

소규모 전력계통 제어시스템 개발에 관한 연구

이승철, 이운섭, 신관우, 임재웅, 김용태, 변영준, 이준영
공주대학교 공과대학 전기공학과

A Study on the Development of Control System for small unit Electric Power System

Seung-Chul Lee, Youn-Seop Lee, kwan-Woo Shin, Jae-Woong Lim, Yong-Tae Kim, Young-joon Byun, Joon-YoungLee
Dept. of Electrical Eng., Kong Ju National University

Abstract - 전력계통의 원방감시제어시스템(SCADA)은 원방의 전력계통을 화면에 표시하고 감시하며 필요한 제어명령을 실행하는 시스템을 말한다.

철도청의 기존 전력계통 제어시스템은 UNIX를 기반으로 하여 특별히 교육 받은 운용자만이 감시제어 및 관리할 수 있고 구축비용이 많이 소요되며 지역 사무소에서 운용되기 때문에 원격지의 전력계통 사고의 경우 시스템 운용자는 현장의 근무자와 연락하여 사고의 원인을 파악하고 조치해야 하는 단점이 있다. 또한 새로운 통합 SCADA 시스템이 구축되면서 기존 지역사무소에서 운용하던 전력계통 제어시스템이 없어지고 중요 역사마다 지역사무소의 전력계통 제어시스템을 대체할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템의 설치가 요구되고 있다.

본 논문에서는 기존 UNIX를 기반으로 한 SCADA 시스템의 기능을 모두 수용하고 현장의 근무자들이 쉽게 감시제어 및 유지보수까지도 할 수 있는 경제적인 전력계통 제어시스템을 개발하고자 한다.

소규모 전력계통 제어시스템을 개발하기 위해 Cimon이라는 산업자동화프로그램을 이용하였으며 철도청 철압역사에 직접 시스템을 설치하여 원격소 장치(RTU)와 새로 추가 설치된 전자식배전반을 동시에 수용할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템을 개발하고 실험하였다.

핵심 되는 말: SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)

1. 서 론

기존의 철도청 원방감시시스템은 전국의 각 지역 사업소별로 관리 운영되고 있었지만 새로운 통합 SCADA 시스템을 도입하면서 서울의 통합사령실에서 전국의 모든 전력계통의 일괄감시 및 제어를 하고자 추진 중에 있다. 이에 기존 지역 사령실이 없어지고 지역사령실을 대신하기 위해 주요 역사마다 소규모 전력계통을 위한 제어시스템을 도입할 필요가 생기게 되었고 UNIX시스템이 아닌 윈도우를 운영체제로 하여 전문적인 교육을 받지 않은 현장의 근무자들이 쉽게 전력계통을 감시하고 운영할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템이 절실히 요구되고 있는 실정이다.[1]

본 연구에서는 대중적으로 사용되고 있는 산업자동화 프로그램인 Cimon을 이용하여 기존 RTU(Remote Terminal Unit)와 최근 설치되기 시작한 전자식배전반을 동시에 수용하고 현장 근무자들이 손쉽게 운용할 수 있는 소규모 전력계통 제어시스템을 개발하고 현장에 직접 적용하여 실험을 완료하였다.

2. 본 론

2.1 기존 철도청 SCADA 시스템의 구성

주 컴퓨터 장치는 SCADA 시스템의 중추적인 역할을 담당하고 있는 시스템으로 고속의 데이터 연산처리가 가능한 중앙 연산처리장치(CPU)가 실장 되어 각 시스템의 동작상태를 확인하고 각종 시스템 프로그램을 확인하며,

모든 현장의 데이터를 저장하고 관리하며 분석하는 장치이다.[2] RTU는 "Remote Terminal Unit"의 약자로 피 제어소에 설치되어 전력설비로부터 현장의 정보를 취득, 분석하여 모뎀을 통해 송신하고 지역사무소의 사령원이 명령한 데이터를 모뎀으로 수신하여 각 현장의 설비를 감시하고 제어하는 원격소장치이다. 통신제어장치(FEP)는 각 현장의 전력설비들의 데이터를 실시간으로 취득하여 신속하게 처리하여 주 컴퓨터장치로 전송하며, 또한 사령원의 제어명령을 주 컴퓨터장치로부터 안전하고 정확하게 원격소장치로 전송하는 통신관련 주 장치이다.[3] 맵보드는 전력계통 상태를 일목요연하면서도 직관적으로 알 수 있도록 전 계통의 정상운전 혹은 계통의 이상을 즉시 사령원이 인지하여 최단시간에 적절한 조작용 할 수 있도록 도움을 주는 시설로 원활한 동작을 보장하는 계통반 제어장치를 말한다.[4]

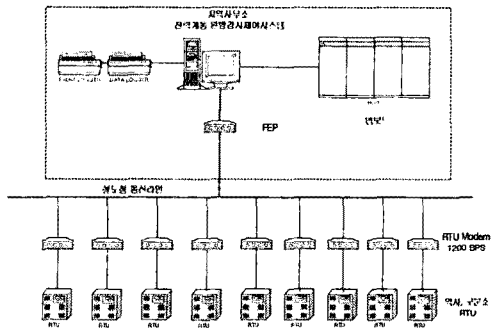


그림 2-1 기존 철도청 SCADA 시스템의 구성도

2.2 새로운 소규모 전력계통 제어시스템의 구성

주 컴퓨터장치에는 Intel Pentium IV 프로세서 CPU를 채용한 중앙처리장치를 사용하였다. 전원고장여부를 검출하고 전원이 정상적으로 회복되면 자동적으로 정상동작 (Auto Rebooting, Log In후 소규모프로그램기동) 하도록 하기 위해 Microsoft Windows2000 O/S를 사용하였고 Main memory는 512MB로 Program 수행에 지장이 없는 충분한 용량으로 설계하였다.[5]

통신제어장치는 SCADA 사령설비 또는 소규모 전력계통제어시스템에서 전송되어 온 데이터를 분석하여 메시지에 포함된 명령을 수행하고 그 내용을 전자식배전반에 전송하는 기능을 수행한다. 통신제어장치와 SCADA 사령설비 및 소규모전력계통제어시스템의 통신은 RS232 C포트로 통신하며, 통신제어장치와 전자식배전반간의 통신은 RS485 포트로 통신한다.[6]

통신제어장치는 기운영중인 원격소장치와 Multi-Drop으로 통신한다.

통신선로보안기는 외부로부터 유입될 수 있는 각종 Surge로부터 효과적으로 보호하기 위하여 철도통신선로와 모뎀 입력부 사이에 설치한다. 실제 현장에서는 통신

제어장치 내부에 배치하였다.

사고기록기는 각종 경고내용 및 운용자 조작내용을 빠짐없이 기록하기 위한 장치로서 Status point 변화(Uncommanded change of state), 제어 포인트에 대한 조작, 각종 계전기동작상태, 통신상태 등을 출력하기 위한 장치이다.

데이터기록기는 각종 아날로그 및 운용자지정 포인트에 대한 일보, 월보 등 보고서 내용을 출력하기 위한 장치이다.

컬러 영상 복사 장치는 소규모 전력계통제어시스템의 감시화면 등 운용자가 원하는 Page를 칼라 출력하기 위한 장치로 컬러 레이저프린터를 사용하였다.

상용전원의 전압, 주파수 변동 등의 과도현상 및 정전시에 높은 신뢰도와 정밀한 AC 전원을 요구하는 부하에 안정된 교류 전력을 정해진 시간동안 지속적으로 공급하기 위한 무정전 전원장치(UPS)이다.

소규모 전력계통제어시스템의 기본 시리얼 포트는 2개이다. 현장의 다수의 RTU와 통신제어장치를 수용하기 위해서는 포트를 증설해야하므로 8포트의 시리얼멀티포트를 설치하였다. 소규모 전력계통제어시스템과 집합형모뎀간의 통신, 소규모 전력계통제어시스템과 사고기록기, 데이터기록기간의 통신에 사용된다.

철도청 통신전용선을 이용하여 1200 bps, 2400 bps의 전송속도로 통신하며, 통신방식은 4선식 전 이중방식(Full-Duplex), 2선식 반이중방식(Half-Duplex) 데이터 통신이 가능하다. 하위의 통신제어장치와 DNP프로토콜로 통신하며 급전구분소, 보조급전구분소의 RTU와는 Harris프로토콜로 통신한다.[7]

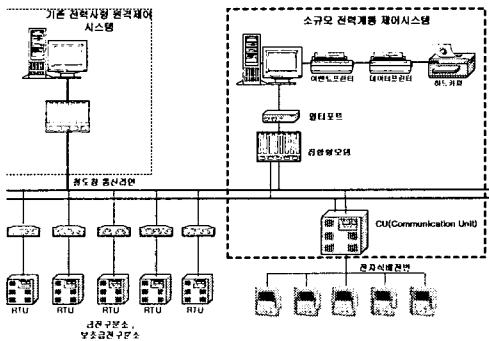


그림 2-1 소규모 전력계통 제어시스템 구성도

2.2 소규모 전력계통의 제어시스템의 설계

운용자가 현재상태를 화면상으로 확인한 후 제어하고자 하는 그림을 클릭하게 되면 현재의 Remote/Local 상태와 제어대상 포인트의 상태가 표현된 창이 열린다. Remote를 확인한 후 투입/개방 중 선택하여 클릭하면 현재창은 사라지고 제어실행 확인창이 열린다. 제어실행의 여부를 한 번 더 확인하는 창으로 운용자의 부주의에 의한 사고를 방지하기 위해 사용된다. 제어 실행확인을 클릭하면 데이터베이스관리기의 DO포인트에 명령이 전달되고 MMI 통신프로그램은 현장에 제어명령을 전달한다. 현장에서 제어가 실행되면 다시 현장데이터를 MMI 통신프로그램에서 수신하여 데이터베이스관리기의 DI포인트에 전달되어 상태가 변경되게 된다. 운용자는 변경된 상태를 화면상의 해당그림의 색깔변화와 점멸로써 제어성공여부를 확인할 수 있으며 동시에 경고 창에는 상태변경에 대한 경고메시지가 나타나며 이벤트 프린터를 통해서 동시에 경고내용이 출력되고 음성경보기능을 통해 음성메시지가 스피커를 통해 출력된다. 음성경보기능은 시스템운용자가 항상 화면을 감시하지 못할 경우 음

성메시지를 듣고 경고내용을 신속히 처리할 수 있도록 마련하였다.

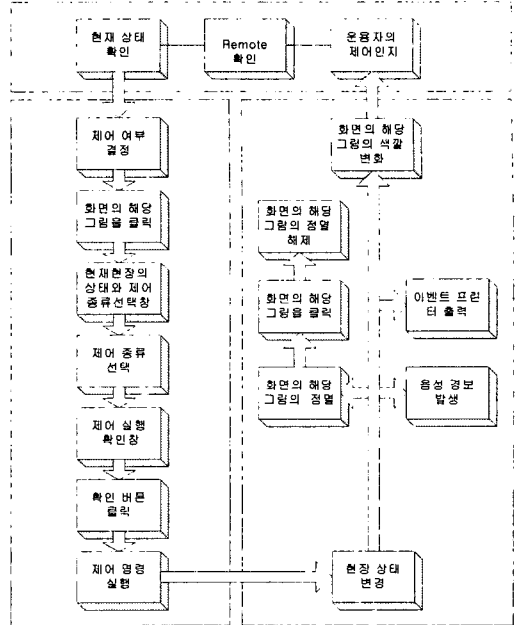


그림 2-2 시스템 운용자입장에서 제어실행 과정

Main 화면에는 각 배전선로를 박스형태로 표시하여 배전반별로 구분하였고 각종 개폐기의 ON/OFF상태를 색깔로 표시하였으며, 선로의 연결 상태를 표시하고 선로의 활선, 사선상태를 표시하여 현재 전체계통의 활선 흐름을 한눈에 확인할 수 있도록 하였다. 기존 시스템의 제약요건이었던 선로의 활선상태를 표시함으로써 현장근무자의 계통운전상태파악에 많은 도움이 되리라 생각된다. 또 배전반별로 별도의 버튼을 두어 마우스로 버튼을 클릭하면 맵보드에서 표시 불가능했던 전압, 전류와 같은 아날로그 값을 쉽게 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 OCR, UVR과 같은 계전기의 상태를 Main 화면에 문자와 색깔로 표시하여 선로의 단선, 결상 등의 고장과 고장구간을 판별할 수 있도록 하였다. 그리고 현재 통신상태를 화면 상단에 표시함으로써 통신선로, 통신모뎀상태를 진단하기 위한 정보를 제공하였다.

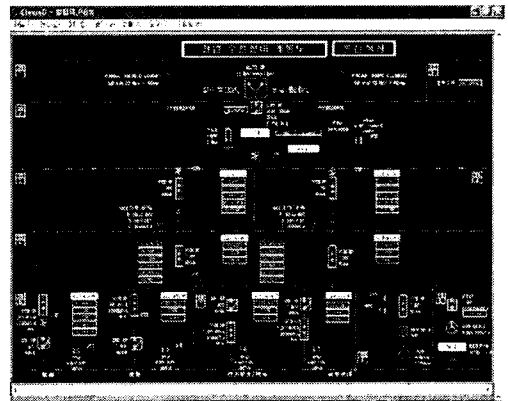


그림 3-12 그래픽화면 작성기를 이용한수전설비계통도

2.3 실험 및 고찰

통신상태 확인은 소규모 전력계통제어시스템의 CimonX를 실행시켜 상단메뉴의 네트워크버튼을 눌러 네트워크상태를 확인하였다. 시스템 동작실험은 원격제어실험, 상태실험, 아날로그데이터실험, 경보실험, 보고서 출력실험, 시뮬레이션프로그램실험으로 나누어 실시하였다. 차단기가 개방되어 전압이 0V이므로 UVR(Under Voltage Relay)가 동작하였다. OCR, OCGR 계전기의 경우는 계전기 시험 장치를 GIPAM2000에 직접 연결하여 임의의 전류 값을 주어 동작여부를 확인하였다. 아날로그 데이터 값은 메인화면의 GIPAM 버튼을 눌러 아날로그 윈도우 화면을 열어 확인하였다. 아날로그상태화면상의 값과 현장의 전자식배전반의 값이 일치하는지 확인하였다. 전력용 소규모 제어장치에서의 경보 처리는 다음과 같다. 우선 현장의 CB등의 설비에서 값의 변화가 있는 경우 감시 시스템의 하단에 있는 경보 요약 윈도우에 해당 태그의 경보발생 시간과 태그 주식, 태그 값, 경보 상태, 해제 시각이 나타낸다. 또한 현재 시스템에 연결된 스위치로 경보음이 동시에 출력됨으로써 운용자의 시각으로 인식하는 것뿐만 아니라 음성으로 경보를 인식할 수 있다. 현재 전력용 소규모 제어장치의 디지털 태그는 모두 경보로 설정되어 있다. OCR, OCGR, UVR, DGR, GIPAM통신상태 경보가 발생되면 빨간색으로 표시되고 깜박거리다. 시뮬레이션 프로그램은 Main 화면의 상단 메뉴 중 계통도버튼 밑에 시뮬레이션 화면을 선택할 수 있도록 하였다. LBS를 클릭 하여 제어를 실행하고 상태가 변경되어 화면의 LBS 색이 변하는 것을 확인하고 경보 창에 제어명령실행과 LBS상태변화에 대한 메시지가 출력되는지 확인하였다.

3. 결 론

기존의 철도청 원방감시시스템은 전국의 각 지역 사업 소별로 관리 운영되고 있었지만 새로운 통합 SCADA 시스템을 도입하면서 서울의 통합사령실에서 전국의 모든 전력계통의 일괄감시 및 제어를 하고자 추진 중에 있다. 이에 기존 지역 사령실이 없어지고 지역사령실을 대신하기위해 중요 역사마다 전력용 소규모 제어장치를 도입할 필요가 생기게 되었다.

본 연구에서는 철도청 영주전기사무소관내 천암역의 소규모 전력계통 제어시스템을 산업자동화 프로그램인 Cimon을 이용하여 설계하고 제작 설치하여 기존 전력사령실과 동일한 기능을 하고 현장근무자가 쉽게 사용할 수 있도록 부가기능을 추가하여 고장 시 사고의 신속한 조치와 원인규명을 할 수 있도록 하였다.

통합 SCADA 시스템의 도입으로 현장 근무자의 소규모 전력계통 제어시스템 사용이 시급한 문제가 되었고 기존 UNIX를 기반으로 한 전력감시제어장치의 경우 현장근무자가 사용하기에 어려움이 많고 윈도우 운용체계보다 고가이며 짧은 시간 내에 전문 업무계승이 힘들고 현장근무자, 보수원의 복잡한 시스템에 대한 문제 기피의식의 심화 등으로 대형사고의 가능성이 높은 상태에서 윈도우를 기반으로 하고 대중화 되어있는 MEMI프로그램을 사용하여 보다 경제적이고 사용하는데도 편리한 시스템의 개발로 현장근무자들의 시스템의 계통운전상태 파악을 용이하게 하고 원격감시 및 제어에 대한 업무부담을 덜어주며 사고 시 짧은 시간 내에 원인을 규명하여 고장을 복구하여 효율적인 전력계통의 운전이 가능하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] "통합사령실 구축에 따른 실시계획", 철도청, 2002
- [2] "통합사령실 최종보고서", 철도청, 2002
- [3] "Cimon Manual", KDT SYSTEMS

- [4] 이용해, 문국연, 박장범, "전력감시제어설비(SCADA)의 OPEN SYSTEM ARCHITECTURE 적용", 한국전력공사, pp. 992 995,1996.10
- [5] 우희근, "전력회사의 원방 감시 제어 시스템의 운용 개선 사례", 한국전력공사, 1986.10
- [6] "철압전기분소 소규모제어시스템 매뉴얼", (주)한밤, 2002
- [7] "동해전기분소 소규모제어시스템 사용자 설명서", (주)한밤, 2001