

휴대형 전원 중단 시험 장치의 개발

Development of Portable Power Interrupt Tester using Microcontroller

박찬원*,노재관**

*강원대 전기공학과, **강원대 교육대학원

C.W.Park*, J.K.Rho**

*Kangwon National Univ, **Graduate School of Education, Kangwon National Univ.

Abstract - In this paper, development of portable power interrupt tester to evaluate microprocessor-based control circuits for an endurance under abnormal power source. 89C2051 micro-controller is performed to make power interrupt signal, and software controls peripheral hardwares and built-in functions.

Experimental results of this study will offer a good application to electronic appliance maker as a test device of hardware and software debugging use.

그림 1은 본 연구에서 개발된 장치의 블록도이다.

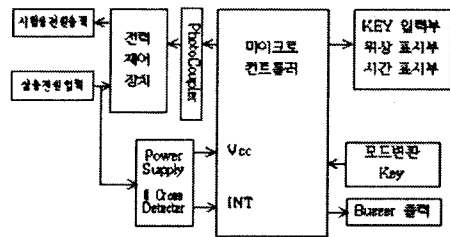


그림 1. 개발된 하드웨어의 구성도

1. 서 론

최근의 반도체 기술의 발전에 따라 대부분의 가전기기 및 소형 전자제품들을 마이크로 컨트롤러를 내장하고 있으며 마이크로 컨트롤러가 내장된 기기들은 상당한 부분을 내부 소프트웨어에 의해 동작의 구성이 이루어지므로 생산 단계 혹은 사후 관리에서 고장 및 이상 유무에 대한 처리와 발견이 매우 어려운 실정이다. 특히 상용 전원의 트러블에 의한 내장 컨트롤러의 stack error를 기본으로 하는 폭주 등을 재현성 있게 실험할 장치를 구현하기가 용이하지 않다.

기본적으로 전기가 안정적으로 공급되고 있는 환경에서 사용되도록 설계·제작된 전기기구는 순간정전이나 정전이 발생한 후 복전 시 투입 위상과 따라서 오동작을 일으킬 수 있고, 이러한 오동작은 기기의 파손, 화재 위험 등을 초래할 수 있으며, 의료기기의 경우 오동작에 의해 치명적인 사고를 유발할 수도 있다.

이러한 사고를 방지하기 위하여 각국에서는 안전기준을 정하여 전기기계·기구의 설계 제작은 물론 수입 등에서 까다롭게 그 기준을 적용시키고 있고, 이에 따라 설계 제작자는 이 기준에 적합하도록 제어회로나 프로그램을 구성하고 시험 및 측정 장비를 갖추어 이상전원에서도 안전하고 정상적으로 동작하는 제품을 만들도록 하여야 하지만 이러한 것을 시험·측정하는 장치는 고가이며 대형이어서 전기기구를 설계 제작하는 기업에서 모두 갖추기는 힘들다. 이에 본 연구에서는 마이크로컨트롤러를 이용하여 전원 돌입파형과 순간 파형을 발생시키는 장치를 휴대가 가능한 소형으로 제작함으로써 이상전원에 의한, 전기기구의 트러블을 쉽게 시험 및 분석할 수 있도록 하였다. 본 연구의 결과는 전기기구의 개발 및 생산단계에서 전원 이상에 의한 전기기구의 내구성 시험 장비로서의 유용한 활용이 기대된다.

2. 본 론

2.1 하드웨어의 구성 및 동작

하드웨어는 원하는 돌입 위상각과 순간 시간을 정하는 Key 조작부와 입력된 전원을 조작부에서 정의된 돌입 위상각과 순간 시간으로 출력 전원을 제어하는 제어부와, 현재의 제어상태를 알수 있는 디스플레이부로 구성되어 있다

제어부는 모든 제어를 총괄하는 마이크로컨트롤러부와 입력된 전원을 키 입력부에서 입력한 돌입 위상각과 순간 시간으로 출력 전원을 제어하는 전력제어부로 나뉘며, 키 입력부는 실험시 원하는 돌입 위상각과 순간 시간을 정하고, 디스플레이 부는 현재의 상태를 표시하도록 구성되어 있다.

마이크로컨트롤러부는 CPU와 디코더로 구성되며 디코더는 디스플레이부와 키 입력부와 연결되어 키 스캔과 다양한 디스플레이를 담당하고 CPU는 포트들을 이용하여 키 입력부와 디스플레이부, 디코더 전력제어부등 전체적인 제어를 소프트웨어로서 동작시킨다. 이하 하드웨어의 동작을 설명하면 다음과 같다.

전력제어부는 포토커플러에 의해 마이크로컨트롤러부와 전기적으로 격리되어있고 마이크로컨트롤러부의 출력으로 SSR의 gate 신호로 사용하여 시험용 전원 출력을 제어한다. 이 출력 신호는 내부 타이머 인터럽트와 외부 인터럽트에 의해 시간을 조절하므로 순간 시간과 돌입 위상을 조절한다.

키 입력부는 돌입위상각을 정해주는 위상 조작부와 순간 시간을 정해주는 타임 조작부, 연속모드 변환 조작부 및 부저출력으로 구성된다.

4개의 스위치로 구성되는 위상 조작부는 돌입 위상 설정치를 $\pm 30^\circ$ 씩 변화시킬 수 있으며 0° 에서 330° 까지 30° 간격으로 설정이 가능하다. 또한 돌입 전원 시작 스위치와 돌입·순단 등 모든 시험을 중단하는 키로 구성되었으며, 3개의 스위치로 구성된 시간 조작부는 순간 시간을 ± 0.01 초씩 변화시켜 0.01초에서 9.99초 까지 0.01초 간격으로 설정 가능하며, 연속모드일 경우 반복 주기를 1초에서 99초 까지 1초 간격으로 중·감하고 수동으로 1회 전원을 순간할 수 있도록 하였다. 모드 변환키로 연속모드를 토글할 수 있도록 하였으며, 부저 출력으로 순간 동작중임과 키 조작이 있었음을 알 수 있도록 하였다.

그림 2는 키입력부의 사진이다.



그림 2. Key 입력부 및 Buzzer 출력부

디스플레이부는 위상 디스플레이부와 타임 디스플레이부로 이루어지며 현재 출력으로 전원이 공급되는 것을 보여준다. 0° ~ 360°까지 30°간격으로 위상을 나타내는 LED 12개와, 순단 시간 및 연속모드 반복주기를 표시하는 7세그먼트 디스플레이 3 DIGIT, 현재 전원공급 상태를 나타내는 OUT LED등으로 구성되어 있다. 그림3은 디스플레이부의 사진이다.

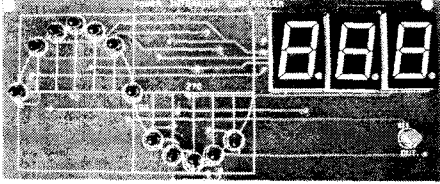


그림 3. Display 부분의 사진

2.2 소프트웨어 구성과 동작

프로그램은 무한 루프를 돌며 디스플레이 루틴에서 실행된 키 입력 프로그램에 의해 변경된 변수값에 따라서 해당 명령어를 실행하는 주 프로그램과, 타이머 인터럽트에 의해 실행되는 서비스 루틴으로 크게 나뉜다. 인터럽트 서비스 루틴은 디스플레이 루틴과 이 디스플레이 루틴에서 불러오 실행되는 키 입력 프로그램, 돌입 위상 전원 출력 시 0 cross detect 인터럽트신호에 의해 동작하는 위상각 계산 프로그램으로 구성되어 있다.

2.2.1 주 프로그램

그림 4는 주 프로그램의 흐름도이다.

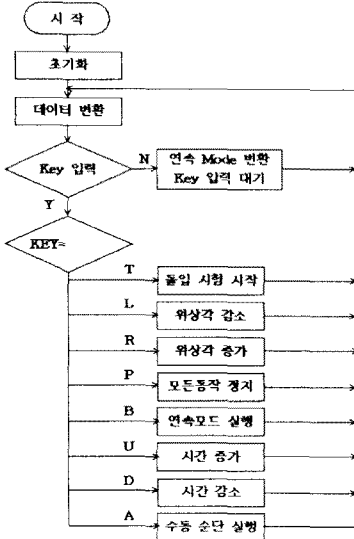


그림 4. 주 프로그램의 순서도

주 프로그램은 순단 시험 장치에 전원이 ON되면 프로그램 내부의 레지스터들을 초기화하고 무한루프를 돌며 KEYDATA 변수값의 변화를 감시하고 있다가 키 조작시 명령에 해당되는 루틴으로 분기하여 처리한 후 다시 대기 상태로 돌아와 키 조작을 감시한다. 주 프로그램 중 주요 기능과 동작은 다음과 같다.

① 초기화 루틴 (INIT)

타이머와 시리얼 인터럽트 또는 초기 상수, 변수 정의 등

을 한다.

② 데이터 변환

변수들 간의 계산 및 변환에 사용되는 함수들로 구성되며 키 입력 루틴에서 저장한 값을 돌입 위상각과 순단 시간에 맞게 변환하여 각각 버퍼에 저장한다.

③ 순단 시간의 계산

순단 시간을 증가 또는 감소시키는 함수로서 해당 키가 입력되었을 때 동작하는 루틴으로 0.01초에 해당하는 시간 값을 증감 연산한다.

④ 돌입 위상 계산

위상변경 키의 입력에 따라 돌입 위상을 좌우로 30°이동시키는 함수이다.

⑤ 돌입 개시

타이머 인터럽트1을 disable시키고 외부 인터럽트 enable 시킨다. 이 루틴에서는 인터럽트만 셋팅하고 실제 처리는 외부인터럽트 서비스 루틴에서 처리한다. 즉, 외부 인터럽트가 걸린 후 셋팅된 위상만큼의 시간이 지난 후 CPU 초기 포트가 세트되어 피시험기에 전원이 공급된다.

⑥ 순단 개시

돌입 개시 후 피시험기에 전원이 공급되고 있는 동안에 실행되며 출력Port를 clear 하여 피시험기의 전원출력을 차단하고 내부 타이머에 의해 정해진 시간이 지난 다음 다시 전원을 공급하여 짧은 시간 동안의 정전과 같은 효과를 낸다.

⑦ 돌입 순단 정지

모든 인터럽트 상태를 최초로 원상복구 시키고 CPU 포트를 clear 함으로써 피시험기에 전원을 차단한다.

⑧ 연속모드 실행

전원을 차단하고 정해진 시간이 지난 다음 정해진 위상각에 전원을 공급하는 동작을 정해진 시간 간격으로 경자 스위치가 눌러지 전까지 무한 반복한다.

2.2.2 부 프로그램

부 프로그램은 각 인터럽트 서비스 루틴으로 이루어져 있다.

디스플레이와 그에 따른 키스캔을 주 목적으로 하는 타이머 인터럽트1과 위상각을 계산할 수 있도록 하는 외부 인터럽트0, 그리고 돌입위상각에 맞춰 전원이 투입되도록 시간을 계산하며 순단 시간만큼 전원이 차단되도록 시간을 계산하는 타이머 인터럽트0으로 구성되어 있다.

그림 5는 타이머1의 서비스 루틴의 예로서 CPU에서 디코더에 데이터를 출력하여 위상을 표현하는 LED와 시간을 표시하는 세그먼트 디스플레이와 현재 출력으로 전원이 공급되는지를 보여주는 LED등을 순차적으로 디스플레이 하며, 키스캔 프로그램을 실행시켜 각 키에 해당하는 값으로 변경 저장하는 동작을 수행한다.

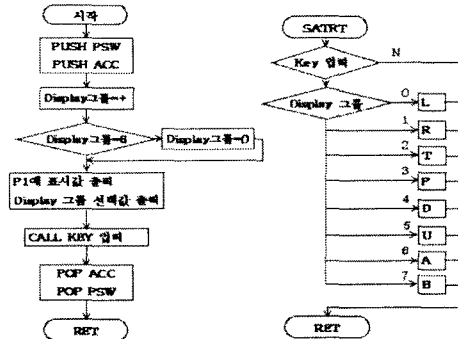


그림5. 타이머 인터럽트1 서비스 루틴 순서도

2.3 실험 및 측정

본 연구에서는 피 실험 대상으로 마이크로컨트롤러가 내장된 전기제품 중 주 부하의 종류에 따라 Inductance 부하로는 S사의 선풍기, 저항부하로는 국내 K사의 전기보온밥솥, Capacitance 부하로는 D사의 디지털 피아노를 대상으로 돌입시험 및 순단 실험을 하여 피 실험장치가 오동작을 하는지를 관찰하고 오실로스코프로 파형을 측정하였다. 돌입 시험의 반복은 피 측정 장치의 전원부의 잔류 충전 전류가 모두 소비될 정도의 시간만큼 순단 시험의 차단시간을 길게 하여 자동으로 반복하도록 하여 실시하고, 순단 시험의 반복은 돌입시험 후 수동으로 순단 시험을 50회 반복하여 그 결과를 기록하였다.

돌입 시험은 각 제품에 대해 여러 돌입 위상에 대해 실험하였으며 0°, 180°, 90°, 270°에서 집중적으로 반복 실험 관찰 하였다.

2.3.1 위상 돌입 전원 시험

위상 돌입 시험의 반복은 순단 시간을 잔류 충전 전류가 모두 소모될 만큼의 충분한 시간으로 설정하여 순단 반복 실험으로 실시하였다.

그림 6은 위상각 90°와 270°에서의 돌입전원의 파형 사진이다.

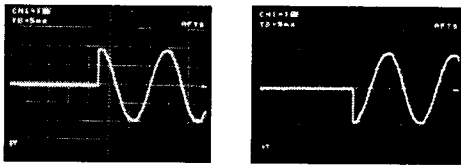


그림 6. 돌입전원 파형

돌입 위상각 시험에서는 피 시험 대상 제품 모두 위상각의 변화에도 안정적으로 동작하였다.

2.3.2 순단 전원 시험

순단 전원 시험은 전원 돌입 후 안정상태에 이를 때 까지 충분한 시간이 경과 한 다음의 순단 동작으로 순단 시간과 제어회로의 초기화 횟수의 관계를 조사하였다.

부하의 종류에 따른 순단 시간과 초기화 횟수의 상관관계보다는 마이크로 컨트롤러 전원부의 평활용 콘덴서의 용량에 영향을 받는 것으로 조사 되었다.

그림 7 ~ 그림 10.은 각각 0.01초 순단 후 위상각 0°에서의 돌입파형과 90°,180°,270°돌입파형을 나타낸 것이다.

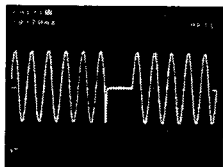


그림 7. 0° 돌입파형

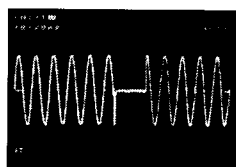


그림 8. 90°돌입 파형

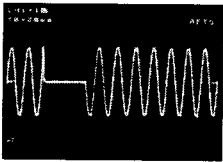


그림 9. 180° 돌입파형

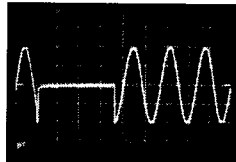


그림 10. 270°돌입 파형

사진의 파형에서 나타난 바와 같이 정확한 순단 시간과 재투입 위상을 임의로 변화시킬 수 있으며 116mm × 172mm 크기의 기판1장에 모든 부품을 부착함으로써 소형화하여 휴대 가능하도록 한 것이 특징이다.

3. 결 론

본 연구에서는 8비트 마이크로 컨트롤러를 이용하여 정현파 360°cycle 중 30° 간격으로 임의의 파형에서 ON 할 수 있고, 0.01초부터 9.99초까지의 시간동안 정전 interrupt를 1초~99초 간격으로 무한 반복 할 수 있는 휴대형 순단 전원 시험 장치를 개발하였다. 다양한 소프트웨어 알고리즘으로 본 장치를 이용하여 국내 S사 선풍기, K사의 보온압력밥솥, D사의 디지털 피아노를 대상으로 반복 시험해 본 결과 다음과 같이 마이크로 컨트롤러내장 회로의 디버그 작업에 매우 유용한 시험기로서 성능과 휴대성이 입증되었다.

- 전원 순단 시험장치로 설정된 위상각에 전원을 공급할 수 있었다.

- 전원 순단 시험장치로 설정된 시간만큼 정전 인터럽트를 발생 시킬 수 있었다.

- 실제 제품에 돌입 및 순단 전압을 공급한 결과 모든 제품에서 오동작이 일어나지 않는 것으로 보아 피 시험대상 제품들은 돌입 및 순단 전원에 대비한 설계가 이루어져 있음을 알 수 있었다.

대상 제품의 테스트용량은 220V/600W 까지 가능하며 더욱 큰 용량의 기기를 측정하려면 본 시험기기의 회로에서 TRIAC을 용량에 맞게 바꾸고 그에 따른 방열처리를 하면 훨씬 대용량의 제품도 측정할 수 있다

이와 같이 본 연구의 결과는 우수한 성능과 간편한 휴대성으로 제품의 개발 및 생산단계의 시험장비로써의 활용이 기대 된다.

[참 고 문 헌]

1. 차영배, "8051 : 기초부터 응용까지" : 동일출판사 : 2003년 01월
2. INTEL, "Embedded controller Handbook", Intel Co., 1997.
3. James T.Humphries and Leslie P.Sheets, Industrial Electronics, Delmar Publishers Inc, 1993
4. GMS97c2051/L2051 data book, Hynix semiconductor, 2002.
5. Ronald J.Tocci and Frank J.Ambrosio and Lester P.Laskowski, Microprocessors and Microcomputers Hardware and Software, Prentice-Hall. Inc, 1997
6. J.Michael Jacob, Industrial Control Electronics Applications and Design, Prentice-hall. Inc, 1989
7. 노대석, "배전계통기술의 현황과 장래동향(상)", 전기저널, 2000년 7월호 pp. 28-36.
8. 노대석, "배전계통기술의 현황과 장래동향(하)", 전기저널, 2000년 8월호 pp. 28-39.
9. Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic, "Fundamentals of Power Electronics", 2nd Edition (Hardcover) : Kluwer Academic : 2001년 02월
10. ATMEL 8051 data sheet