1. 접점

1. 목 표

(1) 전기 스위치의 기호와 접점에 대하여 알아본다.

(2) 전기 시퀀스 제어에 필요한 IEC 기호와 Ladder 기호에 대하여 설명하고 전기 시퀀스 제어 회로도 구성 방법에 대하여 알아본다.

(3) PLC의 입출력 프로그램의 구성에 대하여 알아본다.

(4) PLC 제어를 통한 간단한 램프 실습을 한다.

2. 실험 실습 내용

(1) 전기 회로를 구성하는 기본 요소에는 무엇이 있는지 설명하라.

(2) 전기 회로에서 사용하는 누름 버튼의 접점 기호를 IEC 방식과 래더 방식으로 작성하라.

① a 접점

② b 접점

③ c 접점

(3) 다음의 다접점 스위치의 기호를 IEC 방식으로 작성하고 접점 번호를 기입하라.

① 2a-2b형의 누름 버튼 스위치

② 3a-1b형의 누름 버튼 스위치

(4) 누름 버튼 스위치를 작동시키면 램프에 불이 켜져야 하고 스위치를 놓으면 불이 꺼져야 한다. 전기 회로도를 IEC 방식과 래더 방식으로 작성하라.

(5) 누름 버튼 스위치를 작동시키면 램프에 불이 켜져야 하고 스위치를 놓으면 불이 꺼져야 한다. PLC 프로그램을 작성하고 실습하라.

(6) 1층과 2층에 각각 설치되어 있는 텀블러 스위치를 사용하여 1층과 2층 사이에 있는 램프를 제어하려고 한다. 1층에서 불을 켜고 2층에서 불을 끌 수 있어야 하며, 2층에서 불을 켜고 1층에서 불을 끌 수 있어야 한다. 또한 각

층에서 불을 켜고 끌 수 있어야 한다. 래더 방식으로 회로도를 작성하라.

(7) (6)의 문제를 PLC 프로그램으로 작성하고 실습하라.

(8) 실습을 통하여 전기 시퀀스 제어와 PLC 프로그램 제어의 차이점에 대하여 논하라.

(9) 파이로트 램프를 색깔과 같이 표기하면 다음과 같은 것들이 있다. 무슨 색의 램프인지를 밝혀라.

- YL
- BL
- GL
- OL
- RL

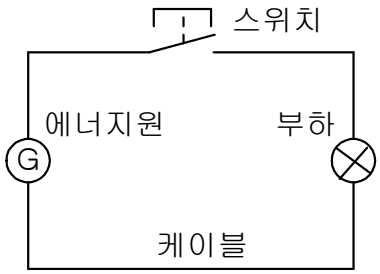
3. 관련 지식

(1) 전기 회로의 구성

전기적인 제어방법은 가장 비용이 적게 들고, 제어에 사용되는 부품의 종류와 작동원리가 간단하기 때문에 전기공학을 전공하지 않은 사람도 쉽게 배울 수 있어 많이 이용되고 있다. 그러나 전기제어에 의하여 기계적인 부품의 접점이 이루어지는 것이기 때문에 수명이 짧고 (약 100만회), 습기나 먼지 등의 주변 환경에 민감하기 때문에 높은 신뢰성을 보장할 수 없는 단점이 있어 현재는 그 이용 추세가 감소하고 있다.

가장 기본적인 전기 회로도를 완성하기 위해서는 다음의 4가지 부품이 필요하게 되며 다음의 그림은 이를 나타내고 있다.

- 에너지원(power source)
- 스위치(switch)
- 부하(load, 램프, 모터, 솔레노이드 코일 등)
- 전선(cables)



이상의 4가지 부품 중에서 제어회로에서 가장 핵심적인 역할을 수행하는 것은 스위치류이기 때문에 스위치에 대하여 먼저 알아보기로 하자.

(2) 제어용 전기 요소

전기 에너지는 전기적인 기구에 의해서 제어장치와 작업요소에 공급된다. 이러한 전기적인 기구들은 전기회로도에 간단 명료하게 나타낼 수 있도록 기호로 표시되는 데 이러한 기호를 이용하여 자동화 장치를 설계할 수도 있고 보수할 수도 있다.

그러나 단순히 회로도나 설비에 있는 기호를 이해하는 것만으로는 최적의 제어계를 구성하기에는 충분하지 않다. 따라서 제어계를 구성하려는 전문가들은 전기공학에서 사용되는 모든 전기요소들의 기호 및 작동원리, 내부구조 등에 대하여 잘 알고 있어야 한다.

한국공업규격 KSC00102는 최근의 국제적인 기술 진보에 대응하기 위하여 국제 규격인 IEC 규격과의 정합을 꾀하기 위하여 개정되었는데 접점·개폐기·제어장치·보호 계전기 관계의 그림 기호에 대해서는 IEC 규격과 KS 규격과의 차이 때문에 IEC 규격에 준한 것을 계열 1에, 구규격(JIS에 기초)에 준한 것을 계열 2로서 병기하고 있다. 장래에는 가능한 한 계열 1의 사용을 권장하는 것이 명기되어 있으므로 앞으로는 IEC 규격을 이용하여 부품기호와 회로를 설명하기로 하고 보충으로 구규격도 함께 사용하고자 한다. 참고로 IEC는 International Electro-technical Commission(국제 전기 표준회의)으로 불리는 기관의 약칭인 데, 이 기관은 전기에 관한 세계 각국간의 규격을 조정하여 이것을 통일하려는 것을 목적으로 1906년에 창립되었으며 우리나라도 가맹하고 있다. 각 나라에서는 규격을 제정하거나 개정할 때 가급적 IEC 규격을 존중하여 따르도록 노력하는 것을 원칙으로 하고 있다.

(3) 전기 스위치

전기 스위치는 제어 시스템의 입력요소로 사용되는 대표적인 전기요소로서 푸시버튼 스위치와 리미트 스위치, 토글 스위치, 잔류 접점 붙이 스위치 등이 있다. 이러한 스위치들의 명칭은 접점의 개폐 방법에 따라 분류되는 것이고 제어의 관점에서 보면 접점의 동작상태에 따른 분류가 더 중요한 데 이를 살펴보면 다음과 같다.

① a접점 스위치

a접점 스위치는 외력이 작용하고 있지 않을 때 접점이 열려 있기 때문에 상시열림형, 또는 정상상태 열림형(normally open, N/O형) 접점이라고 한다. a접점 스위치는 접점에 외력이 작용하고 있지 않은 상태에서는 접점이 열려 있어 전기가 통하지 않으나 스위치가 작동되면 접점이 닫혀서 통전되므로 arbeit contact라 하며, 이를 약하여 a접점이라고 한다. a접점은 작용하는 접점이라는 뜻인 데 일명 make contact라고도 한다.

제어회로도에서는 모든 부품을 표준화된 기호로 표시하게 되는 데 유럽에서 많이 사용하고 있는 IEC 방식과 미국과 일본 등지에서 많이 사용하고 있는 래더(ladder)방식(구규격 방식)의 두 가지가 있다. IEC 방식과 래더 방식은 표현 방법의 차이가 있을 뿐이지 사용되는 부품은 마찬가지이다. a접점은 IEC 방식에서 접점 번호가 3, 4로 표시되나 래더 방식에서는 특별한 표기방법이 없다. 아래의 그림은 a접점의 푸시버튼 스위치와 a접점의 기호를 나타낸 것이다.

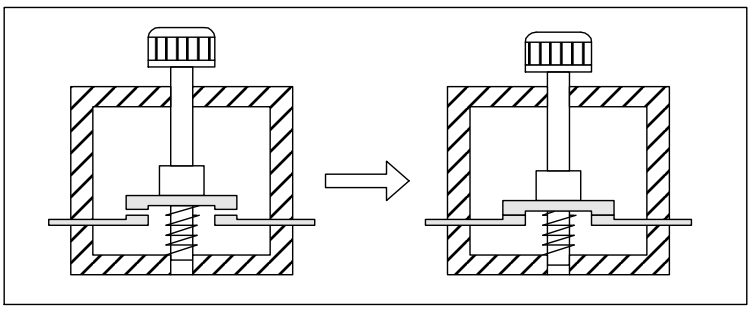


그림 1 a접점의 푸시버튼 스위치

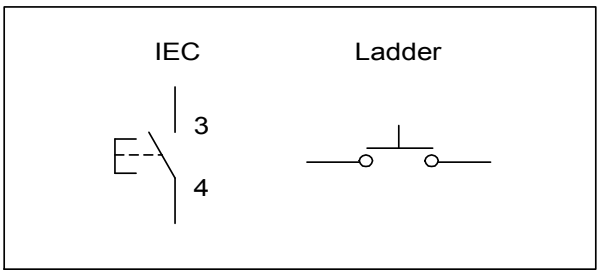


그림 2 a접점의 기호

② b접점 스위치

b접점 스위치는 a접점 스위치와는 반대로 동작된다. 스위치가 작동되지 않은 평상시에는 접점이 닫혀 있기 때문에 상시닫힘형, 또는 정상상태 닫힘형(normally closed, N/C형) 접점이라고 한다. 그리고 스위치가 작동되면 연결되어 있던 접점이 떨어지게 되므로 break contact라 하며 이를 약하여 b접점이라고 한다. 즉 b접점은 끊어지는 접점이라는 뜻이다. b접점은 IEC 방식에서 접점 번호가 1, 2로 표시되나 래더 방식에서는 특별한 표기방법이 없다. 아래의 그림3과 그림4에서는 b접점의 푸시버튼 스위치와 b접점의 기호를 보여준다.

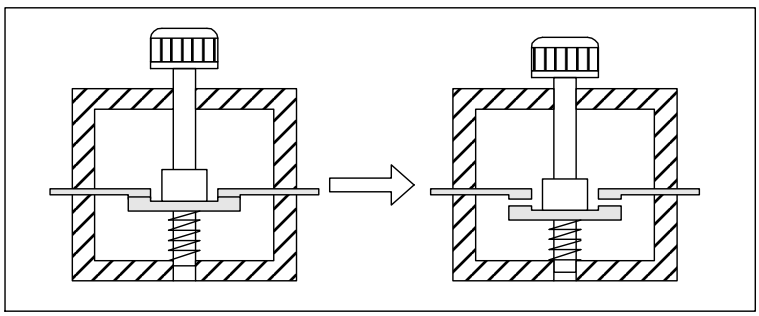


그림 3 b접점의 푸시버튼 스위치

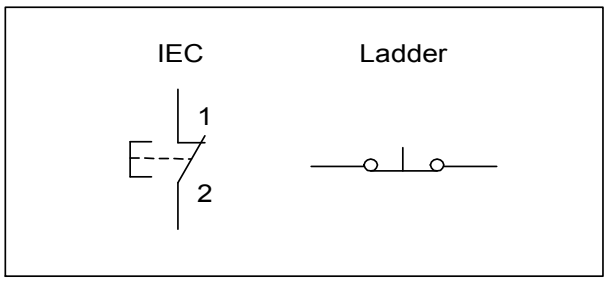


그림 4 b접점의 기호

③ c접점 스위치

c접점 스위치는 하나의 스위치를 a접점이나 b접점으로 사용이 가능하도록 만든 스위치이다. 이 스위치가 작동되면 접점의 전환이 일어나서 a접점은 달라붙게 되고 b접점은 떨어지게 된다. 스위치 동작을 정지하면 접점들이 원래의 상태로 되돌아와서 a접점은 떨어지게 되고 b접점은 달라붙는 형태가 된다. c접점이라는 말은 change-over contact를 약하여 부르는 것인 데 번역하는 사람에 따라서 절환접점 또는 전환접점이라고 부른다. 다음의 그림5와 그림6에서 C접점의 푸시버튼 스위치와 C접점의 기호를 보여준다.

대부분의 전기스위치는 c접점 형태로 제작되어 있어 사용하기에 따라 a접점 또는 b접점으로 사용이 가능하다. 그러나 c접점은 전기적으로 독립되어 있지 않으므로 a접점이나 b접점을 동시에 사용할 수 없고 a접점이나 b접점 중의 하나의 기능을 선택하여 사용하여야 한다.

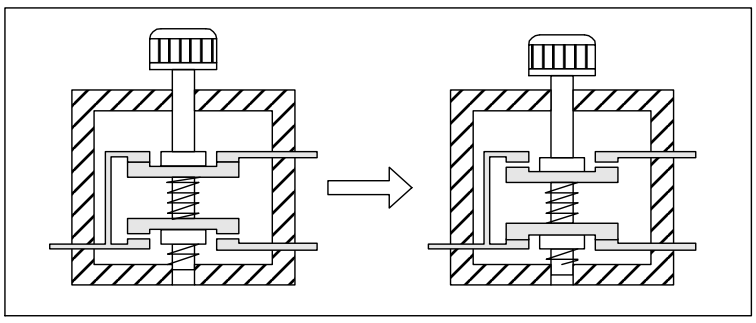


그림 5 c접점의 푸시버튼 스위치

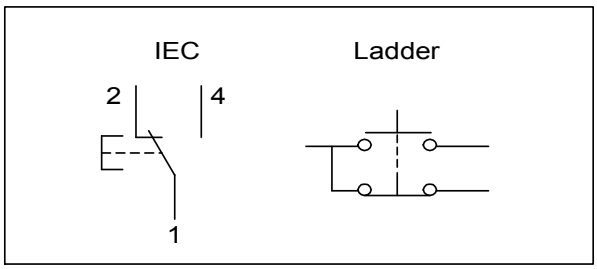


그림 6 c접점의 기호

④ 다접점 스위치

다접점 스위치는 하나의 스위치가 여러 개의 독립된 접점을 갖고 있다. 즉, 스위치를 작동시키면 여러 개의 접점이 동시에 on/off된다. 독립된 접점이란 여러 개의 접점이 기계적으로는 연결되어 있어 같이 작동되지만 전기적으로는 완전히 독립되어 있다는 것을 의미한다. 따라서 각각의 접점에 상이한 전압을 사용하여도 각 접점간에는 충분히 절연되어 있으므로 아무런 문제가 발생되지 않는다.

a접점이 3개이고 b접점이 1개인 스위치가 있다면 이를 3a-1b형이라고 부르며 a접점이 2개이고 b접점이 2개인 스위치가 있다면 이를 2a-2b형이 된다. 아래의 그림7은 1a-1b형의 푸시버튼 스위치를 나타내고 그 다음 그림8은 3a-1b형의 전기 푸시버튼 스위치의 기호를 보여준다. 이 기호에서 점선은 각각의 접점이 기계적으로 연동되는 것을 의미한다. IEC 기호에서 (13, 14) 는 첫 번째 a접점을, (23, 24)는 두 번째 a접점을, (33, 34)는 세 번째 a접점을, (41, 42)는 네 번째 b접점을 나타낸다. 즉, 첫 번째 숫자는 접점의 순서를 나타내고 두 번째 숫자는 접점의 종류를 나타낸다. 다접점 스위치가 사용되는 경우에 관용적으로 a접점은 첫 번째 접점부터 b접점은 마지막 접점부터 거꾸로 사용한다.

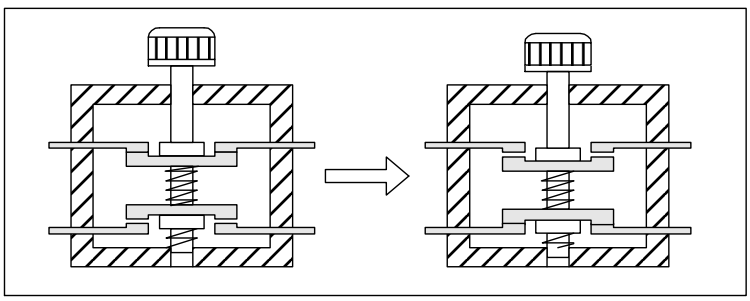


그림 7 1a-1b형 푸시버튼 스위치

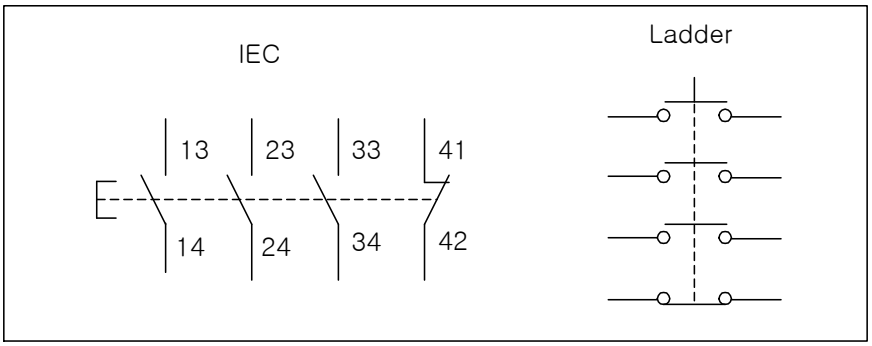


그림 8 3a-1b형의 다접점 푸시버튼 스위치의 기호

⑤ 스위치의 초기상태

제어회로도에서는 모든 스위치가 초기 시동조건 상태로 표시된다. 초기 시동조건이란 다음의 상태를 의미한다.

· 모든 에너지는 off되어 있다.
· 모든 수동조작 스위치는 off되어 있다.
· 모든 구동장치는 작업 전의 원래 위치를 유지하고 있다.
· 작업할 대상물은 존재하고 있다.

즉, 에너지를 공급하고 시동스위치를 on시키면 작업이 시작될 수 있는 상태를 의미한다. 전기 제어회로도에서 기계적으로 작동되는 리미트 스위치는 초기상태에서 작동된 상태로 존재하는 것은 작동된 상태로 표시되어야 한다.

아래의 그림9에서는 리미트 스위치가 작동되기 전의 상태와 작동된 후의 상태를 기호로 보여준다.

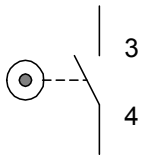
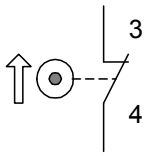
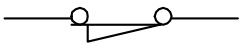
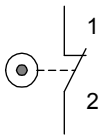
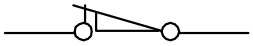
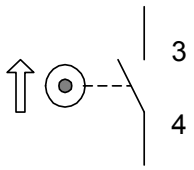
IEC 기호	Ladder 기호	비고
		a 접점
		a 접점 작동된 상태
		b 접점
		b 접점 작동된 상태

그림 9 전기 리미트 스위치의 상태 표시

제어시스템에 사용되는 푸시버튼이나 지시등은 색깔을 이용하여 작업의 내용이나 이상 유무를 나타내기도 하는 데 대표적으로 사용되는 예를 정리하면 다음의 표1과 같다.

색	명 령	목 적
적색	정지 OFF 비상정지	· 한 개 또는 여러 개의 모터 정지 · 기계의 구성 단위 정지 · 클램프 장치의 해제 · 사이클의 정지(작업 중 푸시버튼이 눌리면 현재 진행 중인 사이클이 완료된 후 멈춘다.) · 비상사태시의 시스템 정지
녹색 및 흑색	시동 ON 인칭	· 시스템의 작동 준비 상태 · 한 개 또는 여러 개의 모터 기동 · 기계의 구성 단위 시동 · 클램프 장치의 작동 · 인칭작업
황색	초기상태로의 복귀	· 작업 중 비정상 상태가 발생될 경우 초기위치로 되돌리기 위한 스위치 · 작업 사이클이 끝나지 않은 상태에서 출발위치로 복귀 · 황색 푸시버튼을 누르면 조금 전에 선택된 기능들이 무효화된다.
흰색 또는 밝은 청색	기타 기능	· 작업 사이클에 직접 관련이 없는 보조 제어기능 · 리셋용 보조 릴레이의 해제

표 1 푸시버튼의 색

(4) PLC 입출력 포트에 입출력 지정 번호

응용자동장비 실습장치에서는 경우에 따라서는 사용하는 PLC가 다를 수 있으며 만약 다른 경우에는 PLC의 입출력 지정 번호가 다를 수도 있다. 그러나 응용자동장비의 기본Model 에서 사용하는 PLC는 LG산전(주)의 GLOFA GM4 (ED-4260에 장착) 혹은 GM6/7 등으로 이들의 입출력 지정 번호는 Table 2-2와 같다.

다음 Table에서 나타내고 있는바와 같이 Input Module 1개당 16 Point 입력 Port가 있으므로 3개의 Module 합계는 48개의 입력 Port를 갖고 있다. 그리고 출력 Module은 2개 이므로 출력 Port수는 32개이다.

[유의 - 1] 여기서 유의할 것은 각 Module 단자번호와 Program을 위한 지정번호가 일치하지 않는다는 점이다. 즉 1번 입력 Module를 예를 든다면 단자번호는 1~17까지 인데 지정번호는 0~15 로 되어있는 것이다. 따라서 PLC Program시에는 PLC 입력 Module의 단자 번호에 대한 Program 지정번호 표를 만들어 놓고 Program을 진행하여 혼돈이 없고 또한 후에 점검을 해야 할 경우에 편리하게 된다.

[유의 - 2] 또 한 가지는 GLOFA GM4의 Input Module (G4I-D22A)에서는 단자번호 9번과 18번이 DC 입력 Common 단자로 되어있으나 그림2-4(b)입력 Module (형식MDI-DH) 에서는 0~7, C1, 8~15, C2 형태로 나열되어 있다. 여기서 C1은 0~7의 전원 Common 단자이고 C2는 8~15의 전원 Common 단자이다.

입력 Module				출력 Module			
1		2		4		5	
단자	지정번호	단자	지정번호	단자	지정번호	단자	지정번호
1-1	%I0.1.0	2-1	%I0.2.0	4-1	%Q0.4.0	5-1	%Q0.5.0
1-2	%I0.1.1	2-2	%I0.2.1	4-2	%Q0.4.1	5-2	%Q0.5.1
1-3	%I0.1.2	2-3	%I0.2.2	4-3	%Q0.4.2	5-3	%Q0.5.2
1-4	%I0.1.3	2-4	%I0.2.3	4-4	%Q0.4.3	5-4	%Q0.5.3
1-5	%I0.1.4	2-5	%I0.2.4	4-5	%Q0.4.4	5-5	%Q0.5.4
1-6	%I0.1.5	2-6	%I0.2.5	4-6	%Q0.4.5	5-6	%Q0.5.5
1-7	%I0.1.6	2-7	%I0.2.6	4-7	%Q0.4.6	5-7	%Q0.5.6
1-8	%I0.1.7	2-8	%I0.2.7	4-8	%Q0.4.7	5-8	%Q0.5.7
1-10	%I0.1.8	2-10	%I0.2.8	4-10	%Q0.4.8	5-10	%Q0.5.8
1-11	%I0.1.9	2-11	%I0.2.9	4-11	%Q0.4.9	5-11	%Q0.5.9
1-12	%I0.1.10	2-12	%I0.2.10	4-12	%Q0.4.10	5-12	%Q0.5.10
1-13	%I0.1.11	2-13	%I0.2.11	4-13	%Q0.4.11	5-13	%Q0.5.11
1-14	%I0.1.12	2-14	%I0.2.12	4-14	%Q0.4.12	5-14	%Q0.5.12
1-15	%I0.1.13	2-15	%I0.2.13	4-15	%Q0.4.13	5-15	%Q0.5.13
1-16	%I0.1.14	2-16	%I0.2.14	4-16	%Q0.4.14	5-16	%Q0.5.14
1-17	%I0.1.15	2-17	%I0.2.15	4-17	%Q0.4.15	5-17	%Q0.5.15

4. 준비 사항

(1) FMPS Trainer

(2) 보고서 용지

5. 안전 사항

(1) PLC의 입출력 배선이 제대로 연결되어 있는가를 확인한다.

(2) 배선에 이상이 없음을 확인하고 전원 스위치를 동작시켜 전기를 공급한다.

(3) 실습이 끝난 후에는 전원 스위치를 off하고 배선을 푼다. 배선을 풀 때에는 케이블의 머리 부분을 잡고 조심스럽게 취급하도록 한다.

6. 실시 과정

(1) 관련 지식을 읽고 필요한 지식을 활용하여 문제를 해결한다.

(2) 전기의 기본 회로에 대하여 알아보고 램프의 동작을 IEC 기호를 사용하여 회로도를 작성해보고 래더 다이어그램 방식으로도 작성해 본다.

(3) PLC 제어 회로의 배선 방법을 알아본다.

7. 결과 처리 및 검토

(1) 실험 실습 내용에서 제시한 문제를 해결하고 그 결과를 보고서용 노트에 작성하여 제출한다.

(2) 전기 회로를 이해한다.

(3) 전기 회로와 PLC 프로그램 제어의 차이점을 이해한다.

(4) PLC의 배선 방법을 익힌다.

8. 기타 사항

	평가 항목	A	B	C	D	비고
1	출결(30%)					
2	준비 태도(20%)					
3	진행 결과(20%)					
4	보고서(30%)					
5	종합 평가					