

능동형 밸런서 시스템 기능 요구사항 도출 연구

정노건*, 김상현*, 박진규*, 장홍석*, 최성수**

*한국산업기술시험원 철도부품평가센터

**한국철도공사

e-mail:bossjng@ctl.re.kr

Analysis of active balancer system function and performance requirements

No-Geon Jung*, Sang-Hun Kim*, Jin-Kyu Park*, Hong-Seok Jang*, Sung-Soo Choi**

*Dept. of System verification, Korea Testing Laboratory

**Korail

요약

능동형 밸런서 시스템은 스코트 변압기를 적용한 전철전력 변전소에 연결되어 M상과 T상의 부하 부담률을 제어하여, AT급전시스템의 단점인 입력 3상 부하의 불평형을 감소할 수 있다. 이미 일본 등 스코트 변압기를 사용하는 국가에서는 능동형 밸런서 시스템을 실용화하여 부하 불평형율을 감소하고 회생전력 활용도를 높이고 있으며, 국내에서도 능동형 밸런서를 적용하기 위한 연구가 계속하여 수행되고 있다. 하지만 국내에서는 능동형 밸런서 시스템이 현장에 적용된 적이 없고, 기술 선진 국가에서는 제품에 대한 성능사양, 검증 등에 대한 관련 정보를 공개하지 않아 시스템의 성능검증에 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 능동형 밸런서 시스템 국산화 개발을 위한 기능 요구사항 분석 연구를 수행하였다. 신규 개발 제품에 대한 성능검증하기 위하여 국내외 국내 표준과 수요처 및 개발사의 의견을 수렴하여 기능 요구사항을 도출하였다.

1. 서론

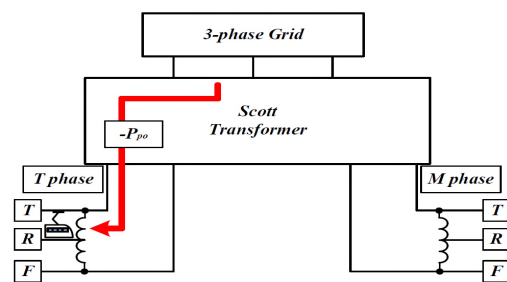
능동형 밸런서 시스템은 스코트 변압기를 적용한 전철전력 변전소에 연결되어 M상과 T상의 부하 부담률을 제어하여, AT급전시스템의 단점인 입력 3상 부하의 불평형을 감소할 수 있다. 이미 일본 등 스코트 변압기를 사용하는 국가에서는 능동형 밸런서 시스템을 실용화하여 부하 불평형율을 감소하고 회생전력 활용도를 높이고 있으며, 국내에서도 능동형 밸런서를 적용하기 위한 연구가 계속하여 수행되고 있다. 하지만 국내에서는 능동형 밸런서 시스템이 현장에 적용된 적이 없고, 기술 선진 국가에서는 제품에 대한 성능사양, 검증 등에 대한 관련 정보를 공개하지 않아 시스템의 성능검증에 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 능동형 밸런서 시스템 국산화 개발을 위한 요구사항 분석 연구를 수행하였으며, 국내 표준과 수요처 및 개발사의 의견을 수렴하여 기능 요구사항을 도출하였다.

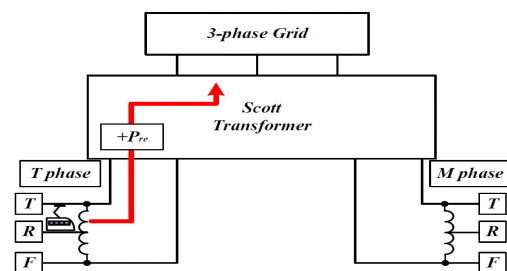
2. 기능요구사항 도출

2.1 양방향 전력 제어 기능 요구사항

기능 요구사항의 첫 번째는 ‘능동형 밸런서 시스템은 부하 전력 불평형 감소 제어기능을 갖추어야 한다’는 요구사항을 설정하였다.



[그림 1] 전기철도계통의 철도차량 역행 시 전력흐름

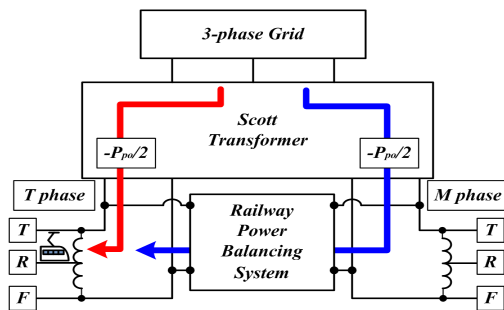


[그림 2] 전기철도계통의 철도차량 회생 시 전력흐름

전기철도계통은 스코트변압기의 사용으로 인하여 다음의 그림 1, 2와 같이 역행과 회생을 할 때 철도차량 부하의 불평형이 발생한다. 이를 해소하기 위한 장치로 능동형 밸런서 시스템이 적용된다.

따라서, 능동형 밸런서 시스템은 전기철도계통에서 M상에서 T상의 방향으로, 또는 T상에서 M상의 방향으로 전류를 흘려보내 각 상의 부하 균형을 맞추는 기능을 한다. 이를 위하여 능동형 밸런서 시스템의 출력은 'M상→T상'과 'T상→M상'의 양방향 전력 제어기능을 갖추어야 하며, 이를 요구사항에 적용하였다.

그림 3은 전력 불평형 해소의 예를 나타내었으며, 더 자세한 내용은 2장 2의 능동형 밸런서 시스템의 작동모드에 나타내었다.



[그림 3] 능동형 밸런서 시스템 작동 예

2.2 능동형 밸런서 보호기능 요구사항

기능 요구사항의 두 번째는 '능동형 밸런서 시스템은 발생할 수 있는 오류에 대한 보호기능을 갖추어야 한다.'로 설정하였으며, 오류 사항은 표 1과 같다.

[표 1] 능동형 밸런서 시스템 오류

번 호	오 류
1	일시적 AC 과전류
2	과부하
3	DC-Link 불량
4	과열
5	접지불량
6	제어 전원 불량
7	냉각장치 불량
8	변압기 불량

능동형 밸런서 시스템은 전기철도계통에 연결되어 전력불평형 보상기능을 수행한다. 따라서 전기철도계통에 과전류와

같은 이상이 발생할 때 능동형 밸런서가 작동되면 안되기 때문에, 능동형 밸런서는 전기철도 계통 이상 전압/전류에 따른 보호 기능을 갖추어야 한다.

표 1의 오류사항은 제조사와 수요처에서 제시하여 요구사항에 반영되었다.

2.3 단독운전 방지 기능 요구사항

기능 요구사항의 두 번째는 '능동형 밸런서가 계통과 분리되었을 때 단독운전 하지 않도록 단독운전 방지 기능을 갖추어야 한다.'로 설정하였다.

능동형 밸런서 시스템은 전기철도계통이 분리되었을 때 장치가 계속 작동하지 않도록 단독운전 방지 기능을 갖추어야 하며, 해당 기능은 'KS C 8565 중대형 인버터의 보호기능 품질기능'을 참조하였다.

KS C 8565의 단독운전방지는 '단독 운전을 검출하여 0.5초 이내에 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 작동할 것'으로 내용에 포함되어 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 능동형 밸런서 시스템 국산화 개발을 위한 요구사항 분석 연구를 수행하였다.

먼저 전기철도계통 시스템의 불평형을 해소하기 위하여 '양방향 전력제어 기능 요구사항'을 도출하였으며, 본 개발 시스템의 안정적인 운용을 위한 '능동형 밸런서 보호기능 요구사항'을 도출하였다. 또한 전기철도계통에 문제가 생겼을 때, 능동형 밸런서에 영향을 미치지 않도록 '단독운전방지 기능 요구사항'을 도출하였다.

향후 연구에서는 기능 요구사항 뿐만 아니라, 운영, 성능, 안전 등 다양한 방면에서 요구사항을 도출하는 것이 필요하다 고 판단된다.

사 사

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 철도기술연구사업(과제명: 고속철도 부품·장치(제동 패드슈, 감속기 및 밸런서) 국산화 기술개발, 20RTRP-B149104-03)의 지원으로 연구되었습니다.

참고문헌

[1] 김상헌, 정노건 외 5명, "고속철도용 능동형 밸런서 시스템 개발 요구사항 및 해설서", 한국산업기술시험원, 11월, 2019년