

신호시스템 병행운전 구성을 이용한 시스템 개량 기술 제고

The Promotion for the system refurbishment technique by the signalling system interoperability

고영환*

최종기**

Kho,young-whan

Choi,jong-ki

ABSTRACT

The Seoul Metro Line No.1 is a very complex service line which carries over 620 thousand passengers a day as a linked line to the satellites of the Seoul Metropolitan. Since the Line No.1 had its voyage service in 1974. it has been aged by the time, which resulted in the needs for the refurbishment to the new system, and as its system refurbishment was suggested to be implemented without any stop of the service, the signaling system interoperability was planned for this refurbishment, and finally it became a desirable reference of the metro signaling system overall refurbishment

1. 서론

서울메트로 1호선은 서울역에서 청량리까지 9.54km 구간을 1974년 8월15일에 개통하여 현재에 이르고 있으며, 신호시스템의 현장설비로 연동장치는 제1종계전연동장치 주요 안전시설로는 자동열차정지장치(ATS:Automatic Train Stop), 신호장치는 지상신호방식의 전중복식 3위 3현시 방식을 원칙으로 하되 곡선구간은 경계신호(Y)를 추가하여 설비되어 있다.

서울메트로에서는 2000년도에 실시한 1호선 신호보안장치 안전진단연구용역을 바탕으로 2003년부터 2005년까지 연차적으로 3차에 걸쳐 현장 분주궤도회로를 이중계의 AF궤도회로 장치(Audio Frequency)로 절체하여 시스템을 향상시키는 방안을 수립하여 교체작업을 시행하였고, 1호선과 6호선의 환승편의와 송인동, 창신동지역 역세권 개발을 도모하기 위해 동묘앞 신설역사를 준공(2001.11.05~2005.12.31)하게 되어, 종로5가역과 신설동역에서

TEL : (02)520-5881, 5890 FAX(02)520-5889

* 서울메트로 신호팀 팀장 회원

** 서울메트로 신호팀 회원

2.1.1.1. 시스템

다음의 (그림2)와 같이 2대의 분주기를 역극성으로 하여 60Hz의 전압을 인가하면 출력의 30Hz 전압은 서로 약 90도의 위상차가 되지만 Parametron의 “0”발진과 “ π ”발진을 제어하고 있지 않으므로 어느쪽의 분주기 출력이 앞선 위상으로 되는지는 정하여지지 않는다. 그러나 발진의 위상을 제어하는 대신 발진한 위상차가 정규가 아니면 어느 한쪽을 전극하여도 같은 일이다.

가령 T相이 L相 보다 90도 앞선 발진을 하면 위상검지계전기 D가 동작하여 Magnet Switch MS의 정위접점에서 T상 출력이 단자로 나오지만 L상이 T상보다 앞선 발진상태에서는 D가 동작하지 않으므로 MS에 의한 T상 전극(電極)이 이루어져서 자동적으로 2상 전원이 형성된다. 위상검지기는 2원 3위형의 궤도 Relay의 응용이다.

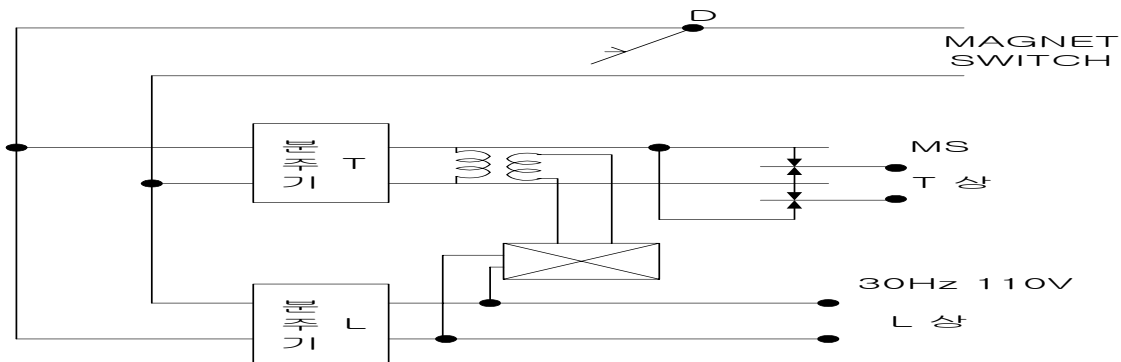


그림2. 분주기에 의한 2상 전원

2.1.2. 진로정자식 계전연동장치

계전기를 이용하여 제어회로를 구성하고, 사령 및 기계식 조작반 취급에 의한 진로선별로 신호기 및 선로전환기의 제어계전기를 구동하여 현장기기를 직접 제어하도록 구성한 시스템이다.(그림3)

사용하는 계전기 종류는 선조, 자기유지, 유극, 바이어스, 궤도, 완동, 완방, 시소계전들과 기타 필요에 따라 소형의 특수계전기들도 있다.



그림3. 계전연동장치의 구성

2.2. 신형 이중계 AF궤도회로

AF-840A 궤도회로장치는 열차검지주파수와 차상신호주파수 전송을 모두 할 수 있고 고장으로 인해 동작이 멈추는 것을 방지하기 위해 이중계로 구성되어 있으며 DC전철화 구간에서 가청주파수(1~20KHz)를 사용하는 궤도회로로 운행중인 열차의 연속적인 감시 및 차상신호 주파수 전송에 적합하도록 설계되어 있고, 3·4호선의 궤도회로장치와 동종의 장치를 이용하여 향후 시스템 업그레이드에도 호환 가능토록 대비 하였으나 현재 1호선은 지상식 신호방식

으로 설치되어 궤도회로는 열차검지기능만 사용하고 있다.

또한 궤도회로장치가 MAIN과 BACKUP으로 구성되어 있기 때문에 MAIN 장치에 고장이 발생하였을 때에는 모니터 PCB에서 자동으로 BACKUP 장치로 전환되어 열차의 운행에 지장이 없도록 감시하는 기능도 가지고 있는데, 이것은 MAIN 장치를 구성하는 주파수발전기, 속도코드발전기, 송신PCB의 출력을 모니터링 하여 어느 한 부분이라도 출력에 이상이 발생하면 즉시 고장으로 판단하도록 프로그램이 되어있다. 뿐만 아니라 계측 및 감시기능을 갖춘 MONITOR PCB가 고장이 나더라도 MAIN장치는 항상 우선적으로 동작하게 되어 있다.

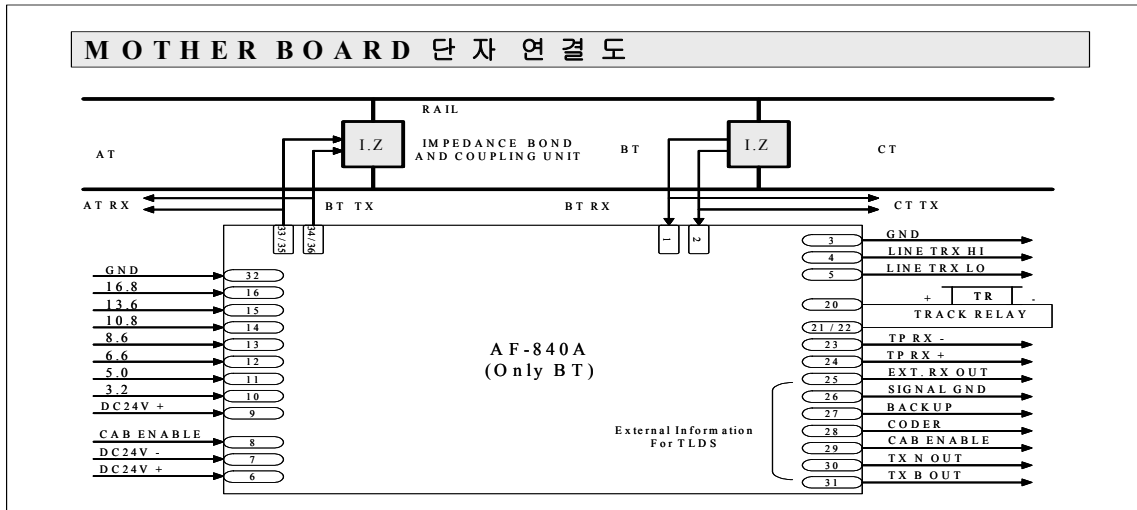


그림4. 본선 AF궤도회로 구성도

2.3. 전자연동장치

전자연동장치는 성능과 안정성을 향상시킨 제품으로 KNR 규격과, 서울메트로 연동기준을 근간으로 하여 CPU보드는 신뢰성과 충분한 사용실적이 있는 미국 모토롤라사의 VME 162P4를 채택 VME(Versa Module Eurocard)-BUS 통신방식과 외부 써지등의 영향을 최소화하기 위하여 신뢰성있는 뇌피트랜스를 사용하였으며, 내부와 외부의 배선을 분리하여 케이블 유도등도 고려되었다. S/W는 신뢰성있는 OS(VxWorks)를 사용하였고 종래의 결선도방식에서 DB방식으로 새로이 개발되었으며, 역모양 변경시 신속대응의 역규모 환경에 적합하도록 모듈형으로 설계되어 구성된 장치다. 그림5는 전자연동장치의 연동논리부 구성도 이다.

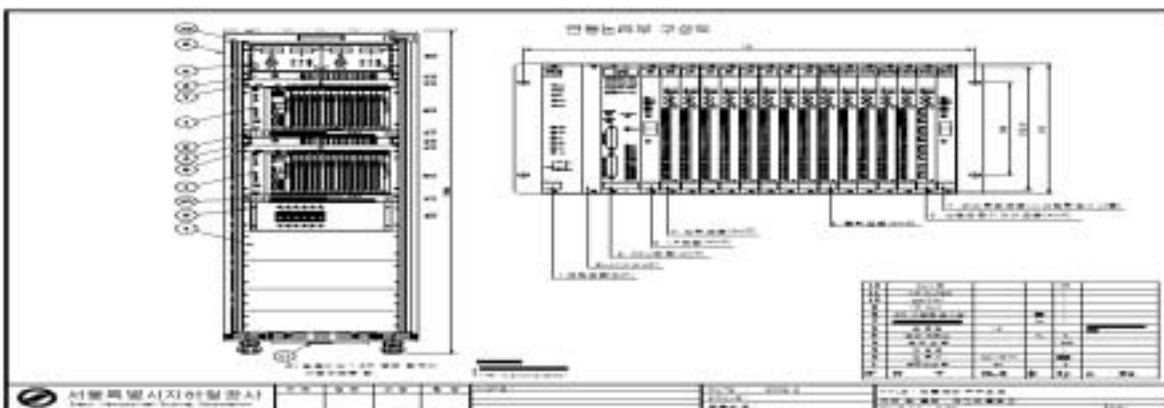


그림5. 전자연동장치 연동논리부 구성도

2.4. 분주 및 AF케도회로 무절연방식 구성

AF케도회로장치의 Overlap 구간(사전 사후단락 지점)을 감안하여 Overlap되는 부분의 시점과 신호기가 일치할 수 있도록 임피던스본드 설치위치 선정을 시행하여 기존설비의 전원을 off하고 임피던스본드 도선과 레일에 연결 절연개소 통전용 레일본드선 RB-02(115mm) 3분을 취부하고(※ 레일이음매 절연부의 원활한 전차전류 통전을 위해 3분 취부) 기존 분주케도회로장치의 임피던스본드에 연결되어 있는 도선을 레일측에서 제거한다. 신호기계실의 기존 TPR 조건에 삽입된 TR회로를 분주케도회로용 TR조건에서 AF케도용 TR조건으로 교체한다. 절체되는 구간의 AF 케도회로를 최종단(절체된 무절연 AF케도회로장치와 기존의 유절연 분주케도회로장치의 경계구간)에는 임피던스본드를 설치하여 전차선 귀선전류가 통전 되도록 하여야 한다. 이와 같은 절차를 거쳐 구형 케도회로와 신형 AF케도회로의 병행구성이 완료된다.(그림6)

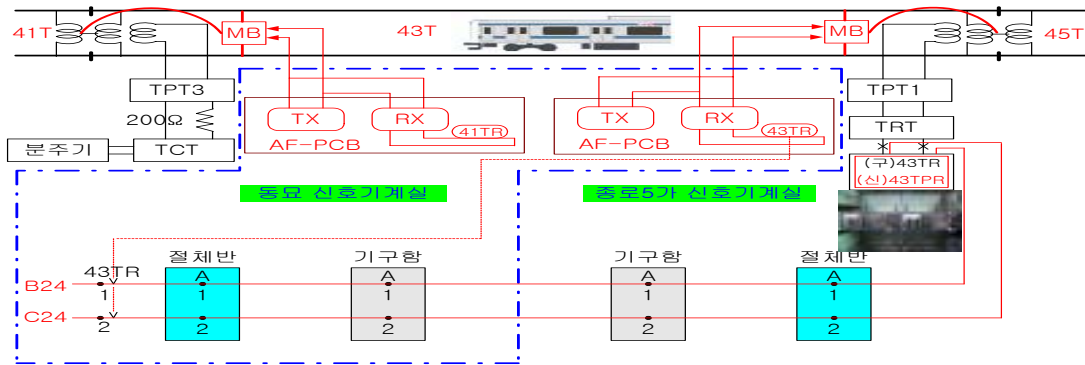


그림6. AF케도회로의 무절연 방식과 분주케도의 병행 구성도

2.5. 계전연동과 전자연동의 병행운전 구성

전자연동장치는 현장제어 입·출력조건 중 선로전환기 제어 및 표시회로(WR, KR)와 신호 제어회로(HR), ATS 제어회로가 최종 현장제어 조건이 된다. 전자연동과 계전연동의 진로선별은 동일한 기능을 하므로 계전연동의 논리회로는 차단하고 전자연동의 논리조건의 만족된 출력 신호제어와 ATS제어 조건을 이용하여 계전연동의 HR과 ATS를 제어하도록 구성하며, 이때 계전연동의 계전기와 단자반을 통하여 현장제어조건은 송출되고 전자연동의 현장제어 출력회로는 구성하지 않는다.

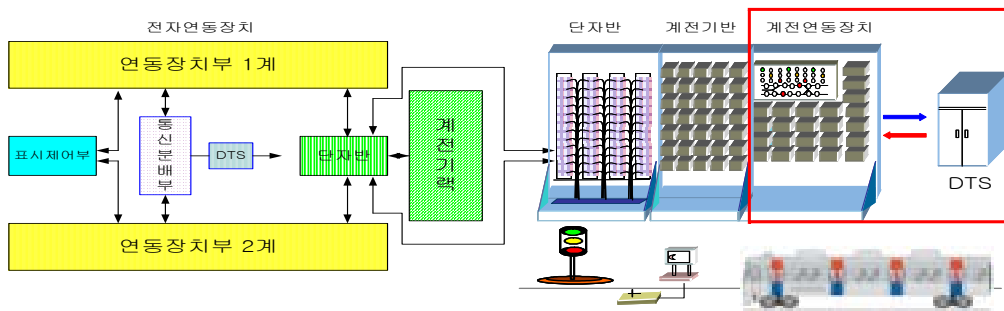


그림7. 전자와 계전연동의 병행 구성도

위 그림7을 참고하여 최종출력회로의 구성을 보면 현장사령 정보전송장치(DTS)와 표시제어부의 제어조건을 입력받아 연동장치부의 논리회로를 거쳐 전자연동장치의 계전기락으로 최

종출력이 되면 이출력 결과를 상호 단자반을 인터페이스로 하여 계전연동과 연계 현장신호기 및 ATS를 제어하도록 구성된 것이다.

2.6. 신호기계실간 제어회로 구성

그림8을 보면 동묘기계실(전자연동)의 궤도조건과 신호조건을 양쪽 절체반을 경유하여 구설비(계전연동)인 종로5가 기계실에 있는 궤도조건과 신호조건을 제어하도록 구성된 것을 볼 수 있다. 즉 신장비의 궤도, 신호조건과 구장비의 궤도, 신호조건을 일치시키고 현장 신호제어는 구장비의 신호제어조건의 출력을 이용하여 제어한다.

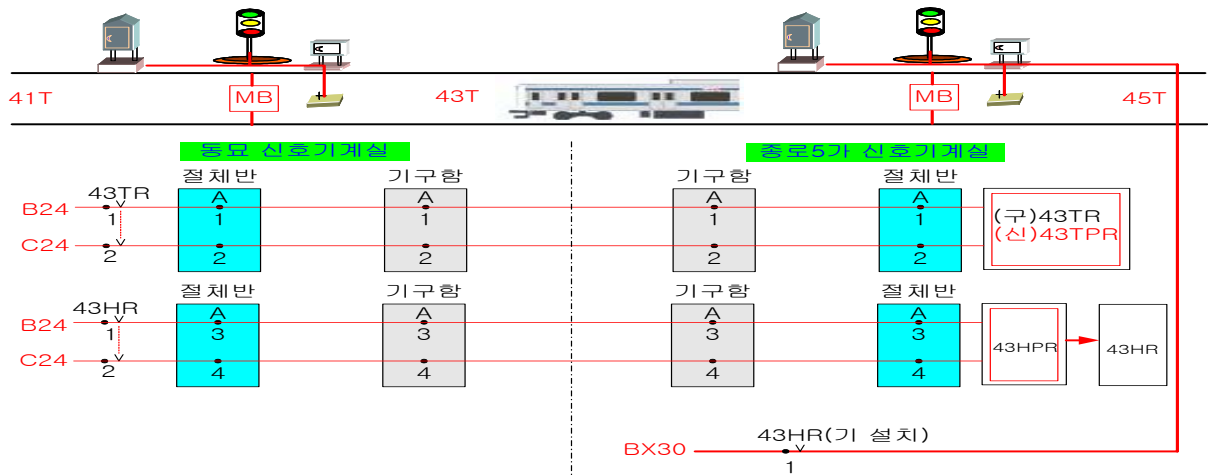


그림8. 신호기계실간 인터페이스 구성도

2.7. 결론

서울메트로 1호선은 국철구간 연결부의 중간에 위치 짧은 구간임에도 불구하고 2006년 상반기 1일 수송인원이 31만 명을 상회하고 있는 매우 혼잡한 노선이다. 따라서 시스템 개량에 의한 운행중단은 시민 편의의 입장에서는 상상할 수 없는 일이 되며 결국 영업운전 구간의 차단 없는 시스템 개량 필요성이 대두되었다.

따라서 신설되는 동묘역에 종로5가, 신설동역의 통합 신호시스템 병행운전 구성을 이용한 시스템 개량 시행 방안을 활용하여 우리나라 지하철 역사상 최초로 신호시스템 통합 개량사업을 무사히 완료하였다. 이러한 시행 방안은 시스템 통합 개량사업 적용의 한 사례로 기록 될 것이다.

참고문헌

1. 지하철본부 교재
2. 서울메트로 AF궤도회로장치 매뉴얼
3. 동묘역 전자연동장치 매뉴얼