

전력용 변압기의 극초단파 대역 외부잡음 유입 특성 측정

주형준, 구선근, 박기준, 윤진열
한전전력연구원*

UHF Noise leakage characteristics of power transformer

Hyung-Jun Ju, Sun-Geun Goo, Ki-Jun Park, Jin-Yul Yoon
KEPRI

Abstract - 가스절연개폐장치(GIS)에 적용하고 있는 극초단파(Ultra High Frequency, UHF) 전자기파 부분방전 측정기술을 전력용 변압기 분야에 적용하는데 외부잡음 유입특성을 고려하여야 한다. 부싱을 통하여 부분방전 신호 이외의 외부잡음의 유입가능성이 크다. 따라서 본 논문에서는 현장에 설치·운전중인 154kV 변압기에 UHF 센서를 설치하여 부싱을 통해 유입되는 외부잡음을 0~2GHz의 주파수영역에서 측정하였다.

1. 서 론

예방진단의 기법으로 극초단파(UHF) 대역의 부분방전 측정기술을 전력용 변압기에 적용하는 시도들이 세계적으로 진행되고 있다. 최근에는 변압기 외함에 센서를 직접 설치하거나 드레인밸브를 통하여 다양한 형태의 센서를 장착하는 연구가 활발히 진행되고 있다[1-3]. 설치된 UHF 센서에서 내부결함에 의한 결함의 부분방전 신호를 취득하고 그 신호를 해석하여 다양한 결함의 종류를 추정하고, 또한 결함들에 의한 전력용 변압기의 고장을 예방할 수 있으며 나아가 진단알고리즘 개발에 필요한 자료로 활용할 수 있다. 센서에서 얻어진 신호를 정확하게 판단하기 위해서 우선적으로 해결하여야 할 문제는 외부에서 유입되는 전자기파에 의한 영향을 최소화하기 위해 현장에서 검출되는 다양한 외부 잡음이 변압기 상부의 부싱을 통하여 내부로 유입되어 센서에서 검출되므로 센서에서 취득된 신호로 실제 결함의 유무를 판단하는데 오류의 가능성을 크게 한다. 따라서 외부잡음의 영향을 해결하기 위해서는 변압기 내부 유입되는 잡음의 정도를 파악하여 최소화하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 실제 현장에 설치·운전중인 154kV 삼상변압기에 UHF 부분방전 센서를 설치하고 인공적으로 외부잡음을 생성하여 주파수분석기로 부싱을 통해 유입되는 각 센서별 외부잡음을 0~2GHz 대역에서 측정하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

실험에 사용된 변압기는 154 kV 45/60 MVA 삼상변압기로 변압기의 양쪽 팬 하부와 변압기 상부에 감시장을 설치하고 각 감시장에 자체적으로 설계 제작한 UHF 부분방전 센서를 장착하여 외부잡음의 신호를 취득하였다. 광대역 센서설치 시 외부잡음을 차단하는 차폐체를 센서 주변에 이중으로 부착하여 외부잡음이 센서 설치부로 유입되지 않도록 하였다. 부싱 측에 도달하는 잡음신호의 세기를 감지하기위해 상부에 센서를 설치하여 잡음의 세기를 측정하였다. 각 센서에 측정된 신호들은 망분석기를 사용하여 수집하였다.

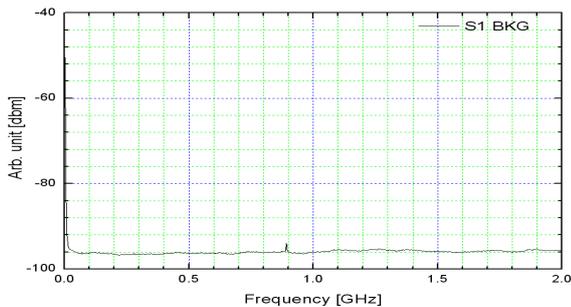


그림 1. 센서 1에서 측정된 배경잡음

2.2 외부잡음 유입효과 측정

외부 잡음원으로는 무지향성 수직형 안테나와 대수주기 안테나를 각각 사용하여 망분석기(FSP-7)를 사용하여 안테나를 통해 신호를 방출하였고 각 센서에서는 감지되는 신호는 0~2GHz 주파수 대역에서 분석하였다. 잡음신호를 인가하기 전 잡음환경을 측정하기위해 변압기 내부로 유입되는 잡음을 측정하였다(그림1). 외부 잡음원이 없는 경우 변압기에 장착된 UHF 센서에 측정되는 잡음환경은 휴대폰 주파수 대역이 900 MHz를 제외하고 전 주파수 대역에서 -96 dBm 이하로 내부에 유입되는 잡음이 미미하다.

외부 잡음원으로 무지향성 안테나를 사용하여 그림 2과 같이 변압기 상부 팬위에 장착시킨 후 부싱을 통한 전자기파 잡음 신호 유입을 실험을 하였다. 신호를 방출하는데 사용한 수직안테나의 특성은 300 MHz~2 GHz 대역에서 유효한 값을 갖는다. 안테나는 높이 3.7m, 변압기 벽에서 이격거리 2m의 위치에 설치하였다. 부싱에 도달하는 잡음의 세기를 측정하기위해 부싱 측면에 센서를 설치하고, 변압기 양쪽면과 상부에 설치된 UHF 센서에서 측정된 값을 비교하였다. 그림 3에서 부싱에 도달하는 전자기파 잡음은 전주파수 대역에서 분포하며 크기는 평균 -60 dbm 정도이다. 부싱을 통하여 변압기 내부로 유입된 잡음신호는 부싱과 가까운 센서 1에서 큰값을 보이고 센서2와 3은 같은 크기를 갖는다. 각 센서에 유입되는 잡음의 크기는 600 MHz~1 GHz평균 -80 dBm으로 원 잡음신호 대비 20 dB 정도의 감쇠를 갖는다. 주파수대역을 살펴 보면 600 MHz~1GHz 대역에서 잡음호의 내부유입이 많음을 확인할 수 있다.

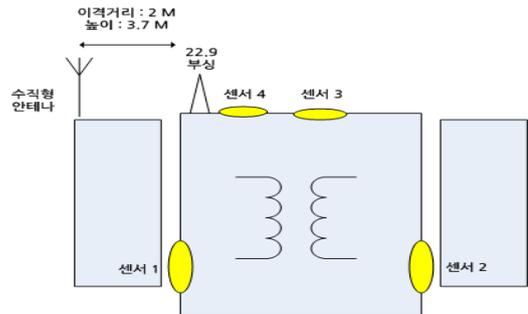


그림 2. 수직형 안테나를 방사원으로 이용한 실험 구성

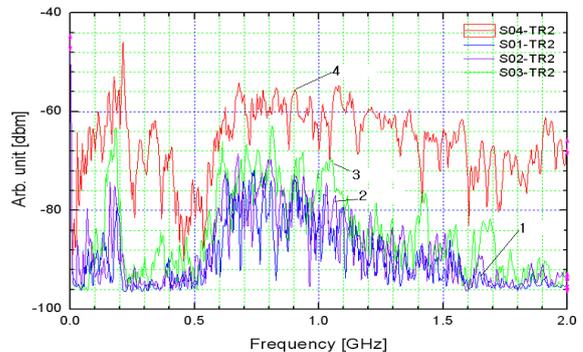


그림 3. 외부 잡음 유입시 센서 1~4에서의 측정된 신호크기

2.3 수직 수평 편파에 의한 효과비교

전자기와 신호의 수직과 수평 편파에 따른 전자기와 잡음유입을 비교하기 위하여 그림 4와 같이 대수주기 안테나를 사용하여 잡음 유입실험을 하였다. 안테나는 변압기 옆 건물 옥상에 높이 6 M, 이격거리 5 M로 수직방향과 수평방향으로 설치하고 변압기에 설치된 UHF 센서의 신호를 측정하였다.

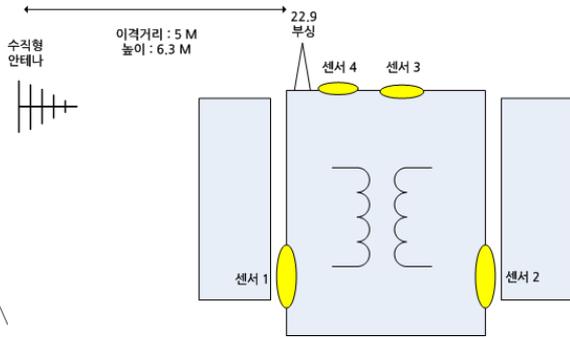


그림 4. 수평안테나를 잡음신호의 방사원으로 이용한 실험구성

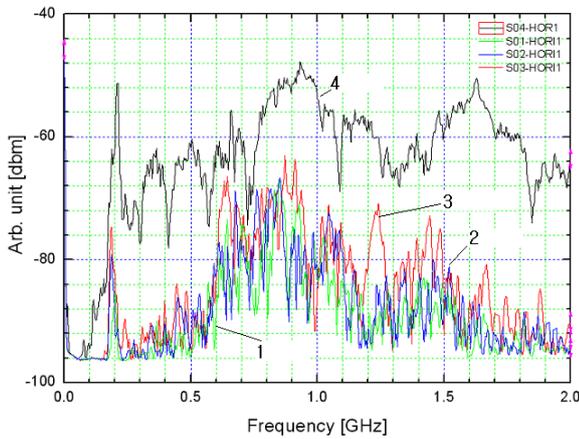


그림 5. 수평안테나를 이용하여 얻은 센서 1~4에서의 측정된 신호크기

그림 5은 수평으로 설치된 대수주기 안테나로부터 방출된 신호가 유입된 신호분포를 보여준다. 부싱옆에 설치된 4번 센서의 신호는 200 MHz~2 GHz 대역의 주파수 범위에 존재한다. 부싱에 도달되는 신호의 크기는 600 MHz~1GHz 대역에서 평균 -60 dBm 정도이고 변압기 내부의 센서로 유입된 잡음은 같은 주파수 대역에서 평균 -80 dBm으로 20 dB의 감쇠량을 보인다. 주파수대역을 살펴 보면 600MHz~1.5GHz 대역에서 잡음신호의 내부유입이 많음을 보인다. 그림 6에서 수직으로 설치된 대수주기 안테나로부터 유입된 외부잡음의 유입된 신호를 보여준다. 부싱 옆에 설치된 4번 센서의 신호는 광대역의 주파수 범위에 존재한다. 부싱에 도달되는 외부 잡음의 크기는 600 MHz~1GHz 대역에서 평균 -56 dBm 정도로 수평 편파된 잡음신호보다 4dBm 정도 크다. 변압기 내부의 센서로 유입된 잡음의 평균 크기는 같은 주파수 대역에서 -72 dBm으로 16 dB의 감쇠량을 보인다. 주파수 대역을 살펴보면 600 MHz~1.5 GHz 대역에서 잡음신호의 내부유입이 많음을 보인다.

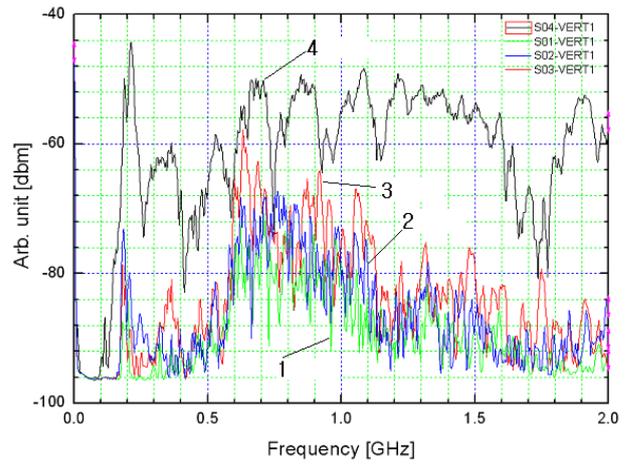


그림 6. 수직안테나를 이용하여 얻은 센서 1~4에서의 측정된 신호크기

3. 결 론

전력용 변압기에서 부싱으로 유입되는 UHF 대역 전자기와 잡음의 내부 유입을 확인하기 위해 실험을 하였다. 실험결과 수직 안테나를 잡음원으로 사용하는 경우는 변압기 외부에 비해 20 dB 감쇠되어 변압기 내부로 잡음이 유입되었고, 대수주기 안테나를 사용하여 수평, 수직 편파 잡음유입 실험에서는 잡음 유입시 전파되는 신호는 수평편파시 20dB, 수직편파시 16dB 감쇠되어 변압기 내부로 상당량의 잡음이 유입됨을 알 수 있다. 따라서 전력용 변압기에 UHF 센서를 이용한 부분방전 검출 기술을 적용하기 위해서는 외부에서 부싱을 통하여 유입되는 잡음을 제거하기 위해 필터를 이용하거나 노이즈 게이팅등의 잡음 대책이 필요함을 확인하였다. 향후 다양한 잡음제거방법을 적용하여 외부잡음의 영향을 최소화하는 방안을 확립할 예정이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤진열, 박기준, 구선근, "GIS 부분방전 검출기술 연구 최종 보고서", 전력연구원, 2002
- [2] 윤진열, 박기준, 구선근, "GIS 고장예방을 위한 UHF 부분방전 신호해석 기술연구, 전력연구원, 2005
- [3] C. R. Li, W. Wang, Z. G. Tang & Y. S. Din, "PD Pattern Recognition in Transformer by Using UHF Technology", 2004 IEEE International Symposium on Electrical Insulation, Indianapolis, 19-22 Sep., 2004
- [4] R. A. Jongen, P. Morshuis, S. Meijer & J. Smit, "Identification of partial discharge defects in transformer oil," in Proc. Of 2005 annual reportconference on electrical insulation and dielectric phenomena, pp. 565.
- [5] M. Wang, A. J. Vandermaar, and K. D. Srivastava, "Review of condition assessment of power transformers in service," IEEE Elect. Insul. Mag., vol. 18, no. 6, pp. 12-25, Nov./Dec. 2002
- [6] M. D. Judd, J. S. Pearson, O. Farish, T. Breckenridge, and B. M. Pryor, "Power transformer monitoring using UHF sensors: Installation and testing," in Conf. Record of the 2000 IEEE Int. Symp. on Elect. Insul. Anaheim, pp. 373-376. 2000