

디지털 변전소 적용을 위한 초고압 GIS 부분방전 상태감시장치 개발 연구

김영노, 조용준, 최철광, 황철민, 최재옥, 강창원
(주) 피에스디테크*

**A study of Partial Discharge Condition Monitoring Equipment
In the Ultra High Voltage Gas-Insulated Switchgear(GIS) for Digital Sub-station application**

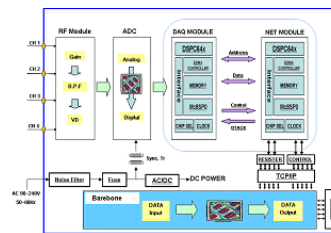
Young-Noh Kim, Young-Jun Cho, Chul-Gang Choi, Chul-Min Hwang, Jae-Ok Choi
Power System Diagnosis TECH.,Inc

Abstract - By applying the digital sub-station, the change of various protect and measuring equipments has been applying. This paper is analyzed that the development of GIS partial discharge condition monitoring equipment is suited to the electricity IT technology and digital sub-station. It's constitution apply to be able to suit the data to high rank for GIS partial discharge condition monitoring equipment that is suited digital sub-station and Watch-dog module that be able to monitor the inner communication of the GIS partial discharge equipment. And then it also be able to apply of GIS partial discharge equipment when digital sub-station is applied.

위의 그림 1 은 디지털변전소내에서 GIS 부분방전 상태감시 장치의 적용을 위한 전체의 구성도이다. 상위의 서버에 데이터를 전송하기 위해서는 GIS 부분방전 상태감시장치에서는 GIS-IED에 IEC 61850프로토콜에 적합한 데이터를 보내야 하며 이러한 데이터를 보내기 위해서는 GIS 부분방전 상태감시장치에서는 자체적인 진단기능, 통계적신호처리 알고리즘, 측정된 미소방전신호에 대한 고속 신호처리가 이루어져야 한다.

2.2 GIS 부분방전 상태감시장치 설계

이러한 디지털변전소에 적용하기 위한 초고압 GIS 부분방전 상태감시는 크게 RF Module(500 ~ 1500MHz), DSP Module, Main Board로 이루어져 있다. GIS 부분방전 상태감시장치의 구성은 다음과 같다.



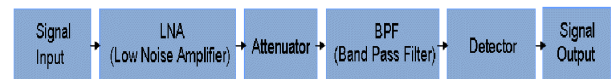
< 그림 2 > GIS 부분방전 상태감시장치 블록도

GIS 내부에서 발생되는 부분방전의 신호의 경우 매우 미소한 임펄스형의 신호이다. 이를 UHF방식으로 센서에서 측정되어진 신호를 3개의 RF Module을 통하여 측정될 수 있도록 설계하였으며 외부에 Noise 센서를 두어 Noise신호를 제거할 수 있도록 하였다. 이렇게 측정된 신호는 ADC 회로를 거쳐 DSP Module에서 이산화 처리되어지며 다른 DSP Module에서 통계적 신호처리를 통하여 PRPD 형식으로 데이터를 가공할 수 있는 구조로 설계 하였다.

2.3 GIS 부분방전 상태감시장치 개발

2.3.1 RF Module 개발

초광대역 극초단파 신호처리장치는 UHF 센서가 감지한 미약한 부분방전 신호를 증폭하고 감쇄기(Attenuator)를 이용하여 이득을 제어하며, 대역통과필터(Band Pass Filter, BPF)를 이용해 불요 전자파 간섭을 최소화하여 검출기(Detector)에서 신호를 검출한다. 따라서 센서에서 검출된 신호가 본 장치로 입력된 광대역 극초단파 신호는 잡음이 적절히 제거된 낮은 주파수의 신호로 출력된다. 이렇게 출력된 신호는 ADC 신호처리 장치로 입력되어 연산장치(DSP)를 거쳐 연산처리 하게 된다, Local 신호처리 장치는 3개의 센서와 Noise Sensor를 입력할 수 있도록 설계되었으며 개별 RF Module은 독립적으로 동작하여 신호처리하게 된다. 따라서 초광대역 극초단파 신호처리 보드는 개별화되어 독립적으로 처리할 수 있도록 하였으며 보드 및 외부 노이즈의 간섭을 최소화하기 위하여 각각의 보드에 내부 실드 케이스를 사용하였다. 이렇게 제작된 초광대역 극초단파 신호처리장치는 4개의 개별 RF 모듈이 하나의 SET가 되어 1개의 Local 신호처리장치에 연결되도록 제작하였다.



< 그림 3 > 극초단파 신호처리 장치 블록도

1. 서 론

최근 전력 수요의 증대와 함께 전력계통이 복잡화, 다양화, 대용량화되고 전력의 질적 향상에 대한 인식이 점점 고조되면서 다양한 요구가 발생하고 있다. 그러나 기존의 설비로는 이러한 요구를 만족시킬 수 있는 전력의 질(Quality)을 유지시키기에는 한계가 있는 실정이다. 또한 기존의 설비를 이용하여 변전소 자동화를 위한 정보의 공유 및 단말 장치들의 연계효과를 이루기 위해서는 많은 비용과 유지 보수 인력이 필요하다.

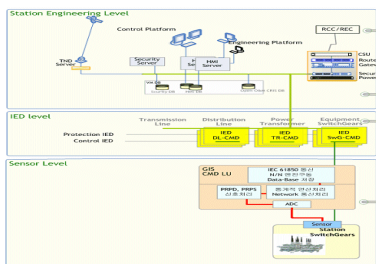
그러나, IEC-61850 고속 통신을 이용한 새로운 개념의 Universal Platform 의 IED 및 새로운 알고리즘을 적용한 변전소 종합 자동화는 기존 설비보다 훨씬 저렴한 비용으로 설비를 구축, 확장, 유지할 수 있어 국내외적으로 IED 및 디지털변전소에 적용할 수 있는 장비들을 개발 및 일부 국외에서는 적용하고 있는 실정이다.

그 중 국내외의 GIS 부분방전상태감시 시스템은 다양한 구성으로 네트워크를 형성하고 있다. 이러한 다양한 구성으로 인하여 디지털변전소에 적용시 구성이 복잡해지고 측정 데이터량이 많아 IED에 적용시 많은 문제점을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 디지털변전소 및 IED에 적용할 수 있는 GIS 부분방전 상태감시를 개발하였다.

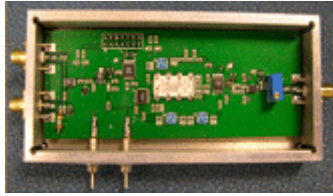
2. 본 론

2.1 시스템 구성

디지털 변전소의 경우 다양한 IED에 의하여 구성 및 적용되어지고 있다. 이러한 IED의 경우 다양한 Device가 연결되어 최종 상위의 데이터를 전송할 수 있는 구조로 연구되어지고 있다. 이러한 디지털 변전소에 적용하기 위한 GIS 부분방전 상태감시장치 경우 이러한 IED에 연결되어 상위 서버에 감시 및 진단할 수 있도록 데이터 전송이 가능하여야 하며 이를 IEC 61850 프로토콜에 적합하게 데이터를 전송하는 두 가지의 기능을 충족하여야 한다.



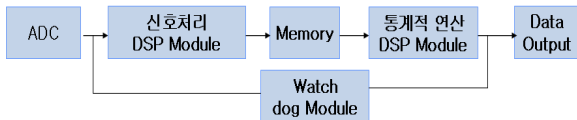
< 그림 1 > GIS 부분방전 상태 감시 장치 디지털변전소 적용 구성도



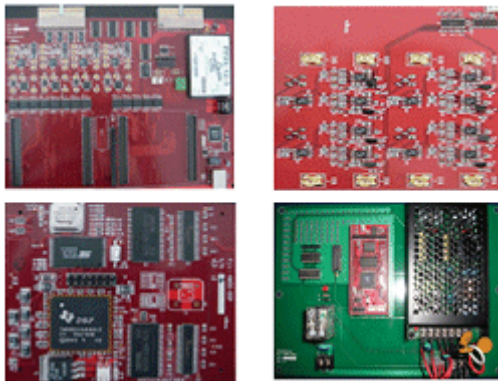
〈 그림 4 〉 극초단파 신호처리 모듈

2.3.2 Local 신호처리 Module 개발

DSP Module은 1개당 최대 4개의 센서로부터 데이터를 취득하여, 취득된 데이터 및 데이터로부터 연산처리된 부가정보를 전송하는 Module이다. DSP Module은 다음과 같은 구성 Unit들로 이루어져 있다. 먼저 초광대역 극초단파 신호처리 장치로부터 처리된 RF펄스들을 일정 시간 동안 추적하여 최대 펄스를 찾아 제공하는 ADC가 있으며, 수집된 펄스의 디지털 신호 처리를 담당하는 DAQ (Data Acquisition) Unit과 DAQ Unit으로부터 전송된 데이터를 통계적 연산처리하여 분석모듈로 데이터를 전송하는 DSP 연산처리 Unit이 있다. 상기 Unit중 DAQ Unit과 DSP 연산처리 Unit은 각각의 unit을 위한 ADC 또는 주변장치를 탑재한 Back Board에 탑재된다. 그리고 시스템에 상태를 감시하는 Watchdog Module 구성된다.



〈 그림 5 〉 Local 신호처리 Module 블록도



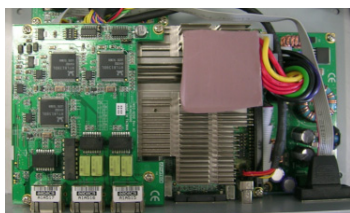
〈 그림 6 〉 개발된 Local 신호처리 Module

2.3.3 분석 Module 개발

분석 모듈은 DSP 연산 모듈에서 처리된 데이터를 이용하여 부분방전 유무 및 패턴을 분석 적용하기 위한 모듈이다. 또한 TCP/IP Card를 통하여 상위로 데이터 전송할 수 있도록 설계 및 구성되어 졌다.



〈 그림 7 〉 분석모듈 블록도



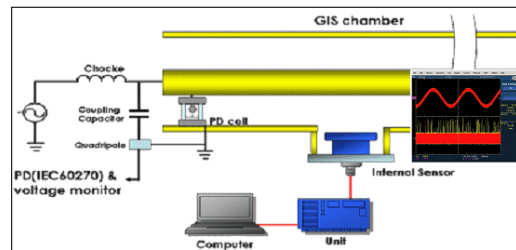
〈 그림 8 〉 분석모듈



〈 그림 9 〉 개발된 GIS 부분방전 상태감시 장치

2.4 성능시험

제작된 GIS 부분방전 상태감시장치 내부의 극초단파 신호처리 모듈 및 Local 신호처리모듈을 이용하여 모의 GIS의 시험장치를 이용하여 비교측정을 하였다. GIS내부의 부분방전을 발생시키기 위하여 결합원별 부분방전 발생장치(PD Cell)을 제작하였으며, 측정을 위하여 실험용 GIS mock up(정격 170kV, 50kA, 1200A)을 사용하였다. 전압원으로는 Haefely Trench 사의 noise free High-voltage transformer(PZTL 100-0.25)를 사용하였으며, 전자파 차폐를 위해 모든 실험은 shield room(electric field 1kHz-1GHz : 100dB)내에서 이루어졌다. GIS 한쪽 끝에 PD cell을 위치시키고 PD cell에서 가장 인접한 점검장에 초광대역 극초단파 내장형 센서를 설치하였으며, LMR500 cable을 이용하여 Local Unit과 센서를 연결하였다. 실험 장치 구성도는 그림 10과 같다. PD cell에 전압을 인가시킨 후 IEC60270방식의 voltage monitoring system을 이용하여 방전량을 확인하였으며, 내장형 센서에서 검출된 신호는 신호처리장치를 거친 후 Network를 통해 메인컴퓨터에서 데이터를 취득 저장하였다.



〈 그림 10 〉 5pC에 시험 구성 및 측정된 신호

3. 결 론

본 논문에서는 디지털변전소에 적용될 수 있는 GIS 부분방전 상태감시장치를 개발하였다. GIS 부분방전 상태감시장치 개발 항목은 다음과 같다.

- 1) 부분방전 신호처리를 위한 상시감시장치에서 최소감도 5pC이하의 부분방전신호를 측정할 수 있었다.
- 2) 디지털변전소내 부분방전 상태감시장치는 기존의 상태감시시스템에 보다 단순화하면서 다양한 기능을 구현하였다.

감사의 글

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

[참 고 문 헌]

[[1] B. F. Hampton, J. S. Pearson, C. J. Jones, T. Irwin, "Experience and Progress with UHF Diagnostic in GIS", CIGRE Session. Paris, 1992, Paper 15/23-03.

[[2] IEC, "High-voltage switchgear and controlgear-Part 203 : Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV", IEC 62271-203, Annex C, Nov. 2003

[[3] P. Conventry, B. F. Hampton and C. J. Jones, "Ten Years Experience with the UHF Method of GIS Partial Discharge Monitoring", Sixty-Fourth Annual International Conference of Doble Clients, Apr. 21-25, Boston, 1997.

[[4] CIGRE Task Force 15/33.03.05 of Joint Working Group 15.03, "Partial Discharge Detection System for GIS : Sensitivity verification for the UHF method and the Acoustic method, Electra, No. 183, p75-87, 1999.