

**노후전력설비 교체에 따른 SCADA시스템의 운용 고찰**  
**Exchanging of old electrical equipment and discussion of SCADA system's**  
**operation related with exchanging of old electrical equipment**

김윤식\*                      박래혁\*\*                      이기승\*\*\*  
**Kim, Youn-Sik              Park, Rai-Hyug              Lee, Gi-Seung**

-----  
**ABSTRACT**

The DC high speed circuit breaker used in Seoul Metro for line no.1.2 is Japan HITACHI and FUJI breaker, and for line no.3.4 is Whipp & Bourne MM74 breaker from UK. The years that each breakers made are 1973(line no.1), 1984(line no.3.4), So that equipments are superannuated. Nowday the for equipment exchanging is executing, equipment for exchanging were used the Secheron breaker from Swiss. but now the Intec breaker made in Korea is used.

The RTU of supervisory control and data acquisition system have the capabilities that can observe, control and work the installation efficiently.

In this paper, as summarizing the solving process of problem that happened the SCADA system when old-equipment exchange and concerned point for logical supervision and control of reservation factors and equipment, I'll provide the direction that can do receiving-process of control-equipment, progressed with the exchange of old-electronic equipment.

-----

**1. 서 론**

지하철은 직류전기철도 방식으로서 전동차에 필요한 전원을 외부로부터 연속적으로 공급해 주어야 한다. 전동차에 전원을 공급하여 주는 설비를 변전설비라고 한다. 변전설비에는 변전소(SS), 급전구분소(SP), 급전타이포스트(TP)가 있다.

변전소는 무인원격감시조작 변전소로서 한국전력공사에서 22.9[KV]를 수전하여 직류 1500[V] 및 AC 6.6[KV]로 변성하여 전차선 및 일반부대설비용으로 공급한다.

서울메트로에 사용되던 직류고속차단기는 1,2호선은 일본 히타치와 후지 차단기, 3,4호선은 영국 Whipp & Bourne MM 74 차단기로서, 설치년도가 오래되어 노후전력설비 교체개량사업이 진행되고 있다.

노후전력설비 교체 시 관제센터에서는 신설되는 차단기와 보호요소를 최적으로 감시, 제어, 계측 할 수 있도록 하는 작업이 진행된다. 본 고에서는 설비교체 변전소에서 나타났던 관제설비[RTU]의 이상 동작 현상과 이를 해결하는 과정, 증설된 설비와 보호요소를 합리적으로 수용하여 전력설비 운영의 신뢰성과 안정성을 기하기위한 대책 및 최종연동시험에서 고려해야 하는 사항들을 정리함으로써, 노후전력설비 교체에 따른 효율적인 관제설비의 운영방안을 제시하고자 한다.

-----  
\* 서울메트로, 종합관제센터,비회원

E-mail :3house@hanmail.net

TEL : (02)6110-5950 FAX : (02)6110-5976

\*\* 서울메트로, 종합관제센터,비회원

\*\*\* 서울메트로, 종합관제센터,정회원

## 2. 변전소 노후전력설비 교체공사와 관련된 포인트 현황

노후전력설비 교체 작업은 국산제품의 고속도차단기가 사용되고 있으며, 작업순서는 기존설비를 이동용 배전반으로 옮긴 후 기존설비를 철거하고 신설비로 교체하는 과정으로 진행 된다.

도표 1. 변전소 포인트 리스트 현황

구분	제어포인트	감시포인트	아날로그포인트
교체전	36	154	18
교체후	47	197	23
증감	+ 11	+ 43	+ 5

※증가 사유 : 차단기, 단로기 증설 및 신형차단기와 디지털계전기 도입에 따른 감시, 계측요소 증가.

## 3. 설비교체에 따른 준비작업

### 3.1 SCADA 시스템의 주요 기능

SCADA란 Supervisory Control And Data Acquisition의 약어로 집중원격감시 제어시스템이라고 한다. SCADA 시스템은 통신 경로상의 아날로그 또는 디지털 신호를 사용하여 피제어소 설비의 상태정보 데이터를 원격소장장치(RTU; Remote Terminal Unit)로 수집, 수신, 기록, 표시하여 중앙제어시스템이 피제어소 설비를 중앙집중식으로 감시제어하는 시스템이다. SCADA 시스템의 주요 기능으로는 ANSI(미 표준연구소)/IEEE(전기전자 기술자 협회)에서 다음과 같이 권고하고 있다.

- 계전기의 동작 상태에 따라 미리 규정된 경보를 하는 경보기능.
- 피제어소 설비를 제어하는 기능과 감시하는 기능.
- 피제어소 설비의 상태정보를 수신, 표시, 기록하는 표시기능.
- 디지털 펄스정보를 수신, 합산하여 표시, 기록에 사용할 수 있도록 하는 누산기능.

### 3.2 설비교체에 따른 준비작업

전기사무소로부터 소요 포인트량을 통보 받으면 관제설비가 이 들을 수용할 수 있도록 하기 위하여 그래픽 작업, 데이터베이스 입력, RTU Setup 및 카드증설 등을 진행하여야 한다.

#### (1) 그래픽 작업

MMI(Man Machin Interface)를 통하여 전력계통의 정상시, 비정상시, 회복시 상태를 최적으로 감시 제어 할 수 있도록 단선결선도상에 표시한다.

#### (2) 데이터베이스 입력

전력계통의 원방 감시, 제어, 계측 및 보고서 작성 등을 하기 위한 각각의 현장설비에 대한 데이터베이스 입력 작업.

- 각 포인트의 논리적 주소를 RTU별 물리적 주소로 인식시키는 작업.
- SOE(Sequence Of Event)기능 설정.
- 세부 경보레벨 설정.
- Event출력 콘솔 지정.

#### (3) RTU Setup 및 카드증설.

증설된 설비와 보호요소를 감시 제어 하기 위해서 카드 증설(DI, DO)이 필요하고, 증설된 카드는 시스템이 인식할 수 있도록 설정해 주어야한다. RTU Setup은 RTU Simulator를 RTU의 232포트에 연결하여 실시한다.

- 각 모듈별 형식(DO, DI, AI) 지정.
- 각 모듈의 Local Point (최대 64개) 지정.

- 각 포인트의 형식(C&I32, C&I63, ANA, ACC) 지정.

(4) 최종연동 시험.

현장설비 각각에 대한 제어가 정확히 이루어지고, 상태나 계측정보가 제대로 수집되는가를 CRT, Mapboard, Print, Alarm 등을 통하여 시험한다.

#### 4. 각 작업단계에서의 검토 사항

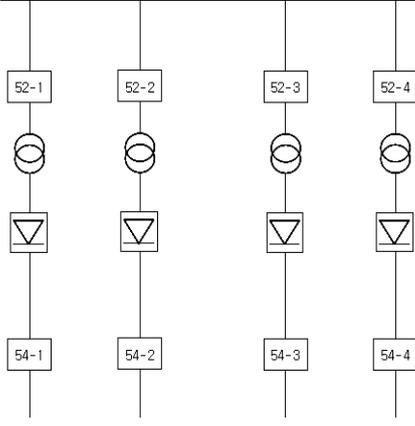
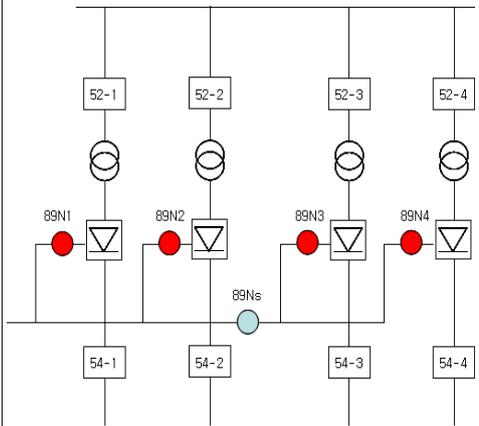
##### 4.1 노후설비 교체공사 시 RTU 증설 필요여부 검토

설비교체공사로 늘어나는 전력설비의 감시 제어 및 계측용 Point를 수용하기 위해 카드증설 여부를 검토하여 계약 전 예산에 반영하고 계약하는 것이 필요하다.

현 상황	문제점	관제센터 대책
관제센터 의견 확인 없이 계약 후, 노후설비 교체에 따른 포인트 증설현황 송부 후 협조요청 함.	관제센터의 예비품으로 먼저 증설 후 나중에 예산 반영하여 카드를 구매하게 됨으로, 일정기간 동안 예비품이 부족하게 됨.	-전기사무소에 카드구매 요청. -계약 전에 관제센터 소요물량 확인 후 예산에 반영시킬 것 요구.

##### 4.2 그래픽/데이터베이스 입력.

단선결선도, Event, 경보 등을 통하여 실시간으로 현장데이터를 보여줌으로써 운영자가 쉽게 상태를 파악하고 처리할 수 있도록 한다.

항 목	현 상태	고려사항
차단기 단로기 등을 단선결선도의 제 위치에 표시.	-89N 표시 안 됨 	-그래픽에 표시함 
단선결선도상에 주요 보호계전기 표시	54F1~54F4, 54Fs, 54C1~C5의 50F 표시 안 됨	증설되는 주요 보호계전기명을 데이터 베이스와 연결시켜 계전기 동작 시 표시되도록 함.
증가된 포인트 전부를 수용할 수 있도록 데이터베이스 포트 변경.	감시 및 제어(C&I)32로 구성.	-감시 및 제어(C&I)63으로 변경 함.

##### 4.3 최종연동시험

연동시험은 전력설비에 대한 SCADA 시스템의 감시, 제어, 계측 기능이 제대로 수행되는지를 확인

하는 외에도, 수배전반에 사용되는 각종 계측기나 보호계전 기능이 정상적인지를 시험하는 기능을 한다.

(1) 연동시험 List를 작성하여 관제원과 현장 시험자와의 유기적인 협조하에 개별 포인트별로 시험한다.

- 제어시험 : 차단기 및 단로기의 OPEN, CLOSE 동작 시험.
- 감시시험 : Event상에서 보호계전기 동작상태, 차단기 투,개방 상태, 경보발생 등을 확인.
- 계측시험 : 현장설비에 대한 아날로그 데이터 수집기능(전압, 전류) 확인.

(2) 연동시험에서 특히 관심을 갖어야 할 보호계전기.

보호계전기가 전력공급에 미치는 영향이 크기 때문에 모든 계전기가 정확히 시험되어야 하지만, 직류전기철도에서는 다음 사항에 특히 유의하여 시험한다.

항 목	기 능	고려할 사항
연락차단장치	-한 쪽 차단기 사고감지 시 인근변전소의 대향 차단기에 차단지령을 송출하는 기능을 함.	-인근변전소의 급전용차단기 투입후 연락차단 확인. -기존 변전실의 경우 영업 급전후 실시.(∵ 무가압 투입하면 저전압계전기 동작으로 차단 됨)
쇄정계전기	-화재발생, 직류역류계전기 동작, HSCB 큐비클과 내부 기기 혼촉, 정류기 큐비클과 정류기 접촉시 차단기Trip 및 투입회로 쇄정.	-계전기의 정확한 동작과 차단기 Trip 확인.(∵ 86계전기는 TRip Source이고, 계전기 부동작 시 전력계통 대형사고 우려.
화재계전기	-변전실 화재 발생시 DC계통 및 고배계통 차단기 Trip.	-정확한 시험을 위해서는 설비분소 직원 입회하에 화재수신반을 조작하여 시험.

## 5. 관제설비(SCADA) 운용시 고려사항

### 5.1 노후전력설비 교체 전(SCADA 기능 동작 점검)

#### 1)카드 확장에 따른 각 모듈별 기능 확인

- DI : RTU의 개별단자를 하나하나 선택해가면서 관제센터 MMI상에서 상태표시 확인
- DO : MMI에서 기기제어(Close/Open)를 하면서 RTU의 DO카드 및 기기제어용 보조계전기 정상 동작상태 확인.
- AI : 펄스발생기로 일정크기의 전압과 전류를 발생시켜 MMI상에서 현시 여부 및 오차발생 확인.

### 5.2 노후전력설비 교체 후(급전통제)

#### 1) RTU 청소

노후전력설비 교체공사중 케이블피트공사, 배전반 이설, 케이블 포설 등에 따른 먼지 발생으로, RTU내에 쌓인 이물질을 제거하여 열악한 환경 개선.

#### 2) 새로운 시퀀스 교육

새로운 보호계전 분야는 전력기기, 계통해석, 디지털신호처리 및 통신 등 다양한 기술이 접목되어 습득에 장시간이 소요되므로, 이들 기술을 습득하기위한 교육실시 및 교안 작성.

#### 3) 운용 시 미비점 보완

차단기의 주요 보호기능중 수용 안 된 요소(Blow coil: 소전류 차단시 아크 소호용)를 추가하도록 공사감독에게 요청.

## 6. 종합연동시험시 RTU 비정상 동작과 조치사항

6.1 단말장치(RTU) 비정상 동작 발생

1) 비정상 동작 현상

단말장치(RTU)의 2,3번 제어(DO)카드의 현장기기 제어포인트에 연결된 단말장치 보조계전기가 부분적으로 응동되지 않는 현상 발생 함.

2) 조치사항

순 번	조 치 사 항	결 과
1	- 전원장치 및 제어카드를 예비품으로 교체 시험 - 2번 제어카드의 포인트를 4번 제어카드에서 제어할 수 있도록 데이터베이스 수정	- 제어카드 비정상 동작
2	- 단말장치(RTU)의 모든 PCB(제어,감시,계측)를 예비품으로 교체 시험. - 단말장치용 전원장치(Rack power supply)에서 모뎀용 전원 분리 공급.	- 제어카드 비정상 동작
2	- 단말장치용 전원장치 정전압회로내 전해콘덴서 교체 수리 - 예비품으로 교체했던 PCB 재교환 - 데이터베이스 재수정	- 제어카드 정상 동작

6.2 원인 및 대책

1) 장애원인

① 공사중 고압회로 접지에 의한 RTU내부회로 이상.

RTU접지는 특3종접지이고, RTU의 접지극은 다른 접지극 전위상승에 영향을 받지 않는 위치에 매설하여 전위상승값이 허용되는 일정한 범위안에 있어야 하나 고압접지회로의 서지 유입.

② 장기사용에 의한 부품의 기능저하

파워서플라이의 정전압회로는 다이오드와 트랜지스터로 구성되고, 전해액콘덴서는 시간이 지남에 따라 내부의 전해액이 점차 증발되면서 성능이 나빠지는 특성을 가지고 있고, 기능이 약해질 경우 정격 전류와 전압이 안나온다.

2) 장애대책

① RTU의 DI, DO단자에 서지프로텍터를 설치하고, 서지프로텍터의 한 쪽 끝을 접지선에 연결한다. 또한 접지선은 역전압의 유입을 방지하기 위하여 중간에 다이오드를 삽입한다.

-RTU밖으로 선로가 나가거나 들어오는 곳은 모두 서지보호기를 설치하여야하나 설비 당시에는 통신 선로용 서지프로텍터만 설치되어 있었다.

② 파워서플라이의 콘덴서 교체

장기사용에 의한 열화로 기능이 저하된 콘덴서(그림1의 C1~C8)를 신품으로 교환하여 정격전압과 전류가 출력하도록 한다.

가) 파워서플라이의 기능 및 회로

-기능

\*입력전원으로 DC 24[V]를 공급 받아서 +5[V], +12[V], -12[V]를 출력한다.

\*직류 스위칭 회로(직류 변압기)에서 입력전압을 변환 후, 저대역 통과필터를 사용하여 스위칭 동작과정에서 발생하는 리플과 잡음을 제거하고, 정전압회로를 거쳐 출력된다.

\*사용기간이 오래된 콘덴서를 신품으로 교환함으로써 정전압을 출력하도록 한다.

나) 파워서플라이 회로

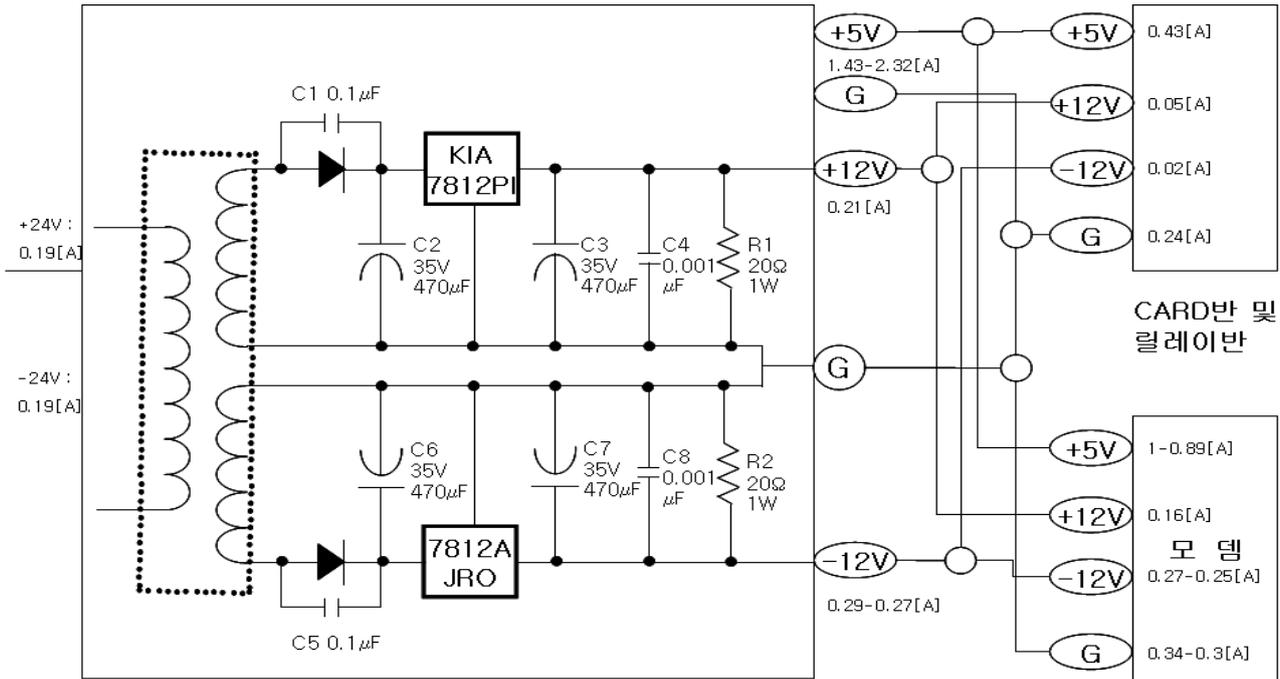


그림 1. 파워서플라이 회로

③ 파워서플라이에서 모뎀용 전원 분리

-모뎀전용의 전원공급장치인 SMPS를 설치하여 파워서플라이의 부담을 경감시킨다.

7. 결 론

-SCADA 시스템은 변전실내 전력설비 운전상태의 감시 및 제어기능을 수행함으로써 설비 운영에 대한 신뢰성과 안전성을 제고시키는 물론 실시간 현장데이터를 수집하여 처리, 분석 할 수 있는 설비가 되어야 한다.

-노후전력설비 교체 시 그래픽/데이터베이스 생성, 수정, 단말장치(RTU) Setup 및 카드증설 작업, 최종연동시험이 정확하고 안전하게 진행될 수 있도록 관제센터와 현장의 유기적인 업무협조가 필수적으로 이루어져야 하며 또한 관제설비 운용은 노후설비 교체 전 SCADA 기능동작 점검과 노후설비 교체 후 급전통제에 이상이 없도록 조치 하여야 한다.

-최근의 전력 수배전반 보호방식은 아날로그 방식에서 마이크로프로세서를 적용한 집합보호계전방식으로 바뀌는 상태이고, 특히 집합보호계전방식은 사고보호는 물론 사고원인 조사까지 병행할 수 있도록 고성능 다기능화 되고 있으므로, RTU장치도 고속 직렬통신장치 등을 이용한 소형 입출력단말장치의 구축을 고려할 필요가 있다.

참고문헌

1. 서울특별시지하철공사 교육원 (1998년), “실무자교육 전기”, 서울특별시지하철공사
2. 차광석 외 2인 (2000년), “전기 초급관리자”, 서울특별시지하철공사
3. 백유호, 신일용 (2002년), “지하철 전기 용어 해설집”, 서울특별시지하철공사
4. 정양석 외 5인 (2006년), “변전설비 과정”, 서울메트로
5. 서울메트로 종합관제센터 (2006년), “노후전력설비 교체공사 관계철”, 서울메트로