

전력자동화서비스를 위한 지능형 통합 게이트웨이 설계

김명수*, 현덕화, 조선구
한전 전력연구원

The Design Efforts of the Intelligent & Integrated Gateway System for the Automation Systems in Electric Power Companies

MyongSoo Kim*, DuckHwa Hyun, SeonKu Cho
Korea Electric Power Research Institute

Abstract - In recent years, it has been a worldwide trend that many power utilities gave their attention to develop and operate their power plants, substation and distribution systems. Following this trend, KEPCO(Korea Electric Power Corporation) has developed many electric automation systems with various communication networks. It has been natural that the automation systems are just focused on to remote devices when they come to be designed. But, we have to shift the focus to the automation system itself.

There are many problems in maintenance and integration of the automation systems. When an automation system can't control some remote devices, there is no way to get why and which part(Master, Network, Master-side Modem or Remote-side modem, Remote Device, etc.) of the system has problems. Moreover, the system just directly links to another automation system. If the system has to link many systems, it needs the linker per each systems. So, we need a new concept to resolve that problems, and develop the Intelligent and Integrated Gateway(IIG) for the automation systems for easy maintenance and integration

서비스를 통합·연계가 가능한 시스템을 설계·개발중에 있다[4].

그동안 많은 자동화시스템들이 자동화대상(개폐기, 변압기 등)에 대한 고장감시 및 제어에 초점을 맞추었지만, 이제는 자동화시스템 자체에 기술관점을 돌려야 할때이다. 시스템의 가동율을 산정할 때 가장 큰 문제점은 통신불량으로 인한 문제이며, 더 큰 문제점은 통신불량으로 자동화시스템에 이상이 생겼을 경우, 고장이 왜, 어디서, 어떻게 일어났는지에 대하여 알 수 있는 방법이 없다는 것이다. 따라서, 자동화시스템의 구성요소를 감시하여 자동화시스템이 원활하게 안정적으로 동작하고, 고장시 신속한 복구가 이루어질 수 있는 시스템 구조가 필요하게 되었다.

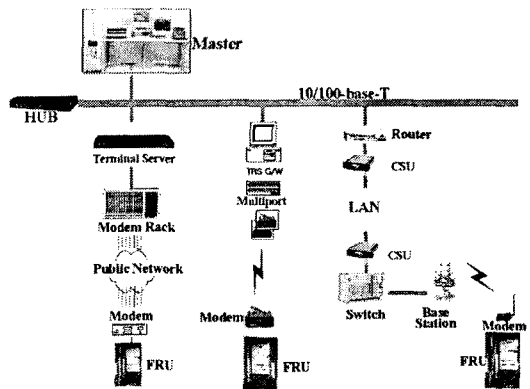
본 논문에서는 자동화시스템에 적용·개발되고 있는 새로운 구조의 지능형통합 게이트웨이를 설계하여 이를 설명하고자 한다.

2. 자동화시스템의 일반적인 구성 및 운영

본 논문에서는 한전의 대표적인 자동화시스템인 배전자동화시스템을 기준으로 설명하고자 한다. 한전의 배전자동화시스템은 전국 184개 지점중 2002년 2월 현재 175개 지점에서 운용 중에 있으며 사용되는 통신방식은 전용임대회선, 광통신, TRS, 무선데이터 통신이다. 그 외의 통신방식으로 현재 실증시험중인 CDMA 방식이 있다. 일반적으로 배전자동화시스템은 <그림 1>과 같이 구성되어있다.

1. 서 론

한전의 배전계통에서 운용되는 자동화시스템은 배전자동화시스템, 원격검침시스템, 에어컨부하제어시스템, 변압기 감시시스템이 대표적이며 이외에 자동화통신시스템들이 계속 개발되고 있다. 자동화시스템들은 각각 고유의 기능과 특징을 가지고 있으며 이에 따라 다양한 통신망이 적용되고 있으며, 현재 가장 많이 사용하고 있는 통신망은 전용임대회선(Leased Communication Line)이지만 사용요금이 비싸고, 유지보수가 힘들어 점차 무선통신망으로 대체되고 있는 실정이다[1]. 각 자동화시스템들은 각각의 기능과 자동화 대상이 상이하므로 요구되는 통신특성도 다르지만, 네트워크의 구성면에서 공통으로 요구되는 사항이 존재하며, 이를 잘 수용하여 통신망 진화방향을 제시하는 것이 매우 중요하다. 자동화시스템이 각각 운용되고 있으므로 통신망도 각각 독립적으로 구축하여 이용하고 있으며, 이에 따른 이중 투자로 낭비적 요소를 내재하고 있다. 전력연구원은 1999년고장실증시험장에 개발·설치 운용중인 배전자동화시스템에서 통신매체에 독립적으로 운용 가능한 전단 처리기를 개발·적용하였다. 그러나, 개발된 시스템은 다양한 통신매체에 대하여 적용이 가능하나, 확장시 유지보수가 약간 복잡한 단점이 있다[2][3]. 유지보수가 간단하면서 다양한 통신매체, 더 나아가 다양한 서비스를 통합할 수 있는 기술이 필요하여 다양한 시스템, 다양한 통신망, 다양한



-FRU : Feeder Remote Unit(원격단말장치)
<그림 1> 배전자동화시스템의 일반적인 구성도

주장치의 주요기능은 배전선로에 산재되어있는 자동화개폐기에 대한 감시 및 제어이며, 통신망관리와 고장시 처리 루틴을 내장하지 않고 있다. 만약, 특정 자동화개폐기의 감시 및 제어가 되지 않을 경우, 주장치에서 처리할 수 있는

기능은 어떤것도 없고, 단지, '통신불량' 이라는 메시지를 디스플레이 하는 것이다.

Hub 는 주장치와 터미널 서버간의 연결기능을 수행하며, 각 포트, 트래픽, 구성정보, 운용상태 등의 정보를 읽을 수 없어서 더미허브(dummy hub)기능(통신선의 연결)만을 하고 있다. 터미널서버는 임대회선 및 광통신을 사용할 경우 사용되는 기기인데, 장애 발생시 직접 장비에 콘솔을 연결하여 각 포트별 정보 변경 및 상태를 확인할 수 있다. 그러나, 이는 수동적인 것으로 매우 비효율적이다. 라우터는 무선통신회사 서버와의 연결, 타시스템과의 연결(항후 확장)시 사용하는 장비로 터미널서버와 마찬가지로 장애발생시 직접 장비에 콘솔을 연결하여 장비 구성 정보확인 및 변경작업을 수행하지만, 운용상태에 대한 확인 기능은 지원하지 않고 있다. 현장에 설치된 모뎀의 경우, Loop Test 기능이 탑재되어있지 않아서, 제어대상기에서 응답이 올라오지 않을 경우, 어디에서 잘못된 것인지 알 수 없는 현상을 나타내었다.

3. 자동화시스템의 문제점

3.1 고장 발생시

3.1.1 고장이 왜 발생했는지 모름

현재 한전 배전자동화시스템의 전 사업소 운용율은 평균 95% 정도이다[1]. 약 5% 정도의 자동화대상기에 대하여 감시제어가 이루어지지 못하고 있는데, 이에 대한 고장 원인을 알지 못하고 있다. 모뎀이 고장난 건지, 통신망이 잘못된 것인지 알 수가 없어 고장 복구시간이 지연되는 경우가 많다.

3.1.2 고장이 어디서 발생했는지 모름

고장의 원인이 모르지만, 고장이 어느 구간에서 발생했는지도 알수가 없어서 어디부터 고장진단을 해야하는지 힘든 경우가 많다. 운용자의 입장에서는 어느 부분이 잘못되었는지만 알아도 유지보수업무에 아주 유용하리라 생각하고 있다.

3.1.3 어떻게 복구해야 하는지 모름

고장구간과 고장원인을 알아도, 이에 대한 후속조치 등을 알고있지 못한다면, 아무 소용이 없다. 특정고장에 대한 일련의 고장복구 알고리즘을 가지고 있어야 한다. 따라서, 고장복구 알고리즘이 내장된 시스템의 필요성이 있으며, 이에 대한 운용이 필요한 시점이다.

3.2 새로운 서비스 추가시

새로운 자동화서비스(시스템)가 추가될 경우, 기존의 다른 자동화시스템에서 사용하는 통신망을 공유가 가능한 위치라도, 현재의 구조라면 통신망 공유가 불가능하게 되어있다.

3.3 다른 자동화시스템과 연계시

현재는 다른 자동화시스템과 연계시, 연계할 각각의 자동화통신시스템과 1:1 연결을 해야 하므로 만약 N개의 자동화시스템과 연계를 수행한다면, N개의 연계장치가 필요하며, 이는 매우 낭비적인 요소이다.

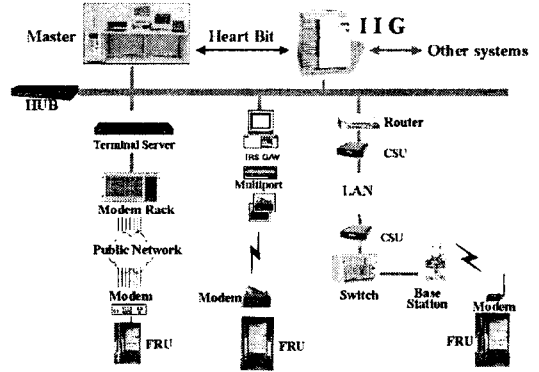
4. 해결 방안

위의 문제점들을 해결하기 위하여 다양한 분석 및 특성 조사를 통하여 최적의 구성 방법 및 복구 알고리즘을 설계하고 아래에 설명하고자 한다.

4.1 시스템의 구성

기존의 시스템을 최대한 그대로 수용하면서, 문제가 되는 부분을 보완하는 방법을 사용하였고, 항후, 확장도 염두에

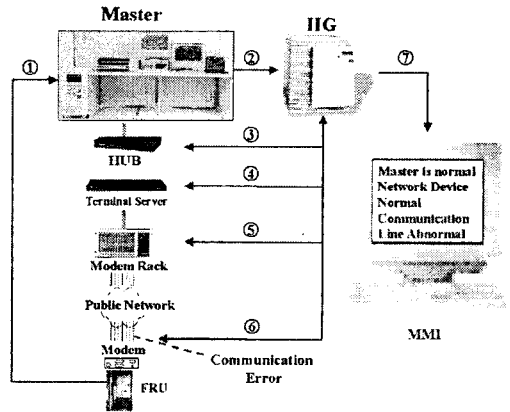
둔 구조로 설계하였다. 기존의 시스템을 그대로 두기 위해 우선, 첨가되는 시스템을 LAN 상에 연결시켜 다른 시스템에 주는 영향을 최소한으로 하였다. <그림 2>에 개선된 구성도를 도시하였다.



<그림 2> 개선된 구성도

4.2 주장치와의 연계

주장치에서는 통신상태를 감시하여 통신이상상태 발생시 주장치 시스템의 통신이상 메시지를 TCP/IP 통신을 이용하여 IIG 시스템에 통신이상 메시지를 전송한다. IIG는 주장치로부터 수신된 에러메시지를 분석하여 유선의 경우 네트워크 장비(터미널서버, HUB), 집합모뎀, 전송로, 단독모뎀 순으로 체크한다. 무선의 경우 네트워크장비(Router), 전송로, 무선망 서버 순으로 체크한다. 주장치와의 통신상태를 감시하여 주장치 다운로드 인해 발생할 수 있는 문제를 미리 파악하고, TCP/IP 통신을 수행하여 주장치의 시스템 리소스를 관리하여 주장치 상태를 감시할 수 있게 구성하였다. <그림 3>에 단말쪽의 통신에러 발생시 처리흐름도를 도시하였다.



<그림 3> 단말 모뎀의 통신에러시 장애원인 복구 흐름도

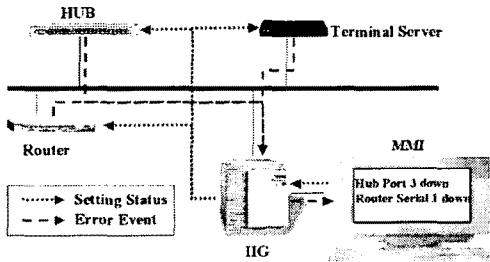
첫 번째로 주장치가 단말기의 상태를 읽어오지 못하여, 이를 IIG로 통보해 주면 IIG는 네트워크장치와 통신하면서 원인을 분석한다. HUB, Terminal Server, 집합형 모뎀, 전송로의 상태를 차례로 읽어오고, 맨 마지막으로 FRU에 연결되어있는 모뎀의 상태를 읽어온다. <그림 3>에서는 FRU에 연결되어있는 모뎀전단에서의 Remote Loop Back 의 불가능이 원인으로 통신선로에서 문제가 발생함을 알려준다.

4.3 각 네트워크 장치와의 연계

IIG는 PING 명령을 이용하여 허브의 상태를 주기적으로 체크하고, 허브에서 각 포트의 운용상태 이상 발생시 IIG의 요구가 없어도 각 포트의 이상상태를 IIG에 전송한다. IIG에서 허브의 물리적상태를 실시간으로 체크하고자 하는 경우, IIG와 Hub간에 정의된 TCP/IP 통신방식으로 허브의 MIB(Management Information Base) 정보를 수집하여 허브의 운용상태를 표시한다. 추가되는 기능은 다음과 같다. SNMP와 MIB-II를 지원하며, IIG에서 각 포트별 링크상태, 트래픽량을 실시간으로 감시한다. 또한, 각 포트별 세부구성정보를 관리한다.

IIG는 PING 명령을 이용하여 터미널 서버의 상태를 주기적으로 체크한다. 터미널서버에서 각 포트의 운용상태 이상 발생시 IIG의 요구가 없어도 각 포트의 이상상태를 IIG에 전송한다. IIG를 통하여 원격지에서 Reboot 및 각 port 별 구성정보변경이 가능토록 한다. IIG에서 시리얼 구간엔 연결된 시스템으로부터의 Traffic 정보를 주기적으로 체크하여, 통신선로의 통신부하를 감시하도록 한다. IIG에서는 각 port의 송수신 프레임을 확인할 수 있도록 한다. 각 port 별로 제어함 모뎀 이상시 통신을 중지하는 disable 기능을 할 수 있도록 한다.

IIG는 Ping 명령을 이용하여 라우터의 상태를 주기적으로 체크한다. 라우터에서 각 포트의 운용상태 이상 발생시 IIG의 요구가 없어도 각 포트의 이상상태를 IIG에 전송한다. 라우터는 기본적으로 SNMP를 지원하며, 원격지에서 라우터 링크상태를 제어가능하다. 원격지에서 각 포트별 up/down이 가능하며, 라우팅태이블을 볼 수 있도록 구성한다. <그림 4>에 중앙통신장치의 장애원인 분석 흐름도를 도시하였다.



<그림 4> 중앙 통신 장치의 장애원인 분석 흐름도

4.4 집합형 Modem과의 연계

집합형 모뎀에 대한 Analog Loop Back Test를 수행하여 집합형 모뎀과 주장치간의 통신망의 이상유무를 파악할 수 있으며, 송수신 신호세기를 확인 가능하여 선로품질 및 단선을 알 수 있다. 향후, 집합형 모뎀에서 단독형 모뎀으로 Remote Digital Loop Back 기능을 추가하여 단독형 모뎀까지의 이상유무를 파악가능하리라 생각된다. 이 경우 모뎀의 수정이 불가피해진다.

4.5 TRS 시스템과의 연계

주장치에서 TRS 게이트웨이의 통신상태를 감지하여 이상상태 발생시 주장치 시스템에 Log File로 저장하고, TCP/IP 통신을 이용하여 TRS 게이트웨이 H/W 및 S/W를 감시하고 TRS의 모뎀 Test와 PAD(모뎀과 FRU간의 인터페이스부) Test를 수행한다. TRS H/W 감시 및 단말까지의 정상/비정상상태를 판별한다.

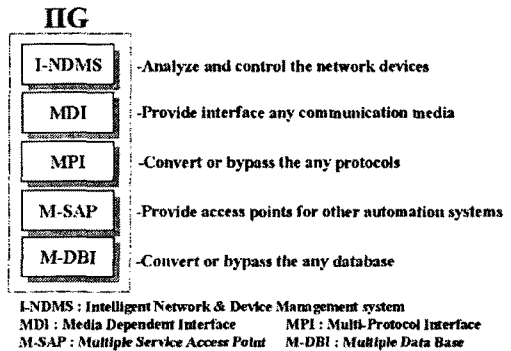
4.6 타 자동화시스템과의 연계

변전자동화시스템, 원격검침시스템, 부하제어시스템 등 다양한 자동화시스템과의 연계를 위하여 SNMP를 지원하는 Router를 탑재시켜, IIG에서는 타시스템과의 투명한

연계를 제공한다. 타시스템과의 액세스포인트를 제공함으로써 향후 연계될 다양한 자동화시스템과 정보를 공유가능한 구조로 설계되었다.

5. 향후 과제

현재 개발중인 시스템은 기존 시스템에 단말의 문제를 포함한 포괄적인 통신망관리(NMS:Network Management System) 기능이 추가되었다는 것이고, 그 범위가 넓어진 것이다. 향후, 다양한 자동화용 프로토콜에 대하여 프로토콜 변환 및 바이패스를 수행 가능한 구조로 구성하고자 한다. 또한, 다양한 데이터베이스를 변환가능한 기능을 추가하여, 전력자동화시스템의 통합이 가능한 시스템을 발전하고자 한다.



<그림 5> IIG 확장 기능 개요도

현재, 설계된 시스템에 대하여 개발중에 있으며, 2002년 11월중 개발완료후, 다양한 실증시험을 통하여 개선점을 찾아내어 신뢰성있는 시스템을 구성하는 것이 향후 과제이고, 현재 Remote Loop Back Test가 지원되지 않는 모뎀들에 대하여 이를 개선한 모뎀을 개발하여 설치, 테스트 예정에 있다.

6. 결 론

본 논문에서는 기존의 자동화시스템의 문제인 자동화시스템 자체 고장시 고장의 원인 및 유지보수등에 대한 문제를 해결하기위한 시스템에 대하여 설명하였다. 본 시스템은 현재 한전의 한 지점에 설치되어 실증시험중에 있으며 이를 개선하여 향후 전국으로 확대할 예정에 있다.

현재는 자동화대상기뿐만아니라, 자동화시스템 자체에 대한 고장원인 파악이 가능한 종합해결책을 요구하고 있으므로 이러한 시스템을 더욱더 연구개발하여 발전시키는 것이 유지보수측면에서 매우 효율적이라고 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김명수, "The Development of a Distribution Automation System with Wireless Network", Thailand/Power-Gen Asia, 2000, 10
- [2] 김명수 외, "신 배전자동화시스템 개발연구", 전력연구원 최종보고서, 2000, 8
- [3] 김명수, "배전자동화시스템의 광네트워크 구성 및 운용방안", 대한전기학회논문지, 47권 9호, pp1520-1526, 1998.9
- [4] 김명수, "22.9kV 이하 배전계통의 자동화시스템 및 통신망", 한전 전력연구원 기술간행물, 2000, 8
- [5] 한전 배전처, "2001년도 소규모 배전선로 자동화시스템 시연회", 2001, 5