

전력 통신서비스를 위한 ATM 통신망 구축방법

윤일환, 유재택, 김일동
전력연구원

A Methodology for the construction of ATM Network to support the Power Utility Services

Il-Hwan Yoon, Jae-Tack Yoo, Il-Dong Kim
Korea Electric Power Research Institute (KEPRI)

Abstract - Power telecommunication networks, being used to support the operation and management of power utility services, exhibits different characteristics from those of public domain networks. KEPSCO is planning to evolve its own power network infrastructure to exploit ATM (Asynchronous Transfer Mode) technology. The ATM network to be developed needs to effectively utilize existing network of KEPSCO and to fully support new and emerging power-utility-services. This paper summarizes the features of power communication services and the characteristics of power telecommunication networks, and reports our evolution methodology for KEPSCO network.

1. 서 론

전력 정보통신망은 전력의 생산과 분배에 필요한 기반구조의 하나로서 전력설비 간의 유기적인 상호 운영과 감시·제어에 필요한 정보 교환 수단을 제공한다. 교환되는 전력계통 시스템간의 정보들을 전력 통신서비스라 한다.

최근 전력 정보서비스의 고도정보화와 함께 종합적인 전력 자동화 시스템의 도입, 다양한 수용가 서비스의 확대, 부가통신 서비스의 가능성 등으로 전력 정보통신망은 초고속 정보통신망과 같은 새로운 구조로의 진화가 요구되고 있다[1,2,3]. 이러한 전력 정보통신망의 고도화를 위해서는 고속 및 대용량의 교환이 가능하고, 멀티미디어 등 다양한 서비스에 대한 통신품질을 보장해 줄 수 있는 ATM 기술의 도입이 필요하다.

ATM 기술의 도입을 통하여 초고속 통신망으로 진화하기 위해서는 먼저 기 보유한 전력 정보통신망의 구조와 기능에 적합하도록 ATM Network을 구축하는 방법과 현재 운영 중에 있는 전력 통신서비스들을 ATM Network으로 수용하기 위한 연동기술의 정립이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 기 보유한 전력 정보통신망과 전력 통신서비스들의 특성을 분석하고, 이러한 특성을 만족시킬 수 있는 ATM Network 구축모델을 제시함으로써 전력 정보통신망에 ATM Network을 구축하는 방법들에 대하여 논의한다. 그리고 이와 관련되어 개발 중에 있는 전력 통신서비스용 ATM 접속장치 Prototype 시스템도 간단히 소개한다.

2. 전력 통신서비스의 특성

전력 통신서비스는 전화, 인터넷으로 대표되는 일반 공중용 통신서비스와는 구별되는 특징들을 가진다. 본 장에서는 이러한 전력 통신서비스와 관련된 특성에 대하여 기술한다.

2.1 전력회사의 통신서비스 분류

전력회사의 전력공급을 위하여 필요한 통신서비스들은 다음 표 1에서 보는 것과 같이 운영목적에 따라 크게 전력계통 시스템에 대한 전력회사 고유의 통신서비스인 전력운전 자동화를 위한 전력 통신서비스, 일반업무 및 경영효율화 등에 관련된 일반통신서비스인 업무지원 서비스와 고객을 위한 고객지원 서비스로 나눌 수 있다[1,2,3].

< 표 1 > 운영 목적별 전력 통신서비스 분류 및 특성비교

운영 목적	특 성	통신 형태	요구 신피상	정보 형식	전송지연시간	통신의 대용성	발생 빈도	Burst 성
		1)1:1 2)1:N 3)N:M 4)N:N	1)어주 2)높음 3)보통	1)음성 2)문자 3)화상	1)수ms 2)백ms 3)수sec	1)대칭 2)비대칭 3)방향	1)상시 2)일상 3)드물	1)일정 2)다양
전 력	계통보호							
	송전선 보호계전(CR)	1	1	2	1	1	1	1
	전송차단용 기기보호	1	1	2	1	3	1	1
운 전	계통인정화 제어	2	1	2	1	1	1	1
	계통운용							
	급전종합 감시(EMS)	3	1	2	2	2	1	1
자 동	SCADA	3	1	2	2	2	1	1
	KODAS	2	1	2	2	2	1	1
	계통설비감시제어							
화	발전전소/개폐기감시제어	2	2	2	3	3	1	1
	통신설비감시제어	2	2	2	3	3	1	1
	전력소/송전선 (TV)감시	2	2	3	3	3	1	1
	송전선고장점표지	2	2	2	3	3	3	2
업 무	업무연락							
	업무전화/FAX	4	3	1	2	1	1	1
	사내 TV 방송	2	3	1,3	2	3	3	2
	업무자동화							
	영매시스템	2	3	2	3	1	2	1
지 원	지체, 경리시스템	2	3	2	3	1	2	1
	지도정보시스템	2	3	2	3	1	2	1
	기타							
고 객	PC통신(사외)	3	3	1,2,3	3	2	1	1
	고속데이터 온라인	3	3	1,2,3	1~2	2	1	2
제	현재							
	전기종합안내(123)	2	3	1,2	3	2	1	2
	전력종합정보(KIS)	2	3	2	3	2	2	1
미 래	원격관리	2	1	2	1~2	2	1	2
	원격정검	2	1	2	2	2	3	1

• **전력 통신서비스** : 본 논문에서 전력 통신서비스는 전력운전 자동화를 위한 통신서비스만을 대상으로 하며, 이는 송배전 선로를 따라 전력계통내 설치된 각종 전력설비 및 시스템들에 대한 효율적인 운전 및 감시·제어를 위하여 제공되는 전력회사 고유의 통신서비스이다. 전력운전 자동화용 전력 통신서비스는 높은 신뢰성과 실시간의 엄격한 지연특성을 가진다. 대표적으로 PCM 전류차동방식의 송전선 보호계전(CR, Carrier Relay) 시스템의 경우 요구되는 통신망 성능의 경우 아래 표 2와 같다[4,5]

< 표 2 > 송전선 보호계전 서비스를 위한 통신망 요구성능

항 목	요 구 성 능	비 고
회선신뢰도	1×10^{-7}	최악시 오부동작율
전송품질(BER)	1×10^{-7}	최악시 비트착오율
절대지연시간	4ms 이하	신호단국 지연포함
상하행전송지연차	160μs 이하	2단자계통의 경우
Jitter 허용치	280μs 이하	

따라서 전력운전 자동화용 전력 통신서비스는 일반적인 공중통신망에서 제공하는 기능이나 구조와는 다른 면이 있다.

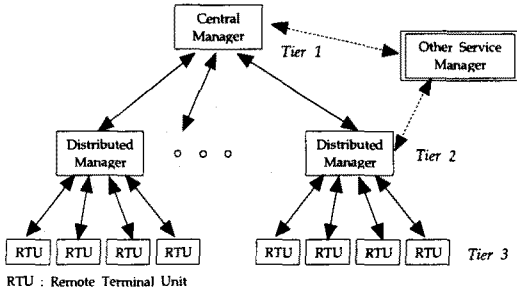
• **업무지원 서비스** : 전력판매, 경영효율화 등 전력회사의 일반업무와 관련된 정보교환 서비스는 물론 전화, 인터넷 서

비드들을 포함하며, 이는 일반 공중 통신서비스와 유사하다.

- **고객지원 서비스** : 고객 전력부하 및 수요관리 등 전력공급 품질의 향상 등 고객 대응 서비스의 제공에 해당하는 서비스이다. 이러한 서비스들은 전력 수용가인 고객의 대내까지 통신선로의 확보가 필요하다.

2.2 전력 통신서비스 시스템의 구조

전력 통신서비스(전력운전 자동화용 서비스)를 제공하는 대부분의 시스템들의 구성은 아래 그림 1에서 제시한 바와 같이 계층적인 구조를 가진다[6].



< 그림 1 > 전력 통신서비스 시스템의 계층적 구조

- **RTU(Remote Terminal Unit)** : RTU는 수용가, 발전소, 변전소 및 송변전선로와 같은 전력계통 시스템내의 릴레이(Relay)나 접점 등에 직접 연결되어 운영이나 감시제어 등의 전력 통신서비스를 직접 수행하는 장치이다. 이들은 자가 진단 및 진료, 감시데이터 기록 및 보관 등의 기능을 가지며, 통신망 접속을 통하여 상위 계층의 서비스 관리자와 정보를 교환한다.
- **지역 관리자(Distributed Manager)** : 지역 관리자는 지점이나 전력소 혹은 지사나 지역급전소와 같이 일정한 지역내의 RTU들을 통제하고 관리한다. 이들은 RTU와 직접 연결되어 구체적인 운영 및 감시·제어 일정에 따라 각종 전력설비들을 직접 운영제어하고, RTU로부터 제공되는 다양한 감시기록들을 통제하고 분석하는 역할을 담당한다.
- **중앙 관리자(Central Manager)** : 중앙 관리자는 본사나 중앙급전소와 같이 전 전력계통내 모든 전력설비들을 일괄 통제하고, 서비스 시스템의 운영과 관련된 전반적이고 정책적인 중요방향을 결정하여 지시한다.

3. 전력 정보통신망의 특징

3.1 전력 정보통신망의 주요 특징

전력 정보통신망은 전 전력계통을 유기적으로 운전 및 감시·제어하기 위한 전력 통신서비스 전달 수단으로서의 역할을 최우선으로 하고 있다. 이러한 전력 정보통신망은 일반 공중통신망과는 구별되는 다음과 같은 주요 특징들을 가지고 있다[3].

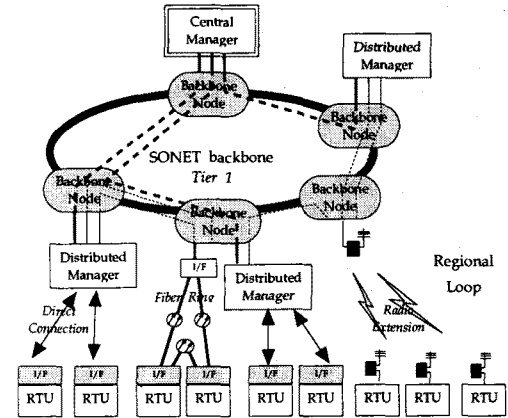
- **전국적으로 분산된 구조** : 대도시에 집중 시설된 일반 통신망과는 달리 송배전 선로네트워크와 융합되어 오지, 산간 지역을 따라 전국에 걸쳐 고루 분산된 구조를 가진다.
- **전용선 구성방식** : 엄격한 통신품질의 제공을 위하여 각 전력 통신서비스 별로 회선을 독립적으로 사용할 수 있는 전용선 방식의 회선으로 구성된다.
- **우선순위 제어기능** : 전 전력계통의 유기적인 운영과 동작을 위하여 각 전력 정보서비스간에 우선순위에 근거한 다양한 순차처리를 지원하는 회선관리 기능을 가진다.
- **고신뢰도를 요하는 구축환경** : 송배전선로와 함께 설치되어 고전압에 의한 서지나 유도 등의 환경에 강하면서, 천재 지변과 같은 비상사태 시에도 국가 중요기관의 동작을 위하여 전력공급이 가능해야 한다.
- **OPGW(composite overhead Ground Wire with OPTical) 전송로 사용** : 전력 정보통신망을 위한 전용선로는 전국에 걸쳐 분산되어 있는 송전철탄과 전주의 가공지선을 광 코어

(Core)를 포함하고 있는 OPGW로 가설함으로써 광 전송망으로 구성되어 있다.

한편 전력 정보통신망은 전력회사 고유의 통신서비스 이외에도 업무지원 및 정보전산화를 위하여 전화, Packet 교환 등의 서비스를 제공할 수 있도록 구성되어 있으며, 최근에는 여론의 광 전송로를 CATV, PCS 및 전용선 제공 등 부가통신사업에도 이용될 수 있는 구조로 발전되고 있다.

3.2 전력 정보통신망의 구조

전력 정보통신망은 앞의 그림 1에서 제시된 전력 통신서비스 시스템의 구조를 수용할 수 있어야 한다. 아래 그림 2에서 보듯이 전력 정보통신망은 전형적으로 전국적인 규모의 간선계 기간망(Backbone Network)과 지역적인 규모의 지선계 망(Regional Loop), 그리고 이들을 연결하기 위한 백본노드(Backbone Node)로 이루어진다.



< 그림 2 > 전력 정보통신망의 구조

- **기간망(Backbone Network)** : 최근 전력 통신에 있어 대부분의 기간망들은 고속·고신뢰와 대용량의 정보전송이 가능하도록 OPGW를 이용한 SONET(Synchronous Optical Network)을 사용한다[7].
- **지선계 망(Regional Loop)** : 지선계 망은 지역적 환경여건에 따라 광 전송망을 포함하여 동축망, 무선망과 같은 다양한 전용통신망을 사용하며, 전력 통신서비스별로도 다양한 전송 프로토콜들을 가진다[6].
- **백본노드(Backbone Node)** : 기간망을 통하여 통신하는 서비스 시스템간의 연결을 담당한다. 서비스 시스템들이 통신하기 위하여 사용하는 통신프로토콜, 데이터 형태, 요구통신품질 등과 같은 통신망 기술들은 각 서비스별, 장치개발 벤더(Vender) 별로 매우 다양하다. 따라서 백본노드에는 이들 통신서비스들을 하나의 기간망 상에 수용하기 위해서 다양한 종류의 연동 및 연계장치가 필요하다.

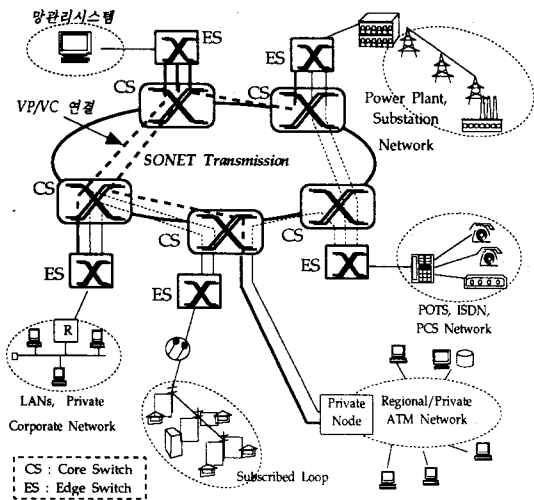
4. ATM Network 구축방법

본 장에서는 기존의 전력 정보통신망이 가지고 있는 구조와 구성에 적합하면서, 현재 운영 중에 있는 전력 정보서비스를 원활히 수용하기 위한 ATM Network 구축방법을 제시한다.

4.1 ATM Network 모델 설계

다음 그림 3에는 한전이 보유한 전력 정보통신망에 적합하도록 설계한 ATM Network의 구성모델을 보여주고 있다[8].

그림에서와 같이 설계된 ATM Network은 링(Ring) 구조의 전력 정보통신의 기간 SONET 전송망을 이용하여 구성되며, 그림 1, 2의 기존 전력 통신망 및 서비스 시스템 구조를 수용할 수 있도록 되어 있다. 특히 대규모 전송·교환을 전담하는 ATM 코어 스위치(Core Switch)와 다양한 통신망 기술을 사용하는 전력 통신서비스를 ATM Network으로 수용하는 기능을 담당하는 ATM 엣지스위치(Edge Switch)로 기능을 분산함으로써 망의 전체 성능 및 효율을 높일 수 있도록 했다.



< 그림 3 > 전력 통신서비스를 위한 ATM Network 구성 모델

4.2 ATM Network으로의 진화 단계

1) SONET 전송망상에 ATM WAN(Wide Area Network) 구축

대규모 전송·교환이 가능한 ATM WAN을 기존의 SONET 전송망을 활용하여 구축한다. 이를 위하여 SONET 전송망을 따라 백본노드 위치에 ATM 코어스위치(Core Switch)를 설치하고, 각 코어스위치 간은 SONET 망으로부터 회선을 할당받아 메쉬(Mesh) 형태의 ATM PVP(Permanent Virtual Path)로 상호 연결되도록 구성한다. 회선 대역폭은 전력 통신서비스들에 대한 ATM Network에 수용여부에 대한 검증을 거쳐 점진적으로 도입될 것이기 때문에 이에 따라 처음 45Mbps에서 155Mbps, 622Mbps로 확장시켜나가는 것이 바람직하다.

2) 전력 통신서비스 수용을 위한 ATM Edge Switch 구축

서비스 접속노드으로써 ATM 엣지스위치(Edge Switch)를 지역별로 할당하여 설치한다. ATM 엣지스위치는 다양한 통신망 기술을 사용하는 기존의 전력 통신서비스 시스템들이 ATM Network을 통하여 통신이 가능하도록 다양한 연동 및 연계 기능을 담당한다. 따라서 전력 통신서비스는 물론 부수적인 업무 처리 관련 일반 통신서비스들의 접속이나, 앞으로 예상되는 새로운 전력 통신서비스의 접속도 전체 ATM Network의 구조나 기능변화 없이 엣지스위치에 간단한 기능첨가를 통하여 가능하게 한다. 지역내 전력 통신서비스들을 관장하는 지역 관리자를 ATM 엣지스위치 상에 두어 한 지역의 전력 통신서비스들이 독립적인 지역망 구조로 구성되도록 함으로써, 효율성을 제고 및 유지보수 비용을 절감케 할 수 있다.

3) ATM Network 및 전력 통신서비스 품질관리를 위한 NMS(Network Management System) 구축

전력 정보통신망에 대하여 ATM 기술을 기반으로 진화하는 과정에서 모든 전력 통신서비스 및 일반서비스들이 점차 단일의 ATM Network으로 통합될 것으로 예상되므로, 이에 대한 통합 망관리 시스템이 필요하다. 이러한 망관리 시스템은 통신망에 대한 감시·관리 기능뿐만 아니라, 전력 통신서비스에 대한 품질과 상태를 모니터링하고, 제어할 수 있는 보다 지능적인 망관리 시스템의 구축이 필요하다.

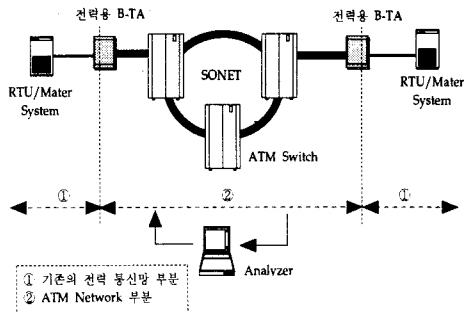
4) RTU용 B-TA개발 및 전력 통신서비스 연결

RTU들은 전력 통신서비스의 종류에 따라 고유의 통신망 프로토콜을 사용한다. 따라서 이들을 ATM Network에 수용하기 위해서는 각각의 전력 통신서비스용 프로토콜들을 ATM 프로토콜에 정합 시키는 접속장치인 B-TA(Broadband-Terminal Adaptor)가 필요하다. 그런데, 전력 통신서비스의 특성은 일반 통신서비스에 비하여 엄격한 신뢰도와 지연특성을 요구함으로써 해서 일반 공중용 통신서비스를 위하여 개발되어 있는 B-TA를 그대로 사용할 수 없어, 별도의 개발을 진행 중이다.

전력 통신서비스용 B-TA는 AAL 1 계층의 CBR(Constant

Bit Rate) 서비스로 모델링 될 수 있으며, 일반 통신망용 B-TA의 기능 중에서 망동기를 위해 사용하는 SRTS(Synchronous Residual Time Stamp) 클럭복원방식의 기준 클럭 신뢰성 문제는 Adaptive Clocking 방식을 사용하여 해결하고, Full Fill 방식의 셀 조립 지연을 줄이기 위해서는 Partial Fill 방식을 사용하도록 설계하였다[4].

현재 전력 통신서비스용 B-TA는 설계 및 제작을 완료한 단계이며, 기능에 대한 시험테스트 중에 있다. 아래 그림 4에는 테스트 중인 B-TA의 시험환경을 보여준다.



< 그림 4 > 전력 통신서비스용 B-TA 테스트 환경

전력 통신서비스용 B-TA에 대한 시험환경에서 B-TA 자체의 기능 및 성능 분석뿐만 아니라 앞의 표 2에서 제시한 바와 같이 전력 통신서비스에서 요구하는 엄격한 통신품질을 만족시키기 위하여 ATM Network에서 제공해야 하는 여러 가지 세부 기능에 대한 시험연구도 수행하고 있다.

5. 결론

전력 정보통신망은 전력 통신서비스의 지속적인 향상에 1차적인 목표를 두고, 보다 나은 서비스에 대한 창출요구를 만족시켜 주기 위하여 끊임없이 발전하여 왔다.

한편 최근 정보화의 추세에 따라 전력 통신서비스는 복잡화, 대형화되고 있고, 멀티미디어형의 새로운 전력 통신서비스의 창출도 예상되고 있어 전력 정보통신망도 이에 대비할 수 있도록 ATM Network의 도입을 통하여 초고속 정보통신망으로 고도화할 필요성이 증대되고 있다.

이에 본 논문에서는 기 보유한 전력회사의 전력 정보통신망을 ATM Network으로 고도화하기 위한 방법들에 대하여 정리하여 보았다. 이를 위하여 먼저 기존의 전력 통신서비스를 분류하고, 서비스 시스템의 특성을 분석하였으며, 현재 이러한 전력 통신서비스를 제공하고 있는 전력 정보통신망의 구조도 분석하였다. 그리고 기존의 전력 정보통신망 구조에 적절히 조화되면서 전력 통신서비스 또한 원활히 수용할 수 있는 ATM Network의 도입방법을 제시하였다. 이와 함께 전력 통신서비스를 ATM Network에 수용하기 위하여 필요한 전력 통신서비스용 B-TA의 prototype을 소개하였다.

[참고 문헌]

- [1] Chuck Newton, "Electric Utilities Exploit The Power of the Internet", *T&D World Mag.*, June 1997.
- [2] CRIEPI, "既設キャリアレレー情報の遅延抑制条件下におけるATM網への收容検討", CRIEPI R95018, 1996.
- [3] 한국전기연구소, "전력정보 통신망의 진화전략에 관한 연구", 한국전기연구소 최종보고서, 1995.
- [4] Jae-Jo Lee, et al., "An ATM terminal adaptor development for teleprotection signal transmission in power telecommunication network", *ICEE '98*, July 1998.
- [5] 전력연구원, "765kV 초고압 보호계전 방식에 관한 연구", 전력연구원 최종보고서, 1994.
- [6] James L. Goodin, "Utility Project Builds A Case for UCA System", *T&D World Mag.*, June 1997.
- [7] Terry N. Gardner, "Power Networking", *T&D World Mag.*, Feb. 1998.
- [8] 전력연구원, "ATM Testbed 요구조건 및 설계", TM.96EJ33.P.19971207, 1997년 12월.