

Web기반 GIS 부분방전 진단 시스템 개발

김홍석, 홍정기, 최대희, 이학성, 오재훈
(주)효성, 중공업연구소

Web-based GIS partial discharge monitoring system development

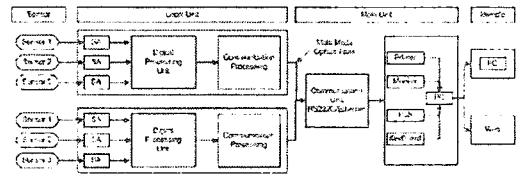
Hong-Seok Kim, Jung-Ki Hong, Dae-Hee Choi, Hahk-Sung Lee, Jae-Hun Oh
HyoSung Co. Power & Industrial R&D Center

Abstract - GIS 부분방전 진단 시스템은 가스 절연개폐장치(GIS: Gas Insulated Switchgear) 내부에서 발생하는 UHF 대역의 부분방전 신호를 측정하며 이상신호가 발생하면 위상에 대한 부분방전 패턴을 분석하고 원인을 진단한다. 이러한 GIS 부분방전 진단 시스템은 다수의 변전소에 설치되어 운전되며 중앙제어센터에서 통합하여 관리하고자 할 경우 네트워크와 데이터베이스에 병목현상이 발생한다. 이에 본 논문에서는 Web을 통한 시스템의 분산화와 정보의 구분을 통한 정보의 분류로 병목현상을 줄이는 Web기반 GIS 부분방전 진단 시스템의 개발에 대하여 기술하고자 한다.

GIS 부분방전 진단 시스템은 GIS에서 발생하는 고주파 신호를 UHF 센서로 상시 취득하여 신호 취득 장치의 주파수 분석기에 전달한다. 전달된 고주파 신호는 주파수 및 위상의 영역으로 분석되고 Analog 신호를 Digital 신호로 변환하며 부분방전 발생 유무를 확인한다. 이렇게 변환된 신호는 Ethernet 통신을 사용하여 진단 해석 장치로 전달되면 진단 해석 장치는 PD의 원인 및 위치 등을 진단한다. 진단 해석 장치는 중앙제어센터 또는 Web을 통해 상시로 데이터를 확인할 수 있도록 분산화 구조로 되어 있다.

1. 서 론

최근 국내의 변전소에 일반적으로 적용되고 있는 가스 절연개폐장치는 비정상적인 부하의 급격한 상승으로 인한 지락, 낙뢰 등으로부터 전력계통을 보호하는 장치로써 기기에 이상이 발생하게 되면 전체 계통에 매우 심각한 피해를 줄 수 있다. 또한 GIS는 20년 이상의 내구성을 보장하도록 설계가 이루어지지만 실제로는 내부 부품의 불량, 절연물의 경년열화, 가혹한 운전환경의 이유로 내부절연 파괴가 발생하고 있다. 게다가, 국내에는 20년 이상 운전되고 있거나 혹은 도래되는 GIS도 상당수 있어 내부절연사고가 예견되고 있으므로 많은 변전소에 예방진단 시스템이 설치되어지고 있다. 이렇게 예방진단 시스템이 설치된 변전소가 늘어남에 따라 다수의 변전소에 설치된 예방진단 시스템을 하나의 중앙제어센터에서 통합하여 관리하는 시스템에 대한 필요성이 요구되고 있으며 통합 관리 시스템은 다수의 변전소에 설치된 측정 정보 및 예방진단 정보 등의 대용량 정보를 입력 받아 처리해야 한다. 이러한 대용량 정보의 처리는 데이터베이스 및 네트워크에 많은 부하를 발생시켜 시스템의 성능에 문제를 발생시킬 수 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Web을 이용한 시스템의 분산화 및 예방진단 정보의 분류를 제안하며 Web 기반 GIS 부분방전 진단 시스템의 구성을 논의하고자 한다.



<그림 1> On-Line iPDM 시스템 구성

2. 본 론

2.1 GIS 부분방전 진단 시스템

GIS 부분방전 진단 시스템은 GIS에서 발생하는 부분방전을 실시간으로 감시하며 부분방전이 발생할 경우 발생한 위치와 원인을 진단한다. GIS 부분방전 진단 시스템의 구성과 기능은 아래와 같다.

- UHF 센서(Sensor): GIS의 부분방전이 발생할 경우 고주파 신호를 감지
- 신호 취득 장치(Local Unit): 부분방전 신호를 주파수와 위상 영역에서 신호 분석 및 Digital 신호로 변환
- 진단 해석 장치(Main Unit): 부분방전의 원인, 위치, 크기, 위험도등을 분석 및 저장

2.2 시스템의 개요

일반적인 통합 시스템의 구성은 변전소에 설치된 부분방전 진단 시스템이 측정된 부분방전 측정 데이터 및 진단 데이터를 중앙제어센터로 실시간으로 전송한다. 전송되어진 데이터는 중앙제어센터의 데이터베이스 서버에 저장되며 운영자의 요청에 따라 저장된 데이터를 검색되어진다. 이러한 시스템의 구성은 부분방전 진단 시스템이 변전소의 개수가 증가함에 따라 데이터베이스와 네트워크의 부하를 증가시켜 병목현상이 일어나며 통합시스템이 정지될 경우 각 변전소의 데이터관리 및 운영이 어려운 문제점을 가지고 있습니다.

본 논문에서 GIS에 이상이 발생할 경우 운영자에게 이상 상태를 알려주는 시스템의 목적에 부합하기 위하여 정상상태의 측정 데이터는 각 변전소에 설치된 GIS 부분방전 진단 시스템에서 관리하며 이상 상태가 발생할 경우 중앙제어센터의 통합관리 시스템에 이상정보 및 진단 정보를 전송하는 구성으로 개발하였다.

2.2.1 시스템의 분산화

중앙제어센터의 통합 시스템에서 전체 변전소를 관리할 경우, 시스템이 정지되면 데이터의 저장 및 관리가 어려워지며 운영자는 전체 변전소의 정보를 확인할 수 없는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하고자 각 변전소에 Web Server를 구축하여 독립적으로 측정 데이터 및 이력 데이터를 관리하며 별도의 HMI 시스템의 운영이 가능하도록 구성하여 운영자가 통합 시스템의 운전상태와 상관없이 GIS의 예방진단이 가능하도록 하였다.

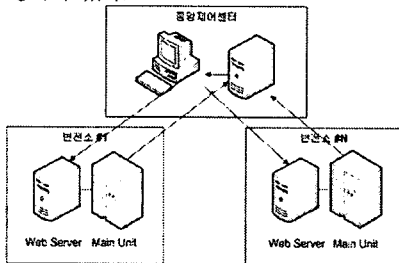
2.2.2 진단정보의 집중화

통합시스템의 데이터베이스 서버에 모든 정보를 저장

할 경우, 설치 변전소의 증가로 인하여 모든 측정 데이터 및 진단 데이터 전송은 네트워크의 병목현상이 발생시킨다. 이러한 병목현상의 발생은 시스템의 성능에 영향을 주며 트래픽을 관리하는 별도의 분산 시스템을 구성하여야 한다. 이러한 트래픽을 관리하는 분산 시스템의 구성과는 별도로 본 논문에서는 변전소와 통합시스템에서 저장하고 관리해야 할 정보를 구분하여 각 변전소는 자체 변전소에서 일어나는 모든 정보를 관리하고 통합관리시스템은 모든 변전소에 이상에 대한 진단 정보를 관리하여 운영자에게 이상 상태를 인지시킴으로써 트래픽을 최소화 하였다.

2.3 시스템 구성

Web 기반 GIS 부분방전 진단 시스템의 구성은 아래 그림 2와 같이 각 변전소에 설치된 Main Unit에서 수집되는 GIS 부분방전 측정 및 진단 정보 등을 중앙 제어센터와 원격의 운영자가 Web를 통한 원격 감시가 가능하도록 구성되어 있다.



<그림 2> 시스템 구성

2.3.1 Main Unit

각 변전소에 설치되는 Main Unit은 관리자가 Web Browser를 통해 저장한 설정정보를 기준으로 센서와 Local Unit의 운전 데이터를 주기적으로 수집하고 이를 바탕으로 GIS 부분방전을 진단한다. 이렇게 수집되는 측정 정보는 Web Server에 전송하며 GIS에 이상이 발생할 경우 중앙제어센터의 통합시스템에 이상 및 진단 데이터를 전송한다.

2.3.2 데이터베이스 서버

데이터베이스 서버는 중앙제어센터에 설치되며 외부에서 접속할 수 없도록 중앙제어센터에 있는 다른 장치들과는 내부 통신망을 통해서만 연결되어 있다. 데이터베이스 서버에 설치된 데이터베이스 관리 시스템(DBMS)은 MS-SQL을 사용하였다.

데이터베이스 서버는 각 변전소에서 수집한 이상 정보, 진단 정보 등의 데이터를 저장하는 기능을 한다. 또한 각 변전소의 시스템에 대한 설정정보와 운영자 정보 등을 저장하고 있다.

2.3.3 Web 서버

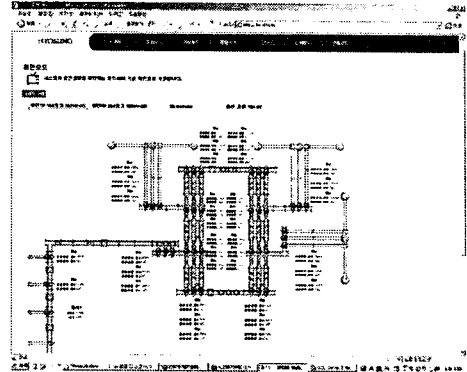
각 변전소에 설치되는 Web 서버는 GIS부분방전 진단 시스템의 운전상태 등을 운영자가 감시하고 관리할 수 있는 운영자/관리자 화면을 생성하는 기능을 한다. Web 서버는 Microsoft사의 IIS(Internet Information Service)를 사용하였다. 관리자가 Web Browser를 사용하여 Web 서버에 접속하여 원하는 화면을 요청하면 Web 서버에서는 ASP를 사용하여 데이터베이스 서버로부터 필요한 정보를 받아서 Web 화면을 생성하고 Web Browser에게 데이터를 전송하여 요청한 화면을 표시한다.

2.4 Web기반 GIS 부분방전 진단 시스템 화면

2.4.1 화면모드

화면모드는 시스템의 운전 상태를 확인하는 모드이며

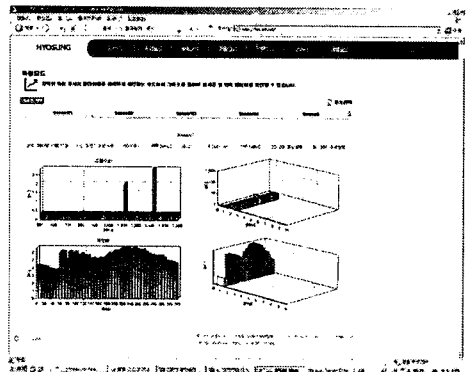
운영자가 센서의 상세한 정보 취득과 지속적인 감시가 가능하도록 한다. 부분방전이 발생하면 방전원인 및 발생 위치를 표시하여 운영자가 인지할 수 있도록 하며 각 Bay와 상별로 검색 가능한 화면으로 구성되어 실시간으로 Bay별 GIS 부분방전 데이터를 비교할 수 있다.



<그림 3> 화면 모드

2.4.2 측정모드

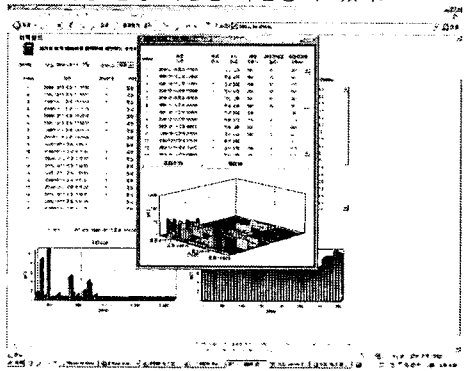
측정모드는 선택한 특정 센서의 운전 상태를 상세하게 확인하는 모드이며 운영자가 센서를 선택하여 센서의 상세한 정보를 취득하고 지속적인 감시가 가능하도록 한다.



<그림 4> 측정 모드

2.4.3 이력모드

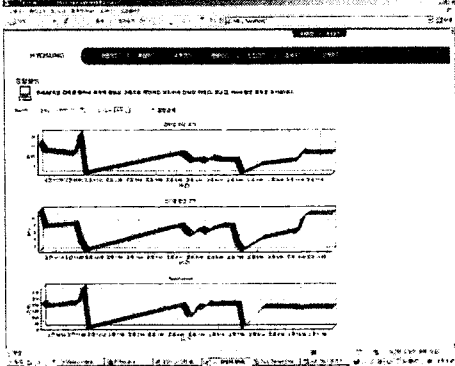
이력모드는 과거의 이력 데이터를 검색하여 확인하는 모드이며 운영자가 원하는 센서를 선택하고 검색 조건을 입력하여 이력 데이터를 확인할 수 있다. 이력 데이터는 이력 발생 시점의 전후 10분간의 상세 데이터를 3D로 표현하여 이상 발생 시점을 확인할 수 있다.



<그림 5> 이력 모드

2.4.4 경향모드

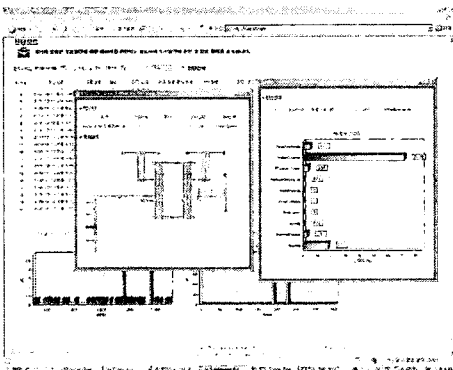
경향모드는 센서/날짜별 검색을 통하여 과거의 경향을 그래프로 확인하는 모드이며 운영자가 원하는 다수의 센서를 선택하고 검색하여 경향 데이터를 그래프로 확인할 수 있다. 경향 데이터는 전하량의 최대값, 전하량의 평균값, Pluse 발생 횟수가 표시된다.



<그림 6> 경향 모드

2.4.5 진단모드

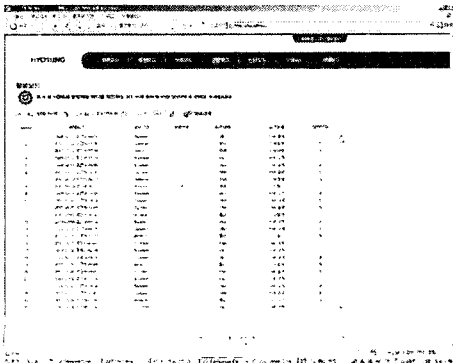
진단모드는 과거에 발생한 부분방전에 대한 데이터를 확인하는 모드이며 운영자가 원하는 조건으로 검색하여 부분방전 진단 정보(발생 위치, 신뢰도)를 확인할 수 있다.



<그림 7> 진단 모드

2.4.6 장비모드

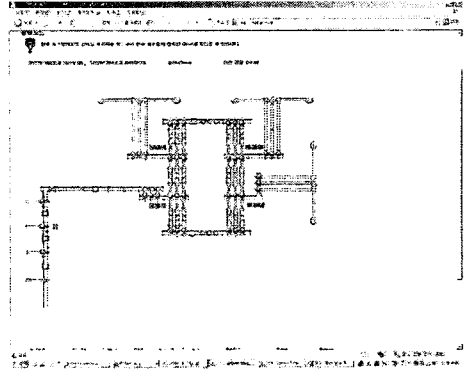
장비모드는 과거 시스템에서 발생하는 장비의 이상 이력을 확인하는 모드이며 운영자가 원하는 조건으로 검색한 후에 장비의 이상 발생시간, 종류, 원인 등이 표시된다.



<그림 8> 장비 모드

2.4.7 상태모드

상태모드는 현재 시스템의 운전 상태를 표시하는 모드이며 실시간으로 측정되는 Local Unit의 상태 데이터 및 센서의 상태정보를 GIS의 Layout에 표시한다.



<그림 9> 상태 모드

2.5 적용 사례

현재 Web기반 GIS 부분방전 진단 시스템은 154kV급의 Site에 설치되어 운영 중이며 중앙제어센터의 운전 중단에도 Site가 독립적인 운전할 수 있었으며 중앙제어센터의 운전이 복귀한 후에는 각 Site의 과거 이상 이력 정보의 자체적인 복원과 동시에 시스템의 정상 운전이 가능하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 다수의 변전소에 운영중인 예방진단 시스템을 통합 관리하는 방법으로 Web기반 GIS 부분방전 진단 시스템을 개발하였으며 연구 결과는 다음과 같다.

- i) 다수의 변전소를 통합 관리하는 시스템의 구성방안으로 Web기반의 시스템을 제시하였다.
- ii) 대용량의 데이터를 집중화하는 시스템 구성에서 시스템이 관리하는 정보를 구분하여 데이터베이스에 대한 트래픽을 최소화하는 방법을 제안하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] J.B.Kim, M.S.Kim, K.S.Park, W.P.Song, D.S.Kim, "Development of Monitoring and Diagnostic System for SF6 Gas Insulated Switchgear", IEEE Conference record of the 2002 IEEE International symposium on Electrical Insulation, pp. 453-456, 2002
- [2] W.P.Song, J.B.Kim, M.S.Kim, J.R.Jung, "UHF Narrow Band Type Partial Discharge Method for the Internal Insulation Performance Verification of the Gas Insulated Switchgear", Trans. KIEE, vol. 54C, no. 9, pp. 414-420, 2005.
- [3] CIGRE WG 15-03 TF 15/33.03.05, "Partial Discharge Detection System for GIS : Sensitivity Verification for the UHF Method and the Acoustic Method", Electra, April 1999.
- [4] Tatsuro Kato, Fumihiro Endo and Shingo Hironaka, "Sensitive Partial Discharge Monitoring System by UHF Method and Calibration Technique", CIGRE 2001
- [5] Fumihiro Endo, "Risk Assessment of Defects in GIS by PD Diagnostics", CIGRE WG15-03 TF15.03.09 Munchen Meeting, March, 2000