

비상발전기 통합제어 및 감시시스템 개발

진강규*, 류길수*, 윤지근**, 유성호***, 김제환****

Development of an Integrated Control and Monitoring System for Emergency Power Generators

Gang-Gyoo Jin, Gil-Soo Rhyu, Ji-Gun Yun, Sung-Ho Yu, Jae-Hwan Kim

* 한국해양대학교 기계·정보공학부

** 범양계전주식회사

*** 한국해양대학교 대학원 제어계측공학과

**** 한국해양대학교 대학원 컴퓨터공학과

Abstract : These days, most of electric power facilities need high stability. Therefore integrated system has been required to monitor and control electronic power distribution system in fields at all times when the interruption of electric power has occurred. To construct this system, unit that convert and process the input signal from fields needed. And for control and monitoring from remote place MMI software is required. Lastly network equipments are required for real-time communications.

So, in this paper, units for control and monitoring of emergency power generator and for electric power monitoring in normal electric power and interruption of electric power are developed. Also integrated remote system for monitoring in remote is developed.

Key words: Emergency Power Generator(비상발전기) / Integrated Control(통합제어) / Monitoring(전력감시) / Unit / Protocol / EI / MODBUS

1. 서 론

전력을 이용하고 있는 각종 건물, 공장, 선박, 교통설비들의 대형화, 정보화 등으로 전력수요가 급증하면서 전력설비가 대용량화되고 복잡해져서 수배전설비에 이상 및 사고가 발생하면 인명과 재산상의 피해를 초래할 뿐만 아니라 연계되어 있는 제반 정밀설비에도 심각한 문제를 일으킨다. 이 때문에 전력설비의 고안정도, 고신뢰성이 한층 요구되고 있으며, 특히 수배전설비는 상시 감시체계에 의한 사고 시 신속대응 및 평상시 계통의 특성변화를 분석하는 등 안전관리의 중요성이 날로 부각되고 있다.

현재 보편적으로 인정되고 있는 설비의 현장점검은 일시적인 방법으로 상시 점검이 어렵고, 설비들이 분산 설치될 경우에는 이들을 관리하는데

많은 어려움이 있다. 한 단계 진일보된 아날로그 방식의 데이터 수집장치를 사용하는 감시체계도 잦은 고장, 측정의 불편함, 분석의 부정확성, 데이터 저장 및 보존 등에 많은 어려움을 겪고 있다.

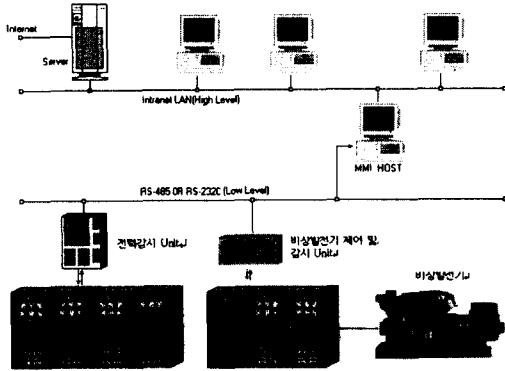
따라서 본 연구에서는 상전과 정전 시 비상전력을 생산할 수 있는 자가 비상발전기를 구축한 환경의 중앙감시시스템을 구축하기 위한 필수장비인 비상발전기 제어 및 감시 유니트와 전력감시 유니트를 개발하며, 이로부터 취득한 데이터를 원격지에서 감시, 제어할 수 있도록 통합 원격시스템을 개발한다.

2. 통합제어 및 감시시스템 구성 및 기능

2.1 시스템의 구성

건물내의 각종 전력설비 계통의 안정적인 운전

을 위해 본 연구에서는 고성능 마이크로 프로세서 기반의 비상발전기 제어 및 감시 유니트와 전력감시 유니트, MMI(Man Machine Interface) 시스템으로 구성되는 실시간 통합제어 및 감시시스템을 개발 구축한다. [그림 2.1]은 시스템의 한 구성도를 보여주고 있다.



[그림 2.1] 통합제어 및 감시시스템의 구성도

감시대상 변전실의 각 배전반에 설치된 전력감시 유니트에 감시전원이 연결되고 비상발전기 배전반에 설치된 비상발전기 감시 및 제어 유니트에는 발전기 감시신호와 전원이 연결되며 이들은 RS-485 또는 RS-232 케이블을 이용하여 MMI Master 시스템과 연결된다. Master 시스템은 Operator 시스템과 Server/Client로 구성하고 LAN를 이용하여 원거리에서 통합적으로 감시 및 제어도 가능하다. 이러한 시스템을 구축되면 고장요인을 사전에 감시 및 제어할 수 있어서 각종 전력설비의 효율적인 운전이 가능하고, 안전을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 관리비용을 크게 절감할 수 있다.

2.2 시스템의 기능

비상발전기 통합 제어 및 감시시스템은 발당에 설치되는 각종 전력 설비의 운전 상태에 대한 감시, 조작, 경보, 기록, 제어를 행한다. 이 시스템의 고장은 심각한 영향을 초래할 수도 있기 때문에 비상발전기와 전력 감시 기능을 분산하여 처리되도록 하여 만약의 경우 피해를 최소화하고 향후의 추가나 유지 보수에 용이하게 대처할 수 있도록 하고, 통신선의 단락이나 수리 시에도 타 장치에 영향을 주지 않는 Stand-Alone 기능을 갖도록 한다.

통합제어 및 감시시스템의 주요 기능은 다음과

같다.

- 감시 및 제어 기능: 화면상의 상태표시 및 제어, Real-time 데이터 처리
- 트렌드 기능: 각종 표시기 및 기록기 대체, 하드에 히스토리 데이터 보관
- Alarm 기능: 이상 발생 시 데이터 로깅

3. 비상발전기 감시 및 제어 유니트 설계

비상발전기 제어 및 감시 유니트는 한전 전원이 사용 중 차단되었을 때도 사용 부하측에 전원을 계속 공급할 수 있도록 비상용 발전기를 제어하고 감시하기 위한 유니트이다. 기본 동작은 한전에서 공급되는 전원을 상시 감시하면서 전원이 차단되었을 때 비상발전기를 기동하고, 한전전원이 복구되면 ATS에 의해 한전 전원용 차단기가 ON되고 부하에 한전전원을 공급시킨 후 비상발전기를 OFF 시킨다.

3.1 주요 기능

1) 동작상태의 상시감시

한전전원 및 비상전원의 통전 유·무, 비상발전기 운전상태, 주변기기의 동작상태를 상시 감시하여 입력된 상태에 따라 비상발전기의 가동여부를 결정하고 LED를 점등하여 상태와 제어신호를 Display한다.

2) 제어신호 출력

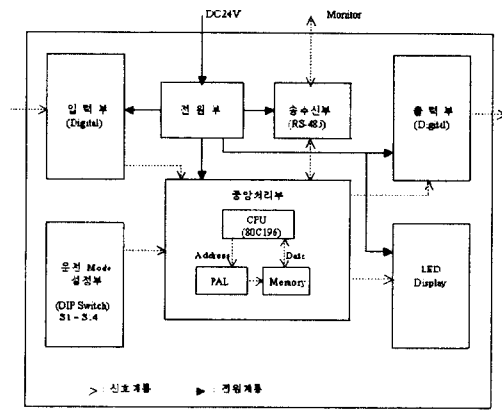
비상발전기의 Starting Signal, 연료 밸브 On/Off 또는 주변기기를 제어하기 위한 제어신호를 Relay를 이용하여 출력한다.

3) 운전방법 설정

비상발전기는 16개의 DIP Switch를 ON/OFF하여 운전 환경에 따라 Delay Time, Interval, Operation Time 등을 여러 Pattern으로 설정하여 운전할 수 있다.

3.2 하드웨어 구성

비상발전기 제어 및 감시 유니트는 크게 입출력부, 중앙처리부, 전원부, 송수신부, 운전모드 설정부, LED Display부로 구성된다. [그림 3.1]은 비상발전기 제어 및 감시 유니트의 구성도를 보여주고 있다.



[그림 3.1] 비상발전기 제어 및 감시 유니트의 하드웨어 구성도

1) 전원부

DC 24V 전원을 외부로부터 공급받는다. 정전 시에도 비상발전기를 제어해야 되므로 축전지 전원을 사용한다. 이는 유니트의 입력전원, 출력 Relay 전원 및 Display용 LED 전원으로 사용된다. 유니트 본체를 구동하기 위하여 Regulator를 사용하며, DC 5V의 출력 정전압을 CPU, Memory 및 기타 IC에 공급한다.

2) 입력부

비상발전기를 제어하기 위한 신호를 받아들이는 요소로서 별도의 전원을 사용하지 않고 본체 전원을 사용하며 신호는 외부 기기의 자체 접점이나 보조 Relay 접점을 사용하여 입력한다. 입력된 디지털 신호를 Fetch Cycle시 어드레스 지정에 의하여 데이터가 중앙처리장치로 전달된다.

3) 출력부

출력부는 비상발전기 제어신호를 출력하는 요소로서 출력 단자에 보조 Relay를 설치하여 사용한다. 최종 제어출력은 보조 Relay의 접점이 되고 주변기기나 엔진에 연결된다.

4) 상태 표시부

입력신호 및 비정상적인 동작에 대한 Display 부로서 8개의 LED를 점등하여 나타낸다.

5) 중앙처리부(CPU)

중앙처리부는 비상발전기 제어 및 감시 유니트의 핵심 요소로서 입력신호 및 DIP 스위치로 설정된 데이터에 따라 비상발전기를 제어한다. 16bit 마이크로프로세서를 사용하였으며 모든 입출력 데이터는 주소가 할당되어 있어 Fetch

Cycle시 필요한 데이터를 처리한다.

4. 전력감시 유니트 설계

전력감시 유니트는 수배전반 및 제어반에 설치되어 전원신호의 입력, 연산, 출력, 통신을 담당하는 핵심적인 장치이다. 이는 PT와 CT를 사용하여 통전 전원의 아날로그 전압과 전류 신호를 입력받아 디지털 신호로 변환하며 전력, 전력량, 역률 등을 계산하여 전압, 전류 신호와 동시에 Display하게 된다.

4.1 주요 기능

1) 전원 상시감시

수변전 설비의 안전관리 측면에서 상시 감시해야 할 대상은 정상 및 이상운전 시 전압, 전류, 전력, 주파수 등이다. 정식 수변전 설비에는 용도별로 각종 보호계전기와 신호변환기(Transducer)가 설치되어 있으므로, 이들 장치의 접점이나 아날로그 출력(1-5[V], 4-20[mA])을 이용하면 간단히 검출할 수 있다.

2) 계측 및 Display

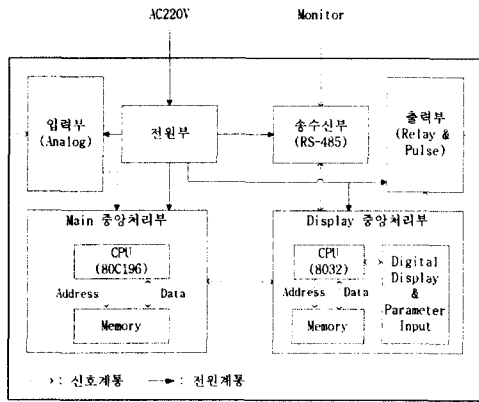
전력계통에 사용되는 전압, 전류, 유·무효 전력, 역률, 주파수, THD 등 각종 전기량을 입력된 전압 및 전류의 연산 Routine을 통하여 계측 및 Display 한다.

3) 상·하한 Limit 설정 및 출력

입력 및 계측된 각종 전기량 값에 상·하한값 설정이 가능하고, 설정값 초과 시 출력도 가능하다. 또한 Alarm 출력을 위한 계측치에 대한 상·하한 Limit 값 설정도 가능하다.

4.2 하드웨어 구성

전력감시 유니트는 크게 입출력부, Main 중앙처리부, Display용 중앙처리부, 전원부, 송신부로 구성되어 있다. [그림 4.1]은 전력감시 유니트의 블록선도를 보여준다.



[그림 4.1] 전력감시 유니트의 블록선도

1) 전원부

AC220V를 외부에서 공급받아 Transformer(220/12v)를 통해서 나오는 출력을 전과정류 한다. DC전압(+12V)은 각 Regulator 입력단에 공급되며 Digital 신호처리 및 Display 전원으로 사용된다.

2) 입력부

각종 전기량 측정의 기본 신호원으로 전압 및 전류를 Analog 신호로 받아 IC 부품이 처리할 수 있는 Level로 낮추어 CPU의 A/D Converter 입력 Port에 공급한다.

3) 중앙처리부

CPU로 16Bit 마이크로프로세서 Intel 80C196를 적용하여 입력신호의 변환 및 Digital Display부와 Data의 송수신을 담당한다.

4) Digital Display부

전용 8Bit 마이크로프로세서를 사용하였으며 Main CPU로부터 입력된 전압 및 전류신호를 연산 Routine을 통하여 여러 전기량으로 측정하고 그 값들을 7-Segment를 사용하여 Digital값으로 나타낸다. Display부는 전압, 전류, 전력 등 3개 Part로 구분되어있고 각 Part별로 지정된 Switch가 있어 여러 전기량을 선택하여 볼 수 있다.

5) 출력부

Alarm 및 경보를 하거나 주변기기와의 Interface 회로 구성용 Relay 출력회로가 만들어져 있다. Display용 CPU에서 제어한다.

6) 송수신부

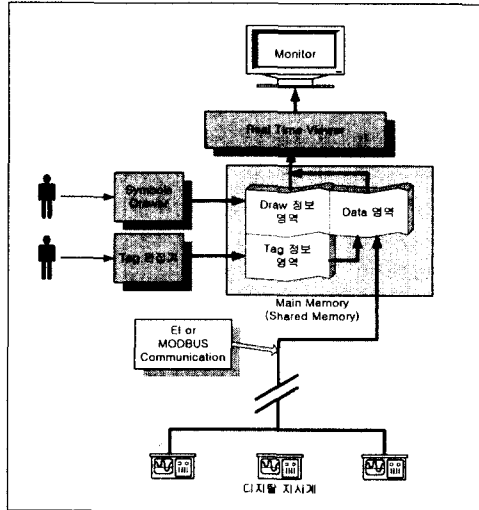
Monitor와 Data를 송수신하기 위한 통신포트로 Display용 CPU에서 제어한다. RS-485 통신방식을 적용하여 원거리통신이 가능하다. 1[Km]까지

는 4Core Cable로 직접통신이 가능하다. 거리가 1Km를 초과하면 전화선에 MODEM을 추가하여 Data를 송수신할 수 있다.

5. 통합제어 및 감시시스템의 구축

5.1 전체 시스템 구성

통합제어 및 감시시스템은 화면디자인을 위한 Symbol Drawer 모듈, Tag 편집기 모듈, 공유메모리 관리 모듈, 통신 모듈, 실시간 Viewer 모듈로 나뉜다.



[그림 5.1] 시스템의 내부 구성도

5.2 Symbol Drawer 모듈

Symbol Drawer인 KDraw는 통합제어 및 감시시스템과 사용자의 인터페이스 화면구성을 해주는 도구이다. KDraw를 통해 관리자는 실제 원격에 있는 시스템과 동일한 환경을 관리실의 PC에서 감시하고 제어할 수 있다.

5.3 Tag 편집기 모듈

통신 모듈이 현장의 여러 가지 디지털, 아날로그 미터기들로부터 전송되어 오는 데이터들을 물리장치인 공유메모에 약속된 형태와 순서대로 저장하고, 실시간 Viewer 모듈이 이 저장된 데이터들을 읽어서 모니터에 나타내 주도록 구성하면 하나의 시스템을 여러 개의 모듈로 나누어 관리할 수 있다. 이러한 각 장치들과 메모리의 연관을 설정하는 Tag 편집기 모듈이 KConfig이다.

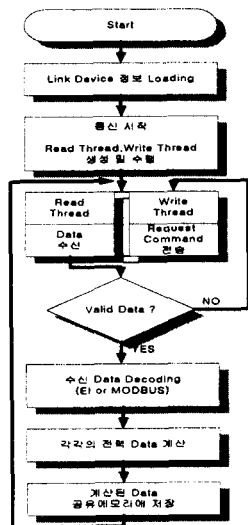
5.4 통신 모듈

1) Link Utility

장치가 사용하는 프로토콜의 설정을 담당하는 도구이다. Link Utility에서 통신설정을 완료하고 프로그램을 종료하면, 그 설정된 내용이 파일로 저장되고, 통신 담당 프로그램이 통신을 시작할 때 그 파일을 읽어서 초기화를 하고 통신을 시작하게 된다.

2) 통신 흐름도

프로그램이 수행을 시작하면 먼저 Link Utility가 저장해 놓은 통신설정 파일을 읽어서 통신 초기화를 수행한다. 그리고 데이터를 요청하는 명령어를 Write 쓰레드를 통해 전송하고, 데이터가 수신되면 적절한 데이터 여부를 판단해서 오류가 있다면 재전송을 요청하고, 그렇지 않다면 해당 프로토콜에 따라 데이터를 디코딩하게 된다. 이 과정을 거치면 비로소 원하는 데이터가 산출되고, 이 데이터를 이용해서 여러 가지 계산을 수행하여 공유메모리에 저장하게 된다. [그림 5.2]는 이를 보여주고 있다.



[그림 5.2] Data의 흐름도

5.5 실시간 Viewer 모듈

실시간 Viewer인 KView는 Symbol Drawer 모듈을 이용하여 구성해 놓은 화면을 모니터상에 출력하고, 또 통신 모듈을 이용하여 실시간으로 저장해 놓은 데이터를 공유메모리로부터 가져와 모니터상의 해당 위치(Tag)에 실시간으로 출력해

주는 모듈이다. 공유메모리 관리 모듈은 이러한 구성 위에서 공유메모리를 생성하고 관리하기 위한 메모리 인터페이스 라이브러리이다.

7. 결 론

최근의 전력설비는 고안정도와 고신뢰성이 요구되고 있으므로 현장의 여러 수배전설비를 상시 감시하고, 정전 시 비상발전기를 가동하여 신속히 대응하도록 원격에서 감시, 제어할 수 있는 통합 시스템이 요구되어 왔다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 현장으로부터의 입력신호를 변환하고 처리해주는 고성능 유니트, 원격에서 중앙 제어하고 감시하는 MMI(Man-Machine Interface) 소프트웨어와 실시간 데이터 통신을 가능케 하는 네트워크 등의 설비가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 최종적으로 비상발전기 감시 및 제어 유니트, 전력감시 유니트와 윈도우기반 제어 및 감시용 소프트웨어를 개발하였다.

후 기

이 보고서는 산업자원부에서 시행한 산업기반기술 개발사업의 기술개발 보고서이다.

참고문헌

- [1] Walter Quey, System Programming for Windows 95, Microsoft Press, 1996
- [2] Microsoft ODBC Programmer's Reference & SDK Guide, Microsoft Corp., 1995
- [3] Electro Industries, FUTURA+ Series Installation, Operation and Programming, 1997
- [4] 김병덕, 윤지근, "선박용 모니터링 기술에 관하여," 한국박용기관학회지, 제13권, 제4호, pp.271-278, 1989
- [5] 이광용, 류성열, 정기원, "객체지향 실시간 시스템 개발 방법론," 정보과학회지, 제11권, 제2호, pp.59-74, 1993
- [6] 김용성, Visual C++, (주)영진출판사, 1998
- [7] 이상범, 김정호, 산업용 네트워크 기술, 도서출판기술, 1993
- [8] http://yahoo.co.kr/Business_and_Economy/Companies/Manufacturing/Factory_Automation