

# 분산전원 계통 연계를 위한 모니터링 시스템의 개발

## Development of Monitoring System for Interconnection of Distributed Generation with Power Grid

오성남\*, 손영익\*\*, 김갑일\*\*\*

(Sung-Nam Oh, Young-Ik Son and Kab-Il Kim)

**Abstract** - Owing to the environmental problems as well as increasing energy prices and power plant construction costs, many researches have been made for the safe operation of distributed generations. In order to be more popularly used in parallel with the distribution network, the distributed generation and its correlation with the power system should be exactly monitored at any time. This paper presents a monitoring system which displays the important states of the distributed generation in operation and stores various measurements of the system. The proposed system constructs a data-base for developing algorithms against any faults of the interconnected system, and monitors efficiently at any place with the communication network function.

**Key Words** : Electric power, Distributed Generation, Monitoring System, Data Base

### 1. 서론

전력계통 규모의 대형화와 구조의 복잡화로 인해 품질과 안정성이 중요한 사항으로 대두되고 있다. 분산전원은 대규모전원의 보완하고 비교적 환경부하가 적은 에너지원을 이용하며, 다양한 에너지원의 효율적 사용이라는 이점을 가지고 있다. 특히 중, 소규모로 생산되어 계통에 연계되는 분산전원은 전력수요지와 소비지가 근거리에 접해있는 장점이 있는 반면 전압변동에 의한 역조류 뿐만 아니라 고조파, 역률, 단독운전 방지로 인해 전력계통에 품질저하와 불안정한 위험성을 가져온다는 일면의 단점이 있다.[3][6]

본 논문에서는 분산전원용 계통연계운용 모니터링 시스템을 설계, 적용하여 분산전원 연계운용을 실시간 감시, 모니터링하여 분산전원 계통 연계시 발생할 수 있는 부정적인 면들을 보완하기 위한 연구의 발판을 마련하고자 한다. 즉, 전력에너지원을 보다 효율적으로 운용하기 위해서는 분산 전원들을 계통에 보다 적극적으로 연계하여 활용할 수 있어야하고, 이를 위해서는 연계 운용 상황을 정확하게 감시하고 돌발 상황을 명확하게 판단할 수 있어야 한다. 그러기 위해서 사고를 정의하는 기존의 규약들을 토대로 감시 알고리즘이 구현한다.[1][2] 본 연구 결과로 얻어진 감시 시스템은 데이터를 처리, 저장함으로써 그 결과로부터 신뢰도 높은 지능적인 연계 알고리즘을 얻는데 중요한 역할을 할 것이다. 또한 더 나아가 기존의 광역 네트워크망을 사용하여 원격 모니터링 시스템의 사용과 Data Base구축으로 보다 효율적이고 체계적인

전력계통의 안정화를 위한 기반을 세우는데 기여할 것이다. 이로 인해 전력생산 비용의 절감을 가져오며 세계적 추세인 전력 시장 개방시대에 경쟁력 있는 전력공급이 가능하도록 일조할 것이다.

### 2. 모니터링 시스템

#### 2.1 시스템 구성

그림1은 모니터링 시스템의 블록도를 나타내고 있다. 모듈로 이루어진 시스템은 PC를 기반으로 운용된다.

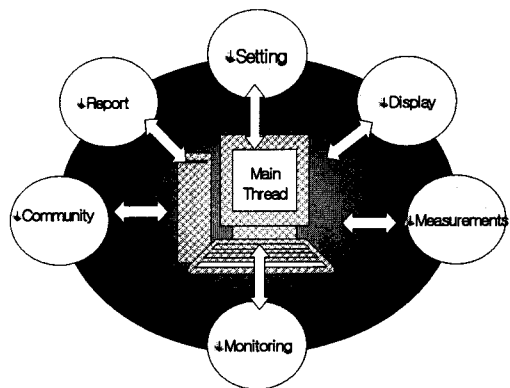


그림 1 시스템 구성

효율적인 감시 알고리즘을 구현하기 위해 메인 처리단에서 각 세부기능 모듈을 액세스하고 제어한다. 기능은 크게 감시(Monitoring), 통신(Community), 측정(measurement), 기록(Report), 정정(Setting), 표시(Display)로 나뉘어 진다. 계통에

저자 소개

\* 學生會員 : 명지대학교 전기공학과 대학원 박사과정

\*\* 正會員 : 명지대학교 전기공학과 교수

\*\*\*正會員 : 명지대학교 전기공학과 교수

연계되어 운용되는 분산전원을 실시간 감시하기 위한 정보는 IED (Intelligent Electric Device)로부터 직렬통신방식으로 전송받는다. 통신 유닛(Community)에서 전압, 전류 등의 데이터를 수신한다.

## 2.2 세부 기능

전력 품질 및 사고를 분석하고 감시하기위해는 많은 기술적 사항들이 있다. 본 연구에서는 기능별 유닛을 사용하여 효율적으로 감시하는 모니터링 시스템을 구현한다. 각 기능을 담당하는 유닛들은 독립적으로 동작하며 선택될 때만 화면에 나타나거나 임의의 기능을 하게 된다. 다음은 각 기능 유닛에 대한 설명이다.

### 2.2.1 메인 루틴(Main Thread)

모니터링 시스템의 각 기능을 액세스하는 주제어기로 우선권 높은 Thread를 생성 하여 효율적인 감시 알고리즘 구현한다. 실시간으로 이루어지는 모든 작업은 독립적으로 이루어지지만 세부 기능 버튼에 의해 선택되고 각 기능에 대한 상황들을 나타내게 된다.

### 2.2.2 연결(Connection/Disconnection)

하위 IED와의 연결을 위한 모든 기능을 수행한다. 통신 모드를 설정하여 연결된 장치와 동기를 맞추며 실시간으로 IED의 이상 유무를 감시하고 연결 상태를 확인한다. 더 나아가 상위의 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)등 상위 전력 시스템과 연계를 위한 연결 기능도 가지고 있다.

### 2.2.3 전압/전류(Volts/Amps)

IED에서 측정하여 수집된 순시 및 한시 전압, 전류 파형을 시간 순 그래프로 화면상에 출력한다. 또한 전압과 전류의 페이지도를 포함 한다. 사고 시 고장파형의 비교를 위해 사고 전후의 일정 시간동안의 정보를 IED로부터 전송받아 출력하기도 한다.[4]

### 2.2.4 품질(Power Quality)

전압의 변화와 균형을 상세히 나타내는 기능이다. 실질적인 분석 유닛으로 계통과 연계된 분산전원의 전력 품질을 전압과 전류의 Trend logs와 전류 K-factor, 주파수, 고조파 등을 나타낸다.

### 2.2.5 측정(Revenue Measurements)

IED로부터 실시간으로 수집되는 분산전원의 전압, 전류 정보를 분석하여 전력량, 에너지를 산출한다. 또한 참고용 전력요금을 산출할 수 있다.

### 2.2.6 정정(Setting)

IED가 각종 고장을 감지하고 정확한 동작을 하기위해서는 여러 설정 요소가 있다. 모니터링 시스템에 연결된 IED의 동작치를 정정하는 기능을 한다. IED의 각종 정정은 원격으로 시행가능하며 각 정정법에 대한 알고리즘을 구현하여 간단하고 정확하게 동작치 정정을 한다.

## 2.2.7 디지털 입출력(Digital Inputs/Outputs)

분산전원을 보호하는 IED는 함께 연동되어 동작하는 차단기 등 외부 기기를 두고 있다. 이러한 외부기기들을 제어하고 상태를 확인은 IED의 디지털 입출력장치에 의해 이루어진다. Digital Inputs은 단로기 등의 외부 기기 상태를 파악하고 Digital Outputs은 외부 기기들을 제어한다. IED의 이러한 상세 정보를 수집, 분석하여 전원라인의 상태를 다른 각도에서 볼 수 있게 한다.

## 2.2.8 보고서 작성(Report)

감시하는 모든 데이터를 저장하려면 방대한 양의 저장 공간이 필요하다. 기존의 IED는 소량의 기억장치를 가지고 있어 주기적인 데이터 수집을 해야 하는 문제를 지니고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 대용량 기억장치를 갖는 모니터링 시스템을 기초로 한다. 보고서 기능에서는 실시간으로 수집되는 모든 정보는 시간 순으로 저장되며 그 밖의 Fault 파형 등 사고나 특정 이벤트를 Time Index와 함께 저장한다. 또한 단기 및 장기 보고서를 자동 작성하고 출력하는 기능을 한다.

## 2.3 화면 구성

그림2는 모니터링 시스템의 주 화면이다. 각 기능에 대한 화면은 세부 기능 버튼을 선택했을 때만 나타난다. 그림2에서는 전력의 정보와 상태를 그래프와 페이지도로 나타내어 분석이 용이하다. 전압의 실효치 및 순시치는 문자 창에 표시된다. 상단의 기능 선택 버튼으로 각 세부 기능을 액세스하여 동작 시킨다.

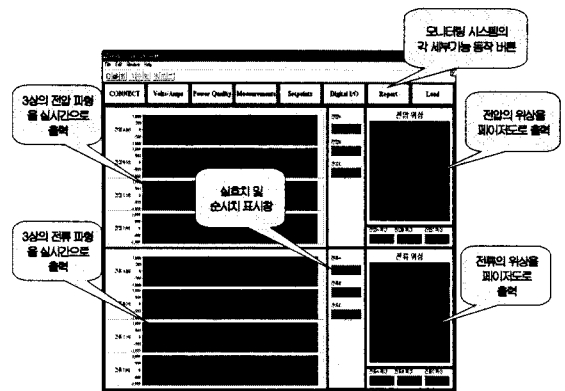


그림 2 화면 구성

## 2.4 통신

전력 흐름의 상태를 실시간으로 감시하는 시스템은 많은 양의 데이터 신속하게 처리해야 한다. 이를 위해 PC를 기반으로 본 연구에서는 3종류의 통신방식을 사용한다. 표1은 IED와 모니터링 시스템 간에 사용하는 통신방식을 나타낸다. RS-232 통신 방식은 각종 설정 및 테스트를 하는데 사용된다. 단거리에서 비교적 느린 통신에 사용하는데 근거리에서 장치의 간편한 액세스에 이용된다. RS-485 방식은 RS-232 방식보다 데이터 전송 속도가 빠르며 N:N 접속으로 다수의

장치들과 효율적으로 연결 가능하다. 계통에 연계된 분산전원의 실시간 감시에 사용되는 모든 데이터를 RS-485방식으로 전송 받는다. Ethernet은 모니터링 시스템이 다른 시스템에 연결 되었을 때 사용한다.

표 1 통신 종류

통신 종류	통신 방식	통신 속도
RS-232	1 : 1 통신	최대 500Kbps
RS-485	N : N 통신	최대 10Mbps
LAN(Ethernet)	N : N 통신	최대 100Mbps

모니터링 시스템에서 가장 기본이 되는 통신은 오차 없이 얼마나 빨리 데이터를 송신하고 수신하는 데에 중점을 둔다. 그림3은 계층적 통신 구조를 보여주고 있다. 통신 구조는 크게 Software Layer와 Hardware Layer 두 부분으로 나뉜다. Software Layer에서는 전송해야할 데이터를 Packet단위로 변환하거나 수신한 Packet을 가시 데이터로 바꾼다. 변환된 데이터는 Hardware Layer의 통신 드라이버를 통하여 송신되거나 수신된다.

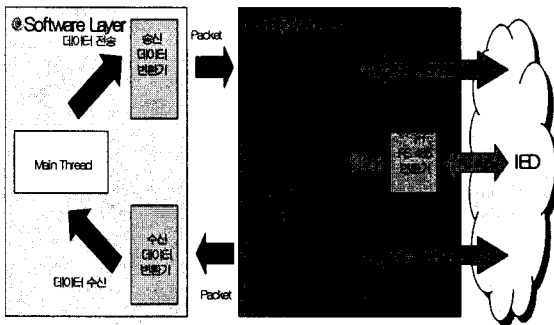


그림 3 계층적 통신 구조

### 3. 결론

본 논문에서 다루어진 분산전원용 모니터링 시스템은 기존의 것들과는 달리 계통에 연결되는 분산전원의 감시뿐만 아니라 전력계통과의 연계시 일어나는 사고를 감시하여 안정된 전력공급을 목표로 하였다. 이를 위해 전압 전류 등 각 정보를 IED (Intelligent Electric Device)로부터 수집하고 분석하여 상황을 판단하고 빠르게 대처할 수 있게 한다. 모니터링 시스템은 메인 기능과 각각의 세부기능을 두어 효율적인 감시 기능을 수행한다. 감시 알고리즘은 IEEE의 규격에 따르며 데이터를 처리, 저장함으로써 그 결과로부터 신뢰도 높은 지능적인 연계 알고리즘을 얻는데 중요한 역할을 한다.[2] 또한 더 나아가 기존의 광역 네트워크 망을 사용하여 원격 모니터링 시스템의 사용과 Data Base구축으로 보다 효율적이고 체계적인 전력계통의 안정화를 위한 기반을 세우는데 기여한다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- [1] EN50160 - Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution system. March 2000.
- [2] IEEE std 1159 - IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality. June 1995.
- [3] 김재언, 김태용, "분산형전원이 도입된 배전계통의 리얼타임 최적전압조정을 위한 부하구간 모델링방법", 대한전기학회논문지, 제48권, 6호, pp699-703, 1999
- [4] 박철원, 신명철, "PC 인터페이스에 의한 디지털 계전기 시험기", 대한전기학회논문지, 제49권, 11호, pp536-541, 2000
- [5] 송진호, 황유모, "지하철 전력계통의 고조파 영향 분석 및 그 대책에 관한 연구", 대한전기학회논문지, 제51권, 4호, pp210-220, 2002
- [6] 장석명, 정상섭, 이성호, 박영태, 윤기갑, "전력품질과 온-라인 모니터링 시스템", 대한전기학회지, 제50권, 10호, pp3-11, 2001