

변전소 예방진단시스템 데이터 취득장치 개발

심종태*, 심상만*, 권동진**, 최인혁**, 정길조**

* : (주)태광이엔시, ** : 전력연구원

Development of the Preventive Diagnostic System for Substation

J.T.Shim*, S.M.Sim*, D.J.Kweon**, I.H.Choi**, G.J.Jung**

* : TaeGwang E&C, ** : KEPRI

Abstract - This paper describes development of a preventive diagnostic system for the substation equipments. Data acquisition system, communication control unit and computer systems have been developed in the recent 2 years. The developed system is operating in 345kV U-Ryung substation for performance and environment tests.

력할 수 있도록 한 것이며, Fan 및 Pump는 CT를 이용하여 동작전류를 측정한다. 외기온도는 변압기 주위의 온도를 측정하며, OLTC 구동모터의 전류는 OLTC 조작반에 CT를 설치하여 측정하며, 시간은 보조점점의 동작시간을 측정한다.

1. 서 론

변전소는 사고시 정전범위가 광역화되므로, 변전기기의 신뢰성을 확보하고, 안정적인 전력을 공급하기 위해 예방진단시스템을 적용할 예정이다. [1] 예방진단시스템은 변전기기의 운전상태에서 이상징후를 상시 감시하여 불시정전을 방지하며, 축적된 데이터로 최적의 유지보수 계획을 수립하고, 고장시 누적된 데이터로 이상원인 및 이상위치를 판정하여 신속히 사고를 복구하는 변전소 자동화 운전에 대응하기 위한 시스템으로, 신뢰성 있는 온라인 이상검출 기술을 종합하여 변전소 운영집중에서 시스템화하는 것이다. 따라서 예방진단시스템은 변압기 및 GIS의 지속적인 상태진단을 위하여 이상을 검출할 수 있는 각종 센서 또는 이상진단 장치를 변압기 및 GIS에 상시 설치하고, 이 센서들로부터 받은 신호를 디지털 신호로 변환하여 서버로 보내, 운전자가 MMI를 통하여 상시 감시하는 온라인 시스템이다. 본 연구에서는 변압기 및 GIS에 적용되는 온라인 이상검출 기술에 적합한 예방진단시스템의 하드웨어 개발에 관하여 기술하였다.

2. 본 론

예방진단시스템은 그림 1과 같이 크게 센서, 신호변환기, 이상검출장치, DAS, CCU, 서버 및 모니터로 구성되어 있다. [2]

2.1 센서 및 현장신호처리반

변압기에 적용할 수 있는 이상검출 항목으로는 유중가스, 부분방전 누설전류, 부분방전 초음파, 절연유 온도, Fan 모터전류, Pump 모터전류, 외기온도, OLTC 구동 모터의 전류와 시간 등이며, GIS에는 부분방전, SF₆ 가스밀도, 차단기 구동코일의 동작전류와 시간 및 피뢰기 누설전류 등이다. 변압기 절연유의 유중가스 분석장치는 기존의 절연유를 수동으로 채취해 실험실에서 분석하던 단점을 보완하여 상시로 7종의 절연유를 분석하고, 분석한 후의 절연유는 변압기로 재순환시키는 기능을 갖고 있다. 변압기 부분방전 측정장치는 부싱탐에 매칭 임피던스를 설치하고, 변압기 주위에 노이즈 센서를 별도로 설치하여, 변압기 내부에서의 부분방전만을 운전중에 측정할 수 있다. 초음파 측정장치는 12개의 초음파 센서를 OLTC측을 제외한 3면과 변압기 상부에 각 3개씩 설치하여 부분방전에 의한 초음파 신호를 상시 감시한다. 절연유 온도는 기존의 온도계에 신호를 출

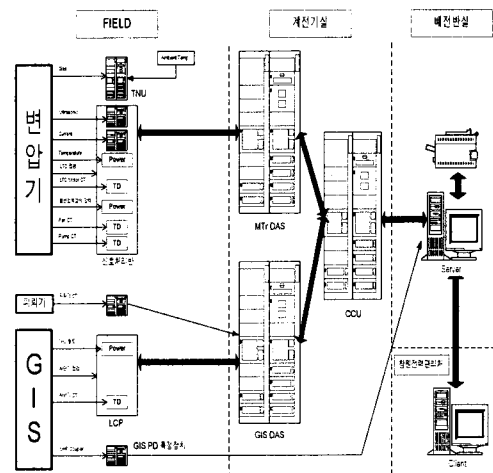


그림 1 예방진단시스템의 구성도
Fig. 1 Configuration of the preventive diagnostic system

GIS의 부분방전은 UHF 신호를 GIS 내부에 설치한 안테나를 이용하여 측정하며, 현재 연구가 진행 중이므로 본 연구에서는 포함되지 않았다. SF₆ 가스밀도는 온도가 보정된 가스압력을 상시로 감시하며, 차단기 구동 코일의 동작전류는 구동코일 전원에 CT를 설치하여 측정하며, 동작시간은 보조점점의 동작시간으로 측정한다. 피뢰기 누설전류는 피뢰기 접지선에 CT를 설치하여 피뢰기에서 상시 누설되는 고조파 전류성분을 측정한다.

이들 센서에서의 출력신호 형태는 유중가스, 부분방전 누설전류 및 부분방전 초음파 등은 현장의 진단장치에 의한 디지털 신호이며, 절연유 온도, Fan 및 Pump 모터전류, 외기온도, OLTC 구동 모터의 전류, SF₆ 가스 밀도, 차단기 구동코일의 동작전류 및 피뢰기 누설전류 OLTC 구동 모터의 동작시간 및 차단기 구동코일의 동작시간 등은 아날로그 신호이다.

유중가스 분석장치는 LAN을 통하여 측정된 신호를 서버로 직접 전송하며, 부분방전 전류 및 초음파 진단장치는 정의된 프로토콜을 사용하여 광케이블을 통하여 DAS로 데이터를 전달한다. 이중 아날로그 신호는 트랜스듀서를 사용하여 4~20mA의 신호로 변환하여 DAS 까지 신호를 전달하며, 이러한 트랜스듀서와 부분방전 누설전류와 초음파 측정장치를 변압기 주위에 설치하기 위하여 신호변환기반을 설치하였다.

2.2 DAS(Data Acquisition System)

DAS는 센서로부터 데이터를 취득하여 CCU로 전송하는 장치로서, 아날로그 신호를 수신하여 디지털 신호로 바꾸어주는 AIM, 점점의 On/Off 신호를 수신하는 DIM, 유증가스 분석장치 및 부분방전 분석장치 등의 이상진단 장치로부터 직렬 데이터를 수신하는 SIM, 그리고 이러한 모듈의 Master CPU인 MCB로 구성되어 있다. 또한 데이터 저장장치인 메모리 보드, VME Backplane 및 전원부로 구성되어 있다.

DAS의 하드웨어 구성은 그림 2와 같으며, 모듈의 개략적인 기능 및 특성은 표 1과 같다.

Data Acquisition System

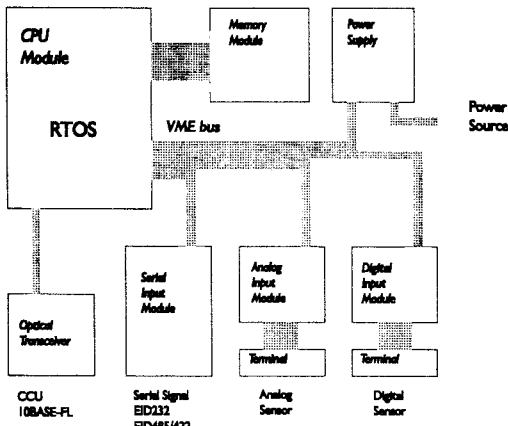


그림 2 하드웨어 구성도

Fig. 2 Configuration of the hardware

표 1 모듈의 기능 및 특성

Table 1. Functions and characteristics of the modules

구성 요소	기능 및 특성
MCB	센서로부터의 데이터 검출시기를 Scheduling하고, 데이터를 관리하거나 데이터를 CCU로 전송한다.
메모리 Board	센서들로부터 취득된 DAS내의 다량의 데이터를 저장한다.
SIM	고성능의 마이크로 프로세서를 채택하여 고속으로 데이터를 처리하며, VME 버스방식을 사용한다.
AIM	아날로그 신호를 디지털로 변환하며, 동시에 16 포인트의 아날로그 신호를 입력받아 A/D 변환한다.
DIM	점점의 on/off 상태와 발생시간을 측정하여 MCB에 전달하며, 동시에 32 포인트의 입력을 받아 처리한다.
VME Back plane	각 보드들의 통신을 위한 장치로서 MCB, 메모리 보드, 유지보수용 보드, 전원부 등이 장착된다. 또한 VME-Interface, User Define 등의 접속부들을 취부하여 전원 및 신호전달이 이루어진다.
Main 전원부	AC 220V, DC 125V의 입력 전압으로, 모듈 전원부에 DC 48V(30A)를 공급해 준다.
모듈 전원부	48V DC 전원을 공급받아 모듈에 필요한 +5V, ±12V의 DC전원을 공급해 준다.
광통신 장치	DAS와 CCU 사이의 통신을 담당한다.

2.2.1 MCB(Main CPU Board)

MCB는 변압기 및 GIS에 설치되어 있는 센서에서의 출력신호 종류에 따라 아날로그, 디지털, 시리얼 신호의 검출시기를 Scheduling하고, 변환된 데이터들을 관리하며, CCU의 요청에 따라 선택된 데이터를 광 LAN 통신을 통하여 전송하는 모듈이다.

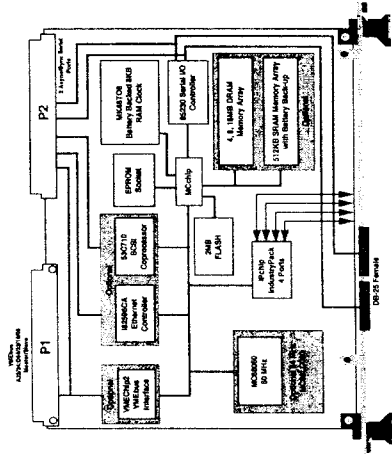


그림 3 MCB의 구성도

Fig. 3 Configuration of the MCB

2.2.2 AIM(Analog Input Module)

Fan, Pump 모터의 동작전류 등, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 MCB의 요구에 따라 전송해 주며, Processing Unit는 INTEL 80C196KC를 사용하였다. Photo-coupler를 사용하여 외부의 서지에 대하여 절연되어 있으며, 동시에 16 포인트의 아날로그 신호를 입력받아 A/D 변환 후 디지털 값을 처리한다.

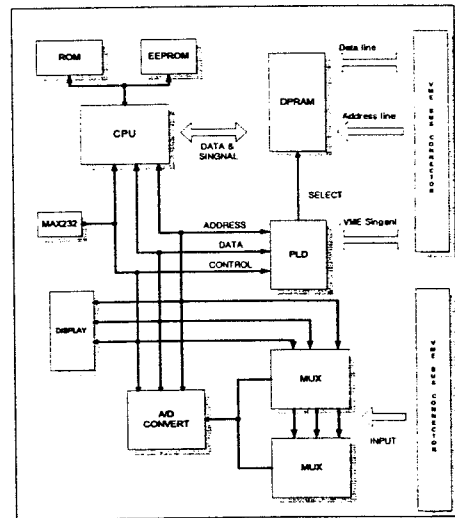


그림 4 아날로그 입력 모듈

Fig. 4 Analog input module

2.2.3 DIM(Digital Input Module)

점점신호 등의 디지털 신호를 입력받아서 점점의 On/Off 상태와 동작시간을 측정하여 MCB에 전달한다. Photo-Coupler와 Buffer를 이중화하여 외부의 서지에 대하여 절연되어 있으며, 동시에 32 포인트를 입력받아

서 처리할 수 있으며, Processing Unit는 Intel 80C196KC를 사용하였다.

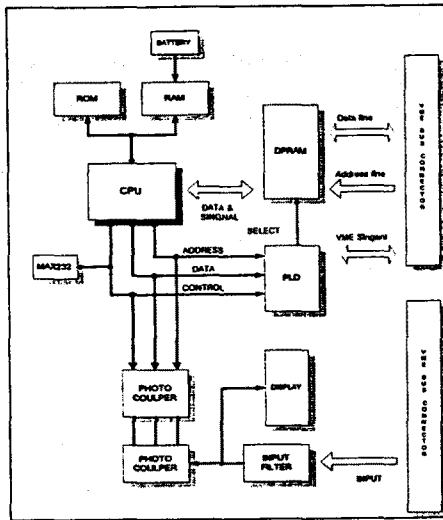


그림 5 디지털 입력 모듈
Fig. 5 Digital input module

2.2.4 SIM(Serial Input Module)

고성능의 마이크로 프로세서(MC68340, 16/32bit, 25MHz)를 채택하여 시리얼 통신시 이를 고속으로 처리한다. VME bus 방식을 사용하며 Slave로 동작한다.

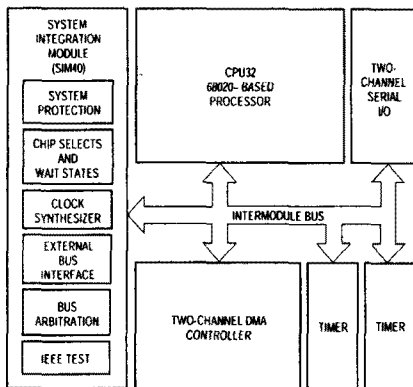


그림 6 시리얼 입력 모듈
Fig. 6 Serial input module

2.2.5 메모리 모듈

센서들로부터 취득된 다량의 데이터를 저장하기 위한 메모리 모듈이며 2, 4, 8Mbyte를 선택하여 사용할 수 있고, 데이터 손실을 피하기 위하여 Battery로 백업된다.

2.2.6 시스템 소프트웨어

시스템 소프트웨어는 AI, DI, SI, Network 통신 및 유지보수를 위한 시스템 모니터링 모듈들에 대한 소프트웨어이다. AIM 프로그램은 Fan, Pump 전동기 전류 등의 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 CCU의 요구에 따라 VME bus를 통하여 전송해 주는 역할을 하고, DIM 프로그램은 센서로부터 전송되는 접점신호 등의 Digital 신호를 입력받아 접점의 On/Off 상태와

동작시간을 측정하여 역시 VME bus를 통하여 CCU에 전달하며, SIM 프로그램은 이상 진단장치로부터 시리얼 데이터를 수신하여 CCU에 전달하는 기능을 한다.

2.3 CCU(Communication Control Unit)

CCU는 DAS로부터 광 LAN으로 데이터를 취득하여 서버로 전송하는 장치이다. 광 LAN은 Ethernet, 10Mbps 통신을 가능케 하는 Main CPU Board, 시스템과 고속 LAN(Ethernet, 10Mbps) 통신을 가능케 하는 LAN(2 segment LAN) Board, 추후 감시 제어시스템 등의 다른 시스템과 시리얼 데이터 처리를 위한 SIM, CCU 내의 다량의 데이터 베이스로 저장하기 위한 데이터 메모리 보드, VME Backplane 및 전원부로 구성되어 있다.

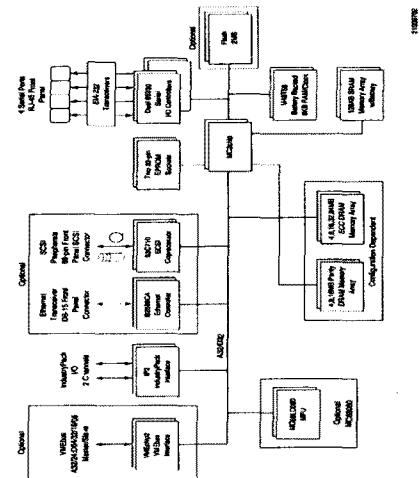


그림 7 CCU의 구성도
Fig. 7 Configuration of the CCU

2.4 Server

서버는 CCU로부터 센서 데이터를 수신하여 실시간으로 데이터를 운영자에게 보여 주며, 이상시 알람을 발생하여 운전자에게 통보하고, 저장된 데이터를 바탕으로 경향을 분석할 수 있으며, 진단 프로그램을 위한 데이터 베이스를 제공하는 운영자 인터페이스이다. 서버는 본체 및 프린터들과 주변장치로 구성되어 있다. 서버의 통신은 DNP 통신 프로토콜을 사용하여 개발하였으며, DNP 통신은 직렬통신 및 Ethernet 통신기반의 두 가지 방법을 사용하였다.

3. 결 론

본 연구에서 개발한 예방진단시스템은 시스템의 성능 및 운전성능을 검증하기 위해 345kV 의령 변전소에 시험 적용 중에 있다. 의령변전소에는 변압기 1대 및 GIS 1 Bay에 본론에서 논한 각종 센서, 이상진단장치, 신호 변환기, DAS, CCU 및 서버가 설치되어, 현재 정상 운전 중에 있다.

(참 고 문 헌)

- [1] 권동진 외, "765kV 변전기기 예방진단시스템 개발", 한전 전력연구원 2차년도 중간보고서, pp.1~128, 2001
- [2] 신한철 외, "765kV 변전기기 예방진단 데이터 취득장치 개발", 전력연구원 위탁분 최종보고서, pp.1~137, 2001