

TF-MAP을 활용한 22.9KV Cable 부분방전 측정 시스템 개발

최원*, 이용성*, 이현선*, 황철형*
(주)엠펜워*

Developments of partial discharge measurement system for 22.9KV Cable using TF-MAP

Won Choi*, Yong-Sung Lee*, Hyun-Sun Lee*, Cheol hyeong hwang*
MPOWER Corporation*

Abstract - 지난 10년여간의 국내의 연구 결과 배전 케이블에 대한 부분방전 측정기술의 정확성은 상당히 향상되었고 그 결과물로서 수많은 측정 장비와 기법이 개발되어 오늘날 널리 보급되고 있다. 하지만 여전히 측정된 Data에 대한 해석은 일부 전문가들에게조차 복잡하고 어려운 일로 남아 있다, 자칫 그릇된 해석은 향후 큰 사고로 이어질 수 있으므로 선로 운영자의 입장에서 측정결과와 신뢰성에 민감할 수밖에 없다. 이러한 신뢰성을 높이 고자 기존에 많이 사용되고 있는 PRPDA기법의 단점을 보완 할 수 있는 TF-MAP을 활용한 배전 케이블 부분방전 측정 시스템을 개발 하였다.

1. 서 론

경제 성장에 따라 전력 수요는 날로 증가되어 기간 전력 시스템은 크게 확장되고, 전력설비 기기는 초고압화, 대용량화되고 있다. 그에 따른 도시미관의 중요성이 부각되면서 전력케이블은 점점 지중화 되어가고 있다. 일반적인 지중 배전 선로(22.9kV)는 중간접속부와 종단접속은 케이블을 연결하는 부분인데, 중간접속부와 종단접속의 빈번한 사고로 인한 막대한 경제적 손실을 방지하기 위해서 많은 노력이 요구되고 있다. 최근에 들어서 이러한 문제를 해결하기 위해서 다양한 부분방전 분석을 이용하여 많은 부분을 예방 및 발견하고 있다. 부분방전 분석은 여러 가지 방법들이 제시되고 있다. 그중에서 PRPDA방법이 많이 쓰이고 있는 실정이다. 그러나 현장에서 부분방전 진단은 주변 노이즈 및 다중방전이 발생할수 있기 때문에 PRPD 분석 방법으로는 한계가 있다. 이런 단점을 보완 할 수 있는 측정 방법이 TF-MAP을 활용한 부분방전 측정 방법 이다.

2. 본 론

2.1 TF-map

TF-map은 시간 영역에서 측정된 부분방전 펄스의 표준편차를 X좌표로 하고, 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역으로 변환한 후 계산된 표준편차를 Y좌표로 하여 하나의 펄스를 2차원 영역에 하나의 점으로 표시하는 방법으로 X와 Y좌표는 아래 식으로 표현된다.

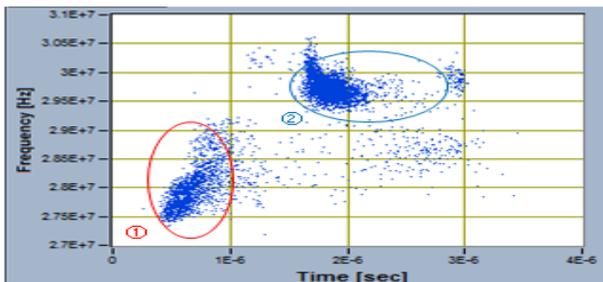
$$\sigma_T = \sqrt{\int_0^T (t-t_0)^2 \tilde{s}(t)^2 dt} \quad \text{-----(1)}$$

$$\sigma_F = \sqrt{\int_0^\infty f^2 |\tilde{S}(f)|^2 df} \quad \text{-----(2)}$$

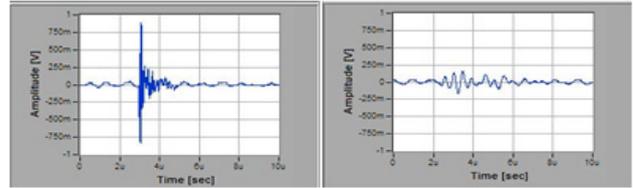
$\tilde{s}(t)$: 측정된 신호($s(t)$)를 정규화한 신호

$\tilde{S}(t)$: 정규화된 신호($\tilde{s}(t)$)의 푸리에 변환

t_0 : 정규화된 신호 $s(t)$ 의 무게중심(gravity center)



(a) TF-MAP



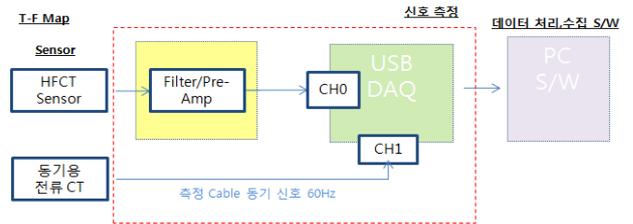
(c) 2번 군집 노이즈 펄스 (b) 1번 군집 코로나 펄스

<그림 1> TF-MAP 및 각군집의 펄스 형태

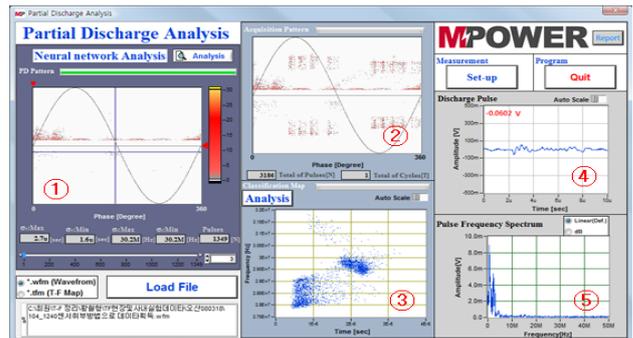
그림 1은 측정된 TF-MAP이다. 측정 된 신호에 따라 군집이 형성 되고 그군집에 따른 펄스 분석 화면이다.

2.2 부분방전 측정 시스템 개발 및 구성

그림 2는 TF-MAP 측정 시스템 구성도 이다. 또한 TF-MAP S/W 구성은 그림 3와 같다.



<그림 2> TF-MAP 측정 시스템 구성



<그림 3> TF-MAP S/W 구성

시스템 구성 각 품목별 설명.

센서 쿼부 : HFCT

Filter/Pre-Amp : 10~50Mhz, -20dB, -10dB, 0, 10dB, 20dB, 40dB

USB DAQ : 500M/S

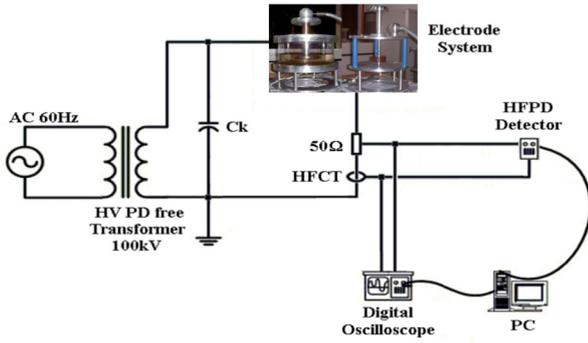
PC: 노트북

그림 2의 화면 구성은 다음과 같다.

- ① TF-MAP 군집에 따른 PRPD 화면
- ② TF-MAP 전체 범위에 따른 PRPD 화면
- ③ TF-MAP 화면 군집을 설정할 수 있다.
- ④ 1번 PRPD 화면에서 선택된 펄스의 형태를 나타내 준다.
- ⑤ 1번 PRPD 화면에서 선택된 펄스를 주파수 분석(FFT) 화면이다.

2.3 부분방전 측정 시스템 검증 실험장치의 구성

부분방전을 검출하기 위한 실험 장치 구성도는 그림 4와 같다.

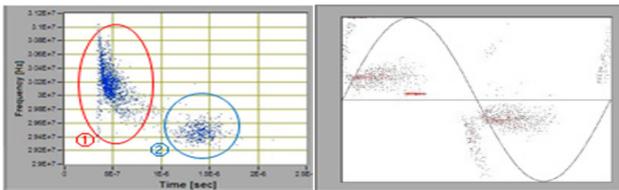


<그림 4> 실험장치의 구성

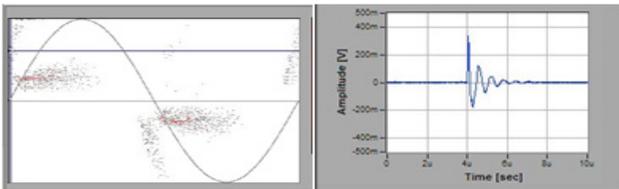
배전 케이블에서 발생할수 있는 결합으로 다중방전(보이드 + 코로나) 결합을 모의하였고 모의결합에서 발생하는 부분방전을 HFCT를 사용하여 MPC 통합장비와 컴퓨터를 연동하여 측정하였다.

2.3.1 다중 방전(보이드+코로나)

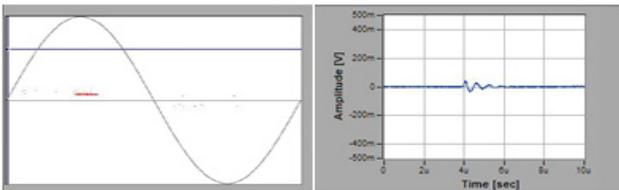
현장에서 가장 문제가 되는 것이 노이즈와 여러 가지 부분방전 신호가 동시에 측정되는 것이다. 이러한 다중방전을 모의 하였고 그림 5는 측정된 결과 이다. 결과를 보면 PRPD에서는 몇가지의 신호가 있는지 알아보기가 힘들다. 그러나 TF-MAP을 보면 두가지의 신호가 2개의 군집으로 분류 되는 것을 볼수 있고 그 군집에 따른 그림 12의 PRPD 결과를 보면 보이드와 코로나 방전이 동시에 측정된 결과를 볼 수 있다.



(a) 다중방전 TF-MAP, PRPD



(b) 1번 보이드 PRPD

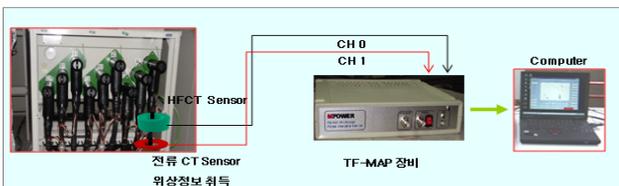


(c) 2번 코로나 PRPD

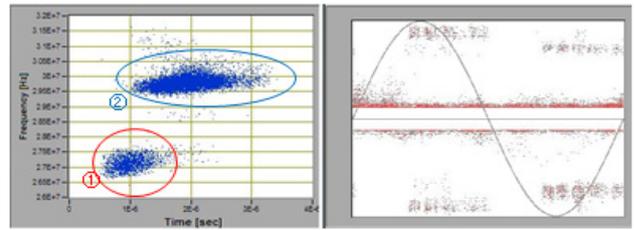
<그림 5> 다중방전 TF-MAP, PRPD

2.4 현장 진단

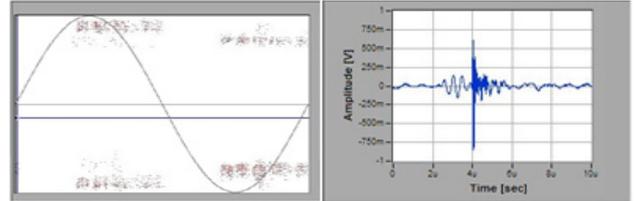
그림 6은 현장 설치 구성도 이다. 그림 7은 종단접속 지점에서 측정된 결과이다. 종단이다 보니 코로나와 주변 노이즈가 동시에 측정 된다. 두 군집으로 나누어 지고 그군집에 따른 PRPD 분석한다



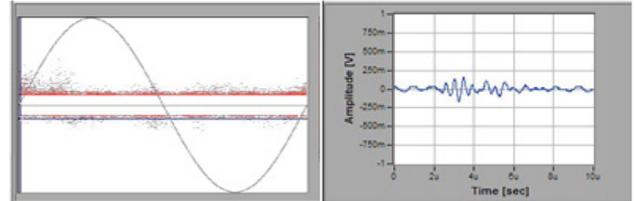
<그림 6> 현장 설치 구성도



(a) 종단접속 TF-MAP, PRPD



(b) 1번 군집 계개기 코로나 PRPD



(c) 2번 군집 종단 노이즈 PRPD

<그림 7> 종단 접속 측정 결과

위에서 보는 바와 같이 코로나와 노이즈 분류 화면이다. 각각의 군집을 PRPD 분석을 하고 분석되어진 PRPD 화면의 펄스 형태를 확인하여 어떠한 방전인지 노이즈 인지 구분하게 된다.

3. 결 론

TF-MAP을 활용한 배전 케이블 부분방전 측정 결과로 알수있듯이 여러 가지 신호에 대한 분류 방법으로 TF-MAP을 활용한 진단은 기존 PRPD 방법의 단점을 보완해 줄것으로 사료된다. 신호가 다중으로 발생하여 부분방전 측정을 하게 되면 PRPD 방법만으로는 한계가 있다. 현장에서 여러 가지 신호의 발생으로 신호 대한 분석이 필요하다. 그러나 TF-MAP 분류 팩터 범위에 따른 결합별 기준이 아직까지는 정립되어 있지 않다. 향후 TF-MAP Data Base를 통해서 각 결합에 대한 패턴을 정립하고 축적된 자료를 가지고 PRPD를 통한 Neural Network와 같은 인공지능 판별 알고리즘을 가지고 학습을 하여 보다 정확한 부분방전 측정을 할수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 “08년 중소기업청 기술혁신 과제” 지원에 의해 수행된 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] A. Cavallini, G.C. Montanari, F. Puletti, A. Contin, "A New Methodology for the Identification of PD in Electrical Apparatus: Properties and Applications", IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation Vol. 12, No. 2, April 2005.
- [2] A. Cavallini, G.C. Montanari, F. Puletti, A. Contin, "A New Methodology for the Identification of PD in Electrical Apparatus: Properties and Applications", IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation Vol. 12, No. 2, April 2005.
- [3] Z.Nadonly, J.M.Braun, and R.J.Densley "Effect of Mechanical Pressure And Silicone Grease on Partial Discharge Characteristic for Model XLPE Transmission Cable Joint", IEE, High Voltage Engineering Symposium, 22-27 August 1999