

부분방전 측정에서 센서 및 펄스 분석 알고리즘에 따른 노이즈 제거 연구

論 文

55C-4-5

A Study of the Noise Discrimination by use of Different Sensors and Pulse Analysis Algorithms in Measuring Partial Discharge

金正泰[†] · 金智鴻* · 具滋允**
(Jeong-Tae Kim · Ji-Hong Kim · Ja-Yoon Koo)

Abstract - In order to investigate the possibility of separating PD(partial discharge) and noises through the pulse analysis by use of a HFCT, pulse shapes measured by a resistive sensor and a HFCT were analyzed and adequate PA(pulse analysis) algorithms were studied. For the purpose, the HFCT detection and PA system has been developed. Also void discharges and air corona were adopted as the artificial defect and noises, respectively. As a result, it is possible to separate partial discharges and noises through the PA method using the 100kHz~20MHz frequency range HFCT. It is expected to apply the developed system to on-site PD measurements for the electric equipments.

Key Words : Partial Discharge, Resistive Sensor, HFCT, Pulse Analysis, Noise Discrimination

1. 서 론

고주파 영역에서의 부분방전(HFPD: High Frequency Partial Discharge) 측정기술이 개발되면서 현장의 전력기기에 대한 진단으로의 부분방전 측정이 폭넓게 적용되어 가고 있다. 즉, 고주파 영역에서는 상대적으로 주위의 노이즈가 작아지기 때문에 현장에서의 부분방전 측정이 가능하기 때문이다.

그러나, 변전소와 같은 과도한 전자파 노이즈나 코로나가 많이 발생하는 경우에는 부분방전 신호보다 노이즈가 더 크게 측정되므로 측정의 신뢰성이 저하하여 현장 부분방전 진단의 가장 큰 문제로 다루어지고 있다. 따라서, 부분방전 신호보다 같거나 큰 노이즈를 효과적으로 제거하는 방법에 대한 연구가 진행되고 있다.

이러한 방법들은 부분방전 펄스와 노이즈 펄스의 파형이 다르다는데 착안하여 측정 펄스들의 파형 특성을 추출하여 부분방전과 노이즈를 구분하는 펄스 분석(PA: Pulse Analysis) 방법[1~6]과 3상 전력기기에 대한 각 상별 측정을 비교 검토하여 노이즈를 구분하는 3PAR(3 Phase Amplitude Relation Diagram) 방법[7,8] 등 다양한 방법이 시도되고 있다. 이중 펄스의 특성을 추출하여 구분하는 방법에 대한 연구가 보다 많이 이루어지고 있는데, 펄스 파형의 통계적 파라미터를 이용하는 방법[1,2], 펄스 파형의 폭과 중심 주파수를 이용하는

방법[3], 펄스파형의 크기나 폭 및 최대/최소값을 이용하는 방법[4] 등이 제시되고 있다. 하지만, 이러한 방법들은 적용하는 센서의 종류에 따라 분석의 효과가 달라지며 현장에 직접 적용할 수 있는 알고리즘인지에 대한 연구가 부족한 실정이다.

특히 많은 연구에서 저항성 센서를 이용하였으나[1,2,4,5], 저항성 센서는 부분방전 펄스를 거의 그대로 구현한다는 측면에서 기초적인 연구의 가치는 있지만 현장 적용은 거의 불가능하기 때문에, 저항성 센서를 이용한 펄스 분석 알고리즘 및 부분방전 구분 결과를 현장에 그대로 적용하는 것은 무리가 있다. 이에 반해, 가장 현장 적용이 용이한 센서는 CT(Current Transformer)로서 활성 상태에서의 탈착이 가능하고 현장 전력기기에 전혀 변경이 없이 적용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 CT는 인덕턴스의 사용으로 인해 공진이 발생하는 문제가 있으므로 부분방전 펄스가 갖고 있는 고유한 특성을 그대로 구현하지는 못하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 현장 적용이 용이한 HFCT(High Frequency Current Transformer)를 이용하여 펄스 분석을 통한 부분방전 구분이 가능한지를 파악하기 위해, 저항성 센서 및 HFCT를 이용하여 펄스 파형을 분석하였으며 이에 적절한 펄스 분석 알고리즘을 연구하였다. 이를 위해 HFPD 진단장치 및 펄스 분석(PA) 시스템을 구축하였으며, 모의 결합으로는 절연체 결합으로 가장 대표적인 보이드 결합을 이용하였고, 노이즈로는 기중 코로나 방전을 이용하였다.

2. 실험 방법

2.1 측정 및 분석 시스템

PA를 수행하기 위해서는 각종 결합에서 발생하는 부분방전 펄스 파형의 특성 및 방전의 양상이 어떠한 차이가 있는

† 교신저자, 正會員 : 大眞大 電氣情報시스템공學科 副教授 · 工博

E-mail : jtkim@daejin.ac.kr

* 正會員 : 漢陽大 電子컴퓨터工學部 博士修了

** 正會員 : 漢陽大 電子컴퓨터工學部 教授 · 工博

接受日字 : 2006年 2月 2日

最終完了 : 2006年 2月 16日

지 파악하여야 한다. 이에 따라 TDS 744A 500MHz 오실로스코프와 본 연구에서 제작한 HFPD 진단장치 및 컴퓨터를 이용하여 50Ω 저항성 센서와 HFCT에서 입력되는 부분방전 펄스 파형을 측정하고 분석하였다.

그림 1은 부분방전 측정 시스템 개념도이다. 100kV PD free 변압기에서 발생된 60Hz 고전압 전원은 커플링 커패시터 Ck를 거쳐 각종 결함 모델을 장착 가능한 전극 시스템으로 연결되고 접지선에 저항성 센서 및 HFCT를 장착하여 본 연구에서 제작한 HFPD 진단장치 및 TDS 744A 500MHz 오실로스코프를 거쳐 측정 신호를 컴퓨터에 저장시킨다.

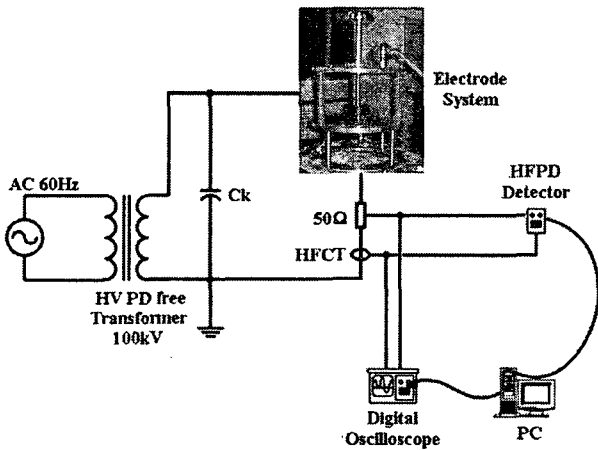


그림 1. 부분방전 측정 시스템 개략도
Fig. 1. Block diagram of PD measuring system

부분방전을 측정하기 위한 센서로는 자체 제작한 50Ω 저항성 센서와 그림 2와 같이 100kHz~20MHz 범위에서 3dB 특성을 갖고 있는 상용 HFCT를 사용하였다. 보다 고주파까지의 측정 범위를 갖지는 않지만 고체 내의 부분방전 특성을 측정하기에는 사용가능한 CT로 판단된다.

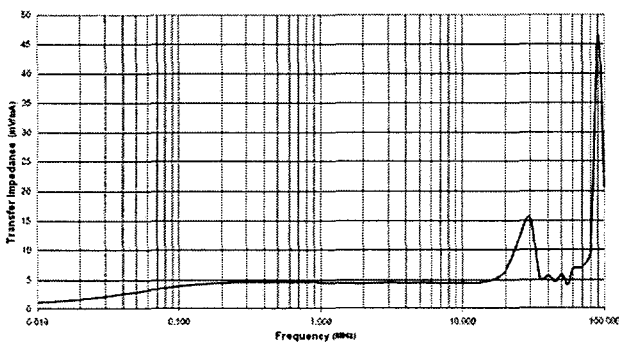


그림 2. HFCT의 전달임피던스 특성
Fig. 2. Transfer impedance of HFCT

2.2 모의 결함 제작

전력기기의 절연 시스템의 대표적인 결함인 절연체 내 보이드를 모델링하기 위해 그림 3과 같이 고려하였다. 에폭시로 둘러싼 전극 사이에 두께 1 mm의 절연체(에폭시) 시트를 넣고 절연체 시트에 1 mmφ 구멍을 뚫어 보이드 결함을 제

작하였다. 결함 이외에서 발생하는 방전을 방지하기 위해 실리콘 그리스를 이용하여 계면에 넓게 도포하였다. 한편, 보이드 방전과 구별하기 위한 코로나 노이즈는 곡률반경 0.5mm인 침을 모의결함 상부 전극에 같이 설치하였다. 그림 3의 우측의 사진에 보이드 모의결함 시료위에 코로나 발생을 위해 설치한 침전극이 나타나 있다.

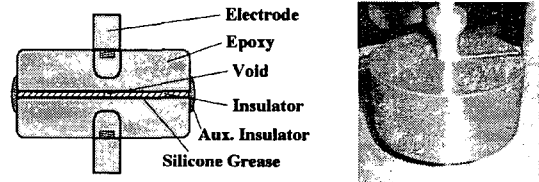


그림 3. 모의 보이드 결함과 코로나 발생 전극
Fig. 3. Artificial void defect and corona electrode

2.3 펄스 분석 알고리즘

본 연구에서는 2 가지의 PA 알고리즘을 적용하였다. 먼저 통계적 파라미터를 이용하는 방법[1] 중 하나로 측정된 펄스에 대해 시간영역의 첨쇄도(Kurtosis)와 이를 FFT 취하여 얻은 주파수 영역 데이터의 첨쇄도를 적용하였다. 통계적 파라미터로는 variance, standard deviation, skewness 및 kurtosis 등을 고려할 수 있으나 본 연구에서 각 파라미터를 적용시켜 본 결과 kurtosis가 가장 효과적이었다. 따라서, 이를 PA 알고리즘 중 하나로 적용하였으며 “TF-KK”라 명명하였다. 또 다른 알고리즘으로는 펄스파형의 크기나 폭 및 최대/최소값을 이용하는 방법[4] 중 하나로 본 연구에서는 측정 펄스의 최대값과 최소값의 비율(Max/Min Ratio)과 데이터의 합(Summation)을 이용하였으며, “MMS-R”이라 명명하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 펄스 파형 분석

① 저항성 센서

본 연구는 각 결함에 따른 부분방전 펄스 및 노이즈 펄스의 파형 차이를 이용하여 노이즈를 제거하는 목적으로 시작되었으므로, 먼저 실제 부분방전 펄스 파형을 가장 가깝게 측정할 수 있는 저항성 센서를 이용하여 보이드 방전 펄스와 코로나 펄스의 파형을 비교하였다.

그림 4는 인가전압 3kV로서 보이드 방전만 발생될 때 측정된 오실로 그래프로 16개 펄스 파형에 대한 평균값을 취한 것이다. CH2에 전형적인 RC 등가회로의 임펄스 유사한 방전 파형을 보이고 있다. 이에 대해 FFT를 취한 것이 R2로 나타난 스펙트럼이며, 고른 값을 보이며 감소되고 있는 형태로서 특정한 주파수 성분을 보이지 않고 있다. 11.5MHz와 17.5MHz 부근에서 약간의 성분이 나타나 보이지만 크기는 매우 작게 나타났다. 정극성 보이드 방전과 부극성 보이드 방전의 파형 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

그림 5는 승압하여 7kV일 때 코로나 방전을 같이 발생시켜 코로나 방전만을 측정하여 나타난 오실로그래프이다. CH2에 나타난 코로나 파형은 보이드 방전일 때와 유사하게 보이지만 매우 큰 값으로 파형의 감쇠가 빠른 특징이 있다. 주파

수 스펙트럼에서도 감쇠는 되고 있으나 11.5MHz와 17.5MHz 부근에서 성분을 나타내고 있어 파형의 빠른 감쇠를 설명해 주고 있다. 정 부극성 코로나 파형 차이는 크기의 차이를 제외하고는 다르지 않은 것으로 보인다.

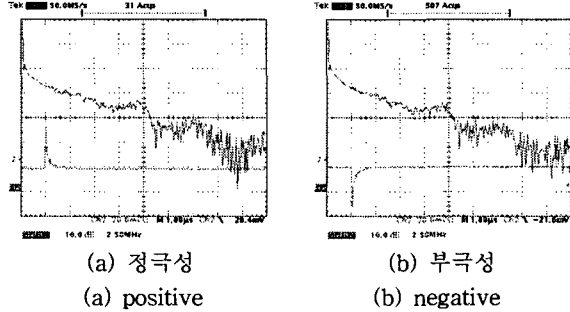


그림 4. 보이드 방전의 오실로그래프 (저항성 센서, 16 펄스 평균)

Fig. 4. Oscillographs of void discharges (R-sensor, average of 16 pulses)

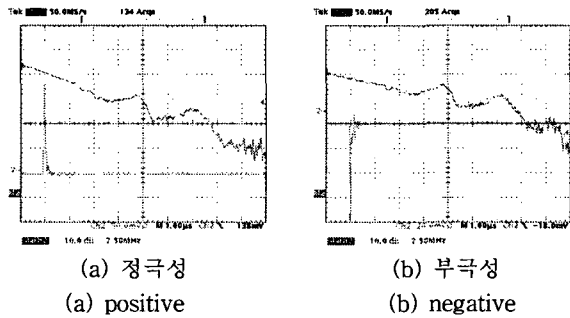


그림 5. 코로나 방전의 오실로그래프 (저항성 센서, 16 펄스 평균)

Fig. 5. Oscillographs of air corona (R-sensor, average of 16 pulses)

② HFCT 센서 이용

현장에서 전력기기의 접지 쪽에 저항성 센서를 설치하고 부분방전을 측정한다는 것은 휴전을 시켜야 할 뿐 아니라 전력기기의 시스템을 변경시켜야 한다는 측면에서 거의 불가능하다. 이에 반해, 활선 상태에서 접지 쪽에 장착이 가능하고 전력기기 시스템에 지장을 주지 않는 CT의 적용은 매우 바람직하다. 따라서, 본 연구에서는 현장 적용성을 감안하여 100kHz~20MHz의 측정 주파수 대역을 갖는 HFCT 센서를 사용하여, 보이드 방전 및 코로나 방전을 측정하고 저항성 센서의 결과와 비교하였다. 이 때, 펄스의 측정(트리거링)의 용이성을 높이기 위해 PA 분석 시스템의 입력임피던스를 300Ω으로 설정하였다.

그림 6은 보이드 방전에 대해 HFCT를 이용하여 측정한 오실로그래프이다. CH2에 나타난 보이드 방전 펄스는 저항성 센서의 결과와 전체적인 형태는 유사하지만 상당한 공진이 발생되고 있다. M2에 나타낸 주파수 스펙트럼에서 이 공진의 주파수는 5.8MHz로 나타났으며, 4.6MHz에서도 피크가 보이고 있다. 부극성 보이드 방전의 공진은 정극성 보다는 좀 더 크긴 하지만 기본적으로 정 부극성 간에 파형의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

그림 7은 HFCT를 이용하여 코로나 방전을 측정한 오실로그래프이다. 그림 6의 보이드 방전의 경우에 비해 훨씬 5.8MHz의 공진이 크게 나타났으며 11.5MHz와 17.5MHz 부근에서 성분도 크게 부각되고 있다. 정 부극성 코로나 파형 차이는 크기의 차이를 제외하고는 다르지 않은 것으로 보인다. 이와 같은 보이드 방전과 코로나에 대한 HFCT에서의 측정 결과는 HFCT를 사용하는 경우에도 펄스 파형의 구분이 충분히 가능함을 보여주고 있다.

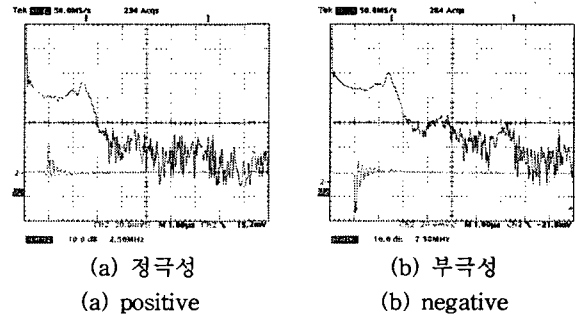


그림 6. 보이드 방전의 오실로그래프 (HFCT, 16 펄스 평균)

Fig. 6. Oscillographs of void discharges (HFCT, average of 16 pulses)

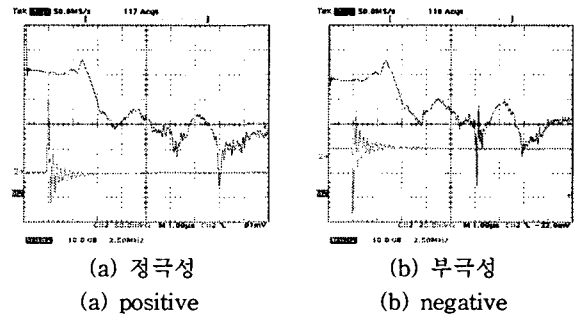


그림 7. 코로나 방전의 오실로그래프 (HFCT, 16 펄스 평균)

Fig. 7. Oscillographs of air corona (HFCT, average of 16 pulses)

한편 부분방전 측정시에 미지의 노이즈가 유입되었으며 상당히 큰 값을 보이면서 어느 정도 위상과 연계된 특성을 보이고 있었다. 그림 8.(a)는 미지 노이즈에 대한 오실로그래프로 부분방전이 발생하기 이전에도 나타났으며 그림 8.(b)와 같이 어느 정도 위상특성도 보이고 있었다. 이러한 노이즈는 보이드나 코로나와는 다른 파형 특성을 보이고 있어 충분히 구분 가능한 것으로 생각된다.

3.2 PA 분석

① 저항성 센서

3kV 인가시 저항성 센서를 이용하여 보이드 방전에 대해 측정하고 분석한 오실로그래프 및 PRPD 파형을 그림 9에 나타내었다. 예폭시 내부에 원통형 보이드를 설치하였지만 본 실험에서는 정극성 보이드 방전이 부극성에 비해 작게 나타났다. 그림 9.(b)는 본 연구에서 제작한 PA 분석 시스템으로

측정한 PRPD 패턴으로 그림 9.(a)의 오실로그래프와 잘 일치하고 있다. 이 때, 정 부극성 각각 2~3개의 클러스터가 형성되고 있는 것 역시 오실로스코프 측정에서 나타난 바와 같이 각 극성당 2개 또는 3개의 보이드 방전 펄스가 발생되었기 때문이다.

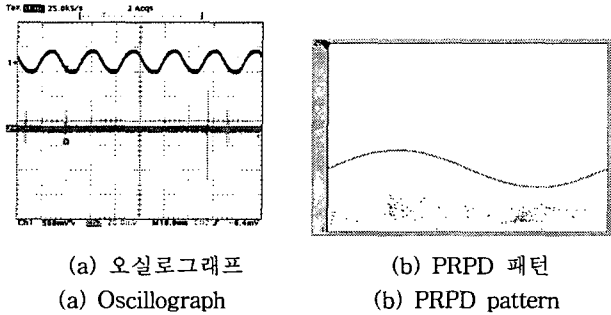


그림 8. 미지 노이즈 파형 및 PRPD 패턴 (HFCT)
Fig. 8. Waveshapes and PRPD pattern for the unknown noise (HFCT)

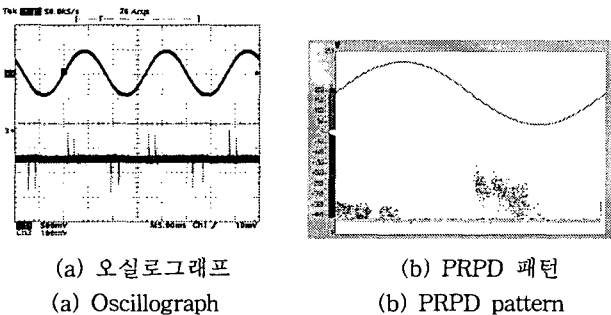


그림 9. 보이드 방전에 대한 측정 (저항성 센서)
Fig. 9. Measurements for the void discharge (R-sensor)

이러한 보이드 방전에 대해 그림 10은 저항성 센서로 측정하고 PA 분석을 수행하였을 경우의 결과로서, 그림 10.(a)는 TF-KK 분석(시간과 주파수 영역의 침해도 분석) 그리고 그림 (b)는 MMR-S 분석(측정 펄스의 Max/Min 비율 및 데이터 합을 이용한 분석)이다. TF-KK에 비해 MMR-S는 상당히 산포된 결과를 보이고 있으나, 대체로 클러스터가 형성되고 있는 것을 볼 수 있다. MMR-S의 경우에는 크게 2개의 클러스터가 형성되고 있는데, 이것은 측정 펄스의 정 부극성 차이 때문으로 그림의 위 쪽 클러스터가 부극성, 아랫 쪽이 정극성이다. 아울러, TF-KK 분석에서도 거의 클러스터가 붙어 있지만 정극성 보이드 방전은 주로 클러스터의 위 쪽에 부극성 보이드 방전은 아랫 쪽에 누적되었다. 이러한 결과는 정 부극성 보이드 방전의 펄스가 거의 같지만 그래도 약간씩 차이이기 때문으로 보인다.

그림 11은 6.4kV로 전압을 상승시켜 보이드 방전에 코로나 방전까지 발생시킨 경우의 오실로그래프 및 PRPD 파형이다. 전압 상승으로 인해 극성당 펄스의 수는 많아졌지만 그림 9.(a)의 파형에 전형적인 정 부극성 코로나 펄스들이 중첩되어 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 11.(b)의 PRPD 패턴에도 이러한 결과가 잘 나타나 있다. 다만 정극성 보이드 방전의 경우에는 값이 너무 큰 까닭에 그림에서 상한 값으로 많이 나타나 있다. 코로나 방전의 방전량은 보이드 방

전 보다는 매우 크게 나타나 코로나가 부분방전 보다도 더 큰 상황을 잘 연출하고 있다.

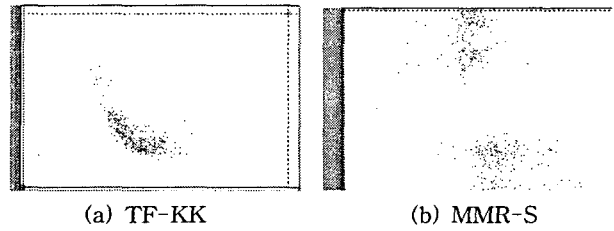


그림 10. 보이드 방전에 대한 PA 결과 (저항성 센서)
Fig. 10. Results of PA for the void discharges(R-sensor)

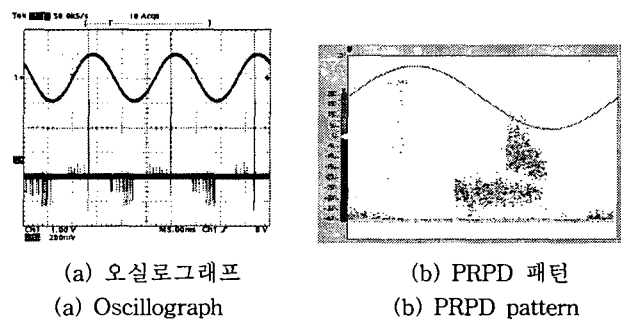


그림 11. 보이드 및 코로나 방전에 대한 측정 (저항성 센서)
Fig. 11. Measurements for the void and corona discharge (Resistive sensor)

그림 11의 (보이드+코로나)의 다중 방전에 대해 수행한 PA 결과를 그림 12에 나타내었다. 그림 12.(a)의 TF-KK 분석에서는 그림 10.(a)의 보이드 방전 클러스터 위에 코로나의 클러스터가 구분되어 형성되고 있는 것을 알 수 있으며 특히 정극성 코로나 방전은 클러스터의 좌상 끝에 몰려 누적되었다. 그림 12.(b)의 MMR-S 분석에서도 그림 10.(b)의 보이드 방전의 좌상 부분에 부극성 방전의 클러스터가 좌하 부분에는 정극성 코로나의 클러스터가 강하게 군집하고 있는 것을 볼 수 있다.

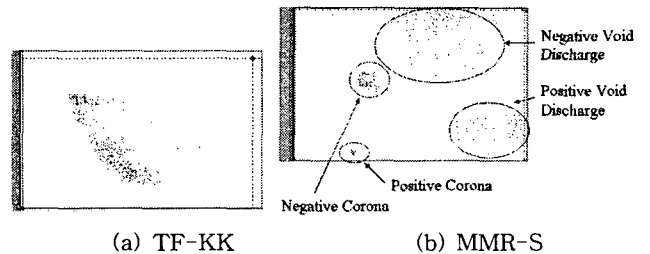


그림 12. 보이드 및 코로나 방전에 대한 PA 결과 (저항성 센서)
Fig. 12. Results of PA for the void and corona discharges (Resistive sensor)

이상과 같이 저항성 센서로 측정된 데이터에 대한 PA에서 TF-KK 및 MMR-S 분석 알고리즘은 모두 보이드 방전과 코로나를 잘 구분할 수 있는 것으로 판단된다.

② HFCT

2.7kV 인가시 HFCT를 이용하여 보이드 방전에 대해 측정하고 분석한 오실로그래프 및 PRPD 파형을 그림 13에 나타내었다. 극성당 1~2 개 정도의 부분방전 펄스가 발생하였다. 그림 13.(b)는 본 연구에서 제작한 PA 분석 시스템으로 측정된 PRPD 패턴으로 그림 13.(a)의 오실로그래프와 잘 일치하고 있다. 이러한 결과는 저항성 센서를 이용하여 측정된 결과와 동일한 것이다. 그러나, 저항성 센서에 비해 HFCT의 측정감도는 상당히 작게 측정되어 적절한 증폭이 필요하다.

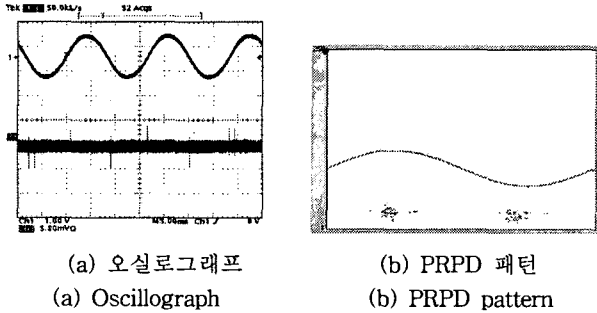


그림 13. 보이드 방전에 대한 측정 (HFCT)
Fig. 13. Measurements for the void discharge (HFCT)

한편 그림 14는 HFCT로 측정된 보이드 방전에 대해 분석한 TF-KK 및 MMR-S 분석 결과이다. 이 때, 전술한 그림 8와 같은 미지의 노이즈가 유입되어 같이 측정되었다. 그림 14.(a)의 TF-KK 분석에서는 보이드 방전의 클러스터 아래쪽에 이 미지의 클러스터가 붙어서 형성되어 보이드 방전과 노이즈의 구분이 쉽지 않다. 하지만, 그림 14.(b)의 MMR-S 분석에서는 중앙의 부극성 보이드 방전, 그 아래의 정극성 보이드 방전과 구분되어 더 아래쪽에 노이즈의 클러스터가 구분되어 형성되고 있다.

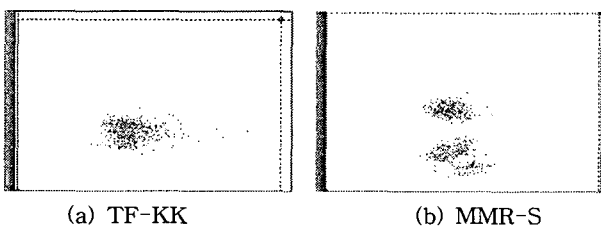


그림 14. 보이드 방전 및 노이즈 펄스에 대한 PA 결과 (HFCT)
Fig. 14. Results of PA for the void discharges and noise pulses (HFCT)

전압을 6.4kV까지 상승시켜 보이드 방전 뿐 아니라 코로나 방전을 발생시킨 경우 HFCT를 이용하여 측정된 오실로그래프 및 PRPD 파형이 그림 15이다. 그림 15.(a)의 오실로그래프는 그림 11.(a)의 저항성 센서로 측정된 경우와 매우 유사하다. 전압 상승으로 인해 극성당 펄스의 수는 많아졌지만 그림 13.(a)의 파형에 중첩되어 전형적인 정 부극성 코로나 펄스들이 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 그림 15.(b)의 PRPD 패턴에도 이러한 결과가 잘 나타나 있다. 다만 정극성

보이드 방전의 경우에는 값이 너무 큰 까닭에 그림에서 상한 값으로만 나타나 있다.

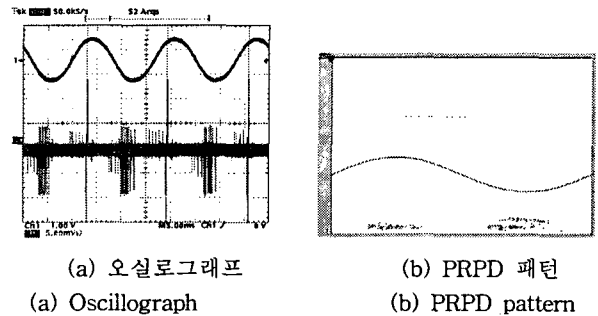


그림 15. 보이드 및 코로나 방전에 대한 측정 (HFCT)
Fig. 15. Measurements for the void and corona discharge (HFCT)

그림 16은 HFCT로 측정된 보이드 방전, 코로나 및 유입된 노이즈 펄스에 대해 분석한 TF-KK 및 MMR-S 분석 결과이다. 그림 16.(a)의 TF-KK 분석에서는 보이드 방전의 클러스터와 부극성 코로나의 클러스터가 하나로 나타나 구분되지 않는 것을 볼 수 있는데, 정극성 코로나는 클러스터의 좌측에 붙어서 강하게 군집되고 있고 노이즈의 클러스터는 보이드 방전 클러스터 아래에 붙어 있다. 이와 같은 TF-KK 분석 결과는 HFCT 사용시 결함과 노이즈의 구분이 용이하지 않다는 것을 의미하고 있다. 이에 반해, 그림 16.(b)의 MMR-S 분석에서는 모두 5개의 클러스터가 형성되는 것을 볼 수 있는데 각각 위에서부터 부극성 보이드 방전, 부극성 코로나, 정극성 보이드 방전, 정극성 코로나 및 미지의 노이즈 클러스터이다. MMR-S 분석이 TF-KK 분석 보다는 명확히 부분방전과 노이즈를 구분하고 있어 HFCT를 이용하여 측정할 경우에는 보다 효과적이라고 판단된다.

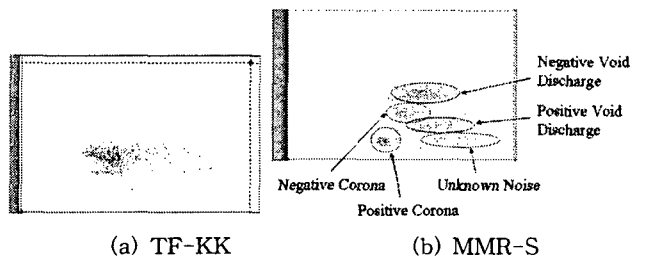


그림 16. 보이드 방전, 코로나 및 노이즈 펄스에 대한 PA 결과 (HFCT)
Fig. 16. Results of PA for the void discharges, corona and noise pulses (HFCT)

4. 결 론

본 연구에서는 HFCT를 센서로서 이용하여 펄스 분석을 통한 부분방전 구분 및 노이즈 제거가 가능한지를 파악하기 위해, 보이드 결함 및 코로나 방전에 대해 저항성 센서 및 HFCT를 이용하여 펄스 파형을 비교 분석하였으며, HFCT 진단장치 및 펄스 분석(PA) 시스템을 구축하여 이에 적절한

펄스 분석 알고리즘을 연구하였다.

그 결과, 보이드 방전과 코로나 방전 및 미지의 노이즈는 저항성 센서 뿐 아니라 HFCT에서도 펄스 파형이 다르게 나타나 펄스 분석을 이용한 노이즈의 구분이 가능함을 알 수 있었다.

아울러, 펄스 분석 알고리즘으로 적용한 시간과 주파수 영역의 통계적 파라미터(TF-KK)는 저항성 센서에서는 우수하게 나타났으나 HFCT에서는 클러스터의 분리가 용이하지 않게 나타났다. 이에 반해 펄스의 최대/최소 값의 비율 및 데이터의 합을 이용한 방법(MMR-S)은 저항성 센서 뿐 아니라 HFCT에서도 효과적으로 클러스터들의 분리가 용이하게 나타났다.

이상의 결과로부터 측정 주파수 대역 100kHz~20MHz의 HFCT를 이용한 부분방전 펄스 분석을 통한 노이즈 제거 기법은 충분히 적용 가능한 것으로 파악되었으며, 향후 현장 적용이 가능하리라 예상된다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2003-B-274) 주관으로 수행된 과제임.

참 고 문 헌

[1] A.Cavallini et al, "A New Approach to the Dianosis of Solid Insulation Systems Based on PD Signal Inference", IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol.19, No.2, pp.23-30, 2003

[2] A.Cavallini et al, "Advanced PD Interference in On field Measurements. Part 1 : Noise Rejection", IEEE Trans on DEI, Vol.10, No.2, pp.216-224, 2003

[3] H.J. van Breen, E. Gulski, J.J. Smit, H.F.A. Verhaart and W. de Leeuw, "Performance analysis of different on-line PD measurement techniques for usage on Turbo Generators", XIIIth International Symposium on High Voltage Engineering (ISH 2003), Diagnostics and on-line monitoring for CBM Session, Delft, Netherlands, August 25-29, 2003

[4] W. Krause, H.-G. Kranz, "Pulse Preclassification for online PD Noise Suppression based on realtime Pulse Shape Identification", 14th International Symposium on High Voltage Engineering, G-002, Tsinghua University, Beijing, China, August 25-29, 2005

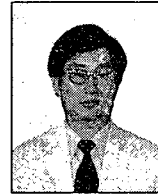
[5] 김정태, "유중 부분방전 펄스 특성을 이용한 TF 분석에 대한 고찰", 대한전기학회 논문지 Vol. 54C, No.11, pp.508-514

[6] 김정태, 이호근 "SOM 알고리즘을 이용한 부분방전 패턴인식에 대한 연구", 대한전기학회 논문지 Vol. 53C, No.10, pp.515-522

[7] R. Heinrich, S. Schaper, W. Kalkner R. Plath A. Bethge, Synchronous Three Phase Partial Discharge Detection on Rotating Machines, ISH 2003, Paper 542

[8] K. Rethmeier, W. Kalkner, R. Plath, "On-site PD decoupling and localization at cross bonded HV cable systems", ISH 2005, Paper G-104

저 자 소 개



김 정 태 (金正泰)

1960년 1월 1일생. 1982년 한양대 공대 전기공학과 졸업(학사). 1987년 한양대 공대 전기공학과 졸업(석사). 1992년 한양대 공대 전기공학과 졸업(공학박). 현재 대전대 공대 전기정보시스템공학과 부교수.

Tel : (031)539-1914 Fax : (031)539-1910
E-mail : jtkim@daejin.ac.kr



김 지 홍 (金智鴻)

1973년 8월 13일생. 2000년 대전대 공대 전기공학과 졸업(학사). 2002년 한양대 공대 전기전자제어계측공학과 졸업(석사), 2004년 한양대 공대 전기전자제어계측공학과 박사과정 수료, 현재 한양대 공대 전기전자제어계측공학과 연구과정.

Tel : (031)400-4041 Fax : (031)417-0533
E-mail : 100@ihanyang.ac.kr



구 자 윤 (具滋允)

1951년 2월 7일생. 1975년 서울대 공대 전기공학과 졸업(학사). 1980년 프랑스 ENSEEIHT 졸업(석사). 1980년~1984년 프랑스 ENSIEG 졸업(공학박). 현재 한양대 공대 전기공학과 교수. 한양대 전자재료부품 연구센터(EM&C) 소장, 한양대 퓨전전기기술융합연구센터(FET) 소장

Tel : (031)400-5163 Fax : (031)407-9873
E-mail : koojy@hanyang.ac.kr