

보조전원장치의 단락부하 차단기 개방을 위한 제어방법

Control Method for Cut-out of Shorted Load in the Auxiliary Power Supply

황광철*
Hwang, Kwang-Cheol

조국춘**
Cho, guk-choon

최종목***
Choi, Jong-Mook

ABSTRACT

This paper describes the control methods to cut out the NFB(No Fuse Breaker) of shorted load in the auxiliary power supply. Generally, when the short-circuit occurs in the load of the auxiliary power supply, the auxiliary power supply stops the operation according to the protection sequence. Finally, the other auxiliary power supply stops the operation by the same fault. To resolve this problem, we suggest the control method to trip the NFB of shorted load. That is, when the short circuit occurs, the controller changes control mode from voltage mode to current mode without the operation of output contactor(SIVK) in the auxiliary power supply. The auxiliary power supply provides a large current for the short-circuit load. After some time, the NFB of the short-circuit load is cut off and the auxiliary power supply provides stable voltage for the loads except for the short-circuit load.

1. 서론

최근 철도차량에 대한 기술발달과 더불어 승객에 대한 서비스의 향상을 위하여 조명, 냉·난방 장치 등의 서비스장치에 전원을 공급하는 보조전원장치의 기능향상이 요구되고 있다. 일반적으로 병렬로 연결된 부하에 차단기를 통하여 전원을 공급하는 전동차용 보조전원장치에 있어서 상간단락, 접지 등의 부하단락 사고시 보조전원장치 출력측의 순간적인 대전류를 감지하여 보조전원장치를 정지시켜 보호동작을 실행한다. 이때 보호동작에 의해 보조전원장치가 정지하게 되면 보조전원장치가 재기동하는 시간만큼 보조전원장치의 부하장치에는 전원공급이 중단되어 동작을 중지하게 된다. 또한 재기동순서에 의해 기동하더라도 이미 단락된 부하의 단락사고가 해소되지 않았기 때

* 대우중공업 철차연구소 주임연구원, 비회원

** 대우중공업 철차연구소 선임연구원, 비회원

*** 대우중공업 철차연구소 책임연구원, 비회원

문에 재기동시에도 고장이 발생하여 보조전원장치는 다시 정지하게 된다. 따라서 차량내 서비스장치의 전원은 계속해서 공급이 되지 않는다. 현재까지의 일반적인 시스템에서는 이 경우 타보조전원장치에 의한 연장급전으로 부하기에 전원을 공급하게 된다. 그러나, 부하단락사고시에는 인위적으로 단락부하의 차단기를 개방하거나, 고장이 해소되지 않는 한 계속되는 고장검지로 인하여 타보조전원장치 또한 고장이 검지되어 정지해 보조전원장치가 모두 정지해버리는 현상이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 단락전류를 검지하여 단시간 내에 단락부하의 차단기를 개방시키고 단락부하를 제외한 부하에 안정적인 전원을 공급하고자 하는 보조전원장치의 제어방법을 서술한다.

2. 부하단락시 제어방법

2.1 일반적인 전동차에서의 부하단락사고 발생시 제어방법

일반적으로 지금까지의 전동차용 보조전원장치에서 부하단락사고시의 제어방법으로는 부하단락사고가 발생하게 되면 보조전원장치에서는 부하단락시의 단락전류 즉 보조전원장치의 출력전류를 검지하여 규정치 이상의 전류값이면 보조전원장치를 보호하기 위하여 보조전원장치를 정지시키고 출력단측의 접촉기(SIVK)를 개방하여 보조전원장치와 부하를 완전 분리시킨다. 이후 다시 기동순서에 의해 재기동하여 동일 또는 다른 내용의 중대한 고장이 발생하면 고장 재검지 즉시 보조전원장치를 완전히 정지시키고 연장급전을 실시하였다. 그러나 이 방법은 연장급전시 기발생되어 고장해소 되지 않은 단락부하 때문에 연장급전 동작 중에 있는 보조전원장치는 고장을 재검지하게 되고 결국은 동일한 고장검지시의 시퀀스에 의해 보조전원장치를 모두 정지시킨다. 따라서 보조전원장치로부터 공급되는 전원을 사용하는 부하기는 모두 정지하게 되고 이는 전동차의 운영을 불가능하게 한다.

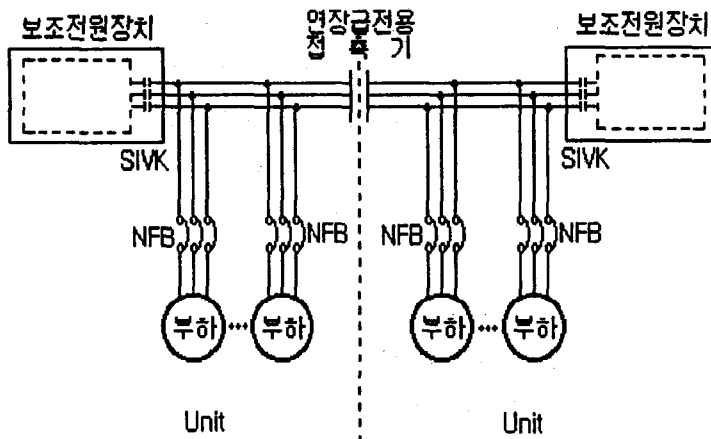


그림1. 일반적인 전동차용 보조전원장치의 차량편성 구조

2.2 개선된 부하단락시의 보조전원장치 제어방법

보조전원장치의 제어방법을 개선하여 부하단락에 의한 단락전류 감지시 보조전원장치 출력전류를 제어하여 단락부하의 차단기(NFB)를 개방시키기 위한 일정 크기의 전류를 임의의 시간동안 출력한다. 이때 신속한 단락부하 차단기의 개방과 개방시 정상적인 전원공급을 위하여 보조전원장치의 출력측 접촉기(SIVK)는 차단하지 않고 제어모드의 전환만으로 보조전원장치의 출력측 전류를 일정크기로 제어한다. 단락부하의 차단기 개방시 자동으로 정상적인 제어모드로 전환되어 나머지 부하에 정상적인 전원을 공급하게 된다. 이는 부하단락시 빠른 시간내에 차단기를 개방시킨 후 정상적인 전원을 부하에 공급함으로써 전원공급 중단시간을 감소하기 위함이다. 또한 보조전원장치의 출력측 접촉기(SIVK)는 병렬 연결된 다수의 부하에 과전류를 공급하는 것을 예방하기 위하여 다수의 차단기(NFB) 중 작은 용량의 부하용 차단기를 먼저 개방시키는 방법으로 2개 이상의 단계로 나누어 단계별로 출력전류의 크기를 증가시키는 방법을 사용하였다.

2.3 개선된 제어방법의 동작

보조전원장치의 동작중 상간단락, 접지 등의 부하에서의 단락사고 발생시 보조전원장치의 출력측에는 단락에 의한 대전류가 발생하게 된다. 이는 출력단의 전류검출기에 의해 검출되게 되고 제어기에서는 이 전류값을 임의의 규정값과 비교하여 규정값 이상일 경우 출력과전류로써 보호동작을 실행한다. 이때 출력과전류에 의한 고장감지시 제어기는 전류제어모드로 전환되어 단락부하의 차단기(NFB)를 개방시키기 위한 전류제어를 실시한다.

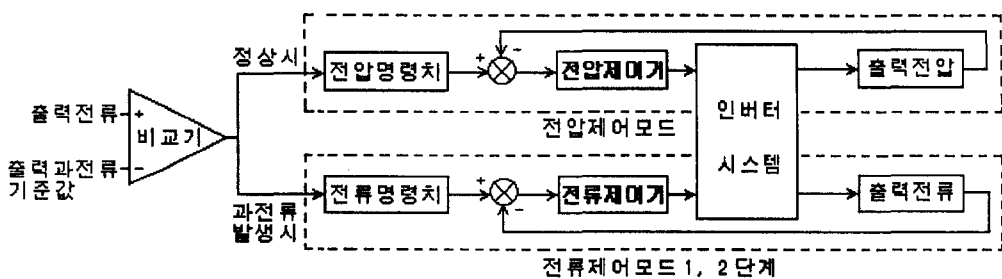


그림2. 제어 블록도

정격전류보다 큰 임의의 전류를 보조전원장치의 출력측에 공급하게 되면 단락된 부하의 차단기에는 보조전원장치에서 출력되는 전류가 흐르게 되고 이 전류에 의해 차단기는 임의의 시간이 경과한 뒤 개방하게 된다. 단락부하의 차단기가 개방되면 보조전원장치의 제어기는 전류제어모드에서 정상적인 전압제어모드로 자동 전환되어 차단기가 개방된 부하를 제외한 나머지 부하에 전원을 공급한다.

병렬로 연결된 부하의 용량에 따라 여러 가지 정격의 차단기가 사용되게 되는데 부하단락시 차단기를 보호하기 위하여 2단계 이상의 단계별로 전류의 크기를 제어한다. 즉, 작은 용량의 차단기를 보호하기 위해서 1단계에서는 비교적 작은 전류를 공급하여 차단기를 개방시키고, 큰 용량의 차단기일 경우에는 1단계를 거쳐 2단계에서 1단계의 전류보다 큰 전류를 공급하게 하여 차단기를 개방시킨다. 보조전원장치의 용량, 차단기의 용량에 따라 다단계로 구별하여 전류의 크기를 증가시키는 제어방법을 사용하는 것이다. 이는 차단기 개방 제어시 발생할 수 있는 차단기 또는 사용 전선의 화재를 예방하기 위함이다.

특정 시간내에 차단기의 개방기능 상실 등으로 인하여 개방제어가 실패할 경우 보조전원장치는 고장처치가 불가능하다고 판단하고 동작을 정지하게 된다.

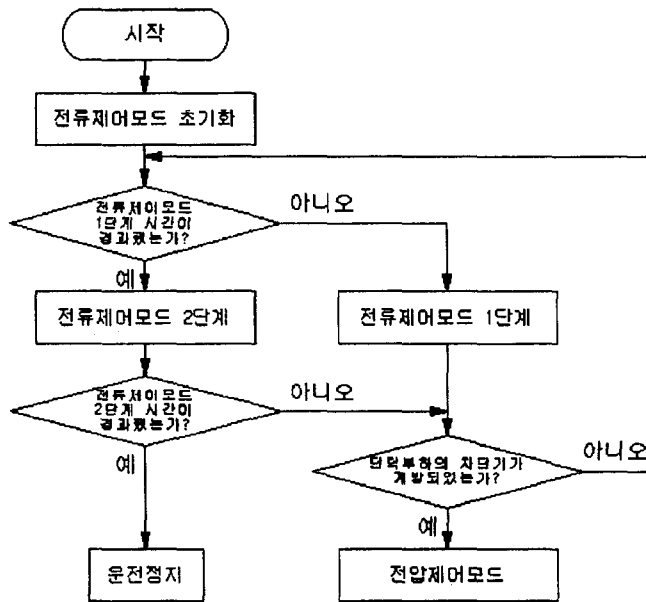


그림3. 전류제어모드의 제어방법에 관한 플로우차트

3. 실험

개선된 제어방법은 90kVA IGBT SIV에 적용하여 실험하였으며, 50A급 차단기를 사용하여 무부하, 반부하 및 전부하에서 각각 시험한 결과 단락시 보조전원장치의 출력측 접촉기(SIVK)의 동작없이 제어 모드의 전환으로 단락된 부하의 차단기가 개방되고, 차단기 개방후 정상적인 동작으로써 안정된 전압을 출력함을 알 수 있었다.

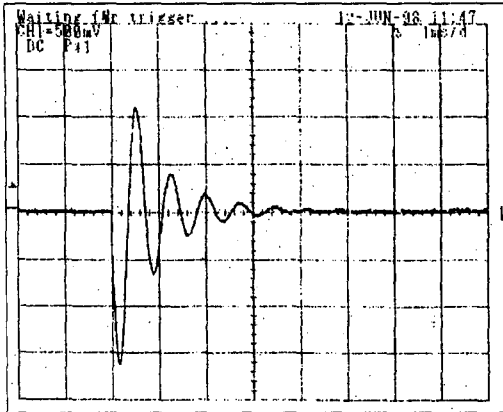


그림4. 부하 단락사고시 발생하는 전류파형
 CH1 : 출력전류, 500A/div.
 시간 : 1msec/div.

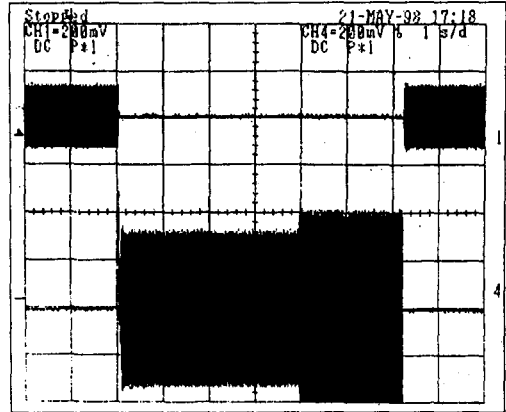


그림5. 무부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

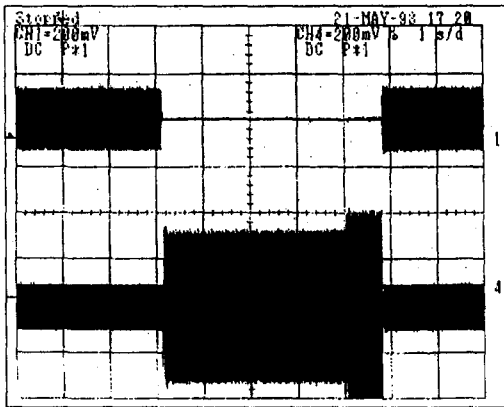


그림6. 반부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

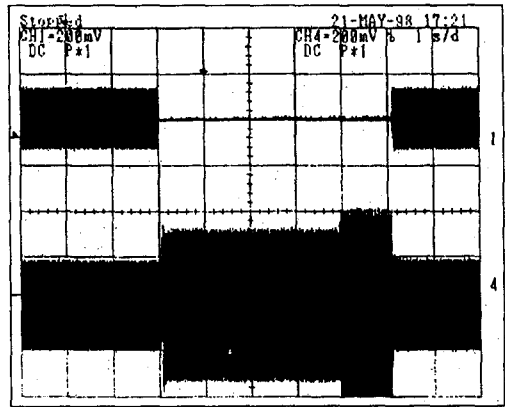


그림7. 전부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

4. 결론

본 논문에서 제안된 제어방법을 적용 시험한 결과, 부하측 단락사고시 단시간내에 단락된 부하의 차단기를 개방시킨 후 정상적인 동작을 계속함을 알 수 있었다. 이는 전동차 운행중 발생할 수 있는 부하 단락사고에 의해 전동차의 운행이 정지하는 것을 예방할 수 있으며, 보조전원장치의 전원공급을 단시간내에 재실행함으로써 승객에 대한 서비스를 개선할 수 있다.

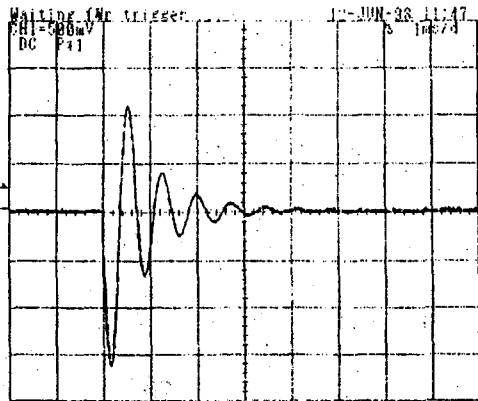


그림4. 부하 단락사고시 발생하는 전류파형
 CH1 : 출력전류, 500A/div.
 시간 : 1msec/div.

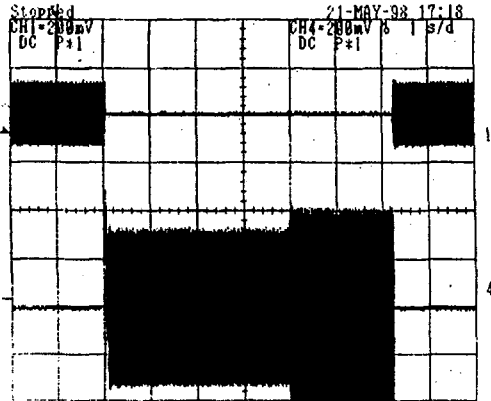


그림5. 무부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

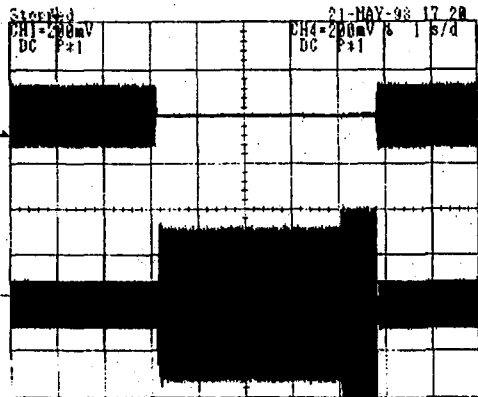


그림6. 반부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

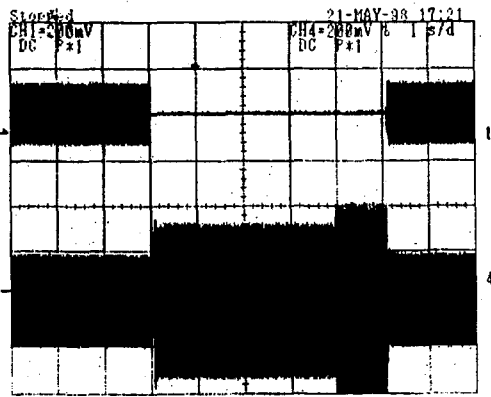


그림7. 전부하시 차단기 개방시험
 CH1 : 출력전압, 800V/div.
 CH4 : 출력전류, 200A/div.
 시간 : 1sec/div.

4. 결론

본 논문에서 제안된 제어방법을 적용 시험한 결과, 부하측 단락사고시 단시간내에 단락된 부하의 차단기를 개방시킨 후 정상적인 동작을 계속함을 알 수 있었다. 이는 진동차 운행중 발생할 수 있는 부하 단락사고에 의해 진동차의 운행이 정지하는 것을 예방할 수 있으며, 보조전원장치의 전원공급을 단시간내에 재실행함으로써 승객에 대한 서비스를 개선할 수 있다.