

## 마이크로컨트롤러를 이용한 비상발전계통의 제어장치 개발

정을기\*, 전희중\*, 손진근\*\*, 나채동\*\*\*, 이성범\*\*\*  
 송실대학교\* . 경원전문대 전기과\*\*, 동서울대 전기과\*\*\*

### Development of Digital controller for emergency power generating system Using Micro-Controller

Eull-Gi Jeong\*, Hee-Jong Jeon\*, Jin-Geun Shon\*\*, Chae-Dong Na\*\*\*, Seong-Bum Lee\*\*\*  
 Soongsil University\*, Kyung Won College\*\*, Dong Seoul College\*\*\*

**Abstract** - This paper presents digital controller of emergency power generator system. The controller offers an integrated alternative for *Genset* control, metering and remote monitoring. Proposed controller used 80c196kc one chip microprocessor for digital control, it measures parameters of generator and provides output signals to control starting and stopping of generator. Additionally protection and alarm functions are considered to system stability. As almost parts of controller are embedded by digital microprocessor and FPGA techniques, the controller has a more flexible feature and an improvement of precision. The developed system has a big merit economically and is suitable for any kW size generator.

#### 1. 서 론

최근 산업현장에서 입지의 여건과 환경의 문제로 인하여 비상전력의 공급이 점차 증가되고 있다. 이에 따라 자가발전기 시스템의 도입은 산간오지와 같이 송전시설을 설치하기 힘든 장소에서 그리고 빌딩, 병원, 전산실과 같이 전기설비가 항상 운용되고 있는 곳에서는 비상전원용뿐만 아니라 최대수요전력 초과 시 한국 전력주식회사의 전원과 병행 운전하여 상시 전원 공급용으로서 그 수요와 중요성이 더욱 증가되고 있는 추세이다.

발전기를 제어하고 상태를 감시할 수 있는 제어기는 발전기의 안정적인 동작과 효율적인 사용에 매우 중요한 부분이다. 이 제어기는 발전기의 출력단의 전류, 전압, 전력, 속도 및 온도와 같은 다양한 상태값을 측정하여 사용자에게 나타낸다. 또한 크래킹(cracking)과 같은 발전기 시동제어도 하며 정해진 최대 설정값이나 최소 설정값 보다 높거나 낮을 경우는 경고를 발생한다.

본 연구에서 제안한 비상발전계통의 디지털 제어기는 기존의 아날로그방식 제어장치에서의 시스템의 확장이나 변경이 힘들고 크기가 크며 계기 및 보호회로가 제한적이라는 단점을 극복하고 정보처리의 신뢰성 향상과 함께 시스템의 확장과 변경이 용이하도록 하였으며 추가기능이 필요할 경우에도 간단히 구현할 수 있을 뿐 아니라 원격감시를 위한 통신기능을 구축하였다.

#### 2. 비상발전 시스템

비상발전기는 대형빌딩, 공장등에서 상용전원의 정전 발생시 중요한 부하에 지속적인 전원공급을 위한 비상전원의 기능뿐 아니라 최근에는 최대수요전력 초과에 따르는 전기요금의 부담을 줄이기 위하여 피크 부하시 상용전원과 병행 운전함으로써 상시전원으로서의 역할도 수행하게 된다.

그림1은 비상 발전시스템의 계통도이다.

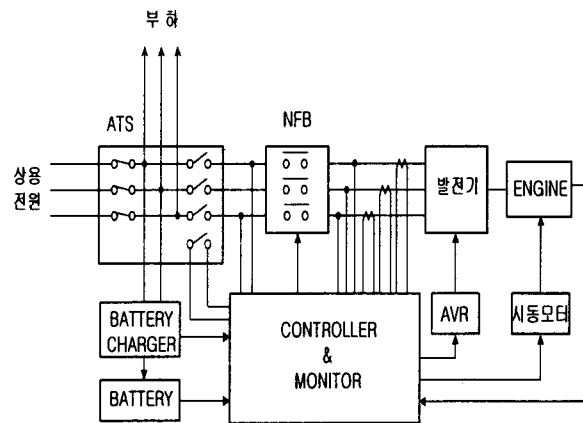


그림 1 비상발전 시스템의 구성

비상발전기는 자동 및 수동모드로 구동할 수 있으며 자동모드 조건에서 제어장치는 ATS(Auto Transfer Switch) 신호에 의해 상시전원 정전상태를 입력받아 디젤엔진 시동모터를 구동하여 엔진축에 연결된 속도측정기(MPU : Magnetic Pulse Unit)의 신호를 이용 시동완료 여부를 확인한다.

시동완료 후 발전기 출력단 전압신호를 이용하여 전압 및 주파수 확인여부를 확인한 후 발전기와 부하를 연결하는 전원스위치(NFB) 투입신호를 출력함으로써 정상 운전이 진입하게 된다.

정상 운전 상태에서 제어장치는 전압, 전류 신호를 이용하여 상전압, 선간전압, 선전류, 주파수, 역율, 전력, 전력량을 계산하여 LCD 표시부에 표시하고 아울러 과전압, 부족전압, 과전류, 결상 등의 상태를 판단하여 경고신호와 함께 적절한 조치를 취하게 된다.

또한 안정된 전원공급을 위해서는 엔진의 정상운전이 필수적이므로 엔진의 오일온도, 오일압력, 냉각수온도, 연료레벨, 엔진속도 등을 지속적으로 검출하여 이상상태 발생시 경고신호와 함께 적절한 조치를 취하도록 하였으며 마이크로 프로세서는 최근 각종 제어에 많이 사용되는 인텔사의 80C196KC 원칩 마이크로 컨트롤러를 사용하여 제어장치를 구성하였다.

#### 3. 제어장치의 구성

제어장치의 구성은 전압 · 전류 · 주파수 · 역율 · 전력 · 전력량을 계산하기 위한 전압 · 전류신호 검출부, 발전기 엔진 상태를 감시하고 이상상태 발생시 경고 및 차단신

호를 출력하기 위한 입·출력 신호 처리부, 발전기 전 원 및 발전기 엔진상태를 표시하기 위한 Key 입력 및 LCD 표시부 등 세가지 기능으로 구분하였다.

그림 2는 디지털 제어장치의 전체 구성도이고 그림 3은 실제로 구현한 제어장치를 보여준다.

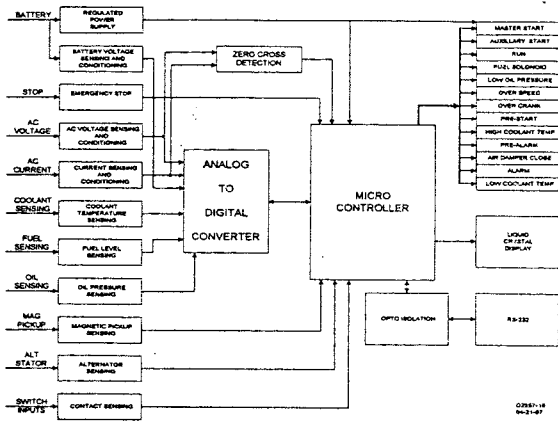


그림 2 디지털 제어장치의 전체 구성도

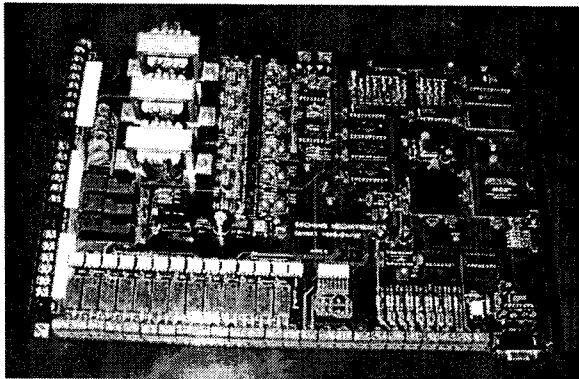


그림 3. 디지털 제어장치 시스템

### 3.1 전압·전류 신호 검출부

그림 4는 전압·전류 신호 검출부의 구성도이다.

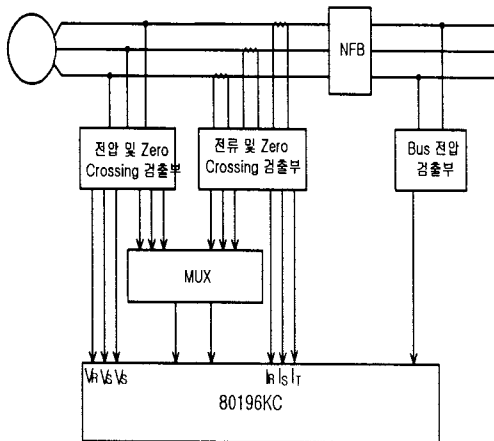


그림 4. 전압·전류 신호 검출부의 구성도

전압 및 Zero Crossing 검출부는 발전기 출력단 각 선 간전압을 PT를 통하여 저전압의 상전압으로 변환한 후 전파정류하여 80C196KC의 A/D 컨버터입력단자에 인가되고 한편 역을 계산에 필요한 위상각을 검출하기 위하여 Zero Crossing 검출부에서 동일주파수의 펄스 신호의 형태로 변환된다.

전류 및 Zero Crossing 검출부는 CT를 통하여 검출된 전류신호를 전압 신호로 변환한 후 전파정류하여 80C196KC의 A/D 컨버터 입력단자에 인가되고 한편 역을 계산에 필요한 위상각을 검출하기 위하여 Zero Crossing 검출부에서 동일주파수의 펄스 신호의 형태로 변환된다.

프로세서는 각 상의 전압 및 전류신호를 A/D 변환한 후 실효값을 계산하고 Zero Crossing 검출부의 전압 및 전류 펄스신호는 멀티플렉서에서 동일상의 전압·전류 신호가 차례로 선택되어 주파수 계산과 각 상의 역을각이 구해진 후 전력 및 전력량을 계산하게 된다.

한편 발전기 출력전압이 부하에 정상적으로 공급되는지를 확인하기 위하여 BUS 전압 검출부는 발전기와 부하간 전원스위치 출력단의 전압신호를 입력받아 전압의 유·무에 대응하는 디지털 신호를 출력하여 프로세서로 하여금 전원스위치의 이상여부를 판단하게 한다.

그림 5는 3상 전압·전류 계산 알고리즘이다.

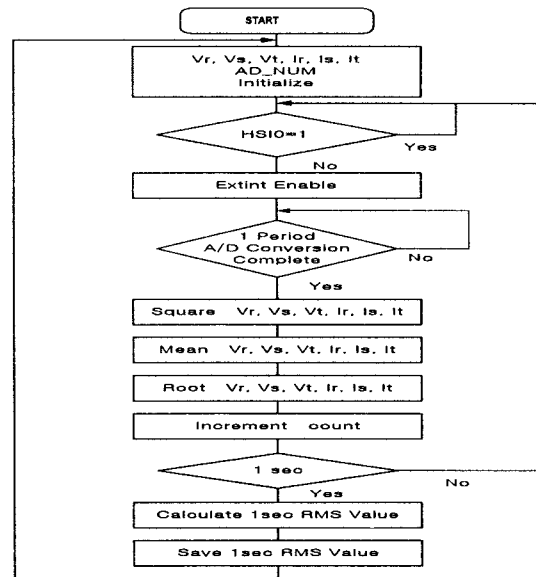


그림 5. 3상 전압·전류 계산 알고리즘

### 3.2 입·출력 신호 처리부

입·출력 신호 처리부는 주로 발전기 엔진 상태를 감시하는데 필요한 각종 입력신호와 이상 상태 발생시 경보신호 및 차단신호 등 각종 출력신호를 처리하는 역할을 담당한다.

그림 6은 입·출력 신호 처리부의 구성도이다 입력신호 처리부는 엔진 상태를 감시하기 위하여 필요한 오일온도, 오일압력, 냉각수온도, 연료레벨 등의 신호를 입력하여 프로세서가 처리하기에 적합한 크기의 전압신호로 변환한다.

80C196KC 내에는 8개 채널의 A/D 변환기가 있으며 6개 채널은 3상 전압 및 전류신호 변환용으로 할당되므로 입력신호 처리부의 출력신호는 멀티플렉서를 통

하여 2개씩 교대로 선택된 후 나머지 2개 채널의 A/D 변환기에 입력되어 측정되어진다.

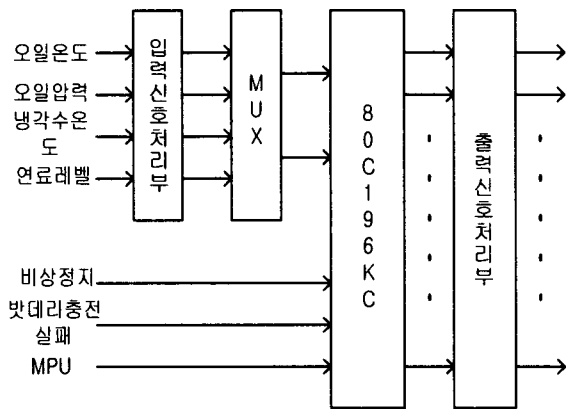


그림 6. 입·출력 신호 처리부의 구성도

발전기 시동 및 과속 여부를 판단하는데 필요한 MPU 신호는 펄스전압 신호로써 프로세서내의 타이머(카운터)에 입력되어 펄스수로 속도를 계산하게 되며, 배터리 충전실패 신호는 엔진 시동모터 구동용 배터리 충전기로부터 이상유무에 따라 온·오프의 디지털 신호로 프로세서에 입력되고, 긴급상황 발생 시 수동조작 스위치에 의해 입력되는 비상정지 신호 역시 온·오프의 디지털 신호로 입력되어 처리된다.

한편 출력신호 처리부는 전압·전류신호로부터 과전압, 부족전압, 과전류 상태를 판단하고 입력처리부에서 입력된 각종 신호로부터 발전기 이상상태를 판단하여 프로세서가 출력하는 각종 경고신호 및 차단신호를 처리한다.

프로세서에서 출력된 신호를 직접 경고장치와 차단장치에 공급할 수 없으므로 출력처리부는 프로세서의 온·오프 출력신호를 릴레이 여자신호로 사용하여 릴레이 접점상태를 출력한다.

### 3.3 KEY입력 및 LCD표시부

그림 7은 KEY 입력 및 LCD 표시부의 구성도이다.

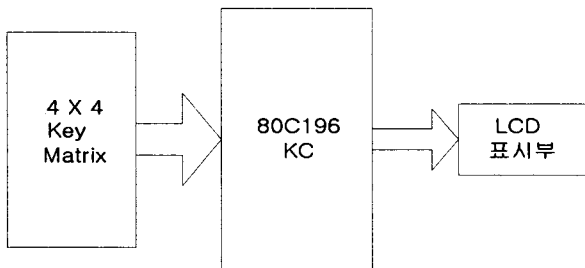


그림 7. KEY 입력 및 LCD 표시부의 구성도

KEY 입력부는 4×4 KEY Matrix 배열구조로 발전기 자동/수동모드 변환, 수동모드시 발전기 시동·정지, Alarm Silence, 표시램프 테스트, LCD 화면 표시 전환 등의 기능을 구현하기 위한 KEY와 예약KEY로 구성되었다. LCD표시부는 4×16 영문 표시용 LCD로 발전기 전원의 전압, 전류, 주파수, 역율, 전력, 전력량 등을 표시하고 발전기 엔진 상태를 감시할 수 있는 오일온도, 오일압력, 냉각수온도, 연료레벨 상태를 표시

하며 이상발생 시 경고신호 출력과 함께 경보의 원인을 표시하도록 하였다.

## 4. 결 론

경제성장과 산업화에 힘입어 전기에너지 사용량이 급증하면서 전력수요는 급증하는 반면 전력공급이 충분히 이루어지지 못하고 있는 현실을 감안할 때 비상용 발전기 시스템은 비상전원용 뿐 만 아니라 상시 전원용으로도 수요가 점차 증대 될 것으로 기대된다.

기존의 비상용 발전기용 제어장치는 아날로그 방식으로 친밀감과 신뢰성 확보 저가라는 장점이 있으나 계기 및 보호회로가 제한적이고 시스템확장 및 변경이 곤란할 뿐 아니라 Option 기능 확장 시 추가비용이 많이 들고 원격감시제어 및 통신이 불가능하다는 단점도 가지고 있다.

본 연구에서는 기존의 아날로그 방식 제어장치의 단점을 보완하고 다기능 및 시스템 확장, 변경이 용이한 디지털 방식의 장점을 살리면서도 저가의 고효율 제어장치를 개발하는데 중점을 두었다.

개발된 시스템은 여건상 테스트 지그를 제작하여 각종 입력신호와 실제 비상발전기에서 발생할 수 있는 상황을 인위적으로 신호화하여 실험하였다.

실험결과 개발된 제어장치는 프로그램된 알고리즘에 맞추어 정상 동작함을 확인하였다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Erisson M. and Sundqvist S., "Data handling and modularity in a supervision system" in the Proceedings of the INTELEC Conference, pp. 251-256, 1988.
- [2] P. G. Harision and N. M. Patel, *Performance modeling of Communication and Computer Architecture*, Addison-Wesley Publishing Co. 1993.
- [3] Ericssio M. and Svensk R., "Microprocessor control of power plants, report from a large telephone office installation" in the proceedings of the INTELEC Conference, pp. 378-382, 1984.
- [4] 전희중, "배전계통에서 데이터 Logger에 의한 감시 장치의 자동화", 기초전력공학 공동연구소, 1995.
- [5] 김병진 외 3인, "공장설비 방출폐수 감시를 위한 저가의 데이터수집 및 저장장치 개발," 한국조명·전기설비학회 논문지, 제14권, 제2호, pp. 83-88, 2000. 5.