

AGT 경량전철 전력공급용 직류배전반 개발

전용주 김수남 백병산 김지홍 이현두 권중록 정상기*
 현대중공업(주) 한국철도기술연구원*

Development of DCSWGR for AGT Light Rail Power Supply System

Y.J.JEON S.N.KIM B.S.BAEK J.H.KIM H.D.LEE J.L.KWON S.G.JUNG
 HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD. KOREA RAILROAD RESEARCH INSTITUTE*

Abstract - This paper described the development of technology for LRT (Light Rail Transit) power system, which are sponsored by MOCT and supervised by KRRI. Especially, manufacture, interface between components and composition for DC Switchgear are focused. Most main components for DC switchgear(Protective Relay, HSCB, DS) are made by own. Also the type test report of international testing laboratory about the DC Switchgear based on IEC regulations is introduced. Finally the product will be proved based on field test.

각 설치(BB1, BB2) 하였다. 각 배전반별 구성요소 및 결선은 그림 1과 같다.

직류배전반은 전동차에 실제 전력을 공급하는 최 말단의 전력설비로 차량운행에 가장 직접적인 영향을 미치게 된다. 따라서 고장 파급의 제한, 승객의 안전, 운전의 신뢰성 등의 측면이 충분히 반영되어야 하므로 각 반별 특성을 충분히 고려하여 입출력 및 디스플레이를 결정하여야 한다.

1. 서론

최근 경전철의 수요는 급증하고 있으나 아직 독자적인 시스템 구축 경험이 없고 표준화가 이루어지지 않아 많은 부분을 외국 선진사에 의존하고 있는 실정이다. 이중 직류 배전반을 제외한 나머지의 경우는 국내의 기술로 설계, 제작, 시운전이 가능하다. 따라서 직류배전반의 기술개발이 이루어질 경우 전체 경전철 급전시스템의 구축이 가능하게 된다. 이에 본 논문에서는 경전철 시스템중 인터록 신호를 고려한 직류 배전반(DCSWGR)의 반별 설계/제작을 포함한 엔지니어링 기술에 초점을 맞추어 소개 하였다. 시스템의 검증을 위하여 경북경산에 시험선로가 건설되었으며 2005년 7월까지 성능보장을 위한 시운전이 이루어질 것이다. 또한 국내 표준화 시스템을 선도하고 각 지자체에 건설계획중인 경량전철에 적용할 수 있도록 최선의 노력을 다할 계획이다.

2.1.1 Line Feeder Panel

상시 투입되어 열차에 직접 전력을 직접 공급하는 주된 배전반으로 제어회로부의 구성은 그림 2와 같으며 각각 component는 표1과 같다.

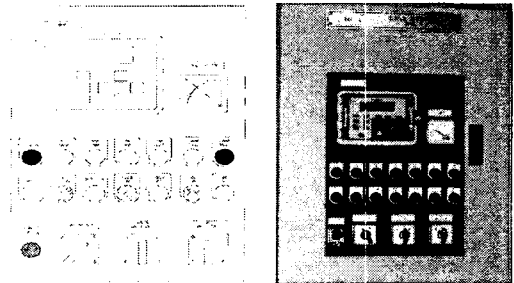


그림 2 Line Feeder 판넬

표 1 Line Feeder반 제어회로부 구성요소

No	구분	내용	비고
1	보호제어 장치	HIMAP-DC, 화재(29) Relay, Thermal Relay	
2	램프	고장 지시등(50F, LT, 76, 85) HSCB, DS 상태 지시등, 선로시험 지시등 기기로유 지시등	
3	스위치	Remote/ Local 절환, HSCB 및 DS ON/OFF HSCB Direct On, Lamp Test	
4	기타	PLC, 각종 보조릴레이, 전류meter, 회로보호기, 개폐기	

2. 본론

2.1 직류배전반의 각반별 구성요소 및 특성

시험선에 설치될 직류배전반 설비는 Negative(1F-1), Rectifier Output(1F-2, 1F-3), Inverter1 Input(1F-4),

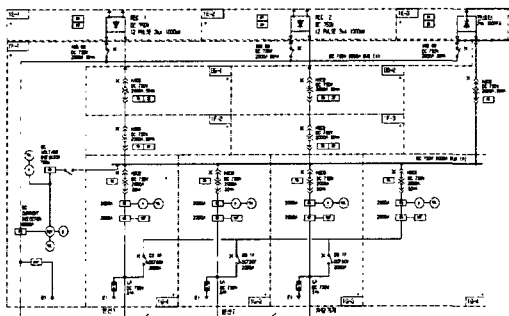


그림 1 전력단선도(직류배전반부분)

Line-Feeder(1G-1, 1G-2, 1G-3), Bypass-Feeder(1G-4), 로 구성되고 시험선로 입출을 감안하여 시스템의 안전을 위하여 1F-2, 1F-3 상단에 선진사 배전반을 직렬로 각

2.1.2 Bypass Feeder Panel

Line Feeder반이 점검 또는 고장시 대체 투입되는 개념의 판넬로 그림 3과 표2에 구성요소를 나타내었다.

표 2 Bypass Feeder반 제어회로부 구성요소

No	구분	내용	비고
1	보호제어 장치	HIMAP-DC, 29 Relay, Thermal Relay	
2	램프	고장 지시등(50F, LT, 76, 85) HSCB, DS 상태 지시등, 선로시험 지시등 기기로유 지시등	
3	스위치	Remote/ Local 절환, HSCB ON/OFF HSCB Direct On, Lamp Test	

4	기타	PLC, 각종 보조릴레이, 전류meter, 회로보호기, 개폐기
---	----	------------------------------------

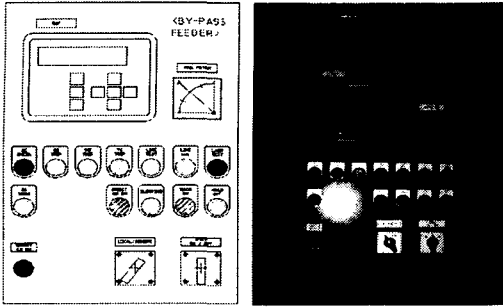


그림 3 Bypass Feeder 판넬

2.1.3 Rectifier Output Panel

정류기에 이상 발생시 또는 역전류로 인한 시스템 오류시 동작되는 반으로 그림 4와 표 3에 구성요소를 나타내었다.

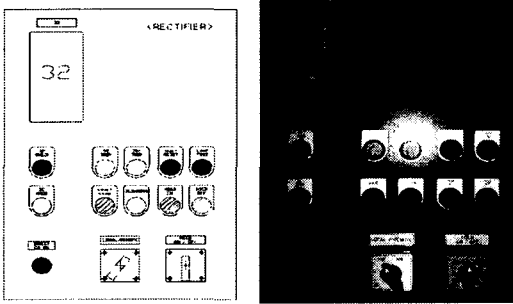


그림 4 Rectifier Output 판넬

표 3 Rectifier Output반 제어회로부 구성요소

No	구분	내용	비고
1	보호제어 장치	역전류계전기(32), 29 Relay, Thermal Relay	
2	램프	고장 지시등(76, 32) HSCB상태 지시등, 기기로류 지시등	
3	스위치	Remote/ Local 절환, HSCB ON/OFF HSCB Direct On, Lamp Test	
4	기타	각종 보조릴레이, 전류meter, 회로보호기, 개폐기	

2.1.4 Inverter Input Panel

인버터로 고장파급을 방지하기 위한 반으로 그림 5와 표 4에 구성요소를 나타내었다.

표 4 Inverter Input반 제어회로부 구성요소

No	구분	내용	비고
1	보호제어 장치	29 Relay, Thermal Relay	
2	램프	고장 지시등(76, 32) HSCB상태 지시등, 기기로류 지시등	
3	스위치	Remote/ Local 절환, HSCB ON/OFF HSCB Direct On, Lamp Test	
4	기타	각종 보조릴레이, 전류meter, 회로보호기, 개폐기	

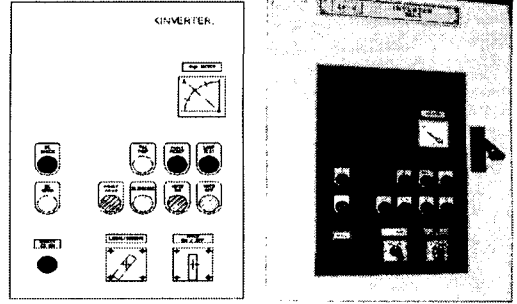


그림 5 Inverter Input 판넬

2.1.5 Negative Feeder Panel

시스템의 안전을 위하여 단로기를 이용하여 부 급전선을 연결하는 반으로 그림 6과 표 5에 구성요소를 나타내었다.

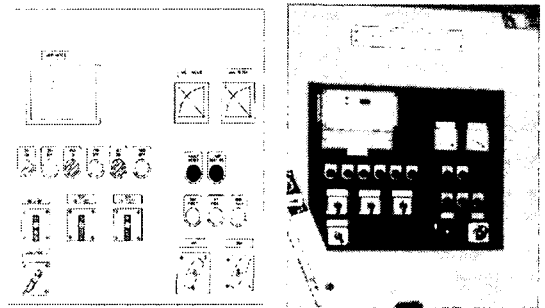


그림 6 Negative Feeder 판넬

표 5 Negative Feeder반 제어회로부 구성요소

No	구분	내용	비고
1	보호제어 장치	혼속계전기(64, 64P), 중고상계전기(86A, 86B), 29 Relay, Thermal Relay	
2	램프	고장 지시등(76, 86A, 86B, 64,32) HSCB상태 지시등, 기기로류 지시등	
3	스위치	Remote/ Local 절환, DS ON/OFF HSCB Direct On, Lamp Test	
4	기타	각종 보조릴레이, 전압, 전류, 전력 meter, 회로보호기, 개폐기	

2.2 인터페이스 설계

2.2.1 Signal 설계

무인운전을 목표로 설계된 직류 배전반은 안전과 신뢰성을 보장하기위해 많은 인터페이스 신호가 존재 한다. 보호제어장치가 설치되지 않는 반(Negative Feeder, Rectifier Output, Inverter Input)의 경우 인터페이스 및 로직처리를 PLC를 통하여 구현하였으며 각반의 충분한 I/O 확장을 위하여 입출력 접점 역시 PLC를 이용하였다. 그림 7은 Negative plc 로직 작성 및 결선

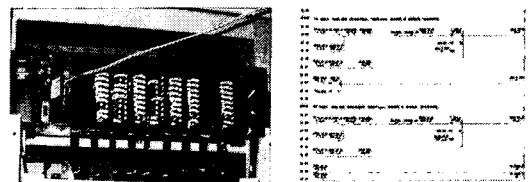


그림 7 Negative plc 로직 작성에 및 결선

직류배전반에 설계된 대표적인 인터페이스 신호를 나열해 보면 아래와 같다.

①Line Feeder반의 단로기 투입전

- Line Feeder, Bypass Feeder반 차단기 개방상태 확인
 - ②Bypass Feeder반 차단기 투입전 해당반(Line Feeder) 단로기 투입확인
 - ③Negative Feeder반 단로기 3대 투입후 Rectifier Output, Inverter Input반 차단기 투/개 가능
 - ④Switch신호 한차례 입력후 동일신호 입력시 신호무시
 - ⑤각반의 단로기 수동으로 조작시 오류 lamp 지시후 차단기개방신호 발생후 동작 정지
 - ⑥Remote 설정시 현장조작불가
 - ⑦Voltage Drop or Voltage Swell 발생시 현상태 유지
 - ⑧Test/Service Position Check
 - Test Position에서 차단기 및 단로기는 Interlock에 관계없이 성능확인 가능
 - ⑨Line Test Fuse 용단시
 - Line Test 중단 Error lamp 점등
 - Direct 투입가능
 - ⑩중고장 신호 발생시
 - 해당구역내 모든 차단기 개방
- 상기와 같은 인터페이스 신호들은 보호제어장치와 PLC를 통하여 입력되며 통신중계장치(HICMPC)를 통해 상단의 SCADA로 통신되어 원격 제어 및 감시가 가능하도록 구성된다. 그림 8은 인터페이스 설계가 반영된 로직 인터페이스도의 예이며 그림 9는 상단 인터페이스 케이블 결선 및 전체열반 예이다.



그림 8 직류배전반 로직 인터페이스도 예

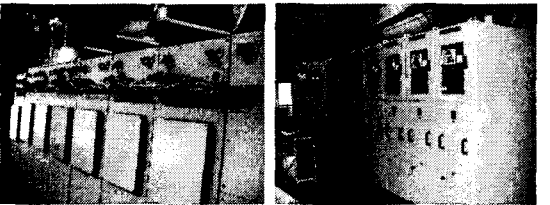


그림 9 통합 인터페이스가 반영된 직류배전반 제작품

2.2.2 AI 회로의 설계

일반적인 AC 배전반의 경우 CT 및 PT 회로를 이용한 정량화된 형태의 입력회로가 기 설계되어있고 1차 및 2차가 절연되어있으나 DC 회로의 경우는 그렇지 아니하

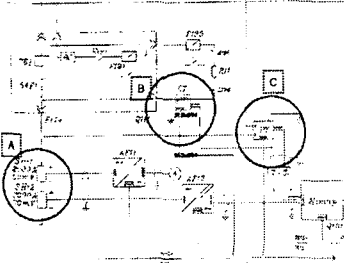


그림 10 직류배전반의 AI 회로

다. 수십mA 크기의 AI 값을 이용하는 DC는 AC와 다른 기기들을 적용해야 하며 1차와 2차도 반드시 절연될수 있도록 설계하여야 한다. 그림 10에 직류배전반에 사용중인 AI 회로를 나타내었다.

C.T, P.T 외에 1, 2차 절연을 위해 ISOAMP를 사용하였으며 Siganl의 적정크기를 조정하기 위해 분류회로를 제작하였다. A, B, C는 각각 Line Current, Test Current, Line Voltage Sensing 회로이다.

2.3 공인시험

국내에서 아직 제작된 경험이 없어 IEC 관련 규정과 외국 시험사례를 조사하고 분석한 후 공인시험을 진행하였다. IEC61992 규정을 바탕으로 적용하였다. 총 5종의 배전반 중 특징이 비슷한 반을 포함하여 Negative Feeder반, Rectifier Output반, Inverter Input 3개 반에 대한 공인시험을 수행하였으며 시험항목은 다음과 같다.

표 6 공인시험 항목 및 적용규격

No	시험항목	적용규격	비고
1	육안구조확인(Construction&conformity)	제작사양	
2	특성시험(Characteristic tests) -Mechanical operation Closing characteristic Opening Characteristic	IEC61992-1	
3	주회로저항시험(Main circuit test)	IEC61992 1	
4	로직시험(Sequence Test) Interlock test -Operation & confirming test	IEC61992-1	
5	절연내력시험(Dielectric test) - Impulse - Megger - Power frequency	IEC61992-1	
6	과전류시험(Overcurrent test)	IEC61992-1	
7	소전류시험(Small current test)	IEC61992-1	
8	온도상승시험(Temperature rise test)	IEC61992-1	

3. 결 론

본 논문에서는 직류경전철 시험선로에 적용된 직류배전반의 각반별 제어회로 및 구성요소 그리고 시스템 인터페이스기능에 대하여 기술하였고 AC 회로와 상이한 Analog 입력회로의 설계부분과, 국내 최초로 제작되는 경전철 직류배전반의 시험항목과 관련규정을 소개하였다. 소개된 직류배전반 엔지니어링 기술은 향후 경전철 직류배전반 설계 시 기준자료가 될 것으로 사료된다.

개발된 직류배전반은 시스템의 신뢰성 확보측면에서 국제공인기관에서 특성시험에 대한 공인성적서를 취득하였으며 시스템 통합 엔지니어링 기술의 확립에 주력하여 인터페이스 관계를 정립하였다. 시험선의 현장 실증시험을 통해 신뢰성을 확보한다면 직류 전기철도계통에 활발한 적용이 가능할 것이다

[참 고 문 헌]

- [1] 철도청(2000), "철도용품 표준규격(안) 배전반(디지털화)"
- [2] Dr Jianguo Yu et al, "DC Power System Studies for Jubilee Line", Cegelec Project Ltd, IEE, savoy place, London W2R0BL 1997
- [3] John S. MORTON "Circuit Breaker and Protection Requirements for DC Switchgear Used in Rapid Transit System", IEEE Transactions on Industry Application, Vol. IA-21, NO.5,1985
- [4] IEC 61992-1 "Railway application-Fixed installations-DC switchgear-" International Electrotechnical Commission, 2001
- [5] 경량전철시스템 기술개발사업 5차년도 연구결과보고서, 건설교통부, 2003
- [6] 백병산 외 "The design of the traction power supply for the test line of Light Rail Transit" ICEE P194-197, 2002 jeju
- [7] 전용주 외 "경량전철 급전전력 보호 제어용 직류배전반 개발(1)" 한국철도학회 추계학술대회 P995~1000, 2002