

한전의 국산 배전자동화 시스템

고인석*, 서정윤**

(*한국전력 서울지역본부장, **서울지역본부 중요수용 관리팀장)

1. 서론

도시의 과밀화에 따른 수요의 고밀도화와 도시기능의 고도화 및 다양화에 수반하여 전력공급 신뢰도 향상의 필요성은 날이 갈수록 고조되고 있다.

도시기능의 고도화가 진전되면 도심지에 있어서 정전사고라든가 설비재해에 의한 사고시 도시기능이 마비되어 그 영향은 큰 사회문제로 발전하기 때문에 정전시간의 단축과 정전구간의 최소화, 사고파급방지가 중요한 문제로 대두되는데, 도시의 과밀화와 수요의 고밀도화는 그 어느것이나 사고파급방지, 정전시간의 단축을 위한 대책을 더욱 어렵게 만드는 요소이다.

더욱이 근년의 POWER ELECTRONICS기술의 급속한 진보에 의해 가전제품, 각종 OA기기로부터 산업용 기기에 이르기까지 반도체 응용기기의 보급이 확산되어 있다. 이러한 기기의 일부는 특성상 계통사고의 인지에서 재폐로까지의 극히 짧은 시간동안의 순시 전압강하에서도 그 기능이 정지되는 일이 있기 때문에 양질의 전력공급은 고도 정보화 사회의 진전, 도시기능의 고도화를 지탱하는 중요한 사회적 기반으로 앞으로도 그 중요성은 더욱 고조될 것으로 사료된다. 한국전력에서는 이러한 고객의 요구조건을 만족시키고 NEEDS의 다양화에 적극 대응하고 기업경영에 효율성을 제고하는 대책으로 국산 배전자동화 시스템을 순수 국내기술로 개발하여 실증시험을 거쳐 실계통 운전에 들어가게 되었다.

2. 국산 배전자동화 시스템의 구성

국산 배전자동화 시스템은 배전선로의 운전상태를 감시하고 배전설비의 운전조작을 컴퓨터와 통신기술을 부가하여 원방에서 제어하는 시스템으로 배전선로 고장발생시 고장구간을 자동구분하여 긴급구간에 대한 전원 역송을 수행하는 선로자동화(Feeder Automation), 고객의 사용전력량을

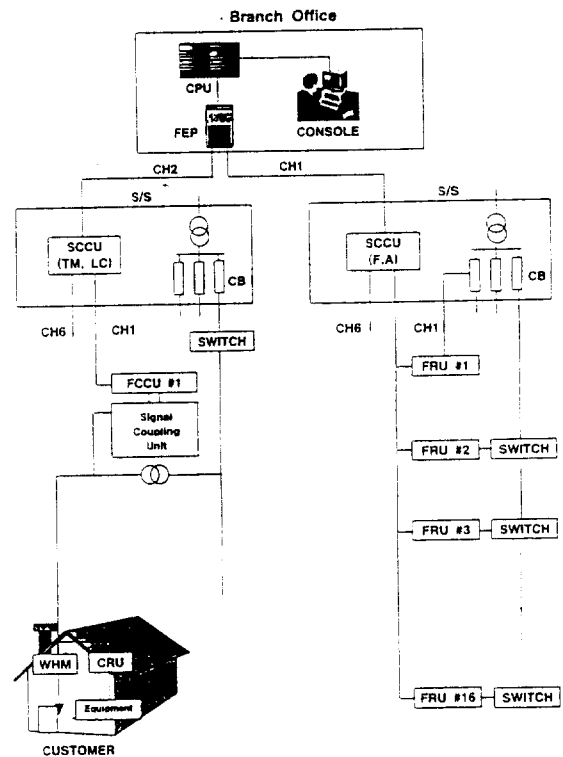


그림 1 배전자동화 시스템의 구성도

원격에서 검침하는 원격검침(Automated Meter Reading) 기능을 갖는 시스템으로 구성되어 있다.

배전자동화 시스템은 그림 1과 같이 배전자동화용 컴퓨터, 통신제어장치 및 단말장치로 구성된다. 이 시스템은 높은 신뢰성 및 안정성을 확보하기 위해서 컴퓨터시스템 및 통신장치의 이중화, 고 신뢰성의 정보전송로(사령실-변전소간 : 광케이블)를 채용하였으며 향후 시스템 확장성을 충분히 고려하여 설계·제작된 것이다.

정보전송로의 구성은 높은 신뢰성과 안정성을 확보하기 위해 Dual화 하였으며 감시제어장소(지점 사령실)와 변전소간은 장래 배전자동화 기능의 확대, 배전종합자동화 시스템의 구현 및 타 데이터 전송시스템과의 연계를 감안하여 고속, 고신뢰성 데이터의 전송이 가능한 광케이블 전송방식

을 채택하여 9600bps의 전송속도를 갖도록 하였으며 변전소와 단말장치간에는 원격제어 및 감시대상인 자동화개폐기가 배전선로에 분산되어 있기 때문에 전송로 구축에 따른 시설비와 개폐기 원격제어 기능만을 수행하는 경우에는 데이터의 전송량이 적기 때문에 자동화 수행기능에 적절한 속도를 고려하여 1200bps의 전송속도를 갖고 멀티드롭 구성이 편리한 페어 케이블 방식을 채택하여 시스템확장의 용이성, 경제성 및 시공의 편의성을 갖도록 했다.

특히 이 시스템은 고장처리 속도가 상당히 빠른 것이 특징인데 배전선로에서 고장 발생한 경우 고장선로 인지 → 조작순서 작성 → 자동절체 조작 → 원상복귀 조작등의 순차적인 업무가 컴퓨터에 의해서 자동으로 이루어짐으로써 기존의 배전선로 고장이 발생한 경우 고장구간의 확인 및 교통체증등으로 40 ~ 50분이 소요되던 고장처리 시간이 고장구간의 확인 및 건전구간의 송전까지 1 ~ 2분안에 처리할 수 있어 정전시간 및 정전구간이 획기적으로 줄어들었으며 배전선로에 설치된 개폐기의 투입/개방제어나 전압, 전류계측에 소요되는 시간이 2초 정도밖에 소요되지 않는다.

3. 배전자동화 시스템의 보유기능

배전자동화 시스템의 가장 중요한 기능은 배전선로에서 고장이 발생한 경우 최단시간에 고장구간을 감지, 판별하고 건전구간에 자동으로 송전이 가능하도록 하는 고장처리 기능이라고 할 수 있다.

본 시스템은 개폐기 한 대를 감시하는데 약 2초 정도의 시간이 소요되고 제어명령에 의해 제어가 이루어지는데도 약 2초정도의 시간이 소요되며 기능면에서도 다양하여 계통감시, 원격제어, 정보계측, 상태표시, 데이터관리, 원격검침의 기능을 보유하고 있다.

표 1 국산 배전자동화 시스템의 보유기능

구분	기능	내 용
선	계통감시	변전소 차단기 ON/OFF 상태 고장전류 통전유무 제제로 실패(Lockout)
		자동화 개폐기 ON/OFF 상태 Local/Remote 단상/결상 상물일치
자	원격제어	개폐기 ON/OFF 제어 Lock/Unlock 제어 Fault Indicator Reset, 밧데리 테스트
	정보계측	선로인출 3상 전압, 전류 개폐기검 3상 전압, 전류
동	계통도표시	변전소 단선 결선도 배전선로 고압계통도 정전구간 표시
		고장처리
화	데이터관리	데이터 베이스 관리 각종 이력자료 출력
		원격검침

3.1 처리기능

3.1.1 정상시 처리기능

차단기의 감시와 병행하여 전 개폐기의 이상유무 및 3상 전압, 전류를 읽어들이 데이터베이스에 저장하고, 필요시 데이터베이스 서브시스템을 통하여 출력이 가능하며 선로 고장이 아니더라도 통신성공률이 80%이하로 떨어지든지 개폐기의 밧데리 불량등 이상상태가 감지되면 경보 수위에 따라 경고 메시지를 발생하여 수리를 요구하게 된다.

3.1.2 고장시 처리기능

중앙제어 장치에서 변전소 차단기 및 선로개폐기의 현재 상태 및 FI(Fault Indicator)상태 위주로 감시하다가 이상상태가 감지되면 선로고장을 알리는 경보와 함께 사령원용 노드에 메시지를 발생시키게 되며 이때 폐기 상태 및 FI상태를 읽어 고장구간을 판단, 그래픽 화면에 고장이 발생한 위치를 표시하게 된다. 이때 사고구간 분리버튼을 조작하면 각종 데이터를 분석하여 사고구간 분리 및 건전구간 복구순서를 출력하게 되는데 고장구간 수리후 원상복구 버튼을 조작하여 사고이전의 상태로 원상복구 할 수 있다. 이때 사령원은 일괄투입 또는 개별실행 중에서 어느하나를 선택하여 수행할 수 있다.

3.1.3 중앙컴퓨터 처리기능

배전선 고장시 및 정상시 중앙컴퓨터의 처리기능은 아래와 같다.

표 2 중앙컴퓨터의 처리기능

종 별	기 능
FEP+COMM SubSystem	현장에 있는 각 단말장치의 데이터를 실시간으로 계측, 감시제어, 이상발생시 경보발생 및 통보, 실시간 데이터의 저장, 스케줄러의 유지 및 관리시스템 운용사용 인터페이스 제공
DB SubSystem	현상계측 데이터의 유지 및 관리, 분산 데이터베이스의 관리, 조작등의 이력관리, 각종 리포트 출력
MMI SubSystem	그래픽 사용자 인터페이스 제공, 경보 윈도우 상 현상시 스탭 감시, 제어 인터페이스 제공, 고압계통도 유지관리
FA SubSystem	자동 고장처리 순서작성, 원상복구 조작 순서작성

3.1.4 현장 자동화기기의 적정분할 및 연계수

가공선로 구간에 있어서는 배전선로 구간용 자동화 개폐기에 단말장치를 부착하고, 지중구간에는 지상형 다회로 개폐기내에 단말장치를 설치하였으며 Recloser 및 변전소 CB에 각각의 단말장치를 설치하였다. 배전선로를 자동운전하기 위한 계통을 구성하기 위해 자동화 개폐기에 의한 구분효과와 선로연계수 및 수동개폐기에 의한 구분효과를 충분히 검토한 결과 한 선로에 자동화 개폐기를 많이 설치하여도 4대 이상에서는 선로도가 그다지 증가하지 않는다는 결론을 얻었으며, 개폐기를 많이 설치하면 고장시 정전구간은

줄어들지만 투자비에 대한 효과측면에서 크게 신뢰도가 나아지지 않으므로 자동화용 개폐기의 설치위치는 사고시 역송처리가 용이한 4분할 3연계 방식을 채택하였다.

3.2 고장구간 검출방법

배전선로에 설치되는 기기는 CB, Recloser, FAS(Fault Section Auto-Search Switch : 자동화 개폐기), 수동형 개폐기, 지상형 다회로 개폐기(자동 및 수동), Sectionalizer이며 고장구간 검출 및 분리방식은 전용 통신선을 이용하여 자동화 개폐기에 고장전류가 흘렀는지를 확인하여 고장구간을 판단하는 방식으로 YES-NO LOGIC을 적용한다. 고장구간 판별 및 분리와 건전구간의 부하용통은 미리 입력된 데이터와, 개폐기가 가지고 있는 정보를 신호전송망을 통하여 수집하고 컴퓨터의 부하용통 프로그램으로 부하절체 조작순수를 작성하여 일괄 조작한다.

그림 2는 사고시 역송처리가 용이한 4분할 3연계 배전계통 구성의 일예로서 고장시 처리절차는 다음과 같다.

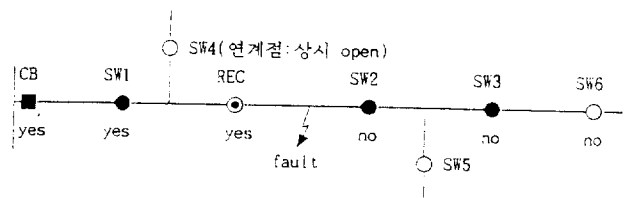


그림 2 4분할 3연계 배전계통 구성도

- ① 중앙제어장치는 평상시 변전소 차단기와 리클로저의 고장 전류 통전정보(Fault Indicator)만을 계속해서 감시하고 있음
- ② 감시중 특정 선로에서 고장이 발생하여 차단기가 개방되고 F.I가 set되면 재폐로 동작이 실패하여 lockout 정보를 취득
- ③ 중앙제어장치는 해당 선로의 각 자동화개폐기에 고장 전류가 흘렀는지 알 수 있는 F.I 정보의 YES/NO 정보를 문의함
- ④ yse로 응답하는 개폐기와 no로 응답하는 개폐기 사이의 구간에서 고장이 발생한 것으로 판정
- ⑤ 부하용통 프로그램에 의한 계산작업을 통하여 고장복구 조작순서표를 중앙장치가 작성하여 모니터 화면에 나타냄
- ⑥ 보선사령원이 조작순서표를 확인한 후 복구를 위한 일괄조작 명령을 컴퓨터에 지시하면 고장지점 부하측의 건전구간에 대한 부하절체가 자동으로 이루어짐
- ⑦ 전원측 건전구간의 복구를 위해 급전지령실에 CB투입을 의뢰하여 CB가 투입되므로 고장 구간을 제외한 모든 구간이 복구됨.

이상의 절차를 통한 고장처리시간은 사령원이 신속한 대응을 한다면 부하측 건전구간의 복구까지 약 1 ~ 2분 정도

가 소요되고 전원측 건전구간의 복구까지는 약 2 ~ 3분 정도가 소요될 것으로 예상된다.

오랜 배전자동화 시스템 개발 역사를 가진 일본에서는 고장구간 분리시 2번이상의 정전을 경험해야하는 시한순송방식을 적용하는데 비해, 국산배전자동화 시스템은 기존의 CB와 Recloser의 보호협조관계는 그대로 유지하면서 고장전류 통전유무만으로 고장시 즉시 고장구간을 파악하는 방식으로 개발되어 과도 고장시는 물론 영구고장시에도 고속의 고장복구가 가능하다. 기존의 계통구성에서 영구고장이 발생하면 보호기기의 능동적 동작으로 고장구간을 대구간 단위로 분리하고 자동화 개폐기의 원격조작으로 소구간 단위로 분리한다. 부하용통 조작시는 보호기기와 자동화 개폐기를 모두 원격조작하도록 되어있다. <그말-2>에서 REC와 SW4사이 고장이 발생하였을 때의 고장처리 방법을 일본의 배전자동화 시스템과 비교하여 표시하였다.

표 3 일본 시스템과의 비교

진행구분	국산 배전자동화 시스템	시한순송방식 (일본)
고장발생	REC - SW2 사이에 영구고장 발생	
재 폐 로	변전소 CB재폐로 수행후 Lock Out됨 (전부하 정전상태)	변전소 CB재폐로 수행후 Trip (전부하 정전상태)
고장탐지	FRU 고장정보(FI)확인 (FRU당 2초 정도소요)	SW1, SW2, SW3...와 같은 순서로 3.8초 간격으로 투입 (선원단 부하부터 선원복구)
고장구간 파악	선로온전자동화 소프트웨어에 의해 즉시 고장구간 판정	REC 투입시 CB다시 Trip됨 REC는 Lock Out (전부하 재차 정전)
건전구간 복구	선로온전자동화 S/W에 의해 REC Open/SW2 Open/SW6 Close 원방자동조작수행 변전소에 CB 투입요청	CB 다시 재폐로 하여 SW1, SW2 순서로 투입 (선원단부터 차례로 선원복구)

4. 중앙제어 장치

중앙제어장치의 고장은 전체시스템의 가동을 불가능하게 할 수 있으므로 중앙제어장치의 신뢰도 및 안정성의 확보는 매우 중요하다.

중앙제어장치 전체를 이중화 하려면 단일 시스템의 몇배에 해당하는 막대한 초기 투자비가 필요하다. 따라서 적절한 수준의 경제성과 신뢰도를 보장하는 것이 중요하다. 이러한 점을 고려하여 우리 한전의 중앙제어장치는 하드웨어의 부분적 이중화와 데이터 손실을 대비한 데이터베이스의 이중화로 시스템의 고장시에 대비한 안정성과 신뢰도를 확보하고 있으며 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 1) 디스크 Crash에 대비한 데이터의 보존을 위하여 데이

터베이스용 디스크의 물리적 이중화(Volume, Shadowing) 및 데이터의 중복저장(Replication)으로 데이터의 손실을 방지하였고,

- 2) 통신노드의 이중화(Dual Node) 및 고장시 시스템 자동복구(Auto-Failover) 기능을 확보하여 시스템고장에 대처하도록 하였으며,
- 3) 규모의 증가에 따른 통신량의 증가에 대처하고 일정한 응답시간을 보장할 수 있도록 통신용 전처리기 (Communication Dedicated FEP)를 사용하고 이를 이중화 하였고,
- 4) 시스템 내의 네트워크 이중화(Dual LAN)로 네트워크의 고장을 자동으로 복구하도록 되어 있다.

본 시스템은 배전자동화 시스템의 가장 기본적 요소인 감시계측과 제어기능의 확보를 위하여 통신노드, 네트워크, FEP로 이루어지는 통신특면을 이중화 또는 모듈화하여 중앙제어장치 측면에서의 통신의 안정적 확보에 역점을 두었고 데이터의 손실에 대비한 Disk의 이중화로 신뢰성을 크게 높이고 있다.

< 그림-3 >은 강동지점에 설치된 중앙제어장치의 구성도이며 <표-4>는 중앙제어장치의 구성 및 중요특성을 나타낸 것이다.

표 4 중앙제어 시스템의 구성 및 중요특성

구성	H/W 구성	주요특성
F/ADB 노드	DEC3000-600AXP - 128MB Memory - 19" Color Mon.(6572Hz) - 2.1GB, 1GB HDD*2 (Data Vol,Shadowing) Client - Pentium, 3.5GB, 2GB ORACLE7 RDBMS	1. 대용량 Disk 및 고속 CPU 2. Disk Failure를 대비한 Volume Shadowing 3. 각종 양식 및 리포트 처리용 DataBase Tool 4. 데이터 처리 및 보관을 위한 DBMS의 설치
MIMI 노드	DEC3000-600AXP - 128MB Memory - 19" Color Mon.(6572Hz) - 2.1GB, JDD, 1GB HDD ORACLE7 RDBMS	1. 고속의 그래픽 데이터 처리 → 대용량 메모리, 고속 Graphic I/F 2. 표준화된 Motif 환경 3. 분산형 데이터베이스의 일차성 보장을 위한 DBMS
COM M 노드	DEC3000-500AXP 2대 - 64MB Memory - Internal Battery Backup - 2GB HDD * 2, - 2.88MB FDD ORACLE7 RDBMS	1. Failover를 위한 2중화 구성 2. 현재의 데이터만 보관 (소 용량의 메모리 구성) 3. 분산환경에 적합한 DBMS
FEP (Front End Process)	VM30 - 68030/40MHz VSBC-4 -68302/29MHz VLAN	1. 이중화된 FEP 2. 통신기능의 모듈화 3. 시스템의 확장에도 일정한 통신 속도를 유지 하기 위한 구조
Network	Twin Rail Ethernet - IEEE 802.3 10Base2	1. 이중화된 Ethernet 사용으로 통신 Path의 이중화

5. 변전소 통신제어 장치

한국형 배전자동화 시스템중 변전소 통신제어장치는 중앙제어장치(CCS: Central Control System)와 배전제어 단말장치(FRU: Feeder Remote Unit) 및 선로통신 제어장치(FCCU: Feeder Communication and Control Unit)사이에 위치하여 CCS와는 광통신선에 의한 광전송방식을 이용하고 FRU 및 FCCU와는 전용통신선을 매체로 한 패이케이블 방식을 사용하여 데이터의 전달 및 중계기능을 수행한다.

데이터 전송을 실시할 경우 통신 및 시스템 신뢰도를 향상 시킬 수 있도록 에러 검정기능과 자기진단기능을 갖고 CCS로부터 CB Scan명령의 Do wn Load에 의해 CB용 배전제어 단말장치의 각종 데이터를 수집하여 일시보관하는 기능을 갖는다.

5.1 CCS와 인터페이스

SCCU는 CCS에 대해서 인터페이스 기능을 수행하며 통신신뢰도 및 성공률이 아주 우수한 광 전송방식을 채용하여 각종 데이터를 전송한다.

- 1) 요구데이터의 전송
- 2) 단말장치의 제어 및 설정데이터의 전송
- 3) CB상태를 상시계측하여 CCS의 요구가 있을때 데이터를 전송

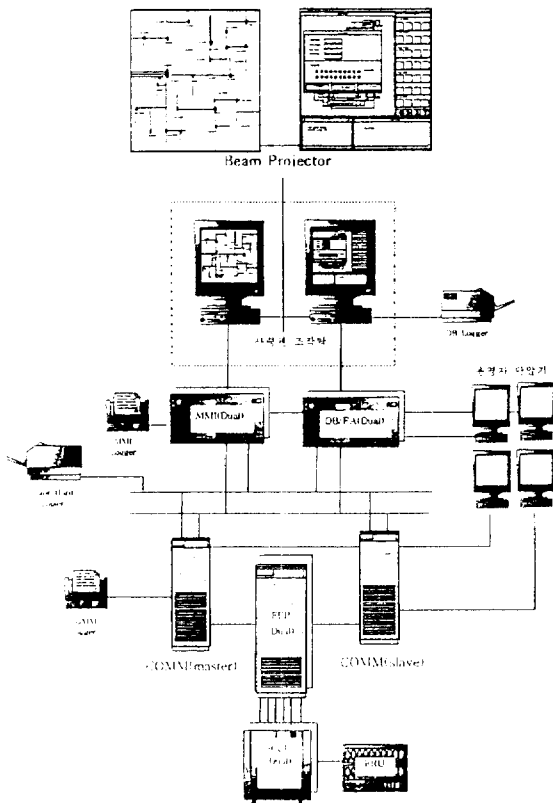


그림 3 강동지점에 설치된 중앙제어장치 구성도

5.2 FRU와 인터페이스

SCCU는 각 회선의 CB용 FRU에 대해서 상시 Polling 방식에 의해 데이터를 계측한다. 단, 제어 및 설정 데이터를 전송할 때는 Polling 방식에 의하지 않고 개별통신 및 회선단위로 동보통신을 실시한다.

5.2.1 상시 Polling기능

CCS와는 무관하게 각 회선에 설치된 CB용 FRU와 Polling 방식에 의해 변전소에 설치되어 있는 CB의 점검상태 및 사고고장 감지장치(FI: Fault Indicator)의 설정치를 읽는다.

5.2.2 제어 및 변수 설정

CCS로부터 각 FRU의 제어 및 변수 설정이 있을 경우 상시 Polling을 중단하고 이에 대한 기능을 수행한다. 제어 명령인 경우에는 해당 FRU에 대해서 개별통신을 실시하여 자동화 개폐기를 제어하고 변수설정에 대한 명령의 경우는 회선단위로 동보통신을 실시하여 명령을 수행한다. 그리고 제어 및 변수설정에 대한 명령이 완료된 경우에는 상시 Polling으로 복귀한다.

5.2.3 무응답 검출

SCCU는 상시 Polling시 계측명령의 전송후에 150(ms)동안 응답을 대기하고 응답이 없을 경우에는 동일한 명령을 3회까지 재전송하여 통신 성공률을 확보하고 3회 재전송에도 응답이 없을 경우에는 무응답으로 처리한다.

5.3 외부와 인터페이스

SCCU는 FRU와의 조정시험을 할 수 있는 시험모드 기능을 가지고 있어 통신회선 및 각 단말장치의 유지보수를 용이하게 실시할 수 있다.

5.4 자기진단 기능

SCCU는 논리제어부의 Watch Dog Timer에 의해 회로의 하드웨어 및 소프트웨어 이상시 자기진단 기능과 외부회로의 이상상태 발생시 Auto Reset 기능을 수행할 수 있도록 구성하여 시스템의 동작 신뢰도를 향상시키고 있다.

5.4 에러검정 및 통신제어

- 에러제어기능 : BCH 검정, 패리티검정(Even Parity)
- 에러회복기능 : ARQ방식
- 전송제어기능 : Polling 제어방식

5.5 장치의 이중화 기능

SCCU는 CCS와 데이터 전송의 고신뢰도를 유지하기 위해서 9600bps 모뎀, 논리 제어부 및 전원장치의 이중화가 되어있다.

6. 배전제어 단말장치

배전제어 단말장치는 배전선의 자동운전을 위하여 시스템 말단에 설치되는 단말기로서 FRU(Feeder Remote Unit)라고 한다. FRU는 <그림-4>처럼 여러형태의 자동화용 개폐기와 연결되어 개폐기의 각종 상태의 감시 및 동작제어와 배전선로 구간 전기량을 계측하고 배전선상에서 발생하는 고장여부를 상시 감시하는 기능을 수행한다.

여러대의 FRU가 같은 선로상에 설치되어 한 선로에서 발생하는 배전선의 상태를 감시하고 제어하게 하며, 이와같이 FRU가 수행한 일들은 중앙장치에 전송하기 위하여 Multi Drop 방식의 통신으로 상위기기와 송,수신을 하면서 상위기지에서 오는 신호를 감지하여 자신에게 해당되는 명령만을 선택적으로 수행한다

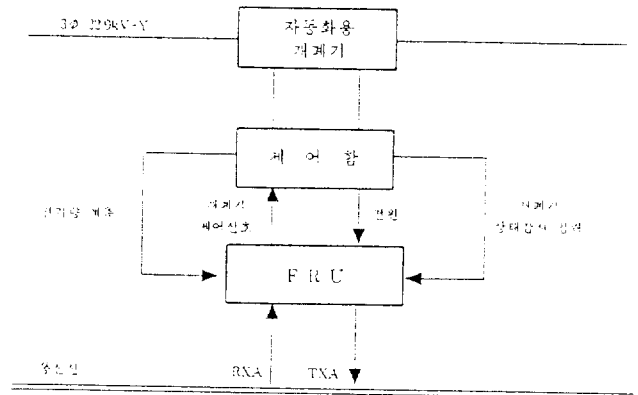


그림 4 계통연계도

이러한 동작기능을 수행하기 위하여 제어부, 통신부, 릴레이부, A/D변환부, 전원부로 구성된다. 제어부는 마이크로프로세서가 내장되어 장치의 운용과 송,수신 신호의 해석 및 수행한 내용의 발송등의 일을 담당하며 Multi Drop용 통신이 가능한 모뎀회로로 구성된 통신부, 개폐기 제어함과 전기적으로 절연된 상태에서 신호를 주고 받는 릴레이부, A/D변환부와 최소 8시간이상의 무정전일이 요구되는 전원부 등으로 구성된다.

6.1 가공용 FRU

가공용 FRU는 자동화용 SF6 가스개폐기에 부착되며 눈, 비, 햇볕 등에 의한 온도, 습도의 변화와 개폐 써어지, 고장 전류, 유도뢰 등에 의한 써어지 및 노이즈등이 많이 발생하는 열악한 환경조건하에서 운전되므로 온도와 습도등의 변화에 대응하여 확실한 동작이 가능하도록 FRU의 동작 범위는 -20℃ ~ +40℃로써 내부의 IC들은 Industrial 규격이상의 가혹한 특성을 갖도록 하였다. 또한 개폐 써어지, 유도뢰, 고장전류 및 불평형 전류등에 의한 집적전위 상승등의 이상전압으로부터 기기를 보호하기 위하여 장치 내부에서

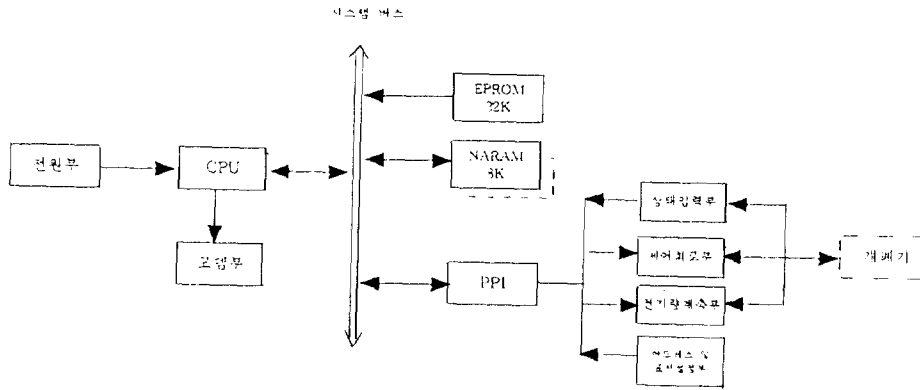


그림 5 가공용 FRU 기본 구성도

외부로 연결되는 부분은 보안장치를 설치하는데, 통신부에는 선로상에 발생하는 지락사고 및 유도뢰, 고압선의 유도전압등에 대비하기 위하여 신호용 유도차폐 절연 트랜스 (교류내전압: 15kV 1분간 및 임펄스 내전압: 30kV (1.25*50us)) 및 제어함과 연결되는 무전압 접점에는 써어지 및 노이즈에 대비하여 써어지 업서버를 사용하였다. 릴레이의 코일에는 개폐기 투입 및 개방시 발생될 순시돌입 전류(10A, 1Cycle)에 대비하여 역진압 순환용 다이오드와 써어지 업서버를 부착하였다.

동일한 제작회사에서 제작한 FRU는 동일한 SCCU로부터 같은 통신선을 공유하도록 D/L을 할당하였으며 1개 D/L당

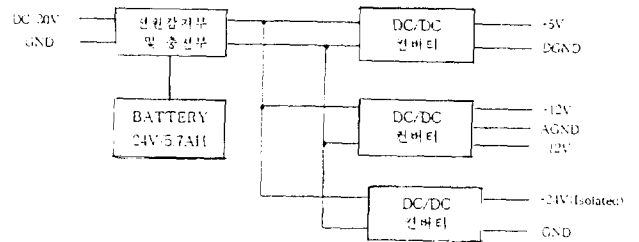
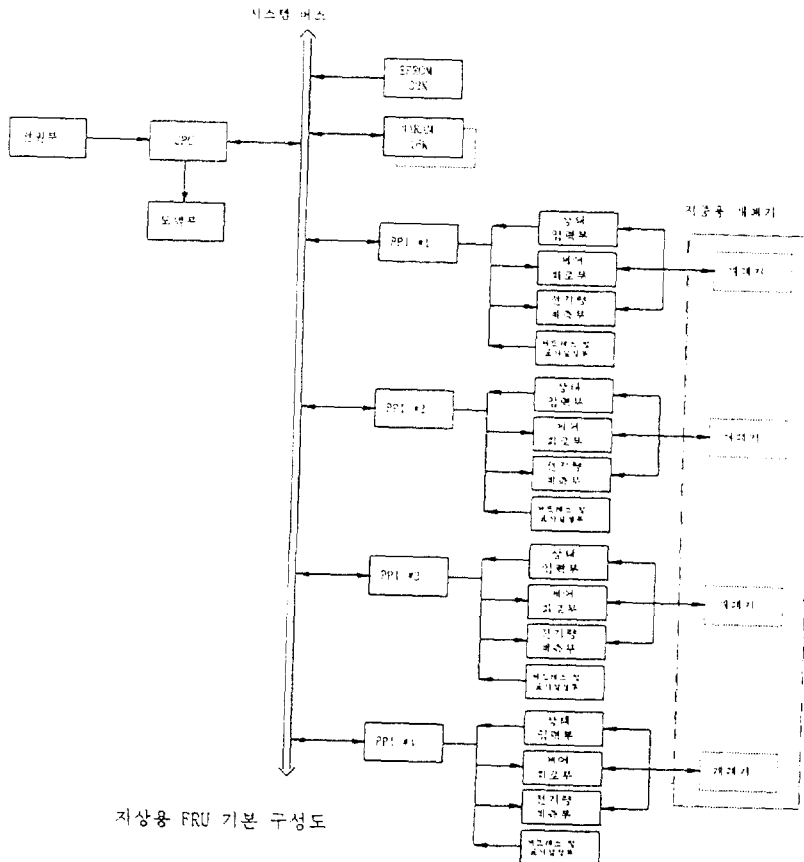


그림 6 가공용 FRU 전원부 블록도

가공용 FRU는 CB용을 포함하여 최대 30대까지 같은 통신선상에 연결가능하며 Multi Drop방식으로 송수신 기능을 수행한다.



지상용 FRU 기본 구성도

그림 7 지상용 FRU 기본구성도

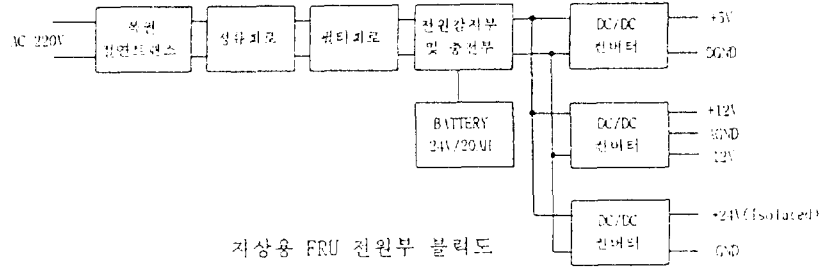


그림 8 지상용 FRU 전원부 블럭도

6.2 지상용 FRU

지상용 FRU는 4회로 4스위칭용 다회로 개폐기에 부착되며 가공용 FRU가 갖는 동작특성외에 제어회로의 전원공급 방식은 변압기를 별도로 설치하여 제어함과 함께 AC220V의 전원을 공급받으며, FRU내부에 고압절연 차폐 트랜스가 별도로 설치되어 있다.

6.3 CB용 FRU

CB용 FRU는 변전소 구내에 설치된 CB의 접점상태를 감시하고 고장 전류의 검출과 각선로 인출단의 전기량을 계측하기 위해 변전소 구내에 설치된다. 상태접점은 열림의 경우 "0", 닫힘의 경우 "1"로 입력되며 MCSG형 CB인 경우 예비용 CB가 부착되는 경우도 있으며 모선이 A,B,Bus로 구성되는 경우에 대비하여 2개의 CB 접점상태를 감시한다.

CB용 FRU의 전원회로의 구성은 <그림-9>에서 보이는 바와 같이 AC 220V 또는 변전소내의 상시 전원인 DC 125V를 자동으로 상호 절체하면서 공급받아 FRU내에 있는 DC 48V 배터리를 상시 충전하여 FRU의 부정전을 유지하는 구조로 제작되었다.

표 5 CB용 FRU의 기본 특성표

항목	수행내용	검점수	
감시 (일력)	A CB의 주접점 상태	투입 / 개방	2
	B CB의 주접점 상태	투입 / 개방	2
	Spare	Spare Input	5
F.I 검출	Phase, ground 별도	선택 및 절제 가능 수동 및 자동모드 CB, Recloser count	
계측	3상 전압, 전류	RMS값으로 변환	12
전원	AC220V, DC125V	자동절체	2

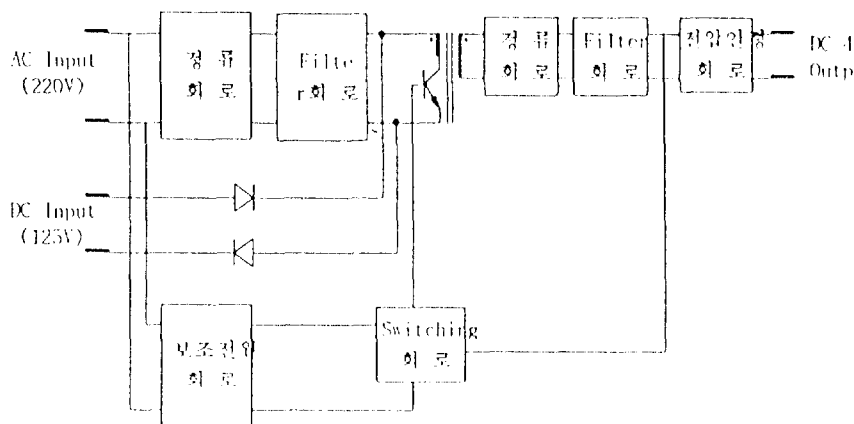


그림 9 CB용 FRU 전원 구성도

표 6 국가별 배전자동화 시스템 비교

구분	한 국	일 본	미 국	유 럽
통신방식	패어케이블	패어케이블 : 80% (동경전력만 PLC방식)	대부분 무선방식	PLC 방식
통신속도	· 광, 동축케이블 : 9600bps · 패어케이블 : 1200bps	· 패어케이블 : 600-1200bps · PLC방식 : 50-300bps	2400bps (900MHz, 대역폭 25KHz, 채널7)	?
중앙 제어장치	· EWS분산제어 시스템 - Client-Server System · 확장성 용이 · 산업표준화 준수 · 기능추가 및 확장성 고려	· 기존실미-중앙집중형시스템 (미니 컴퓨터) · 제작업체 독자 시스템 · 비표준화된 시스템 · EWS 방식으로 전환 추세	· 시스템: Unix, X-Window, Motif, Oracle DB · 훈련/Maint용 컴퓨터*1 · 운영 및 제어용 컴퓨터*2 · 프로그램용 컴퓨터*1	· 중형컴퓨터 · VAX컴퓨터 및 O/S로 VMS 사용 · Simulation 가능
기능	· 차단기 및 개폐기 상태, 단선 및 결상, 상불일치, gas압력저하, 밧테리 이상유무 감시 · 개폐기 ON/OFF 제어 FI Reset, Lock/unlock, Battery Test · 변전소 모선 및 배전선로 3상 전압, 전류 계측	· 개폐기 상태 감시 · 개폐기 ON/OFF 제어 · 배전선로 전압, 전류 계측 · Simulation 기능 · 정전정보 →영입장부 통보 · 변전소 고장처리 기능	· 개폐기 상태 감시 · 변전소 개폐시타, 변압기 (ULTC), 습도, 온도, 풍향 감시 · 유효/무효 전력 감시 · 1상 전압 계측 · 개폐기 원격제어 · 원격 Load Control · Simulation 기능	· 선로운전과 관련된 자료수집 · 개폐기 ON/OFF 제어 · 전압과 무효전력 제어 · 저압고객 감점
고장처리 시간	3분	6분	5분	· PLC 및 순차투입 방식으로 처리시간이 길어짐
감시제어 소요시간	2초 / 대당	2초 / 대당	5초 / 대당	30-30초 / 대당
고장처리 방식	CB LOCK후 YES-NO LOGIC사용 +부하용동프로그램	순차투입방식+부하용동 프로그램	CB LOCK후 YES-NO LOGIC 사용+부하용동프로그램	순차 투입방식에 의한 고장 구간 분리
조작전원	개폐기 본체에서 개폐기 및 FRU 조작전원 획득	별도의 부상변압기 설치	· 별도의 변압기 설치 · 개폐기 본체에서 조작 전원 획득 시도	2대의 개폐기와 1대의 변압기가 한 통제안에 들어 있어 전원 확보가 용이
사용자인터페이스	· 그래픽 시스템 - 사령원에 익숙한 스크레톤도면 - Object Orient 기법 - 산업표준 Motif 사용	· 그래픽 시스템 - 사령원에 익숙한 스크레톤도면 - 원하는 위치를 신속히 찾을 수 있는 트레이싱기법 개발 - Object Orient 기법 - 일부작업도 위에 개통도 표시	· AM/FM SCADA 병행	스크레톤 다이어그램 사용
장단점	· 고장전류 통신정보에 의한 감시로 즉시 고장점 판단 및 처리 가능 · 시뮬레이션 가능 및 조작탁의 DUAL화 필요	· 개폐기의 시한 순송기능 이용으로 고장 처리 시간이 길어짐 · 비표준화 시스템의 부분 이식이 곤란 · 오랜 운전경험으로 호환성에 큰 문제 없고 신뢰도 높음	· 주파수를 할당받아야 함 · Open System으로 호환성 및 이식성이 좋음.	· 통신방식: 지중케이블 이용 · PLC 방식으로 속도가 느림

CB용 FRU는 실내에 설치되므로 온도, 습도 등의 급격한 변화는 없으나 고압, 대전류의 송/배전선이 결선되어 있는 장소이므로 개폐 써어지, 유도피, 고장전류에 의한 접지전위 상승 등의 이상 전압이 자주 발생될 가능성이 많으며, 이로부터 기기를 보호하기 위하여 가공용 FRU에서와 같이 FRU 내부의 송.수신부에는 신호용 유도차폐 절연트랜스를, AC전원에는 지상용에 적용하였던 고내압용 절연 트랜스를 보안장치와 함께 설치하였고, 기타 I/O에는 써어지 및 노이즈에 대비한 보안정치를 부착하였다.

7. 국산 배전자동화 시스템의 기술적 우수

전력의 안정공급과 공급신뢰도 향상에 대한 사회적 요구는 고도정보화와 도시기능의 고도화 및 다양화에 수반한 전력의존도가 고조되고 있으며 이러한 전력수요의 증대에 대응하여 전력계통은 규모가 광대하고 복잡화하여 가고있다. 이러한 사회적 요청에 대응하기 위해 광대하고 복잡화 하

여가는 전력계통을 안정적이고 효율적인 운용을 위해 선진 외국에서는 각 전력회사마다 독자적인 배전자동화 시스템이 연구개발되고 있으며 현재 실계통에 적용하는 단계에 있다.

국산 배전자동화 시스템은 순수한 국내기술로 하드웨어 및 소프트웨어를 모두 자체설계, 제작하므로써 배전자동화 시스템의 제작이나 유지보수시 선진국의 기술에 종속되지 않고 국내기술진으로 신속 대응이 가능하며 무엇보다 가격 결정에 주도권을 가질 수 있다. 외국시스템을 도입하면 모든 기술을 국내 실적에 맞추기 보다 이미 만들어진 외국시스템의 방식대로 맞추어 가야만 하지만 본 시스템은 국내 배전계통의 운전 환경을 고려하여 최적의 방식을 도출하였으며 <표-6>에 나타난 것처럼 기술성이나 경제성면에서 외국에 비하여 앞서고 있는 것으로 나타나고 있다.

8. 맺음말

배전자동화는 1899년 독일에서 최초로 리플방식에 의한

시스템이 개발된 이래 1960년대와 1970년대 전자기술의 발전에 따라 컴퓨터 집중감시 시스템에 의한 배전자동화 연구가 선진국을 중심으로 활발히 전개되어 왔다. 최근 우리나라도 정보화 사회가 진전되고 도시의 과밀화와 수요의 고밀도와 되면서 정전은 도시기능을 마비시키고 그영향은 사회문제로 대두되고 있다. 양질의 전력공급은 고도정보화 사회의 진전, 도시고도화를 지탱하는 중요한 사회적 기반이라는 배경하에서 우리 한전에서는 배전자동화 시스템의 개발 및 확대보급의 필요성이 절실히 요구되었다. 따라서 선진외국 시스템의 도입에 의한 기술종속의 탈피 및 국내기업의 기술축적 등을 목표로하여 배전자동화 시스템의 국산화 개발이 추진되어 설계통에서의 실증연구가 성공적으로 마무리 되므로써 향후 10년안에 전국의 배전선로를 자동화 한다는 계획을 수립하여 놓고 있다. 배전자동화의 대표적

인 효과는 배전선로에 설치되어 있는 개폐기의 감시 및 제어를 수초안에 원격으로 제어 할 수 있는 것이다. 고장시 대도시 교통체증에 의한 현장출동 및 고장구간 탐사시간을 줄이고 배전선로에서 고장이 발생한 경우 자동으로 고장구간을 판단하고 부하절체 조작을 가능케하여 기존의 고장구간 탐사시간을 40~50분에서 1~2분으로 단축시킬수 있기 때문에 정전구간 및 정전시간이 획기적으로 줄어들게 될 것이다. 또한 본 국산 배전자동화 기기의 제작업체의 영세성과 기술부족으로 미흡한 점이 있으나, 이것은 산·학·연의 꾸준한 연구와 협조로 해결 할 수 있는 문제로 생각되며, 배전자동화 기술발전에 따른 신기술의 동향을 파악하고 미흡한 점을 보완·개선하면 선진외국의 어느나라 시스템보다 손색없는 첨단시스템으로 각광받게 될 것이다.

저 자 소 개



고인석(高仁錫)

1940년 4월 20일생. 1964년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 전력연구원 배전 연구실장. 1993년 5월 한국전력 배전처장. 1995년 7월 한국전력 충남지사장. 현재 한국전력 서울지역 본부장.



서정운(徐廷允)

1945년 6월 6일생. 1970년 연세대 공대 전기공학과 졸업. 1971년 한국전력 입사. 현재 한전 서울지역본부 중요수용관리팀장.