

## The Development of Power Detection System Using One-Chip Microcontroller

申 士 鉉\* · 崔 洛 日\* · 李 成 吉\*\* · 林 亮 壽\*\* · 曹 錦 培\*\*\* · 白 亨 來\*\*\*

(Sa-Hyun Shin · Nak-Il Choi · Sung-Kil Lee · Yang-Su Lim · Geum-Bae Cho · Hyung-Lae Baek)

**Abstract** - This paper describes on the development of power detection system with one-chip microcontroller. The designed system is composed of power detection circuits and analyzing software. The system detects 3-phases voltage, 3-phases current, external temperature, leakage current and stores in flash memory. AT89C52 was used as CPU and AM29F040B was used as memory to store the data. The analysis software was developed to detect the cause of the electrical fire incidents. With a data-compression technology, the data can be stored for the 43.5 days in a normal state, four hours and fifteen minutes in emergency state.

**Key Words** : Power Detection System, CIM(Computer Integrated Manufacturing), Electrical fire, Flash Memory

### 1. 서 론

급속한 전력수요의 증가와 각종 산업설비가 복잡하고, 대형화됨에 따라 전기사고시 인명 및 재산피해도 증가되고 있으며, 다변화되는 재해발생에 효과적으로 대처하기 위하여 CIM(Computer Integrated Manufacturing)을 도입하여 이상상태 상황을 실시간 처리가 가능한 시점별 전력에 대한 데이터 기록장치가 필연적으로 대두되었다[1,2].

원격 자동검침 시스템은 전기 및 가스등의 에너지 집중관리기술로 발전되고 있으며 이러한 설비의 감시결과를 원격지까지 통보하기 위해서는 공중통신망을 이용한 데이터 통신은 제반 제약조건이 뒤따르게 되므로 전기설비의 상시 감시데이터인 전압, 전력, 역률 등의 원격감시는 불가능하다. 통신선을 이용하여 많은 정보를 전송할 경우 정확한 통신이 어렵고, 데이터 손실 및 전송품질이 저하되는 문제점이 생긴다. 이와 같은 이유로 감시센서는 중요한 설비의 사고를 예측할 수 있는 센서만을 부착하여 감시요소를 최소화시킬 필요가 있다. 전기설비의 상시 감시대상중 중요한 감시분야는 변압기 외함의 온도를 측정하여 과부하 상태를 감시하고 변압기의 제2중 접지 누설전류를 측정하여 누전 여부를 감시하며 동력 및 전등의 정전여부를 감시하는 정도가 중요하고 수전 설비의 계전기반 접점동작정보를 감시하는 것도 필요하다[3].

전기안전공사의 5년간(1992년~1996년) 데이터를 보면 전체 화재발생 추세는 연평균 13.3 %의 화재발생건수 증가에

비례하여 연평균 35.6 %의 재산피해가 크게 증가하는 추세를 보이고 있다. 이 통계에서 보는 것처럼 화재발생 추이에서 전기화재가 차지하고 있는 비율은 1992년부터 1996년까지 총 화재발생건수를 원인별로 분류하면 전기화재가 41,508건으로 전체(112, 984건)의 36.7 %를 차지하여 가장 높은 화재원인이었으며, 연평균 12 %의 증가율로 전기화재가 증가되고 있음을 보이고 있다. 그러나 이 통계에서 제시한 데이터는 현장에서 제시한 데이터를 기준으로 산출된 것이 아니라 화재발생후 남은 케이블의 상태나 기타 목격자의 진술로 판명하기 때문에 그 정확한 근거를 제시할 수 있는 시스템은 아직 국내에서 시판되지 않은 실정에 있다. 국내 유사한 제품으로는 LG에서 시판중에 있는 집중계량장치(GIMAC, GIPAM)가 설치되고 있으나 가격이 약 3백만원정도로 고가이며, 실시간 데이터를 원격지로 전송하므로 화재시 데이터 보관이 어려운 단점을 가지고 있다, 또한 해당 데이터를 저장하는 기능보다는 검침을 목적으로 제작되었다[4,5].

본 연구에서는 원칩마이크로컨트롤러를 이용하여 주요 전기설비에서 발생하는 전기사고를 미연에 방지하고, 이상 발생시 신속 대처하며, 전기안전도를 향상시킬 목적으로 전력감지에 필요한 외부온도, 과부하 및 절연열화에 따른 접지 누설전류 감지 등 파라미터를 설정하여 상시체제로 감시하여 누전 및 화재예방과 수용가의 전력손실을 최소화시킬 수 있고, 전기화재 사고시 사고원인을 정확하게 규명할 수 있는 데이터를 제시하는 한편, 전기화재를 미연에 방지할 수 있는 전력감시장치를 개발하여 실험에 의한 타당성을 입증하고 한다. 또한 화재가 발생해도 열에 견디기 위해서는 5층 이상의 단열재를 사용해야 되는데 그러기 위해서는 메모리모드를 최소화 시켜야 한다. 본 연구에서는 4Mbit 플래쉬 메모리를 사용하여 데이터를 저장하였는데 그 저장방식은 일반적인 실시간 데이터 저장방식을 사용하지 않고, 검출 데이터 값을 헷수로 카운트 함으로써 메모리용량을 실제 용량보

\* 正 會 員 : 朝鮮大 工火 電氣工學科 博士課程  
 \*\* 正 會 員 : 朝鮮大 工火 電氣工學科 博士卒業  
 \*\*\* 正 會 員 : 朝鮮大 工人 電氣工學科 教授 · 工博  
 接受日字 : 2001年 8月 14日  
 最終完了 : 2002年 1月 22日

다 8배이상을 저장할 수 있는 데이터 카운트 압축기법을 제안하였다. 제안된 메모리보드의 가로·세로 크기를 5cm정도로 제작하였으며, 데이터를 메모리에 저장하는 동시에 외부 모니터로 출력할 수 있도록 2가지모드로 설계하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 전력감시시스템

본 연구에서 사용된 메인 CPU는 Intel 8051 계열의 'AT89C52'이다. 이 소자는 40핀 DIP형이며 전기적으로 소거/재기입 가능한 EEPROM을 내장하고 있으며, 32개의 입·출력포트, 오실레이터 회로, 리셋회로, 16비트 타이머/카운터를 내장하고 있는 8비트 원칩 마이크로컨트롤러이다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 전력감시장치 시스템 구성도로 검출하는 파라미터는 전압, 전류, 온도, 누설전류를 감지하여 설정된 데이터를 시스템 내의 외부 Flash memory에 기록 저장하고, 저장된 데이터를 RS232포트를 직접 모니터링 할 수 있게 제작하였다. 제안된 시스템에서 사용된 플래쉬 메모리는 4Mbit의 플래쉬메모리로 단일전원 5V로 8비트씩 524,288Kbyte까지 저장되도록 설계되었다. 512KBytes는 64Kbytes씩 8섹터로 나누어져 있으며 각각에 대하여 섹터별로 쉽게 쓰고 지울 수가 있으며, 5V(Vcc) 전원공급으로 표준시스템상에서 프로그래밍 되도록 고안되었으며, 다른 EPROM 처럼 쓰고 지우는데 12V(Vpp)까지는 요구되지는 않는다. 또한 Am29F040B는 액세스 시간이 55nS, 70nS, 90nS, 120nS로 그 액세스시간 다양하며, 다른 메모리에 비해 빠르게 동작하고 가격이 싸다는 장점이 있다.

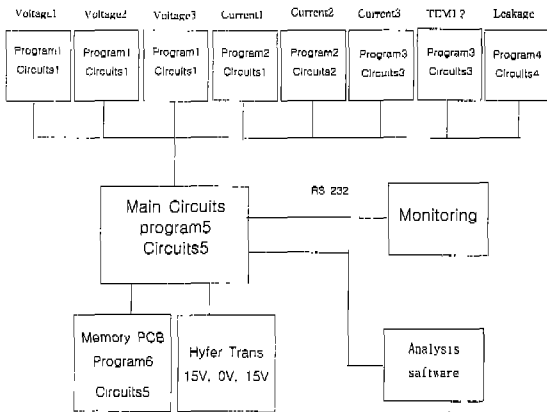


그림 1 시스템 구성도  
Fig. 1 Configuration of system

### 2.2 하드웨어 구성

본 연구에서 제안한 전력감시시스템의 하드웨어 구성은 주 회로, 전압과 전류 검출회로, 온도와 누설전류 회로, 메모리 회로, 통신 인터페이스 회로 등 5개회로 구성된다. 전압검출은 상용전압을 트랜스(변압기)를 통하여 검출하였고, 전류는 CT를 이용하여 검출하였으며, 누설전류는 ZERO CT를 사용하여 검출하였고, 온도는 RTD 센서로 이용하여 그 값을 검출하였다. 데이터 저장은 각각의 입력 데이터를 총 저장량에서 분할

해 그 공간에 데이터를 저장하는데 스캔시간은 1.2sec 간격으로 저장하였다. 그림 2는 전력감시장치의 주 회로이다.

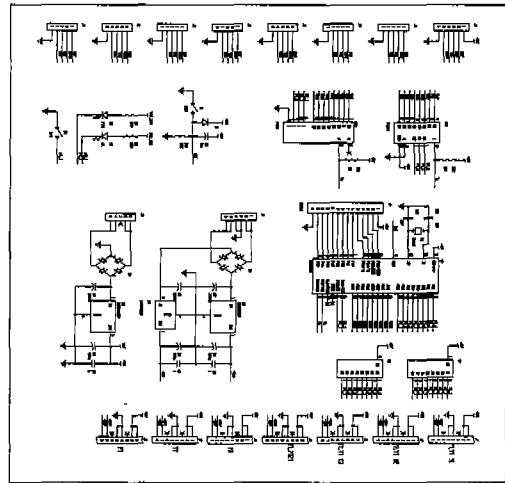


그림 2 시스템 회로도  
Fig. 2 System circuits

그림 3은 전압과 전류 검출 회로도이며, 그림 4는 누설전류 및 온도 검출 회로도이다.

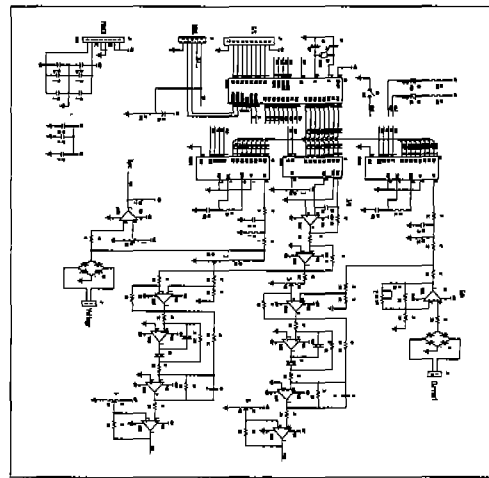


그림 3. 전압, 전류검출 회로도  
Fig. 3 Voltage and current detecting circuits

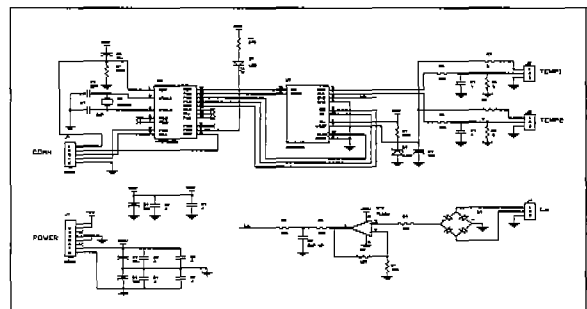


그림 4. 누설전류, 온도검출 회로도  
Fig. 4 Leakage current and temperature detecting circuits

전압 데이터는 0~128의 범위가 "AC220V 입력전압을 기준으로  $\pm 64V(156\sim 284)$ 의 범위를 나타내고, 즉 입력전압이 156V일 때 A/D 데이터 측정치가 0이고, 입력이 284V일 때 측정치가 128이 된다. 데이터를 저장시  $\pm 1V$ 미만의 전압 변동률은 무시된다. 전류 데이터는 0~64의 범위에서 0A~64A까지 데이터를 저장하며, 온도는 0~128의 범위에서 5°C 눈금씩 0°C~640°C까지 데이터를 저장하며, 누전전류는 0~64의 범위에서 10mA 단위로 0mA~640mA까지 데이터를 저장하도록 프로그래밍 하였다. 데이터를 저장되는 메모리의 총 용량은 4,194,304bit이다. 그림 5는 검출한 데이터를 저장하는 메모리 회로이며, 그림 6은 PC와 모니터링 할 때 필요한 통신 인터페이스 회로에 해당한다.

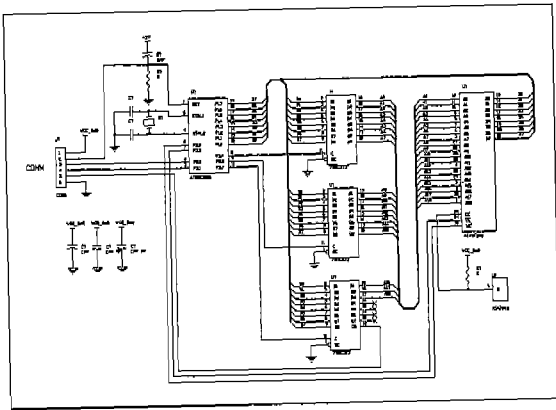


그림 5 메모리 회로도  
Fig. 5 Memory circuits

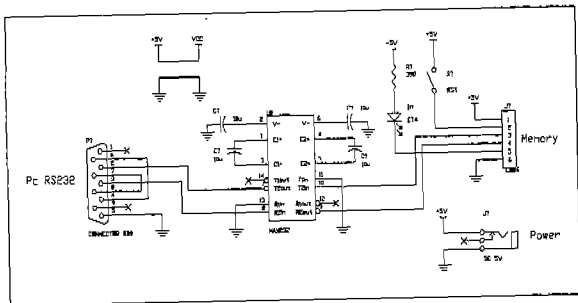


그림 6 통신 인터페이스 회로도  
Fig. 6 Communication interface circuits

### 3. 제어알고리즘 및 실험고찰

#### 3.1 제어알고리즘

본 연구에서 제안한 전력감시시스템의 제어알고리즘은 주 회로 제어알고리즘, 메모리 제어알고리즘, 분석용 소프트웨어 알고리즘으로 구성된다. 그림 7은 주 회로에 관한 제어알고리즘으로 시스템에 전원이 공급되면 버퍼와 레지스터를 초기화시키고 다음으로 3개의 Key 중에서 메모리에 저장할 것인지 모니터링 하는 모드와 메모리로 저장되는 모드가 있는데 초기 설정은 조작이 없으면 메모리로 저장되도록 되었다. 메모리 저장모드로 되면 우선 메모리를 초기화시키고 해당되는 입력 포트에 검출된 10개의 파라미터 값을 A/D Converter 통

해 변환된 Hex값을 메모리로 전송한다. 모니터링 모드는 Hex 값이 메모리 대신 통신포트를 통해 모니터로 전송된다.

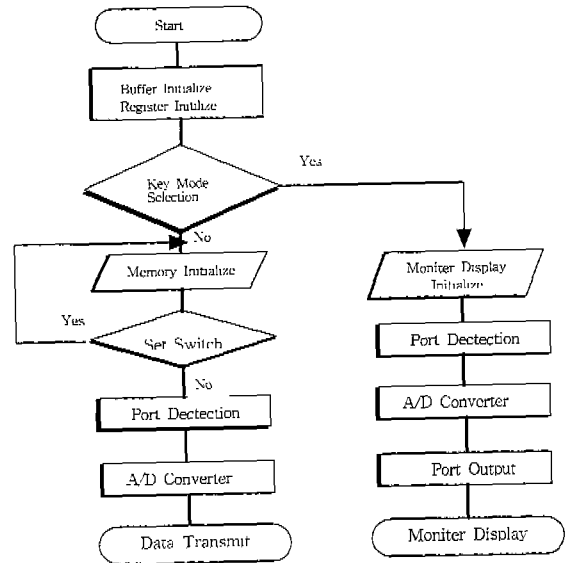


그림 7. 제어회로 알고리즘  
Fig. 7 Control system algorithm

그림 9는 메모리 제어알고리즘의 주 회로에서 검출된 데이터는 CPU의 W/R 신호일 때 flash memory의 자체 CPU에서 세팅된 섹터로 데이터를 저장하도록 프로그래밍 되었다. 그림 8은 분석용 소프트웨어 알고리즘에 해당한다.

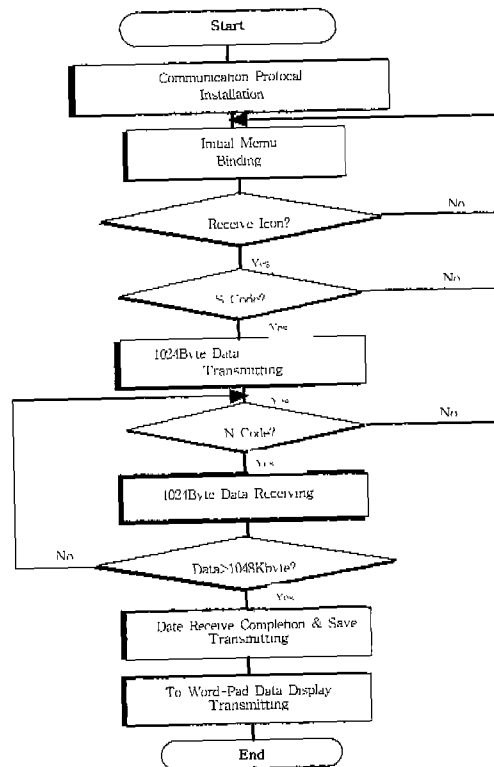


그림 8. 분석용 소프트웨어 제어회로 알고리즘  
Fig. 8 Analyzing s/w algorithm

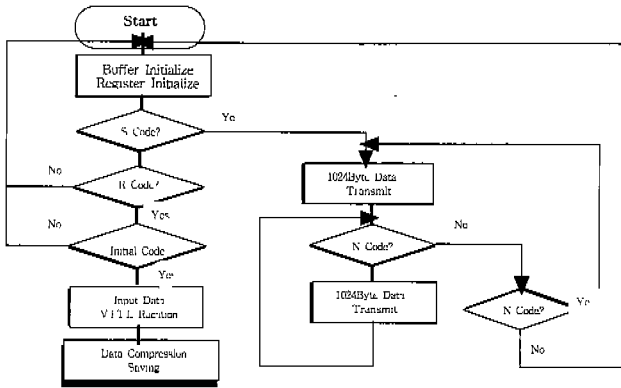


그림 9 메모리 제어회로알고리즘  
Fig. 9 Memory control algorithm

그림 8은 분석용 소프트웨어의 알고리즘으로 프로그램이 시작되면 통신환경이 설정되는 메뉴가 화면에 나타나고, 사용자 환경을 설정하고 나면 초기화면이 나타난다. 초기화면 풀다운 메뉴 중에서 데이터수신 아이콘을 클릭하면 통신회로에서 메모리 상에 처음 시작코드인 S코드를 수신하게 되고 1024Bytes 씩 데이터를 수신하게 되는데 이때 1024Bytes 가 수신이 되면 메모리로부터 N코드를 수신 받으면 카운터가 1씩 증가된다. 만약에 N코드 수신을 받지 못하면 이전상태로 초기화되어 다시 1024Byte를 수신 받는다. 카운터가 1씩 증가될 때 1024Byte가 수신되는데 카운터 값이 1024가 될 때까지 계속해서 1024byte씩 무한 루프로 1024번 데이터를 수신한다. 그림 10은 제안한 시스템을 설계하여 제작된 사진이다.

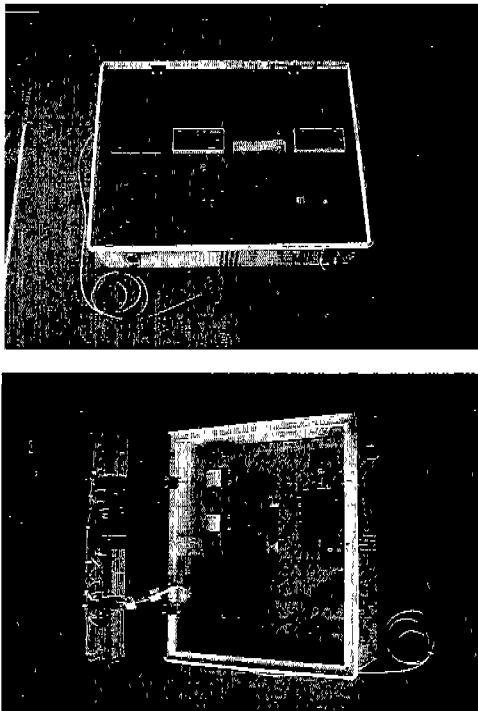


그림 10. 제안된 시스템  
Fig. 10 System of proposed controller

### 3.2 전력감시장치 센서 성능실험결과표

#### 3.2.1 과전류 감지용: CT(Current Transformer)

전선의 과전류를 감지하기 위한 계기용 변류기는 KS C 1706에서 정하는 일반계기용 변류기를 0.5급, 1.0급, 3.0급으로 분류하여 실험을 실시하였으며, 실험체별 2차 측정전류의 편차는 0.5급의 실험체는 0.2 ~ 0.5 % 로서 평균 0.32 %, 1.0급의 실험체는 0 ~ 1.0 % 로서 평균 0.49 %, 3.0급 실험체는 0.2 ~ 3.0 % 로서 평균 2.07 %로 나타났다. 표 1. 은 전류감지용 0.5급 CT 50A/5A의 실험 결과 값이다.

표 1. 과전류 감지용 0.5급 CT 50A/5A 실험결과

Table 1. Experimental result of 0.5 Class current transformer sensibility characteristic

1차실험 전류[A]	실험체별 2차 측정전류[A]				편차 (%)
	1번실험체	2번실험체	3번실험체	평균	
10	1.01	1.00	1.00	1.003	0.3
20	2.01	2.00	2.01	2.007	0.3
30	3.02	3.01	3.02	3.017	0.5
40	4.02	4.01	4.01	4.013	0.3
50	5.03	5.02	5.02	5.02	0.4

#### 3.2.2 감압용 변압기: PT(Potential Transformer)

전선의 과전압을 감지하기 위한 감압용 변압기는 AC 110 V, AC 220 V, AC 380 V 용으로 분류하여 실험을 실시한 결과 1차전압의 변동에 따른 실험체별 2차 측정전압의 편차는 AC 110V 실험체가 0.3 ~ 2.8 % 로서 평균 1.96 %, AC 220 V 실험체는 1.4~2.0 % 로서 평균 1.69 %, AC 380 V 실험체는 0.2~1.6 % 로서 평균 0.8 %로 나타났다. 표 2에서 제시한 자료는 220V 감압용 변압기의 실험 결과값이다.

표 2. 감압용 변압기 P.T 220V 실험결과

Table 2. Experimental result of 220V Potential Transformer sensibility characteristics

1차전압 [V]	실험체별 2차 측정전압[V]				편차 (%)
	1번실험체	2번실험체	3번실험체	평균	
160	5.11	5.10	5.10	5.10	2.0
180	5.73	5.71	5.72	5.72	1.7
200	6.34	6.34	6.35	6.34	1.4
220	6.99	6.97	6.99	6.98	1.6
240	7.63	7.65	7.63	7.64	1.8
260	8.28	8.28	8.27	8.28	1.9
280	8.89	8.85	8.90	8.88	1.4

3.3 결과 및 고찰

섹터의 구분은 플래시 메모리의 구조에 의해서 8개의 대 섹터로 나누어진다. 각각의 대 섹터에는 8개의 소 섹터로 다시 나누어지고, 소 섹터의 공간에는 전압, 전류 그리고 누설전류와 온도를 저장한다. 그림 11은 60Hz 일때의 부하전압을 전파 정류하여 입력동기신호로 받은 파형이며, 그림 12는 부하 변동시 기준신호전압과 외부전압의 검출신호가 같이 변화되는 파형이다. 그림 13은 부하전압을 175V 일때의 AD컨버터 입력신호 파형이고, 그림 14는 부하전압을 240V 일때의 AD컨버터 입력신호 파형이다. 두 그림에서 전압크기에 따라 175V 일때 펄스폭은 890.1 $\mu$ s이고, 240V 일때 펄스폭이 3.0613ms로 증가됨을 알 수 있으며, 전압의 크기는 이때의 펄스폭의 크기에 비례하여 증가함을 알 수 있다. 또한 같은 방법으로 전류, 온도, 누설전류의 크기도 기준신호와 입력신호의 비로 검출된 데이터가 저장된다.

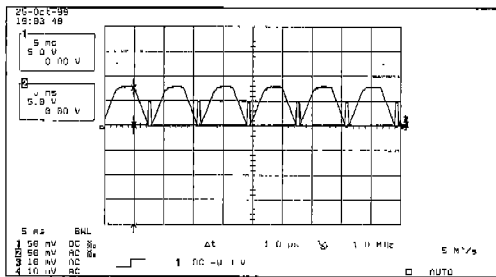


그림 11 전압입력 동기신호 파형  
Fig. 11 Synchronous signal waveform of input voltages

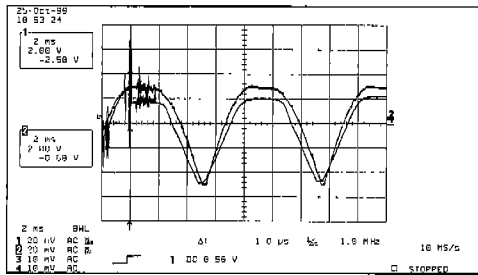


그림 12 부하 변동시 기준전압, 외부전압 파형  
Fig. 12 Voltage waveforms to the variable load

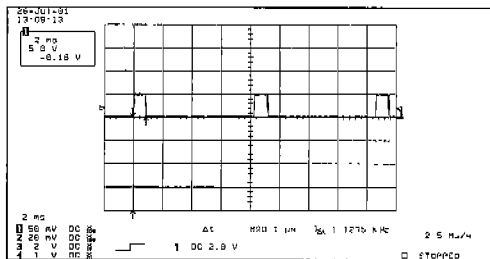


그림 13 부하전압 175V 신호 파형  
Fig. 13 Voltage waveforms 175V

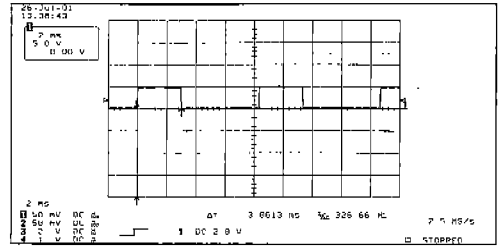


그림 14 부하전압 240V 신호파형  
Fig. 14 Voltage waveforms 240V

그림 15는 부하전압이 175V일때 기준신호(ch.1), 트랜스 입력신호(ch.2), AD 컨버터 입력신호(ch.3)에 해당하고, 그림 16은 부하전압 175V일 때 동일 신호 파형을 나타낸다. 그림 17은 부하전압이 240V일때 기준신호(ch.1), 트랜스 입력신호(ch.2), AD 컨버터 입력신호(ch.3)에 해당하고, 그림 18은 부하전압 240V일 때 동일 신호 파형을 나타내고 있다. 그림 19는 30W 부하시 AD 컨버터의 입력전류 신호 파형에 해당하고, 그림 20은 온도가 순간 가변할 때 AD컨버터의 입력신호 파형이다.

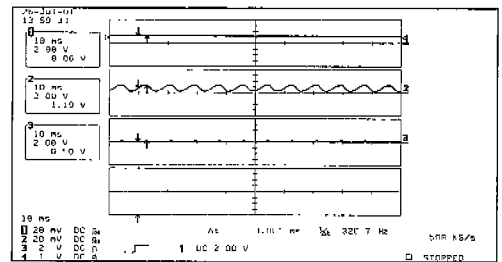


그림 15 부하전압 175V 기준신호, 입력신호파형  
Fig. 15 Load voltage 175V of reference and input signal waveforms

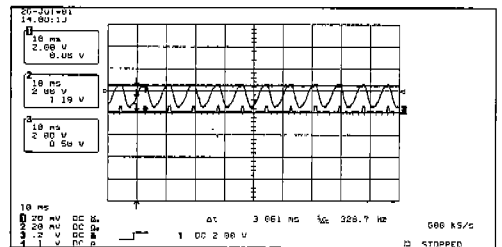


그림 16 부하전압 175V 동일 채널 신호파형  
Fig. 16 Load voltage 175V of signal waveforms

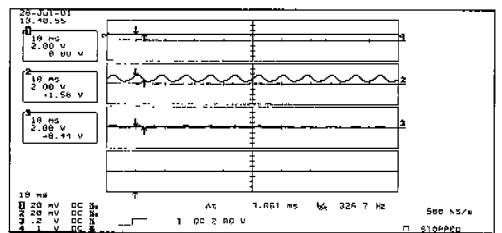


그림 17 부하전압 240V 기준신호, 입력신호파형  
Fig. 17 Load voltage 240V of reference and inputsignal waveforms

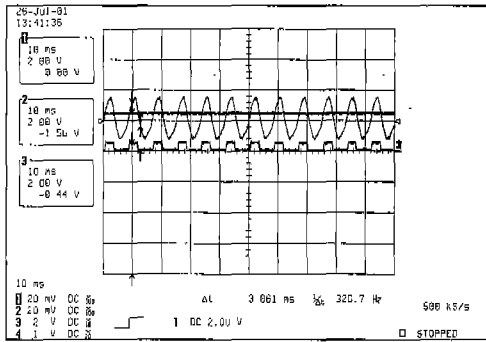


그림 18. 부하전압 240V 동일 채널신호파형  
 Fig. 18 Load voltage 240V of signal waveforms

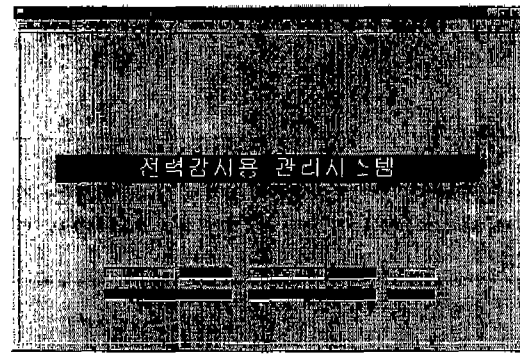


그림 21. 데이터 분석용 소프트웨어 초기화면  
 Fig. 21 Initial state of data analyzing s/w

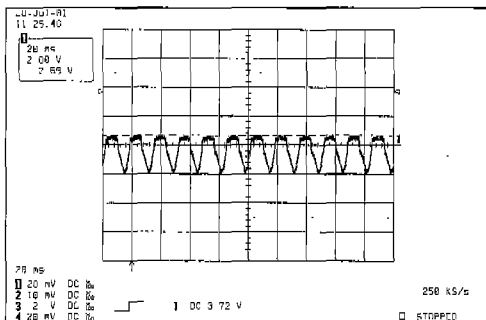


그림 19. 부하전류 입력신호파형  
 Fig. 19 Input signal waveforms of load current

```

812C02816F811502813F02812F02816F813E0281130281638201816F816F816F814E02811402
816F814E02816F816F814402816F813A8201811302816F816602816C02816F811202810502816
F813502816F816F816F8131020102811E02811F02816F816F816F811802810E02813C028
16F810502810702815C0281288201813102816F811E02810D02811702816502814C02816e
02810B02812402813B02810902816F810502816F810402810AC02816F816F812302811802810F0
2816F814202813402815C02810202816F810102812802816F816F815302810802813602816F812
5F02812D02814B02810602810402816F816F810902810C02813C02816F811E02816402816F81
6F813802812102816402814602816D02812902815B02810702812402810602812502810902813D
02816F812D02812102814302810E02811A02816F812B028107028150028105028114028108028
16F812602813802814D02811402

810802812402812102810802810B02816F816F812202816F816F814402816F810702813502810
F02813202814D02812102810702810F02812902816102812502816302815A02813902814102816
F812602812702814002812302816F816F813302812002816F816F811602811202811C02816F81
6F815F02815202810102815002811102812602816F810E02816F811B02816F812C02816F816D
13102811702812902813802814B02816602813902813902816F812802814E02810A02810302811
202816F816F816F814502810502816F815E02810202810C02812302811B02810302812A02816
F812C02814802810202816802811502816A02816002811C02816D0281140281510281170281040
2813702816F810D02814C02810502810F02814902816F813902010281180281250281F8111F02
810D02814702810C02811602815002812A02812602813302816F811F02813302816F815702810
602816F812502816102816F810802816F81540281630281640281168201810702813002816F8127
0281140281100281600281028114
    
```

그림 22. 메모리 데이터 파일  
 Fig. 22 Data file of flash memory

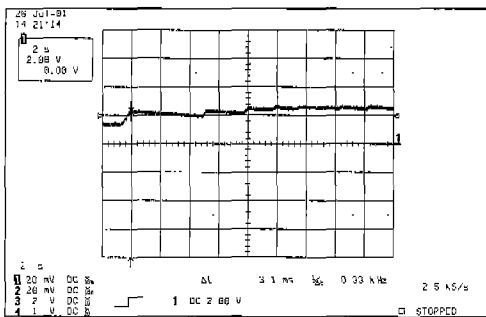


그림 20. 온도특성 신호파형  
 Fig. 20 Signal waveforms to the temperature characteristics

### 4. 결 론

본 논문에서는 원칩마이크로컨트롤러를 이용하여 전기에 의한 화재 및 각종 사고에 대한 정확한 원인을 규명할 수 있는 필요한 데이터를 저장할 전력감시장치와 저장된 데이터를 분석할 수 있는 분석용소프트웨어를 개발하였다. 제안한 전력감시장치의 데이터 저장용 외부 ROM인 "AM29F040B"은 주 회로부분에서 검출된 전압, 전류, 누설 전류, 온도 등의 파라미터 값을 8개 섹터 중에 전압은 0~2 섹터, 전류는 3~5섹터, 온도와 누설전류는 6섹터에 순차적으로 저장하였고, 7섹터는 저장된 데이터의 위치를 파악하기 위한 섹터로 사용되었다. 또한 저장된 데이터의 파라미터 측정범위는 전압은 156V~284V이며, 전류는 0A~64A이며, 누설전류는 0mA~640mA이며, 온도는 0°C~640°C로 이상발생 시에도 안정하게 작동되었다.

본 연구에서는 검출된 10개의 파라미터를 효율적으로 저장하기 위하여 4bit 단위로 처음 2bit는 데이터 값을 나머지 2bit는 1.2sec마다 스캔한 카운트 값을 저장하는 특수한 압축기법을 이용하였다. 압축기법을 이용하여 Flash memory에 데이터를 저장하는 기간은 정상상태에서 저장할 수 있는 최대시간은 43.5일 이상 발생시는 최대 4시간 15분 저장할 수 있으며, 동시에 검출한 데이터 값을 실시간으로 외부은

### 3.4 데이터 분석용 소프트웨어

본 제어시스템의 분석용 소프트웨어는 비주얼 베이직6.0으로 프로그램 되었으며 통신포트를 사용하여 플래쉬메모리의 데이터를 읽어 올 수 있도록 설계되었다. 본 소프트웨어가 세팅이 되면 메모리 상에 처음 시작코드인 S코드를 수신하게 되고 1024Bytes 씩 데이터를 수신할 때 마다 카운터가 1씩 증가되어 카운터 값이 1024가 될 때까지 계속해서 1024byte씩 무한 루프로 1024번 데이터를 수신한다. 카운터가 1024가 되었을 때 프로그램 수신이 완료된 후에 워드패드에서 텍스트로 4메가 비트의 분량에 그림 22 같이 볼 수 있으며, 해당된 페이지가 A4 사이즈 용지로 약 256장 정도이다. 그림 21은 분석용 소프트웨어에 초기화면에 해당한다.

도, 과부하 및 절연열화에 의한 접지 누설전류 등을 모니터링 할 수 있는 전력감지시스템을 설계·제작하였다.

**감사의 글**

본 연구는 2000년도 산업자원부에서 시행하는 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

**참고 문헌**

- [1] H. Sraeel, "The Quest for Energy-Efficient Building", Buildings, pp. 58-60, Feb 1992.
- [2] P.M. Anderson & A.A. Fouad. "Power System control Stabilizer", The Iowa Univ, Press, Ames, Iowa, pp. 318-322, 1997.
- [3] A. Ghosh, S. Devadas, K. Keutzer, J. White, "Estimation of Average Switching Activity in Combinational and Sequential Circuits", ACM/IEE Design Automation Conf, pp. 253-259, 1992.
- [4] G. Kaplan, "Industrial Electronics," IEEE Spectrum, pp. 79-83, Jan 1997.
- [5] C. Murray, "Enerhy-Efficient Design," Design News, pp. 62-65, March 11 1991.
- [6] T. Ishida, "Making Sense Out of Current Sensors", Power conversion Intelligent Motion, pp. 916-922, April 1994.
- [7] Atmel Corporation, "8051 flash Microcontroller DATA BOOK" , pp. 85-89, Jun 1997

**저자 소개**



**신사현 (申士鉉)**

1957년 8월 20일생. 1985년 조선대 전기공학과 졸업. 1994년 동 대학원 졸업(석사) 2002년 동 대학원 전기공학과 박사과정수료  
현재 송신공업고등학교 전기과 교사  
Tel : 062-372-1031  
Fax : 062-230-7020  
E-mail : topshin4@hanmail.net



**최낙일(崔洛日)**

1969년 8월 24일생. 1996년 조선대 전기공학과 졸업. 1998년 동 대학원 졸업(석사). 1998년~현재 첨단시스템 대표  
Tel : 062-672-5119  
E-mail : nakil712@hanmail.net



**이성길(李成吉)**

1956년 5월 12일생. 1987년 2월 조선대 공대 전기공학과 졸업. 2000년 8월 조선대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 2002년 현재 광주보건대학 방사선과 교수.  
Tel : 062-958-7663  
E-mail : lccsk@www.kjhc-c.ac.kr



**임양수(林亮壽)**

1955년 10월 5일생 1980년 조선대학교 전기공학과 졸업 1982년 동 대학원 졸업(석사) 1997년 동 대학원 졸업(공학) 1994년~현재 서강정보대학 소방안전관리과 교수  
Tel : 062-520-5072  
E-mail : yslim@seokang.ac.kr



**조금배(曹錦培)**

1954년 1월 18일생. 1980년 조선대 전기공학과 졸업. 1982년 동 대학원 졸업(석사). 1995년 건국대 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 조선대학교 전기공학과 교수.  
Tel: 062-230-7031  
Fax: 062-230-7020  
E-mail: gbcho@mail.chosun.ac.kr



**백형래(白亨來)**

1949년 5월 14일생. 1971년 조선대 공대 전기공학과 졸업. 1992년 건국대 전기공학과 졸업(공학). 2002년 현재 조선대 공대 전기공학과 교수. 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템학회 부회장. 전력전자학회 부회장  
Tel : 062-230-7030, Fax : 062-225-6072  
E-mail : hnbaek@mail.chosun.ac.kr