

전력자동화 통신망 인프라를 이용한 네트워크 서비스 최적 구축 방안

박수환

KEPCO Academy

Optimal design of the network service for the Electric Power Automation IT Infra.

Soo-Hwan Park
KEPCO Academy

Abstract - EPA(Electric Power Automation IT Infra) is a System for Protective Information Transmitter & Receiver and network service. KEPCO(Korea Electric Power Corporation) is building up a high-speed communication network to accept Smart Grid Infra expansion and various terminal communication media characteristic. Recently, MSPP(Multi Service Provisioning Platform) System is established to network service. But there are many considerations for optimal design of network service for the Electric Power Automation IT Infra.

1. 서 론

전력자동화용 IT(Information Technology) 통신망은 전력계통보호 및 데이터 통신 서비스를 위한 시스템이다. 전력계통운영은 안정성과 신뢰성 있는 보호를 위해서는 빠른 시간의 전송시스템을 필요로 하고 있어 초고속전력자동화망이 필수적으로 요구되고 있다.

전력자동화통신망은 국가 기간 인프라인 전력계통을 감시 제어하기 위한 정보통신망으로 고도의 운전 신뢰성과 실시간성이 요구되므로 고품질의 초고속 정보통신망의 구축이 반드시 필요하다.

한국전력은 1980년 국내 최초의 국산 광섬유를 사용하여 6.3Mbps(단파장)의 광통신시스템을 시설하여 실용화 시험을 거쳐서 1983년 상용운전을 시작하였다. 통신 서비스 환경이 단순망에서 통합서비스 형태로 진화하면서 유,무선, 방송/통신, 음성/데이터를 융합하는 시대로 변천했고 현재는 OPGW를 전송로로 하는 10Gbps급 동기식 광통신 시스템을 기간망으로 구성하는 전국규모의 광통신 네트워크를 구성하여 운영하고 있다.

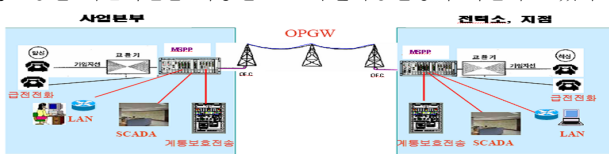
전력계통의 신속·정확한 보호를 위해 높은 대역폭 기술제공과 표준 프로토콜 적용이 증대되면서 효과적인 전달망 체계 서비스 구축이 고려되는 추세이다.

특히, MSPP(Multi Service Provisioning Platform) 시스템이 도입되어 단일 플랫폼에서 TDM(Time Division Multiplexing), IP(Internet Protocol), ATM(Asynchronous Transfer Mode), SAN(Storage Area Network)등 멀티서비스를 제공하게 되고 또한, 차세대 초고속 정보통신망은 전송표준인 이더넷(Ethernet)신호의 수용 및 전송이 가능하게 되었다. 하지만 점증하는 업무회선 증설과 안정적인 계통회선의 수용을 위해 다양한 중속신호를 효과적인 수용하고 스마트그리드 네트워크 서비스를 최적 구현하기 위해 고려할 사항들이 많이 나타나고 있다.

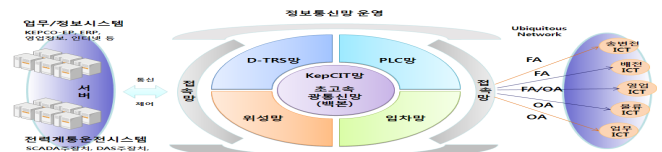
2. 전력자동화 통신망 Network 및 Infrastructure

2.1 KepCIT(Kepco Communication IT InfraStructure) 개요

초고속전력통신망은 공공기관, 대학연구소, 기업은 물론 전국의 가정까지 첨단 광케이블망으로 연결함으로써 문자, 음성, 영상 등 다양한 대량의 정보를 초고속으로 주고받는 최첨단 통신시스템이다. 한국전력은 자가 광선로(OPGW)로 이용한 전력 IT지원을 위한 정보통신 기반시설을 이용한 초고속전력통신망이 시설되고 있다.



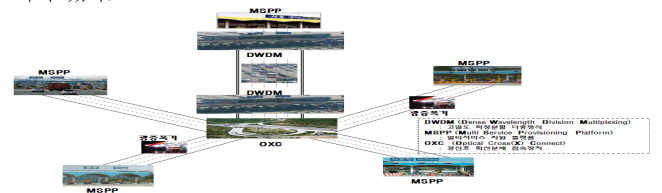
<그림 1> 정보통신 기반시설 구성



<그림 2> KepCIT망 통신서비스 구성

2.2 KepCIT(Kepco Communication IT InfraStructure) elements

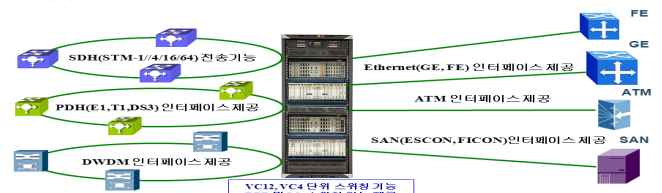
초고속전력통신망 구성요소에는 DWDM(Dense Wavelength Multiplexing) 고밀도 파장분할 다중화기, OXC(Optical Cross Connect) 광신호 자체를 교차 연결하는 기술로써, 동기식 광신호 및 Ethernet신호를 분기결합 및 상호분배 기능을 수행, MSPP(Multi Service Provisioning Platform) 멀티서비스 지원 플랫폼으로 구성되어 있다.



<그림 3> KepCIT System 구성도

2.3 MSPP(Multi Service Provisioning Platform) Service

MSPP(Multi Service Provisioning Platform)는 동일한 하나의 시스템을 기반으로 광 전송(SDH)기능 뿐만 아니라 다양한 형태의 서비스들을 통합 수용할 수 있는 차세대 네트워크 장비이다. 즉 기존의 음성 서비스를 제공하는 TDM 인터페이스, 인터넷 서비스를 제공하기 위한 Ethernet 인터페이스, ATM인터페이스 및 SAN(Storage Area Network) 인터페이스 등을 통합 수용하는 멀티서비스 장치이다.



<그림 4> MSPP Service

주요 기술로는 RPR(Resilient Packet Ring), EoS(Ethernet Over SONET/SDH), VCAT(Virtual Concatenation), LCAS(Link Capacity Adjustment Scheme) 등의 기술이 있다.

2.4 MSPP(Multi Service Provisioning Platform) Main Technology

RPR(Resilient Packet Ring)은 전송방향이 서로 반대 방향인 두 개의 링을 통해 모든 RPR노드에서 동시에 데이터 전송이 가능하며, 50ms 이내의 서비스 복구시간과 효율적인 대역폭 활용이 가능한 이더넷 트래픽 전송기능이다.



<그림 5> PRR 기술

EOS(Ethernet Over SONET/SDH)은 Ethernet Frame을 SONET/SDH frame에 매핑하여 전송하는 기술로써 GFP, VCAT, LCAS등이 있다. GFP(Generic Framing Procedure)는 이더넷과 같은 데이터 트래픽을 효과적으로 SDH망에 Encapsulation하기 위한 기법으로서 Ethernet프레임 전송에 적합한 GFP-F 및 SAN 인터페이스의 전송에 적합한 GFP-T로 구분된다. GFP-F(Frame-based GFP)는 이더넷 프레임 단위별로 Framing하는 기술로서 하나의 이더넷 프레임은 하나의 GFP프레임으로 매핑이 이루어지고, GFP-T(Transport-based GFP)는 Block Coded신호를 수신하여 연속적으로 Framing 하는 기술로서 일정한 크기로 매핑이 이루어지게 되며 입력되는 신호에 대하여 투명하게 매핑이 이루어지게 되므로 전송 지연 등이 최소화된다. GFP Framing 특징은 패킷 길이를 프레임 식별의 기본으로 하는 프레임 방식으로 패킷 시작부에 있는 PLI(Packet Length Indication) 영역의 값으로 다음 패킷을 식별한다.

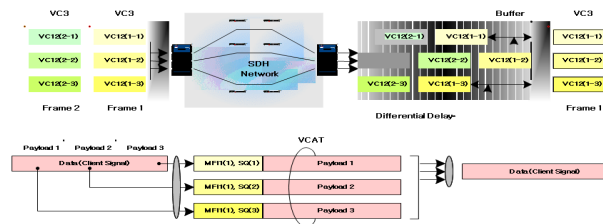
전송 패킷이 없을 때는 Idle신호가 삽입되고 패킷 길이 영역의 에러에 의한 전체 프레임의 오류를 방지하기 위해 헤더 에러 정정 부호 코드를 사용한다. 이와 같은 프레임 방식의 장점은 특정 패턴을 조사하기 위한 프로세스를 필요로 하지 않으며 일반적인 TDM에서 사용되는 프레임의 특성과 비슷한 절차로 프레임 Locking을 선언하게 된다.

VCAT(Virtual Concatenation)은 SDH 전송 망에서 사용되는 가장 작은 신호 단위를(2Mbps, 4Mbps, 또는 150Mbps) N배 한 임의의 크기로 신호를 만들 수 있기 때문에 사용자 신호의 크기에 맞는 특정 신호를 만들 수 있다.

Service	Bit Rate	Utilization Without VCAT	Utilization With VCAT
Fast Ethernet	100 Mbit/s	STS-3c/VC-4 (67%)	STS-1-2v/VC-3-2v (100%)
Gigabit Ethernet	1000 Mbit/s	STS-48c/VC-4-16c (42%)	STS-3c-7v/VC-4-7v (95%)
Fibre Channel	200 Mbit/s	STS-12c/VC-4-4c (33%)	STS-1-4v/VC-3-4v (100%)
Fibre Channel	1000 Mbit/s	STS-48c/VC-4-16c (42%)	STS-3c-7v/VC-4-7v (95%)
ESCON	200 Mbit/s	STS-12c/VC-4-4c (33%)	STS-1-4v/VC-3-4v (100%)

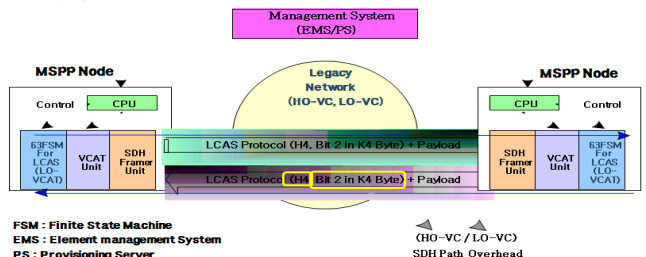
〈그림 6〉 VCAT 회선 적용도

가상 연결은 송신시 가상연결 그룹을 구성하는 멤버마다 일련 번호를 부여해 송신한 후, 수신단에서 번호 순서대로 재조립하는 방식을 사용한다. 이 때 각 멤버에 해당하는 VC들은 각각의 독립적인 경로를 거쳐 목적지에 도착할 수 있다.



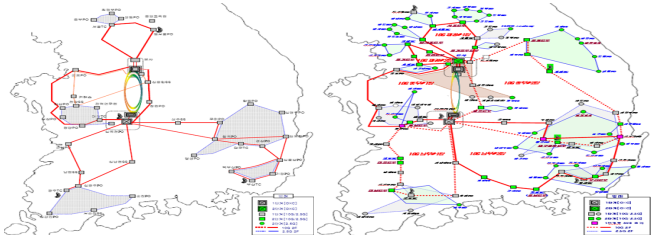
〈그림 7〉 VCAT 경로 구성도

LCAS(Link Capacity Adjustment Scheme) 기능은 VCAT을 이용하여 전송되어지는 트래픽 신호들의 대역폭을 서비스중인 상태에서 증가하거나 감소시킬 수 있는 기법을 제공한다. 가상연결은 대역폭의 효율적 이용 등의 많은 장점이 있지만 동일 데이터가 N개의 VC로 나뉘어 전송되기 때문에 N개 중 1개의 경로만이라도 에러가 발생하면 전체 Packet을 버리고 상위 계층에서 재전송한다. 특정 VC경로에 에러가 발생하게 되면 신속히 해당경로를 가상 연결 그룹에서 제외시켜야 하며, 장애 경로가 정상으로 복구되면 이 경로를 다시 가상 연결 그룹으로 편입시키는 기능이 요구되어진다.



〈그림 8〉 LCAS 전송 프로토콜

2.5 KepCIT(Kepco Communication IT InfrasTructure) 구축 사례
한국전력은 자가 광선로(OPGW)를 활용하여 구축한 본사-사업소간 전국규모의 초고속전력통신망이 기간망(10Gbps 이상) 제1종 #1.2, 중부#1.2, 남부#1.2(2개링)으로 구성되고 간선망으로는 (2.5Gbps 이하) 사업소별 관내지역 단위 Sub링 구조로 되어 있다.

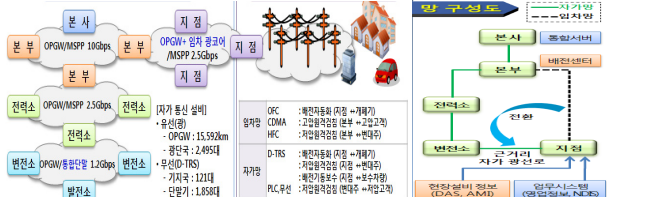


〈그림 8〉 KepCIT 인프라 구축 사례

3. Network Service 최적 구축 고려 사항

3.1 Economical Network 구축 방안

초고속전력통신망은 원거리 전송시 신뢰도가 낮아지는 문제점이 있으며 장거리 임치회선인 경우 고비용일 발생하게 된다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 자가 광(OPGW)을 활용한 경제적인 망 구축이 필요하며 변전소~지점간 근거리 통신에 자가 광(OPSW)을 구축하여 네트워크 서비스 신뢰성 확보를 위해 최단거리의 전송이 필요하다.



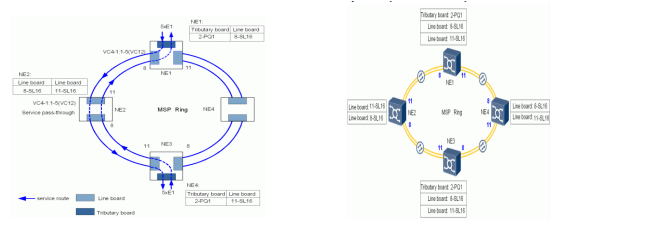
〈그림 9〉 KepCIT Network 구축 방안

3.2 Network Protection 설정 방안

동기식 광전송방식의 링 절체 구조 방식에는 양방향 선로 절체링(BLSR)과 단방향 경로절체 링(UPSR)이 있다. 현재 한국전력의 MSPP의 경우 분기결합 기능을 갖는 망 노드 장치 또는 시스템들을 이용하여 링 토폴로지 형태로 구성하여 트래픽이 양방향으로 순회하며 트래픽을 나르는 임의의 구간 선로상에서 장애로 인한 서비스 손실 장애시 장애구간에 인접한 망 노드 장치 또는 시스템의 다중구간(MS) 상에서 신호루프백을 이용하여 선로절체나 채널 단위의 절체를 통하여 서비스를 복구하는 망 구현 방안을 적용해야 한다.

3.3 Channel Capacity 설정 방안

현재 MSPP 채널별 용량은 VC-1, 4, 16, 64 등이 있으며, 안정적인 계통보호 서비스를 위해서는 양방향 선로 절체링(BLSR) 운영 방안이 제시되며, VC4-16인 경우는 VC4의 1-8번 채널은 Working으로 VC9-16 채널은 Protection링으로 사용되어야 하고, 보호절체는 50ms 이내에 신뢰성 있게 동작되어야 된다.



〈그림 10〉 2f-bidirectional MSP ring

4. 결 론

초고속전력통신망 인프라의 구축으로 그동안 다수의 TDM(Time Division Multiplexing)과 IP(Internet Protocol) 네트워크로 분리되어 운영되던 전력자동화 통신망의 통합 수용 및 운전이 가능하게 되었고 아울러 회선 임차비용을 절감하고 고품질의 네트워크 서비스 제공이 가능해졌다. 통신매체의 특성과 무관하게 일관된 기술로 다양한 서비스를 제공할 수 있고 대역폭의 증가에 유연하게 대응하는 초고속전력통신망의 진화된 성능은 향후 전력기술과 통신기술의 융합으로 새로운 전력서비스를 창출하는 Smartgrid를 구현하는데 밑거름이 될 것이라 확신한다.

[참 고 문 헌]

[1] SDH Networking and Protection, Huawei Technologies co. LTD, 2010
[2] TCP/IP, ATM, SDH/SONET 광대역네트워크, 이병기, 강민호, 2003