

다산과 함께

동영상강의

시퀀스 원리 하루에
끝내기!

www.e-dasan.net



다산에듀

1장 시퀀스제어의 개요 및 주요 기기

1. 시퀀스 제어의 개요

제어(Control)는 대상물에 스위치 조작에 의해 필요한 동작을 목적에 부합되도록 작동시키는 것을 말한다. 이러한 제어에는 수동제어(manual control)와 자동제어(automatic control)가 있다. 수동제어는 사람의 동작에 의해 동작하고, 자동제어는 미리 정해 놓은 순서에 따라 제어의 각 단계가 순차적으로 진행되는 시퀀스 제어(sequential control)와 기계 스스로 제어의 필요성을 판단하여 계속 수정 반복 동작하여 원하는 값을 얻는 피드백 제어(feed back control)가 있다.

가. 시퀀스 제어란?

시퀀스제어는 어떤 동작이 일어나는 순서를 말하며 미리 정해진 순서 또는 일정한 논리에 의하여 정해진 순서에 따라 제어의 각 동작을 순차적으로 진행시켜 나가는 제어를 의미한다. 즉, 미리 정해진 순서 또는 일정한 이론에 의해 순서에 따라서 제어의 각 단계를 차례로 진행해 가는 것이며 제어는 다음과 같이 사용되는 제어 소자에 따라 다음과 같이 발전되어 왔다.

1960년대에는 주로 전자 릴레이(magnetic relay)를 사용하여 시퀀스 제어를 행하였으나, 1970년대에는 트랜지스터, SCR, 디지털 IC 등의 전자 소자를 사용하였고, 1980년대 이후에는 마이크로 프로세서나 PLC를 사용하여 시퀀스 제어를 시행하고 있다.

나. 시퀀스 제어의 필요성

오늘날 많은 사업장에서 시퀀스 제어 또는, PLC(programmable logic controller)를 병행하여 생산 시스템을 구축함으로써 작업 인원이 줄고 생산율이 향상되며, 근로자의 안전작업과 작업환경 측면에서도 많은 진보가 되었고, 경제적으로 경영의 합리화를 기할 수 있게 되었다. 시퀀스 제어로 인한 효과적인 이점은 다음과 같다.

- ① 제품의 품질이 균일화되고 향상되어 불량품이 감소된다.
- ② 생산속도를 증가시킨다.
- ③ 생산 능률이 향상된다.
- ④ 작업의 확실성이 보장된다.
- ⑤ 생산설비의 수명이 연장된다.
- ⑥ 작업원이 감소되어 인건비가 절감되고, 경제성이 향상된다.
- ⑦ 노동조건이 향상된다.
- ⑧ 작업자의 위험방지 및 작업환경이 개선된다.

다. 시퀀스 제어의 구성

시퀀스를 구성하는 부분은 크게 입력부, 제어부, 출력부로 분류할 수 있는데 입력부는 입력요소에 따라 수동과 자동으로 분류할 수 있고, 제어부는 입력 신호를 이용하여 우리가 원하는 동작을 만들어 출력에 내보내는 역할을 하고 있는 제어의 가장 중요한 부분이며, 출력부는 크게 어떠한 동작 상태를 알려주는 표시부와 직접 움직이는 전동기, 솔레노이드 밸브 등의 구동부로 나눌 수 있다.

(1) 시퀀스 제어를 구성하는 주요 부분

- ① 조작부 : 푸시버튼 스위치와 같이 조작자가 조작할 수 있는 곳

- ② 검출부 : 구동부가 행한 일이 정해진 조건을 만족한 경우, 그것을 검출하여 제어부에 신호를 보내는 것으로서 기계적 변위와 전기적 변위를 리밋 스위치 등으로 검출
- ③ 제어부 : 전자릴레이, 전자 접촉기, 타이머 등으로 구성
- ④ 구동부 : 모터, 전자클러치, 솔레노이드 등으로 제어부로부터의 신호에 따라 실제의 동작을 행하는 부분
- ⑤ 표시부 : 표시램프와 카운터 등으로 제어의 진행 상태를 나타내는 부분

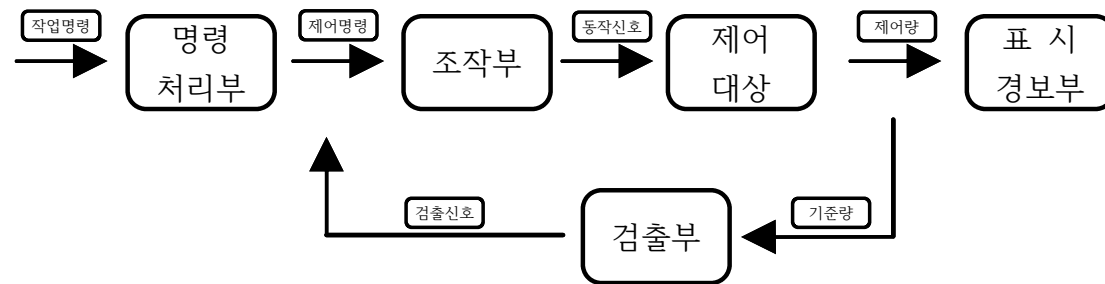


그림 5 시퀀스 제어계의 기본 구성

(2) 시퀀스 제어계의 구성요소

- ① 제어대상 : 기계, 프로세스, 시스템의 대상이 되는 전체 또는 일부분(전동기, 밸브 등)
- ② 제어장치 : 제어하기 위하여 제어대상에 부가 되는 장치(자동전압조정장치 등)
- ③ 제어요소 : 동작 신호를 조작량으로 변환하는 요소이며 조절부와 조작부로 구성됨
- ④ 목표값 : 입력신호이며 보통 기준입력과 같은 경우가 많음
- ⑤ 제어량 : 제어되어야 할 제어대상의 양으로서 보통 출력이라 함(회전수, 온도등)

- ⑥ 기준입력 : 제어계를 동작시키는 기준으로서 직접 폐회로에 가해지는 입력신호이며 목표값에 대해 일정한 관계를 가짐
- ⑦ 되먹임 신호 : 제어량을 목표값과 비교하기 위하여 귀환되는 신호
- ⑧ 조작량 : 제어장치로부터 제어대상에 가해지는 양
- ⑨ 동작신호 : 기준입력과 주 피드백 신호와의 차로 제어동작을 일으키는 신호
- ⑩ 외란 : 설정값 이외의 제어량을 변화시키는 모든 외적 인자

(3) 시퀀스 제어의 용어

- ① 개로(Open. OFF) : 전기회로의 일부를 스위치, 릴레이 등으로 여는 것
- ② 폐로(Close. ON) : 전기회로의 일부를 스위치, 릴레이 등으로 닫는 것
- ③ 동작(Actuation) : 어떤 원인을 주어서 소정의 동작을 하도록 하는 것
- ④ 복귀(Reseting) : 동작 이전의 상태로 되돌리는 것
- ⑤ 여자(勵磁) : 전자릴레이, 전자접촉기, 타이머 등의 코일에 전류가 흘러서 전자석으로 되는 것
- ⑥ 소자(消磁) : 전자코일에 흐르고 있는 전류를 차단하여 자력을 잃게 하는 것
- ⑦ 기동(Starting) : 기기 또는 장치가 정지 상태에서 운전 상태로 되기까지의 과정
- ⑧ 운전(Running) : 기기 또는 장치가 소정의 동작을 하고 있는 상태
- ⑨ 제동(Braking) : 기기의 운전 상태를 억제하는 것으로 전기적 제동과 기계적 제동이 있다
- ⑩ 인칭(Inching) : 기계의 순간 동작 운동을 얻기 위해 미소시간의 조작을 1회 반복해서 행하는 것
- ⑪ 보호(Protect) : 피 제어 대상품의 이상 상태를 검출하여 기기의 손상을 막아 피해를 줄이는 것
- ⑫ 조작(Operating) : 인력 또는 기타의 방법으로 소정의 운전을 하도록 하는 것
- ⑬ 차단(Breaking) : 개폐기류를 조작하여 전기회로를 열어 전류가 통하지 않는 상태로 하는 것
- ⑭ 투입(Closing) : 개폐기류를 조작하여 전기회로를 닫아 전류가 통하는 상태로 만드는 것

- ⑯ 트리핑(Tripping) : 유기 기구를 분리하여 개폐기 등을 개로하는 것
- ⑰ 채정(Inter Locking) : 복수의 동작을 관련시키는 것으로 어떤 조건이 갖추어졌을 때 동작을 정지시키는 것
- ⑱ 연동(連動) : 복수의 동작을 관련시키는 것으로 어떤 조건이 갖추어졌을 때 동작을 진행시키는 것
- ⑲ 조정(Adjustment) : 양 또는 상태를 일정하게 유지하거나 혹은 일정한 기준에 따라 변화시켜 주는 것
- ⑳ 경보(Warning) : 제어대상의 고장 또는 위험 상태를 램프, 벨, 부저 등으로 표시하여 조작자에게 알리는 것

라. 시퀀스 제어의 종류

시퀀스 제어는 사용하는 소자에 따라 크게 유접점, 무접점, 프로그램 제어로 분류할 수 있다.

(1) 유접점 제어 방식

유접점 제어는 전자 릴레이(magnetic relay)를 사용하여 시퀀스 제어회로를 동작시키는 데 다음과 같이 장·단점이 있다.

표 1 유접점 제어 방식의 장·단점

장 점	단 점
① 개폐부하용량이 크다	① 소비전력이 비교적 크다
② 과부하에 견디는 힘이 크다	② 접점이 소모되므로 수명에 한계가 있다
③ 전기적 노이즈에 대하여 안정하다	③ 동작속도가 늦다
④ 온도특성이 양호하다	④ 기계적 진동, 충격 등에 비교적 약하다
⑤ 입력과 출력을 분리하여 사용할 수 있다	⑤ 외형의 소형화에 한계가 있다

(2) 무접점 제어방식

무접점 제어는 로직 시퀀스(Logic Sequence)라고도 하며 트랜지스터나 IC 등의 반도체를 사용한 논리소자를 스위치로 이용하여 제어하는 방식으로 표현방법에는 논리회로가 사용된다.

마. 시퀀스도 그리기

각종 장치가 사용되는 복잡한 제어 회로에서 기기 상호간의 접속을 표시할 때 단선 접속도나 복선 접속도, 배치도 등을 보아서는 동작이 어떻게 이루어지는지 또한 어떤 형태로 회로가 이루어지는지 이해하기 어려울 때가 많다. 이러한 경우에 제어 방식이나 동작 순서를 알기 쉽게 표시한 접속도의 필요성이 요구된다. 따라서, 다음과 같이 주의하여 시퀀스도를 작성한다.

- ① 제어 전원 모선은 전원 도선으로 도면 상하에 가로선으로 또는, 도면 좌우에 세로선으로 표시한다.
- ② 제어기기를 연결하는 접속선은 상하 전원선 사이에 가로선 또는, 좌우 전원 모선 사이에 세로선으로 표시한다.
- ③ 접속선은 작동 순서에 따라 좌측에서 우측으로 또는 위에서 아래로 그린다.
- ④ 제어기기는 비작동 상태로 하며 모든 전원은 차단한 상태로 표현한다.
- ⑤ 개폐 접점을 가진 제어기기는 그 기구 부분이나 지지 보호 부분등의 기계적 관련 상태를 생략하고 접점 및 코일 등으로 표시하며, 접속선에서 분리하여 표시한다.
- ⑥ 제어 기기가 분산된 각 부분에는 그 제어기기 명을 표시한 문자 기호를 첨가하여 기기의 관련 상태를 표시한다.

바. 표시등의 표시

각 검출 요소에 표시등 또는 부저를 접속하여 회로의 동작 상태 및 고장 등을 구별하기 위하여 다음과 같이 색상을 구분하여 사용한다.

표 2 표시등의 색상

동작상태	색 상	기 호	영 문
전원표시	백 색	WL, PL	white lamp, pilot lamp
운전표시	적 색	RL	red lamp
정지표시	녹 색	GL	green lamp
경보표시	등 색	OL	orange lamp
고장표시	황 색	YL	yellow lamp

2. 조작용 스위치의 종류

가. 접점의 종류

접점(Contact)이란 회로를 접속하거나, 차단하는 것으로 a접점, b접점, c접점이 있다.

접점의 종류	접점의 상태	별 칭
a접점	열려 있는 접점 (arbeit contact)	· 메이크 접점(make contact) · 상개 접점(normally open contact)
b접점	닫혀 있는 접점 (break contact)	· 브레이크 접점(break contact) · 상폐 접점(normally close contact) (NC 접점 : 항상 닫혀 있는 접점)
c접점	전환 접점 (change-over contact)	· 브레이크 메이크 접점(break make contact) · 트랜스퍼 접점(transfer contact)

(1) a접점(arbeit contact)

a접점이란 스위치를 조작하기 전에는 열려 있다가 조작하면 닫히는 접점으로 「일하는 접점」 또는, 메이크 접점(make contact), 상시개로 접점(NO접점 : normally open contact)이라고도 한다. 영어의 머리글자를 따서 “a”로 표시한다.

(2) b접점(break contact)

b접점이란 스위치를 조작하기 전에는 닫혀 있다가 조작하면 「열리는 접점」 또는, 브레이크 접점(break contact), 상시폐로 접점(NC접점 : normally closed contact)이라고도 한다. 영어의 머리글자를 따서 “b”로 표시한다.

(3) c접점(change-over contact)

절환접점이라는 뜻으로 고정 a접점과 b접점을 공유하고 있으며, 조작 전 b접점에 가동부가 접촉되어 있다가 누르면 a접점으로 절환되는 접점을 말하고 트랜스퍼 접점(transfer contact)이라고도 한다.

2장 계전기

전자계전기는 전자 코일에 전류가 흐르면 전자석이 되어 그 전자력에 의해 접점을 개폐하는 기능가진 장치를 말하며, 일반 시퀀스 회로, 회로의 분기나 접속, 저압 전원의 투입이나 차단 등에 사용된다. 전자계전기에서 코일에 전류가 흘러 전자력을 갖는 상태를 여자라 하고, 전류가 흐르지 않아 전자력을 잃어 원래의 위치로 되는 상태를 소자라한다.

1. 계전기

릴레이는 힌지형과 플러저형이 있으며, 전원 방식으로는 코일에 공급되는 전압에 따라 직류용과 교류용이 있다. 릴레이 핀수는 8핀(2c), 11핀(3c), 14핀(4c)이 있고, 베이스를 사용하여 배선하고 계전기 핀을 베이스에 삽입하여 사용할 때는 가운데 홈 방향이 아래로 오도록 고정시켜야 하고, 그리고 계전기를 꼽아서 사용할 때는 홈에 맞도록 하여 사용하여야 한다.

가. 계전기의 a접점

계전기의 코일에 전류가 흐르지 않는 상태(복귀상태)에서는 가동접점과 고정접점이 떨어져 개로 되어 있고 계전기의 코일에 전류가 흐르면(동작상태)에서는 가동접점이 고정접점에 접촉하게 되어 폐로 된다.

나. 계전기의 b접점

계전기의 코일에 전류가 흐르지 않는 상태(복귀상태)에서는 가동접점이 고정접점에 접촉하고 있어 폐로 되어 있고 계전기의 코일에 전류가 흐르는 상태(동작상태)에서는 가동접점과 고정접점이 떨어져 개로되는 접점을 말한다.

다. 계전기의 c접점

고정 a접점과 b접점 사이에 가동 접점이 있는 구조로 복귀상태에서는 가동접점이 상부의 고정접점에 접촉하여 b접점이 폐로상태, 하부 a접점은 떨어져 개로 상태가 되며 동작 상태에서는 가동접점이 상부 b접점의 고정접점에서 떨어져 개로상태, 하부 a접점은 접촉하여 폐로 되는 접점을 말한다.

2. 타이머(Timer)

타이머는 전기적 또는 기계적 입력을 부여하면, 정해진 시한이 경과한 후에 그 접점이 폐로 또는 개로하는 것을 말한다. 타이머의 종류는 모터식 타이머, 전자식 타이머, 제동식 타이머 등이 있고 타이머의 출력 접점에는 동작시에 시간지연이 있는 것과 복귀시에 시간지연이 있는 것이 있다.

가. 타이머의 종류 및 특징

(1) 한시동작 순시복귀형(on delay timer)

입력신호가 들어오고 설정시간이 지난 후 접점이 동작하며 신호 차단시 접점이 순시 복귀되는 형태

(2) 순시동작 한시복귀형(off delay timer)

입력신호가 들어오면 순간적으로 접점이 동작하며 입력 신호가 소자하면 접점이 설정시간 후 동작되는 형태

(3) 한시 동작 한시복귀형

한시 동작 순시복귀형과 순시동작 한시복귀형을 합성한 형태로 동작하는 타이머를 말한다.

3. 후리커 릴레이(Flicker Relay)

전원이 투입되면 a접점과 b접점이 교대 점멸 되며 점멸 시간을 사용자가 조절할 수 있고 경보 신호용 및 교대점멸 등에 사용된다.

4. 카운터

각종 센서와 연결하여 길이 및 생산 수량 등의 숫자를 셀 때 사용하는 용도로 카운터는 가산(Up), 감산(Down), 가·감산용(Up, Down)이 있으며 입력신호가 들어오면 출력으로 수치를 표시한다.

카운터내부 회로입력이 되는 펄스신호를 가하는 것을 셋(set), 취소(복귀)신호에 해당되는 것을 리셋(Reset)이라고 한다. 계수방식에 따라서는 수를 적산하여 그 결과를 표시하는 적산 카운터와 처음부터 설정한 수와 입력한 수를 비교하여 같을 때 출력신호를 내는 것을 프리셋 카운터(Free Set Counter)가 있으며, 출력방법으로는 계수식과 디지털식이 있다.

5. 플로트레스 스위치(Floatless Switch)

플로트레스 계전기라고도 하며, 공장 등에 각종 액면제어를 할 때 사용하며, 농업용수, 정수장, 오수처리장 및 일반 가정의 상하수도에 다목적으로 사용된다. 소형 경량화 되어 설치가 편리하며, 입력전압은 주로 220V이고, 전극전압(2차전압)은 8V로 동작된다. 종류로는 압력식, 전극식, 전자식 등이 있으며, 베이스에 삽입하여 사용하도록 8핀과 11핀 등이 있다.

6. 구동용 기기

구동용 기기란 제어계의 명령 처리부에서 명령에 따라 기계 본체를 제어 목적에 맞게 동작시키기 위한 것으로, 명령에 따라 운전할 수 있도록 중계 역할을 하는 제어기기를 말한다. 구동용 기기는 동작시키는 동력원의 종류에 따라 전기식, 공압식, 유압식 등으로 세 종류가 있다.

가. 전자접촉기(Electromagnetic Contactor)

전자 접촉기란 전자석의 동작에 의하여 부하 회로를 빈번하게 개폐하는 접촉기를 말하며, 일명 플런저형 전자 계전기라 한다. 접점에는 주 접점과 보조 접점이 있으며, 주 접점은 전동기를 기동하는 접점으로 접점이 용량이 크고 a접점만으로 구성되어 있다. 보조접점은 보조계전기와 같이 작은 직류 및 제어 회로에 사용하며, a접점과 b접점으로 구성되어 있다.

나. 전자 개폐기(Electromagnetic Switch)

전자 개폐기는 전자 접촉기에 전동기의 보호 장치인 열동형 과전류 계전기를 조합한 주 회로용 개폐기이다. 전자 개폐기는 전동기 회로를 개폐하는 것을 목적으로 사용되며, 정격 전류 이상의 과전류가 흐르면 자동으로 차단하여 전동기를 보호할 수 있다.

7. 과전류 계전기(Over Current Relay)

가. 전자식 과전류 계전기(EOCR:Electronic Over Current Relay)

전자식 과전류 계전기는 열동식 과전류 계전기에 비해 동작이 확실하고 과전류에 의한 결상 및 단상 운전이 완벽하게 방지되며 전류조정 노브(knob)와 램프에 의해 실제 부하 전류의 확인과 전류의 정밀조정이 가능하고 지연 시간과 동작 시간이 서로 독립되어 있으므로 동작 시간의 선택에 따라 완벽한 보호가 가능하다.

또한, 테스트(Test) 기능이 내장되어 있어 동작 시험과 회로 시험이 가능하고 전기 회로에 콘덴서 드롭(Condenser Drop) 방식을 채택하여 전력 소모가 적으며 변류기(CT) 관통식으로 관통 횟수를 가감하여 사용 범위를 확대할 수 있고 신호 출력회로가 내장되어 있으므로 촌동 및 파동 부하에도 오동작이 없다. 또한 온도 보상회로가 내장되어 있으므로 안전하다.

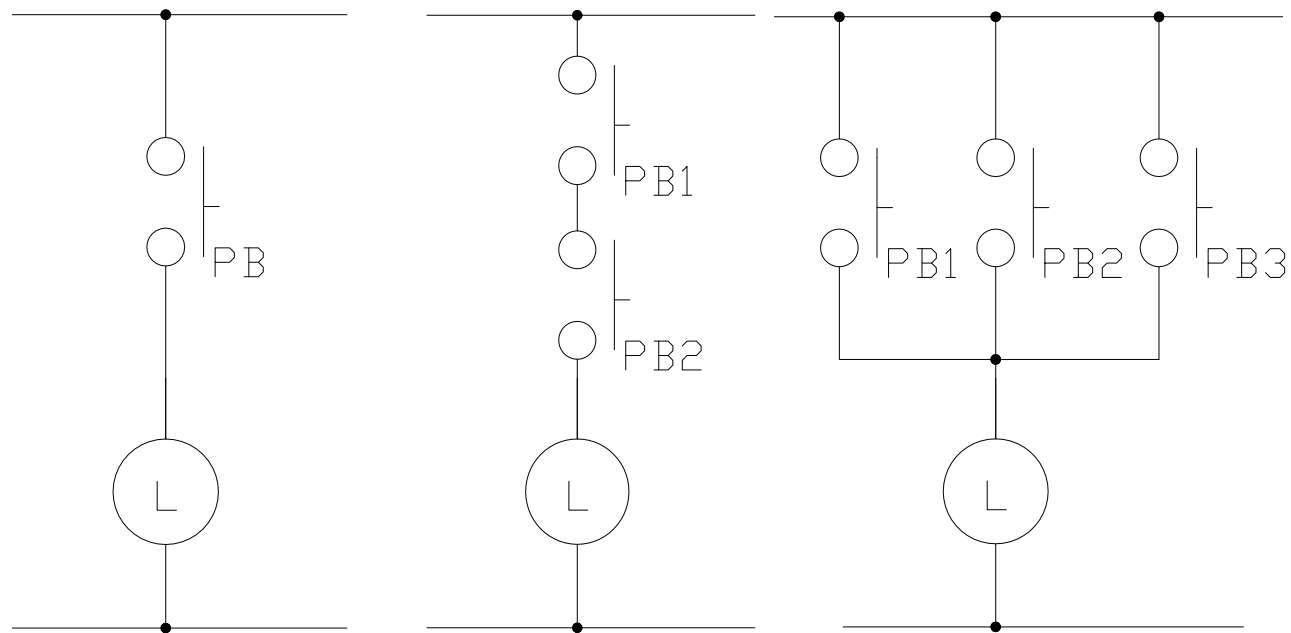
나. 열동형 과전류 계전기(THR : Thermal heater Relay)

열동형 과전류 계전기는 설정값 이상의 전류가 흐르면 접점을 동작 차단시키는 계전기로서, 전동기의 과부하 보호에 사용된다.

주 회로에 삽입된 히터에 과전류가 흐르면, 열에 의해 바이메탈이 휘어지는 원리를 이용하여 회로를 차단하여 전동기의 소손을 방지하는 계전기이다. 열 전달 방식에 따라 직렬식, 반 간접식, 병렬식으로 분류된다.

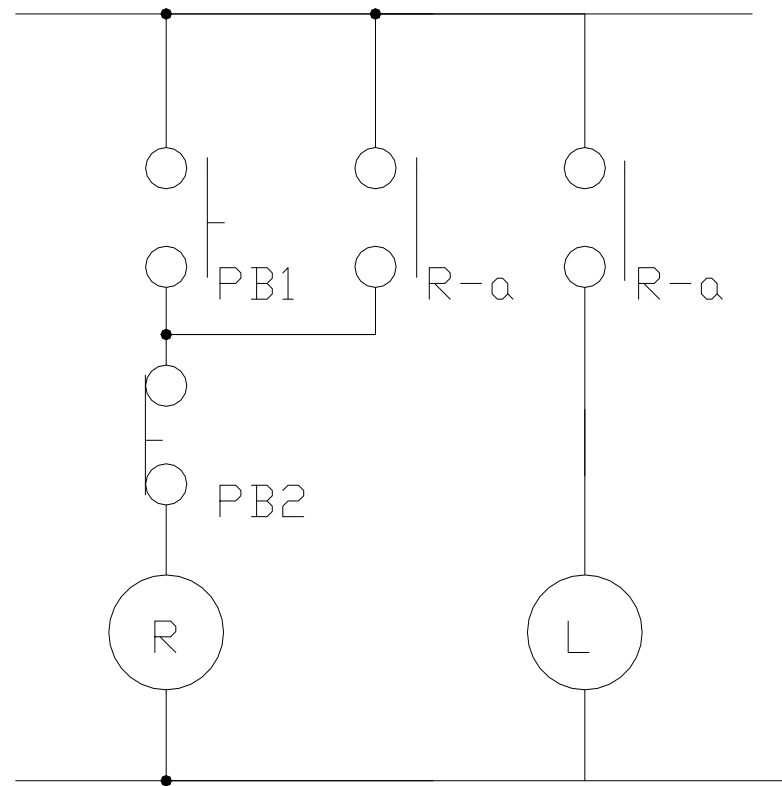
강의 1

푸쉬버튼회로



강의 2

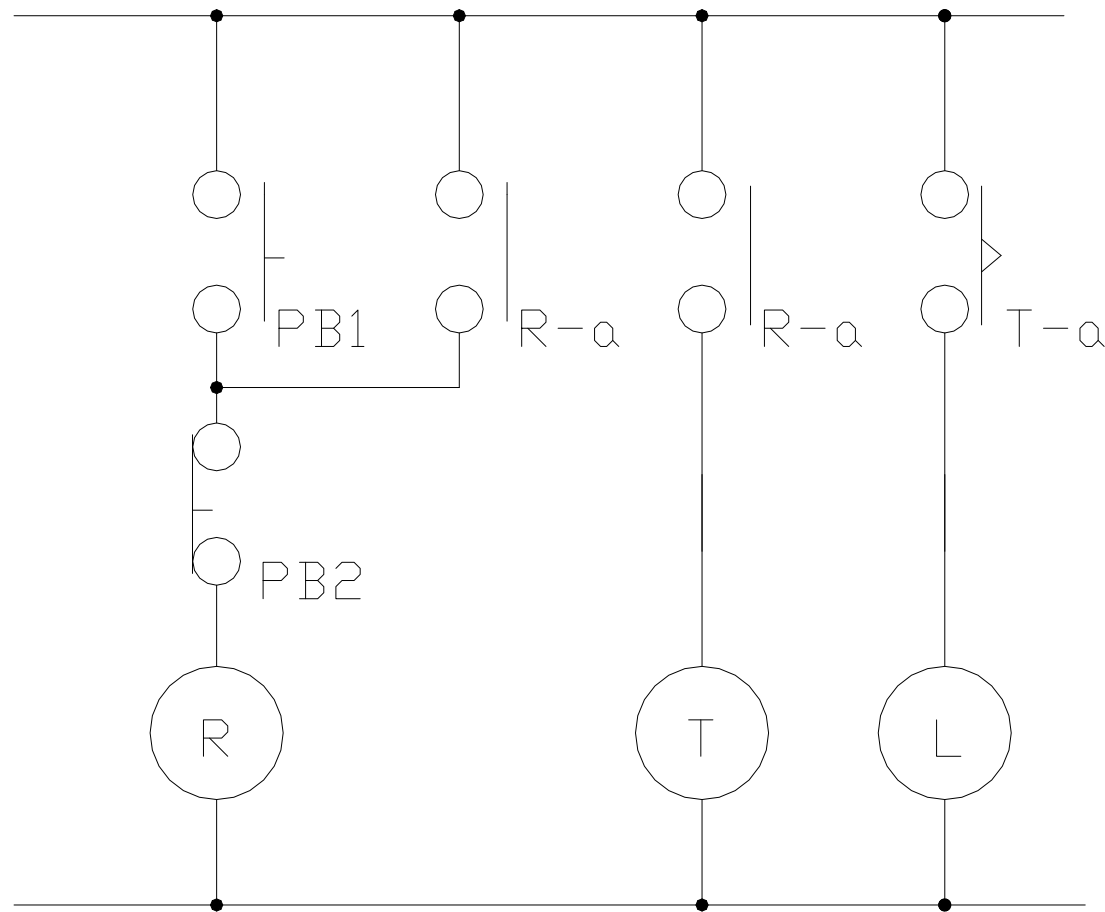
자기유지 회로



다산에듀 사이트(www.e-dasan.net)에서 본 동영상강의를 무료로 다운로드 하실 수 있습니다.

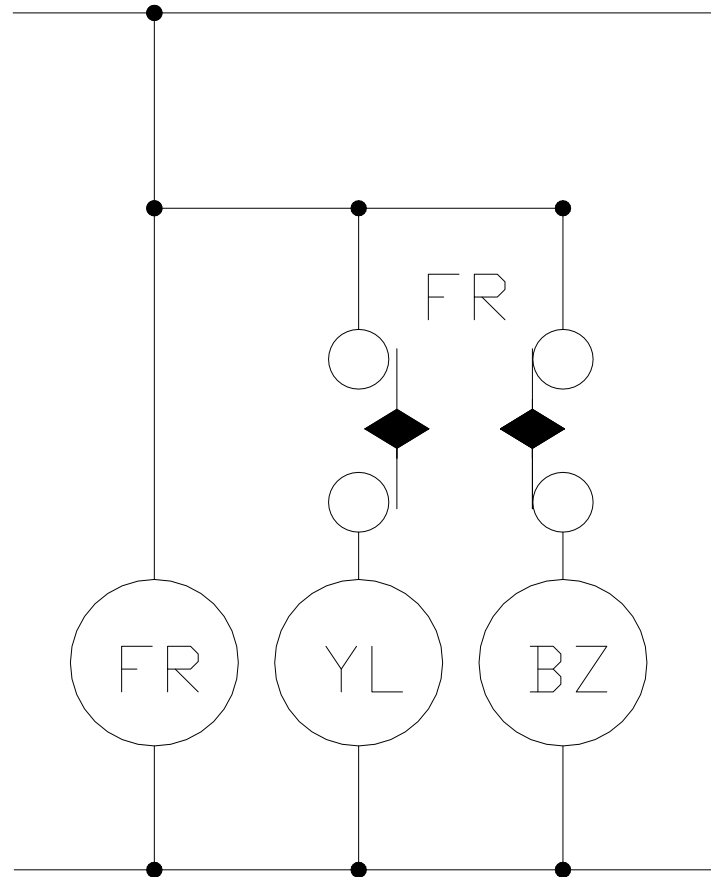
강의 3

타이머 회로



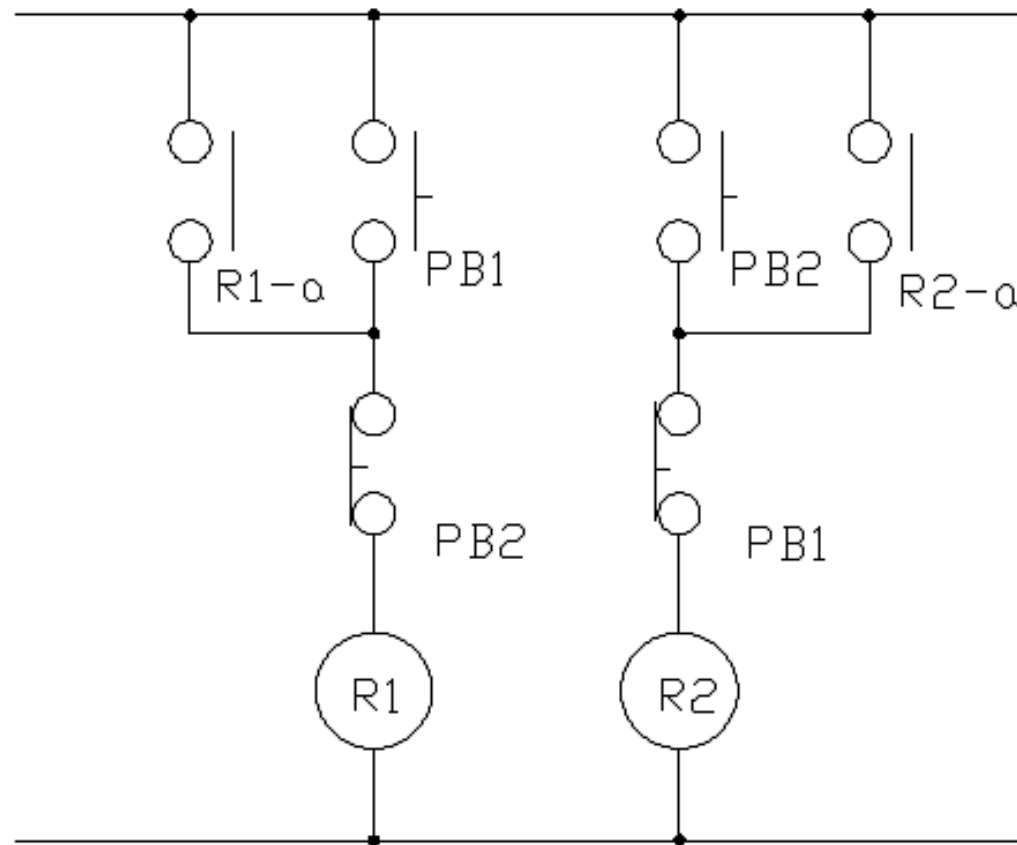
강의 4

플리커 회로



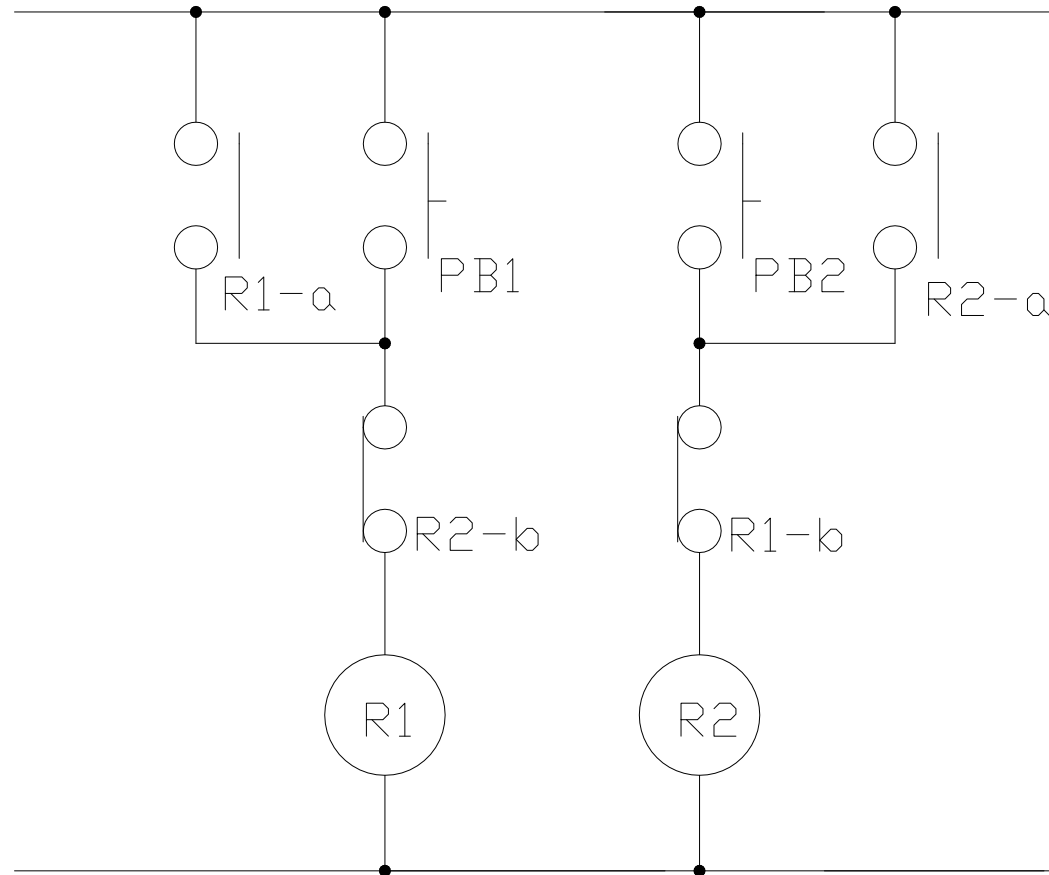
강의 5

인터록 회로



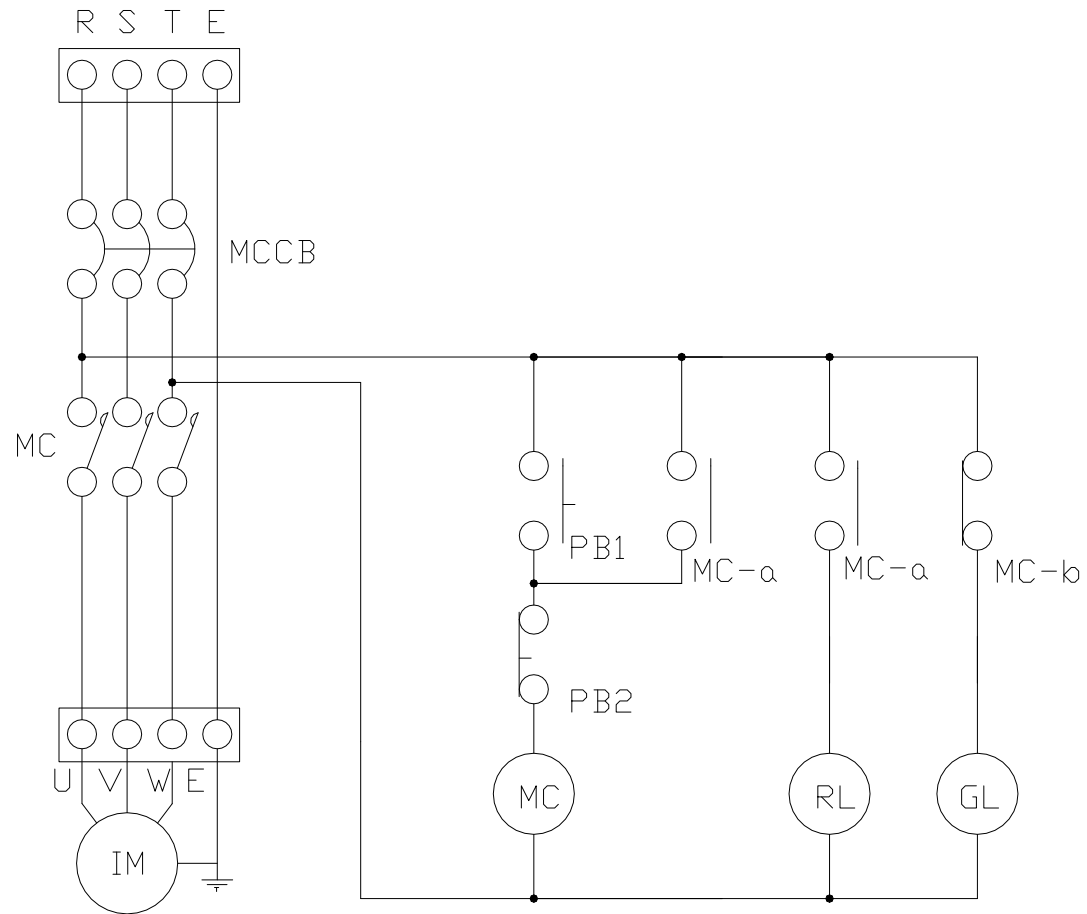
강의 6

선입력 우선회로



강의 7

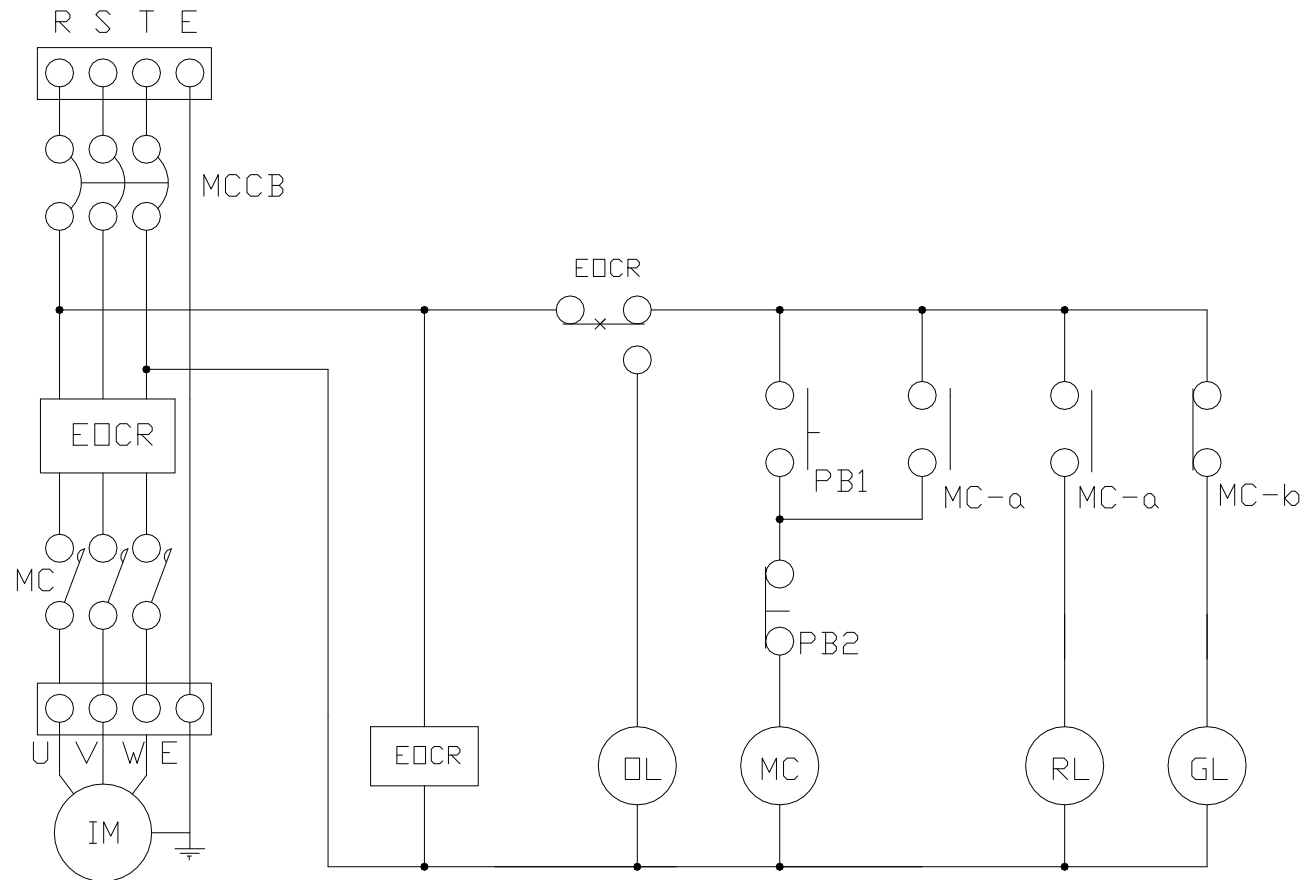
전자접촉기 회로



다산에듀 사이트(www.e-dasan.net)에서 본 동영상강의를 무료로 다운로드 하실 수 있습니다.

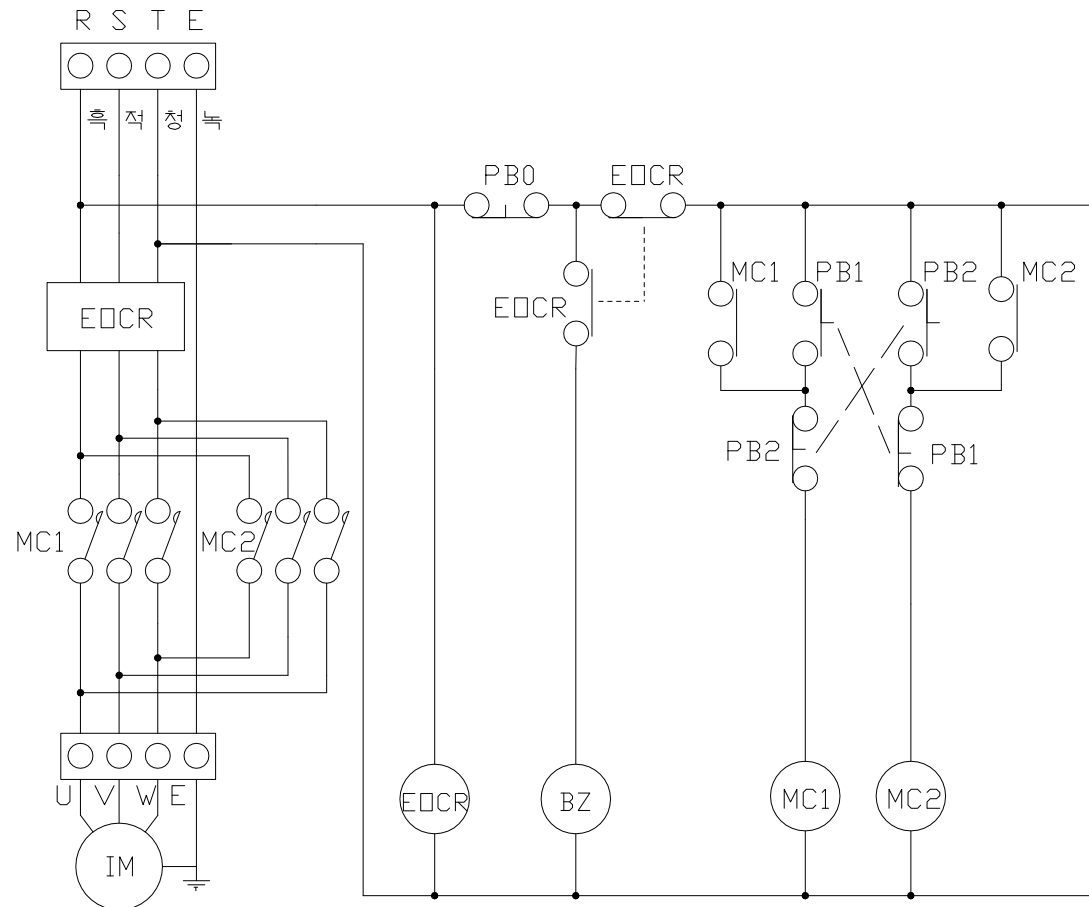
강의 8

과전류 계전기 회로



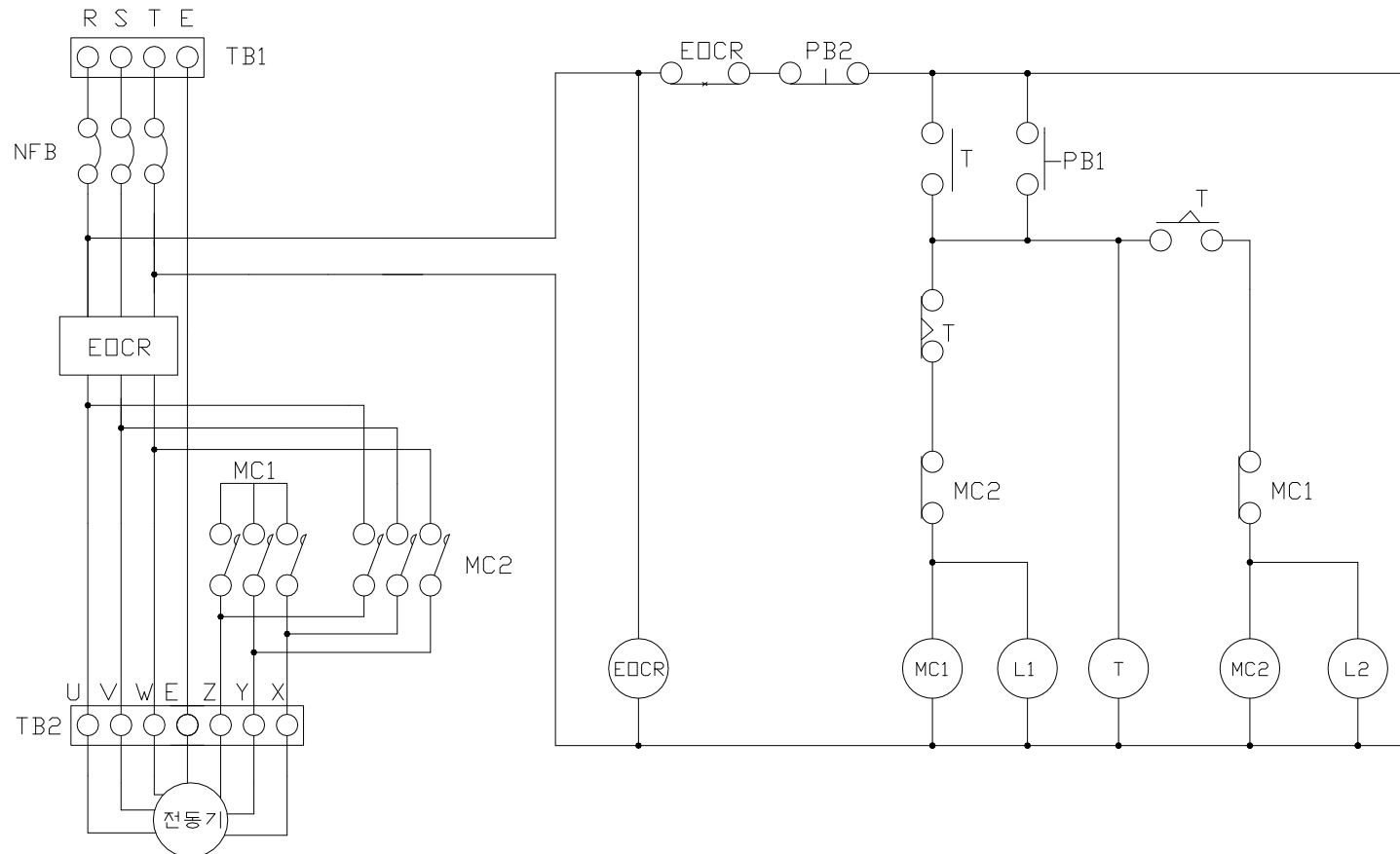
강의 9

정역운전 회로



강의 10

Y-△ 기동 회로



이 교재는 근로자의 직업능력개발훈련을
촉진하기 위하여 다산에듀가 편찬한 것입니다.

<다산과 함께 시퀀스 1일 정복>

■ 집필, 강의

- 전 병 칠 junb7@hanmail.net
- 한국기술교육대학교 전기공학과
 - 한국기술교육대학교 HRD 전문대학원
 - (주) 에이스 산업
 - 대한직업전문학교 교사
 - 한국폴리텍 IV대학 외래교수
 - 現 다산전기학원 원장
 - 現 다산에듀 대표강사

이책의 어느 부분도 다산에듀의 승인문서 없이 사진
복사 및 정보 재생 시스템을 비롯한 다른 수단을 통
해 복사 및 재생하여 이용할 수 없습니다.

저작권 / 다산에듀, 다산전기학원

발 행 / 다산에듀

주 소 / 대전광역시 중구 대흥동 508-52 3층

전 화 / 070-8870-7437