

전동차 모진 시 주 변압기의 단락방지를 위한 보호협조 방안

A Study on the protection system to prevent a short circuit of the electric train transformer

강용민[†], 이재옥*, 이호심*, 이석주*, 조진영*

Kang, Yong-min[†], Lee, Jae-ok*, Lee, Ho-sim*, Lee, Seok-ju*, Jo, Jin-yeong*

교·직류 양 구간을 운행하는 전동 열차가 차량 회로와 반대되는 구간으로 진입하는 경우를 모진이라고 하며, 이 경우 주 변압기의 단락 등으로 열차운행 장애가 발생할 수 있으므로 제어 회로의 보호협조를 통해 모진 발생시 주 변압기를 보호하는 방안에 대해 검토하였다.

1. 서 론

전동열차의 교·직 절연구간 통과 중 휴먼에러에 의한 교직절환선택스위치의 미취급 또는 관련 장치 이상 등 약 30여가지의 교직절환 관련 장애 상황이 발생할 수 있으며 종래의 기술에서도 이러한 모진 발생시 주회로 차단기의 차단 및 재투입 방지 등 보호 회로가 적용되어 있었으나 MCB의 진공(절연) 파괴 또는 고착 등과 관련 장치의 이상이 병발되는 경우에는 직류모진 시에는 주퓨즈가 소손되고 교류모진 시에는 전차선이 단전되는 등 열차운행의 중대 장애를 피할 수 없었다. 또한 최근 기존 전동열차 운행 중 모진 외에도 교류구간에서의 주퓨즈 소손 장애가 증가하고 있으며 철도차량 제작사로부터 신규 도입되는 전동차 제작용 주퓨즈의 공급이 불가한 것으로 통보됨에 따라 주퓨즈 기능을 대체할 수 있는 주 변압기 보호 시스템 구현이 시급하였다. 이에 주 퓨즈의 미적용 및 모진 발생시에도 주 변압기를 단락으로부터 보호할 수 있도록 모진 보호 회로 시스템을 개발하여 열차운행의 안전성을 높일 수 있는 방법과 기술에 관하여 제안한다.

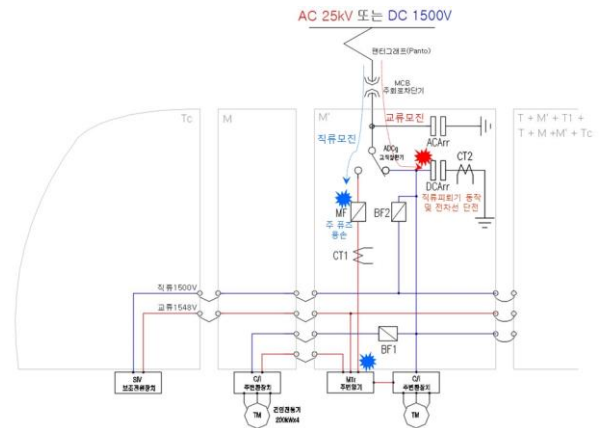


그림1. 교류모진 또는 직류모진의 개요도

2. 본 론

2.1 모진 보호시스템의 개요

모진 보호시스템은 기존 교·직류 겸용 전동차의 주 퓨즈가 미적용되는 경우에도 차량 제어 회로의 보호 협조를 통해 모진으로부터 주 변압기 단락 장애를 방지하기 위한 시스템으로 열차종합제어장치에 입력되는 절연구간 진입 신호와 주회로차단기의 투입 지령 및 개폐 신호, 보조전원장치(SIV)의 전압센서를 통한 가선전압 정보를 활용하여 MCB의 고착 또는 진공(절연) 파괴를 검지 시에는 고장차량의 팬터그래프를 개별 하강(IPanD) 시키고, 교직 절환의 실패 시에는 편성의 팬터그래프를 하강시키는 로직을 적용하였다.

† 교신저자: 한국철도공사 연구원
042-615-4437, gangym@korail.com

* 한국철도공사 연구원

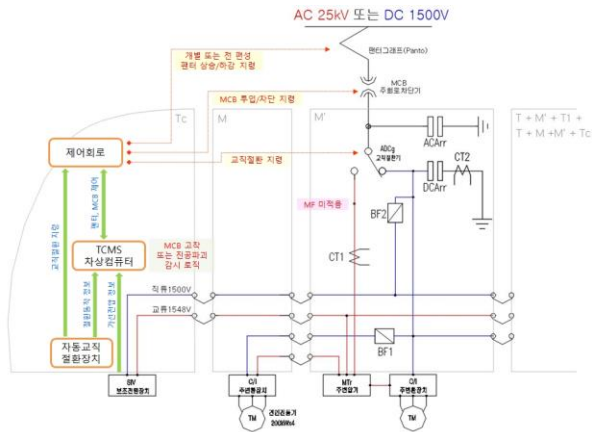


그림2. MCB 고착 및 진공파괴 감시 로직

2.2 MCB 고착 및 진공파괴 감시와 보호 설계

주회로차단기 차단밸브가 고착되면 MCB 전기적 차단지령에도 기계적으로 투입 상태가 유지되어 절연구간 운행 중 양소등(MCB투입/차단 표시등 모두 소등)이 나타나며 해당차량 교직절환기가 동작되지 않아 모진 및 운행장애가 발생하게 된다. 이때, 응급조치매뉴얼에 따라 기관사는 비상팬터하강스위치(EPanDS)를 취급하여야 하나 휴먼에러 시에는 모진을 피할 수 없으며 특히 직류모진 시에는 주 퓨즈가 용손(330A)되고 주 퓨즈의 미 적용 시에는 주 변압기가 소손 된다.

입/출력 신호	TCMS에 의한 MCB 고착 또는 진공파괴 감시 로직		
절연구간(DSSR)	필연(예고) 구간 진입		
ADS	AC	교직절환스위치 자동절환 또는 수동취급	
교직절환	DC		
가선 정보	200호대	ACVR	DCVR
	400호대	ACVR	DCVR 미이상
	800호대	ACVR	DCVR 미이상
PantO 정보	200호대	상승	팬터 미상승
	400호대	상승	팬터 미상승
	800호대	상승	팬터 미상승
MCB 투입자령 (MCBR3)	200호대	여지	여지
	400호대	여지	MCBR 미이상
	800호대	여지	MCBR 미이상
MCB 상태	200호대	투입	투입
	400호대	투입	차단(연공과제)
	800호대	투입	미차단(고착)
DCPT0 전압센서	200호대	전압감지	전압감지
	400호대	전압감지	전공과제 감지 ← 무가압 구간(400대) →
	800호대	전압감지	고착 감지 ← 무가압 구간(800대) →
EPanD 제어	개별 팬터 하강 지령	1호, 2호	

그림3. MCB 고착 및 진공파괴 감시 로직

또한 주회로차단기 차단밸브의 진공도(절연)가 파괴되는 경우에는 MCB의 차단 지령에 따라 기계적으로 차단되어도 전기적으로 아크 통전이

유지되며 기존 시스템에서는 감지되지 않으므로 교직 절환 취급 시 모진을 피할 수 없었다.

모진 보호 시스템에서는 열차종합제어장치에 입력되는 교직절환스위치의 절환신호와 주회로 차단기의 기계적 동작(MCBR3) 및 전압센서(DCPT0)의 가선 전압을 비교하여 ADS 취급 후 MCB가 기계적으로 차단되지 않고 가선의 전압도 감지되는 경우에는 MCB의 고착으로 판단하고, MCB는 기계적으로 차단되었으나 DCPT0의 전압이 감지되는 경우에는 MCB의 진공파괴로 판단하는 로직을 적용하여 TCMS가 고장차량의 개별 팬터그래프를 하강 시킴으로써 모진으로부터 차량을 보호하고 열차는 정상운행을 지속할 수 있도록 하였다. 또한, 열차종합제어장치(TCMS)가 역간 거리 정보와 절연구간 진입 신호 및 가선 정보를 비교하여 교직 절환 실패 시에는 편성의 비상팬터 하강(EPanDS) 지령을 출력하여 모진에 방지하도록 하였다.

입/출력 신호	TCMS에 의한 교직절환 실패 감시 로직		
절연구간(DSSR)	지상 RFID TAG #1-3	절연(예고) 구간 진입	
ADS	AC	직동교직절환 실패 감지	
교직절환	DC	수동취급 감지, 자동/수동 절환 실패 감지	
가선 정보	200호대	ACVR	← 무가압 구간(200대) → DCVR 미이상
PantO 정보	진리상	상승	하강
EPanD 제어	팬터 비상팬터 하강 지령	1호, 2호	

그림4. 교직절환 실패 감시 로직

3. 결론

본 논문에서는 전동차 주회로차단기의 고착 및 진공(절연) 파괴를 감시하는 방법과 열차종합 제어장치의 보호동작에 대한 로직을 제안하였다.

참고문헌

- [1] 교·직류 겸용 전동차의 각 장치별(주 퓨즈, 주 변압기, 전력변환장치, 보조전원장치) 설계도서 및 회로도(한국철도공사 연구원)
- [2] 교·직류 겸용 전동차의 주 퓨즈 회로 개선 기술검토(한국철도공사 연구원)