다중 전원장치를 갖는 차량의 연장급전 제어방안
Design for Extension Supply Contactor control of train with multiple Auxiliary Power Generator

신광균* 한정수** 최종묵***
Shin, Kwang-Kyun Han, Jeong-Soo Choi, Jong-Muk

ABSTRACT

These days customers require various things such as multiple train, variable trainset, multiple Auxiliary Power Generator(APG) and so on. Among these, the train with multiple APG is installed with APG in each car. Thus, we control and monitor train installed with multiple APG through the TCMS(Train Control & Monitoring System). The TCMS supervise APG failure status and transmit control data in case of a APG failure or more, so energize or de-energize ESK and LRR. Therefore, we can easily control ESK and LRR which gets hard to control because of multiple APG.

1.서론

본 논문은 열차종합제어장치(TCMS : Train Control & Monitoring System)의 제어기능 중 하나인 연장급전 제어 및 부하반감 제어에 관한 것으로 기존의 제어 방식으로 구현하기 어려운 다중 전원장치를 갖는 차량의 연장급전 및 부하반감 제어를 구현한 것이며, 철도산업의 발전과 더불어 증편이 용이한 중련연결, 차량구성 변경이 편리한 가변편성, 모든 차량의 동력차 구성 및 그에 따른 다중 전원장치 설치 등 다양하고 특수한 요구사항이 증대됨에 따라 철도차량 기존의 차량구성을 탈피하여 복잡하고, 다양화 되고 있는 상황에 대처하기위한 각종 방안 및 기술개발이 이루어지고 있다.
각 차량에 전원장치(APG : Auxiliary Power Generator)를 갖는 다중 전원장치 차량은 이러한 요구 사항 중 하나로 본 논문은 다중 전원장치를 갖는 차량에 대한 연장급전(ESK : Extension Supply Contactor) 및 부하반감(LRR : Load Reduction Relay) 제어에 대한 방안을 연구하였다.
따라서, 기존 철도차량에서 편성당 2개 또는 3개의 전원장치를 갖는 차량의 연장급전 제어방식으로 제어하기 어려운 다중 전원장치를 갖는 차량 및 그 차량의 가변 편성 및 중련연결로 인한 다중 제어의 어려움을 해소하고자 열차종합제어장치를 통한 연장급전 및 부하반감에 대한 제어방안을 제안하고자 한다.

---

* 주)로템 기술연구소 선인연구원, 비회원
E-mail : kkshin@rotem.co.kr
TEL : (031)460-1266 FAX : (031)460-1787
** 주)로템 기술연구소 책임연구원, 정회원
* ** 주)로템 기술연구소 수석연구원, 정회원

2.본론

2.1종래기술의문제점

종래의 철도차량은 1개 편성에 2개의 전원장치를 설치하거나 편성구성 또는 전원장치 용량에 따라 3개의 전원장치를 설치하는 경우가 대부분이다. 이에 따라 편성당 2개의 전원장치가 설치된 차량은 편성구성에 따라 1개의 전원장치로 최소 2량에서 최대 4량의 전원을 공급하고 있으며, 10량 1편성인 대도시형 전동차의 경우 양쪽 운전실 차량에 각각 1개의 전원장치가 설치되고, 중간차량에 1개의 전원장치가 추가 설치되어 3개의 전원장치를 구동시킨다. 이때, 릴레이 회로 또는 열차종합제어장치는 상호 근접한 전원장치 2개를 한조로 구성하여 한쪽의 전원장치 고장시 양쪽 전원장치 사이의 중간차량에 설치된 연장급전 접촉기를 여자시켜 정상인 전원장치의 AC전원을 고장난 차량에 공급해준다.
예를 들어 8량 1편성인 차량에 2개의 전원장치가 양쪽운전실에 설치된 전원장치는 각각 4량의 전원공급을 책임진다. 이때, 릴레이 회로 또는 열차종합제어장치에 의해 전원장치의 상태가 감시되며, 선두 운전실 차량의 전원장치 고장이 발생되었을 경우 릴레이 회로 또는 열차종합제어장치는 중간차량(4호차 또는 5호차)에 설치된 연장급전 접촉기를 여자시켜 후부 운전실 차량에 위치한 전원장치의 AC 전원을 선두에 위치한 4량에 공급한다. 연장급전 제어 수행시 1대의 전원장치로 4량에서 8량 전체의 AC 전원을 공급해야 하므로 과부하 방지 및 적절한 부하제어를 위해서 냉/난방기 및 실내등, 공기압축기 기동시 부하반감을 실시한다.
그러나, 가변편성 및 증편, 중련연결 등의 차량 구성의 유연성이 요구되는 DMU(Diesel Multiple Unit) 차량에서는 각각의 차량에 전원장치가 설치되어 개별 차량의 전원을 공급하는 다중 전원장치를 갖는 경우가 있다. 이러한 다중 전원장치를 갖는 차량의 연장급전 및 부하반감 제어를 종래와 같이 2개의 전원장치가 한 쌍이 되어 상호 보완하는 방식으로는 연속된 2개 이상의 전원장치 고장시 고장차량의 전원 공급이 중단될 수 밖에 없다.
따라서, 연속된 차량의 전원장치 고장시 고장차량의 전원공급 중단 문제를 해결하기 위한 적절한 연장급전 및 부하반감 제어로직이 필요하며, 운영의 효율성을 높이기 위한 증편(가변편성)시에는 릴레이 회로를 통한 연장급전 및 부하반감 제어를 위한 회로구성이 매우 복잡해지고 2중 3중의 차량 배선 및 릴레이회로가 필요하게 되므로 효율적인 회로구성이 어려워지게 되므로, 이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 열차종합제어장치를 통해서 각 차량에 설치된 전원장치의 상태를 감시하고 연속된 2개 이상의 전원장치 고장 및 증편에 따른 제어로직 변경을 유연하게 수행하여 각각의 상황에 따른 연장급전 및 부하반감 제어를 실시할 수 있도록 하였다.

2.2구현방안

하기의 구현 방안은 Ireland DMU 차량에 적용하여 각각의 상황에 따른 기능 확인 및 시험을 실시하여 검증 완료한 로직으로 조합시험시 시뮬레이터를 통해서 확인 완료하였다.

2.2.1 목적

각 차량의 부하 및 중요장치에 3상의 AC 전원을 공급하는 장치를 전원장치(APG)라고 하며, 전원장치의 고장으로 인접한 차량의 전원장치 AC 전원을 사용하여 전원장치가 고장난 차량의 AC 전원을 공급하는 것을 연장급전이라 한다. 이때, 연장급전을 실시하기 위해서 연장급전 접촉기(ESK : Extension Supply Contactor)를 제어하고, 차량의 부하 반감제어를 위해 부하반감 접촉기(LRR : Load Reduction Relay)를 제어하여 인접차의 전원을 고장차에 공급하므로 차량의 중요부하 및 장치에 AC 전원을 원활히 공급하기 위해 다음과 같은 제어 및 감시를 실시한다.

2.2.2 열차종합제어장치 입/출력 신호

1) 입력신호
- 전원장치 고장(APG fault)
- 인접차 전원장치 고장(Adjacent APG fault)

2) 출력신호
- 부하반감 접촉기 제어신호 1, 2(LRR1, 2)
- 연장급전 접촉기 제어신호(ESK , A3차는 제외)

  연장급전 접촉기는 전원장치의 고장시 동작하는 것으로 전체 전원장치의 수 보다 1개 작게 설치된다. 따라서, 3량 1편성 구성시 2개, 6량 1편성 구성시 5개의 연장급전 접촉기만 필요하므로 모든 열차 구성의 기준이 되는 A3차량을 제외한 나머지 차량에만 연장급전 접촉기가 설치된다.

2.2.3 3량 1편성 구성시 제어 방법 설명

열차종합제어장치는 자차의 전원장치 및 인접차의 전원장치 고장 신호를 입력 받아 선두차에 위치한 열차종합제어장치의 제어 Master(TC : Train Computer) 장치로 전송되며, Master는 모든 차량의 전원장치의 상태를 감시하여 연장급전 접촉기 및 부하반감 접촉기 제어 명령을 각 차량의 종합제어장치로 전송하여 연장급전 및 부하반감 제어를 실시한다.

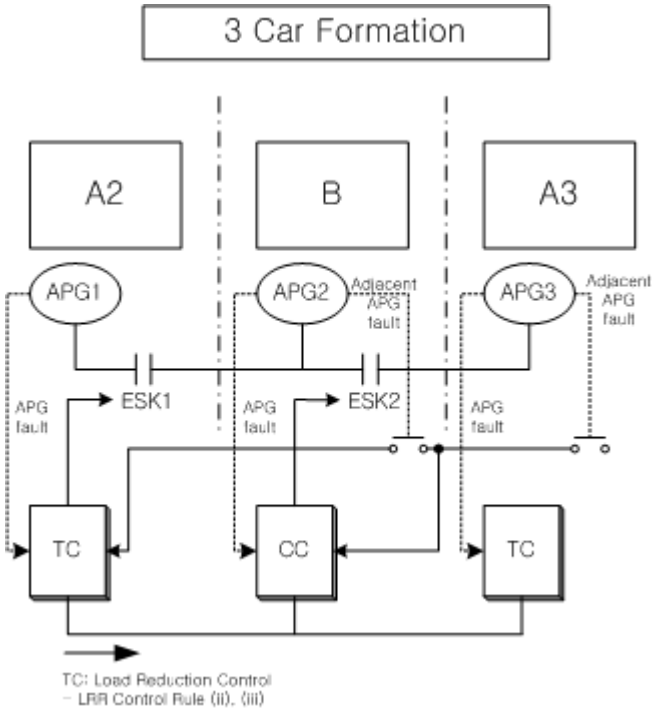

그림1. 3량 1편성 구성의 연장급전 접촉기 및 부하반감 접촉기 제어

1) 연장급전 제어
- 한 개의 전원장치 고장시, 고장차의 연장급전 접촉기는 동작한다.
- A3차 또는 B차의 전원장치 고장시, B차의 연장급전 접촉기가 동작한다.
- 2량 이상의 전원장치 고장시, 모든 연장급전 접촉기는 동작한다.
- 3량모두 전원장시 고장시, 연장급전 접촉기는 제어하지 않는다.
- 열차종합제어장치 고장시, 연장급전 접촉기는 제어하지 않는다.

2) 부하반감 제어
- 모든 차량에 부하반감 릴레이 1, 2가 설치된다.
- 한 개의 전원장치 고장으로 연장급전 제어시, 열차종합제어장치는 고장차와 전원공급차의 부하를

반으로 제어하기 위해 부하반감 접촉기 1을 동작시킨다.

- 2개의 전원장치 고장으로 연장급전 제어시, 열차종합제어장치는 모든 차의 부하반감 제어를 위해서 부하반감 릴레이 1, 2를 모두 동작시킨다.

표1. 3량 1편성 구성시 ESK 및 LRR 동작 조건

Condition	A2	B	A3	Remark
APG1 고장	ESK On, LRR1 On	LRR1 On	-	
APG2 고장	-	ESK On, LRR1 On	LRR1 On	
APG3 고장	-	ESK On, LRR1 On	LRR1 On	
APG1&2 고장	ESK On, LRR2 On	ESK On, LRR2 On	LRR2 On	
APG1&3 고장	ESK On, LRR2 On	ESK On, LRR2 On	LRR2 On	
APG2&3 고장	ESK On, LRR2 On	ESK On, LRR2 On	LRR2 On	

약어 : ESK On(연장급전 접촉기 On), LRR1(부하반감 릴레이1 On), LRR2(부하반감 릴레이1, 2 On)

2.2.5 다수의 차량 편성(6량 1편성)시 연장급전 제어

열차종합제어장치는 3량 1편성 기준에서 6량으로 증편시 다음과 같은 방안으로 연장급전 및 부하반감을 제어한다.

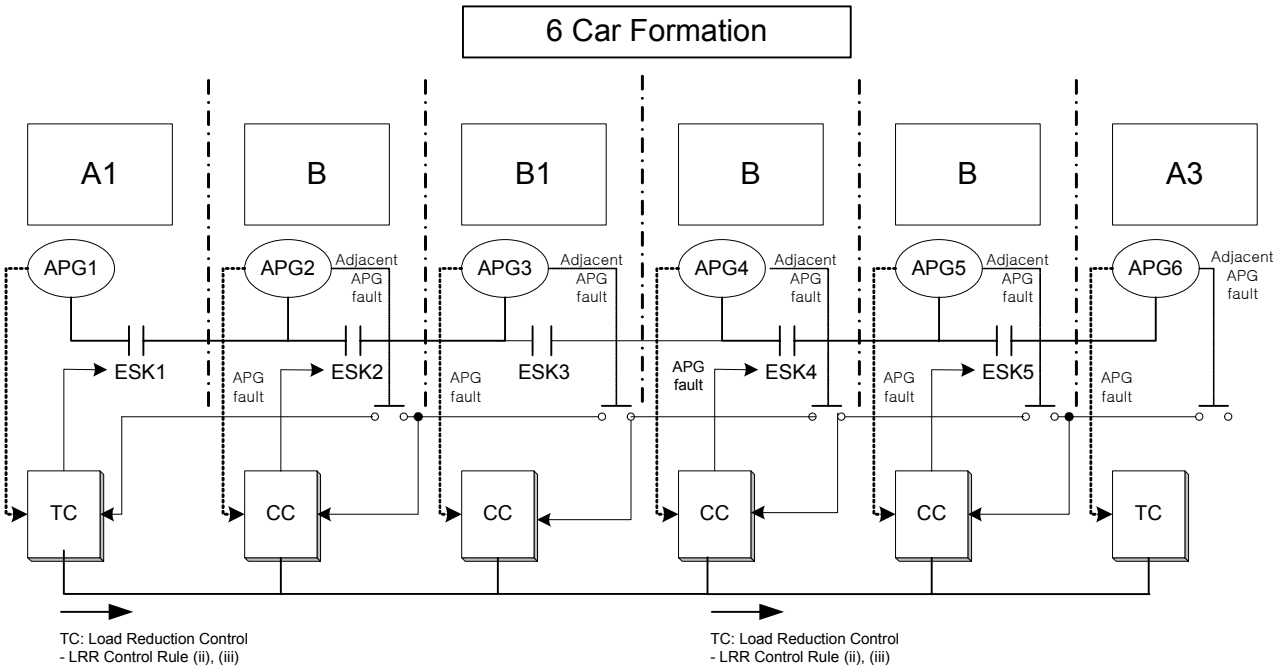

그림2. 6량 1편성 구성의 연장급전 접촉기 및 부하반감 접촉기 제어

1) 연장급전 제어

- 한 개 또는 2개의 전원장치 고장시, 고장차의 연장급전 접촉기는 동작한다.
- A3차 또는 B차의 전원장치 고장시, B차의 연장급전 접촉기가 동작한다.
- A3차와 인접한 B차의 전원장치 고장시, B차와 인접한 차량의 연장급전 접촉기를 동작시킨다.
- 3량이상 연속한 전원장시 고장시, 전원장치의 용량을 고려하여 우선순위의 연장급전 접촉기는 동작하지 않는다.(1개의 전원장치가 3량의 부하를 초과하여 공급하지 못하는 경우)

- 열차종합제어장치 고장시, 연장급전 접촉기는 제어하지 않는다.

2) 부하반감 제어
- 모든 차량에 부하반감 릴레이 1, 2가 설치된다.
- 한 개의 전원장치 고장으로 연장급전 제어시, 열차종합제어장치는 고장차와 전원공급차의 부하를 반으로 제어하기 위해 부하반감 접촉기 1을 동작시킨다.
- 연속된 2개 이상의 전원장치 고장으로 연장급전 제어시, 열차종합제어장치는 고장차와 전원공급차의 부하를의 반감을 위해 부하반감 릴레이 1, 2를 모두 동작시킨다.

표2. 6량 1편성 구성시 ESK 및 LRR 동작 조건

Condition	A1	B	B1	B	B	A3	Remark
APG1 고장	E, L1	L1					
APG2 고장		E, L1	L1				
APG3 고장			E, L1	L1			
APG4 고장				E, L1	L1		
APG5 고장					E, L1	L1	
APG6 고장					E, L1	L1	주1)
APG1,2 고장	E, L2	E, L2	L2				
APG2,3 고장		E, L2	E, L2	L2			
APG3,4 고장			E, L2	E, L2	L2		
APG4,5 고장				E, L2	E, L2	L2	
APG5,6 고장				E, L2	E, L2	L2	주1)
APG4,6 고장				E, L2	E, L2	L2	
APG1,2,3 고장	~~E, L2~~	E, L2	E, L2	L2			주2)
APG2,3,4 고장		~~E, L2~~	E, L2	E, L2	L2		
APG3,4,5 고장			~~E, L2~~	E, L2	E, L2	L2	
APG4,5,6 고장			E, L2	E, L2	~~E,~~ L2	~~L2~~	주3)
APG1,3,4 고장	E, L1	L1	E, L2	E, L2	L2		주4)

약어 : E(연장급전 접촉기 On), L1(부하반감 릴레이1 On), L2(부하반감 릴레이1, 2 On)

주1) A3차량의 연장급전 접촉기가 설치되어 있지 않으므로 인접한 B차의 연장급전 접촉기를 제어한다. 따라서, 다른 차량의 전원장치 고장과 다른 연장급전 제어가 실시된다.

주2) 인접한 3량의 전원장치 고장시 1대의 전원장치로 분담 할 수 있는 수량이 한정되어 있으므로 우선 순위 차량의 연장급전 접촉기는 제어하지 않는다.

주3) A3차량을 포함한 연속된 3량 전원장치 고장시 B1차의 전원장치가 A3차를 제외한 고장차량의 전원을 공급한다.

주4) 비연속적인 3량의 전원장치 고장시 전원장치 1개 고장 및 연속적인 2개 고장관련 제어로직에 의해서 개별적으로 각각 제어한다.

2.2.6 중련 편성의 연장급전 제어

종합제어장치는 2중련 또는 3중련 등의 중련 연결시에도 개별적인 편성정보를 인지하여 별도의 회로 구성없이 상기의 제어로직을 적용하여 각각의 편성별로 연장급전 및 부하반감 제어를 실시한다.

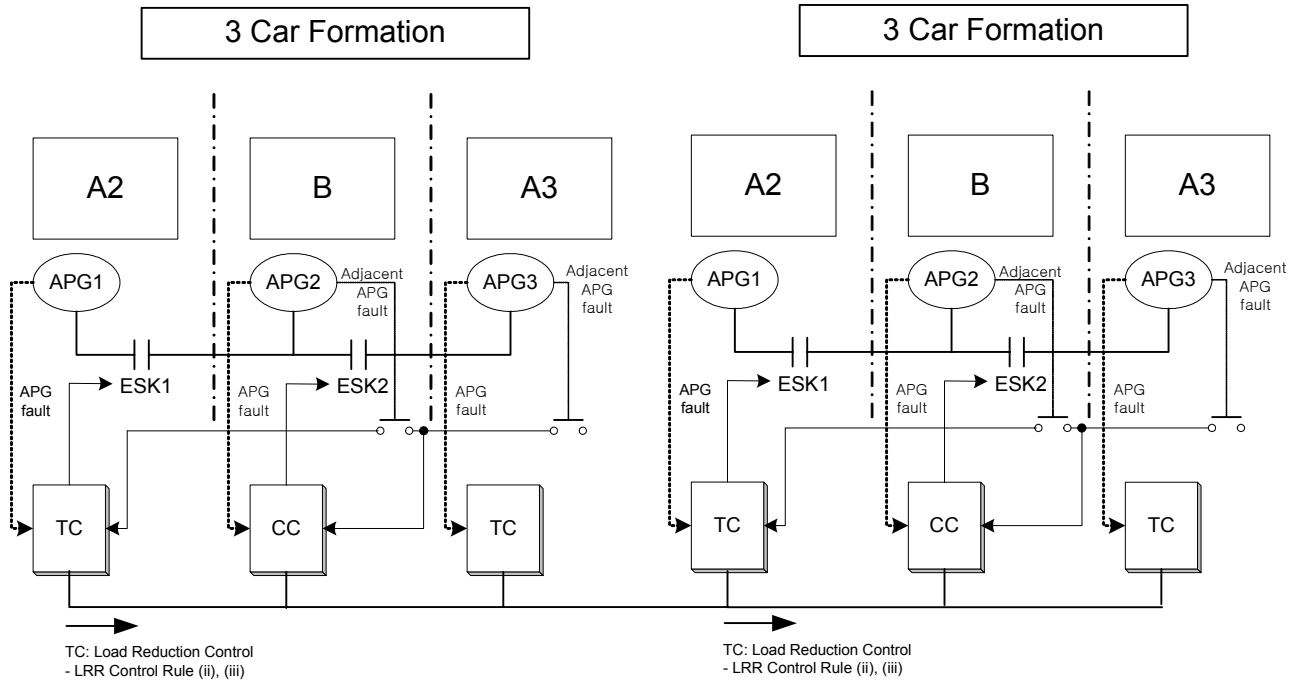

그림3. 3량 1편성 2중련 구성의 ESK 및 LRR 제어

3.결론

본 논문에서 제안한 방식을 Ireland DMU 차량에 적용하여 3량, 6량 1편성 및 3량x3량, 3량x6량 2중련 편성과 3량x3량x3량 3중련 편성에 적용, 시뮬레이터를 이용하여 각각의 조건과 상황에 대한 로직 검증 및 확인시험을 실시하였다. 따라서, 향후 완성차 시험 및 본선 시운전을 통해서 미비한 부분을 보완하고, 영업운영을 통해서 최종확인 할 예정이다.

참고문헌

1. 신광균, 한정수, 임창균(2006), “다중 전원장치를 갖는 DMU 차량의 연장급전 제어방안” 특허출원
2. 한정수(2005), “Technical Description of TMDS″ (주)로템
3. 한정수(2006), “Function Test Specification of TMDS″ (주)로템