

3상 유도전동기를 위한 Arc 검출 장치 개발

주남규, 신봉일, 반기종,
PSD Tech.

A Development of Arc Detecting Device for 3 Phase Induction Motor

Joo Nam Kyu, Shin Bong Il, Ban Gi Jong
PSD Tech.

Abstract - 아크고장은 전기배선에서 다양한 형태로 발생하는 현상으로 전기화재의 주 원인으로 분석되고 있다. 현재까지는 단상 전원에서의 아크고장에 대해서만 연구가 진행되고 있으나 3상 전원 환경에서도 다양하게 발생하는 아크고장현상에 의한 전기화재를 방지할 필요가 있다. 따라서, 3상 전원에서의 아크고장을 검출할 수 있는 장치의 필요성이 요구되어지고 있다. 본 논문에서는 3상 전원을 갖는 시스템에서 아크고장을 검출하여 전기화재를 방지할 수 있는 시스템을 설계하였다.

1. 서 론

전동기의 사용이 일상화 되고, 최근들어 전력회로와 전력용 반도체의 발전과 더불어 AC 전동기의 제어 기술이 해에 따라 유도 전동기의 여러 가지 정점 때문에 다양한 응용 분야에서 그 사용이 증가하고 있어 전동기의 사고 또한 지속적으로 증가하고 있으나 보호 장치의 개발은 미흡한 실정이다.

단상전원에서는 AFCI(Arc Fault Circuit Interrupter)를 개발하여 미국을 중심으로 하여 사용되어지고 있으며 국내에서도 도입을 검토하고 있는 실정이다. 이러한 AFCI 기능을 갖는 시스템을 3상 전원을 갖는 시스템에 적용하여 전기화재를 방지할 필요성이 요구된다. 3상 전원에서의 발생하는 아크고장 현상들 중 하나로 전동기 부하를 갖는 경우를 들 수 있다. 이 경우 전동기 부하 자체에서 발생하는 아크고장현상과 전동기 주변 전원시스템 환경에서 발생하는 아크고장을 볼 수 있다. 따라서, 이러한 현상들을 방지하고 안정 영역에서의 운전이 절실해지고 있다. 본 논문에서는 3상 유도전동기 부하를 갖는 시스템에서 발생할 수 있는 아크현상을 검출하고자 아크 검출 장치를 개발하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험장비

아크발생과 검출을 위해 UL1699 기준의 아크발생기와 부하를 제작하여 여러 부하들의 아크발생특성 검출을 통해 아크검출차단기 제작을 한다. 그림 1은 UL1699에 의해 설계 제작한 직렬 아크 발생기이다.

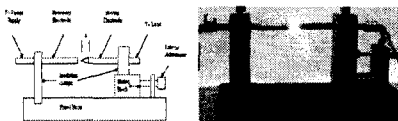


그림 1. 아크 발생기

2.1.1 실험 구성

3상 유도전동기의 부하를 갖는 시스템에서의 아크 특성 실험을 하기 위하여 그림 2와 같이 구성하였다. 부하

에 사용한 전동기는 17A의 용량을 갖고 있으며 발전기를 직렬로 연결하였다.

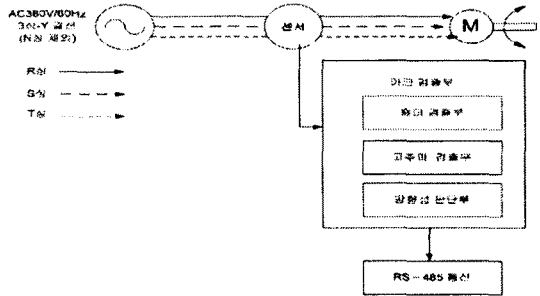


그림 2. 아크 검출 구성도

2.2 아크 파형특성

2.2.1 직렬아크 특성

아크 파형의 특성을 해석하기 위하여 다음과 같은 회로를 구성으로 직렬아크 파형 검출을 하였다. 전원은 일반 3φ3W 380V/60Hz를 사용하였으며 부하 전류는 크기의 변화를 주기 위하여 순차적으로 사용 부하를 늘리며 실험하였다. 아크는 UL1699에서 나와 있는 아크 발생 장치를 이용하여 모의 아크를 발생하였다. 직렬아크의 경우 보다 낮은 전류와 부하에 의해 발생하는 비정상적인 파형을 볼 수 있다. 직렬 아크는 정상 전류와 유사한 파형이 지속되면서 아크 솔더가 발생하는 것을 볼 수 있다. 아크 솔더는 Zero Cross 지점에서 발생하며 아크 솔더에는 상용 주파수보다 높은 주파수의 채터가 발생하는 것을 볼 수 있다. 채터의 양과 주파수는 부하의 종류에 따라 조금씩 다르게 나타나는 것을 볼 수 있으며 일반 전기 기기의 운전중에도 발생하는 것을 볼 수 있다. 이러한 전기 기기의 운전에 의한 채터와 아크에 의한 채터의 구분을 할 필요가 있다. 그림 3은 아크 검출을 위한 실험 장치의 구성도이며 그림 4는 부하에 의해 채터가 발생한 것을 보여준다.

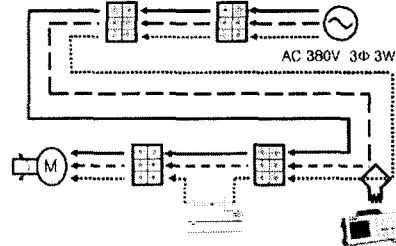
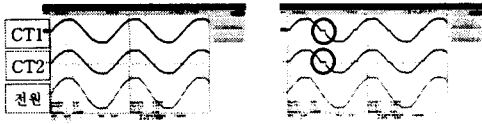


그림 3. CT를 이용한 직렬 아크 검출구성



a) 선형부하 정상 b) 선형부하 아크시
그림 4. 선형부하 정상파형과 직렬아크파형

2.2.2 병렬아크 파형특성

병렬아크의 특성을 해석하기 위하여 3φ사이의 선간에 발생하는 아크 파형특성에 대해 시험하였다. 병렬 아크는 3φ3W의 점접촉 방식에 의해 실험하였다. 병렬아크의 경우 직렬아크보다 높은 주파수 채터(Chatter)와 이상적인 것보다 가파른 상승률이 존재한다. 그림 5는 병렬아크의 검출 구성도를 나타낸다.

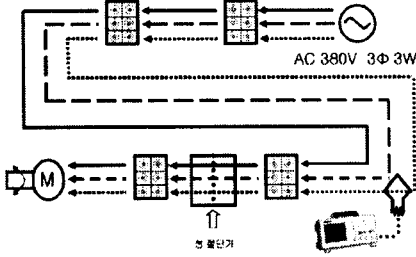


그림 5. CT를 이용한 병렬 아크 검출구성

2.3 아크검출 알고리즘

그림 6은 아크검출 알고리즘을 보여준다. 아크 검출 센서에서 검출된 전류와 전압신호의 특성을 이용하여 아크와 일반 전기 기기의 구동시의 노이즈 신호와 구별할 수 있도록 알고리즘을 설계하였다. 이렇게 처리된 신호는 마이크로 프로세서의 입력신호로 사용되며 프로세서에서는 필요한 출력 신호를 발생하도록 한다.

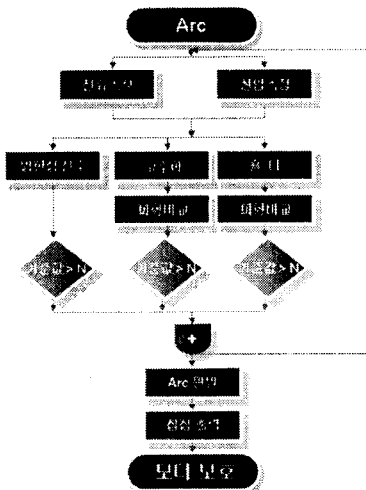


그림 6. 아크검출 알고리즘 블록도

3. 실험 결과

직렬 아크와 병렬 아크는 아크 솔더가 발생하며 솔더 부분에는 상용주파수보다 높은 주파수의 채터(Chatter)를 볼 수 있음이 확인되었다. 전류파형이 정현파로 나타나지 않고 위상이 변화하는 지점에서 왜곡되고, 전류가 왜곡됨에 따라 전압파형 또한 왜곡되는 것을 볼 수 있

다. 즉, 전류의 0점 근처의 파형을 정현파로 이루어진 정상 전류 파형과 비교하여 보면, 아크가 발생한 전류파형의 0점은 정상 전류 파형 0점보다 먼저 도달하여, 정상 전류보다 늦게 재검파 된다. 이 과정에서 파형이 왜곡되게 된다.

병렬아크의 전압파형은 왜곡의 정도가 심하지만 직렬 아크의 전압파형은 상대적으로 정현파에 가까운 형상으로 변화가 적다. 위와 같이 발생하는 아크의 출력 파형은 부하에 따른 조광기(Dimmer), 전원공급장치(SMPS: Switched Mode Power Supplied)등의 기기의 사용으로 인한 신호와 그 유형이 유사하기 때문에, 기존의 아크 차단기 경우 유해한 아크가 아닌 전기 기기의 사용으로 인한 신호를 아크신호로 오인하여 오동작을 일으키게 된다. 그림 7은 아크신호와 이에 따른 시스템의 출력 신호를 보여준다. 아크 솔더에서 구형파를 출력하도록 시스템을 설계하였다. 구형파로 출력된 아크 신호에 의해 노이즈 신호와 구별 할 수 있도록 하였다.

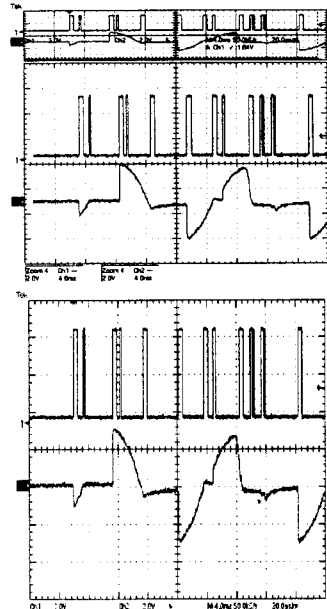


그림 7. 아크 검출에 따른 출력파형

4. 결 론

본 연구에서는 3상 전동기를 부하로 갖는 시스템에서 발생하는 아크 신호에 의해 발생할 수 있는 전기 화재를 미연에 방지할 수 있도록 하고자 아크 검출 장치를 설계하였다. 실험을 통하여 아크에 의해 발생하는 화재의 원인을 초기에 검출하여 제어할 수 있는 기기인 아크검출 차단장치의 성능을 확인하였고, 아크 신호와 아크로 인식할 수 있는 노이즈 신호에 의한 오동작 현상을 개선하여 동작을 원활하게 하는 아크 검출 차단장치를 개발하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 미국 규정, "National Electric Code(NeC)210.12," 550.25, 1999
- [2] George D. Gregory and Gary W. Scott, "The Arc-Fault Circuit Interrupter, an Emerging Product", IEEE Trans. Ind. Applicant., Vol. 34, pp. 928-933, 1998
- [3] UL 1699, "Arc Fault Circuit Interrupter", Underwriter Laboratory Inc., Dec.2000