 연구 개발할 내용은 송전탑 및 주변감시를 위한 카메라(전지포함), 긴급통화를 위한 VoIP 시스템을 내장한 위성모뎀이다. VoIP 시스템 내장으로 산악지역에서의 음성통신이 가능하여 복구 작업 및 기타 작업시 원활한 진행이 가능할 전망이다.

### 3.3 SCADA 예비회선망

SCADA는 변전소의 상태를 감시하는 시스템으로 고객에게 안정적인 전기공급을 위해 운용되고 있는 전력자동화시스템 중 중요한 시스템중 하나이다. 현재는 KT 전용선을 임대하여 통신망으로 사용중에 있으며, 통신회선은 2중(주/예비)으로 구성되어 신뢰성 확보에 주력하고 있다. 하지만, 대부분의 선로가 시의 장거리 구간으로 써 임대료가 고가인 단점을 수반하고 있다.

통신회선에 문제가 생겨 예비회선으로 절체되는 경우는 매우 드문 현상이지만 간혹 발생되며, 다시 주회선이 복구되어 주회선으로 절체되는 시간은 3일 이내로 짧은 편이다. 예비회선의 이용율은 3%에도 미치지 않고 있지만, 이를 위해 항상 준비상태(Standby)로 임대하고 있다.

이러한 경제적 손실(개선하고자 위성통신망을 예비회선으로 적용할 수 있도록 관련 연구 및 시스템을 개발하고자 한다. 현재 SCADA 장비와 모뎀사이의 RS-232C로 인터페이스 되기 때문에 위성단말에서 나오는 신호를 RS-232C로 변환하여 송수신이 가능하게 할 수 있다. 기존의 SCADA 시스템 특성은 실시간성을 요구하지만, 최근 적용되는 DNP3.0 프로토콜에 의해, 일반적인 데이터 처리는 비실시간을 요구하며, 고장신호 및 이상신호만을 실시간으로 처리할 수 있게 변경되었다.

SCADA용 위성단말을 개발할 때에 주안점을 두는 것은 최대한 실시간성을 유지하기 위해 위성체와의 지연시간을 줄이는 것이다. 현재 SCADA용 프로토콜인 DNP3.0을 모두 분석한 상태이므로 이를 위성통신 프로토콜에 적용하여 지연시간을 0.5배로 단축이 가능할 전망이다. 연구를 통해 좀더 지연시간을 줄이는 방안도 도모할 예정이다. 그림 6에 SCADA 예비회선용 위성통신망 조감도를 도시하였다.

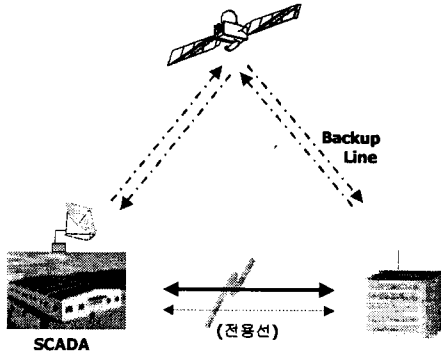


그림 6. SCADA 예비회선용 위성통신망 조감도

### 3.4 배전자동화용 통신망

배전자동화시스템은 22.9kV의 배전선로를 감시하여 정전시간 단축 및 고장의 신속 파악, 더 나아가서 배전설비의 적절한 투자 등의 효과를 낼 수 있는 시스템으로 2004년 1월 현재 전국 모든 배전사업소에 배전자동화시스템이 설치되어 운용 중에 있다.

배전자동화시스템에 사용되는 통신망은 크게 5가지이며, 유선망으로는 광통신망, KT 전용선을 사용하고 있고, 무선망으로는 TRS, 무선데이터, CDMA 망을 사용하고 있다. 그러나, 이 5가지 통신망은 나름대로 장단점을 지니고 있고, 장거리 시외구간이나 오지에는 적절한 통신망을 구비하지 못하고 있다.

현재 배전자동화시스템의 통신망을 운용하기 위해 사용되는 비용은 50억/2만대/년이 상회하고 있으며, 배전자동화 개폐기가 증가 추세에 있어 운용비용이 더 증가하리라 예상된다. 배전자동화시스템의 전 개폐기를 위성으로 사용한다면, 연간 30억정도를 절감하는 효과가 있으며, 제어대상이 어느 지역에 위치하던지 상관없이 동일한 비용으로 운용이 가능하다는 장점이 있다.

배전자동화시스템용 위성단말을 개발하는데 있어 가장 큰 문제점은 전주상의 위성안테나 포설이며, 이 문제를 해결하고자 안테나 소형화 및 전주 장착 방법 등을 연구할 예정이다. 그림 7에 배전자동화 통신망용 위성통신망 조감도를 도시하였다.

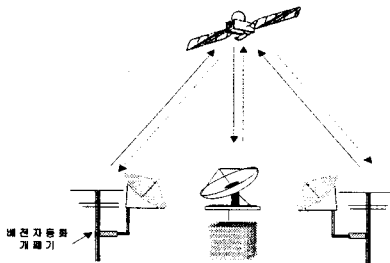


그림 7. 배전자동화 통신망용 위성통신망 조감도

### 3.5 원격검침용 백본망

원격검침은 현재 계약 전력 100kW 이상 고객에 한하여 100% 원격검침 자동화를 시행하고 있으며, 점차 시행범위를 넓혀 저압수용가 전부를 자동화하려는 계획에 있다.

고압수용가의 원격검침 자동화용 통신망은 CDMA 망을 이용하고 있으며, 저압수용가의 원격검침 자동화용 통신망은 다양한 통신망을 실증시험중에 있는 실정이다. 그 중 대표적인 통신망은 전력선통신(PLC), TRS, 소출

력 무선망 등이고, 현재 활발히 실증시험을 하고 있다. 하지만, 이러한 통신망들은 가입자 측 통신망으로써, 이러한 통신망을 통합하여 원격검침용 주 서버로 전송하는 기간통신망(백본망)은 아직 정해지지 않았다. 위성통신망은 대한민국 전역이 통화권이므로 다양한 통신망과의 인터페이스를 통해 저압 수용가측의 정보를 수집하여 원활한 통신수행이 가능하리라 예상된다. 그림 8에 원격검침용 백본망으로 사용될 위성통신망 조감도를 도시하였다.

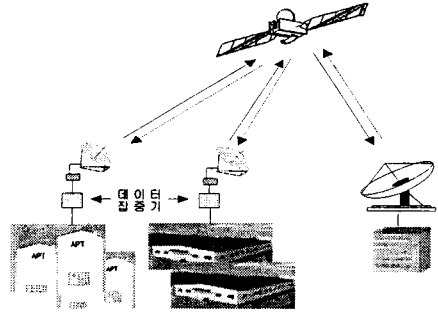


그림 8. 원격검침용 백본망용 위성통신망 조감도

### 3.6 데이터 백업회선

양방향 통신시스템의 기본 기능으로 데이터 전송망으로의 기능이 있다. 위성통신망을 이용하여 데이터회선의 고장시, 이를 백업할 수 있는 통신망을 구성해보고자 한다. 현재, Ku-band를 사용하여 예비회선이 아닌 주 데이터 통신회선으로 사용하는 회사도 증가추세에 있고, 설치 및 유지보수의 간편함으로 위성통신 데이터망이 주목 받고 있다.

데이터전송을 위해 기존의 RJ-45(100base-T) 인터페이스를 그대로 이용하여, 언제라도 증요데이터의 송수신이 가능한 데이터 백업회선용 위성통신시스템을 개발하여 실증시험을 해보고자 한다.

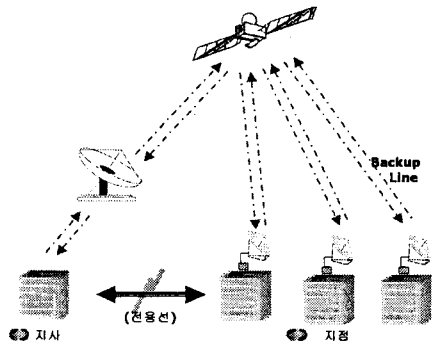


그림 9. 데이터백업회선용 위성통신망 조감도

전국적으로 분포된 지사·지점을 보유한 한전의 경우에 지사·지점간의 데이터 전용회선의 고장시 백업회선은 아주 좋은 예가 될 것이다. 위의 그림 9에 지사·지점간의 데이터 백업회선용 위성통신망 조감도를 도시하였다.

### 3.7 휴대용 긴급위성 통신망

휴대용 위성 통신기(Pico-terminal)는 위성 통신용 안테나의 이동성을 보장하여, 비상시 및 이동시 통신회선을 제공하여, 긴급재난 시 Backup 기능을 보장한다.

개발된 피코터미널은 인터넷을 비롯한 양방향 통신 시스템, 음성 통신제공, 노트북과 연계하여 데이터 통신을 제공하는 것이 특징이다. 이 시스템은 자동으로 위성채

를 추적하여 어느 곳에서라도 통신이 가능한 장점이 있다.

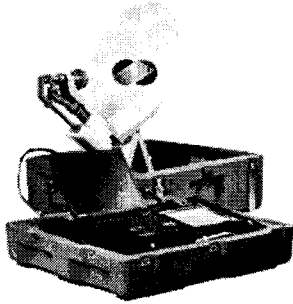


그림 10. 휴대용 위성통신시스템

#### 4. 결 론

기존의 전력산업에 사용된 통신망은 산악지역이나 오지와 같은 유·무선통신 취약지역에서는 감시·제어가 어려운 실정이다. 또한 운영·관리의 효율성에서 여러 가지 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 전력산업 종합 감시·제어를 위해 위성통신망을 이용한 다양한 적용방안을 제시하고 있다. 제시된 위성통신 적용방안은 도서지역 전력시설 운영감시와 같은 광역으로 산재한 전력산업의 특성에 적합하다. 위성의 특성상 위치에 관계없이 동일 관리 비용 발생, 송전용 절탐감시와 같은 무인관리 시스템으로 구성 관리 인원의 최소화로 비용 절감의 장점을 가진다. 또한 기존의 전용선망의 백업회선으로써 안정적인 전력수급을 확보할 수 있다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 김명수, "위성통신을 이용한 자동화 감시 시스템 구축 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2002.7
- [2] 김명수, "한전의 전력자동화 시스템", 한전 전력연구원 기술간행물, 2002.5
- [3] MyongSoo Kim, "The Study of the Satellite Networks for Utilities", ICEE, 2004.7