

GIS 부분방전 측정용 동축형 밸런 부착 다이폴 UHF 내장형 센서

박은정 조준호 김경봉 김기채 김정배*
 영남대학교 전기공학과 (주) 효성중공업*

UHF-Sensor with coaxial cable balun for Diagnosis of Insulator

Eun Jung Park Jun Ho Cho Kyung Bong Kim Ki-Chai Kim Jung Bae Kim*
 Yeungnam University HYOSUNG CORPORATION*

Abstract - 본 논문은 전기에너지의 안정적인 공급을 위한 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear: GIS)의 안정성과 신뢰성을 확립하기 위해 GIS 내부 결함에 의한 사고의 발생을 미리 진단하는 절연진단용 UHF 대역(0.5 ~ 1.5 GHz) 동축형 밸런 부착 안테나를 제안하였다. 동축형 밸런이 부착된 안테나를 GIS에 장착하였을 때 반사계수의 주파수특성을 실험치와 비교 검토하였다.

1. 서 론

최근 산업사회의 발달과 정보화 사회의 도래로 인하여 안정적인 양질의 전기에너지 공급이 요구되고 있으며, 전기에너지의 안정적인 공급을 위한 전력계통의 운영에 있어서 가스절연개폐장치(Gas Insulated Switchgear: GIS)의 안정성 및 신뢰성 확보는 매우 중요하다.

GIS는 고유의 높은 신뢰도와 낮은 유지보수 및 설치공간이 좁으며 기밀용기에 내장된 구조 등의 이점으로 인해 운전비용 측면에서 경제적이다. 그리고 도심이나 주변 환경이 민감한 곳에도 설비가 가능하다는 장점을 가지는 반면 설비 자체가 고가이고, 고전압상태에서 운전되므로 제작과정에서의 미세한 구조적 결함이나 운전 중 발생한 결함 및 이물질의 영향으로 인해 기기의 오동작이나 절연과피로 사고 발생 시 재산상의 손실이나 계통에 미치는 영향이 크고, 현재 우리나라에서는 사고 발생 시 기기 모듈 전체를 교환해야 하는 실정으므로 복구비용이 많이 들고 복구시간에도 상당한 시간이 소요되는 등의 단점도 가지고 있다.

이러한 사고를 예방하기 위해 기술개발에 대한 노력이 꾸준히 진행되고 있다. GIS를 경제적이고 효율적으로 운전하기 위해서는 설비사고 예방과 함께 변전소 무인화 및 자동화가 필요하며, 이를 위해서는 GIS 결함을 사전에 인지하여 조치를 가능하게 하는 예방 진단기술이 필수적이다.

본 논문에서는 기기의 운전 중 부분방전에 의해 발생된 UHF 대역의 전자파 신호로부터 GIS의 이상 유무를 검출할 수 있는 고감도 UHF 센서를 제안하고 특성을 검토하였다. 이론해석으로서 FDTD법을 적용하였으며, 센서를 제작하여 반사계수의 실험치와 이론치를 비교 검토하였다.

2. 본 론

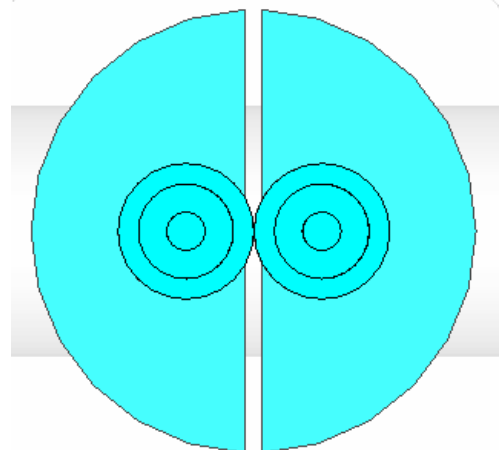
그림 1은 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 구조를 나타내고 있다. 그림 1 (a)는 GIS에 센서를 부착한 구조를 나타내고 있다. GIS의 내부에는 cond가 존재하며, 센서는 GIS의 관측창에 부착되어 있는 구조이다. 그림 1 (b)는 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 급전부를 나타내고 있다. 동축 밸런의 한쪽 단자에는 50 Ω 정합소자를 연결하고 한쪽 단자에는 수신기를 연결한다. 여기서, 50 Ω 정합소자는 평형을 취하기 위해 한쪽 단자에 접속시켰다. 그림 1 (c)는 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 단면도를 나타낸 그림이다. 센서의 상단부 직경은 140 mm이며 상판 가운데에 5 mm의 갭을 두었다. 밸런의 높이를 d , 반경을 r 이라 하고 높이 d 와 반경 r 을 각각 변화시키면서 센서의 주파수 특성을 검토하였다.

그림 2는 동축형 밸런의 반경 r 을 21.35 mm로 고정하고 높이 d 를 10 ~ 40 mm로 변화시켰을 때 반사계수의 주파수 특성을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 동축형 밸런의 높이 d 가 클수록 반사계수의 주파수 특성은 좋아진다.

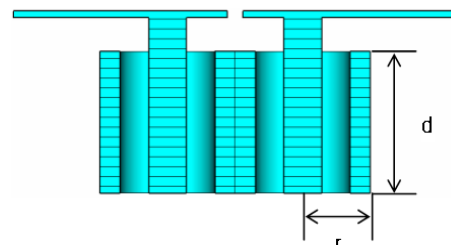
그림 3은 동축형 밸런의 높이 d 를 40 mm로 고정하고 반경을 20 ~ 28 mm로 변화시켰을 때의 반사계수의 주파수 특성을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 반경이 크면 반사계수의 주파수 특성이 나빠진다. 반경이 20 mm 또는 21.35 mm에서 가장 좋은 광대역 주파수 특성이 나타나고 있다. 그림 2와 그림 3은 동축형 밸런 부착 다이폴 센서를 GIS내에 장착한



(a) GIS 장착

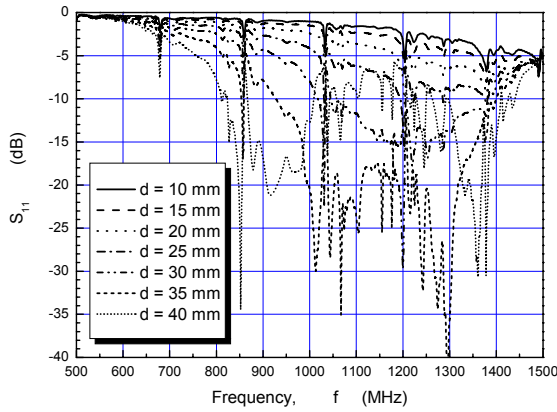


(b) 급전부

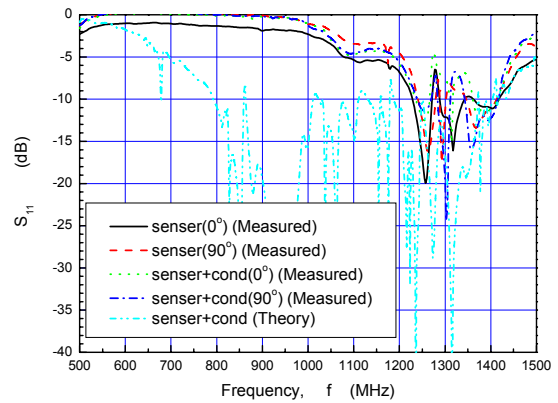


(c) 측면도

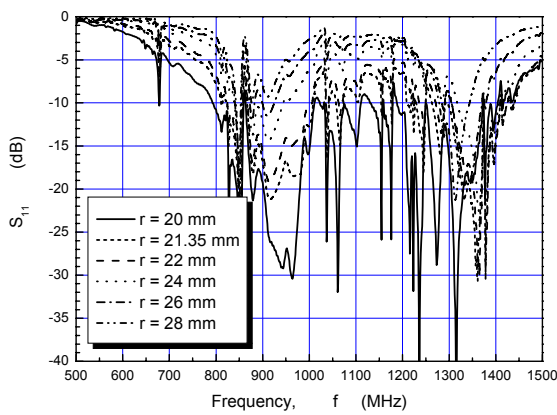
<그림 1> 동축형 밸런 부착 다이폴 센서 구조



〈그림 2〉 높이의 변화에 따른 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 주파수 특성



〈그림 4〉 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 주파수 특성(실험치)



〈그림 3〉 반경의 변화에 따른 동축형 밸런 부착 다이폴 센서의 주파수 특성

경우의 주파수 특성 계산 결과이다.

동축형 밸런 부착 다이폴 센서를 제작하여 시험용 GIS에 장착(GIS와 상판 겹의 방향이 수직과 수평으로 측정)하고 GIS에 cond를 삽입한 상태에서 반사손실의 주파수 특성을 측정된 결과와 앞에서 검토한 반사계수 주파수 특성이 좋은 가장 이론값을 비교하여 그림 4에 나타낸다.

그림에서 알 수 있듯이, GIS내부에 cond가 있을 경우에는 cond가 없는 경우보다 반사손실은 약 2 dB정도의 특성 열화가 보이지만 동축형 밸런 부착 다이폴 센서는 1 GHz 이상의 주파수 대역에서 주파수 특성이 좋게 나타나 1 ~ 1.5 GHz의 주파수대역에서 발생하는 부분방전 신호의 검출에는 매우 유용하게 적용할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 GIS 부분 방전 시 방사되는 UHF 대역의 전자파를 감지하는 UHF센서를 기존의 제품보다 감도가 더 좋은 내장형 UHF 센서의 개발을 목표로 하여 내장형 동축형 밸런 부착 다이폴 센서를 제안하고 기본 특성을 검토하였다. 또한, 실제적인 문제에서 관심의 대상이 되는 주파수 범위, 즉 영국 NGC 규격의 주파수 대역인 0.5~1.5 GHz대역을 검토의 대상으로 하였다.

본 연구 결과, 특히 860 MHz 이상의 주파수 대역에서 매우 좋은 감도를 나타냄으로서 전력기기의 이상 유무를 검출할 수 있는 상시 감시 시스템 구축에 필요한 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] KEPRI: "GIS 부분방전 검출기술 연구", 2002.10.
- [2] K.C.Kim and T.Iwasaki: "Complex antenna factors of resistor loaded dipole antennas with coaxial cable balun". IEICE Trans. on Comm., Vol.E89-B, No.4, pp.199-203, April. 2006.
- [3] R. Kurrer, K. Feser: "The Application of Ultra-High-Frequency Partial Discharge Measurements to Gas-Insulated Substations", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.13, No.3, July 1998.
- [3] Tatsuro Kato, Fumihiko Endo, Shingo Hironaka, Hitachi, Ltd.: "Sensitive Partial Discharge Monitoring System by UHF Method and Calibration Technique". SC15 Gas Insulated Systems Symposium, Dubai, United Arab Emirates, May 9. 2001.
- [4] 윤진열: "가스절연개폐장치(GIS)의 예방 진단 기술". 대한전기학회. 52권, 12호, pp28-34, 2003.
- [5] 산업자원부: "가스절연 전력기기용 초광대역 극초단파 전자파 검출 부분방전 센서개발". 전력산업연구개발사업 최종보고서, May. 2005.
- [6] S. Meijer, E. Gulski, J. J. Smit: "Pattern Analysis of Partial Discharges in SF6 GIS". IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol.5, No.6, December 1998.
- [7] Yanzhou Sun, Hua Yin, Qiaogen Zhang, Fashan Yu, Hui Wang, Yuchang Qiu: "Partial Discharge Detection GIS Using Narrow Band Ultra-High-Frequency Method". Proceedings of 2005 International Symposium on Electrical Insulating Materials. Kitakyushu. Japan. June. 2005.
- [8] Sun-geun Goo, Kijun Park, Jin-yul Yoon: "가스절연개폐장치용 UHF 부분방전검출장치의 새로운 감도 측정방법". 대한전기학회. 50권, 9호, pp450-455, 2003.