



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공 학 석 사 학 위 논 문

P형 수신기의 배선 및 기능 개선을
위한 PLC적용에 관한 연구



2016년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

소 방 공 학 과

박 미 정

공 학 석 사 학 위 논 문

P형 수신기의 배선 및 기능 개선을
위한 PLC적용에 관한 연구

지도교수 구 민 성

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함.

2016년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원


소 방 공 학 과


박 미 정


박미정의 공학석사 학위논문을 인준함.

2016년 8 월 26일



위원장 공학박사 최재욱 

위원 공학박사 이치영 

위원 공학박사 구민성 

목 차

제 1 장. 서 론	1
1-1 연구의 배경 및 목적	1
1-2 선행연구 고찰	3
1-3 연구의 범위 및 방법	4
제 2 장. P형 수신기의 배선 및 기능	7
2-1 P형 수신기	7
2-1-1 P형 수신기 정의 및 특성	7
2-1-2 수신기 설치기준	9
2-2 P형 수신기의 배선	11
2-2-1 P형 수신기와 하나의 경계구역에 대한 배선	11
2-2-2 P형 수신기와 여러 경계구역 간의 배선	12
2-3 P형 수신기와 R형 수신기 비교분석	14
2-3-1 P형 수신기와 R형 수신기 비교	14
2-3-2 배선 및 기능 개선의 필요성	16
제 3 장. PLC	17
3-1 PLC	17
3-1-1 PLC 정의	17
3-1-2 PLC의 특징과 장점	18
3-1-3 PLC 모델 선정과 기대효과	19

제 4 장. P형 수신기의 배선 및 기능개선을 위한 PLC 구현	21
4-1 PLC를 이용한 P형 수신기 설계	21
4-1-1 P형 수신기와 감지기의 래더로직 작성	21
4-1-2 P형 수신기와 스프링클러설비 래더로직 작성	25
4-1-3 P형 수신기와 자동화재탐지설비 래더로직 작성	29
4-2 회로도통시험 기능을 추가한 P형 수신기	31
4-2-1 회로도통시험 기능 소개	31
4-2-2 회로도통시험 기능 추가	33
4-3 PLC로 구현된 P형 수신기 실험	37
4-3-1 PLC를 이용한 결선	37
4-3-2 설계된 P형 수신기의 실험	38
4-4 설문조사	40
4-4-1 설문조사 목적과 대상	40
4-4-2 설문조사 결과	41
 제 5 장. 결 론	 46
 참 고 문 헌	 47

표 목 차

표 1 입력과 출력신호 선정	6
표 2 P형 수신기와 R형 수신기 비교	15
표 3 래더로직에서 입력과 출력 포트	23
표 4 P형 수신기와 스프링클러 래더로직 입·출력 포트	25
표 5 경계구역1 회로도통시험 포트	33

그 림 목 차

그림 1 P형 수신기 외부 결선도	5
그림 2 P형 수신기 신호 흐름도	6
그림 3 P형 수신기 경계구역 연결도	8
그림 4 여러경계구역의 배선	10
그림 5 LS산전 Master K 120s	20
그림 6 PLC로 구현된 결선도	22
그림 7 P형 수신기와 감지기의 래더로직	24
그림 8 습식스프링클러설비 PLC 결선도	26
그림 9 건식 스프링클러설비 PLC 결선도	27
그림 10 P형 수신기와 스프링클러설비 래더로직	28
그림 11 자동화재탐지설비 결선도	29
그림 12 P형 수신기와 자동화재탐지설비 래더로직	30
그림 13 회로도통시험 PLC 래더로직	34
그림 14 PLC 결선	37

그림 15 Case1. 3층에서 화재가 발생	38
그림 16 설문조사 결과 (5번 문항)	42
그림 17 설문조사 결과 (6번 문항)	43
그림 18 설문조사 결과 (8번 문항)	44
그림 19 설문조사 결과 (9번 문항)	45



A Study on the application of PLC for P-type Receiver wiring and functional improvement

Mi Jeong, Park

*Department of Fire Protection Engineering, The Graduate School,
Pukyong National University*

Abstract

In this paper, P-type receiver combined with PLC(Programmable Logic Controller) is developed to complement for the problem of the wire and reduce the cost. The limitation of wiring from the existing P-Type receiver can be relaxed by the P-type receiver combined with PLC. Besides, the circuit control by the receiver proposed in this paper enables you to easily implement changes. Since the P-type receiver with PLC can be implemented by adding the desire function, it gives flexibility. The P-type receiver with PLC proposed in this paper is more affordable than R-type receiver. Also it can be applied in various fields and buildings. As a result, the proposed P-type receiver with the PLC is expected to be improved the performance of economical efficiency and maintainability.

제 1 장. 서 론

1-1 연구의 배경 및 목적

P형 수신기(Proprietary Type Receiver)는 화재 발생 시 생성되는 열, 연기 및 화염 등을 감지하여 벨, 사이렌 등의 경보설비에 의해 건물 내 화재발생을 알리는 설비이다.¹⁾ 현재 사용되고 있는 P형 수신기는 5층 이하의 소형건물에 주로 사용되며 일반배선 및 내열배선으로 모든 기기를 연결한다. P형 수신기에 사용되고 있는 회로기판은 “인쇄회로기판” 즉, PCB(Printed Circuit Board)이다.²⁾ PCB는 하드와이어드(Hard Wired) 방식 중의 하나로 납땜, 결선 또는 배관작업 등이 없이는 제어장치의 기능을 할 수 없으며, 다량의 전선이 소요되는 단점이 발생된다.²⁾ 또한 건축물의 증축, 개축, 대수선 등에 의한 회로증설 시 기기에서 수신기까지 배관 배선을 추가설치하고 수신기를 교체하기 때문에 작업이 어렵다. 따라서 이를 보완하기 위해 R형 수신기를 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 R형 수신기는 P형 수신기에 비해 고가이며, 소형건물에 쓰기에 비용의 부담이 매우 크다.

P형 수신기의 가장 큰 장점이자 단점은 배선이다. 즉, 배선의 연결만으로 설치가 가능하지만, 배선의 수가 증가할수록 관리가 어렵다. 예를 들면, 수신기의 배선이 단선이 되면 작동하지 않으며, 또한 정기적인 관리가 이루어지지 않으면 비화재보 발생으로 신뢰성이 떨어져 실제 화재가 났을 경우에 대처가 늦어 질 수도 있다.³⁾ P형 수신기의 배선문제가 두드러지게 이슈화 되지 않는 것은 R형 수신기를 사용할 수 있기 때문

이다. 하지만 R형 수신기의 경우 원리와 구조가 복잡하여 수리나 보수가 어렵고 제품가격이 P형 수신기에 비해 고가여서 우리나라의 경우 대형 빌딩에서 사용되고 있다.³⁾ 그리고 기존에 설치된 아파트, 모텔, 고시원 등의 P형 수신기를 R형 수신기로 바꾸는 경우는 거의 없으며 유지보수 정도만 하고 있다.

본 논문은 이러한 배선, 비용 등의 문제점을 보완하기 위하여 PLC (Programmable Logical Controller)를 적용한 P형 수신기를 제안한다. 제안한 P형 수신기는 PLC를 이용하여 배선의 한계성을 줄일 수 있어 회로 및 제어 변경을 가능 하게하며, 원하는 기능을 추가하여 구현할 수 있게 되어 각종 화재 및 재해에 대하여 유연성을 더할 수 있을 것이다. 그리고 PLC를 적용하더라도 R형 수신기에 비해 가격이 저가 이므로 추후 소형건물 뿐만 아니라 다양한 분야에서 적용이 가능할 것이다. 그 결과 본 논문에서 제안한 PLC를 적용한 P형 수신기는 경제성, 보수성 등의 성능 향상이 가능 할 것으로 기대된다.

1-2 선행연구 고찰

산업현장에서 사용되는 P형 수신기는 비화재보에 대하여 동작한 감지기의 확인과 수신기의 보수를 위한 작업에 드는 경제적인 피해를 줄이기 위해 수신기를 정지시켜 놓는 사례가 있다.³⁾ 이러한 사례는 P형 수신기의 신뢰성을 떨어트리며, 실제 화재가 발생 하였을 때 제대로 동작을 하지 않아 큰 피해로 이어질 수도 있음을 보여준다.

P형 수신기의 선행연구에서는 대부분 자동화재탐지설비의 개발 및 P형 수신기의 기능연구 등의 자료가 있다. 최근의 국내 자동화재탐지설비 개발동향을 살펴보았다.

양방향 통신이 가능한 자동화재탐지설비(P형 1급 수신기)의 설계 및 동작특성에 관한 연구⁴⁾는 원격제어용 자동화재탐지설비 시스템으로 고속, 고정밀 및 소형 경량의 새로운 원칩형 PLD(Programmable Logic Device)를 적용하였다.

현대인프라코어의 광통신 P형 수신기(FMS-P2000)⁵⁾⁶⁾는 통신모듈을 이용하여 유·무선 기능을 탑재한 모델이다. FMS-P2000의 특징은 무선 송신 모듈 탑재(CDMA, Wi-Fi 전송방식), 이더-넷 통신 방식 가능, 365일 24시간 실시간 및 스마트폰 원격 점검 감시가 가능하다. 케이블 포설 없이 통합관제센터를 구축하는 방식이다.

이러한 연구들은 자동화재탐지설비의 기능개발을 목표로 하고 있으며, P형 수신기의 근본적인 문제점을 다루고 있지는 않는 것으로 보여진다. 그리하여 본 연구에서 다루고자 하는 PLC로 구현된 P형 수신기는 기존의 P형 수신기의 회로 배선 및 설계의 문제점을 보완하고자 한다.

1-3 연구의 범위 및 방법

소규모 건물에서 사용하는 일반적인 P형 수신기의 배선의 설치가 한계가 있는 PCB를 대신한 PLC를 이용하여 보완 적용하고자 한다.

그림 1의 P형 수신기의 외부 결선도¹⁾를 참고하여 화재 및 재해 발생 시 P형 수신기와 화재감지를 위하여 설치된 감지기, 화재경보 등의 기존 신호흐름 체계도를 그림 2와 같이 작성하여 입력 출력을 선정한다. 입력 신호는 화재를 감지하는 감지기, 스프링클러 헤드 등이고, 출력신호는 화재를 알리는 화재경보, 화재를 진압하는 스프링클러 등으로 두었다. 이 신호 흐름도를 바탕으로 하여 PLC 래더로직(Ladder Logic) 작성 시 필요한 신호를 표1 입력과 출력신호 선정과 같이 설정한다. 구현된 PLC를 적용한 P형 수신기를 기존의 PCB P형 수신기, R형 수신기와 기능, 설계, 경제성 부분에서 비교 분석한다.

그림 1 P형 수신기 외부결선도를 살펴보면, 1층과 2층의 화재감지기에서 화재를 감지하면 신호를 수신기로 보내고, 감지된 신호는 표시기, 주경종, 지구경종, 발신기 등을 작동시켜 화재를 알린다. 이런 P형 수신기의 신호흐름을 간단하게 표현하면 그림2 P형 수신기 신호 흐름도와 같이 나타낼 수 있다.

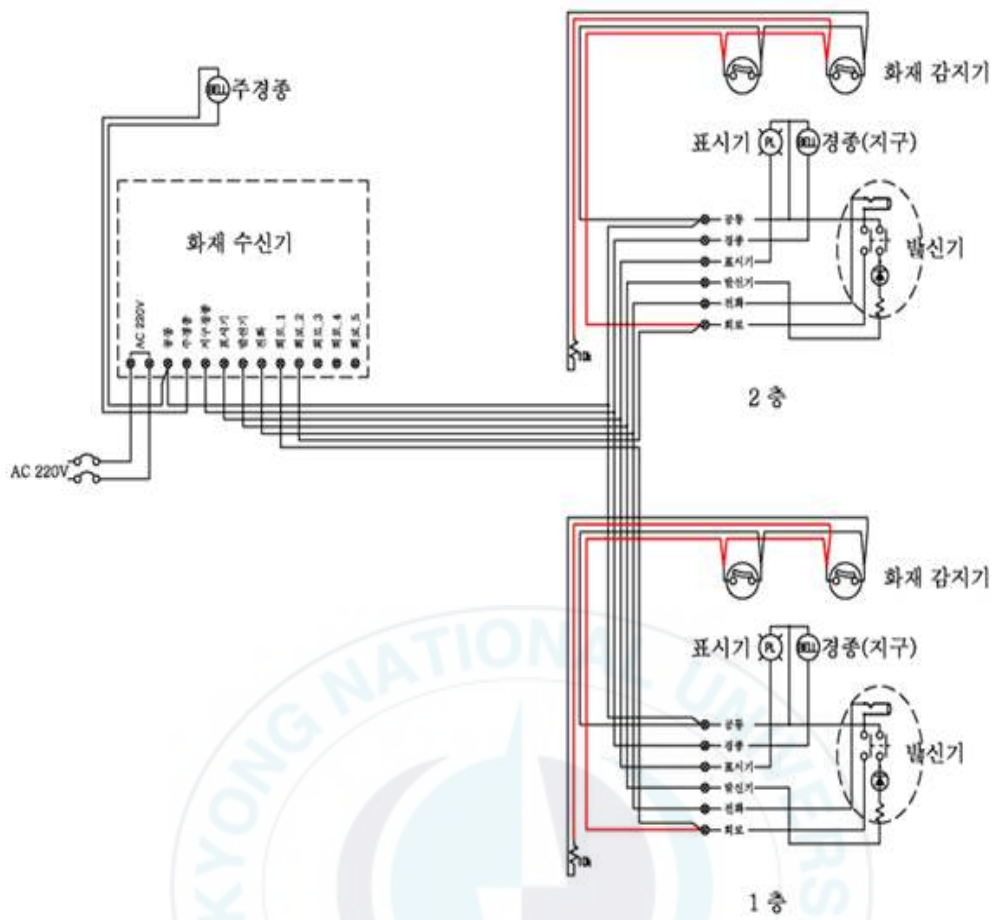


그림 2 P형 수신기 외부 결선도¹⁾

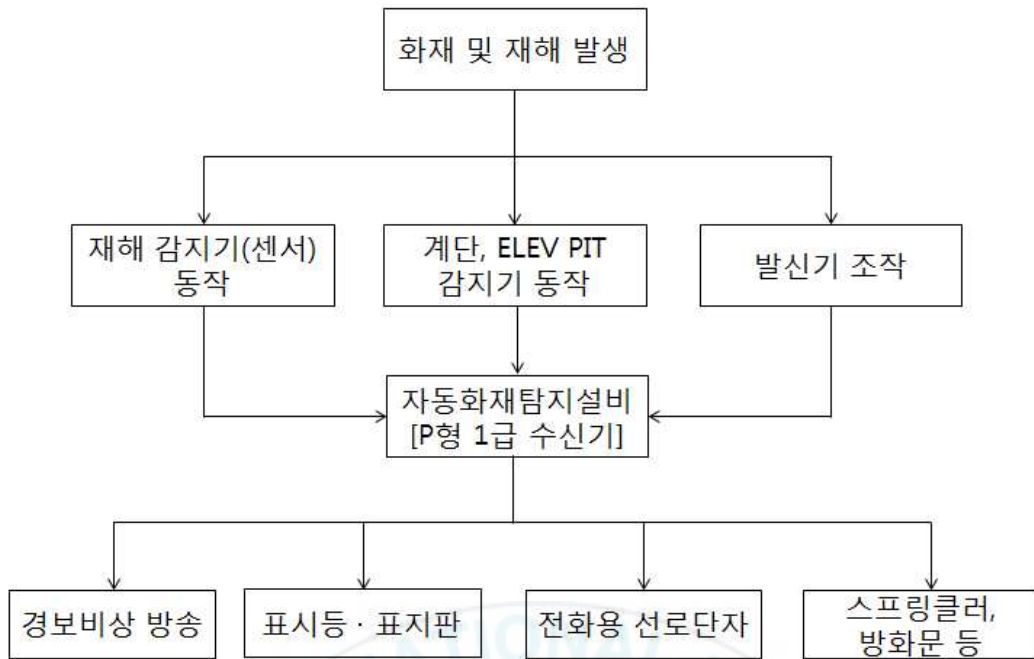


그림 2 P형 수신기 신호 흐름도⁷⁾⁸⁾

입력신호	출력신호	비고
감지기	경보비상 방송, 경종	
발신기 조작	표시등·표지판	
	전화용 선로단자	
	스프링클러, 방화문 등	

표 1 입력과 출력 신호 선정

제 2 장. P형 수신기의 배선 및 기능

2-1 P형 수신기의 배선

2-1-1 P형 수신기와 하나의 경계구역에 대한 배선

하나의 경계구역에서 사용하는 P형 수신기 경계구역 연결 관계를 그림 3 P형 수신기 경계구역 연결도에 나타낸 것으로서 일반적으로 P형 수신기와 경종, 표시등, 발신기의 관계로 볼 수 있다. 하나의 경계구역을 구성하기 위한 기본 전선의 가닥수는 공통선, 지구경종, 표시등, 회로공통선, 응답선, 전화, 회로선 7가닥의 전선이 필요하다.⁹⁾ 회로선, 응답선, 전화선은 하나의 공통선을 사용하고 지구경종선, 표시등선은 별도의 공통선을 사용하여 구성하게 된다.⁹⁾

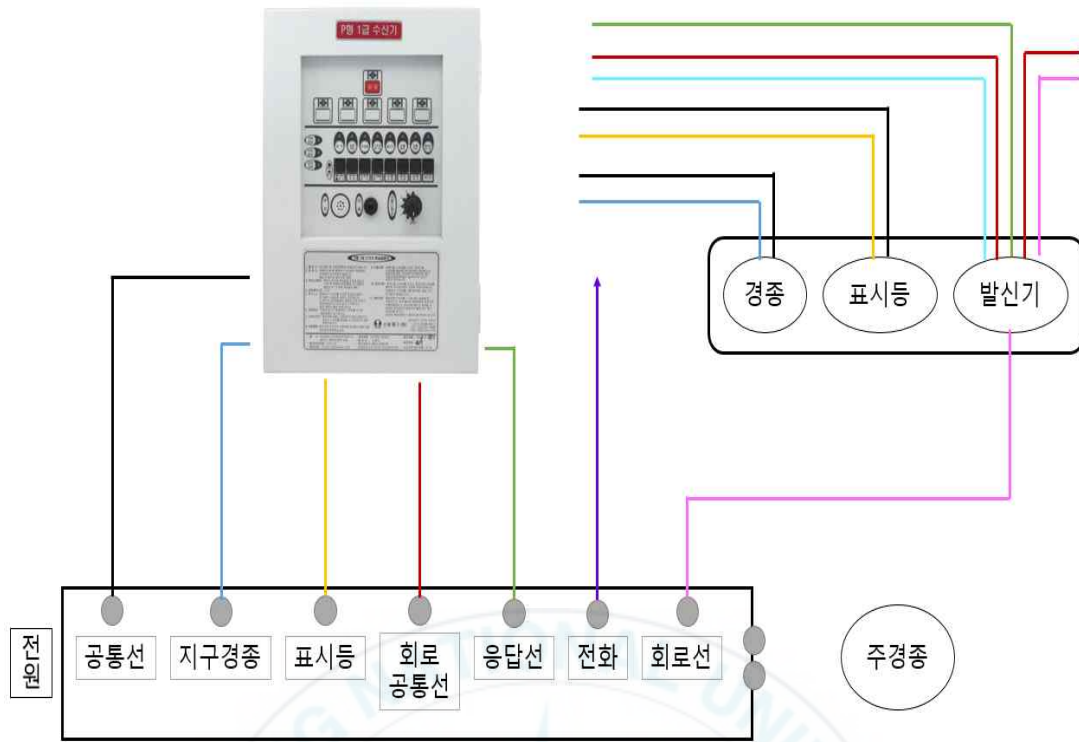


그림 4 P형 수신기와 하나의 경계구역 연결도

2-1-2 P형 수신기와 여러 경계구역 간의 배선

하나의 경계구역을 연결하기 위해 필요한 7개의 기본선 중에 응답선, 전화선, 지구경종선, 공통선, 표시등선은 병렬로 연결되기 때문에 경계구역수가 늘어나더라도 별도의 전선수가 늘어나지 않으나, 감지기 회로선은 경계구역 수만큼 필요하게 된다.⁹⁾ 그림 4를 보면, 감지기 회로의 공통선은 7개 이하의 경계구역으로 하여야 함으로 경계구역수가 7개마다 한선씩 늘어나게 된다. 이때 종단저항은 단선여부를 확인하기 위해 설치한다. 지구경종이 직상층 경보방식으로 구성된 대상물에 대해서는 지상층의 각 층마다 구분해서 경보를 해주어야 하므로 지상층의 각 층마다 한선씩 늘어나게 된다. 경계구역이 늘어날 때 마다 가닥수가 늘어나는데, 일제경보방식의 경우와 우선경보방식에 따라 추가하는 선이 다르다. 일제경보방식의 경우 경종, 표시등 공통선, 표시등선, 발신기선, 전화선, 경종선은 1가닥을 기본으로 두고, 회로공통선이 7가닥 초과 시 1가닥씩 추가, 회로선은 발신기 세트 수 또는 경계구역수 및 종단저항 수 마다 1가닥씩 추가한다.¹⁾⁹⁾ 우선경보방식의 경우는 회로공통선이 7가닥 초과 시 1가닥씩 추가, 경종선은 지상층수마다 1가닥씩 추가, 지하층은 추가 없으며 회로선은 일제경보방식의 경우와 같다.

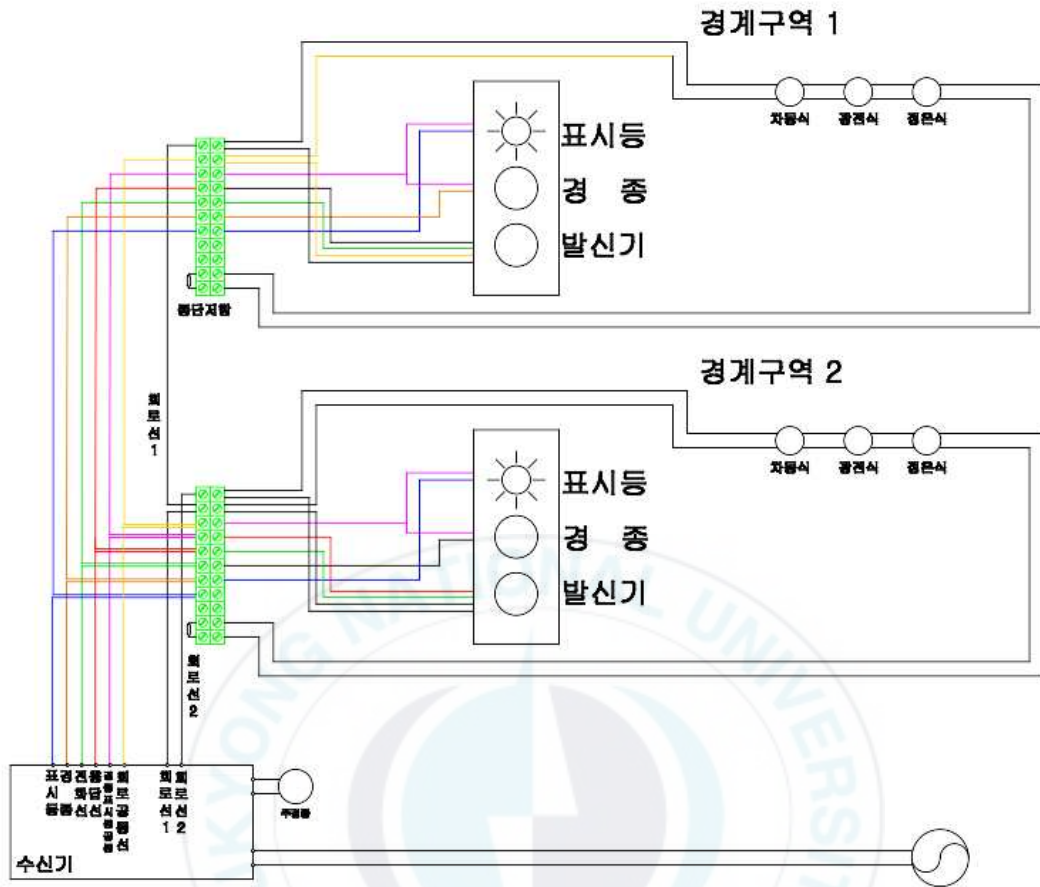


그림 5 여러경계구역의 배선

2-2 P형 수신기의 기능

2-2-1 P형 수신기 정의 및 특성

다음내용은 참고문헌 1, 9를 바탕으로 작성되었다. 감지기와 발신기로 부터의 신호 방식에 따라 분류된 수신기 중에서 P형 수신기는 화재신호를 점점신호(공통신호)로 수신한다. 각 회로별 경계구역을 표시하는 지구 표시등이 설치되어 있는 것으로 1급과 2급으로 나눈다. P형 1급 수신기는 화재표시 동작, 감지기 배선 도통시험, 상용전원 및 비상전원간의 전환 등이 가능하다. P형 2급 수신기는 P형 1급의 구조와 거의 같으나 회선수가 5회선 이하인 것을 일컫는다.

P형 수신기는 점점신호로 수신하므로 각 경계구역마다 별도의 실선 배선으로 연결한다. 그러므로 경계구역 수가 증가할 수록 회선수가 증가하게 된다. 대형건물의 경우 많은 회선이 필요함으로 설치, 유지, 보수에 문제가 되므로 설치의 용이성과 설비단가 등을 고려해 소규모의 건물에 설치된다.⁹⁾

2-2-2 수신기 설치기준¹¹⁾

자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203)¹¹⁾에 따르면 다음과 같다.

가. 자동화재탐지설비의 수신기는 다음 각 호의 기준에 적합한 것으로 설치하여야 한다.

1. 해당 특정소방대상물의 경계구역을 각각 표시할 수 있는 회선수 이상의 수신기를 설치할 것.
2. 4층 이상의 특정소방대상물에는 발신기와 전화통화가 가능한 수신기를 설치할 것.
3. 해당 특정소방대상물에 가스누설탐지설비가 설치된 경우에는 가스누설탐지설비로부터 가스누설신호를 수신하여 가스누설정보를 할 수 있는 수신기를 설치할 것. (가스누설탐지설비의 수신부를 별도로 설치한 경우에는 제외한다)

나. 자동화재탐지설비의 수신기는 특정소방대상물 또는 그 부분이 지하층·무창층 등으로서 환기가 잘되지 아니하거나 실내면적이 40 m² 미만인 장소, 감지기의 부착면과 실내바닥과의 거리가 2.3 m 이하인 장소로서 일시적으로 발생한 열·연기 또는 먼지 등으로 인하여 감지기가 화재신호를 발신할 우려가 있는 때에는 축적기능 등이 있는 것(축적형감지기가 설치된 장소에는 감지기회로의 감시전류를 단속적으로 차단시켜 화재를 판단하는 방식외의 것을 말한다)으로 설치하여야 한다. 다만, 제7조제1항 단서에 따라 감지기를 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.

다. 수신기는 다음 각 호의 기준에 따라 설치하여야 한다.

1. 수위실 등 상시 사람이 근무하는 장소에 설치할 것. 다만, 사람이 상시 근무하는 장소가 없는 경우에는 관계인이 쉽게 접근할 수 있고 관리가 용이한 장소에 설치할 수 있다.
2. 수신기가 설치된 장소에는 경계구역 일람도를 비치할 것. 다만, 모든 수신기와 연결되어 각 수신기의 상황을 감시하고 제어할 수 있는 수신기(이하 "주수신기"라 한다)를 설치하는 경우에는 주수신기를 제외한 기타수신기는 그러하지 아니하다.
3. 수신기의 음향기구는 그 음량 및 음색이 다른 기기의 소음 등과 명확히 구별될 수 있는 것으로 할 것.
4. 수신기는 감지기·중계기 또는 발신기가 작동하는 경계구역을 표시할 수 있는 것으로 할 것.
5. 화재·가스 전기등에 대한 종합방재반을 설치한 경우에는 해당 조작반에 수신기의 작동과 연동하여 감지기·중계기 또는 발신기가 작동하는 경계구역을 표시할 수 있는 것으로 할 것.
6. 하나의 경계구역은 하나의 표시등 또는 하나의 문자로 표시되도록 할 것.
7. 수신기의 조작 스위치는 바닥으로부터의 높이가 0.8 m 이상 1.5 m 이하인 장소에 설치할 것.
8. 하나의 특정소방대상물에 2개 이상의 수신기를 설치하는 경우에는 수신기를 상호간 연동하여 화재발생 상황을 각 수신기마다 확인할 수 있도록 할 것.

2-3 P형 수신기와 R형 수신기 비교분석

2-3-1 P형 수신기와 R형 수신기 비교

표 2를 보면 P형 수신기와 R형 수신기의 가장 큰 차이점은 신호전달 방식이다. P형 수신기는 개별 신호선 방식으로 공통신호를 사용하며, R형 수신기는 다중 통신 방식으로 회선마다 고유신호를 사용한다.⁹⁾

P형 수신기는 수신기와 감지기간 서로 상태를 도통시험을 통하여 수동으로 주기적으로 체크하여 신뢰성이 높은 편이 아니다. 그리고 건축물의 증축, 개축, 대수선 등에 의한 회로증설 시 배관 및 배선을 추가 설치하고 수신기를 교체해야하기 때문에 작업이 어렵다.¹⁴⁾ 또한, 실선배선으로 간선의 배선수가 많고 자동고장검출기능이 없어 수동으로 선로체크를 해야 하므로 유지관리가 어려우며, 수신반 자체 가격은 저렴하나 공사비용이 상대적으로 증가하므로 규모가 큰 건축물에서는 배관 및 배선의 비용이 커서 비경제적이다.⁹⁾¹⁴⁾ R형 수신기는 수신기와 중계기, 감지기의 선로 단선, 단락, 접지 등을 항상 감시·검출하여 자동으로 고장표시를 하고 이를 처리할 수 있어 안정적으로 시스템운영이 가능하다.¹⁴⁾ 그리고 중계기의 예비회로를 사용하거나 별도의 중계기를 신규로 설치하고 기 설치된 중계기에서 신호선만 분기하면 된다. 또한 통신배선으로 연결되어 배선수가 적고 자동고장검출기능이 있어 유지관리가 용이하다.⁹⁾¹⁴⁾ 이처럼 P형 수신기와 R형 수신기의 기능을 비교분석할 때 배선의 차이로 기능면에서도 다른 것을 알 수 있다.

표 2. P형 수신기와 R형 수신기 비교

구 분	P형 수신기	R형 수신기
신호전송방식	1:1 개별신호	다중 통신 방식
신호의 종류	공통신호	고유신호(통신신호)
배선	실선배선	통신배선
설치건물	소규모	대규모
수신반 가격	R형에 비하여 저렴	P형에 비하여 고가
증설 또는 변경	배선 및 배관 추가	예비회로 사용
유지관리	간선의 배선수가 많으므로 유지관리가 어렵고 수신반 내부회로 연결이 복잡하여 수리가 어렵다.	간선수가 적으므로 유지관리가 쉽고 내부부품이 모듈화 되어 있어 수리가 용이하다.

2-4 배선 및 기능 개선의 필요성

현재 사용되고 있는 수신기에는 회로 구성을 PCB를 이용하여 구현된다. PCB는 오배선의 우려가 없어 회로의 특성이 안정화 되어 잡음, 온도 등이 안정 상태를 유지한다.²⁾ 생산단가가 저렴하여 대량 생산의 효과가 높아 많이 사용되고 있다. 하지만 한번 인쇄된 기판은 설계변경이나 다른 회로에 사용이 어려운 단점이 있다. 반면, PLC를 적용하게 되면, 기존 P형 수신기의 복잡한 배선을 보다 단순화 시킬 수 있고 유지관리에 편리성을 더한다. 유지관리 시에 도통회로시험기능을 PLC 프로그램으로 작성해놓으면 스위치만으로 확인이 가능하며 PLC의 모델에 따라 통신기능을 추가할 수 있다.

수신기 유지관리 시 P형 수신기는 배선수가 많으므로 유지관리 및 수신반 내부회로 연결이 복잡하다.¹⁴⁾¹⁵⁾ 회로 증설 및 변경 시 기기장치로부터 수신반까지 배선, 배관을 추가해야하며 자동화재탐지설비 등의 회로가 증가 될 경우에는 별도의 수신반을 추가 설치해야 한다.¹⁴⁾¹⁵⁾ 기설치된 P형 수신기를 R형 수신기로 변경하기에는 비경제적이므로 PLC가 적용된 P형 수신기의 변경만으로 비용이 절감되어 경제성을 가지며 PLC 모델에 따라 사용자가 원하는 기능을 구현할 수 있는 다양성을 확보 할 수 있을 것으로 판단된다.

제 3 장. PLC

3-1 PLC

3-1-1 PLC 정의

PLC는 프로그램이 변경 가능한 논리연산 제어장치를 말한다.²⁾ 즉, 각종 제어반에서 사용해 오던 여러 종류의 릴레이(Relay, 전자식으로 작동하는 전기 회로의 개폐 장치), 타이머(Timer, 설정된 시간이 경과하면 스위치를 개폐하고 리셋되는 장치), 카운터(Counter, 입력 신호를 받아 수치가 증감하는 계산기 또는 속도계 등) 등의 기능을 반도체 소자인 IC(Integrated Circuit, 직접회로)등으로 대체시킨 일종의 마이컴(Microcomputer, 소형 컴퓨터)이다.²⁾

PLC는 각 제어소자 사이의 배선을 소프트웨어적인 방법으로 처리하는 기기로서 논리연산이 뛰어난 컴퓨터를 시퀀스제어에 적용한 무접점(가동철편 부분이 없는 접점) 시퀀스의 일종이다.²⁾ 그러나 무접점 시퀀스라 하는 것은 제어조건에 따라 회로를 설계하여 제어 시스템을 완성해 나가지만 PLC는 이를 래더 다이어그램을 통해 소프트웨어 적으로 처리함으로써 프로그램의 변경이 간편하고 자유자재라는 큰 장점을 지니고 있다.

3-1-2 PLC의 특징과 장점

PLC는 시퀀스 제어에서의 릴레이 논리회로뿐만 아니라 카운터, 타이머, 래치 릴레이 기능을 갖춘 풍부한 명령어를 구현 가능하다.²⁾ PLC는 산술연산과 비교연산을 비롯하여 데이터 처리까지 가능하고, 자신의 동작 상태를 자가진단 하여 이상 시에는 그 정보를 출력하는 기능도 갖고 있다.²⁾ 컴퓨터와 정보교환이 가능하기 때문에 프로그램의 진행 상황이나 각종 내부접점의 ON/OFF 상태를 모니터링 할 수도 있다. 또한 통신기능을 이용하여 PLC 와 PLC 또는 PLC 와 PC의 형태로 데이터를 송/수신 할 수 있고 원거리 제어도 가능하다는 장점이 있다.



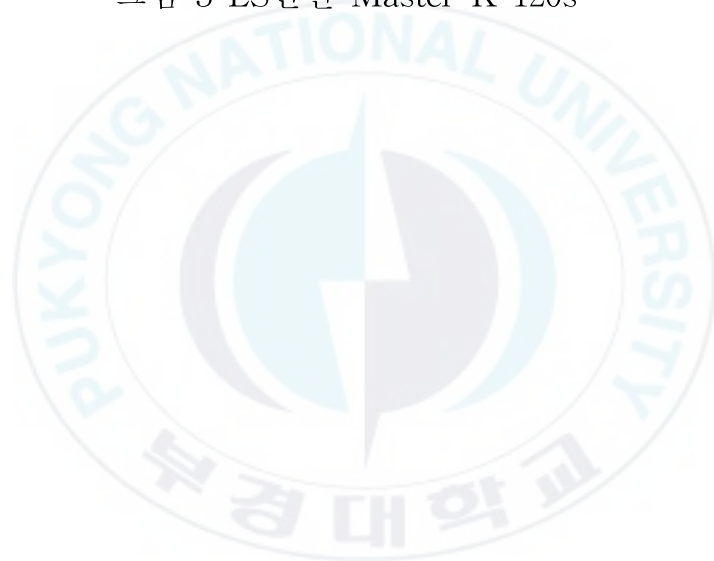
3-1-3 PLC 모델 선정과 기대효과

PLC는 다양한 입·출력핀을 이용한 배선이 가능하며 통신기능을 이용하여 원격모니터링이 가능하다. 또한, PCB와 같이 온도, 잡음, 충격에 강한 제품을 이용할 수 있다. 가장 큰 장점인 래더로직을 이용한 기능조작 및 변경이 용이하므로 기존의 PCB를 이용한 수신기는 설계된 기판의 기능만을 사용할 수 있고 회로를 변경하는 것이 어려운 점을 개선할 수 있을 것이다. 또 PLC는 기능별, 업체별로 가격이 다양하여 사용자가 원하는 기능 및 사용 환경을 고려하여 원하는 가격대의 저가에서부터 고가의 모델을 선정하여 제작할 수 있다.

본 연구에서 선정한 PLC모델은 그림 5의 LS산전의 Master K 120s¹²⁾ 모델로 일체형 타입의 PLC이다.¹²⁾ 이 모델은 CPU, 입출력 및 통신기능 등이 하나의 유닛에 패키징된 모델이다. 처리속도의 고속화로 명령속도는 0.1~수십 μs /명령이다.¹²⁾ 특수 모듈처리를 하면 수백 μs ~1ms/모듈로 처리가 가능하다.¹²⁾ Battery-less 백업이 가능하여 프로그램 및 데이터 백업이 가능하다.¹²⁾ 증설이 가능하고 다양한 입력 처리 기능(입력필터, 펄스캐치, 외부 인터럽트)이 있다.¹²⁾ 통신 채널의 증대 및 통신기능의 추가보완으로 RS-232C/RS-485 2채널이 기본 내장되어 있고, 무수순 모드 지원 및 채널 0, 채널 1의 완벽한 송수신 모니터 기능이 지원된다.¹²⁾



그림 5 LS산전 Master K 120s¹²⁾



제 4 장. P형 수신기의 배선 및 기능개선을 위한 PLC 구현

4-1 PLC를 이용한 P형 수신기 설계

4-1-1 P형 수신기와 감지기의 래더로직 작성

그림 6 PLC로 구현된 결선도와 같이 입력신호는 경계구역 1(1층), 2(2층), 3(3층), 4(4층)에 설치된 감지기이고, 출력신호는 경계구역 1(1층), 2(2층), 3(3층), 4(4층)의 표시등과 전층 경보를 위한 경종, 전체 리셋스 위치(원상복귀신호)를 선정하였다. P형 수신기의 기본 래더로직을 구현하기 위해 감지기-수신기-화재경보의 관계(그림 2)를 바탕으로 입력·출력신호를 다음의 표3과 같이 설정하였다. 선정된 입력과 출력을 이용하여 래더로직을 작성하면 그림 7과 같이 나타난다. 경계구역1의 화재감지기가 작동하여 P0000에 신호가 들어가면 M0000과 P0041에 출력신호가 발생한다. M0000은 다시 입력신호로 들어가 P0003의 출력신호를 발생하여 전층 경종이 작동한다. P0041은 램프신호로 화재발생을 표시 한다.

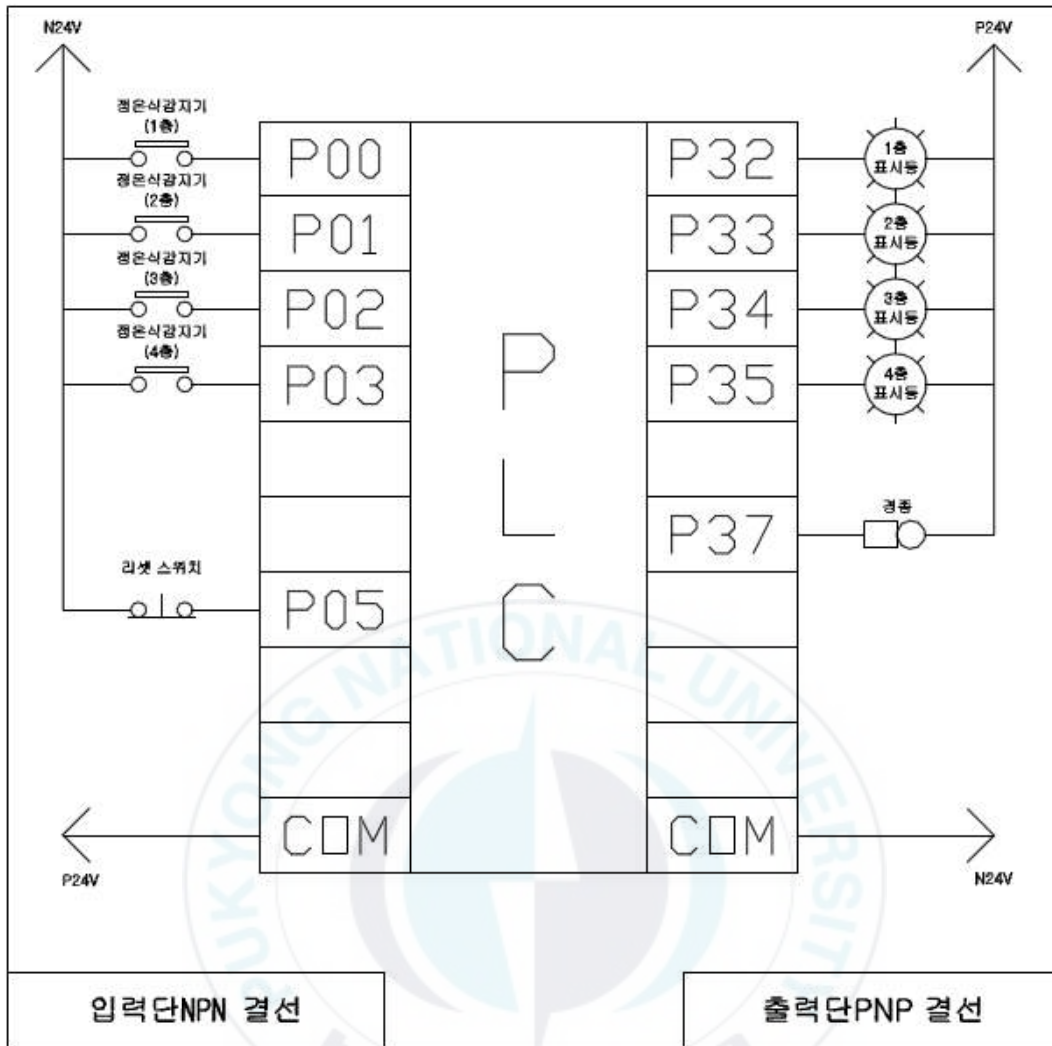


그림 7 PLC로 구현된 결선도

표 3 래더로직에서 입력과 출력 포트

입력신호				출력신호			
화재감지기		원상복귀		경종		램프	
경계 구역1	P0000	경계 구역1	P0003	경계 구역1	P0040	경계 구역1	P0041
경계 구역2	P0001	경계 구역2		경계 구역2		경계 구역2	P0042
경계 구역3	P0002	경계 구역3		경계 구역3		경계 구역3	P0043



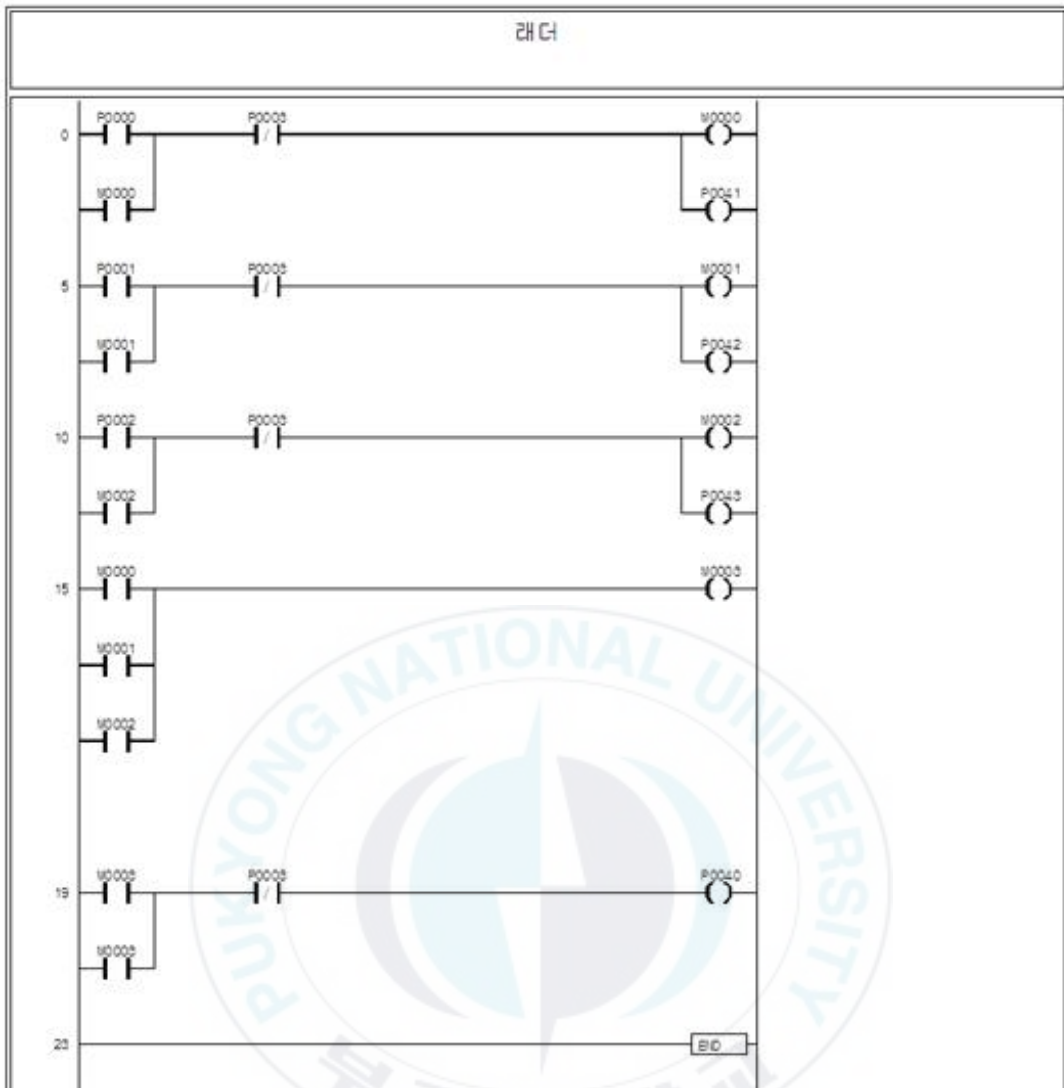


그림 7 P형 수신기와 감지기의 래더로직

4-1-2 P형 수신기와 스프링클러설비 래더로직 작성

P형 수신기의 기본 래더로직에서 입력과 출력의 변경만으로 가능하므로 입력신호는 감지기, 출력신호는 화재경보와 스프링클러설비의 작동으로 변경하여 입·출력포트 표 4와 같이 정리하였다. 작동원리는 P형 수신기-감지기와 같으나 출력신호로 스프링클러작동을 추가하였다. 그림 8, 그림 9와 같이 P형 수신기의 그림 6의 표시등을 스프링클러헤드의 작동신호로 변경하였다. 변경된 출력신호를 그림 10의 래더로직으로 작성하여 화재가 발생하면 수신기에 신호를 보내 습식 및 건식 스프링클러에 신호를 주어 초기화재진압을 할 수 있게 구현하였다.

표 4 P형 수신기와 스프링클러 래더로직 입·출력 포트

입력신호			출력신호			
	화재감지기	원상복귀		경종	램프	스프링클러
경계 구역1	P0000	P0003	경계 구역1	P0040	P0041	P0051
경계 구역2	P0001		경계 구역2		P0042	P0052
경계 구역3	P0002		경계 구역3		P0043	P0053

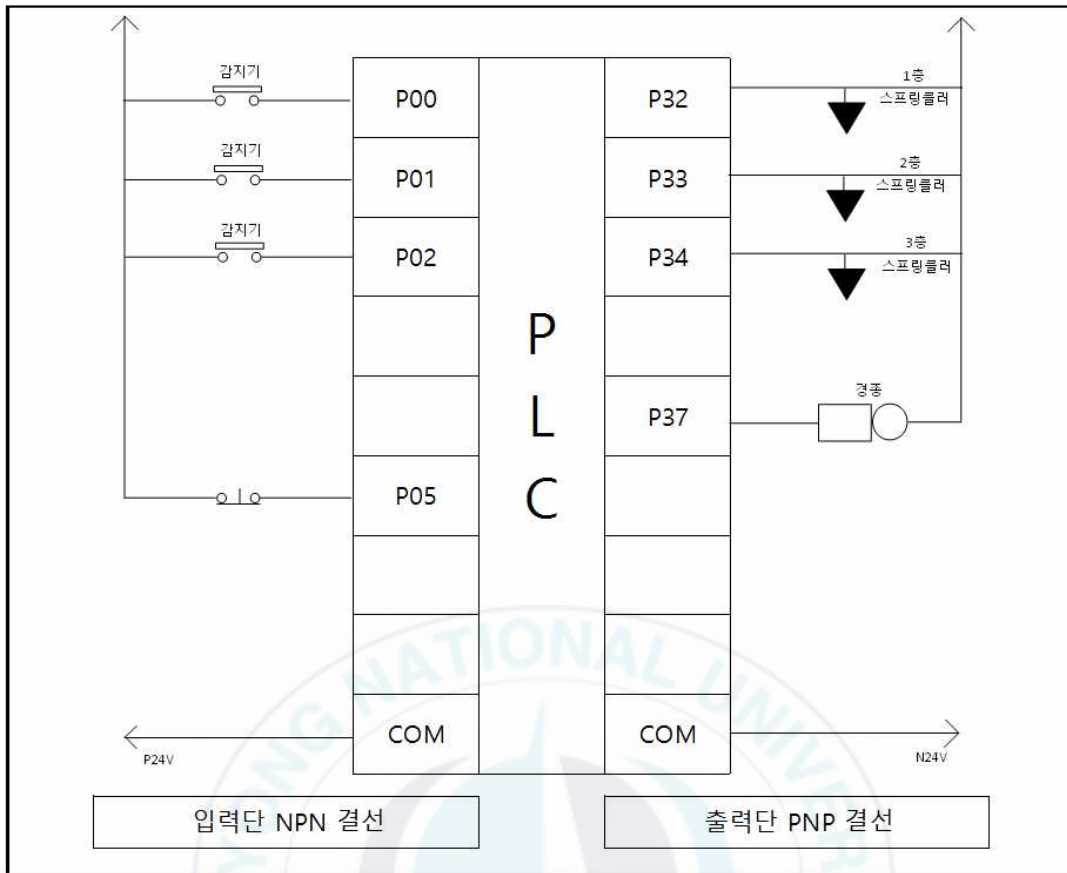


그림 9 습식 스프링클러 PLC 결선도

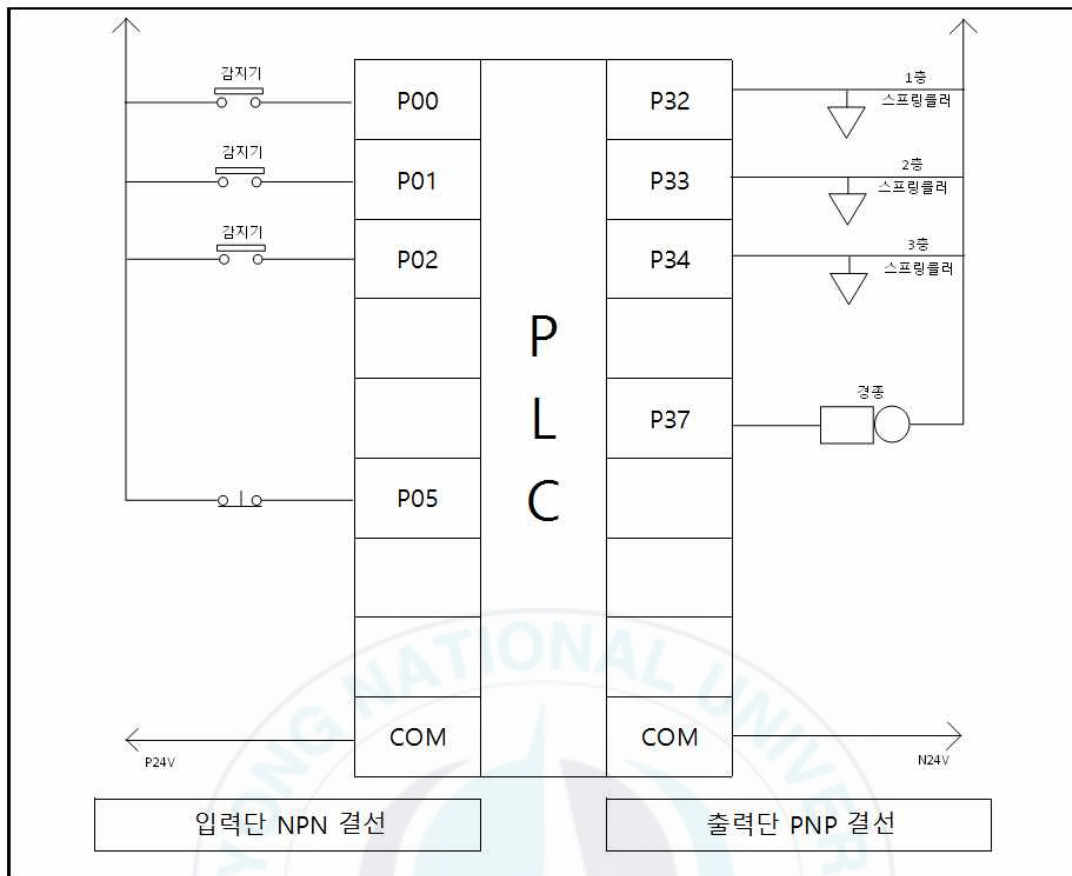


그림 10 건식 스프링클러 PLC 결선도

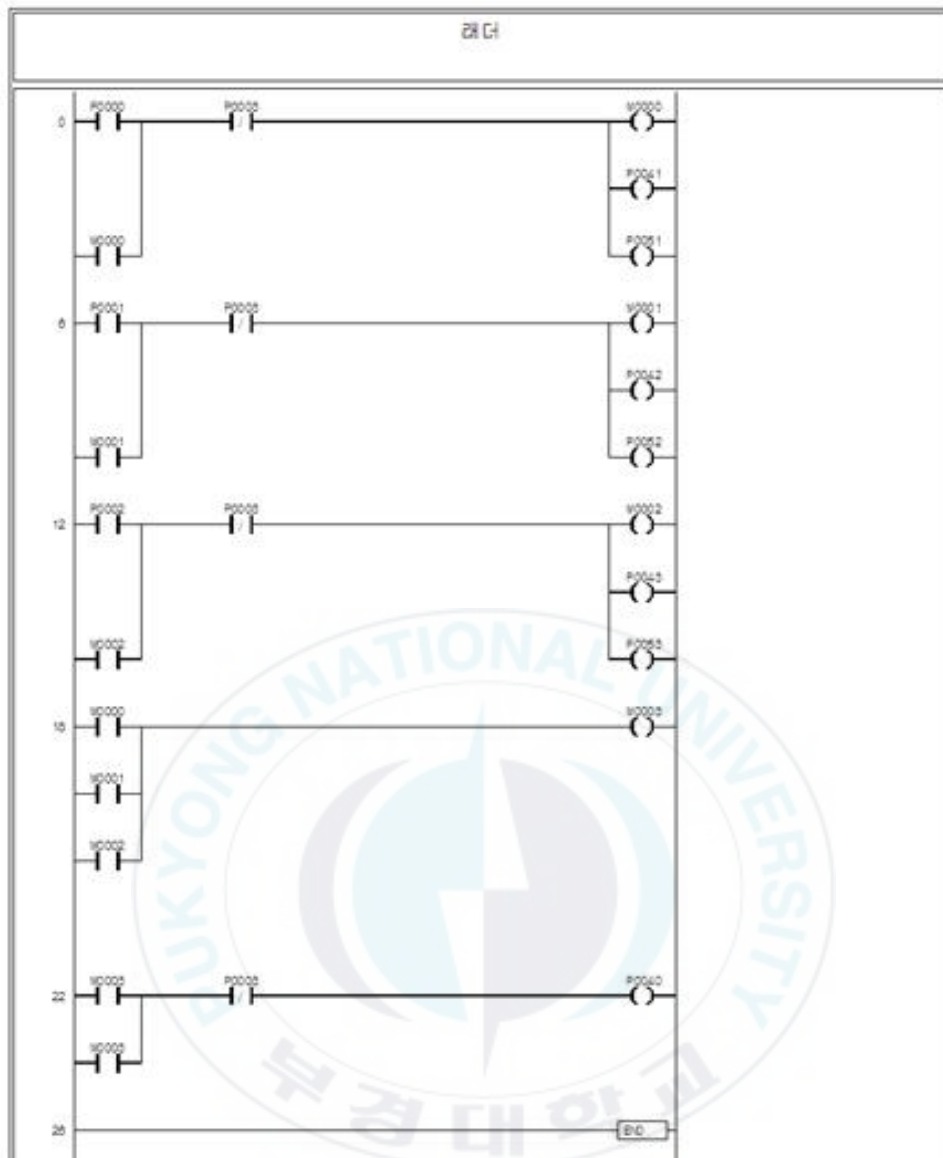


그림 10 P형 수신기와 스프링클러설비 래더로직

4-1-3 P형 수신기와 자동화재탐지설비 래더로직 작성

그림 11 자동화재탐지설비의 결선도를 바탕으로 그림 7 P형 수신기와 감지기의 래더로직에서 출력신호에 소화전펌프기동확인을 추가하여 그림 12와 같이 표시등, 경종, 소화전펌프기동확인등을 래더로직에 구현하였다. 자동화재탐지설비의 동작은 P형 수신기와 감지기의 작동과 원리가 비슷하여 변경이 매우 간단하다.

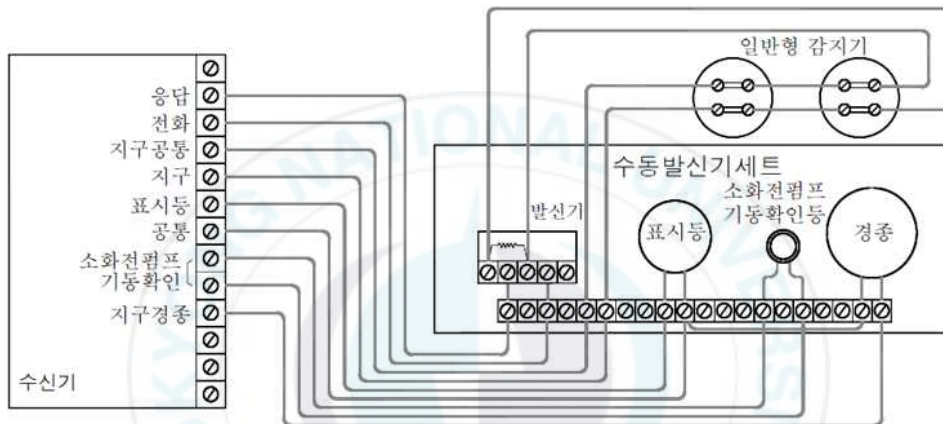


그림 11 자동화재탐지설비 결선도¹⁾¹⁴⁾

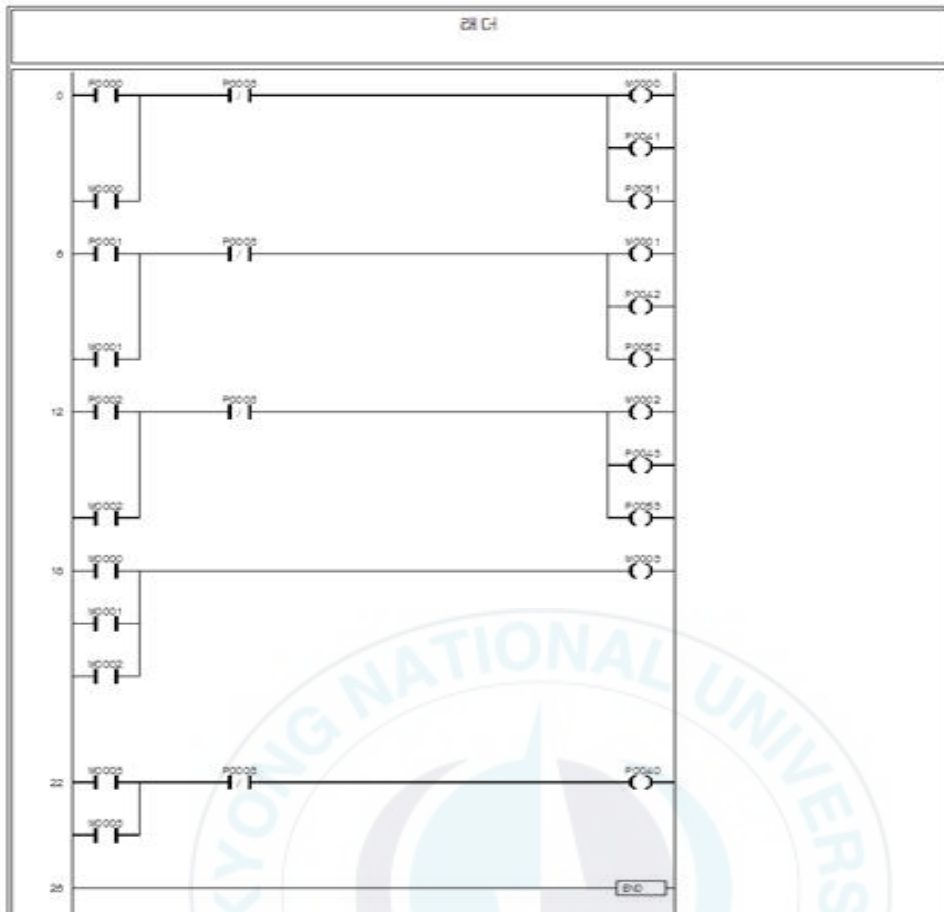


그림 12 P형 수신기와 자동화재탐지설비 래더로직

4-2 회로도통시험 기능을 추가한 P형 수신기

4-2-1 회로도통시험¹³⁾¹⁴⁾ 기능 소개

앞서 구현한 래더로직을 P형 수신기의 기본 수·발신 기능으로 두고 도통시험기능을 추가하여 보았다.

P형 수신기의 회로도통시험은 수신기에서 감지기간 회로의 단선 유무와 기기 등의 접속 상황을 확인하기 위한 시험이다.¹³⁾¹⁴⁾ 시험방법과 적부 판정기준¹³⁾¹⁴⁾은 다음과 같다.

가. 시험방법¹³⁾

- (1) 도통시험스위치를 누른다.
- (2) 회로선택스위치를 차례로 회전 시킨다.
- (3) 각 회선의 전압계의 지시등을 조사한다.(도통시험 확인등이 들어오는 경우는 정상 및 단선 램프의 점등 확인)
- (4) 종단저항 등의 접속상황을 조사한다.

나. 적부 판정기준¹⁴⁾

- (1) 전압계가 있는 경우
 - ① 각 회선의 시험용 계기의 지시상황이 지정대로 일 것
 - ② 정상 : 전압계의 지시치가 4~8 V사이이면 정상(문자판에서는 적정치를 녹색으로 구별한다)
 - ③ 단선 : 전압계의 지시치가 0 V를 나타냄.
 - ④ 단락 : 그 회선은 화재경보상태이다.
 - ⑤ 종단저항을 미 부착 한 경우 : 전압계가 0 V에서 미세하게 움직인다.

(2) 전압계가 없고, 도통시험 확인등이 있는 경우

① 정상 : 녹색 LED 확인등 점등

② 단선 : 황색 LED 확인등 점등

회로도통시험에서 단선시는 종단저항 미설치, 접속불량, 선로의 단선 등의 문제이므로 해당 회로를 점검, 보수하여야 한다.



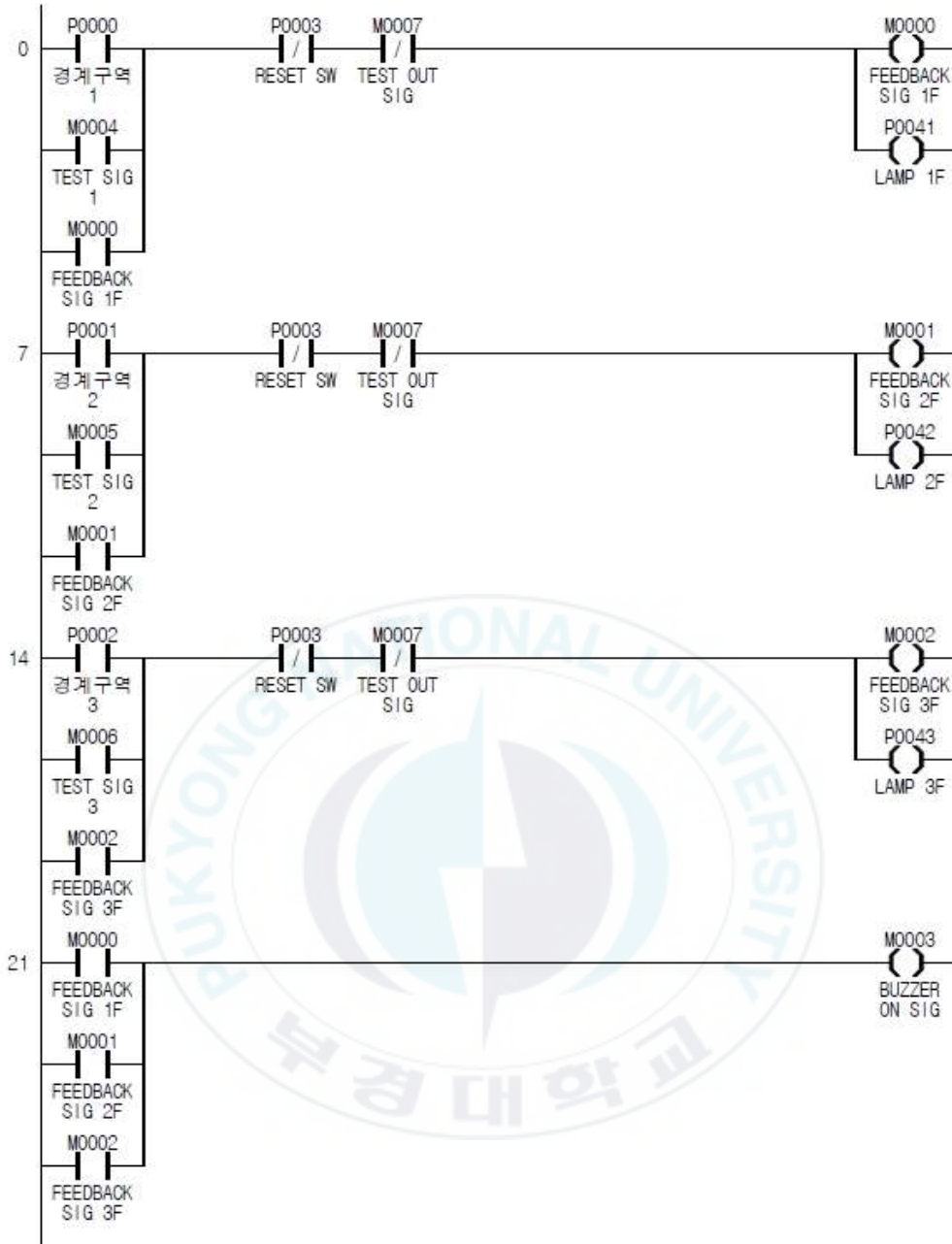
4-2-2 회로도통시험 기능 추가

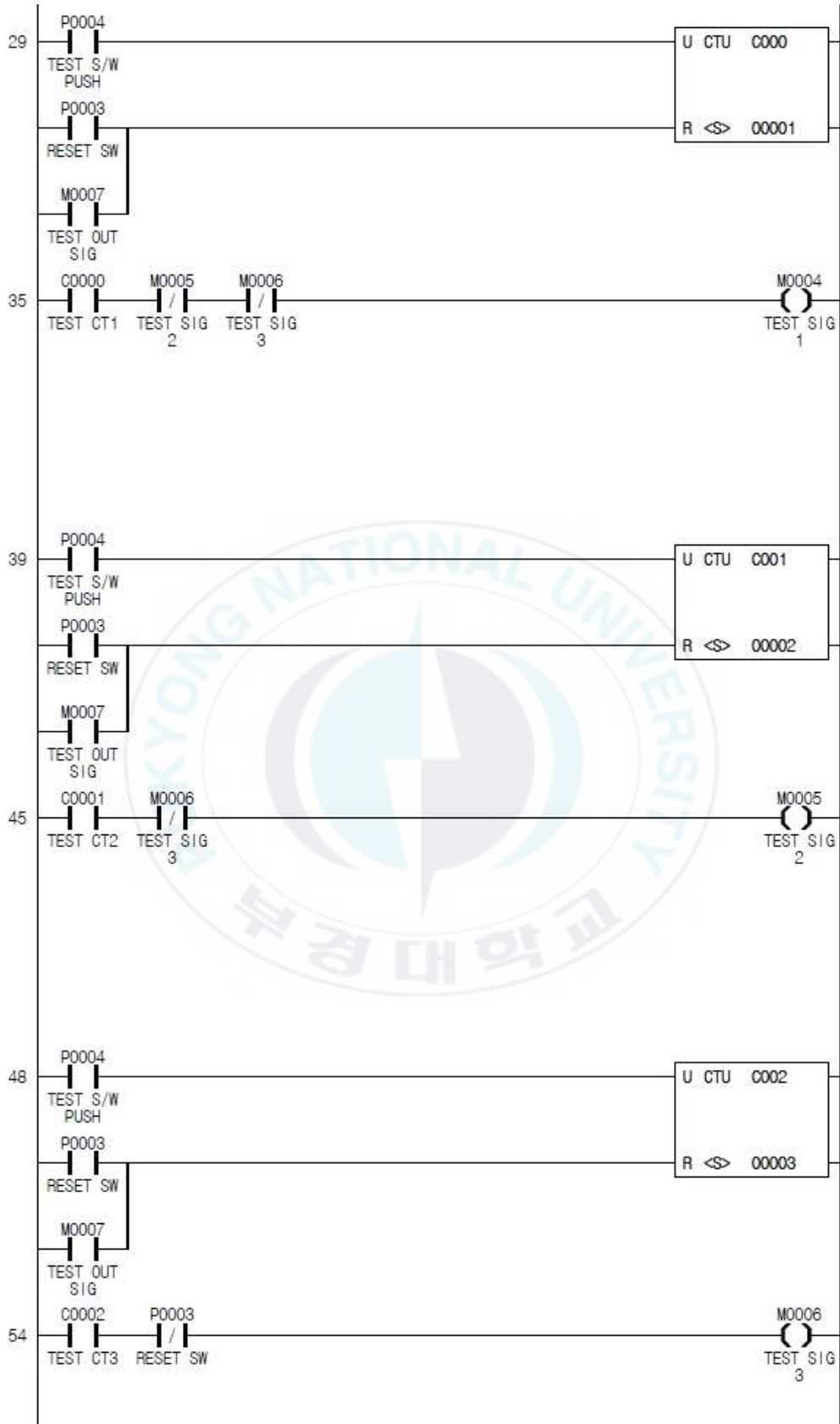
본 연구에서 회로도통시험 기능을 추가한 래더로직의 입·출력 포트를 정리하면 표 5와 같으며, 구현된 래더로직은 다음 그림 13과 같다. 각 경계구역의 회로도통시험을 위해 업카운터(Up-counter) 기능을 추가하여 회로도통시험 스위치 횟수에 따라 각 경계구역 별로 확인이 가능하다.

예를 들어 경계구역1의 경우에 회로도통시험스위치를 1번 누르면 M0004에 입력신호가 들어가 화재가 발생하지 않아도 경계구역의 램프와 경종이 제대로 작동하는지 확인이 가능하다. 회로도통시험을 끝내는 방법은 2가지로 설정하였다. 첫 번째 방법은 복원(Reset) 스위치를 눌러 멈추는 방법이고, 두 번째 방법은 경계구역수를 초과하여 스위치를 누르면 도통시험이 끝나도록 하였다. 본 실험에서는 경계구역이 3곳이므로, 도통시험스위치를 4번 누르게 되면(1구역, 2구역, 3구역, 종료) 도통시험은 종료된다.

표 5 경계구역1 회로도통시험 포트

포트번호	포트명
P0000	경계구역1 감지기
P0003	전체 리셋 스위치
M0007	카운터 리셋 스위치
M0004	경계구역1 회로도통시험
P0041	경계구역1 램프
P0004	회로도통시험 스위치
U CTU C0000	업카운터 ON 접점
R <S> 00001	카운터 SET





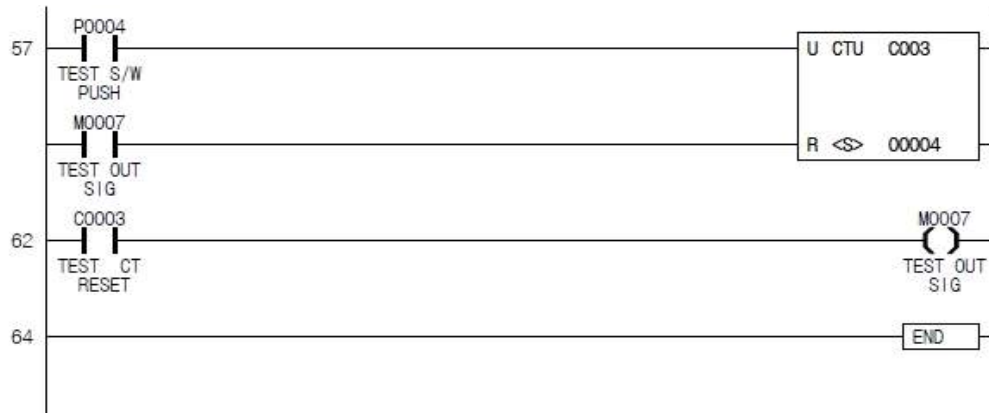


그림 13 회로도통시험 PLC 래더로직



4-3 PLC로 구현된 P형 수신기 시뮬레이션

4-3-1 PLC를 이용한 결선

구현된 래더로직을 이용하여 그림 14와 같이 감지기, 경종, 램프, 원상 복귀, 화재스위치 등을 결선하였다. PLC가 적용된 P형 수신기가 제대로 동작하는지 2가지의 Case를 설정하여 실험해보았다.

Case1은 3층에서 화재가 발생하였을 경우 구현된 PLC의 정상 작동 여부를 확인, Case2는 도통회로시험기능을 추가한 경우 래더로직의 변경만으로 가능한지 확인 하였다.



그림 14 PLC를 적용한 결선

4-3-2. 설계된 P형 수신기의 실험

가. Case별 적용되는 입·출력 설정

PLC 래더로직 작성 시, 입력신호는 1층,2층,3층의 각 구역에 설치된 감지기로, 출력신호는 화재발생시 전 층에 경보를 울리는 전층경보방식으로 구현하였다. Case2에서는 구현한 입력·출력신호에 추가로 회로도통신시험을 위해 업카운터 기능을 추가하여 구현하였다.

나. Case 1. 3층에서 화재가 발하였을 때

3층의 화재스위치를 작동시켜 해당 층의 감지기 신호의 입력으로 램프와 경종의 출력신호가 정상 작동하는지 동작해 보았다. 원상복귀스위치 입력 신호의 작동도 확인하였다. Case1에서 설정된 3층 감지기 신호로는 화재스위치로 작동시켰으며, 3층의 화재를 알리는 해당층 램프의 작동과 전층 경종이 그림15와 같이 작동 하였다.

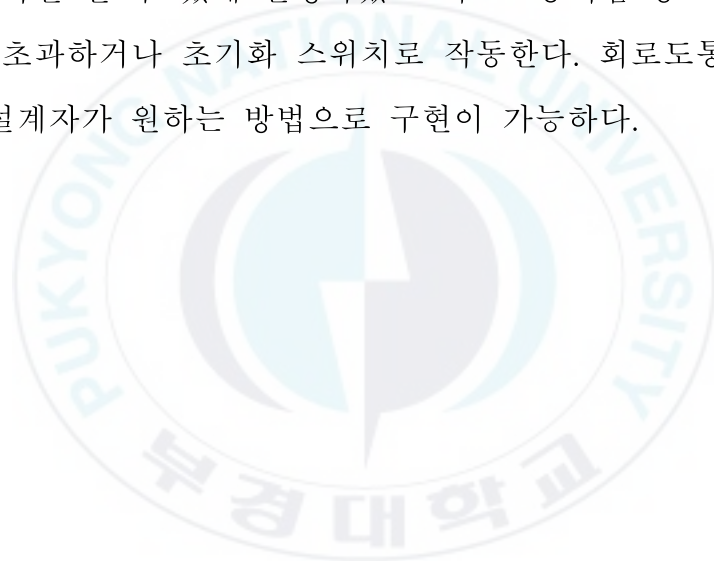


그림 15 Case1. 3층에서 화재가 발생

라. Case2. 회로도통시험 기능을 추가

회로도통시험 기능을 추가하기 위하여 구현된 래더로직에 입력·출력 신호를 추가하였다. 입력신호에는 업카운터 ON 접점, 카운터 SET, 경계구역 별 회로도통시험 스위치, 출력신호에는 회로도통시험 램프, 카운터 SET를 설정하였다. 구현된 Case2는 Case1에서 결선의 변경 없이, 래더로직 수정만으로 이루어졌다.

4-2-2 회로도통시험 기능 추가의 래더로직을 토대로 원하는 경계구역의 회로도통시험 스위치를 ON 시키면 해당구역의 회로도통시험 램프의 ON/OFF 상태 확인으로 가능하다. 또한, 스위치 누르는 횟수로 회로도통시험을 확일 할 수 있게 설정하였고 회로도통시험 종료는 설정된 경계구역수를 초과하거나 초기화 스위치로 작동한다. 회로도통시험 방법은 사용자 및 설계자가 원하는 방법으로 구현이 가능하다.



4-4 설문조사

4-4-1 설문조사 목적과 대상

본 연구에서 PLC로 구현된 P형 수신기를 구현하면서 배선과 기능을 개선하고자 함에 따라 연구된 P형 수신기의 실사용과 관련하여 연구개발의 필요성에 대해 알아보기 위해서 설문조사를 진행 하였다.

설문대상은 소방과 관련된 직업을 가졌거나, P형 수신기를 직접 관리·사용하는 사람과 소방관련 학업을 한 사람들을 대상으로 하였다. 소방과 관련된 직업을 가졌거나 P형 수신기를 직접 관리·사용하는 이들은 주로 40대에서 50대이며 현장에서의 경험을 바탕으로 P형 수신기에 대한 이해도가 높을 것으로 예상된다. 그리고 개선과 관련하여 Needs를 정확하게 짚어 낼 수 있을 것이다. 또한, 소방과 관련된 학업을 이수한 이들은 20대에서 30대로 실제 사용 경험은 적지만 앞으로의 발전 및 개발 가능성을 본 논문과 색다른 시선으로 본 설문에 응하여 새로운 점을 발견할 수도 있을 것이다.

4-4-2 설문조사 결과

실시한 설문지의 내용은 P형 수신기와 PLC를 알고 있는지와 본 논문에서 구현한 P형 수신기의 개선점을 제시하여 사용에 대한 의사를 조사한다. 이 설문지의 결과를 바탕으로 P형 수신기 개선의 필요성과 실제 활용에 대한 통계를 확인 할 수 있으며, 설문지 내용은 설문조사는 42명의 대상자에게 이루어 졌다.

본 논문에서 목표로 하는 P형 수신기의 단점 여부확인과 개선여부와 관련이 있는 문항인 5번, 6번, 8번, 9번을 그림16, 17, 18, 19과 같이 분석해보았다. 분석 결과에 따르면 P형 수신기를 사용하면서 불편한 점이 55%로 나타났고, 이에 따른 불편한 점으로는 유지관리, 배선, 비용의 순서로 나타났다. 기타의견으로는 오작동, 수리, 변경, 단순 불량 등이 있었다.

설문결과를 종합해 보았을 때, P형 수신기의 단점이 있으며 단점 또는 기능이 개선된다면 사용할 의사가 높은 것으로 나타났다.

5. P형 수신기를 사용해 보셨다면 불편한 점이 있으셨습니까?

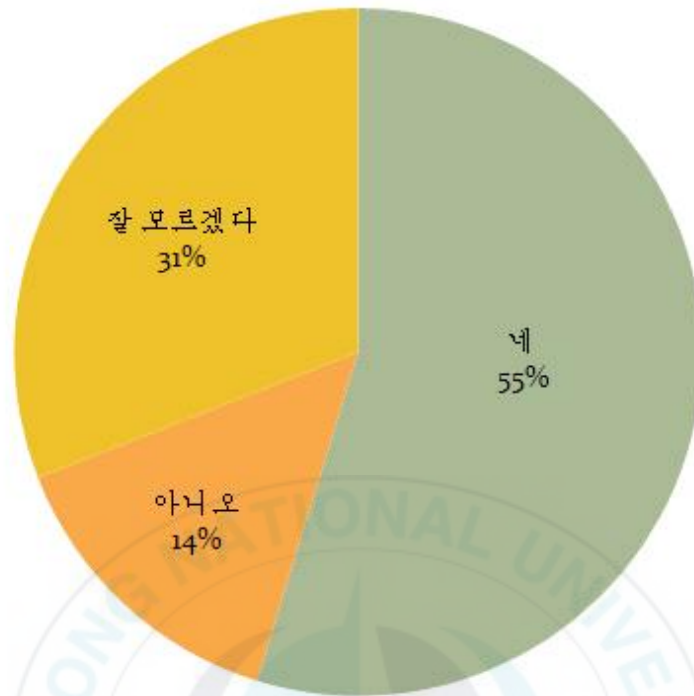


그림 16 설문조사 결과 (5번 문항)

6. 5번 문항에서 불편한 점이 있으셨다면 어떤 이유였습니까?

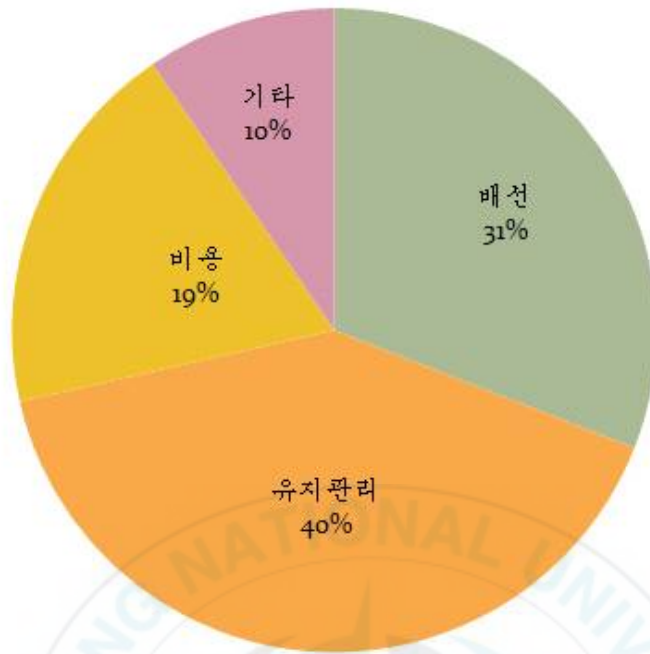


그림 17 설문조사 결과 (6번 문항)

8. P형 수신기의 단점 개선 및 개발이 필요하다고 생각하십니까?

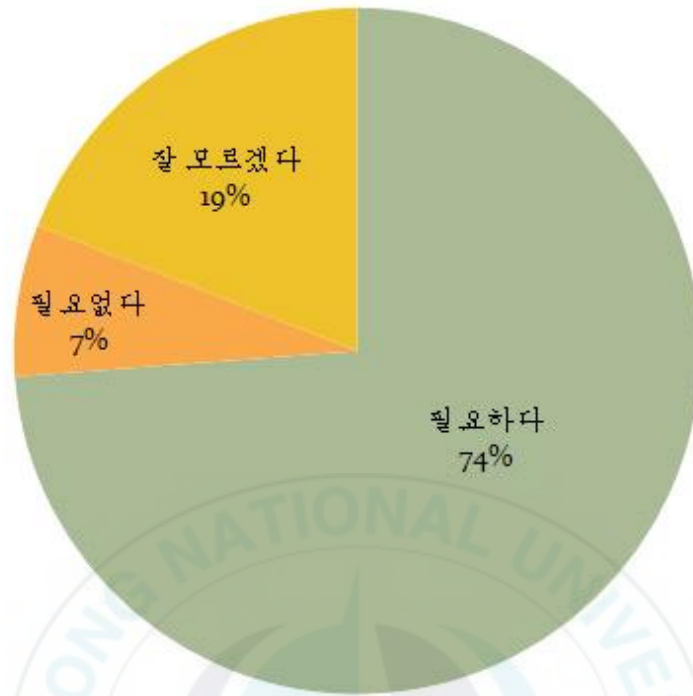


그림 18 설문조사 결과 (8번 문항)

9. "PLC를 적용한 P형 수신기"의 기능이 향상된다면 구매 및 기존에 설치되어 있는 P형 수신기 교체에 사용하실 의사가 있으십니까?

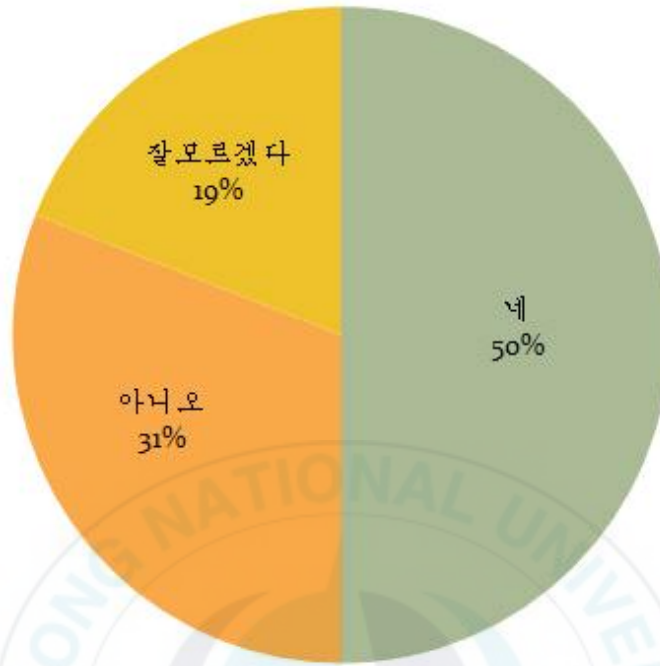


그림 19 설문조사 결과 (9번 문항)

제 5 장. 결 론

본 연구에서는 현재 적용되고 있는 P형 수신기의 배선 문제점을 PLC로 구현하여 기능을 개선하고자 하였다. P형 수신기는 경계구역이 늘어날수록 가닥수가 많아지므로 단선 시 원인을 찾는 데 어려움이 따른다. 또한, PCB 회로기판을 사용하고 있으므로 회로선 변경이 어렵다. 그러므로 기존에 P형 수신기가 설치된 건물에서는 유지보수에 따른 관리와 경제성, 신뢰성 등의 문제가 발생되고 있다. Case1, 2에서 확인이 한 것처럼 배선의 수정을 PLC의 래더로직의 변경으로 P형수신기의 기능을 구현할 수 있다. PLC를 적용한 P형 수신기는 사용자가 원하는 기능을 PLC 모델에 따라 기능개선의 폭이 달리 할 수 있다. 예를 들면, 통신기능이 내장된 PLC로 구현하게 된다면 R형 수신기와 비슷한 역할을 할 수 있게 P형 수신기의 구현도 가능하며, 가격은 모델에 따라 달라지나 R형 수신기보다 저가로 설치가 가능하여 경제성을 가진다. 설문조사에 따르면 기존에 설치된 P형 수신기에서 기능개선을 위해 고가의 R형 수신기를 설치하는 것 보다 PLC로 구현된 수신기를 이용하는 것이 기능성 확장과 경제성 확보에 이점이 있을 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 기존의 P형 수신기의 단점을 보완하고 사용자가 원하는 기능을 추가하여 구현할 수 있음을 확인하였다. 이는 고가의 R형 수신기의 기능을 보다 경제적인 P형 수신기로 기존의 설치된 곳의 교체작업이 가능하게 될 것이며, 국한되었던 소형건물에서 다양한 분야 및 크기의 장소에서 활용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 최충석 저, 소방전기설비, 동화기술, 2012.
2. 김원회, 공인배, 이시호 저, 체계적 PLC기술 습득을 위한 PLC 제어기술 이론과 실습, 성안당, 2008.
3. 김시국, 지승욱, 이춘하, 양승현, 이재진, 김필영, 주소형화재감지기의 필요성에 관한 연구, 한국화재소방학회 추계학술논문발표회 자료집, pp.175-179, 2010.
4. 이봉섭, 곽동걸, 정도영, 천동진, 양방향 통신이 가능한 자동화재탐지설비(P형 1급 수신기)의 설계 및 동작특성에 관한 연구, 전기학회논문지 6권 2호, pp.347-353, 2012.
5. Ha-Sung Kong, Jong-Seog Yang, Kwang-Sun Kang, Comparative study of the conventional and optical communication analog fire detector signal attenuations with various number of fire detectors, International Journal of Control and Automation, Vol.9, No.3, pp.299-308, 2016.
6. <http://hyundai-infracore.com/ko/products/smart-conventional-panel/>, 현대인프라코어 카달로그, 2015
7. 곽동걸, 정도영, 오성지, 김수창, 박영직, 원칩형 PLC를 이용한 방재용 자동화시스템 개발에 관한 연구, 전력전자학술대회 논문집, pp.107-108, 2010.
8. 오성지, 곽동걸, 정도영, 이봉섭, 김춘삼, 양기철, 원격제어용 자동화재탐지설비 모니터링 프로그램에 관한 연구, 강원지부 합동학술대회논문집 제2권 제1호, pp.2-9, 2010.
9. 강성화, 조성현, 김광태, 김우근, 이성일, 조성곤, 정현, 전중함, 소방전기설비 기초, 신광문화사, 2007
10. 소방방재청, 수신기의 형식 승인 및 검정기술 기준(KOFEIS 0304), 소방방재청고시 제2005-89호, 2005.
11. 소방방재청, 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203), 소방방재청고

- 시 제2013-21호, 2013.
12. http://www.lsis.co.kr/ls/product/product_detail.asp?product_code=P00422, LS산전 Master K 120S 카달로그, 2006.
 13. 소방방재청, “수신기의 형식 승인 및 검정기술 기준(KOFEIS 0304)”, 소방방재청고시 제2005-89호, 2005.
 14. 자동화재탐지설비설계 DESIGN MANUAL. SIMENS
 15. 김현주, 박재홍, 서영건, P형 수신기 기반 통합화재 자동 시스템의 설계, 한국컴퓨터정보학회논문지, pp.133-142, 2010.
 16. 조점미, 김재철, 자동화재탐지설비 설계 검증에 관한 연구, 대한전기학회 학술대회논문집, pp.358-359, 2012.
 17. 박세화, 유비쿼터스 환경을 위한 통합형 화재수신기 개발에 관한 연구. 한국화재소방학회 논문지, 제24권, 제1호, 2010.
 - 18.
 19. 광동걸, 정도영, 오성지, 김수창, 박영직, 원칩형 PLC를 이용한 방재용 자동화시스템 개발에 관한 연구, 전력전자학술대회 논문집, pp.107-108, 2010.
 20. 오성지, 광동걸, 정도영, 이봉섭, 김춘삼, 양기철, 원격제어용 자동화재탐지설비 모니터링 프로그램에 관한 연구, 강원지부 합동학술대회논문집 제2권 제1호, pp.2-9, 2010.
 21. 김시국, 지승욱, 양승현, 이재진, 김필영, 이건호, 이춘하, 임베디드시스템을 이용한 주소형 P형자동화재탐지설비개발, 한국화재소방학회, 2011.
 22. 박상태, 이복영, 채영무, 박준훈, 백동현, 다기능형 화재감지기 베이스 회로 개발, 한국화재·소방학회 추계 학술 논문 발표회, pp.271-275, 2003.
 23. 김기중, 다중포인트 통신 프로토콜을 지원하는 디지털 화재 방지 모니터링 시스템 구현에 관한 연구, 한국전자통신학회논문지 제7권 제6호, pp.1423-1428, 2012.

설문지

1. P형 수신기가 무엇인지 알고 있습니까?

- ①네 ②아니오 ③들어봤지만 잘 모른다.

2. P형 수신기를 직접 사용 해보셨습니까?

- ①네 ②아니오

3. PLC를 알고 있으십니까?

- ①네 ②아니오 ③들어봤지만 잘 모른다.

*PLC : Programmable Logical Controller

시퀀스회로를 프로그래밍 하여 변경 가능한 논리연산 제어장치

4. PLC를 사용해보셨습니까?

- ①네 ②아니오

5. P형 수신기를 사용해보셨다면 불편한 점이 있으셨습니까?

- ①네 ②아니오 ③잘 모르겠다

6. 5번문항에서 불편한점이 있으셨다면 어떤 이유였습니까?

- ①배선 ②유지관리 ③비용 ④기타()

7. 6번 문항에서 선택하신 답지에 대한 사례를 적어주십시오.

()

8. P형 수신기의 단점 개선 및 개발이 필요하다고 생각하십니까?

- ①네 ②아니오 ③잘 모르겠다

9. “PLC를 적용한 P형 수신기”는 다음과 같은 기능을 구현 할 수 있습니다. 이러한 P형 수신기가 있다면 구매 및 기존에 설치되어있는 P형 수신기 교체에 사용하실 의사가 있으십니까?

- | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>①회로도통시험을 스위치로 간단히 확인이 가능</p> <p>②통신기능 사용 가능</p> <p>③R형 수신기에 비해 저렴</p> <p>④원하는 기능을 추가/삭제 가능</p> <p>⑤배선이 줄어 들 수 있음</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- ①네 ②아니오 ③기타()

10. “PLC를 적용한 P형 수신기”에 대하여 기타 의견 또는 질문이 있으면 작성 부탁드립니다.