

단일칩 마이크로 프로세서로 구현한 연속 차광 감지 시스템의 설계

박찬원* · 이영준*
*강원대학교 전기전자공학부

Design of Successive Safety Light Curtain System Using Single Chip Microprocessor

Chan-Won Park* · Young-Jun Lee*

*Division of Electrical and Electronics, Kangwon National University

Abstract - This paper describes development of a microprocessor-based optoelectronic guard system established a higher level of control reliability in machine guard design. The system uses the design concept of diverse redundancy and a fast software algorithm. We have accomplished an safety light curtain system that allows to be intentionally disabled moving machine by the interrupt of dangerous situations. As a result, it is showed that the proposed system is effective enough to practical applications.

1. 서 론

연속차광감지시스템은 위험요소를 동반하는 다양한 작업 환경에 만족시키는 방호체계를 구축하기 위해 다중의 발광부와 수광부의 광원과 광센서의 조합으로 입력회로를 구성하고 광의 차단 유무를 위험상태로 판별하여 출력회로로서 방호장치를 구동시키는 것을 기본 원리로 하는 센서 신호처리 시스템인데 입력부와 출력부의 양자가 동일하게 완벽한 조건으로 구동되어야 방호성능을 유지할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 기존의 아날로그 회로방식만으로 구성된 신호처리 회로가 아닌 하드웨어에 지능을 부가함으로써 working sensor의 능동처리를 가하였다. 즉, 고속의 단일칩 마이크로프로세서를 사용하여 다양한 외란에 대한 redundancy 조건을 만족하는 방호체계를 구축하고 기본적인 방호기능의 자체 진단기능을 포함한 fail safe기능을 부가함으로써 극단적인 정전 및 환경변화에도 능동 대처할 수 있는 시스템을 구현하였다.

2. 본 론

2.1 개발된 하드웨어의 구성과 동작

본 연구에서 개발된 하드웨어의 기본 구성은 그림 1과 같다.

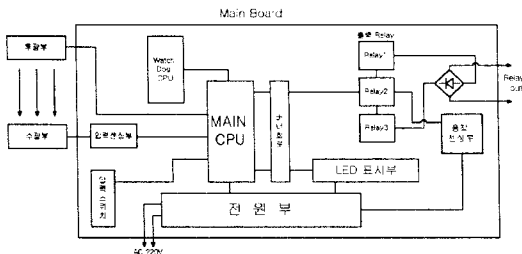


그림 1. 개발된 시스템의 전체 구성 블록도

이하 각 부위별로 구성과 동작은 다음과 같다.

2.1.1 투수광부

적외선센서를 사용한 투수광부는 10진 카운터를 이용하여 8개 광축을 1조로 하여 확장 연결이 가능한 구조로 되어있다. 즉 그림2와 같이 마이크로 프로세서에서 소프트웨어적으로 발생된 17kHz의 클럭 주파수별로 8개의 클럭마다 리세트 신호를 가함으로써 각 타이밍의 투광 다이오드에 출력되어 광축이 형성되고 수광부에서 동기적으로 센싱하므로써 차광되는 광축을 판별하여 위험시 차단대상 장치를 정지시키는 신호로 이용한다.

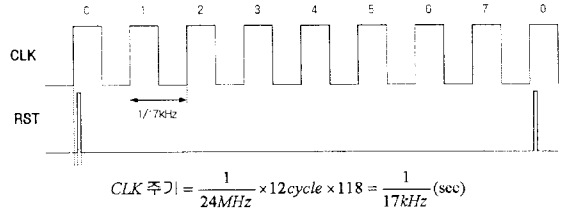


그림 2. 투수광용 17kHz의 clock과 1/17kHz의 reset신호

2.1.2 Main microprocessor와 Watchdog microprocessor

< Main microprocessor >

그림3은 main microprocessor의 주변회로를 표시한것으로서 클럭 주파수가 24MHz인 고속의 ATMEL사 8KB EEPROM형 89C51을 주 프로세서로 사용하였으며

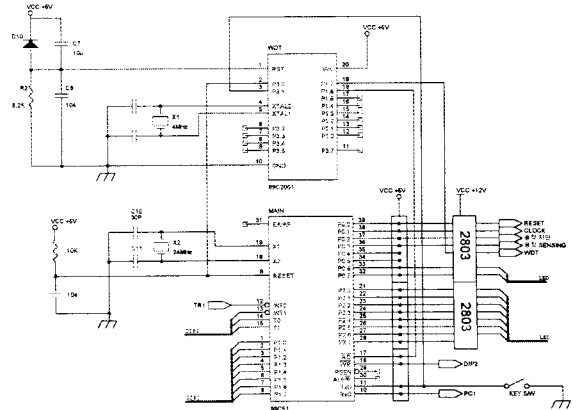


그림 3. Main microprocessor 주변 회로

마이크로프로세서의 리세트는 전원 투입시 watch dog 타이머 마이크로프로세서가 먼저 리세트 되고 난 뒤의 신호를 받아 리세트되는 하드웨어 구조로

설계되어 전원 투입시 오동작을 방지하도록 배려하였다. 이중 17번 pin은 주기적으로 watch dog 펄스를 발생시켜 watch dog 타이머 마이크로프로세서에 공급함으로써 주 마이크로프로세서의 폭주 감시를 수행하도록 하였다.

< Watch dog processor >

방호장치는 노이즈등 외란에 의해 오동작이나 위험한 방향으로 동작되어 안전방호장치의 신뢰성을 저감시킬 우려가 있으므로 이에 대한 대책은 반드시 보강되어야 하며 이른바 소프트웨어적으로도 redundancy 조건이 충족되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 또 다른 고속의 RISC chip 마이크로컨트롤러를 사용하여 watch dog 타이머로서의 기능을 수행하도록 하였다.

2.1.3 입력 스위치와 LED 표시부

입력 스위치는 main 프로세서의 I/O 포트로부터 pull-up된 레벨을 DIP 스위치로서 ground 전위에 연결하여 5V와 0V를 인식하는 하드웨어로 되어 있다. DIP 스위치는 선택 차광용 DIP1 스위치군과 기능설정용 DIP2 스위치군으로 나뉘며 각각 기능과 해당위치는 그림4와 같다.

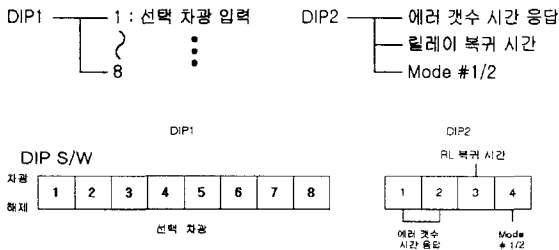


그림 4. DIP 스위치 기능

2.2 릴레이 동작 센싱 회로

방호 차단 릴레이는 대부분 프레스의 기동 차단기(릴레이)에 외부 전원으로 폐회로를 구성하고 있으므로 릴레이 on, off시 프레스측 전원에 의해 inductive-kick 써어지가 발생하여 최악의 경우 동작되어 방호 차단 동작을 수행하지 못하게 되는 경우가 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 브릿지 다이오드와 릴레이 redundancy 동작 회로를 구성하고 이를 포토커플링 하여 실용적인 안정된 동작을 추구하였다.

2.3 소프트웨어의 개발과 구성 및 동작

본 연구에서 개발된 방호장치의 main PCB에는 앞 절에서 설명한바와 같이 2개의 마이크로프로세서가 있으며 소프트웨어도 각각 독립적으로 구성되어 있다. 이하 개발된 각 소프트웨어의 구성과 그 동작에 대해 설명한다.

2.3.1 Main Control Microprocessor의 소프트웨어

Main CPU의 프로그램은 그림5와 같이 구성되어 있다.

main CPU의 프로그램은 주 프로그램과 타이머0 인터럽트 프로그램으로 구성되어 있다. 주 프로그램은 DIP 스위치, 키 스위치와 같은 입력 장치로부터 센서의 소프트웨어적인 감도와 릴레이 지동 시간 모드, 센서의 개별 활성화, 유무효 동작 지정을 받아들이는 부분과 인터럽트 프로그램에서 받아들인 센서 데이터를 변환하는 부분, 릴레이와 buzzer를 제어하는 부분으로 이루어져 있다.

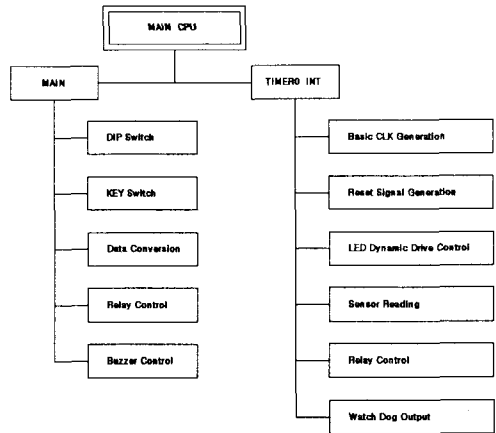


그림 5. Main CPU의 프로그램 구성도

인터럽트 프로그램은 17kHz의 기본 클럭을 발생시키며 매 클럭마다 watch dog 출력 신호와 8 클럭마다 리셋 신호를 발생시킨다. 또한 센서 신호를 받아들여 그 위치를 인식하며 아울러 릴레이와 buzzer를 제어하는 기능들을 수행한다.

2.3.2 Watch Dog 타이머의 소프트웨어

Watch dog CPU의 프로그램은 그림6과 같이 구성되어 있다.

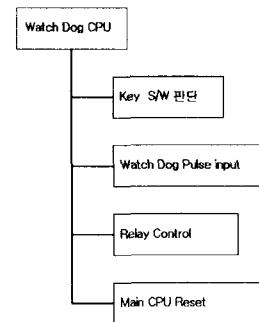


그림 6. Watchdog CPU의 프로그램 구성도

초기에 키 스위치의 ON/OFF를 판단하여 주 마이크로 프로세서의 초기 리셋 타이밍을 주고 주 마이크로프로세서에서 일정 주기로 watch dog 출력 신호를 체크하여 주 마이크로프로세서의 이상으로 신호가 발생되지 않으면 주 마이크로프로세서를 리셋하고 watch dog 릴레이를 OFF 시키는 것을 기본 동작으로 구성되어 있다.

그림7은 시스템의 동작 지동 시간을 관찰한 파형이다. 센서로부터 차광상태를 입력받아 CPU에서 처리하고 이를 릴레이 코일의 구동 전압 차단 신호로 보내어 릴레이가 차단되어 대상 기기의 전원을 차단하는 방호 동작의 지연시간이다. 측정결과 지동 시간이 약 10ms로 측정되었으며 기존의 국내 방호 장치의 평균 지동 시간 30ms에 비해 상당히 개선되었다.

3. 결 론

본 연구에서는 선진국에 비하여 안전의 수준과 기능이 떨어지고 있는 방호 장치의 성능을 개선하고자 하였다. 광전자식 방호장치의 경우 국산품은 외국제품에 비해 안전성능에 현격한 차이가 있으며 성능의 주요사양인 지동 시간도 매우 큰 것으로 나타나 있으며 무엇보다 다양한 방호실패조건에 대한 다중의 fail safe기능이 부족하다는 점등이 지적되었다. 따라서 본 연구에서는 이에 대한 대책으로서 기존의 평가된 문제점들을 분석하고 새로운 접근방식의 도입을 시도함으로써 충분한 경제성과 성능을 만족시키는 방호장치를 개발하였으며 성능 평가 결과 양호한 성능을 보내주었다.

(참 고 문 헌)

- [1] Banner, "MINI-SCREEN System, Instruction Manual",
- [2] SICK, "FGS Safety Light Curtain, Operating Instructions"
- [3] ATMEL, "89C51, 89C2051" Databook
- [4] European Standard, Final Draft prEN 954-1
- [5] The European Committee for Electrical Standardization, "SAFETY OF MACHINERY - ELECTROTECHNICAL ASPECTS", 1994
- [6] J.Michael Jacob, Industrial Control Electronics Applications and Design, Prentice-hall, Inc, 1989

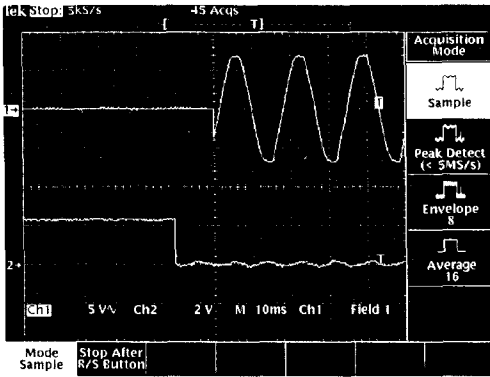
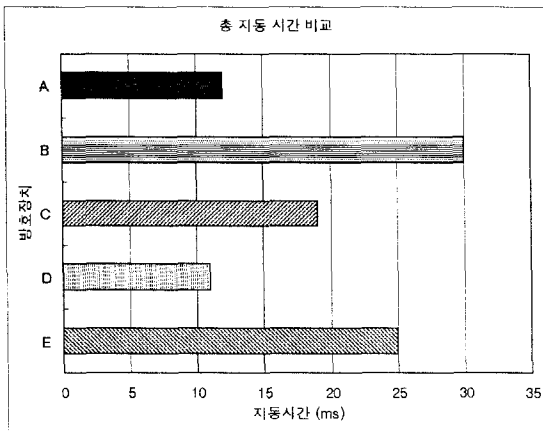


그림 7. 지동 시간 측정 파형

이상의 결과를 종합하고 투수광부에 물체가 투입되고 차광이 이루어져 릴레이 차단이 효과 나타날 때까지의 총 지동 시간을 반복 실험하여 기존의 제품의 평가결과와 비교하여 작성한 결과는 그림8과 같다.



- A : 개발된 방호 장치 회로의 평균 지동 시간
- B : 국산 방호 장치 I사, S사 회로 지동 시간
- C : 일본 방호 장치 K사 회로 지동 시간
- D : 독일 방호 장치 G사 회로 지동 시간
- E : 미국 방호 장치 B사 회로 지동 시간

그림 8. 평균 지동 시간의 비교

결과에서 보는 바와 같이 본 연구의 개발품은 평균 지동 시간이 12ms로 관측되었으며 지동시간의 80% 이상이 릴레이 자체의 지동시간이었다. 따라서 본 결과는 기존 국산 제품보다 상당한 지동 시간의 성능이 개선되었음을 증명하였다. 실제로 이에 대한 간단한 증명으로 차광봉을 속도를 다르게하여 차광막을 차단시키는 실험을 해 보았을 때 기존의 국산 제품은 상당히 지연 효과가 있어 빠른 차광 투입은 인식하지 못하는 결과로 나타났으나 신개발품은 인간의 감각적으로 느낄 수 있는 투입 속도 범위내에서는 인식하지 못하는 경우가 없었다.