

소규모 자동화를 위한 스마트릴레이 모듈 개발에 관한 연구

김배성*, 손영대*, 이규한**
*동서대학교, **테크원 기업부설연구소

A study on the development of smart relay module for automation on a small scale

BAE-SUNG KIM*, YOUNG-DAE SON*, GYU-HAN LEE**
*Dongseo University, **TECHONE Research Institute

Abstract - 기계 및 공정제어시, 현장에서의 잦은 결선 변경, 설치시간 및 비용부담, 릴레이 개수증가, 점점 접촉에 대한 신뢰성 한계, 유지보수 문제 등으로 인해 PLC가 많이 사용되고 있으며, 그 중 소규모 자동화에 적합한 Nano PLC 또는 스마트릴레이의 수요가 점점 증가하고 있다. 본 논문에서는 소규모 자동화 시설 및 시스템에 장착되어 자동화에 대한 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 제어시스템 설계 및 제작이 가능하도록 하는 스마트릴레이 모듈 개발에 관한 구체적인 세부내용을 제안한다.

2. 본 론

2.1 스마트릴레이 하드웨어 구성

본 논문에서 제안하는 스마트릴레이 모듈은 소규모 자동화 분야에서 기존의 PLC를 적용하면서 발생하는 설치비용에 대한 부담과 불필요한 기능 및 사양으로 인한 자원낭비 등의 문제를 해결하고 중소기업의 자동화 시스템 구축에 적합한 소규모 자동화를 위한 스마트 제어장치를 구축하는데 최적의 구성품이다. 그림 1은 본 시스템의 하드웨어 구성도이며, 100~240Vac의 전원을 사용하고 아날로그 입력, 디지털 입력, 디지털 릴레이 출력, 아날로그 PWM 출력을 가지며, 시스템 설정 인터페이스 부분과 디스플레이 장치로 구성된다. 또한, 소프트웨어적인 측면에서는 실행소프트웨어와 사용자 프로그램 소프트웨어로 구분되며, 실행 소프트웨어는 I/O스캔 소프트웨어, 명령어 실행 소프트웨어, 특수기능 소프트웨어로 구성된다. 표 1은 스마트릴레이 시스템의 사양을 나타낸다.

1. 서 론

최근, 자동화 관련 산업의 기계 및 공정제어를 하는데 있어서, 기존의 유/무접점 시퀀스 제어가 갖는 설치시 현장에서의 잦은 결선변경, 설치시간 및 비용 부담, 릴레이 개수가 많아지고 접촉에 대한 신뢰성의 한계, 유지보수의 어려움 등의 문제 때문에 PLC가 등장하게 되었다. 초기 PLC는 디지털 조작형 공업용 전원장치로 그 역할이 단순제어에 머물렀으나 최근에는 각종 실비가 자동화, 고능률화로 변해가면서 PLC산업도 함께 성장하고 있다. 하지만 이러한 PLC는 중소규모의 산업자동화에서는 가격에 대한 부담이 있음은 물론 생산현장에서의 사용자에 대한 시스템 설계를 위한 프로그래밍 언어 등의 PLC 관련 교육 없이는 사용이 간편할 수만은 없다. 따라서, PLC에 준하는 기능을 가지면서 가격의 부담은 없고 사용자가 별도의 교육 없이도 쉽게 사용할 수 있는 프로그램 및 제어장치가 필요하다. PLC 산업에서 가장 눈에 띄는 점은 최근에 소규모 자동화에 적용되는 15점점 미만의 Nano PLC 즉, 스마트릴레이 시장 성장률이 매년 10%이상으로 다른 규모의 PLC에 비해 높은 성장률을 보이고 있다. 현재, 이와 관련한 국내제품은 기술력 부분에서 세계적인 메이커 제품들과 비교하면 경쟁력이 많이 뒤쳐져 있다. 이는 국내 부품소재의 취약성, 작은 시장 규모, 전문인력의 부족으로 인한 신뢰성 부족이 주요 원인이라 할 수 있으며, 많은 연구개발비가 소요되는 큰 투자가 필요한 산업이라는 난관도 있다.

따라서, 본 논문에서는 상기의 제반 상황을 고려하여 기존의 PLC 기능을 가지면서도 소규모 자동화 시스템에 적합하도록 15점점 미만의 아날로그/디지털 입출력 포트 갖는 Nano PLC인 스마트릴레이 개발과, 통상의 공학지식을 가진 사람이라면 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 함수 블록을 이용한 사용자 소프트웨어 개발 및 외부 확장모듈 제어, 외부 통신모듈과의 접속지원 등에 관한 세부적인 내용을 제안하는 것을 주목적으로 하며, 차후 펌프제어 시스템이나 온실자동화 시스템 등에 적용하는 것을 고려하고 있다.

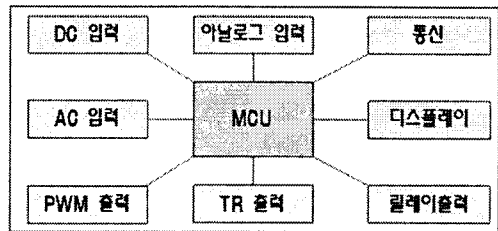


그림 1. 하드웨어 구성도

표 1. 시스템 사양

하드웨어 구성	사양
전원	220Vac
디스플레이	128*64 Graphic LCD -영문/한글지원 (Yellow-Green Backlight)
평균응답시간	50ms
아날로그 입력분해능	10bit
확장통신 인터페이스	기본 RS485 직렬통신 (옵션 Ethernet 지원)
디지털 입력	6 채널
아날로그 입력	2 채널(4~20mA 입력, 미세조정 가능)
디지털 출력	4 채널 (릴레이 출력)
아날로그 출력	2 채널 (PWM 출력, 0 ~ 10V)

그림 2는 기존의 유/무접점 시퀀스 제어, PLC, 마이크로 컨트롤러 시스템과 본 연구에서 제안하는 스마트릴레이 시스템에 대한 전반적인 비교를 통한 장단점을 나타낸 것이며, 소규모 자동화는 물론 대규모 자동화 시스템의 부품품으로 적용이 가능하기 때문에 그 활용방안은 상당히 넓을 것으로 판단되며, 현재로서는 가정자동화, 빌딩자동화, 물류자동화, 기계자동화, 농업자동화 분야 뿐만 아니라 교통신호제어, 가로등 제어, 전력공급감시장치, 주방배기시스템, 선박환기시스템 등이 주 적용대상이다.

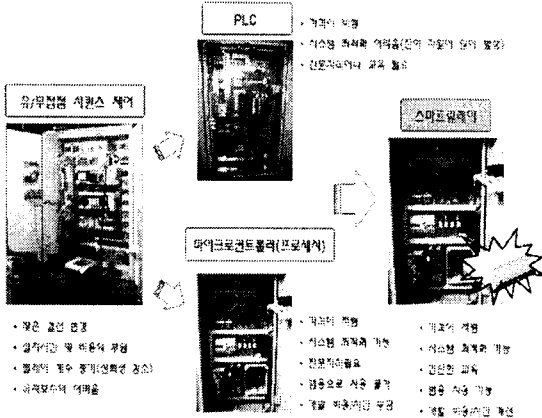


그림 2. 스마트릴레이 시스템의 장단점

2.1.1 MCU 및 전원

본 시스템의 MCU로서, 열악한 환경이나 다양한 응용 분야에 폭넓게 사용되어 신뢰성에 대한 높은 평가를 받고 있는 ATmega128을 선정하였으며, 가격이 저렴하여 제조원가 측면에서도 유리하다. 본 스마트릴레이는 제어부 및 신호입력부, 디스플레이부, 조작부 등 일부는 5V_{DC}를 사용하고, 릴레이를 포함한 출력부의 일부는 24V_{DC}를 사용하므로, 두 가지 출력을 얻기 위해 플라이백 컨버터를 설계하여 적용하였으며, 표 2에 전원장치의 사양을 나타내었다.

표 2. 전원장치 사양

구분	사양
입력전압	110~240Vac
입력주파수	50~60Hz
출력전압	5V _{DC} , 24V _{DC}
출력전류	1A@5V, 0.5A@24
리플	50mV 이하@5V, 240mV 이하@24V
내전압(입-출력)	3KVac 차단전류 20mA, DC500V/50MΩ
내전압(입력-FG)	2KVac 차단전류 20mA, DC500V/50MΩ
내전압(출력-FG)	500Vac 차단전류 100mA, DC500V/50MΩ

2.1.2 디지털 입력

디지털 입력부는 총 6채널의 직류입력(디지털 입력)을 수용할 뿐만 아니라 교류입력도 가능하도록, 접지전위가 다른 회로사이의 인터페이스와 공통모드잡음의 혼입과 오동작 방지를 위해 포토커플러(TLP621)와 슈미트 트리거를 사용하여 구성하였다. 본 시스템의 직류전원(5V/24V) 크기의 입력 값이 들어오는 것을 가정하여 입력임피던스를 조정하도록 설계하였다. 표 3은 디지털 입력부의 사양을 나타낸다.

표 3 디지털 입력 사양

항목	사양	
입력전압	5V _{DC} ±10%	24V _{DC} ±10%
입력임피던스	470Ω	4.7KΩ
입력전류	10mA	5mA
ON 전압	3.3 V _{DC} min	16.0 V _{DC} min
OFF 전압	1.0 V _{DC} max	5.0 V _{DC} max
ON 응답시간	10-50ms	
OFF 응답시간		

2.1.3 아날로그 입력

센서에서 나오는 아날로그 신호는 mV 또는 μA 레벨의 미소신호이므로 시스템 조건에 맞게 조정해야 하며, 일반적으로 V 또는 mA단위로 증폭하여 수백m의 전송이 가능하도록 한다. 전압신호 전송시 센서증폭부는 버퍼회로를 넣어 신호원 저항을 적게 하고, 수신부는 버퍼를 넣어 입력저항을 높여야 하며, 선로저항은 가능한 작아야 한다. 본 연구에서는 온도, 습도, 압력 등의 센서 출력값인 4~20mA 신호를 입력받아 전압신호로 변환하여 마이크로컨트롤러의 A/D변환기에 입력하도록 인터페이스를 설계하였다. 즉, 입력되는 4~20mA의 전류신호는 240Ω의 부하저항을 통해 각각 0.96V와 4.8V로 변환되어 입력된다. 그림 3은 아날로그 입력회로를 나타낸다.

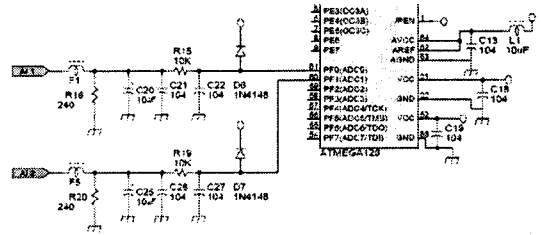


그림 3. 아날로그 입력회로

2.1.4 디지털 출력(릴레이 출력)

본 시스템의 디지털 출력부는 총 4채널의 24V 제어용 릴레이를 구동하도록 설계하였다. 릴레이는 코일에 가하는 구동전압, 점점용량 등에 따라 적절한 것을 선정해야 하는데, 본 연구에서 사용한 릴레이는 전체 모듈의 크기를 줄이기 위해 표 4의 사양을 갖는 소형 제품을 선정하였다.

표 4 릴레이 사양

항목	사양
접점	백금
스위칭 용량	5A 250Vac, 5A 30V _{DC}
최대 스위칭 전력	750VA, 90W
최대 스위칭 전압	250Vac, 110V _{DC}
최대 스위칭 전류	5A
전기적 수명	20,000,000
최대 동작속도	20cpm
초기 절연저항	최소 1,000MΩ @ 500V _{DC}
일반적인 전압에서 동작시간	6ms

