

고압 차단기 동작특성 측정 및 분석용 시스템 개발

윤지호, 강윤식, 김홍룡, 박중화
LS산전(주)/전력시험기술센터(PT&T)

The system development for measuring and analyzing operating characteristics of high-voltage circuit-breaker

Yun JiHo, Kang YunSik, Kim HongRyong, Park JongHwa
Power Testing & Technology Institute, LS Industrial Systems Co., Ltd

Abstract - 국제규격에 따라 VCB(vacuum circuit breaker), ACB(air circuit breaker), 등과 같은 전력기기들의 기계적 동작 시험 시, 시험전후의 개폐시간, 개폐속도, 동작코일전류크기, 등과 같은 특성을 측정하고 이들의 변화정도를 평가하여 시험결과를 판단한다. 그러나 시험 중에는 이러한 동작특성들을 측정하지 않기 때문에, 시험 중에 실패하는 경우, 원인 규명에 많은 어려움이 따른다. 이러한 문제를 해결하기 위해, LS산전 PT&T(Power Testing & Technology Institutes)는 시험전후뿐만 아니라 전체시험횟수 동안 동작특성을 측정하고, 이들의 변화추이를 분석할 수 있는 시스템을 구축하고, 관련 소프트웨어를 개발하였다. 본 논문에서는 개발 내용과 결과를 소개하고자 한다.

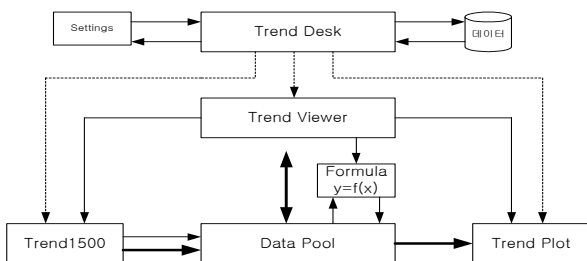
1. 서 론

고압 차단기 규격인 IEC 60271-100 규격에 의하면 전력기기에 대한 기계적 동작 시험 시, M1급 차단기인 경우 2 000회, M2급인 경우 10 000회의 개폐동작을 수행해야 한다. M1급인 경우 시험전후의 동작특성만을, M2급인 경우 시험시작전후와 2 000회마다 동작특성을 측정하고, 이들의 변화량을 평가하여 시험결과를 판단한다.

이러한 기계적 동작 시험 중, 단순한 조립상의 결함이나 치명적인 기계적 결함, 등으로 인해 시험에 실패하는 사례가 종종 발생한다. 단순한 조립상의 문제인 경우 크게 문제가 되지는 않지만, 기계적 결함에 의한 경우 실패에 대한 원인을 정확히 분석하여 설계에 제 반영해야 한다. 그러나 시험 중에는 특성을 측정하지 않으므로, 시험 중에 실패하는 경우 실패할 때까지 동작한 횟수나 육안 관찰에 의해서만 실패원인을 추정해야 하므로 정확한 원인 규명이 어렵다.

또한, 현장에서 발생하는 대부분의 계통사고가 전력기기들의 기계적 결함에 의한 것임을 감안할 때, 제품 개발 시험 시 전체 시험횟수 동안 동작특성을 기록한다면, 이들의 변화추이를 분석하여 설치 후 효율적인 유지보수 계획을 수립함으로써 이러한 사고를 미연에 방지할 수 있을 것이다.

이러한 문제들을 해결하기 위해, LS산전 PT&T에서는 시험전후뿐만 아니라 전체시험횟수 동안 동작특성변화를 측정하고, 이들의 변화추이를 분석할 수 있는 시스템을 구축하고 관련 소프트웨어를 개발하였다. 시스템 부분은 기존의 기계적 동작 시험 설비에 직선 저항과 전류 프로브와 같은 각종 센서류와, 디지털 기록기, 제어 및 측정용 컴퓨터, 접점간 직류전압 인가장치, 등을 추가로 보완하여 구축하였다. 개발 소프트웨어는 제어 및 측정용(Trend 1500), 동작특성계산용(Formula), 변화추이분석용(Trend Viewer), 보고서용(Trend Plot), 등으로 구성되어 있으며 내부 구조도는 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 소프트웨어 내부 구조도

개발한 시스템은 전체시험횟수 동안, 시험과형을 자동으로 측정하고 저장하며, 매 횟수마다 특성들을 계산하여, 이들의 변화추이와, 상관관계, 등을 실시간으로 표시한다.

2. 본 론

2.1 시스템 요구사항

기계적 동작 시험 시, 각종 규격에서 요구하는 주요시험변수들은 <표 1>과 같다.

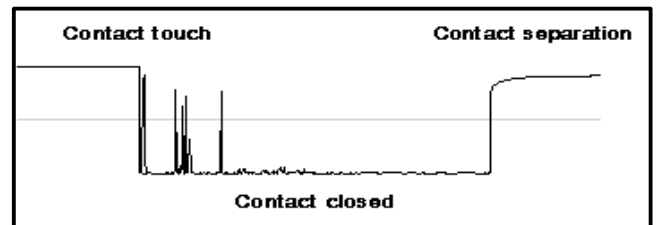
〈표 1〉 동작시험관련 시험변수

시험변수	
투입	투입시간, 상간편차, 투입속도, 투입코일전류
트립	트립시간, 상간편차, 트립속도, 트립코일전류

따라서 새로 개발할 시스템은 이러한 변수들에 관련된 모든 신호들을 측정할 수 있어야 하며, 전체시험횟수 동안 시험과형을 자동으로 저장하고, 시험변수들을 계산하여 특성변화추이와, 상관관계를 실시간으로 처리할 수 있어야 한다.

2.2 동작특성 계산방법

기계적 동작 시험 시, 접점 튀는 현상(contact bouncing)을 고려해 특성을 계산해야 한다.[2]



〈그림2〉 접점분리신호

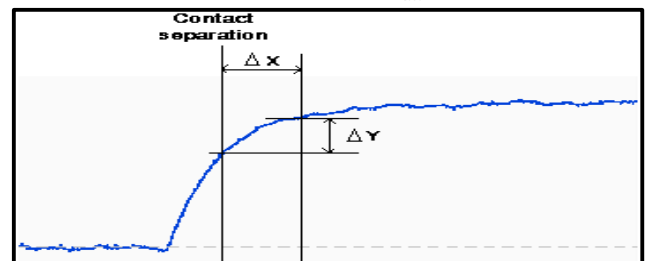
2.2.1 접점터치 또는 접점 개리 순간결정

신호 레벨의 50 % 이상에서 100 μs 이상 지속되는 신호의 시작 순간을 접점터치나 접점개리 순간으로 간주한다.

2.2.3 접점속도(contact speed)결정

접점개리 순간부터 10 ms 동안 이동한 접점간격으로 식 1과 같이 속도를 계산한다.

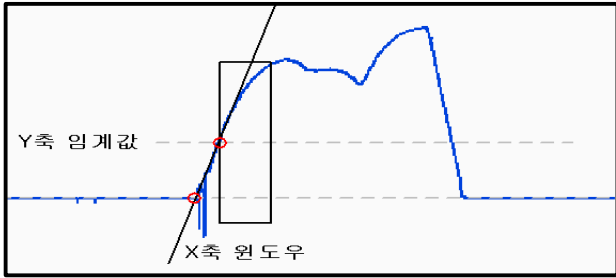
$$\text{Contact speed} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (\text{식 1})$$



〈그림 3〉 접점속도 계산방법

2.2.4 코일전류 시작점 결정

X축 원도우와 Y축 한계값을 적용하여, 두 조건이 모두 충족되는 시점을 이용하여 코일전류의 시작점을 찾는다.



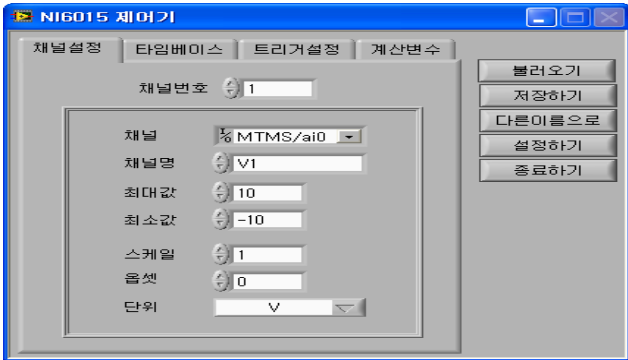
〈그림 4〉 코일전류 시작점 결정

2.3 전용소프트웨어 개발

제어 및 측정용, 동작 특성 계산용, 특성 변화 추이 분석용 프로그램으로 구성되어 있다.

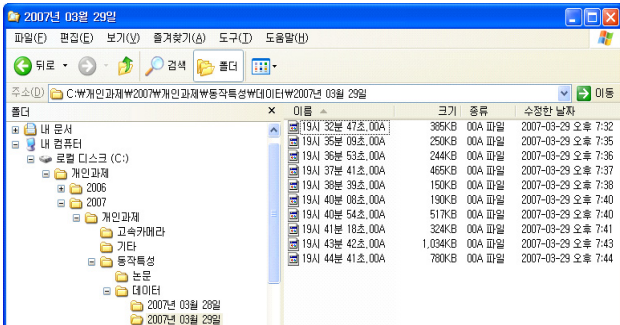
2.3.1 제어 및 측정용 프로그램

입력채널, 샘플링 속도, 메모리, 트리거 조건, 등을 설정할 수 있으며 이러한 설정값들을 파일로 저장하거나, 파일로부터 저장된 설정값들 불러올 수 있다.



〈그림 5〉 제어 및 측정용 프로그램 외형

시험 시작과 동시에 측정된 데이터들은 측정일 경로에 측정 시각으로 자동으로 저장된다.



〈그림 6〉 측정 데이터 저장경로 및 파일명

2.3.2 동작특성계산용 프로그램

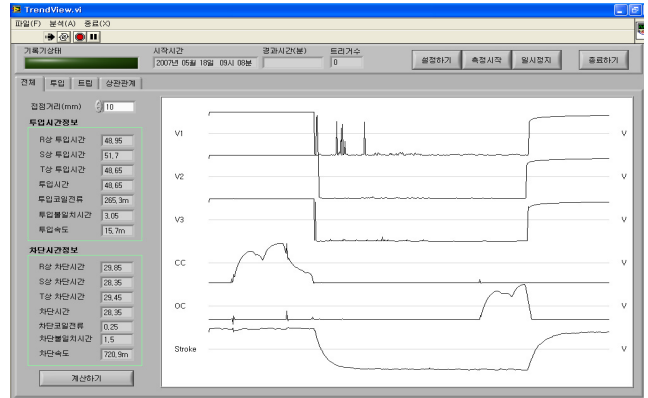
〈그림 7〉과 같이 측정한 파형으로부터 각종 규격에서 요구하는 개폐시간, 개폐속도, 상간편차, 코일전류크기, 등을 계산한다.

2.3.3 특성변화추이 분석용

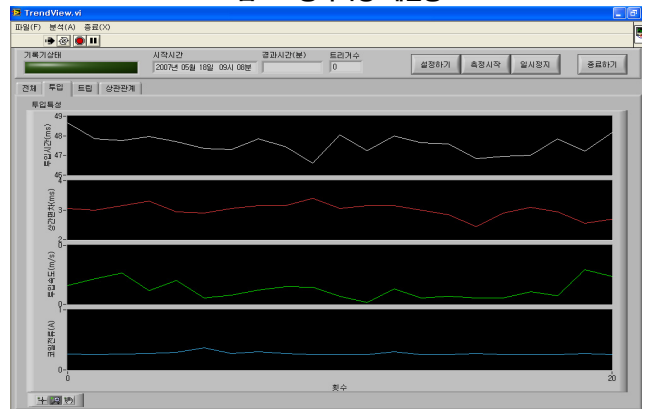
〈그림 8〉과 같이 시험횟수동안 각종 특성변화추이를 표시한다.

2.3.4 특성간 상관관계 분석용

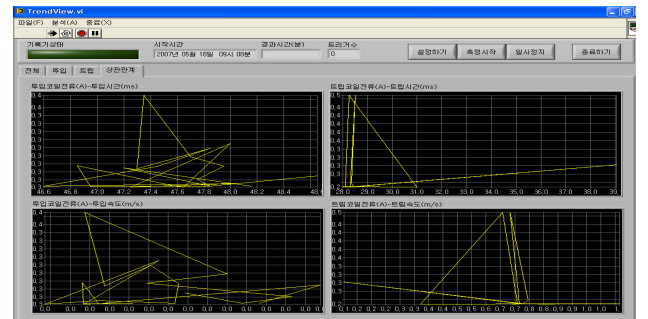
〈그림 9〉와 같이 시험횟수동안 특성간 상관관계를 표시한다.



〈그림 7〉 동작특성 계산용



〈그림 8〉 특성변화추이 분석용



〈그림 9〉 특성간 상관관계 분석용

3. 결 론

개발한 시스템을 PT&T에서 보호용 차단기로 사용하고 있는 VCB에 적용한 결과 만족할 만한 성과를 얻었다. 그림 7, 8, 9를 통해 알 수 있듯이, 개발한 시스템은 전체시험횟수 동안 시험파형을 자동으로 측정하고 저장하였으며, 매 횟수마다 특성을 계산하여, 이들의 변화추이와, 상관관계, 등을 성공적으로 분석하였다.

개발된 시스템으로부터 제공되는 이러한 다양한 동작 특성 데이터들은, 기계적 동작 시험 실패 시에는 원인 분석을 위한 기본 데이터로, 설치 후에는 유지보수 계획 수립을 위한 참조 데이터로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC, High-voltage alternating-current circuit-breaker,, IEC 62271-100, 2001
- [2] STL, Harmonisation of data processing methods for high power laboratory, STL회의록, 10월, 35, 2002