

RFCT를 이용한 개폐기 절연열화 상태감시 진단 장치 개발

최재욱, 김영노, 황경준, 정인승, 박학열*
 (주)피에스디테크, 한전 KDN(주)*

The development of the Switchgear Insulation Deterioration Condition Monitoring Equipment by using RFCT

Jae-Ok Choi, Young-Noh Kim, Kyung-Jun Hwang, In-Song Jung, Hak-Yul Park*
 PSD Tech, KDN*

Abstract - This paper is analyzed that the development of intelligent terminal unit for the switchgear partial discharge diagnosis. It is the core technology for supplying with stable and trust electric as a technology that be economic of the high efficient, the maintain, the confidence and the repair. So the condition diagnosis of the switchgear is necessary by developing intelligent terminal unit.

1. 서 론

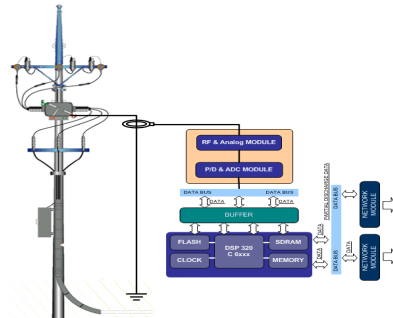
개폐기 내에서 결함은 발생빈도가 높고 자유도체, 부유전극, 돌출전극 등의 타 결함과 비교할 때 상대적으로 다양한 방전유형[1-3]을 가지고 있어 판별이 어렵기 때문에 신뢰도 높은 방전유형 판단 기술이 요구되고 있다. 그러나 RF 대역에서 방전유형에 대한 체계적인 연구결과가 드물고 명료하게 규명되지 않아 수 MHz 이하의 주파수 대역을 측정하는 IEC 60270 등에 의해 구축된 방전유형을 이용하여 RF 대역에서 측정된 방전신호의 원인을 유추하는 경우가 많으나[1] IEC 60270 과 RF 대역 부분방전 측정법은 측정 주파수 대역에서 큰 차이가 있다, 따라서 신뢰도 높은 결함원인의 판단을 위해서는 RF 대역에서의 방전유형에 대한 다양한 연구가 선행되어야 한다. 현재 국내의 예방진단 기술수준은 부분적으로 선진국의 기술을 토대로 연구하는 단계이며, 초보적인 수준에서 벗어나서 자체의 기술 개발에 전력을 기울이고 있는 실정이다. 그러나 선진국에서는 전력산업이 오래전부터 발달하여 체계적으로 연구가 이루어지고 있으며, 보수에 많은 비용이 소요되기 때문에 신뢰성을 높이기 위한 진단 기술에 많은 노력을 기울이고 있다. 또한 전력기기의 고성능화, 신뢰성 확보, 유지 및 보수의 경제 성향성과 적정시기 교체를 확보하는 기술로서 산업설비, 전력계통설비, 지하철, 고속철도 등의 교통 및 수송설비와 하중물처리장, 배수펌프장과 같은 환경 및 재해방지설비에 대해서 안정적이고 신뢰성이 있는 전력공급을 위한 핵심기술이다. 전력기기의 고성능화, 신뢰성 확보와 보수, 유지 및 교체의 경제성 향상을 위해서 운전 중인 기기에 대한 감시진단 기술이 필수적이고 많은 전력기기의 시스템이 자동화 및 무인화가 되므로 진단 체계를 구축하는 기술이 필수적이다. 이를 위하여 변압기 및 개폐기의 부분방전의 광역 측정 및 지능형 진단 기술의 핵심인 단말 장치는 중요한 핵심이 된다.

본 연구에서는 지능형 감시 진단 단말장치를 개발하여 부분방전 발생 초기에 진단하여 사고를 미연에 예방하기 위한 시스템을 개발하여 모듈화 된 개폐기 부분방전 진단 시스템을 개발하는 연구를 하고자 한다.

2. 본 론

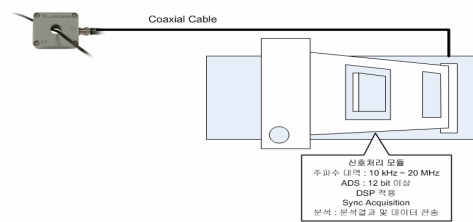
2.1 개폐기 상태감시진단 Module 개발

설비상태감시진단 모듈을 개발하기 위해서는 다양한 기초적인 시험과 각 모듈간의 매칭 테스트 등이 필요로 하게 된다. 또한 현장에 설치되어진 기존 개폐기 적용을 위하여 부분방전시 발생하는 개폐기 외함 접지전류 진단기법을 적용하였다. 그러나 이러한 RFCT의 경우 국내에서 제작하는 업체가 없으며 국외의 것이 활용되어지고 있어 국내에 RFCT에 대한 특성에 대한 자료가 극히 국한적으로 적용되어지고 있다. 이러한 RFCT의 특성을 파악하기 위하여 부분방전 시 발생하는 접지전류를 측정하여 주파수의 특성 및 RFCT 출력 특성을 측정하여 이 데이터를 이용한 Main AMP, Band Pass Filter, Detector 설계에 반영하였다.



<그림 1> RFCT 방식에 따른 상태감시단말장치 블록도

위의 그림에서와 같이 상태감시단말모듈은 독립적으로 동작을 하며 기타 배전 자동화 단말장치에 적용될 수 있도록 설계되어졌다.

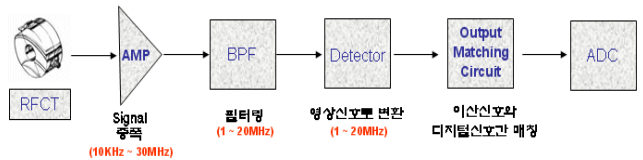


<그림 2> 진단 Module 적용 방식 구조

위의 그림 2은 지능형 단말장치에 적용되어 측정할 수 있는 구조의 형태이다.

2.2 RF & Analog 회로설계 및 Module 제작

국외의 RFCT센서의 특성시험의 결과에 따라서 RF & Analog 회로를 설계하였다. 국외의 RFCT 측정 결과 1 ~ 20 MHz 주파수 대역이 공통적으로 활용되어 선정할 수 있었다. 또한, 미소 부분방전 신호의 경우 주파수대역 적용 외에 매우 빠른 임펄스성 신호이기 이를 증폭적용할 수 있도록 설계에 반영하였다. 이는 회로내에서 응답특성에 대한 특징이 강조되어지기 때문이다.

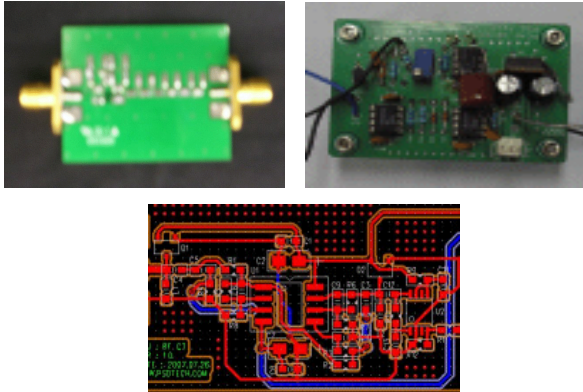


<그림 3> RF & Analog 회로 블록도

증폭기 (Amplifier) - RFCT센서 측정되는 부분방전신호는 매우 빠른 임펄스성의 신호로 출력에 제공하게 된다. 이는 신호가 고속이며 미약한 신호로 발생되어지며, 이를 적절한 크기의 형태로 분석을 위하여 고속의 증폭이 필요로 하게 된다. 또한 측정이 용이하고 호환성을 높이기 위하여 임출력 임피던스를 고려하여 설계에 반영할 것이다.

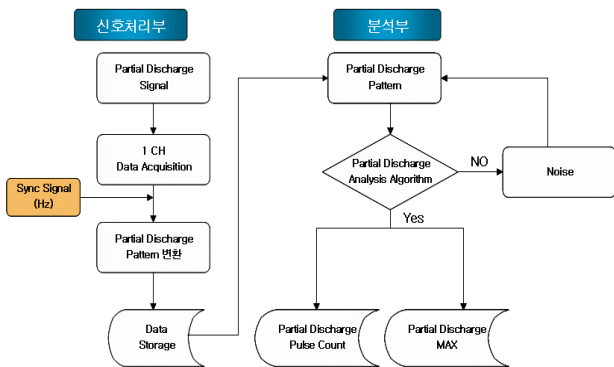
대역통과필터 (Band Pass Filter, BPF) - RFCT센서는 기본적으로 저주파수 대역에 대한 필터기능을 가지고 있다. 그러나 주변에 다른 주파수 대역의 노이즈에 대하여 Cut-off를 하는 방식이 아니라 저감하는 방

식이다. 이를 좀더 Cut-off를 하기 위하여 신호처리 장치에는 주파수 대역을 선택 할 수 있는 대역통과필터를 적용하여 불요 전자파 간섭을 최소화하도록 설계에 반영하여야 한다. 주파수특성시험의 결과로 1 MHz - 20 MHz대역을 포함하여 대역통과필터를 적용할 수 있도록 설계시 반영이 필요하다.



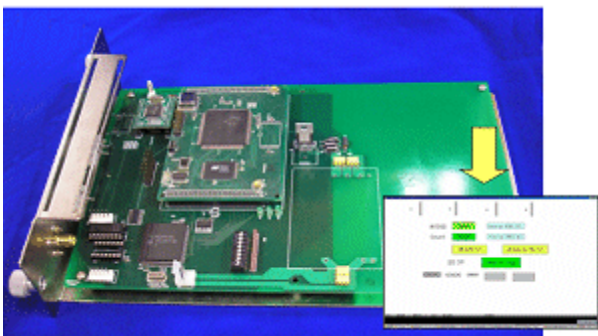
<그림 4> RF & Analog Module

Digital 회로 설계 및 제작 - 신호처리 및 부분방전 분석을 위한 Module을 제작하였다. 이 Module은 크게 Main Board, DSP Module, 통신 Module로 3가지로 구성되어진다. Main Board는 Analog 신호에서 이산신호로 변환하기 위한 ADC회로와 DSP Module의 데이터를 처리하기 위한 Bus를 포함하는 Board이며 DSP Module은 이산화 된 데이터를 전원 주파수인 60Hz에 데이터를 변환 및 이산화신호처리와 데이터를 이용하여 수학적 연산에 따른 부분방전 판단을 연산을 담당하게 된다. 통신 Module은 지능형 단말장치에 데이터를 보내며 현장에서 데이터를 취득할 때 용이하기 위하여 적용되어진다. 기타 내부 H/W Test를 위하여 기본 통신과 상용을 적용할 수 있도록 Board에 적용하였다.



<그림 5> 신호분석 알고리즘

통신회로 설계 및 제작 - 통신 Module은 내부 Digital 회로에서 변환된 이산신호의 데이터를 적용하기 하여 RS-232 통신방식으로 설계에 반영 하였다. 통신 Port가 필요로 하게 되는 경우는 실제 Card Type의 상태감시모듈이므로 내부에서 통신 및 외부와 연결할 수 있는 통신 Port를 2 층으로 구성하지 않고 외부에 적용하여 사용이 용이하도록 설계에 반영되어 제작하였다.

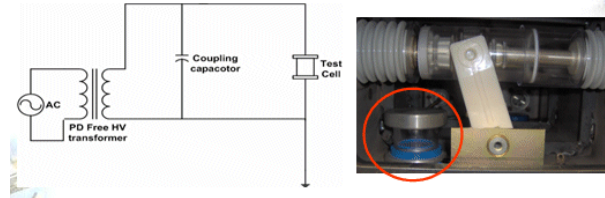


<그림 6> 개발된 상태감시 모듈

그림 6은 상태감시 시스템을 구현한 모듈이다. 본 모듈을 이용한 개폐기 부분방전 진단용 시험 장치와 비교한 결과 뛰어난 성능과 고감도 및 Noise Filter 효과를 나타내었으면, 진단 알고리즘으로 정확한 PD 패턴 측정을 할 수 있었다.

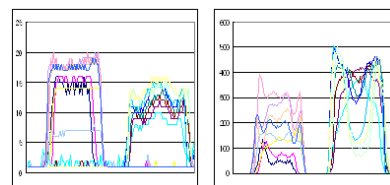
2.3 부분방전 측정 시험

개발된 상태감시모듈을 이용하여 부분측정시험을 하였다. 실 배전용 개폐기 모의장치를 이용하여 IEC 60270법에 제시하는 방식으로 시험 구성을 하였다. 부분방전 발생원은 내부 부분방전을 발생시킬 수 있는 모의부분방전 발생장치를 이용하여 발생시켰으며 다양한 부분방전 형태를 모의 부분방전 발생장치를 바꾸어 가며 시험을 하였다.

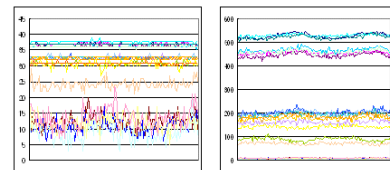


<그림 7> RF & Analog Module

접지선로에 연결된 RFCT를 통하여 상태감시모듈내에서 신호처리 하였으며 이를 적용하여 상위 S/W를 통하여 데이터를 취득할 수 있었다.



(a) 부분방전 패턴 데이터



(b) Noise 패턴 데이터

<그림 8> 부분방전 측정 결과

3. 결 론

본 연구에서는 지능형 단말 장치를 이용한 감시 진단 플랫폼 제작을 위한 기본 구성을 설계하였으며, 기본 구성에 따라 모듈을 제작하여 기본 동작을 확인 하였다. 지능형 상태감시 진단 단말 모듈은 신호 처리부와 분석부로 나누고, 소프트웨어를 개발하여 부분방전시 발생하는 신호를 처리하여 데이터를 전송할 수 있도록 하였다. 예방진단 센서 비교시험을 통한 진단 알고리즘의 우수성을 입증하였으며, 수명예측이 가능한 알고리즘을 개발 적용하였다. 현재 현장적용을 진행하고 있으므로 상용화까지 가능할 것이다.

[감 사 의 글]

본 연구는 부분적으로 산업자문부 전력산업 연구개발사업 지원에 의해 수행된 연구 결과로 이에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤진열, 박기준, 구선근, "GIS 고장예방을 위한 UHF 부분방전 신호해석기술 연구"한국전력공사 전력연구원 연구보고서, 2005.3
- [2] Kai Wu Toshiro Ijichi, Akira Kojima, Fumitaka Komori and Yasuo Suzuoki, "Influence of PD resttime on ϕ -q-n patterns from voids", IEEE 7th International Conference on Solid Dielectrics, June, 2001.
- [3] Kai Wu, Tatsuki Okamoto and Yasuo Suzuoki, "A Simulation Model for PD Patterns in Voids with Consideration of PD Discharge Areas", Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, 2000.
- [4] J. C. Devins, S. J. Rzed and Schwdbbe, "Breakdown and Prebreakdown Phenomena in Liquids", J. Appl. Phys., Vol. 52, pp. 4531-4545, 1981.
- [5] "2006 변전설비 고장원인 분석 및 대책", 한국전력공사 송변전처, 2007.3