

활선상태 접지특성 측정시스템 개발

A Development of the Measuring System for Grounding Properties in Liveline

최남호*, 문영표**, 정재기#, 박강식##, 한상옥*

(Choi Nam Ho*, Moon Young Pyo**, Jung Jae Gi#, Park Kang Sik##, Han Sang Ok*)

Abstract

This paper presents the results of a investigation, a development of the measuring system for grounding properties in live-line. The importance of the grounding system and it's property has been increased with the development, enlarge in capacity, of electrical industry. Moreover, with the rapid growth of communication and precision industry, now, we should consider the grounding properties to ensure the stable and/or safe operation. But the conventional measuring system is not proper to measure the grounding properties of the system, voltage applied. So, in this investigation, we proposed a new method for live-line measurement and develope the system. And through the field test we could confirm the superior performance of th developed system.

Key Words : Grounding property, live-line measurement

1. 서 론)

대부분의 전력설비는 연속적인 운전상태를 요구로 하며, 계통의 안정성 및 전력품질의 신뢰성 확보 등을 위하여 망(network)의 형태로 건설·운영 중에 있다. 즉, 전체 계통의 설비가 하나의 시스템으로 연계되어 있으므로 운전상태에 있어서 특정 설비의 접지특성을 정확하게 측정하는 것은 불가능하며, 특정설비 고유의 접지특성을 정확하게 측정하기 위해서는 여타의 설비와의 접속을 끊고 비운전 상태 하에서 측정을 수행하는 것이 불가피한 것으로 여겨져 왔다.

그러나, 전력산업 구조개편에 따른 전력산업 민영화 추진됨에 따라 경제성을 중심으로 각종 전력설비의 운용이 이루어질 경우, 전력설비의 안전

성 및 안정성 평가를 위한 접지특성분석은 난관에 봉착할 것이 예상된다.

이에 본 연구에서는 전력설비의 경제성을 감안하여 운전상태 하에서도 전력설비의 접지특성을 정확하게 측정할 수 있는 새로운 방식의 접지특성 분석기법을 제시하고, 측정기기를 설계 및 제작하고자 한다.

2. 실험

2.1 현장특성 분석

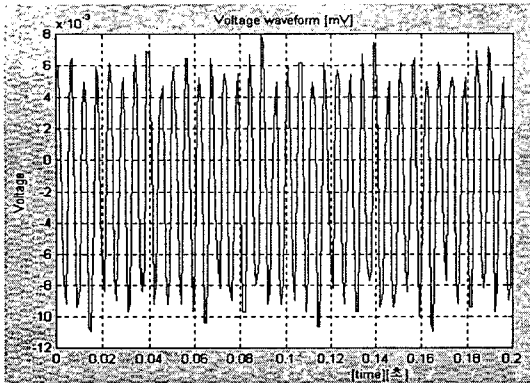
전력설비의 운전 및 운전환경으로 인해 발생하는 각종의 신호는 직류, 기본주파수(Fundamental, 60 Hz) 그리고 고조파성분(Harmonics, 3th, 5th) 등으로 구성되어 있는 것으로 알려져 있다.

그림 1 및 그림 2는 이와 같은 사실을 실증적으로 확인하기 위하여 특정 변전소에 있어서 가압 여부에 따른 대지전위의 측정 및 분석결과를 제시하고 있다.

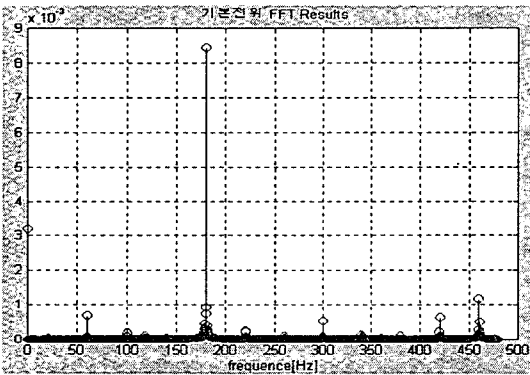
그림 1 및 그림 2를 통해 확인한 바와 같이 가압 전후의 경우 모두 직류, 60Hz, 3고조파, 5고조파 등의 값이 크게 나타나고 있음을 확인할 수 있

* 충남대학교 전기공학과
E-mail : crow@hanbat.cnu.ac.kr
** 한국수력원자력
E-mail : ypmoon@khnp.co.kr
한빛EDS
대덕대학 전기과
E-mail : kspark@mail.ddc.ac.kr

있다. 표 1은 이들 측정결과를 요약하여 제시하고 있다.



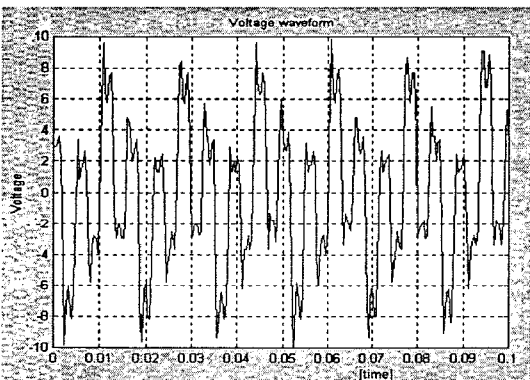
(a) wave form (9.5 mV peak)



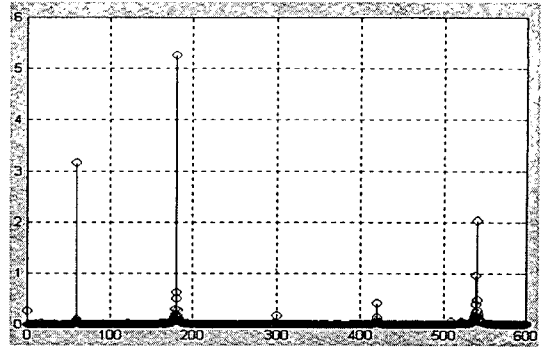
(b) FFT

그림 1. 가압전 대지전위 측정 및 분석 결과

Fig. 1. The measuring and analysis result of ground potential, before the energizing.



(a) 대지전위 (9.8 V peak)



(b) FFT

그림 2. 가압후 대지전위 측정 및 분석 결과

Fig. 2. The measuring and analysis result of ground potential, after the energizing.

potential, after the energizing.

표 1. 가압전 후의 FFT 분석결과.

Table 1. Result of FFT with energizing.

Frequency	Amplitude	
	energized	non-energized
DC	0.323	3.324
60	0.68276	3.1759
180	8.3493	5.2646
300	0.53418	0.17705
420	0.0	0.4156
540	0.0	2.0330

이상과 같은 이론적 고찰 및 현장 특성분석(대지전위 측정 및 FFT분석)을 통하여, 간섭 등으로 인한 잡음 및 측정오차를 원천적으로 방지할 수 있는 “측정용 주파수”를 선정하고, 활선 상태에서도 정확한 접지특성의 측정 및 분석이 가능한 측정기기의 설계 및 제작을 수행하였다.

2.2 설계 및 제작

그림 3은 접지특성 측정장치의 설계 및 제작을 위한 기기구성 개념도를 보이고 있다.

그림 3을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 본 연구를 통해 개발된 측정기기는 전원공급부, 전류측정부, 전압측정부와 측정된 데이터에 대한 16 bit

A/D변환부, 신호처리부, 제어부 등으로 구성하였으며, 32 bit DSP를 활용하여 측정데이터에 대한 충분한 처리능력을 확보하였다. 그림 4는 본 연구를 통해 제작된 접지측정기기의 외관을 보이고 있다.

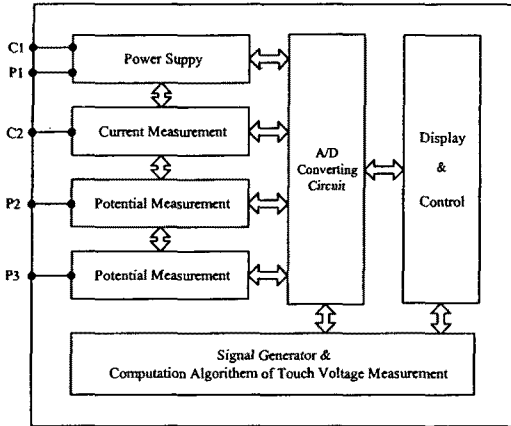


그림 3. 가압전 대지전위 측정 및 분석 결과
Fig. 3. The measuring and analysis result of ground potential, before the energizing.

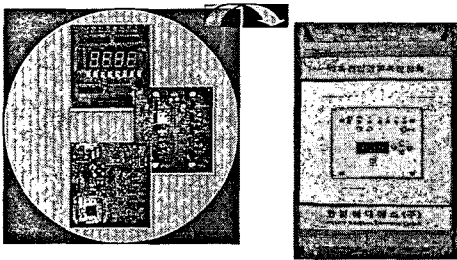


그림 4. 측정기기 및 주요 보드 외관
Fig. 4. Appearance of the measuring equipment and principle parts, boards

3. 현장실험 및 평가

이상의 과정을 통하여 설계 및 제작된 측정기기의 특성 및 활용성을 평가하기 위하여 실제의 변전소를 대상으로 현장실험 및 평가를 수행하였다.

그림 5는 비가압 상태에 있어서 측정기법에 따른 접지특성곡선을 보이고 있다. 그림을 통해 살펴

볼 수 있는 바와 같이, 측정기법에 무관하게 0.3~0.4 Ω의 접지저항 값을 갖음을 확인할 수 있다.

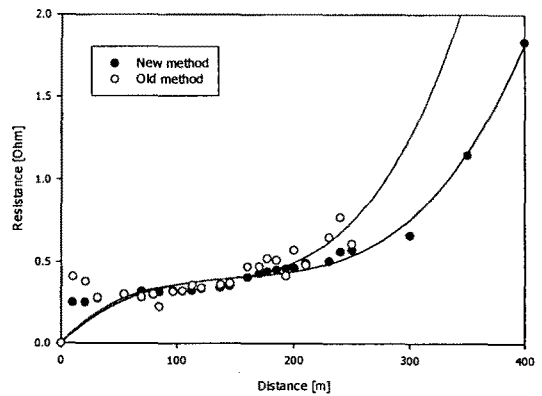


그림 5. 측정기법에 따른 접지저항 특성곡선(가압전)
Fig. 5. Characteristic curve of grounding resistance with measuring method (not energized)

그림 6은 본 연구를 통해 제안된 측정기법을 활용하여 가압전 및 가압후의 접지특성을 측정된 결과를 제시하고 있다.

그림을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 가압전과 가압후의 접지특성곡선은 다소의 격차를 보이고 있으나 접지저항 값은 동일하게 0.3~0.4 Ω의 값을 갖음을 알 수 있다.

그러나, 기존의 측정방식을 활용하여 동일지점의 접지특성을 측정된 경우, 그림 7에서와 같이 매우 큰 접지저항 값(약 15 Ω)이 도출됨을 확인할 수 있었다.

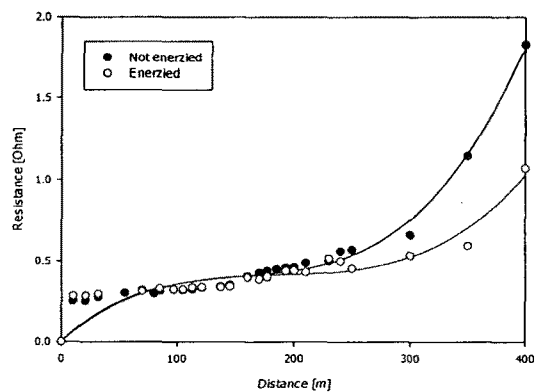


그림 6. 새로운 측정기법을 이용한 가압전후의
접지저항 특성곡선

Fig. 6. Characteristic curve of grounding
resistance with new measuring
method in energized and
non-energized system

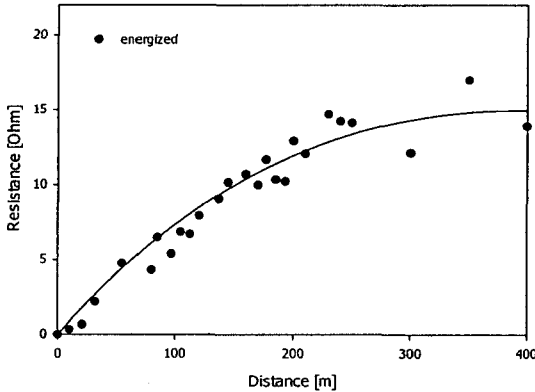


그림 7. 기존 측정방법을 활용한 활선상태의 접지
특성 측정결과

Fig. 7. Measuring result of grounding
characteristics
with conventional method in energized
system.

이와 같은 특성은 그림 1 및 그림 2를 통해 제
시된 가압 여부에 따른 대지전위 특성 및 기존 측
정방식에 있어서의 전류주파수 등과 밀접한 관련
성이 있는 것으로 판단된다.

4. 결 론

이론적 고찰을 통하여 새로운 방식의 접지특성
분석기법을 제안, 측정기기의 설계 및 제작, 시작
품에 대한 현장실험 및 평가하는 등 일련의 연구
과정을 통하여, 본 연구를 통해 제안된 측정기법의
우수성을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 산학연 공동기술개발 지역 컨소시엄
연구과제 “고정밀 접촉전압 측정 시스템”에 따른
연구비로 수행되었음.

[참고문헌]

- [1] ANSI/IEEE Std 80-1986, An American National Standard : IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- [2] IEEE Std 142-1991, IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems.
- [3] M. Mardiguian, Grounding and Bonding, Interference Control Technologies, Inc., 1998
- [4] Japan Industry Engineering Center Electromagnetic Compatibility Handbook, 1983
- [5] IEC/TC 81, IEC 1312-1; Protection against LEMP, 1995
- [6] R. J. Gustafson, R. Pursley and V.D. Albertson, "Seasonal Grounding Resistance Variation on Distribution Systems", IEEE Trans. On Power Delivery, Vol.5, No.2
- [7] EPRI, Transmission Line Grounding, Vol.1, 1982
- [8] IEC/TC 64, IEC Publication 479-1 : Effects of current passing through human body, 1984
- [9] IEEE Std 81-1983, IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System.
- [10] T. Cantwell, et al, "Grounding Current in High-Voltage Transmission I-Preliminary Report on Columbia Basin Tests", IEEE Trans., Vol.PAS-85, No.3
- [11] C. J. Blattner, "Analysis of Soil Resistivity Test Methods in Two-Layer Earth", IEEE Trans., Vol.PAS-104, No.12
- [12] Y. L. Chow, M. M. Elsherbiny and M. M. A Salama, "Resistance Formulas of Grounding Systems in Two-Layer Earth", IEEE Trans. on Power Delivery Vol.11, No.3
- [13] F. Dawalibi and C. J. Blattner, "Earth Resistivity Measurement Interpretation Techniques", IEEE Trans., Vol.PAS-103, No.2
- [14] B. Thapar, V. Gerez and P. Emmanuel, "Ground Resistance of the Foot in

Substation Yards", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.6, No.2

- [15] S. W. Kerckel, "Design of Switchyard Grounding Systems using Multiple Grids", IEEE Trans., Vol. PAS-100, No.3
- [16] J. Nahman and D. Salamon, "Analytical Expressions for the Resistance of Rodbeds and of Combined Grounding Systems in Nonuniform Soil", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol.PWRD-1, No.3