

LabVIEW 기반 피뢰기 I-V특성 분석장치

I-V Characteristic Analyzer of Lightning Arresters Based on LabVIEW

정기우*, 김선재*, 길경석†, 박희철**

Gi-Woo Jeong*, Sun-Jae Kim*, Gyung-Suk Kil†, Hee-Chul Park**

Abstract In this paper, we described the I-V characteristic analyzer to diagnose lightning arrester for traction systems. The analyzer is composed of a DC high voltage power supply, a data acquisition module and a control unit, and is designed to analyze measured data using a LabVIEW program. An analysis program set the applied test voltage with the rate of 100 V/s and the maximum current. The DAQ detects leakage current flowing an arrester under test and applied voltage. From the value, the analyzer displays I-V characteristics curve, and we can identify the soundness of the arrester.

Keywords: I-V characteristic, Diagnose, Lightning arrester, Leakage current, LabVIEW,

초 록 본 논문에서는 철도용 피뢰기의 관리를 위한 I-V 특성 분석장치에 대하여 기술하였다. 분석장치는 직류 고전압 발생장치, 데이터 수집모듈 및 제어부로 구성되며, LabVIEW 를 이용하여 데이터를 분석하도록 설계하였다. 분석 프로그램은 최대 전류와 시험 전압을 100 V/s 의 비율로 인가하도록 설정할 수 있다. DAQ 에서는 피뢰기의 누설 전류와 인가 전압을 측정한다. 그 값으로부터 분석장치에 I-V 특성 곡선을 나타내고, 피뢰기의 상태 진단에 활용될 수 있다.

주요어 : I-V 특성, 진단, 피뢰기, 누설전류, LabVIEW

1. 서 론

철도용 피뢰기는 낙뢰나 유도뢰 및 개폐기 조작에 따라 발생하는 과도과전압으로부터 차량용 인버터, 변압기 등의 전력 설비를 절연내력 이하로 보호하는 역할을 하는 장치이다. 하지만 피뢰기는 제조상의 결함, 잦은 보호동작, 흡습 등으로 인해 정상운전전압에서도 누설 전류에 의해 과열이 발생하고, 열 폭주를 일으켜 사고를 유발한다[1-3].

본 논문에서는 피뢰기의 누설전류를 모니터링 할 수 있는 I-V 특성 분석장치 설계 및 제작하고, 신품 피뢰기와 기사용 피뢰기를 대상으로 실험 및 분석하였다[4].

† 교신저자: 한국대학교 공과대학 전기전자공학부(kilgs@kmou.ac.kr)

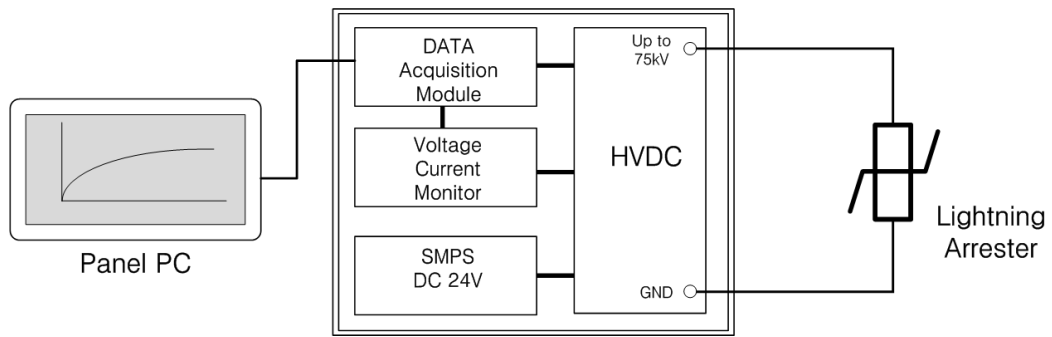
* 한국대학교 공과대학 전기전자공학부

** 부산교통공사 호포차량사업소

2. 제작 및 실험

2.1 측정 시스템

설계한 분석장치의 구성과 사진을 Fig. 1에 나타내었으며, 직류 고전압 발생장치, 제어부, 데이터 수집모듈, 그리고 Panel PC로 구성되어있다.



(a) Configuration



(b) Photograph

Fig. 1 Prototype analyzer

직류 고전압 발생장치는 LabVIEW에 의해서 제어되며, 피뢰기의 인가 전압에 따른 누설전류 측정을 위해 100 V/s의 전압 상승 비율로 최대 75 kV까지 인가할 수 있다[5]. 데이터 수집모듈은 인가 전압과 누설 전류 값을 수직분해능 16 bit로 아날로그-디지털 정밀 변환을 하고, Panel PC로 전송하도록 하였다. Panel PC에서는 LabVIEW를 이용하여 피뢰기의 I-V 특성 그래프를 표시하며, 측정 데이터를 내부 메모리에 저장하도록 하였다.

분석 프로그램은 Fig. 2와 같이 LabVIEW로 작성되었으며, 표준상태머신(Standard State-Machine) 구조를 바탕으로 피뢰기에 인가되는 전압에 따른 누설전류를 동시에 검출할 수

있도록 설계하였다. 측정된 데이터를 배열화하여 피뢰기의 I-V 특성그래프로 출력하며, 분석을 위해 내부 메모리에 저장되도록 하였다[6,7].

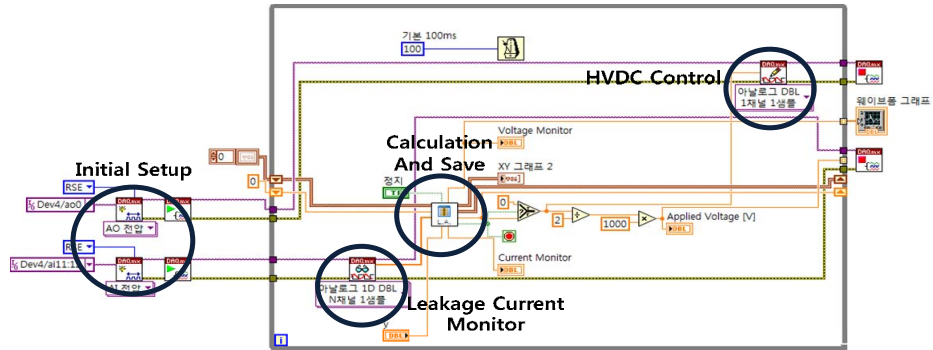


Fig. 2 Block diagram of the control and analysis program

2.2 실험 및 분석

피뢰기 I-V 특성 분석 장치를 정격 전압(U_r) 2.0 kV, 최대 연속동작전압(U_c) 1.5 kV 및 10 kA의 방전 전류를 갖는 철도 차량용 피뢰기에 적용하였다. Fig. 3과 같이 신품 피뢰기 1기와 기사용 피뢰기 2기를 대상으로 100 V/s의 상승비율로 전압을 인가하고, 이에 따른 누설전류 값을 측정하였다.



Fig. 3 Photographs of lightning arresters

신품 피뢰기의 경우 Table 1과 같이 3.32 kV에서 200 μ A, 3.59 kV에서 500 μ A 및 3.68 kV에서 1 mA의 누설 전류가 검출되었다. 기사용 피뢰기의 경우 1.95 kV 및 1.80 kV에서 200 μ A, 2.16 kV 및 1.95 kV에서 500 μ A, 그리고 2.30 kV 및 2.05 kV에서 1 mA의 누설 전류가 각각 측정되었다.

Table 1 Leakage current of lightning arresters

Class	Leakage Current [A]		
	200 u	500 u	1 m
New L.A.	3.32 kV	3.59 kV	3.68 kV
Used L.A. 1	1.95 kV	2.16 kV	2.30 kV
Used L.A. 2	1.80 kV	1.95 kV	2.05 kV

그 결과, 신품 피뢰기의 경우 정격 전압인 2.0 kV 이하에서는 200 uA 이상의 누설전류가 측정 되지 않았고, 기사용 피뢰기는 정격 전압보다 낮은 1.95 kV 및 1.80 kV 에서 200 uA 의 누설전류가 측정되었다.

3. 결론

본 논문에서는 피뢰기의 열화 진전에 따른 I-V특성을 분석할 수 있는 장치를 설계 및 제작 하였다. 구성은 직류 고전압 발생장치, 제어부, 데이터 수집모듈, 그리고 Panel PC로 이루어져있다. 철도 차량용 피뢰기를 대상으로 적용한 결과, Fig. 4와 같이 열화상태를 분석할 수 있었다.

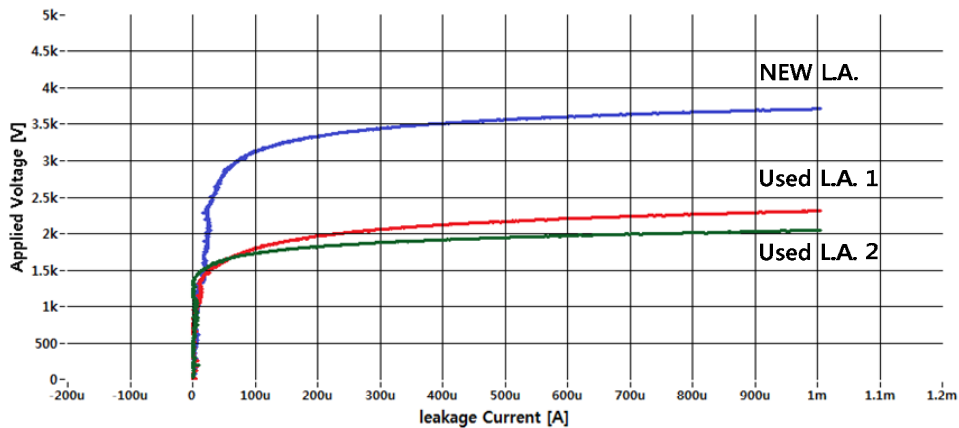


Fig. 4 I-V characteristic curve of lightning arrester

이러한 분석장치를 통하여 피뢰기의 I-V특성을 분석하고, 교체시기 선정을 비롯한 유지보수에 필요한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2012년도 중소기업기술개발지원사업(No.S2074384)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] E.K. Greenwald (1991) *Electrical Hazards and Accidents*, JOHN WILEY&SONS.INC, NY, pp. 147-154
- [2] S.Nishiwaki, H.Kimura, T.Satoh, H.Mizoguchi, et al. (1984) STUDY OF THERMAL RUNAWAY/EQUIVALENT PRORATED MODEL OF A ZnO SURGE ARRESTER, *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, Vol. PAS-103, No. 2, pp.413-421
- [3] Jinliang He, Rong Zeng, Shuiming Chen, Zhicheng Guan (2003) Potential Distribution Analysis of Suspended-Type Metal-Oxide Surge Arresters, *IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY*, VOL. 18, NO. 4, pp.1214-1220
- [4] M. Bartkowiak, M.G Comber, G.D.Mahan (1999) Failure Modes and Energy Absorption Capability of ZnO Varistors, *IEEE Transactions on Power Delivery*, Vol. 14, No. 1, pp.152-162
- [5] IEC Publication 60099-4 (2006) Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems, 2.1st.
- [6] Gary W. Johnson, Richard Jennings, Richard Jennings (2001) *LabVIEW Graphical Programming 3rd*, McGraw-Hill, NEW YORK, pp.231-260
- [7] John Essic (2012), *Hands-On Introduction to LabVIEW for Scientists and Engineers*, OXFORD UNIVERSITY PRESS, NEW YORK, pp.152-184