

711
2003. 11
F2

工學碩士學位論文

자동화 배전반용 통합 전력제어 · 감시
시스템의 개발



釜慶大學校大學院

메카트로닉스工學協同科程

朴城載

工學碩士 學位論文

자동화 배전반용 통합 전력 제어·감시
시스템의 개발

Development of Integrated Power Control and Monitoring
System for Automatic Switchboard

指導教授 金 相 奉

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2003 年 2 月

釜 慶 大 學 校 大 學 院

메카트로닉스工學協同科程

朴 城 載

朴城載의 工學碩士 學位論文을 認准함

2002 年 12 月 26日

主 審 工學博士 권 순 재



委 員 工學博士 오 명 석



委 員 工學博士 김 상 봉



목 차

Abstract	1
1장 서 론	3
1.1 연구의 배경	3
1.2 연구 내용 및 목적	8
2장 배전반 자동화를 위한 장치 및 통합 전력 제어·감시 시스템의 개요	10
2.1 자동화 배전반	10
2.2 배전반 자동화를 위한 장치	13
2.3 통합 전력 제어·감시 시스템의 개요	17
3장 배전반 자동화를 위한 하드웨어의 개발	19
3.1 디지털 인디케이터	19
3.2 범용 인터페이스 컨버터	30
3.3 보호 계전기와 발전기 제어 유닛	36
4장 통합 전력 제어·감시 시스템의 개발	40
4.1 전력 모니터링 프로그램	40
4.2 통합 전력 제어·감시 프로그램	45
5장 결 론	51
참고문헌	53

Development of Integrated Power Control and Monitoring System for Automatic Switchboard

Soung Jea PARK

*Department of Mechatronics Engineering, Graduate School
PUKYONG National University*

Abstract

Recently, highly performance, stability and reliability of electronic power shedding facility are required by social requirement of electronic power energy. In this paper, we concern for development of interface hardware for integrated control and monitoring electronic power system in automatic switchboard. This system gathers information about power quality. The information obtained from PQ monitoring systems can improve the efficiency of operating the system and the reliability of customer operations. To construct this system, interface hardware must be needed. Those are digital multifunction indicator, communication interface converter and emergency generator controller. The digital multifunction indicator is small and has many functions such as input signal and data, display electronic power condition, output data signal and output control signal of switch or other control devices and communication. The communication interface converter solves communication problem between monitoring PC and each devices. In this paper, integrated monitoring system is designed with microprocessor and visual programming for electronic power monitoring, protection and control. Integrated power control and monitoring system can improve the efficiency of operating the power shedding system and the reliability of customer operation for automatic switchboard. This system

consists of hardware and software part largely. The hardware part is composed of multifunction indicator and controller, which manage measurement, control, communication and input/output device using one-chip microprocessor(Intel 80C196KC). The software with various functions of monitoring, database and control in PC is developed by using visual programming based on graphic user interface(GUI).

제 1 장

서 론

1.1 연구 배경

최근 건축물의 대형화, 지능화의 진행에 따라 전기설비의 중요성은 더욱 커지고 있다. 전력을 이용하고 있는 각종 건물, 공장, 교통설비들의 대형화, 정보화 등으로 전력수요가 급증하면서 전력설비가 대용량화되고 복잡해져서 수배전 설비에 이상 및 사고가 발생하면 인명과 재산상의 피해를 초래할 뿐만 아니라 연계되어 있는 제반 정밀설비에도 심각한 문제를 일으키게 된다. 이 때문에 전력 설비의 고안정도, 고신뢰성이 한층 요구되고 있으며, 특히 수배전설비는 상시 감시체계에 의한 사고시 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 애로점이 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. 그에 따라 컴퓨터를 비롯한 다양한 정보통신기기의 사용에 따른 고품질 전기설비가 요구되는 한편, 반도체 기술의 진보에 따라 에너지 절약 및 효율화를 위한 전력변환장치의 사용에 의한 고조파 문제 및 컴퓨터, 정보통신기기의 서지 및 노이즈 방지대책, 접지방식 등의 문제점이 발생하고 있다. 또한 고품질의 전기가 요구됨에 따라 전원설비의 2중화를 피하여 순시전압강화 및 정전을 어떻게 없앨 것인가가 중요한 사항이 된다.⁽¹⁾

이러한 가운데 선진국을 중심으로 마이크로프로세서와 컴퓨터 소프트웨어, 통신기술을 결합하여 원격지에서 전력설비의 상시감시와 제어가 가능한 시스템을 개발함으로써, 전기설비의 안전관리에 획기적인 발전을 이루게 되었다. 우리나라에서도 이에 대한 연구가 진행되고 있으나 아직은 외국으로부터 원격 감시 수배전 설비를 수입하여 사용하고 있으며, 그 가격이 고가인 실정이다. 따라서 외화 절감 차원에서라도 국산화 개발이 시급한 실정이며, 동시에 대형건물, 관공서, 병원, 통신회사, 전파중계국 등 전원공급이 시급히 절환 되어야 하는 곳에서 자체 비상발전기를 자동으로 운전시켜 전원공급을 원활하게 해주고 감시할 수 있는 통합 시스템의 개발이 절실히 요구되고 있다.⁽²⁾⁽⁴⁾

80년대부터 분산제어시스템 방식이 발전설비, 수배전 시스템 등의 네트워크에 도입되면서 데이터 수집, 처리, 분산 제어 및 관리 등에 일대 변화를 가져왔다. PC도 기존의 단일 사용자, 단일 태스크(Task) 운영체제에서 멀티태스킹(Multitasking)이 가능하며 사용자 그래픽 인터페이스(GUI, Graphic User Interface)가 뛰어난 윈도우 운영체제로 급변하였다. 특히 윈도우는 사용자 응용 프로그램 및 그래픽 디바이스 인터페이스와 같은 윈도우 서브시스템들로 구성되어 있고, 이들 서브시스템들은 스레드(Thread)화하여 멀티태스킹을 구현하게 하고 있으며, 외부 장치들은 가상머신 관리자(VMM, Virtual Machine Manager) 및 가상 머신(Virtual machine)이라는 개념을 도입하여 관리되고 있다.⁽⁸⁾

통합 감시, 보호, 제어 시스템의 기본적 개념은 통합된 시스템에서 제공할 수 있는 다양한 기능을 말한다. 전력 시스템의 환경은 일련의 흐름의 상태라고 할 수 있는데, 사용자의 부하가 단순한 선형 장치인 모터나 백열등에서 보다 복잡한 전력 기반의 부하인 컴퓨터, 소형 형광등, PLC 등으로 변화해 오면서 이러한 새로운 부하의 본질이 전기적 하부

구조를 면밀히 조사해야할 필요성을 야기시켰다. 이 새로운 환경의 변화로 전통적인 설비는 전력 시스템의 연속적인 수행을 위한 복잡한 장치를 부가적으로 설치, 운영하게 되었다. 부하의 변화 외에도 사용자의 설비사용 형태 또한 변화되었다. 1일 24시간, 1주일 7일 운전은 일반적인 부하 운영형태가 되었으며, 그 예로서 인터넷 센터를 들 수 있을 것이다. 이러한 설비의 요구되어지는 신뢰성의 수준 또한 높아지고 있다. 전기의 질은 지속적인 생산성과 운영을 목적으로 사용자의 민감한 설비의 특성을 고려하여 신뢰성을 줄 수 있는 전력 계량을 활용하여 보장된다. 전기의 질을 모니터링 하는 원리는 직접적인 문제 해결 대상에서 목적의 다양함으로 변화되었다. 모니터링 장비 역시 다양한 목적을 수용하기 위해 제반 기술의 진보와 함께 우수한 통신성능과 데이터 수집능력을 갖추고 물리적인 크기나 비용에 있어서도 많은 발전을 해왔다. 이러한 변화에 따라 보다 유용한 데이터는 목적에 맞게 처리되며 정확성을 보장하는 측정을 통해 높은 신뢰성을 보장받을 수 있게 된다.⁽⁵⁾

최근의 전기설비의 설계의 기본 방향들도 신기술, 신공법의 채택과 안정성과 신뢰성을 보장하고 유지 관리성과 경제성 등을 고려한 전기설비의 채택을 기본으로 하고 있다. Fig. 1은 최근 국내 S사의 S 프로젝트에서의 설계방향의 예이다. 전자화 배전반과 조명 및 전력설비의 통합 제어, 인터넷 원격 검침 시스템 등이 신기술, 신공법의 채택과 유지 관리성의 장점으로 설비의 설계에 채택되고 있다.

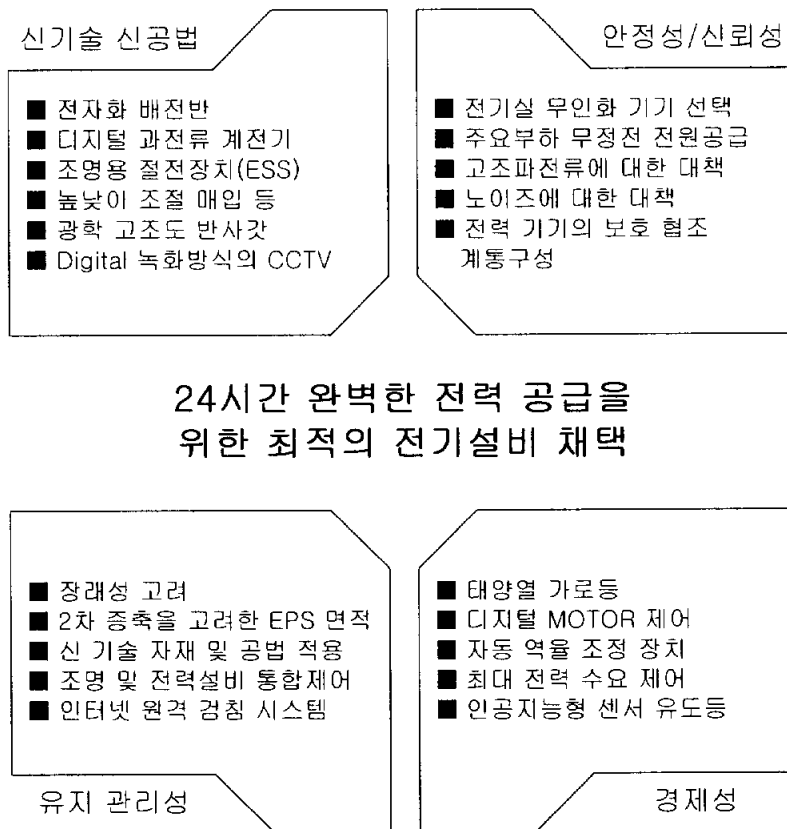


Fig. 1 Basic trend of electronic facility design

이러한 국내의 변화는 최근 한국전력공사에서 도입한 PQM(Power Quality Monitoring) 시스템 등에서도 볼 수 있다. 전력산업 구조개편과 배전회사분할이라는 변화의 물결속에서도 안정적인 전력공급을 통한 경쟁력 확보를 위해 배전선로 자동화시스템의 운용과 열화설비 예지 및 진단기술의 개발, 무정전 By-pass cable 공법 및 조류공존형 LHC(Length, Height, Cover)공법 등 각종 신공법의 적용, 원격감침망을 이용한 Real Time 정전감시시스템 개발 등 신개념의 전력설비 운영

기술에 대한 현대화 사업을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 최근의 정보·통신·제어기술의 발달과 기술혁신에 따라 정보통신기기, 정밀제어기기, 사무자동화기기, 전산기기, 자동생산라인 등에 극히 짧은 파형변화나 전압변화에 민감한 컴퓨터, PLC 등의 마이크로 프로세서를 기반으로 하는 제어장치가 이용되면서 일반적, 전통적 의미의 전력품질요소인 주파수유지율, 규정전압유지율 및 정전시간 등 3대 요소 이외에는 기존에는 크게 문제시되지 않았던 순간전압변동, 고조파 등과 같은 새로운 개념의 전력품질에 대한 관심이 확산되고 있고, 이러한 전력품질에 대한 고객의 욕구도 고급화, 다양화되는 추세에 있다. 이에따라 한전에서는 배전선로의 전압, 주파수 등의 기본적인 전력품질 요소이외에 순간정전(Interruption), 순간전압강하(Sag), 순간전압상승(Swell), 고조파(Harmonics) 등 최근 관심이 증대되고 있는 신개념의 전력품질 요소를 온라인으로 실시간 모니터링 할 수 있는 PQM 시스템의 운용기술을 도입하고 적용하려고 한다.⁽³⁾

또한 최근에 발표된 제조물책임(Product Liability)법에 따르면 제조물책임은 제조자가 제품의 결함으로 발생한 피해에 대하여 피해자에게 손해를 배상하는 손해배상책임의 일종으로 현행 민법상의 손해배상책임 요건을 완하여 제품의 결함에의해 손해가 발생할 경우 제조자의 과실여부에 관계없이 책임을 지는 것을 말한다. 제조물책임법은 직접적으로는 피해구제 절차에 있어서 피해자의 부담을 완화시킴으로써 제품의 결함에 의해 피해를 입은 피해자를 보호하고 나아가 기업의 국제 경쟁력을 강화시키는데 그 의의가 있다. 이에 따라 각 제조공업 및 전기공업계 등은 PL법에 따른 제조원가의 부담, 인력자원의 낭비, 신제품에 대한 연구투자 기피, 사업 이미지 실추 등으로 많은 피해를 입을 것으로 우려하고 있다. 하지만 이 법은 이미 미국, 호주, EC, 일본, 중국, 러시아

등 30여개 국가에서 이미 시행중이고 이는 이제 단순히 안전기준을 준수하기보다는 자주적으로 제품의 안정성 확보와 향상에 노력함으로 기업의 국제 경쟁력을 강화시키는 계기가 될 수 있을 것이다.

배전반 역시 자동화를 통한 통합 제어·감시 시스템의 구축으로 관리되고 배전반의 이상 유무를 항상 체크함으로써 이상 발생으로 인한 재산 및 인명상의 피해를 방지하고 안정성을 확보함으로써 배전 전력설비 운용에 차질이 없도록 해야할 것이다.

1.2 연구 내용 및 목적

본 논문에서는 배전반 자동화를 위한 장치인 인터페이스 하드웨어들로 다기능 인디케이터, 범용 인터페이스 컨버터 및 비상발전기 제어 유닛의 개발과 이를 통하여 구축될 수 있는 통합 전력 제어·감시 시스템의 소프트웨어를 개발함에 그 목적이 있다.

이러한 시스템의 구축을 위해서는 제반 인터페이스 하드웨어들이 요구되며, 필수 하드웨어로서 다기능의 인디케이터와 통신 인터페이스 컨버터 그리고 비상발전기 제어 유닛 등이 필요하게 된다. 다기능 인디케이터의 경우 소형에 다수의 아날로그 계기들이 통합된 형태로 단순히 전력의 상태를 표시하는 기능에서 벗어나 다양한 입출력을 제공하고 수집된 데이터를 모니터링 PC등과 통신할 수 있는 기능들을 갖추게 된다. 인터페이스 컨버터는 다수의 인디케이터들과 다른 장치들과의 통신문제를 해결하기 위한 장비이다. 그리고 비상발전기 제어 유닛은 정전시 비상발전기를 기동하고 한전전원과 비상발전전원을 감시, 제어하며 비상발전기의 이상유무와 상태를 감시하는 기능을 수행하게 된다.

통합 전력 제어·감시 시스템을 통하여 배전 전력설비 운용과 관련된 각종 업무를 수행함으로써 배전선로의 정전시간 단축 및 선로 건전구간 확대, 전기 에너지의 안정적 공급, 고도 정보화 시대에 맞는 배전 전력 계통의 신뢰도 요구, 경제적이고 효율적인 배전설비 관리, 복잡 다양한 배전 전력계통의 합리적인 운용, 배전선로 부하의 효율적인 운용으로 과부하에 의한 선로사고 예방 등을 장점을 가질 수 있다. 통합 전력 제어·감시 시스템은 시스템상의 문제점들을 분석하여 정전시간을 단축 해줄 수 있을 뿐만 아니라 데이터를 쉽게 판독할 수 있도록 그래픽으로 나타내어 찾아내기 곤란한 문제점들도 쉽게 찾아내 해결해 줌으로써 전력사용을 최적조건으로 만들어 관리하는데 도움을 준다. 또한 통합 전력 제어·감시 시스템은 순간적으로 일어나는 단락 등, 배전상의 위험 요소들을 즉시 경보하여 준다.

기존의 전력감시 유닛이나 보호계전기, 통합전력 감시 시스템들은 고가의 외산장비에 의존하거나 적용이나 사용상에 곤란한 점이 많았다. 본 논문에서는 마이크로프로세서를 활용한 저가의 다기능과 고성능을 보장하는 하드웨어를 개발하고자 하였으며 간단한 인터페이스로 이러한 시스템을 보다 손쉽게 구현하고자 하였다.

제 2 장

배전반 자동화를 위한 장치 및 통합 전력

제어 · 감시 시스템의 개요

2.1 자동화 배전반

배전반은 전력의 발전, 송전, 변전에서부터 수전, 배전 및 전동기 제어에 이르기까지 전력의 수급이 필요한 장치로서 간단한 것에서부터 복잡한 용도의 것까지, 또 기술진보에 의한 혁신도 포함해서 그 종류는 실로 가지각색이다. 따라서 배전반은 감시, 제어 보호기능을 갖기 위하여 각종 계전기(과전류, 과전압, 부족전류, 부족전압, 지락 등)와 계측기(전류, 전압, 주파수, 위상 등)를 실장하고 있으며 개폐기 및 복잡한 교류 및 제어용 전선으로 구성되어야 함으로 전력수급 규모와 안전성에 대한 요구가 증대됨에 따라 복잡, 대형화되고 있다.

기존 배전을 제작하기 위해서는 판금, 용접, 도장, 부품조립, 전기배선, 검사 등의 공정을 거쳐야 함으로 제작자 입장에서는 제조 공정이 복잡하여 표준화가 곤란하며, 사용자 측면에서는 유지 보수의 어려움이 크다. 또한 최근 인텔리전트 빌딩이나 24시간 가동빌딩, 생산과정이 고도화된 FA공장 등이 출현하고 있는 고도 정보화, 온라인화 된 사회에서 전기에의 의존도가 증대되면서 전기 에너지의 안정 공급이 수배전 설비에서의 사회적 욕구가 되었으며 도시의 과밀화, 지가상승에 따른 배전반을 소형화함으로써 설치면적의 축소를 도모할 필요성이 생겼다. 이와 같이 배전반에의 요구사항은 에너지 사정이나 사회정세의 변화에 따라 다양화되고 중요성이 높아지고 있다.

배전 자동화 시스템이란 배전 전력설비 운용과 관련된 각종 업무를 컴퓨터를 이용하여 통신제어장치, 단말장치, 개폐기 등으로 구성된 일련의 시스템을 이용하여 모든 업무를 자동으로 처리하는 것을 말한다. 이러한 배전자동화 시스템은 배전선로 정전시간 단축 및 선로 건전구간 확대, 값싸고 질 좋은 전기를 안정적으로 공급, 고도 정보화 시대에 맞는 배전 전력계통의 신뢰도 요구, 경제적이고 효율적인 배전설비 관리, 복잡 다양한 배전 전력계통의 합리적인 운용, 배전선로 부하의 효율적인 운용으로 과부하에 의한 선로사고 예방 등을 위해 필요성이 강조된다. 소규모 배전자동화 시스템의 예로서는 배전선로 개폐기 원격제어, 개폐기 상태감시 및 고장구간 표시, 건전구간 부하 율통, 배전선로 운전정보 수집 등을 예로 들 수 있다. 이러한 시스템의 기대효과로는 정전구간 축소 및 정전시간 단축으로 전력 공급 신뢰도 향상과 설비투자 및 유지보수 비용의 절감, 개폐기 조작업무 및 연장 작업여건 개선, 배전선로 부하 평형운전에 따른 전력손실 경감, 고객에 대한 정보제공 및 서비스 향상을 기대할 수 있다.

전자식 배전반이라 함은 각각의 ACB나 VCB, MCCB 반 등에 통신 포트가 있는 디지털 인디케이터 및 멀티메타를 채용하고 있으며 각 메타와 인디케이터들은 컴퓨터와 연결되어 통합 전력 관리를 행하게 된다. 각 디지털 인디케이터들은 별도의 TD(Transducer)를 사용할 필요가 없이 CT(Current Transducer), PT(Pressure Transducer)만 연결함으로 설치가 간단하다. 아울러 V, A, KVAR, F, PF, Total kWh, Total kAh, %ThD 등을 나타낼 수 있으며 각종 파라미터에 대한 상/하한치, 최대 최소 수요전력(Dmand) 시간, 각종 파라미터의 입력 보호 기능 등이 있다.

Fig. 2와 3은 자동화 배전반을 통한 전력 감시 시스템의 개념도 및 One-line diagram이다.

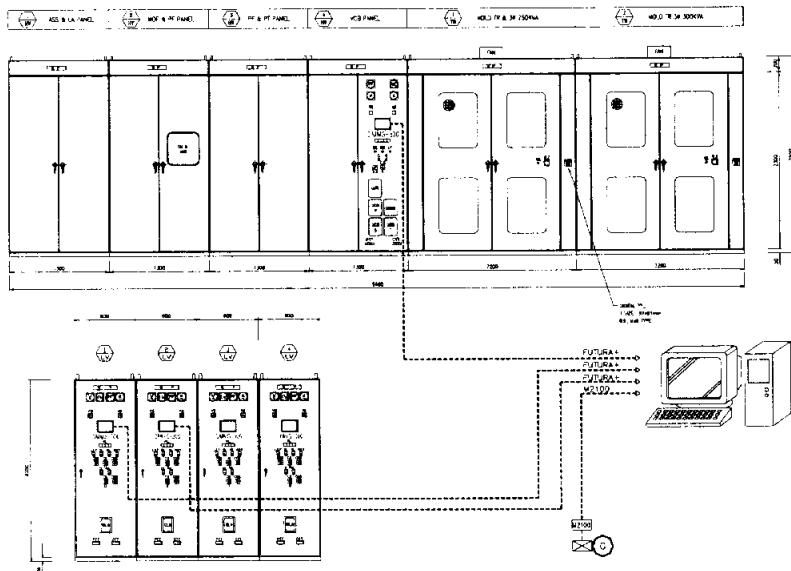


Fig. 2 Basic concept diagram of power monitoring system
in switchboard facility

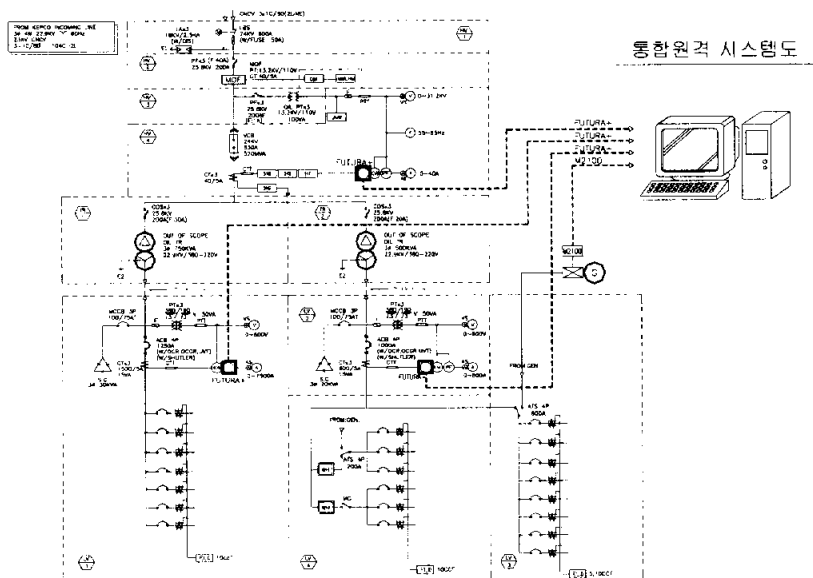


Fig. 3 One-line diagram of power monitoring system

자동화 배전반이란 배전 전력설비의 운용에 있어 일련의 시스템을 구축함으로써 설비의 효율적 운용을 실현하고 전력계통의 이상 발생시 이를 신속히 대처하기 위한 자동화 장치를 채택함으로써 배전반의 상시점검 및 중앙제어와 감시가 실현되며 배전반의 성능개선 및 유지보수 등의 장점들을 가진다. 배전반 자동화는 설비들의 기능향상과 전력 품질과 효율을 위해서 필수이며 에너지 사용의 극소화와 고품질의 전력의 지속적인 관리를 위해 필요하게 된다. 아울러 이러한 자동화 배전반이나 배전반의 자동화 구축을 위해서는 제반되는 자동화 장치들이 반드시 필요하게 된다. 최근 마이크로프로세서나 컴퓨터 등의 발달로 인한 이러한 장치들의 개발과 운영은 보다 손쉽게 접할 수 있게 되었으며 물리적인 면에서나 비용면에서도 많은 장점을 줄 수 있게 되었다.

2.2 배전반 자동화를 위한 장치

배전반 자동화를 위한 장치로서는 다기능 인디케이터와 통신 인터페이스 컨버터, 비상발전기 제어기 등을 들 수 있다. 이들 장비는 배전반 자동화의 수족을 담당하는 장비로서 배전반 상의 다수의 아날로그 계기들을 통합하고 결선의 감소로 배전반 패널 면적의 감소, 실시간 모니터링을 통한 사고 예방, 배전 관리 효율 증대, 관리인원의 최소화 등의 장점을 기대할 수 있다. Fig. 4는 이러한 장치들의 자동화 배전반에서의 기능적 개념도와 그의 응용을 보여준다.

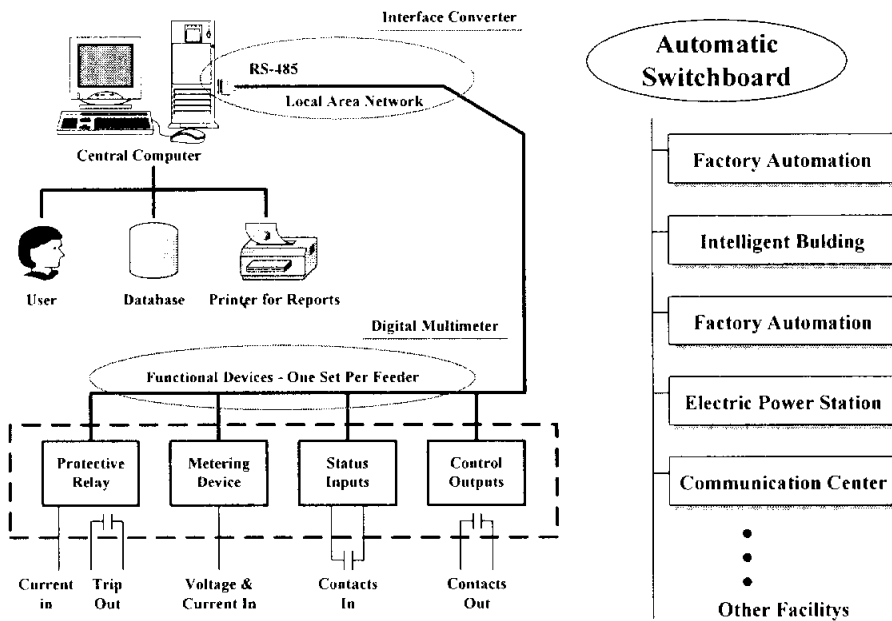


Fig. 4 The functions diagram of an automatic switchboard and application

인디케이터의 경우 소형에 다기능이 요구되며 단순히 장치와 설비의 상태를 표시하는 기능에서 벗어나 다양한 기능의 제어 및 감시기능을 갖추어야 한다. 더불어 일반적으로 배전반이 단독으로 설치되는 경우보다 자동화가 필요한 경우에는 다단다층으로 구성됨으로 인디케이터들의 통합된 형태가 필요하게 된다. 즉, 하나의 인디케이터에 전압계, 전류계, 적산, 전류계, 전류 계전기 등의 기능이 취합되어 배전반의 소형화가 가능하고 중앙제어나 감시가 수월해진다.

다기능 인터페이스 컨버터는 컴퓨터 등을 통한 제어, 감시를 위한 인디케이터와 제어장치와의 통신을 담당한다. 통합된 디지털 인디케이터가 있더라도 기타 제어장치와 장비 등의 통신문제가 간과되지 않는다. 다기능 인터페이스 컨버터는 이러한 문제를 해결하고 다양한 요구를 수

용하기 위한 해결책들을 원활하게 통합시켜 중앙제어와 감시를 구현하게 된다. 이러한 연구와 기술개발의 필요성과 효과로는 배전반의 중앙제어와 감시 실현, 전자식 배전반의 성능개선, 공정절감, 적용의 유연성, 패널 면적과 결선의 감소, 감시반과 간단한 인터페이스, 자기감시 등의 장점, 고가의 외산장비 의존도 감소, 국내외 시장의 확대 등을 들 수 있다. Fig. 5는 기존의 시스템과 Fig. 6는 디지털 인디케이터를 적용한 개선된 시스템의 개념도이다.

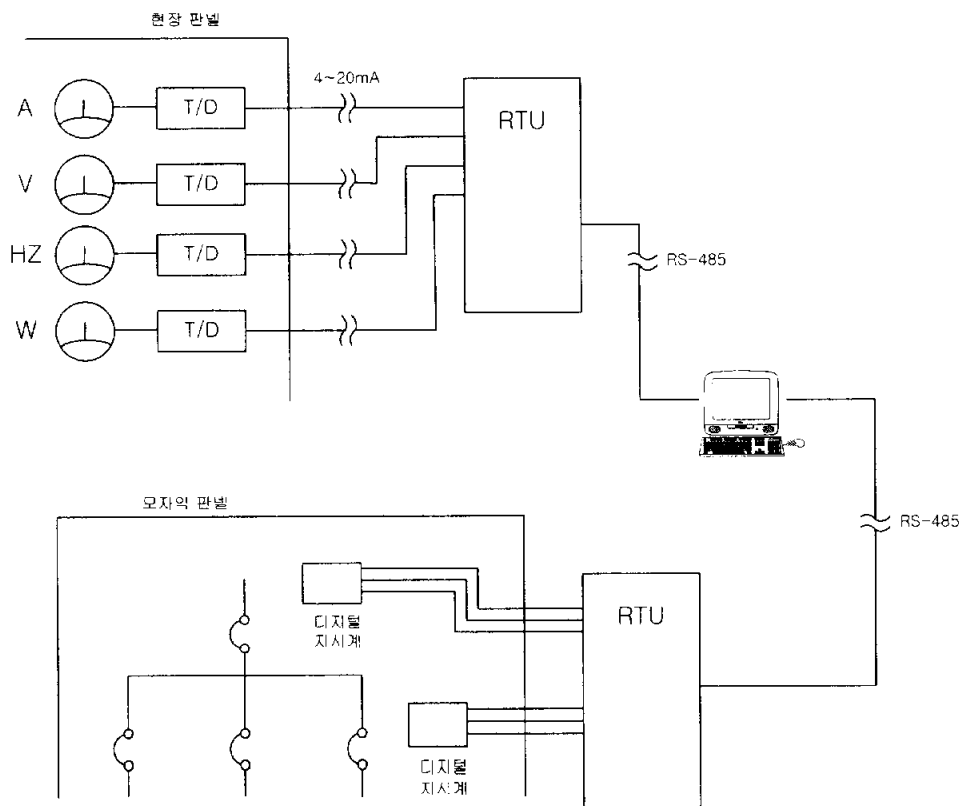


Fig. 5 Diagram of electronic power monitoring system

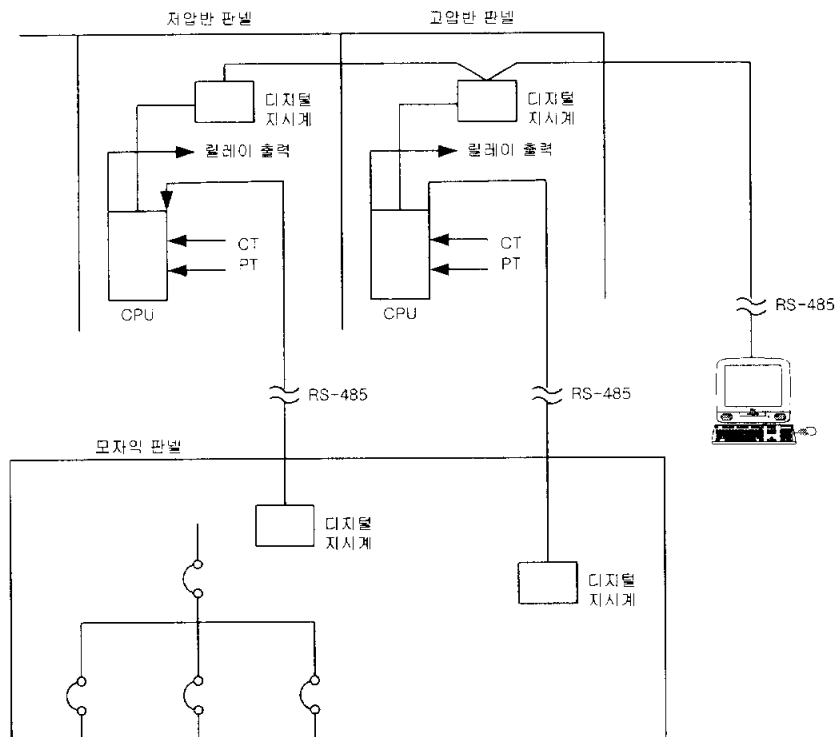


Fig. 6 Diagram of electronic power monitoring system
using digital indicator

비상발전기 제어기는 정상전원 차단시 비상발전기를 원활하게 운용하여 비상전원을 공급하는 기능을 수행한다. 전력감시 유닛과 비상발전기 제어 유닛을 통한 통합 제어 및 감시 시스템은 비상발전기 엔진의 기동과 정지를 제어하고 비상발전기의 모든 상태를 표시하는 감시 및 제어의 기능과 각종 표시기 및 기록기를 대체, 히스토리 데이터를 보관하며 이상 발생시 데이터 로깅, 알람을 발생한다. 인트라넷 및 인터넷을 통한 광역감시제어 체계 구축으로 확장이 가능하며 마이크로 프로세서 적용을 통한 제어회로의 고신뢰성과 Stand-alone Type의 유지보수성과 설치의 용이성 등의 장점을 가지며 설비의 최소화와 집중화를 이루게 된다.

2.3 통합 전력 제어 · 감시 시스템의 개요

건물이나 공장 내의 각종 전력설비(수배전반, 분전반, 발전기, 정류기, 변압기 등)와 계기류 및 차단기류, 계전기류 등의 감시, 조작, 계측, 경보, 기록, 제어 기능의 자동화를 구축하여 건물의 가장 큰 에너지원인 전력 계통의 효율적인 이용 및 관리와 한전 전원 정전시 자체 비상발전기를 기동하여 주요 전력 설비 계통의 안정적인 운전이 가능케 하는 것은 대단히 중요하다. 이를 위해 고성능 마이크로 프로세서 기반의 비상발전기 제어 및 감시 유닛과 전력감시 유닛, MMI(Man/Machine Interface) 시스템, 실시간 광역 통합감시 등의 서비스를 제공하는 네트워크로 구성되는 통합제어 및 감시 시스템(Integrated Control and Monitoring System)이 필요하게 된다.

Fig. 7은 전력감시 유닛과 비상발전기 제어 유닛을 통한 통합 제어 및 감시 시스템의 구성을 보여준다.

감시대상 변전실의 각 배전반에 설치된 전력감시 유닛에 감시전원이 연결되고 비상발전기 배전반에 설치된 비상발전기 감시 및 제어 유닛에는 발전기 감시신호와 전원이 연결되며 이들은 RS-485 또는 RS-232 케이블을 이용하여 MMI Master 시스템과 연결된다. Master 시스템은 Operator 시스템과 Server/Client로 구성되고 LAN을 이용하여 원거리에서 통합적으로 감시 및 제어도 가능하다. 이러한 시스템을 구축함으로써 고장 요인을 사전에 감시 및 제어할 수 있어서 각종 전력설비의 효율적인 운전이 가능하고, 안전을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 관리비용을 크게 절감하는 효과를 거둘 수 있다.

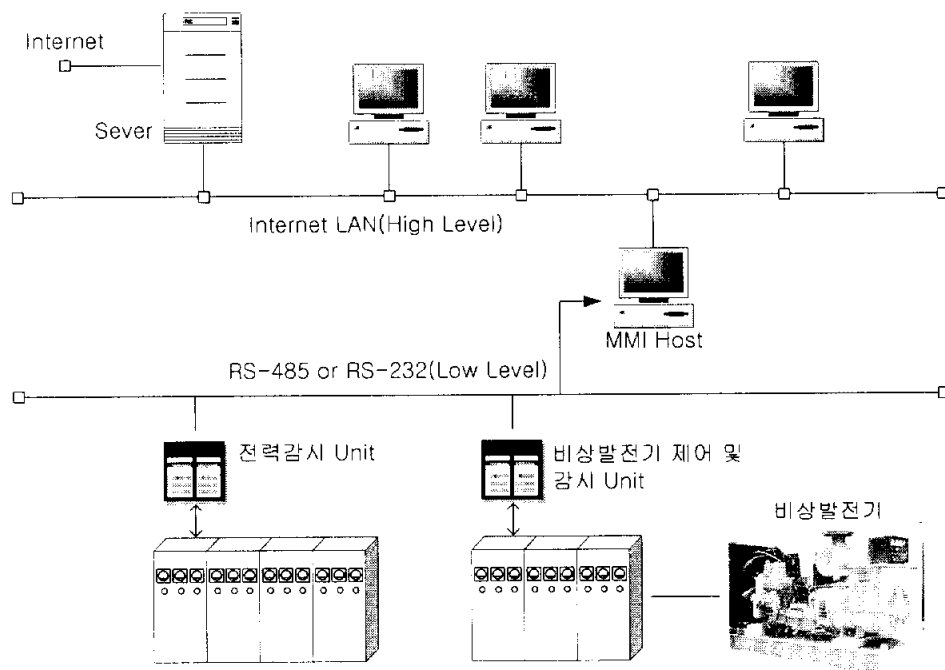


Fig. 7 Diagram of emergency generator control system
in integrated control and monitoring system

제 3 장

배전반 자동화를 위한 하드웨어의 개발

3.1 다기능 디지털 인디케이터

디지털 인디케이터는 다수의 아날로그 계기들을 취합한 형태로서 각종 전력에 대한 정보를 수집하고 표시하는 기능을 한다. 디지털 인디케이터의 경우 크게 측정부와 제어부, 디스플레이부, 통신 및 입출력부로 나뉘 볼 수 있다. 먼저 측정부에서는 전력에 대한 정보를 수집하게 되는데 각각의 측정되는 전기의 결선방법, 용량 등의 전기적 특성에 따라 측정방법이 다르며 전기적 특성이 고려되어야 한다.

Fig. 8은 다기능 디지털 인디케이터의 입출력부 및 통신부, 제어부 등의 각 기능별 개념도이다.

측정부에서 수집되는 정보중 단상 시스템의 경우에 측정되는 파리미터들 다음과 같다. 단상 시스템은 주거단지나 사무실 같은 저 왜란 시스템에 사용되는 기본적인 Two-wire 시스템이다. 일반적으로 Line에서 중성점까지 110V를 공급하고 Line1에서 Line2까지 220V를 공급한다.

- 전력(Power, W)

$$W = E \cdot I \cdot \cos \theta$$

$$W = (E_{Line1} \cdot I_{Line1} \cdot \cos \theta) + (E_{Line2} \cdot I_{Line2} \cdot \cos \theta)$$

여기서, E = potential, I = current, $\cos \theta$ = phase difference between the potential and the current.

- 무효전력(Reactive power, VAR)

$$AVR = E \cdot I \cdot \sin \theta$$

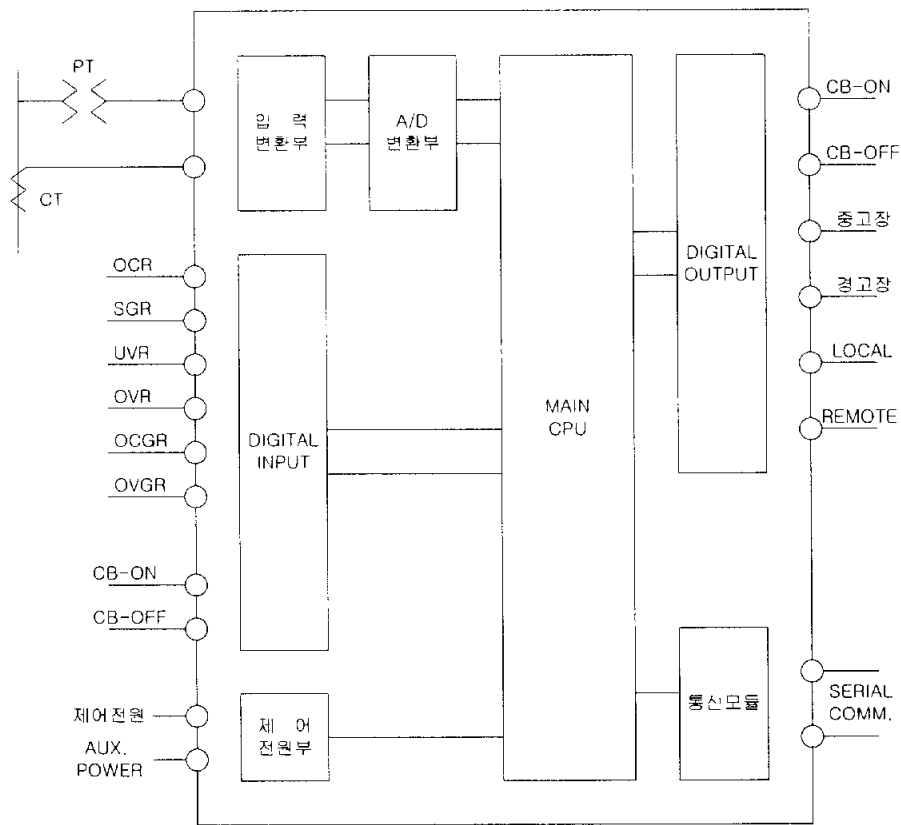


Fig. 8 Functional diagram of multifunction indicator

- 피상전력(Apparent power, VA)

$$VA = \sqrt{W^2 + VAR^2}$$

- Power factor(PF)

$$PF = \frac{W}{VA} = \frac{W}{\sqrt{W^2 + VAR^2}}$$

3상 시스템의 경우에는 상용 또는 산업용으로 고전압을 제공하며 여기서 3상은 3개의 전위와 일치한다. 3선은 120°의 상차를 낸다. 3상은 Delta 구조와 Wye 구조로 나타낼 수 있다. 각상과 중성점 사이의 전압

에 대한 관계식은 다음과 같다.

$$E_{an} = E_{bn} = \frac{E_{ab}}{\sqrt{3}} = \frac{E_{bc}}{\sqrt{3}} = \frac{E_{ac}}{\sqrt{3}}$$

그리고 또한 파형과 고조파 등에 대한 측정, 소비전력과 최대 최소 수요전력 시간, 무효소비전력 등이 측정되어야 한다. 이상적인 전압과 전류는 sine 파형을 가진다. 그러나 인버터나 컴퓨터 그리고 모터제어와 같은 실제의 적용에서 보면 왜곡된 파형이 발생한다. 이러한 왜란들은 기초적인 주파수의 고주파와 조합으로 이루어진다.

- 파형(Sinusoidal waveform)

$$A \cdot \sin(\omega \cdot t)$$

- 왜곡된 파형(Distorted waveform)

$$A \cdot \sin(\omega \cdot t) + A_1 \cdot \sin(\omega_1 \cdot t) + A_2 \cdot \sin(\omega_2 \cdot t) + A_3 \cdot \sin(\omega_3 \cdot t) + \dots$$

전체 고조파 왜곡(Total harmonic distortion, *THD*)

$$\% \text{ of } THD = \frac{\text{RMS of Total Harmonic Distortion Singal}}{\text{RMS of Fundamental Signal}} \times 100$$

고조파 왜곡은 전력분산 시스템의 안정성에 심각한 문제를 유발시킬 수 있다.

- 소비전력(Consumption, *WH*)

$$WH = W \times T$$

여기서, *W* = instantaneous power, *T* = time in hours.

- 최대 최소 수요전력 시간(Demand) : 일반적으로 15분 혹은 30분의 특정한 시간동안의 평균 소비전력을 말한다.

- 무효소비 전력(Poor power factor) : 무효전력의 소비전력을 말한다.

제어부에서는 수집된 데이터들을 마이크로프로세서에 의해 처리한다. 사용된 마이크로 프로세서는 Intel사의 80C196KC가 사용되었으며 다섯

개의 입출력 포트와 8/10 비트의 A/D 컨버터를 제어할 수 있다. 본 연구를 위해 개발된 80C196KC 보드는 2개의 출력, 3개의 입력 그리고 한 개의 A/D 포트를 가지고 있으며 Fig. 9와 같고 Fig. 10은 설계된 보드의 회로도이다.

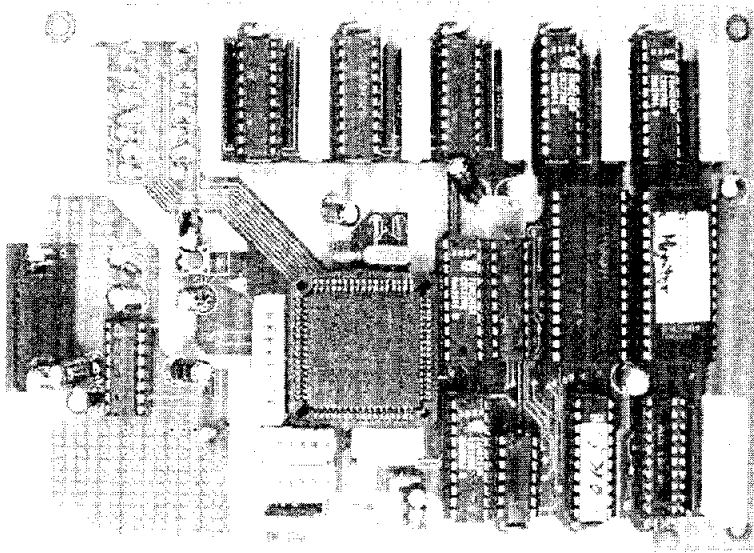


Fig. 9 80C196KC Board

입력포트는 통한 ACB, VCB 그리고 각 접점들을 입력받게 되며 출력 포트는 스위치의 On/Off 신호와 다른 장비로 신호를 출력하는데 사용되며 A/D 포트는 각 장비의 상태나 측정된 데이터 값을 전송 받기위해 이용된다. 여기서 부가적으로 Fig. 11과 Fig. 12의 게이트 회로를 구성하게 되는데 이는 80C196KC의 입출력 포트의 신호레벨이 TTL에 의존하기 때문에 신호의 증폭을 위해 그리고 입력받는 신호의 이상으로부터 마이크로프로세서를 보호하기 위한 목적으로 구성된다.

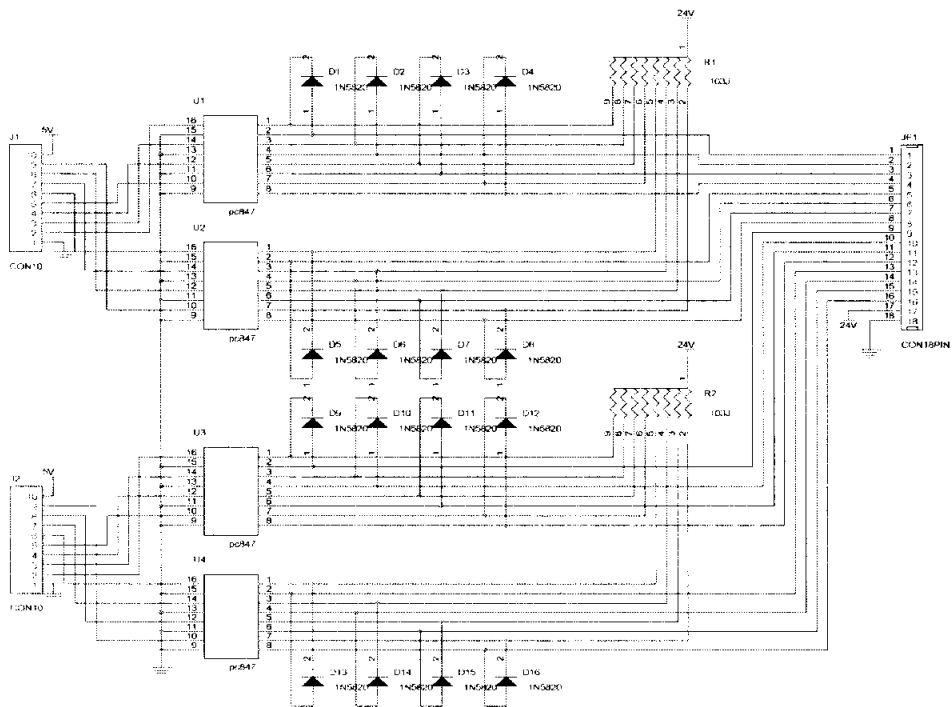


Fig. 11 Gate circuit of input

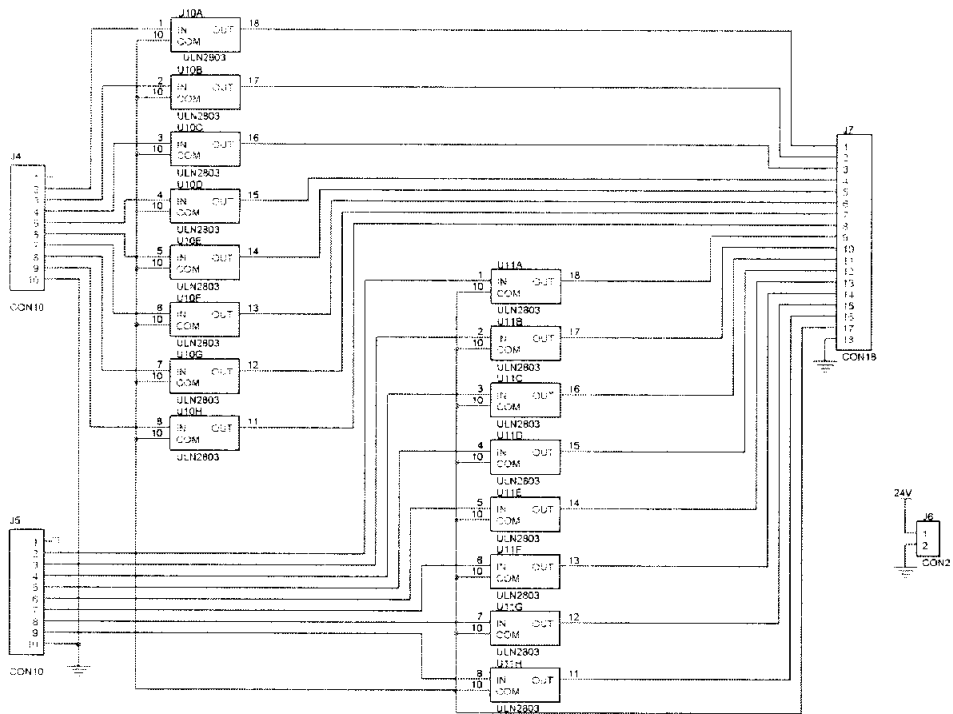


Fig. 12 Gate circuit of output

측정된 데이터는 인디케이터 표시부의 각각의 7 세그먼트 디스플레이에 표시되는데 여러 개의 7 세그먼트 디스플레이를 구동하는데는 마이크로프로세서의 모든 포트를 할당해도 부족하다. 이러한 문제는 Microchip사의 RISC형 마이크로컨트롤러인 PIC16 시리즈를 사용한 SGN(seven segment network) 모듈을 사용하였다. SGN 모듈은 여러 개의 7 세그먼트 디스플레이를 마치 LCD모듈처럼 하나의 PCB위에 실장하고, 간편한 방법으로 컨트롤할 수 있도록 만든 7 세그먼트 디스플레이 모듈이다. 7 세그먼트 디스플레이의 구동방법은 많이 소개되어 있지만, 그 내용을 잘 알고 있는 사람들도 실제 숫자를 표현하기 위해서는 다이내믹 디스플레이라는 다소 까다로운 방법을 사용해야하기 때문

에 매우 귀찮은 일이었다. 많은 수의 포트를 정확한 시간간격으로 제어 해주어야만 비교적 안정적인 디스플레이를 구현할 수 있었다. 그래서 간단히 RS232C로 표시할 데이터를 ASCII코드로 변환하여 송신만 해주면 알아서 표시해주는 7 세그먼트 디스플레이 모듈이 필요하게 된다. SGN 모듈은 단 한 선만을 데이터 선으로 사용한다. 나머지 2선은 전원 선으로, 하나는 5V이고, 하나는 GND이다. 데이터 선에 RS232C 포맷으로 ASCII 코드를 보내면 SGN 모듈에서 받아서 해당위치에 표시해 주는데, 기본적으로 한자리를 표시하기 위해서는 3 바이트를 보내야 한다. 3 바이트의 코드들과 값은 다음과 같다.

첫 번째 BYTE	두 번째 BYTE	세 번째 BYTE
SGN의 ID 코드	표시할 위치(자릿수)	ASCII 코드값

SGN 모듈은 또한 한 가닥의 선으로 여러 개의 SGN 모듈을 공통으로 연결시켜 제어할 수 있는 멀티드롭 방식의 제어가 가능하도록 설계되었다. SGN에 송신하는 3바이트의 데이터중 첫 번째 바이트가 바로 표시할 SGN을 결정하는 ID코드로 이용된다. 이는 SGN 모듈의 ID 코드를 선택할 수 있는 덤 스위치를 이용한다. 0~15까지 모두 16개의 SGN 모듈을 하나의 라인에 연결할 수 있다. 또한 특정 위치의 자릿수를 제어하거나 BCD, HEX, 숫자, 영문자, 특수기호, DOT 표시기능과 특정위치의 FND를 Flashing할 수도 있다. 에노드 공통 타입의 FND를 사용하였으며 구동 클럭은 8MHz로 PIC를 구동하는 클럭과 같다. Fig. 13은 SGN 모듈의 모습이고 Fig. 14는 그의 회로도이다.

단독의 마이크로프로세서가 모든 기능을 처리하는 방식보다 이러한 방법으로 디스플레이부는 별도의 PIC등과 같은 간단한 마이크로컨트롤러를 사용하는 것은 효율적인 방법이다.

Fig. 15는 다기능 인디케이터로서 각 상(L1, L2, L3)의 상태와 측정된 값들을 선택적으로 표시하며 통신포트를 통하여 모니터링 PC상에 표현되어진다. Fig. 16와 17은 모니터링 PC상에서의 인디케이터의 정보를 표시하는 화면이다.

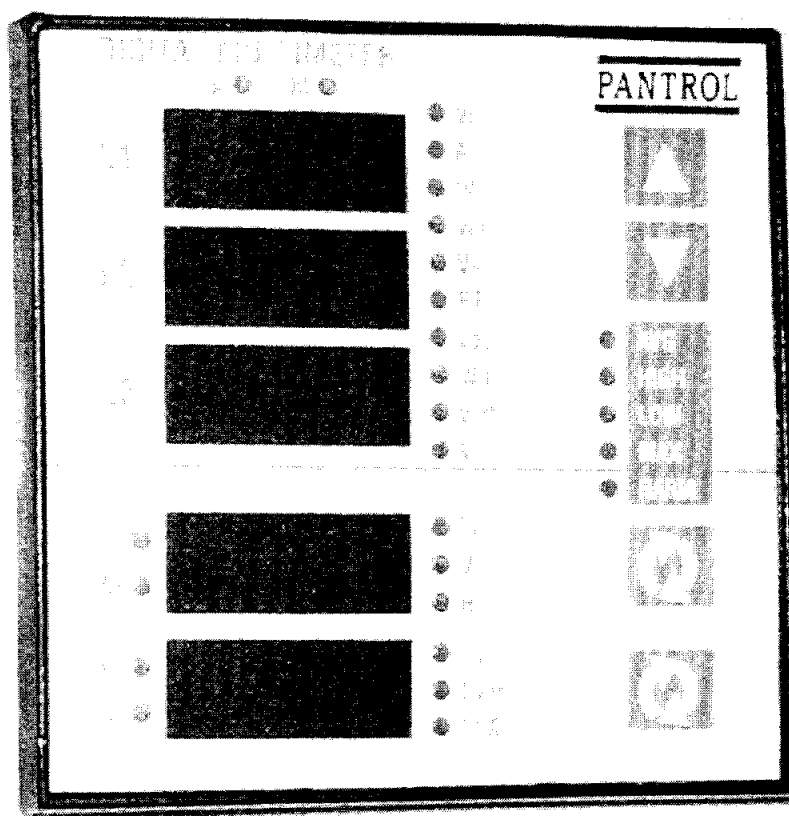


Fig. 15 Digital multifunction indicator

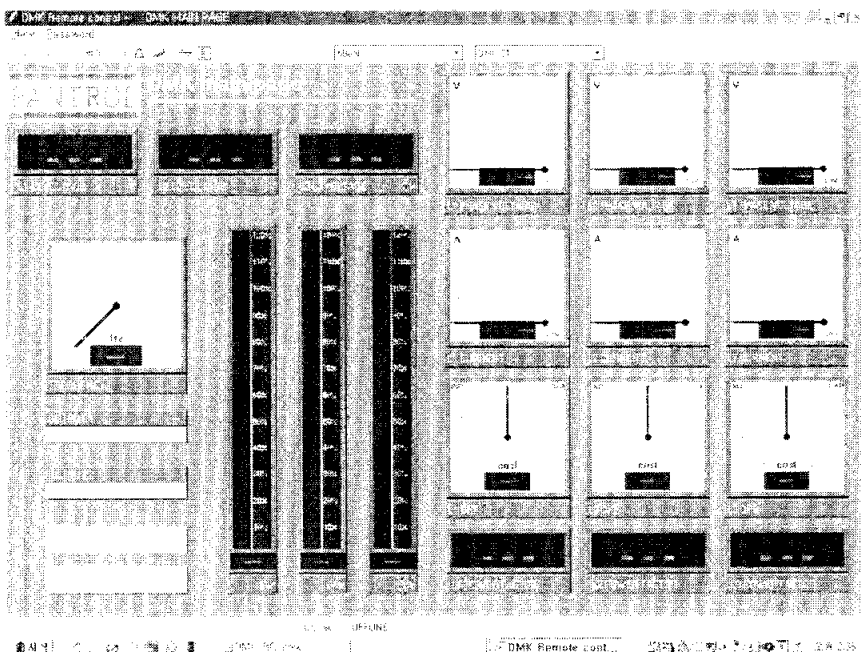


Fig. 16 Screen of monitoring main window

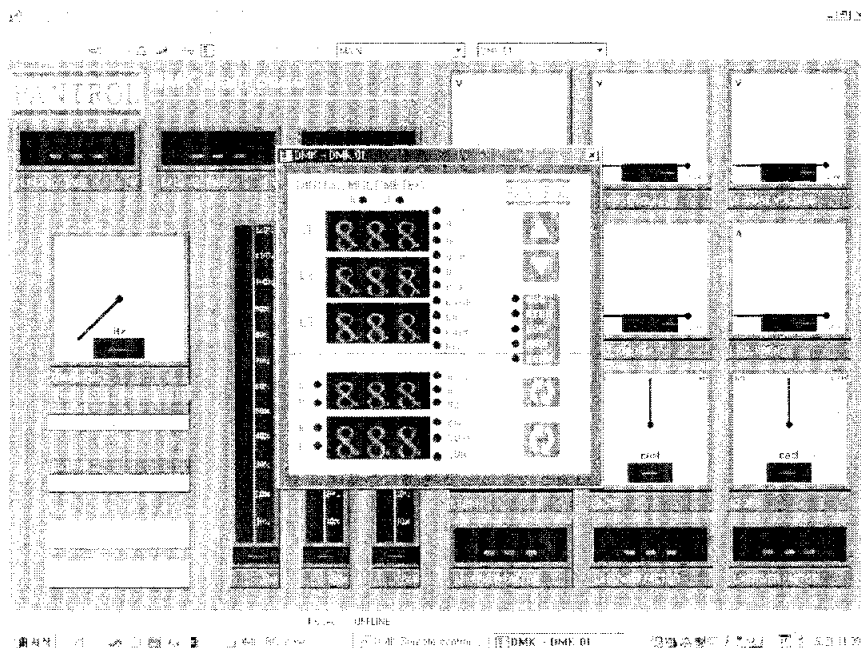


Fig. 17 Screen of front panel

3.2 범용 인터페이스 컨버터

범용 인터페이스 컨버터는 통신선로상의 원활한 데이터 송수신을 관장하기 위해 필요하며 다양한 통신모드들을 지원함으로써 통신 방식의 차이로 인한 기타 장치들과 인디케이터 그리고 모니터링 PC와의 통신문제를 해결한다. 가장 보편적인 RS-232C 방식을 RS-422/485 방식으로 변환시키며 여러 종류의 통신방식을 취사선택 할 수 있게 한다. 전이중 232를 422로, 반이중 232를 단일 485로, 반이중 232를 다중 485로 혹은 485 연속성 통신 모드 등을 기본 모드로 하여 다른 하드웨어의 연결없이 장치들을 연결해 주는 기능을 가능하게 한다. 아울러 추가적인 기능과 특징으로 Multidrop data를 네트워크로 전송하거나 원거리 시리얼 연결 기능을 포함하여 독립된 회로로 구성된 장치로 확장성과 범용성의 특징을 가진다.

Fig. 18은 통신 컨버터이고 Fig. 19은 통신 컨버터의 회로도이다. 232 to 485, 485 to 232의 통신 방식 변환이 양방향으로 자유롭고 소형의 컨버터로서 모니터링 PC의 통신 포트나 기타 장치의 설치에 부담이 없고 별도의 전원을 필요치 않는 장점이 있다.

Fig. 20, 21, 22, 23는 이러한 다양한 통신방식들의 예로 Fig. 20은 반이중 모드 상태를, Fig. 21은 전이중, Fig. 22는 2채널 반이중 모드, Fig. 23은 중계기 상태의 컨버터와 각 장치들과 모니터링 PC와의 연결을 보여주고 있다.

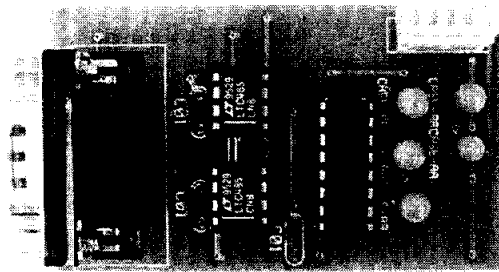


Fig. 18 232/485 to 485/232 converter

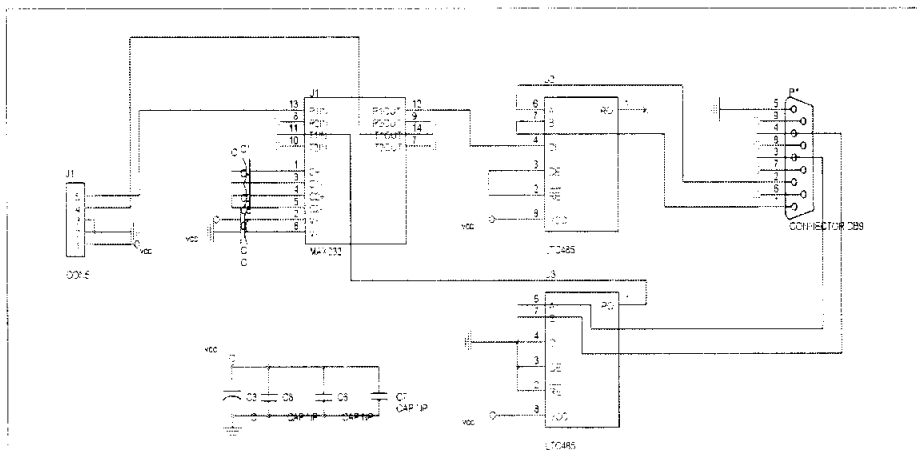


Fig. 19 Circuit diagram of 232/485 to 485/232 converter

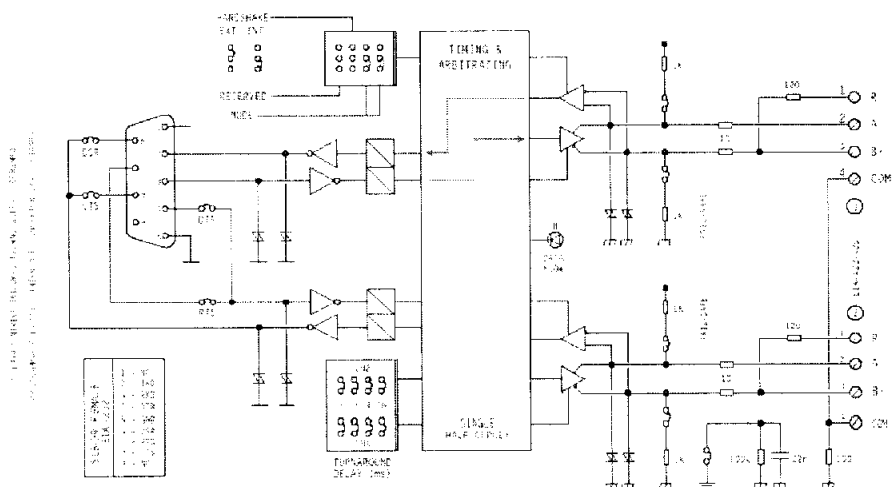
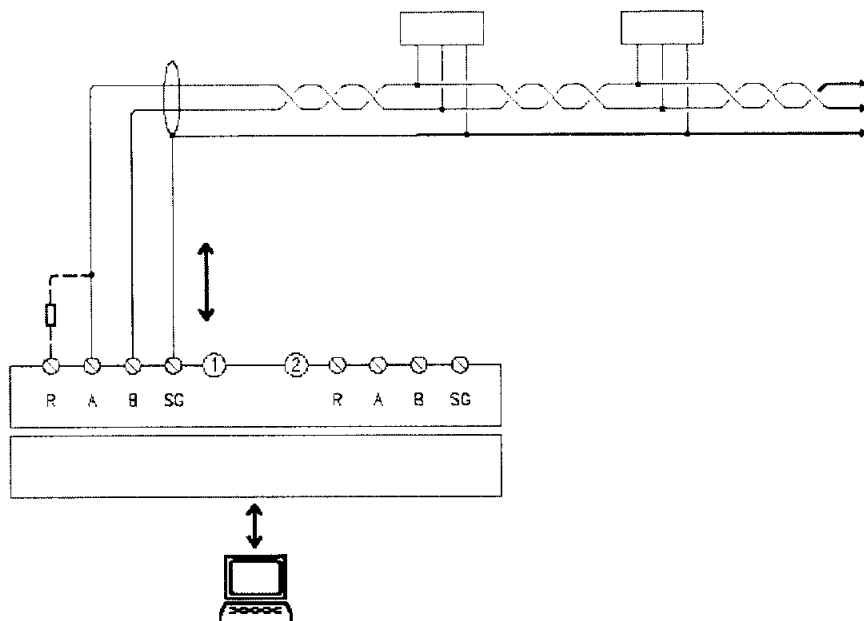


Fig. 20 Single half duplex

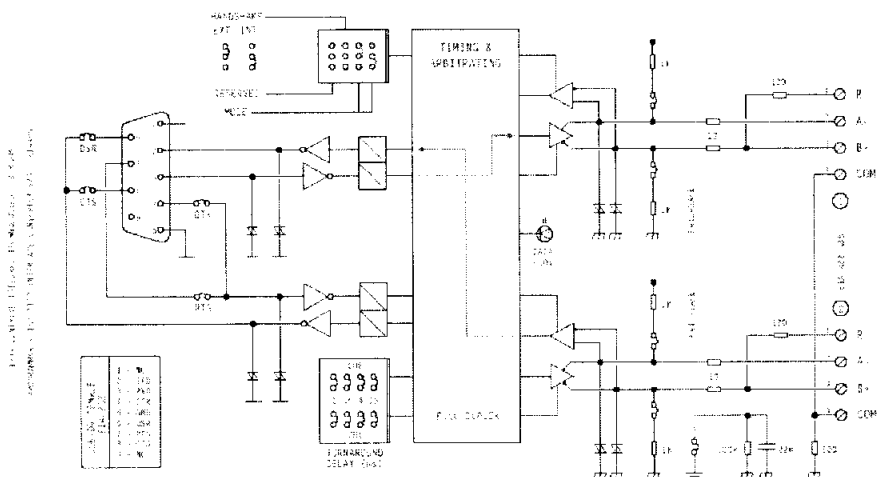
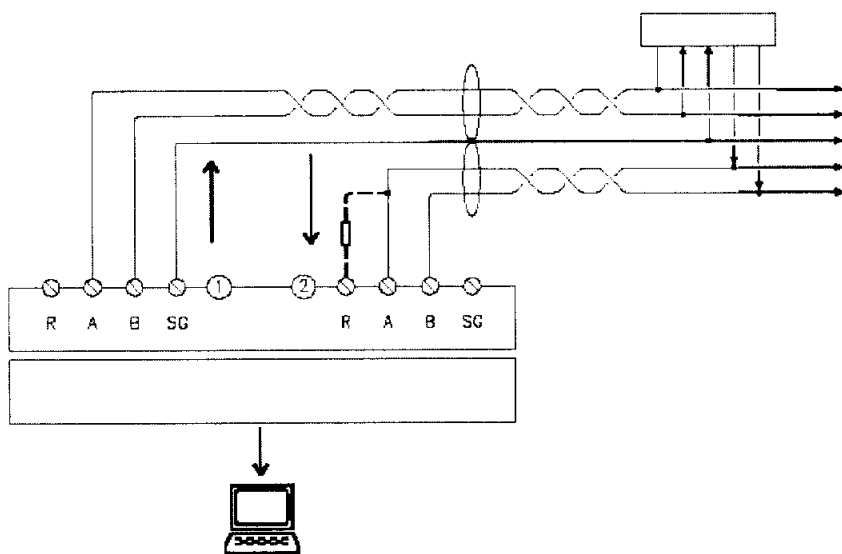


Fig. 21 Full duplex

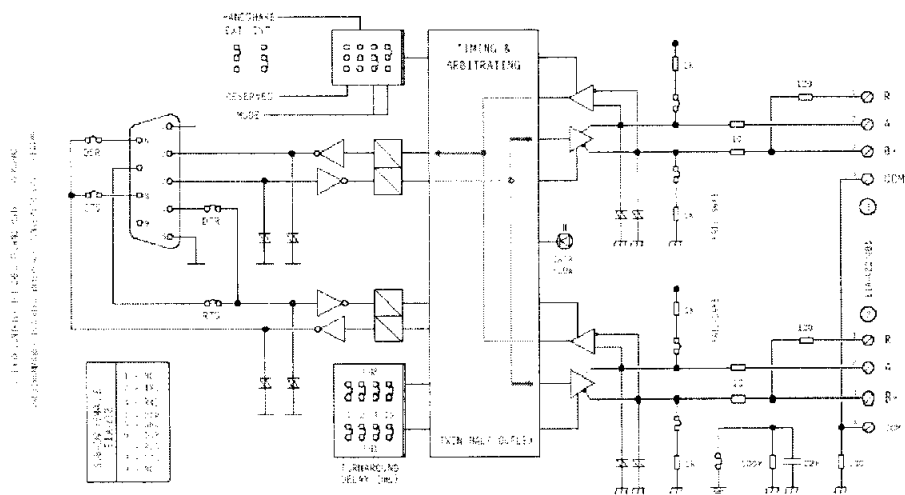
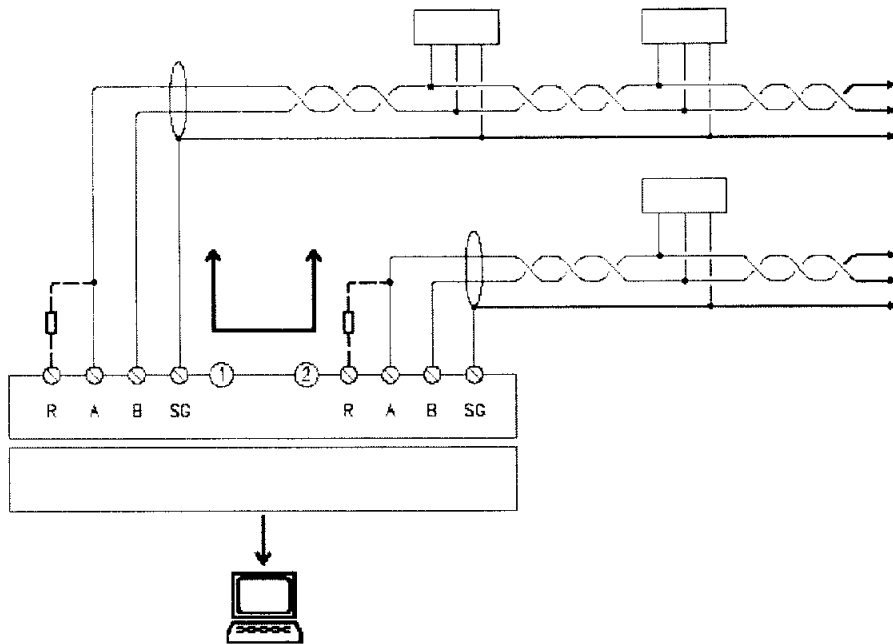


Fig. 22 Twin half duplex

3.3 비상발전기 제어 및 감시 유닛

비상발전기 제어 및 감시 유닛은 정전시 비상전력을 생산할 수 있는 자가비상발전기를 구축한 환경의 중앙 감시 시스템을 구축하기 위한 필수장비이다. 한전 전원이 사용중 차단되었을 때도 사용 부하측에 전원을 계속 공급할 수 있도록 비상용 발전기를 제어하고 감시한다. 기본 동작은 한전에서 공급되는 전원을 상시 감시하면서 전원이 차단되었을 때 비상발전기를 기동하고 적정 전압에 도달하면 비상전원용 차단기를 ON하여 부하에 계속 전원을 공급한다. 한전전원이 복귀되면 ATS에 의해 한전전원용 차단기가 ON되고 부하에 한전전원을 공급시킨 후 비상발전기를 정지시킨다.

비상발전기 제어 및 감시 유닛의 주요기능으로는 주변기기의 동작상태를 상시 감시하여 입력된 상태에 따라 비상발전기의 가동여부를 결정하고 디스플레이 및 제어신호를 출력하는 기능이 있고, 유닛의 특징은 마이크로프로세서를 이용하여 모든 데이터를 디지털로 처리함으로 동작에 대한 신뢰성이 있고 비상발전기를 제어하기 위한 별도의 시퀀스 회로를 구성할 필요가 없이 1대의 제어 유닛과 출력회로에 인터페이스용 릴레이반만으로 구성이 가능함으로 설비의 최소화 및 집중화를 이룰 수 있다는 것이다. 한전전원 및 비상발전전원의 통전 유무, 한전전원 및 비상발전전원 차단기의 동작상태, 발전기 기관의 동작상태 등을 상시 감시할 수 있으며 비상발전기를 운전하기 위한 엔진오일 부족, 냉각수 온도 상태 등을 감시할 수 있고 비상발전기 출력전압의 상태와 비상발전기의 기동여부도 알 수 있다. 비상발전기 또는 주변기기를 제어하기 위한 제어신호로서 비상발전기 연료 밸브 ON/OFF, 비상발전기 시동신호, 한전전원 및 비상발전전원의 차단기 ON/OFF 등의 제어신호를 출

력하여 발전기 기동과 운용에 이상이 없도록 관리할 수 있다.

Fig. 24는 비상발전기 제어 및 감시 유닛의 각 입출력 및 내부의 각 부에 대한 기능적 개념도이며, Fig. 25는 개발된 비상발전기 제어 유닛의 모습이다. Fig. 26은 전력감시 유닛과 비상발전기 제어 유닛이 함께 탑재된 제어반을 보인다. 출력부의 LED 디스플레이의 모양을 다양하게 구성할 수도 있다.

아울러 Fig. 27과 같이 비상발전기 제어 유닛의 상태를 PC 상에서 모니터링이 가능하며 비상발전기의 기동과 정지를 원격제어 할 수 있어 관리의 효율성과 유지관리가 수월해진다.

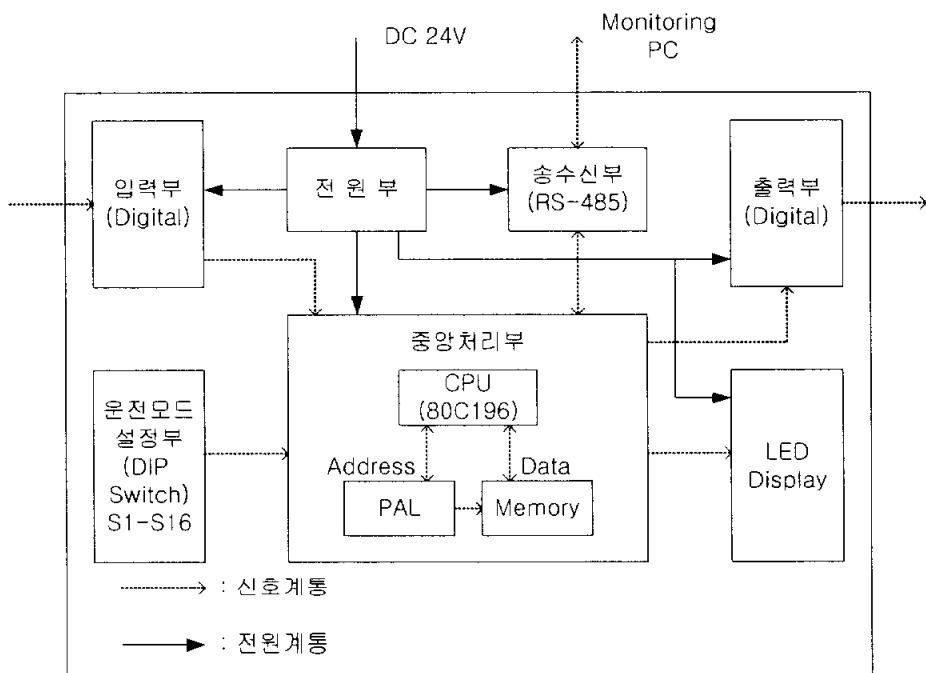


Fig. 24 Functional diagram of emergency generator controller

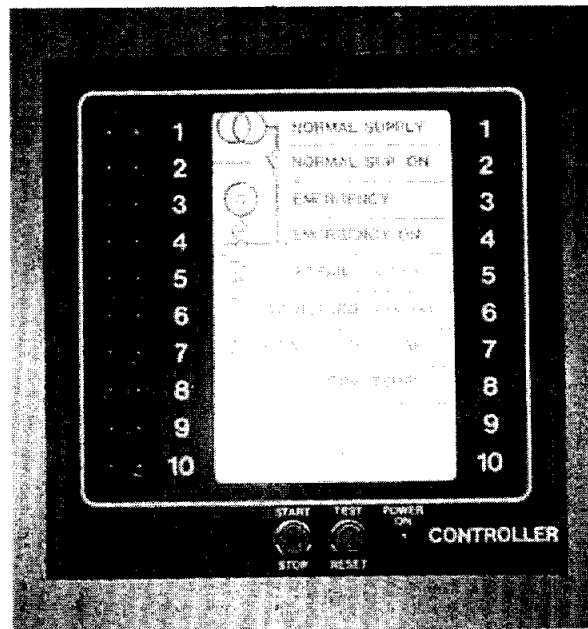


Fig. 25 Emergency generator controller

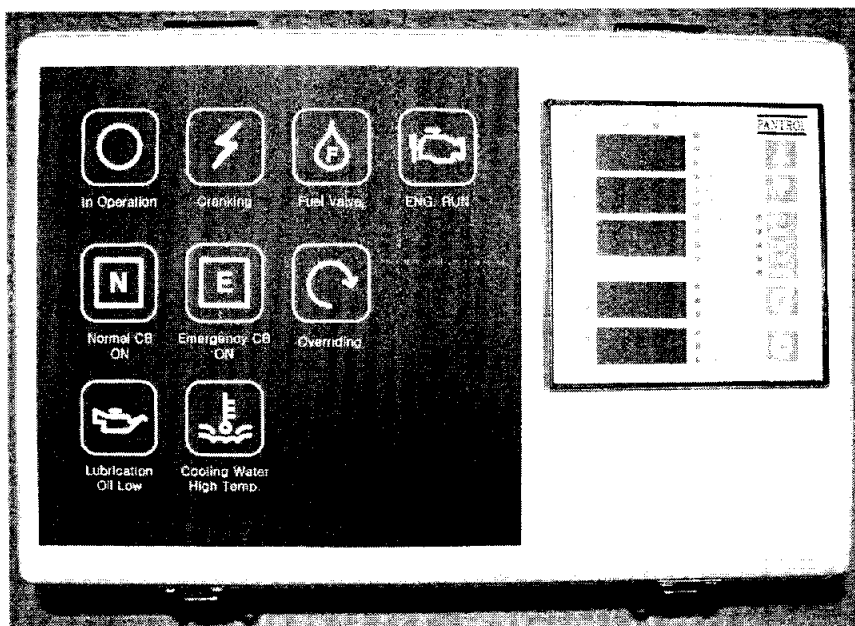


Fig. 26 Panel of emergency generator controller

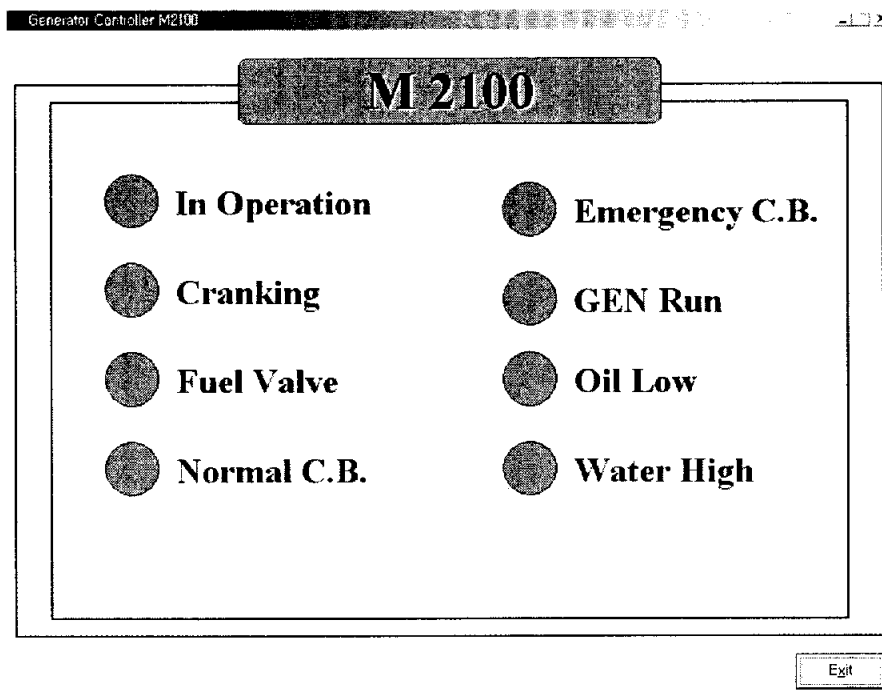


Fig. 27 Screen of emergency generator controller monitoring

제 4 장

통합 전력 제어 · 감시 시스템의 개발

4.1 전력 모니터링 프로그램

다기능 인디케이터와 비상발전기 제어 유닛에서 수집된 데이터들은 범용인터페이스 컨버터를 통하여 각각 모니터링 되어지며 (Fig. 16, 17, 27), 이는 다시 전력 모니터링 프로그램을 통하여 통합되어 제어 · 감시 되어진다. 전력 모니터링 프로그램 KView는 Windows 9x 및 NT, 2000 운영체제에서 실행되는 MMI 프로그램으로 제어, 감시와 Trend/History, Data logging을 위한 소프트웨어이다. 실행프로그램으로는 KConfig.exe (통신, Tag 편집기), KDraw.exe (화면편집기, 그래픽 Tool), KView.exe (Runtime Mode), MapView.exe (Simulator), DataServer (통신 프로그램) 등으로 구성되어 있다.

Fig. 28은 KConfig.exe의 실행화면으로서 KView의 환경설정 및 Tag 등록을 하는 프로그램이다. Tag로는 DI(Digital Input), DO(Digital Output), AI(Analog Input), AO(Analog Output), SI(String Input), SO(String Output) 등이 있다. 실제 제어환경에서는 Digital과 Analog point만이 있으나 화면표시의 필요성에 의해 문자열 (SI, SO)도 입출력이 가능하게 하였다.

KView - KConfig

파일(F) 설정(C) Link(L) Scan Buf(B) Tag(T) 보기(V) 도움말(H)

Link Scan DI DO AI AO SI SO

Tag	장치명	상태수	링크	Scanbuf	시작Bit	Bit수	Invert	Alarm	Alarm값	Alarm종류
DI 0000	Line Start	2		0	0					
DI 0001	Air Pump On	2		0	0					
DI 0002	Push Valve Open	2		0	0					
DI 0003	Pop Valve Open	2		0	0					
DI 0004		2		0	0					
DI 0005	Pressure Postion	2		0	0					
DI 0006		2		0	0					
DI 0007		2		0	0					
DI 0008		2		0	0					
DI 0009		2		0	0					
DI 0010	Position 0	2		0	0					
DI 0011	Position 1	2		0	0					
DI 0012	Position 2	2		0	0					
DI 0013	Position 3	2		0	0					
DI 0014	Position 4	2		0	0					
DI 0015	Position 5	2		0	0					
DI 0016	Position 6	2		0	0					
DI 0017	Position 7	2		0	0					
DI 0018	Position 8	2		0	0					
DI 0019	Position 9	2		0	0					
DI 0020	Position 10	2		0	0					
DI 0021	Position 11	2		0	0					
DI 0022		2		0	0					
DI 0023		2		0	0					
DI 0024		2		0	0					
DI 0025		2		0	0					
DI 0026		2		0	0					
DI 0027		2		0	0					
DI 0028		2		0	0					
DI 0029		2		0	0					
DI 0030		2		0	0					
DI 0031		2		0	0					

준비 NUM

Fig. 28 Screen of KConfig.exe

Fig. 29는 KDraw.exe의 실행화면으로서 제어화면을 작성하는 그래픽 Tool 이다. 2차원 Drawing 방식으로 도형 및 Tag를 그릴 수 있고, Symbol과 Animation 등록을 할 수 있다. 여러 개의 화면을 동시에 편집할 수 있고, 다른 화면간에 복사도 가능하다. 실행환경 하에서도 작업이 가능하고 수정된 항목은 Update 된다. 자체에서 256 Color의 색상을 지원한다.

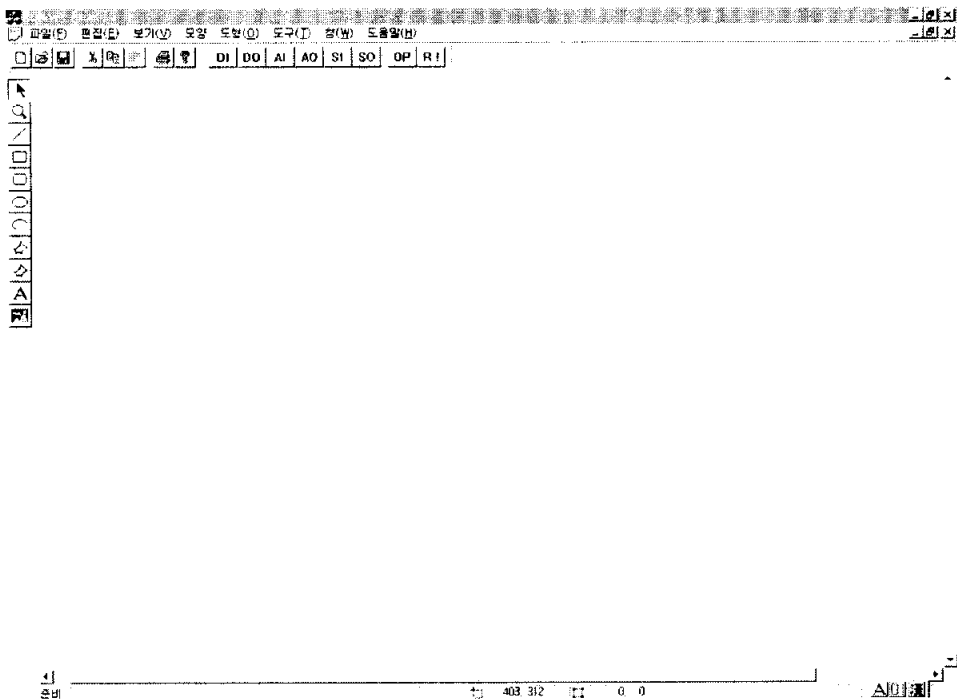


Fig. 29 Screen of KDraw.exe

Fig. 20은 KView.exe의 실행화면으로 KView의 Runtime Module이다. 제어, 감시 기능과 Alarm logging, Trend/History graph, 조작정보 Logging과 각 화면간의 화면전환 기능이 있다.

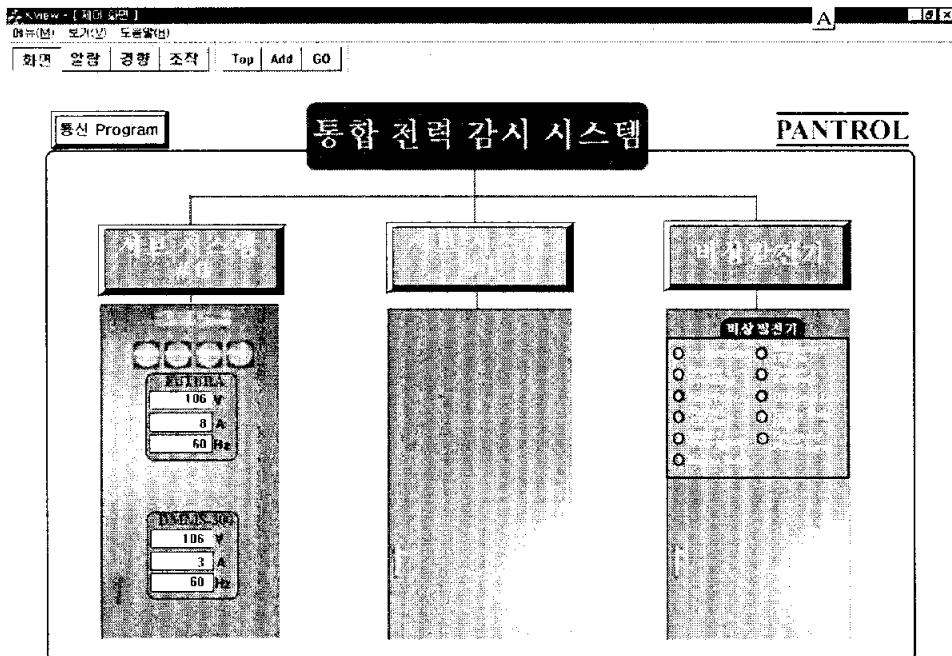


Fig. 30 Screen of KView.exe

Fig. 31은 MapView.exe의 실행화면으로 Simulator로서 test 목적으로 사용된다. 실행환경에서 각 Tag들의 값을 확인 또는 조작할 수 있다. 화면상에 Tag 설정이 올바르게 되었는지 시험할 수 있고, 통신상태나 전달된 Data를 확인할 수 있다.

The screenshot shows the 'MapView - [DI Table]' window. It has a menu bar with '파일(F)', 'ScanBuf(S)', 'Tag(T)', '보기(V)', and '도움말(H)'. Below the menu is a toolbar with buttons 'Sb', 'Di', 'Do', 'Ai', 'Ao', 'Si', 'So', and a help icon. The main area contains a table with the following columns: Tag, 장치명, 현재값, 상태수, 링크, Scanbuf, 시작Bit, Bit수, Invert, Alarm, and Alarm. The table lists 32 tags (DI 0000 to DI 0031) with their respective device names and values. At the bottom left, there is a '준비' button, and at the bottom right, there is a 'NUM' label.

Tag	장치명	현재값	상태수	링크	Scanbuf	시작Bit	Bit수	Invert	Alarm	Alarm
DI 0000	Line Start	1	2		0	0	1			
DI 0001	Air Pump On	0	2		0	0	1			
DI 0002	Push Valve Open	0	2		0	0	1			
DI 0003	Pop Valve Open	1	2		0	0	1			
DI 0004		0	2		0	0	1			
DI 0005	Pressure Postion	0	3		0	0	1			
DI 0006		0	2		0	0	1			
DI 0007		0	2		0	0	1			
DI 0008		0	2		0	0	1			
DI 0009		0	2		0	0	1			
DI 0010	Position 0	0	2		0	0	1			
DI 0011	Position 1	0	2		0	0	1			
DI 0012	Position 2	1	2		0	0	1			
DI 0013	Position 3	0	2		0	0	1			
DI 0014	Position 4	0	2		0	0	1			
DI 0015	Position 5	1	2		0	0	1			
DI 0016	Position 6	0	2		0	0	1			
DI 0017	Position 7	0	3		0	0	1			
DI 0018	Position 8	2	3		0	0	1			
DI 0019	Position 9	0	3		0	0	1			
DI 0020	Position 10	0	3		0	0	1			
DI 0021	Position 11	2	3		0	0	1			
DI 0022		0	2		0	0	1			
DI 0023		0	2		0	0	1			
DI 0024		0	2		0	0	1			
DI 0025		0	2		0	0	1			
DI 0026		0	2		0	0	1			
DI 0027		0	2		0	0	1			
DI 0028		0	2		0	0	1			
DI 0029		0	2		0	0	1			
DI 0030		0	2		0	0	1			
DI 0031		0	2		0	0	1			

Fig. 31 Screen of MapView.exe

Fig. 32는 DataServer로서 KConfig에서 설정한 대로 인디케이터나 PLC 등의 기타장치들과 통신을 하는 프로그램이다. User.h 파일에는 Interface를 위한 함수와 Structure들이 정의되어 있다. Library 파일은 KView.lib이고, DLL 파일은 KView.dll이다.

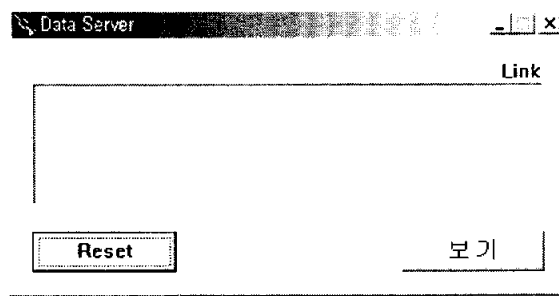


Fig. 32 Screen of DataSever.exe

4.2 통합 전력 제어 · 감시 프로그램

통합 전력 제어 · 감시 시스템은 PC에서 일반적인 Windows 환경 내에서 스크린 상의 그래픽에 의해 처리된 상황을 쉽게 판단할 수 있고 문제점들을 원활하게 해결할 수 있도록 되어있다. 만약에 전력계통이 정전되었을 때에 어디서 무슨 일이 일어났는지, 언제 전기가 다시 들어올 수 있을지 등에 대하여 알 필요가 있다. 또한 발생한 문제점들을 해결하고, 이러한 문제점들이 다시 일어나지 않도록 어떠한 조치가 필요한지 등을 알 필요가 있으며, 이러한 모든 것을 통합 전력 제어 · 감시 시스템의 데이터에 의해서 해결할 수 있도록 되어있다. 통합 전력 제어 · 감시 시스템은 시스템상의 문제점들을 분석하여 정전시간을 단축해줄 수 있을 뿐만 아니라 데이터를 쉽게 판독할 수 있도록 그래픽으로

나타내어 찾아내기 곤란한 문제점들도 쉽게 찾아내 해결해 줌으로, 전력사용과 기기사용을 최적조건으로 만들어 관리하여 준다. 또한 통합 전력 제어·감시 시스템은 순간적으로 일어나는 문제점들도 즉시 나타내준다. 즉 전력계통상의 순간적인 단락 등, 배전상의 위험요소들을 분석해준다. 아울러 본 시스템은 전력요금계산, 청구서작성등 배전계통상 각자의 전력 소요량과 소모량 등을 측정해주는 기능을 제공하고 있다.

Fig. 33은 본 연구와 개발에 사용된 전자식 배전반의 모형이며, Fig. 34, 35, 36, 37, 38, 39는 각각의 전력 제어·감시 프로그램의 실행화면들이다.

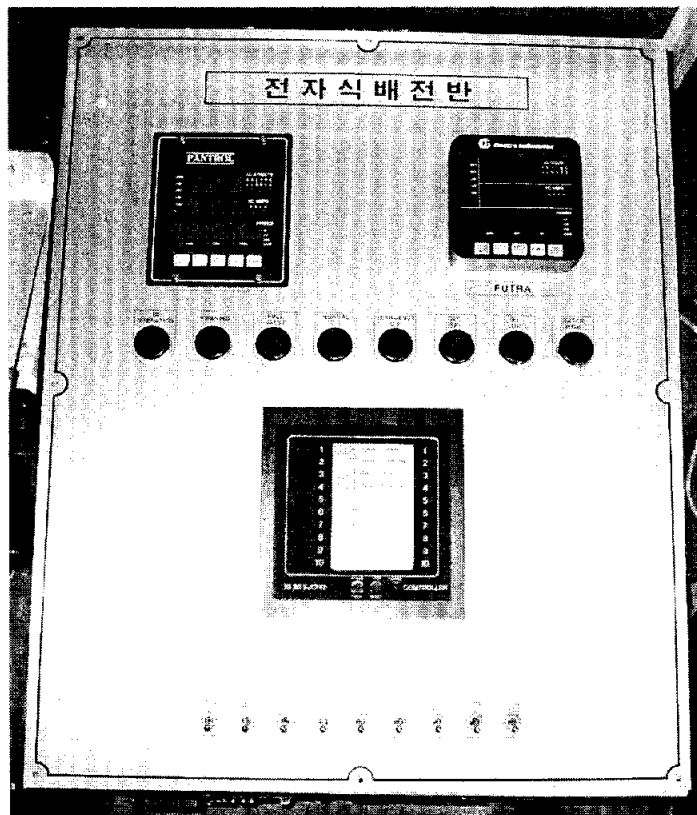


Fig. 33 Simulator of automatic switchboard for integrated control and monitor system

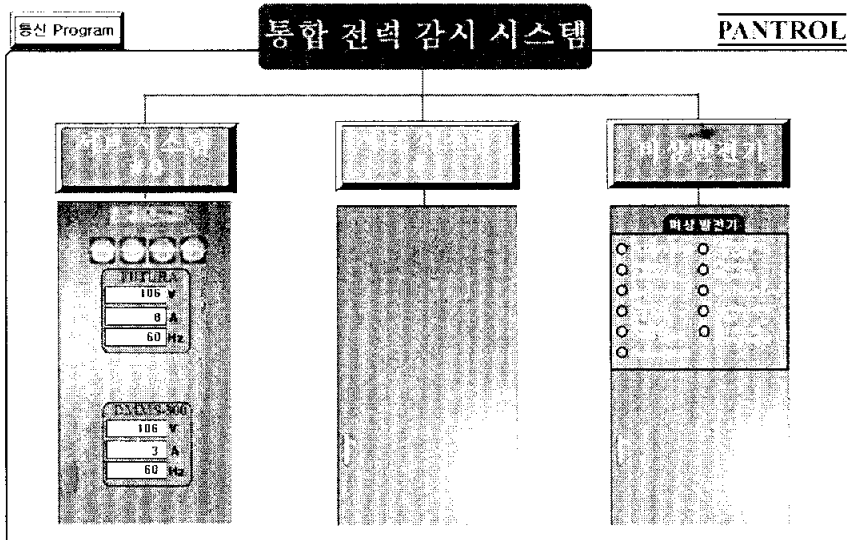


Fig. 34 Main of electronic power monitor program

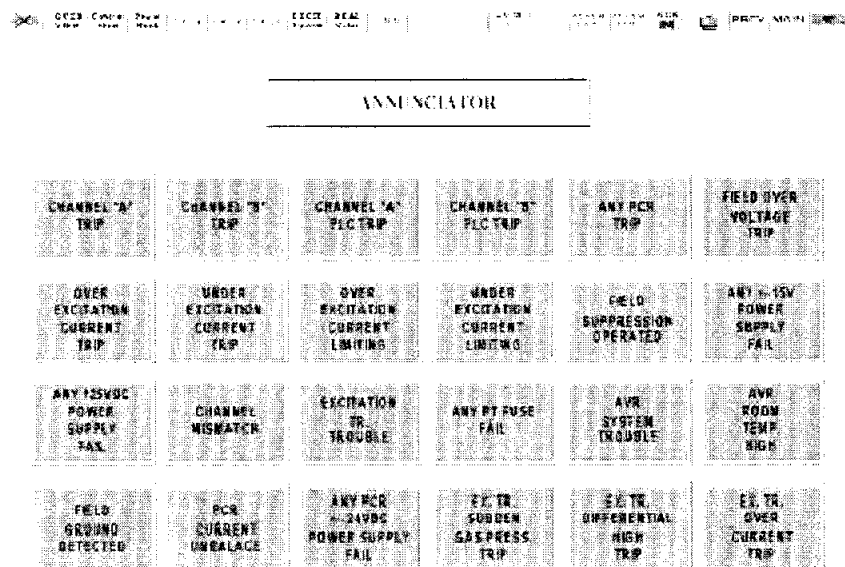


Fig. 35 Annunciator screen

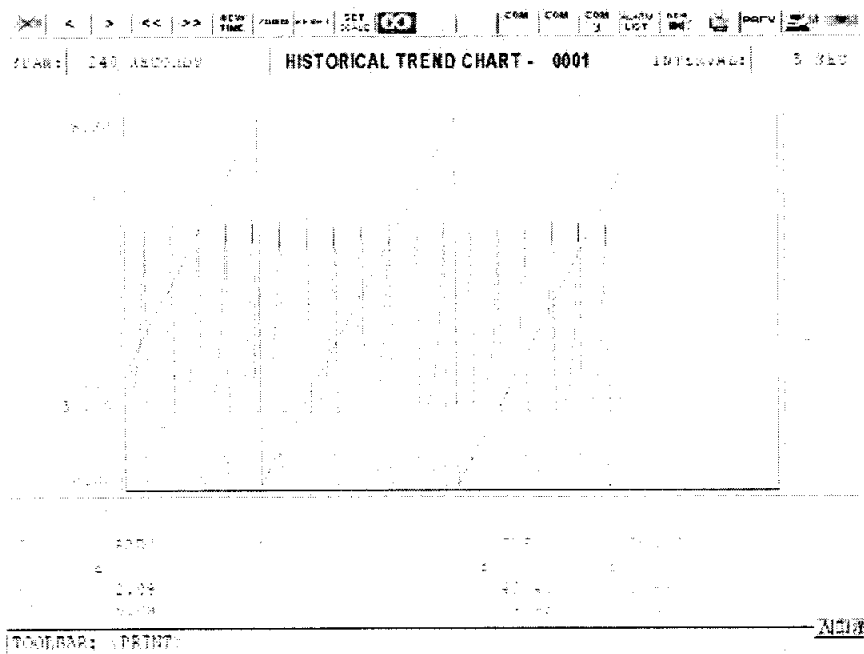


Fig. 38 Data analysis screen

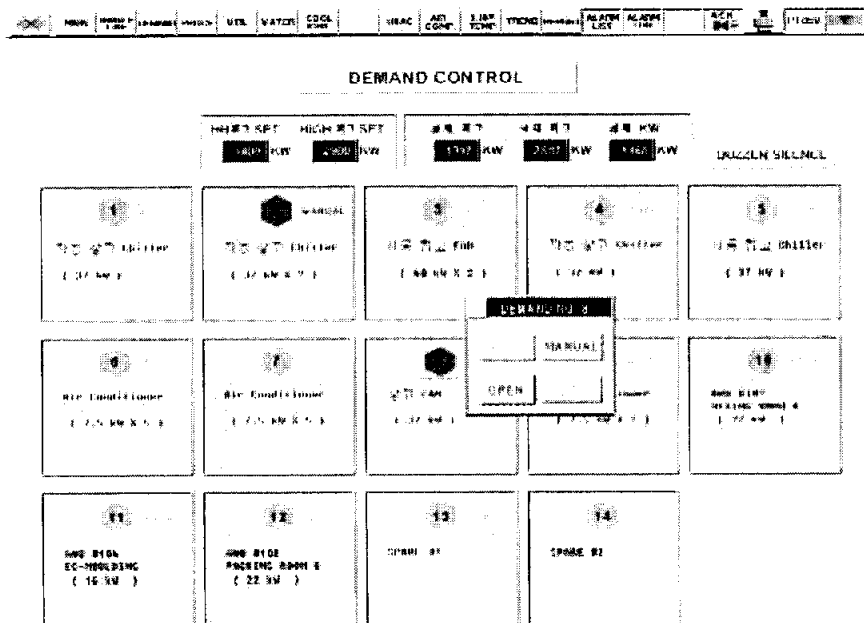


Fig. 39 Demand control screen

ב א ג ד ה ו ז ח ט י יא יב יג יד

Fig. 40 Report screen

제 5 장

결 론

본 논문을 통해 개발된 통합 전력 제어·감시 시스템은 PC에서 일반적인 Windows 환경 내에서 스크린 상의 그래픽에 의해 처리된 상황을 쉽게 판단할 수 있고 문제점들을 원활하게 해결할 수 있도록 되어있다. 만약에 전력계통이 정전되었을 때에 어디서 무슨 일이 일어났는지, 언제 전기가 다시 들어올 수 있는지 등에 대하여 알 필요가 있다. 또한 발생된 문제점들을 해결하고, 이러한 문제를 사전에 예방할 수 있는 방법을 제시한다.

본 논문에서는 이러한 통합 전력 제어·감시 시스템의 구축과 이에 필요한 제반 인터페이스 하드웨어들로 다목적 디지털 인디케이터와 범용 인터페이스 컨버터, 비상발전기 제어 유닛의 개발과 적용을 연구하였다. 이러한 통합 시스템의 기본적인 목적은 보다 포괄적인 감시와 개선된 보호기능 그리고 비용의 절감이다. 또한 중앙감시와 원격제어를 제공함으로써 배전반의 자동화와 효율적 관리에 많은 장점을 제공하게 된다.

디지털 인디케이터는 소형에 다기능을 갖추며 단순히 장치와 설비의 상태를 표시하는 기능에서 벗어나 다양한 기능의 제어 및 감시기능 등을 갖추게 된다. 또한 다양한 입출력을 제공하고 수집된 데이터를 모니터링 PC등과 통신할 수 있는 기능들을 갖춘다. 다단다층으로 구성되는 배전반에서는 통합된 형태의 인디케이터로 배전반의 소형화와 구성의 간편함을 제공한다.

범용 인터페이스 컨버터는 컴퓨터 등을 통한 제어, 감시를 위한 인디케이터와 기타 제어장치와의 통신을 담당하게 되며 통합된 인디케이터

들과 중앙제어와 감시의 수족을 담당한다.

비상발전기 제어 유닛은 발전기의 기동과 정지를 관장하며 비상발전기의 상태와 한전전원 및 비상발전전원의 상태를 감시하고 제어한다.

통합 전력 제어·감시 시스템을 통하여 배전 전력설비의 운용과 관련된 각종 업무를 수행함으로써 배전선로의 정전시간 단축 및 선로 건전구간의 확대, 전기 에너지의 안정적인 공급, 고도 정보화 시대에 맞는 배전 전력계통의 신뢰도 제공, 효율적 배전설비 관리, 배전 전력계통의 합리적 운용, 배전선로 부하의 효율적인 운용으로 선로사고의 예방 등의 장점을 제공받는다.

이상의 인터페이스 하드웨어들로 자동화 배전반이 구성되고 통합 전력 제어·감시 시스템을 구축하게 되어 전력품질의 관리와 배전 시스템의 안정적 운영을 실현하게 된다.

참 고 문 헌

- (1) Soung Jea Park, Ji Gun Yoon and Sang Bong Kim, 'Development of Electronic Power Monitoring System', *Proceedings of the 8th Conference on Science and Technology, Electronic Engineering*, Vietnam National University, April, 2002
- (2) 박성재, 신승목, 김상봉, 윤지근, 'Development of Emergency Generator Controller in Automatic Switchboard', *2002 춘계 학술대회 논문집*, 한국동력기계공학회, May, 2002
- (3) 한전 배전처, Power Quality 기술자료집, May. 2002
- (4) Afroz K. Khan, 'Monitoring Power for the Future', *Power Engineering Journal*, April, 2001
- (5) Mark McGranaghan, 'Trends in Power Quality Monitoring', *IEEE Power Engineering Review*, October, 2001
- (6) Suk Yoel Kim, Soung Jea Park, Yong Hwan Lee, Sung Min Kim and Sang Bong Kim, 'Development of Realtime Integrated Monitoring System in Product Lines and Its Application', *International Conference on Control, Automation and System 2001*, April, 2001
- (7) James A. Bright and Wei-jen Lee, 'Integrated Monitoring, Protection, and Control Systems for Industrial and Commerical Power Systems', *IEEE Transactions on Industry Application*, Vol. 36, No. 1, January/February, 2000
- (8) Chung-Ping Young, Wei-Lum Juang, and Michael J. Devaney, 'Real-time Intranet-controlled Virtual Instrument Multiple-circuit

Power Monitoring', *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 49, No. 3, June, 2000

- (9) Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, 'Power Electronics - Converters, Applications and Design', *John Wiley & Sons, Inc.*
- (10) W. Bolton, 'Mechatronics, Electronic Control Systems in Mechanical and Electrical Engineering', *Addison wesley Longman Publishing.*