

소규모 배전자동화 시스템 교육훈련용 시뮬레이터 개발

김재성 이태형 강석균
한국전력공사

송원석
한전KDN

Small-Scale Distribution Automation System Training Simulator Development

Jae-Sung Kim Tae-Hyung Lee Suk-Kyun Kang
Korea Electric Power Corporation

Wan-Seok Song
Korea Electric Power Data Network

Abstract - We developed the training simulator for KEPCO operators to maintain small-scale distribution automation system effectively. The training simulator has the same screen form and operating environments in comparison with using system in field. It is to be wished that the operating techniques of KEPCO operators will progress to solve the fear of system operation and to training simulations of distribution conditions again and again.

- 한 S/W Tool을 사용하여 MMI화면이 실제 운전되는 시스템과 동일하게 구현되어야 한다.
- 화면 구성 및 기기 운전 전에 필요한 설정값 입력방법이 동일하여야 한다.
- 단말장치는 현장에서 운전되는 Panel과 같은 모양으로 S/W적으로 화면처리하고 개폐기로부터 입력되는 Analog 값 및 각종 송수신 Data를 실시간으로 구현하여야 한다.
- 시뮬레이터는 주장치와 단말장치로 구분되어 S/W적으로 제작되고 교육생들이 선택하여 주장치와 단말장치를 2인 1조로 모의 훈련할 수 있어야 한다.

1. 서 론

배전계통이 날로 대규모화, 복잡화됨에 따라 수동시스템을 기본으로 한 계통운영체제의 한계를 극복하고자 컴퓨터 제어를 기본으로 한 배전자동화가 1980년대 말부터 도입되기 시작하였다. 그러나 대규모 배전자동화 시스템을 전국적으로 적용하기에는 경제적으로나 기술적으로 문제가 있어 신뢰성이 있고 경제적인 소규모 배전자동화 시스템을 1997년에 개발하게 되었으며, 1999년에는 전국 84개 사업소에 설치하기에 이르렀다. 2000년에는 약 55개 사업소에 추가 설치하여 배전선로에 설치된 개폐기를 원격으로 자동화 운전할 계획이며, 2001년까지는 170개 사업소에 확대 적용함으로써 배전선로를 효율적이고 합리적으로 운전할 계획이다. 그러나 현재 배전설비 운전 및 유지보수를 담당하는 운전원 및 관련 직원들은 자동화 시스템 도입에 따른 새로운 전문용어의 생소함과 컴퓨터 등 통신기기 조작에 익숙하지 못하여 시스템 접근을 두려워하고 있으며, 운전중인 시스템의 오조작에 대한 책임문제에 인하여 실제 운전중인 자동화설비를 조작하는 것을 회피하고 있다. 그러다 보니 시스템 설치 후 운전이 원활치 않고 시스템에 대한 근무자의 공포감이 자동화시스템 거부감으로 작용하여 배전선로 자동화 운전이 장애 요소로 등장하고 있어 이러한 현실을 하루빨리 극복하고자 운전원들이 현장에서 운전되고 있는 시스템과 동일한 환경과 운전조건으로 모의훈련 할 수 있는 시뮬레이터가 절실히 요구되어 교육훈련용 시뮬레이터를 개발하였다.

2. 본 론

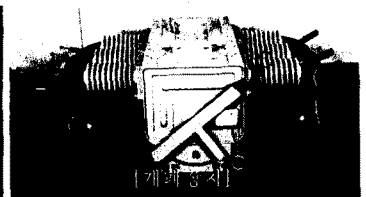
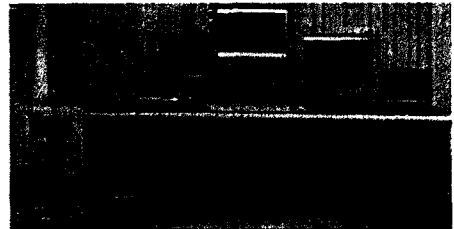
소규모 배전자동화시스템 교육훈련용 시뮬레이터는 실시간으로 Data를 송수신하면서 실제 운전되고 있는 시스템과 동일한 규격과 화면구성으로 모의 훈련이 가능해야 하며, 자동화 운전시 송수신하는 Data는 현장에서 발생할 수 있는 여러 상황을 고려하여 현장 운전환경이 그대로 구현될 수 있는 시뮬레이터이어야 한다. 이는 시스템 운전원들이 훈련시스템과 실제 운전시스템과의 상이함에서 올 수 있는 시스템 오조작이나 피로감을 없애기 위함이다. 따라서 시뮬레이터는 다음의 구비조건 및 현장 조건을 만족하도록 하여야 한다.

2.1 시뮬레이터 구비 조건 및 구현 방법

- 실제 운전되는 소규모 배전선로 자동화시스템과 동일

구 분	규 격
주장치H/W	산업용PC 펜티엄II400Mhz, Windows NT4.0, 메모리128MB, VGA카드4MB, 모니터2대
주장치S/W	소규모배전선로자동화시스템 S/W Tool
단말장치	37 Point(감시21, 제어5, 계측6, 설정5)

* 실제 운전되고 있는 소규모 배전선로 자동화시스템 규격



2.2 모의 훈련 시나리오 요구 분석

본 시스템은 PC 2대를 서로 연결하여 주장치와 단말 장치의 역할을 수행하도록 하고 현장에 설치된 시스템과 동일한 MMI로 구현되도록 제작하여 운용자가 쉽게 이해할 수 있도록 한다.

모의 주장치에 표시된 계통도에서 임의 개폐기를 선정 하면 모의 단말장치에서는 해당되는 개폐기의 단말장치가 선정된다. 선정된 단말장치와는 1:1로 통신되도록 모의 프로그램이 제작되어야 하고, 현장에서 이루어지는 일련의 조작행위가 그대로 묘사되도록 한다. 특히 배전선로에서 실시간으로 변화되는 전류/전압 값은 모의 프로그램에서 임의로 값을 선정하여 실시간으로 DATA를 지원하도록 프로그램이 제작되어야 한다.

그리고 가상의 사고 및 운전형태를 모의 문제로 작성하여 운용자가 자유로이 선택하여 반복 실습이 가능하도록 한다. 또한 실습 후 문제에 대한 자동평가 및 오답에 대한 설명이 부여되도록 대화형 프로그램으로 제작이 되어야 한다.

모의 주장치의 계통도상에 표시된 개폐기와 모의 단말장치상의 개폐기와 1:1로 통신이 되도록 하고, 임의의 개폐기를 선정하면 해당 개폐기의 단말장치가 화면상에 표시되어 조작이 가능하여야 한다.

또한 모의 훈련계통도에서 임의의 사고 및 개폐기 조작이 이루어지면 모의 주장치에서는 임의의 사고 및 개폐기 조작내용을 감지하고 운전원들이 모의 주장치에서 조작할 수 있도록 프로그램이 제작되어야 한다.

2.2.1 모의 장치별 요구분석

가. 모의 주장치 기능 수행

기존 설치 운용되는 소규모 배전자동화 운용 S/W와 같은 Tool로 제작되어 운전 환경을 유사하게 구현되도록 하여야 하고 아래의 기능을 수행하여야 한다.

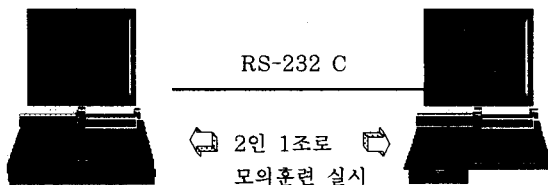
- (1) 감시 : 모의 단말장치의 감시 포인트에 대한 상태 감시 기능
- (2) 제어 : 모의 단말장치에 제어 명령을 수행하는 기능
- (3) 계측 : 모의 단말장치의 임의의 계측값을 계측 시험하는 기능
- (4) 설정 : 모의 주장치에서 임의의 원격설정 명령을 주어 모의 단말장치에 요구된 설정 값을 전송 입력 시험하는 기능 및 단말장치에서 임의의 설정 값 변경내용을 확인하는 기능
- (5) 기타 계통도 및 DB수정 기능

나. 모의 단말장치 기능 수행

- (1) 감시 : 모의 단말장치의 감시 포인트 상태 내용을 모의 주장치로 전송하는 기능
- (2) 제어 : 모의 단말장치에 제어 명령을 수행하고 수행내용을 모의 주장치로 전송하는 기능
- (3) 계측 : 모의 단말장치의 임의의 계측 값을 모의 주장치로 전송하는 기능
- (4) 설정 : 모의 주장치에서 임의의 원격설정 명령을 받아 모의 단말장치에 설정 값을 입력시키는 기능 및 단말장치에서 임의의 설정 값 변경내용을 모의 주장치로 전송하는 기능
- (5) 제어부 : 제어부 모형을 넣어 임의로 스위치를 조작할 수 있는 기능
- (6) 아날로그 값 생성 : 배전선로에서 실시간으로 변화하는 전압/전류 값을 임의로 생성하여 단말장치로 지원하는 기능

2.3 시뮬레이터 구성 및 개발

시스템 구성은 노트북 PC 2대를 RS-232C로 연결하여 각각 주장치 역할과 단말장치 역할을 선택하여 수행할 수 있도록 구성한다



모의 주장치
- 시뮬레이터 개발 S/W는 본수가 50에 22,210시스템으

- 로 구성되어 C++ 통신용 실시간 프로그램으로 개발
- 모의훈련시스템은 모의 주장치와 모의 단말장치로 구분되어 구현할 수 있도록 소규모 배전선로 자동화시스템 Tool을 이용하여 임의의 선택하도록 개발
- 운용자가 모의 문제를 선택할 수 있도록 하고, 평가결과를 확인하여 오답인 경우 부연설명을 할 수 있도록 개발
- 모의 단말장치에는 단말부와 제어부가 구분되어 있어 운용자가 모의 조작이 가능하도록 개발
- 개폐기의 Analog 값을 임의로 입력 또는 수정이 가능하여 단말장치로 송신할 수 있도록 개발

2.3.1 모의 문제 개발

가. 모의 주장치(50문제)

- 임의의 개폐기 ON/OFF 과정
- 단말장치 설정 값 입력 과정
- 이벤트 발생 시 처리과정
- 통신상태 확인 과정(경보 종류 선택 등)
- DB수정 과정
- 선로 신 증설시 계통도 입력 과정
- 부하 절체 과정(사고 시 및 계획 정전 시)
- 원격 연동시험 과정

나. 모의 단말장치(60문제)

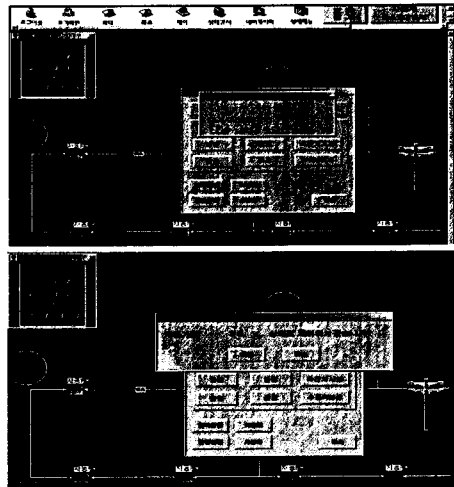
- 개폐기 ON/OFF과정
- 단말장치 설정 값 입력 과정(종류별)
- 현장/원격운전 과정
- 주장치 연동시험 과정
- 각종 제어 및 상태감시 처리 과정

2.4 시뮬레이터 운전

2.4.1 운전 환경

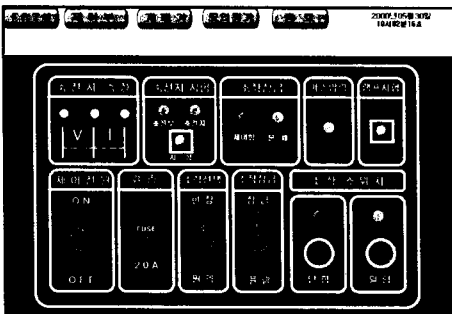
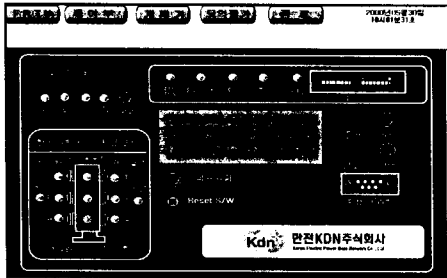
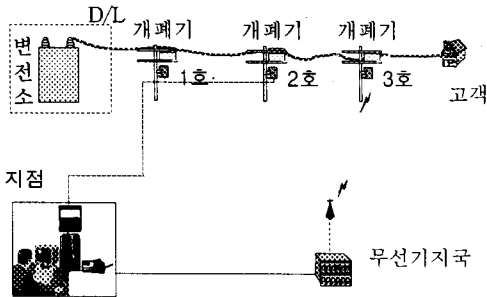
- 가. 펜티엄II Notebook PC 이상
- 나. 운영체제 : 윈도우 95 또는 윈도우98
- 다. 메모리 : 64 MB 이상
- 라. 클럭 : 366MHz (Pentium II) 이상
- 마. 캐시 메모리 : 256 KB 이상
- 바. 하드디스크 : 6 GB 이상
- 사. 모니터 : 12.1" SVGA TFT LCD 이상
- 아. CD-ROM : 24 배속 이상
- 자. 플로피 : 3.5 인치 1개
- 차. 사운드 카드
- 카. PCMCIA LAN Card
- 파. PCMCIA Modem : 56kbps 이상

2.4.2 모의 주장치 훈련



- ① 해당 개폐기를 선택하여 클릭한다
- ② 해당 단말장치의 상태 표시 및 계속값을 확인한다
- ③ 해당 단말장치에 제어 명령 및 설정값을 입력한다
- ④ 개폐기 제어명령을 수행한다
- ⑤ 단말장치에서 정상적인 조작여부 확인한다

2.4.3 모의 단말장치 훈련



- ① 단말장치를 선택하여 클릭한다.
- ② 해당 단말기 LCD화면에 상태 및 계속값을 확인한다
- ③ 개폐기 제어명령을 수행한다.
- ④ 주장치에서 정상적인 조작여부 확인한다.

3. 결 론

좋은 시스템을 설치하고 운영이 미흡하거나 보유하고 있는 기능을 충분히 활용하지 못할 경우 경제적인 가치 저하는 물론이거니와 배전 전력계통을 운전하는 배전선로 자동화시스템인 경우는 수치로 가름하기 어려운 손실이 많을 것으로 본다. 많은 예산을 투입하여 설치한 시스템이 운영자의 미숙 또는 오 조작으로 정전이 발생하는 등 국민의 불편과 손실이 발생되지 않도록 시스템을 제작하여 설치하면 반드시 그에 상응하는 교육훈련 시뮬레이터가 개발되어야 한다. 이러한 측면에서 개발된 소규모 배전선로 자동화시스템 교육훈련용 시뮬레이터는 운영자 측면에서 생각하여 현장과 일치하는 MMI화면과 Panel구성으로 현장감을 고려하여 개발하여 운영자들이 자유롭게 시스템을 조작할 수 있도록 하였고, 보다 친근감 있도록 대화형 문제를 수록함으로써 다양한 운전 가상상황을 모의훈련 하도록 개발되어 교육효과가 뛰어나다고 생각한다. 향후 이 시뮬레이터에 단말장치 고장부위 판단 및 통신상태 확인 등 추가 기능을 부가하여 보완한다면 현장에서 꼭 필요한 다기능 교육훈련용 시뮬레이터가 될 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 전력연구원, "국산 배전자동화 시스템 실계통 실증연구" '97.4
- [2] 오음사, "배전기술 총합 매뉴얼" '91.11
- [3] 한전KDN, "소규모 배전선로 자동화시스템 사용자매뉴얼" 2000.3
- [4] 한전 중앙교육원, "배전자동화 실무교재" 2000.2
- [5] 한전 배전처, "배전실무 교육교재" 2000.4