



# 154kV 송전선로 자동절체 시스템 개발

유 명 호  
전력연구원 전력계통연구실 책임연구원



## 1. 서론

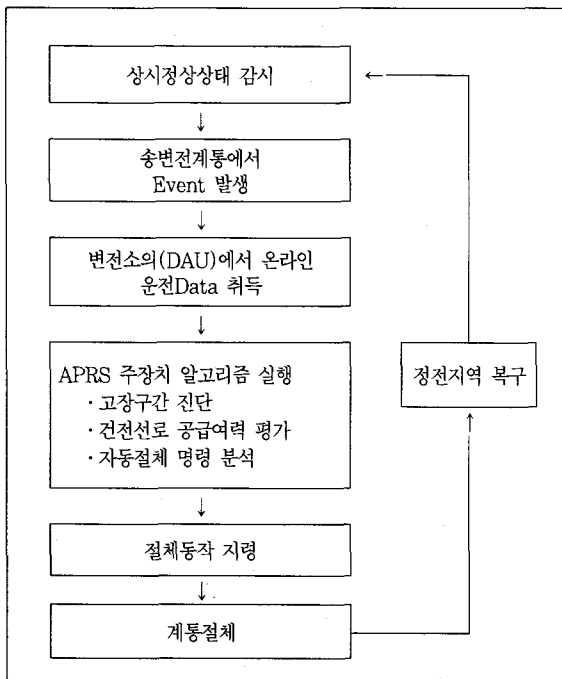
도시와 도시간, 지역과 지역을 연결하는 송전계통은 대전력 수송계통으로서, 도시의 팽창화에 따른 부하의 밀집과 발전소의 지역간 편중에 의한 일부 계통의 과부하 등으로 도시간 부하 안배에 따른 전력수송 문제는 갈수록 어려워지고 있는게 사실이다. 우리나라 전력계통은 345kV 계통은 부하수송의 고신뢰성을 유지하기 위하여 환상망(Loop)으로 운영하고, 154kV 계통은 지역에 따라 수송체계의 병목현상 발생과 고장전류의 증가로 차단 용량을 고려하여 방사상(Radial)으로 운전하는 것을 기본원칙으로 하고 있다. 따라서 154kV 방사상 선로로 공급되는 전력은 환상망운전계통보다 공급신뢰도가 훨씬 떨어지는 것이 사실이다.

따라서 현재의 계통확장 추세로 나가면 '98년 기준 144개소가 차단용량이 초과할 것으로 예상되며, 이에 따른 대용량 차단기 도입이 필요하고 계통유지비용은 더욱 상승할 것으로 예상된다.

## 2. 송전선로 자동절체 시스템 개발

이에 따라 전력연구원에서는 '94년말부터 2년여 동안 154kV 방사상 송전선로의 공급

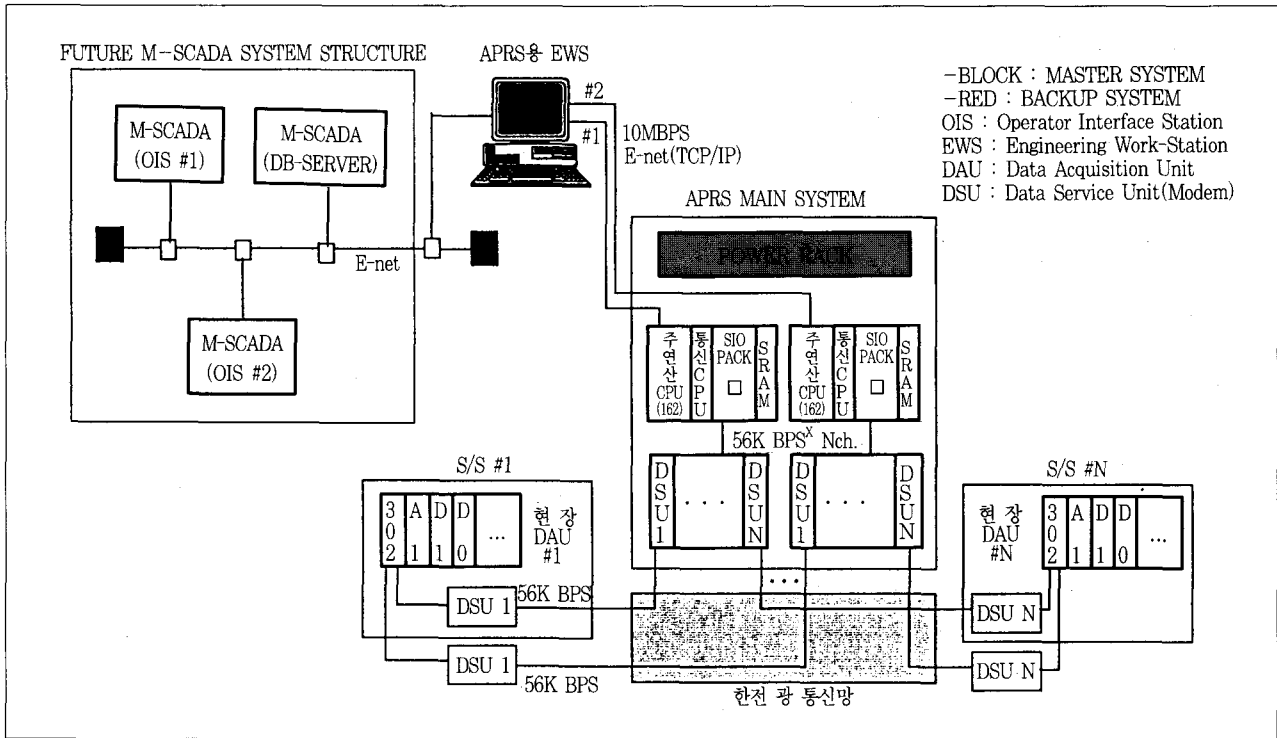
신뢰도를 향상시키고자 3억 2천여만원의 연구비를 투입하여 연구를 수행하였다. 그 결과 개발한 "154kV 송전선로 자동절체 시스템"(Automatic Power Reconfiguration System)은 양 전원단을 가진 방사상 계통에서 불시고장으로 인하여 정전이 발생하면 사고선로와 정전구간을 스스로 판단하여 고장구간을 자동으로 분리하고 부하부담이 적은 다른 선로로 자동절체함으로써 전력공급루트를 재구성하여 정전을 자동으로 복구하여 주는 최첨단 설비로 규모 면에서 즉, 대용량 선로에서는 세계 최초로 시도되는 것이다. 이 시스템의 개발로 인하여 환상망 구성시 발생할 수 있는 대용량 차단기 도입의 필요성이 없어지고 기존의 차단기를 그대로 사용함으로써 계통운전유지비를 대폭절감할 수 있으며, 중전의 운전원이 수동으로 복구조작할 경우 수십분이 걸렸던 정전시간을 3초 이내로 줄임으로써 지장전력량을 획기적으로 줄여 전력회사의 전기 판매 수익에도 크게 기여할 것으로 기대된다. 다음 그림1은 송전선로 자동절체시스템의 전체적인 동작을 도식적으로 나타낸 것이다.



〈그림 1〉 APRS의 자동절체 동작개요

### 3. 송전선로 자동절체 시스템의 구성

송전선로 자동절체시스템은 크게 Hardware와 Software 두 가지로 구성된다. Hardware는 Host 장치로 전력계통운용자가 계통 사고시 고장의 상황이나 선로가 절체되는 상황을 판단할 수 있도록 급전소에 설치되는 "APRS 주장치"와, 각 변전소에 설치되어 전력계통 운용을 위한 각종 정보를 취득하는 "Data 취득장치"(DAU : Data Acquisition System)와 각 정보를 손실없이 전송하고 계통절체 동작신호 명령을 전달하는 광통신 전송회선으로 이루어져 있다. APRS 주장치는 통신기능이 보장된 모토로라 68302 CPU Chip을 사용하여 설계되었으며 각 신호가 공유하게 될 BUS는 산업용에서 광범위하게 채택되는 VME BUS를 사용하였다. 급전소와 변전소간 Data 송수신을 위하여 자체 개발한 Protocol을 사용하여, 전력계통에서 Event발생과 함께 동시다발적으로 발생하는 Data에 대해서도 전송시 Data 병목현상이나 Error Bit의 발생없이 정확한 Data의 전송과 고속 송수신이 가능하도록 하였다. Data취득장치와 APRS 주장치간 상호Data 송수신을 DSU(Data Service Unit)를 사용하여, 56Kbps로 PCM단국장치(KD4)와 Interface시켜 광전송장치(FT3C/MX13)을 통해 고속으로 Data를 송수신토록 하였다. 각 변전소에 설치된 Data취득장치는 기존의 전력시스템에 주는 영향을 최소화하기 위하여 보조Relay 패널을 제작하여 현장에서 APRS용 접점을 별도로 연결하는 방식을 택하였다. Data취득장치에 입력되는 계통 정보로는 154kV계통의 선로와 변압기측 전압, 전류 등 조류 Data 뿐만 아니라, 각 보호계전기의 신호들로 한 변전소당 200내지 300여 점점의 정보를 구분하여 입력함으로써, 변전소의 특성에 따라 각 모선별 교대 운전시에도 변전소내 운전상태 변화에 따라 정확한 절체동작이 가능하도록 설계하였으며 APRS 주장치에 내장된 송전선로 자동절체 알고리즘은 프로그램 동작속도를 감안하여 C언어를 사용하여 구성하였고, 광역으로 분포하는 각 변전소의 변압기, 송전선로, 차단기, LS, PT, 계전기 또는 Meter에서 입력된 신호를 종합판단하는 알고리즘으로 구축되어 우리 전력계통의 실제 운전상황이 고려된 최적의 계통절체가 될 수 있도록 Expert System으로 구성하였다.



〈그림 2〉 송전선로 자동절체 시스템의 전체 구성도

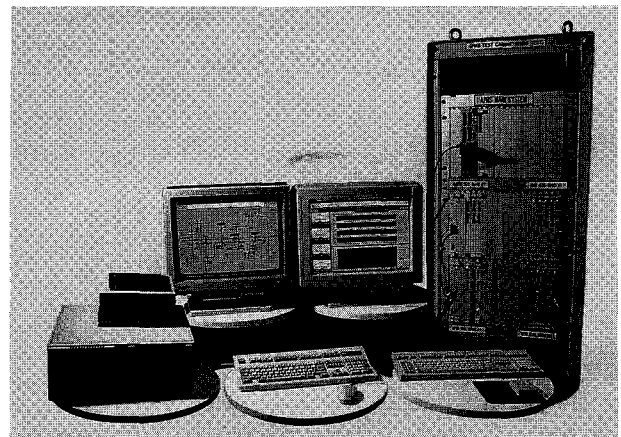
그림2는 송전선로 자동절체 시스템의 전체적인 구성도를 나타낸 것이다.

송전선로 자동절체 시스템은 또한 현재 운용중인 SCADA 시스템과의 연계를 고려하여 상호 Interface가 가능하도록 공유 가능한 정보를 면밀히 분석하여 설계함으로써 앞으로 통합적인 설비운영에 의한 설비 단순화에 대해서도 대비하였다.

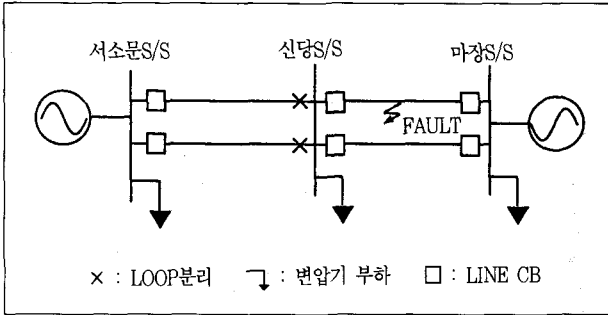
#### 4. RTDS에 의한 APRS의 시험

현장에서 실제 운용중인 전력설비에 적용하기 전에 시스템의 정상적인 동작을 확인하기 위하여 전력연구원에서 보유하고 있는 전력계통모의 시험장치인 실시간 Digital Simulator(Real Time Digital Simulator)에 연결하여 실제설비가 설치될 전력계통(신촌, 서소문 신당, 마장변전소)을 정밀하게 모델링하여 현장과 똑같은 시스템에서 실험을 진행하였다(그림 3 참조).

그림 4는 실제 계통과 똑같은 형태의 모의계통도이다. APRS 주장치와 Data 취득장치간 송수신 Data의 정확성과 모의계통에서 각 상황별 시나리오에 따라 송전선로 자동절체 동작 알고리즘이 과부하나 오동작없이 정확하게 동작하는지를 검증하여 실제 현장에 설치되기 전에 시스템에서 발생가능한 모든 상황을 40일 동안 모의시험하였다.

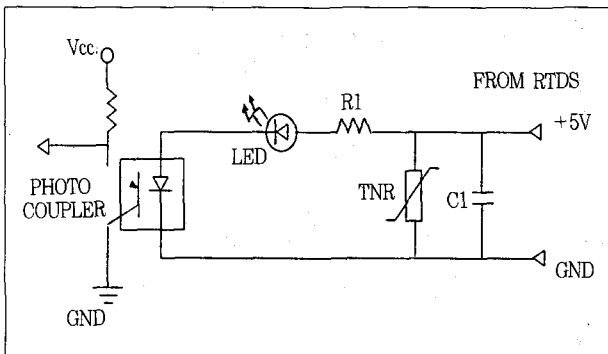


〈그림 3〉 개발된 APRS 시스템

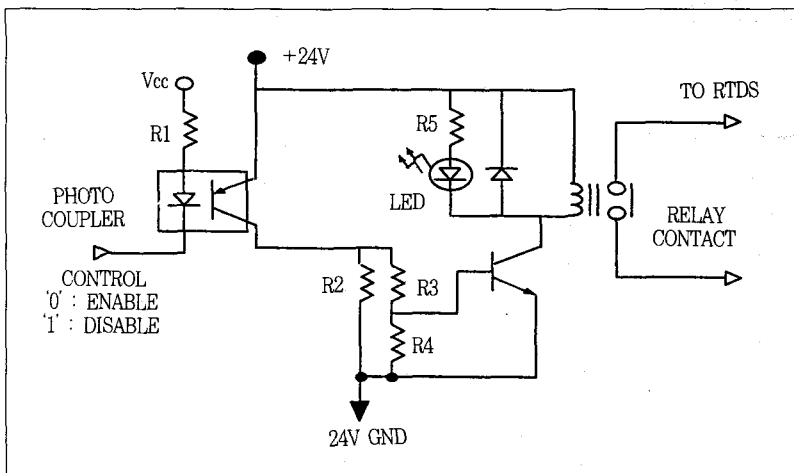


〈그림 4〉 모의 계통도

그림 5,6은 RTDS를 연결하는 APRS의 디지털 출력회로와 RTDS의 디지털 출력을 APRS에 연결하는 인터페이스 회로이다. 이 시험에서 자동절체시 과부하 또는 오동작이 정확하게 동작되는 APRS성능을 확인하였고,



〈그림 5〉 RTDS의 디지털 출력을 시험설비(APRS)에 연결하기 위한 디지털 인터페이스 회로



〈그림 6〉 시험설비(APRS)의 디지털 출력을 RTDS에 연결하기 위한 디지털 출력회로

계통에서 일어날 수 있는 최악의 상황(Zone2, Zone3 등의 과급사고)에 대해서도 공급계통을 최적의 루트를 선정하여 과부하나 정전구역의 발생없이 완벽한 절체동작이 이루어지는 것을 확인하였다. 또한 현장 설치작업전에 해당변전소를 수회 방문하여 현재 운전되고 있는 각 전력설비의 도면과 현장설비를 정밀히 검토하여 정보를 읽어올 각 점점의 사용유무와 설치시 해당변전소의 여건을 고려하여 적절한 설비배치를 통해 변전소의 설비운용에 최적의 편리성을 도모하였다.

## 5. 결론

전력계통에서 정전없이 설비를 운전하는 것은 최선의 유지보수 방법이다. 그러나 수많은 전력설비가 환경적으로 열악한 자연 환경에 노출되어 운전될 뿐 아니라 수요의 증가에 따라 설비의 제작, 시설, 운전, 보수 등 복합적인 행위가 수시로 일어나는 전력계통 운영체제로서는 고장은 필연적으로 발생하게 된다. 그러나 이 고장을 신속히 복구하여 정상상태로 유지하는 것은 고객봉사 차원뿐 아니라 전력회사의 전력판매 및 신뢰성 있는 계통체계 확보면에서도 중요한 일이라 아니할 수 없다.

이러한 측면에서 이번에 개발된 송전선로 자동절체 시스템은 우리나라 154kV 방사상 송전선로 계통의 공급신뢰도를 한층 향상시켰을 뿐 아니라 지장전력량 감소에 따른 전력판매에도 일익을 담당할 것이다. 또한 계속적인 수요증가에 따른 계통확장 추세에 따라 고장용량이 차단용량을 초과하는 지역이 늘어날 것으로 예상되어 이에 따른 대용량 차단기 도입비용을 해결할 수 있어 유지보수 비용 절감에도 효과를 기대할 수 있다.

현재 이 시스템은 서울전력관리처 관내에 설치 완료하여 시험운전중에 있으며 1년간의 시험운전을 거쳐 전 사업소를 대상으로 확대 사용할 예정이다.