

2022



전기기사 산업기사

PART 03

최고난도 유형 아작내기

1. 최고난도 유형 아작내기

1.1. 시퀀스 핵심이론 (시퀀스 및 PLC)

한글 주안영
- 기념비적

1.1.1. 시퀀스 제어

시퀀스 제어의 정의 및 종류

미리 정해진 순서나 일정한 논리에 의하여 정해진 순서에 따라 제어의 각 단계를 순서적으로 진행하는 방식을 시퀀스 제어라 하며, 기계 혹은 장치의 시동, 운전, 정지 등의 상태 변화의 해석에 의의를 둔다.

1) 유접점 회로

릴레이 시퀀스라고도 부르며 임의의 시퀀스 제어회로를 계전기, 즉 릴레이, 타이머, 전자접촉기 등의 내부 접점을 이용하여 각각의 동작사항을 구성하는 기계적 제어를 말한다. (CMC)

TIP

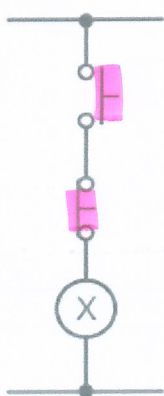
> 릴레이

입력이 어떤 값에 도달하였을 때 작동하여 다른 회로를 개폐하는 장치로서 접점이 있는 릴레이, 서머릴레이, 압력릴레이, 광 릴레이 등이 대표적이다.

2) 무접점 회로

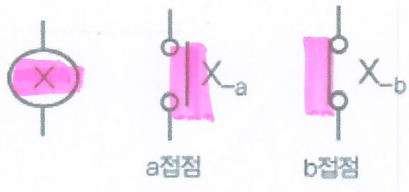
기계적인 접점을 가지지 않는 (반도체 스위칭 소자를 이용하여 구성하는 회로를 말한다. 일반적으로 로직시퀀스, 논리회로 등으로 부른다.

1) 접점의 구분



- a접점
 - 평상시 : OFF 상태
 - 조작 시 : ON 상태
- b접점
 - 평상시 : ON 상태
 - 조작 시 : OFF 상태

• 접점의 명칭 : 수동조작 자동복귀 (a, b) 접점 (내부구조 : 2a, 2b)



• 접점의 명칭 : 순시동작 순시복귀 (a, b) 접점

1.1.2. 시퀀스 제어



1 시퀀스 제어

정해진 순서나 시간지연 등을 통해 순차적인 제어동작으로 전체 시스템을 제어하는 방법

명칭	약호	심벌 (단선도)	기능 및 용도
단로스위치	S		일반적으로 많이 사용되고 있는 스위치
수동조작 자동복귀	PB, PBS BS...		<ul style="list-style-type: none"> 수동조작 자동복귀 a접점은 ON기능 (기동용) b접점은 OFF기능(정지용)
검출 스위치	LS		대표적으로 <u>리미트 스위치가 있으며 물리적, 기계적 입력에 의해서 동작</u>
보조계전기 (릴레이)	Rv		코일의 전자석에 의한 <u>터자세 의해 동작</u> 하고 자력상실 시에 소자되어 복귀
타이머	T		ON delay timer가 주로 사용되며 <u>한시 동작 순시복귀</u> 접점사용
전자접촉기	MC		<u>전동기 구동 등의 대전력 제어용 릴레이</u>
열동계전기	Thr		<u>과전류로부터 전동기를 보호하는 보호 계전기(수동복귀 접점)</u>
전자개폐기	MS		전자 접촉 1정지할 때 쓰이거나 <u>과부하가 되었을 때는 모터를 정지시킴</u> MS = MC + Thr

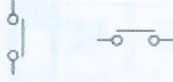
cf)
순시복귀
한시복귀

49

2 접점의 종류

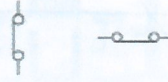
(1) a접점

초기상태에서는 고정접점과 가동접점이 떨어져 있으며, 동작시 두 접점이 접촉되어 전류가 흐른다.

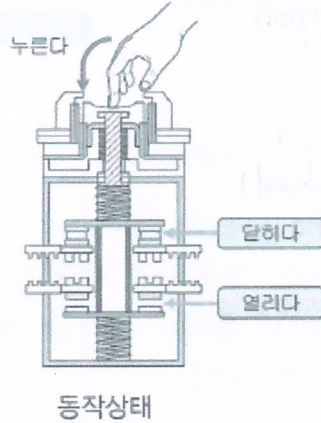
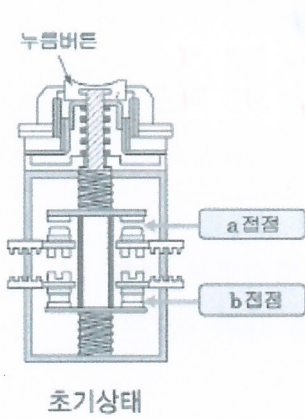


(2) b접점

초기상태에서는 고정접점과 가동접점이 붙어있으며, 동작시 접점이 떨어져 전류를 차단한다.



(3) c접점



1.1.3. 스위치

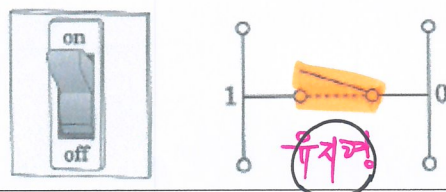
1 복귀형 수동스위치(수동조작 자동복귀)

조작 중 접점 상태가 변하고 조작을 멈추면 원래 상태로 복귀하는 스위치이다. 접점의 종류에는 a 접점과 b 접점이 있다.



2 유지형 수동스위치(단로스위치)

유지형 수동 스위치는 수동 조작을 하면 반대로 조작할 때까지 접점의 개폐상태가 유지된다. 유지형 수동스위치에는 톱글 스위치, 셀렉터 스위치, 캠 스위치 등이 있다.



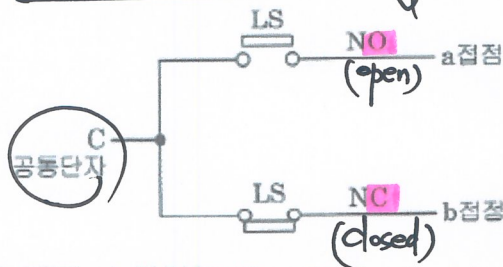
3 검출 스위치

검출 스위치는 제어 대상의 상태나 변화 등을 검출하기 위한 스위치이다. 검출위치는 위치, 액면, 온도, 전압, 그 밖의 여러 제어량을 검출하는 데에 사용되고 있다.

(1) 리미트 스위치(한계스위치)

(Vs) cf) (LS) = 선로계계기

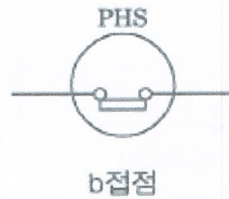
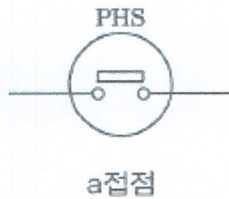
리미트 스위치는 외부의 작용에 의해 동작부가 눌러 접점이 ON, OFF 동작을 하는 것으로 전기 회로 제어용으로 사용된다.



* C(Common) : 공통
 NO(Normally Open) : 항상 개
 NC(Normally Close) : 항상 폐

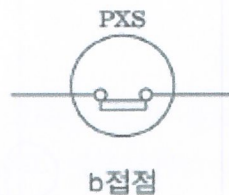
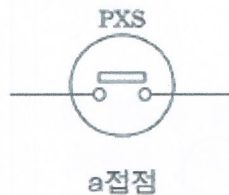
(2) 광전 스위치(PHS : Photoelectric Switch)

광전 스위치는 빛을 방사하는 투광기와 광량의 변화를 전기신호로 변환하는 수광기 등으로 구성되고 물체가 광로를 차단 여부에 따라 동작하며, 물체에 접촉하지 않고 검지한다.



(3) 근접 스위치(PXS : Proximity Switch)

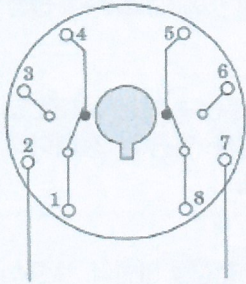
근접 스위치는 물체에 의하여 전계나 자계를 변화시켜 동작하며, 물체에 접촉하지 않고 금속체나 자성체를 검지한다.



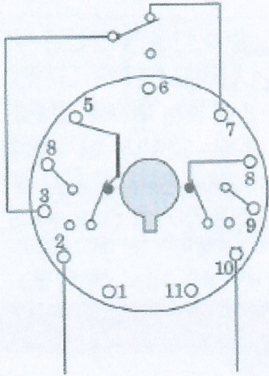
1.1.4. 릴레이

이해하기

계전기 내부회로도
 • 8핀(2a2b) 전자 계전기



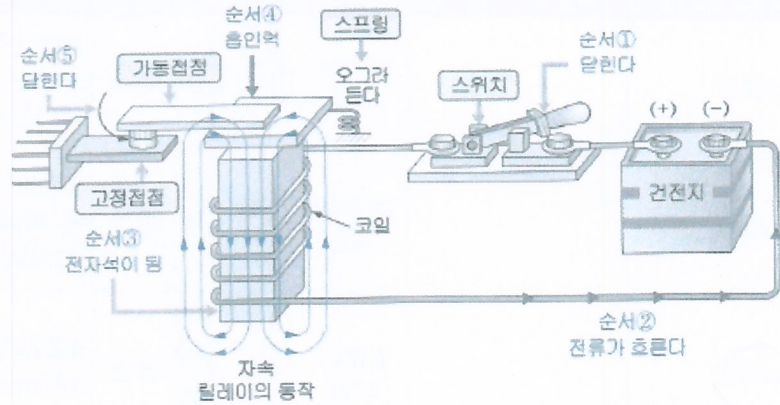
• 11핀(3a3b) 전자 계전기



이해하기

c접점은 a접점, b접점을 동시에 사용할 수도 있고 별도로 한 접점만 사용할 수도 있다. 특히 c접점에서 a접점, b접점을 동시에 사용할 경우에 c접점(공통접점)으로 인하여 회로가 단락되는 경우가 있으므로 반드시 공통접점부가 회로에서 공통으로 사용되고 있는지 확인하고 사용한다.

1 동작원리



전자 릴레이는 철심에 코일을 감고, 코일에 전류를 흘리면 전자석이 되어 가동철편을 흡인한다. 이때 a접점은 폐로가 되고, b접점은 개로 상태가 된다. 전자 코일에 전류가 더 이상 공급되지 않을 경우 각 접점은 원상태로 복귀된다. 릴레이의 사용시는 조작 전원의 정격, 필요한 접점의 수, 제어 전원의 용량 등을 고려하여 특성에 맞게 선택한다.

open → closed closed → open

2 접점의 종류와 명칭

명칭	상태	별칭
a 접점	열려있는 접점 (arbeit contact)	• 메이크 접점(회로를 만드는 접점) • 상개 접점(no접점 : 항상 열려있는 접점)
b 접점	닫혀있는 접점 (break contact)	• 브레이크 접점 • 상폐 접점
c 접점	전환 접점 (change-over contact)	• 브레이크 메이크 접점 • 트랜스퍼 접점

10 릴레이 접점의 종류

접점의 종류	접점의 심벌	접점의 동작 설명
① a접점		릴레이 코일이 여자된 때에 ON 되고, 여자를 잃으면 OFF 되는 접점을 말한다. 메이크(Make) 접점이라고 한다.
② b접점		릴레이 코일이 여자된 때에 OFF 되고, 여자를 잃을 때에 ON 되는 접점을 말한다. 브레이크(Brake)접점이라고 한다.
③ c접점		a접점과 b접점과의 절체 접점을 말한다. 트랜스퍼(Transfer) 접점이라고도 한다.
④ 명칭 : <u>한시동작계전기</u> 작동상태 : <u>한시동작</u> 순시복귀접점		보통 릴레이에서는 코일을 여자하면 접점은 곧 ON이 되고, 여자를 풀면 접점도 OFF로 되지만 한시 접점은 코일을 여자한 때 또는 여자를 풀었을 때 일정 시간 지나서 동작하는 것이다. 한시동작(순시복귀)접점은 코일이 여자되면 일정 시간 후에 ON 되고, 여자가 풀리면 순시에 OFF 된다.

⚡

접점의 종류	접점의 심벌	접점의 동작 설명
⑤ 명칭 : <u>한시복귀계전기</u> 작동상태 : <u>순시동작</u> <u>한시복귀</u> 접점		코일이 여자되면 a접점은 순시에 닫히고, 코일의 여자가 풀리면 일정한 시간 후에 열리며, 역으로 b접점은 코일이 여자되면 순시에 열리고 코일의 여자가 풀리면 일정 시간 후에 닫힌다.
⑥ 명칭 : <u>플리커계전기</u> 작동상태 : <u>한시동작</u> <u>한시복귀</u> 접점		코일이 여자된 때부터 일정한 시간 후에 a접점은 닫히고 b접점은 열린다. 또 코일의 여자가 풀리면 일정한 시간 후에 a접점은 열리고 b접점은 닫힌다.
⑦ 명칭 : <u>열동계전기</u> Thr 작동상태 : <u>자동동작</u> <u>수동복귀</u> 접점		릴레이 접점은 릴레이의 여자가 끊어지면 릴레이의 동작과 같이 접점도 복귀하지만, 열동 계전기의 접점과 같이 동작을 한 접점은 여자가 끊어져도 계속 동작 상태를 하고 있어 복귀하려면 수동 조작으로 복귀하여야 한다.

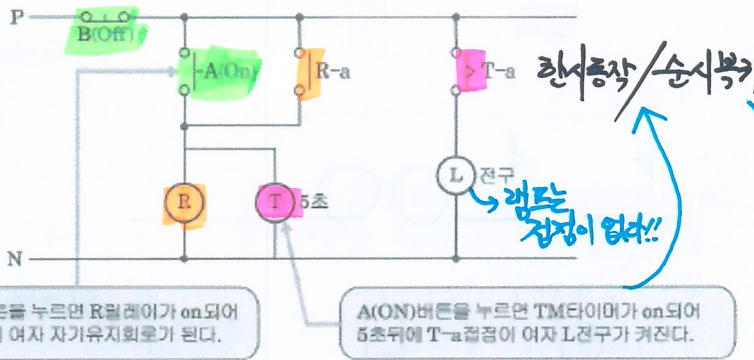
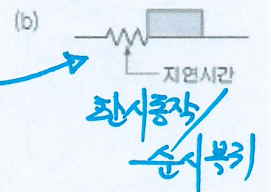
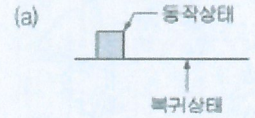


1 타이머의 기본회로

시간 제어기구인 타이머는 시간차를 두어 점점이 개폐 동작을 할 수 있는 것으로 시한 소자(Time Limit Element)를 가진 계전기이다. 동작형태에 따라서 순시동작 한시복귀, 한시동작 순시복귀, 한시동작 한시복귀 타이머가 있다.

▶ 이해하기

타임차트 작성방법



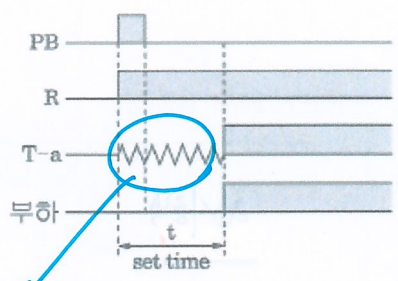
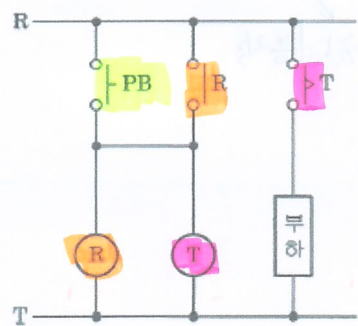
A(ON)버튼을 누르면 R코일이 on되어 R-a접점이 여져 자기유지회로가 된다.

A(ON)버튼을 누르면 T코일이 on되어 5초뒤에 T-a접점이 여져 L전구가 켜진다.

2 타이머의 종류

(1) 한시동작 순시복귀(ON delay timer)

전압을 인가하면 타이머의 설정시간 후에 동작하는 회로이다.

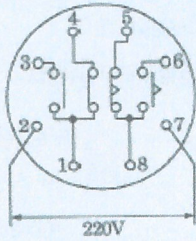


한시동작!!

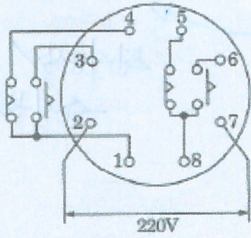
이해하기

타이머 내부회로도

• 순시접점을 이용한 타이머 내부

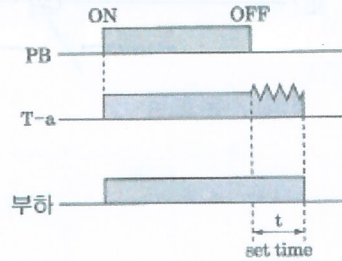
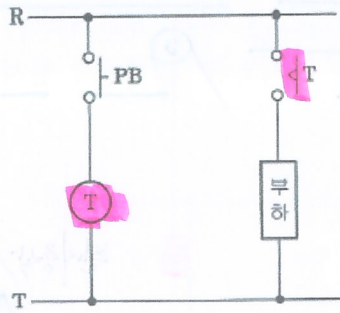


• 한시접점으로 이루어진 타이머 내부



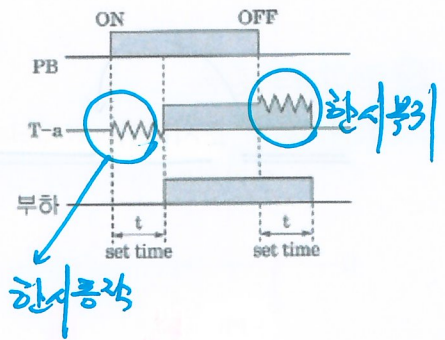
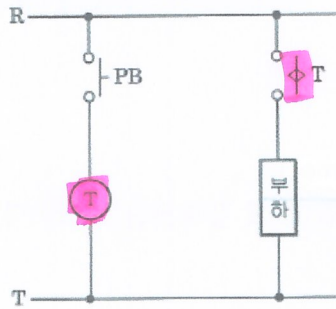
(2) 순시동작 **한시복귀** (OFF delay timer)

전압을 인가하면 동시에 동작하여 타이머의 설정시간 후에 정지하는 회로이다.



(3) 한시동작 한시복귀 (ON, OFF) delay timer

전원을 인가하면 타이머의 설정시간 후에 동작하고 다시 설정시간 후에 정지하는 회로이다.



|참고| 타이머 접점 정리

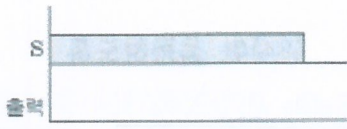
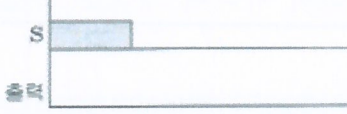
	a접점	b접점
한시동작 On Delay Timer		
한시복귀 Off Delay Timer		
한시동작 한시복귀 On/Off Delay Timer		

1.1.6. 타이머 주요 예제

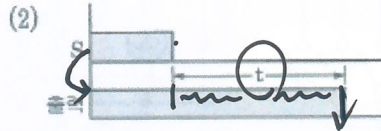
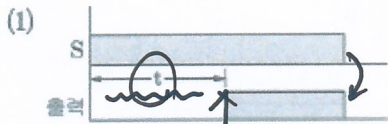
시퀀스 05

필수문제

각각의 타임차트를 완성하십시오.

구분	명령어	타임차트
(1) T-ON(ON-Delay)	✓ Increment <u>Increment</u>	
(2) T-OFF(OFF-Delay)	✓ Decrement <u>Decrement</u>	


정답

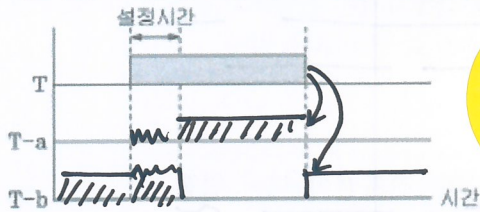


시퀀스 06

필수문제

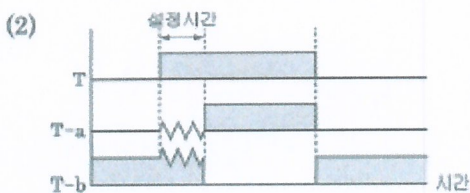
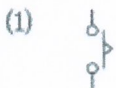
다음 릴레이 접점에 관한 다음 물음에 답하십시오.

- (1) 한시동작 순시복귀 a 접점기호를 그리시오. 
- (2) 한시동작 순시복귀 a, b 접점의 타임차트를 완성하십시오.



- (3) 한시동작 순시복귀 a 접점의 동작상황을 설명하십시오.

해답



- (3) 타이머 T가 여자되면 설정시간 후에 a접점은 동작하고 타이머가 소자되면 순시 복귀한다.

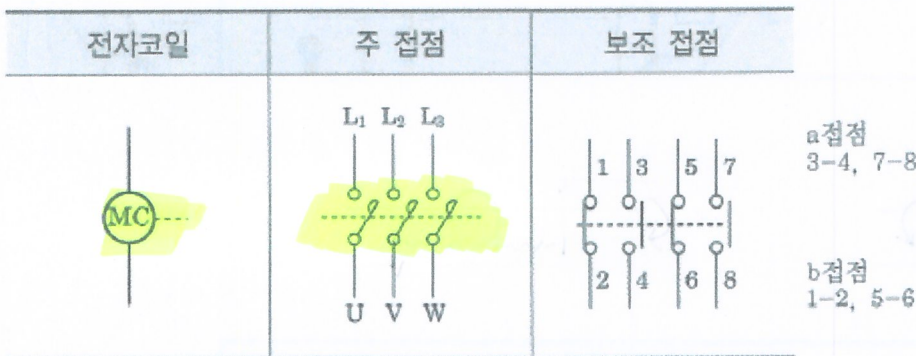
1.1.7. 전자접촉기 (MC)

1 동작원리

전자접촉기의 전자코일(MC)에 전류가 흐르면 고정 철심이 여자되어 전자석으로 바뀐다. 전자석은 가동철심을 흡인하여 가동 철심에 부착된 주접점과 보조접점을 폐로하고, 전자코일에 전류가 차단되면 개로한다.

2 전자접촉기의 구조

다양한 전자접촉기 중 5a2b 전자접촉기는 총 7개의 접점으로 이루어져 있다. 이때, 보조접점은 C접점이 아니며 개별로 독립되어 있는 접점이다.



3 전자접촉기와 릴레이 비교

	전자접촉기(MC)	릴레이(Relay)
차이점	전동기 등을 연결하는 주접점(a접점으로만 구성)과 릴레이처럼 a접점과 b접점으로 이루어진 보조접점으로 구성 되어 있다.	릴레이를 작동시키는 전원부와 a접점, b접점으로 구성되어 있다
공통점	전원이 인가되면(전자코일부에 전류가 흐르면) 전자석이 되어 접점을 <u>개폐한다.</u>	

4 열동계전기의 역할

열동계전기는 과부하계전기라고도 불리며 정격 전류 이상의 전류가 흐르면 내부에서 발생된 열에 의해 바이메탈이 동작하여 접점이 차단되고 전자접촉기의 회로를 차단하여 부하와 전선의 과열을 방지한다. ✱

5 열동계전기의 동작원리 및 접점기호

(1) 검출방법

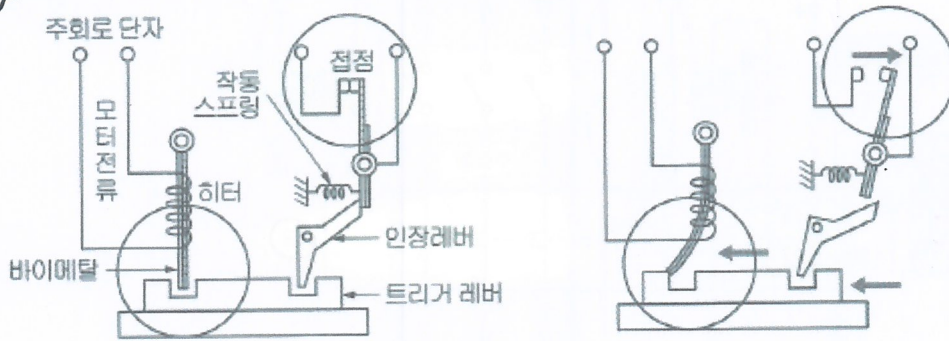
모터의 부하전류를 히터의 열에 의해 검출하여 바이메탈을 만족시킨다.

(2) 트립동작

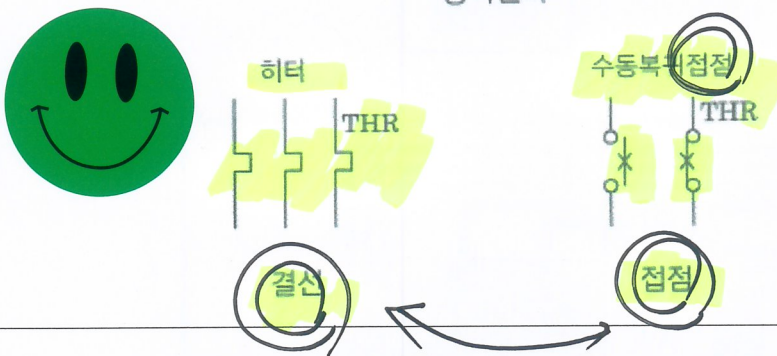
바이메탈이 만족하여 트리거레버, 인장레버에 의해 전달되어 과부하접점을 개방한다.

(3) Reset동작

수동으로 Reset버튼에 의해 접점을 복귀시킨다. ✱



동작원리



차이점?

6 전자개폐기의 특성 ($M_s = M_C + Thr$)

전자개폐기는 전자접속기와 열동계전기를 일체화시킨 것으로 부하 즉 모터를 구동시키고, 정지시키기 위한 일종의 스위치이다. 원통코일에 전압을 걸리게 하면 내부에 힘이 발생하는데 이 힘으로 스위치를 닫게(close)하고 떨어지게(open) 한다. 전자접속기에 있는 허용전류 및 전압구격에 따라 선정한다.

7 전자개폐기의 구조와 기능

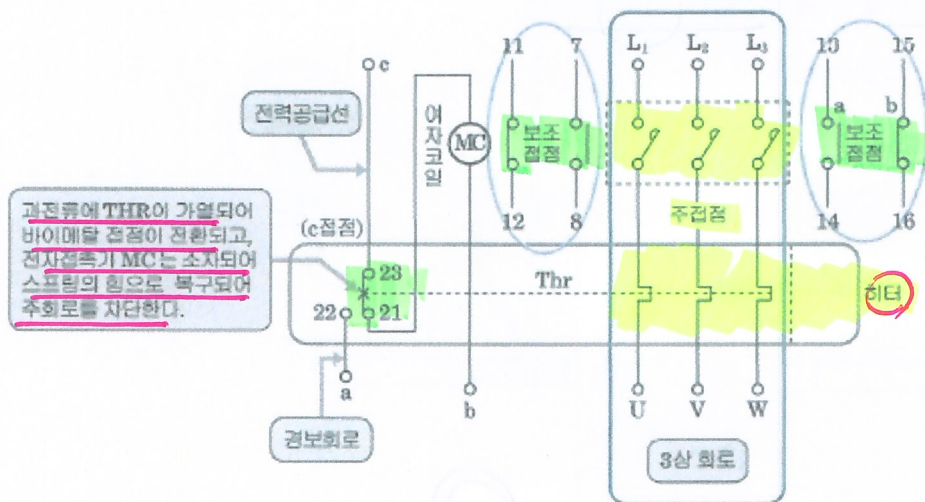
(1) 구조

- 주회로 접점과 보조접점으로 구성.
- 전자 코일이 여자되면 주회로 접점과 보조 접점이 동시에 동작하는 구조

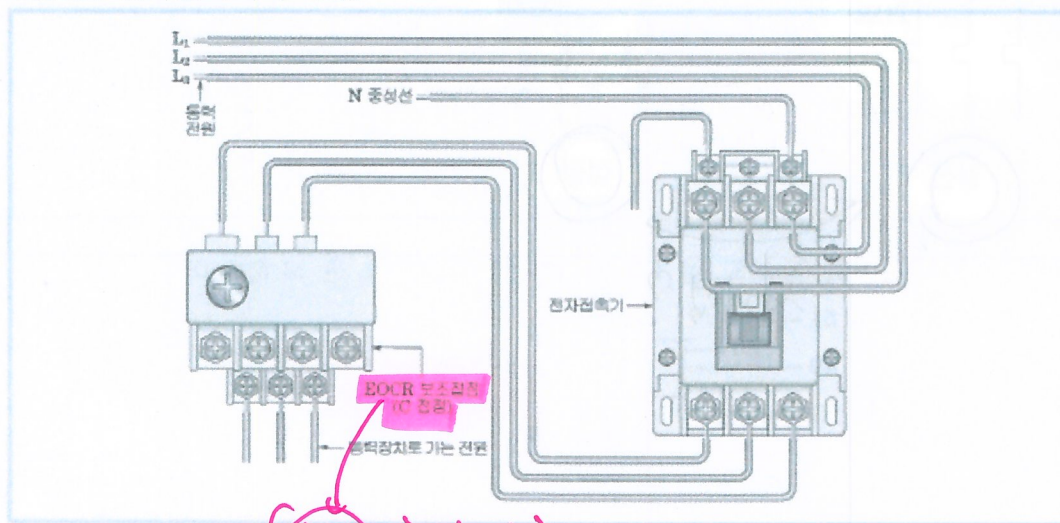
(2) 기능

- 동작원리는 전자 계전기와 동일
- 전자 접속기에 의한 부하의 ON·OFF 조작과 열동형 과부하 계전기에 의한 과부하 보조 기능을 함께 갖는 기구

8 전자개폐기의 접점



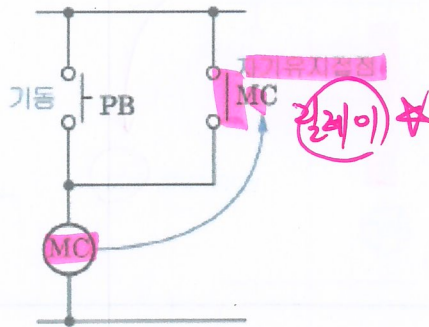
|참고| 전자접속기의 배선



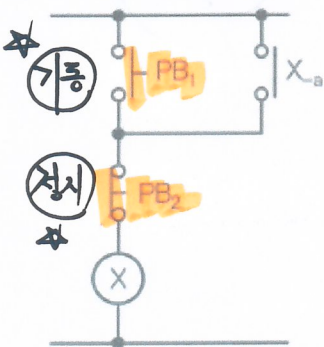
(보러) 오호계전기
 전자식 보러 보러기기

1 자기유지 회로

PB를 누르면, 스위치가 닫혀 전자 계전기가 여자되면 MC-a접점이 닫히기 때문에 누름단추 스위치를 떼어도 전자 계전기는 여자된 상태가 유지된다. 자기유지 회로는 제어계의 가장 기본이며 유지형 스위치를 사용하지 않고 자기유지회로를 이용하는 이유는 공급 전원이 무단으로 차단된 후 재공급 될 경우의 회로를 보호한다.



2) a접점과 b접점의 용도



※

정지우선 자기유지 회로의 동작설명

PB₁을 ON하면 릴레이 X가 여자되어 X_a 접점이 폐로된다. 이때, PB₁을 OFF하여도 X_a 접점이 계속 폐로되어 있어 릴레이 X는 계속 여자된다. 이를 자기유지라고 한다. 만일, PB₂를 ON하면(누르면) 릴레이 X는 소자되고 X_a 접점은 개로한다.

자속유지

자기막을 앞둬

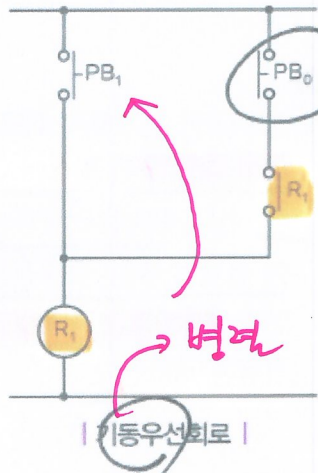
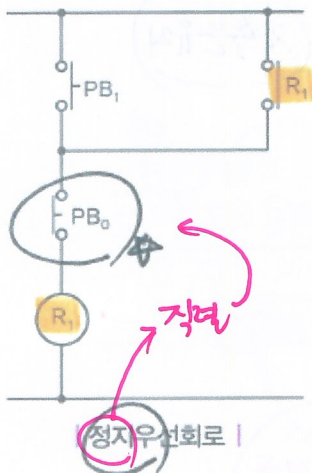
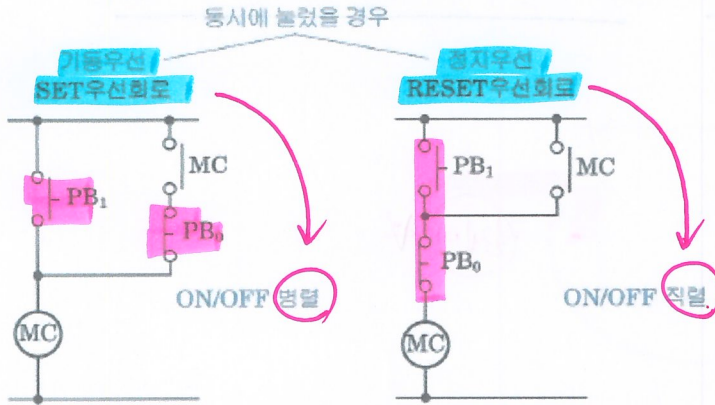
- PB₁의 용도 : 기동(a접점)
- X_a의 용도 : 자기유지(a접점)
- PB₂의 용도 : 정지(b접점)

1.1.9. 유접점 회로 : SET 우선회로

2 SET 우선회로와 RESET 우선회로(안전성 : SET < RESET)

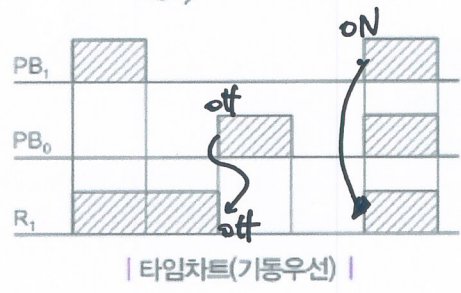
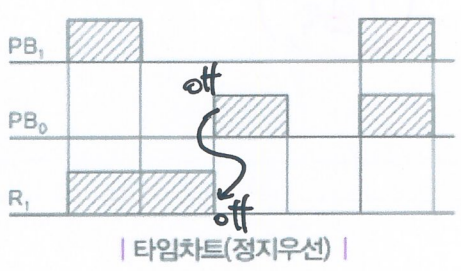
PB을 동시에 눌렀을 때 기동이 우선인지 정지가 우선인지 결정됨에 따라 SET(기동)우선회로와 RESET(정지) 우선회로로 나뉜다.

엘리베이터의 출입문이 닫히지 않은 상태에서는 절대로 엘리베이터를 올리고 내리는 전동기가 작동해서는 안 된다. 이때, RESET 회로를 사용한다.



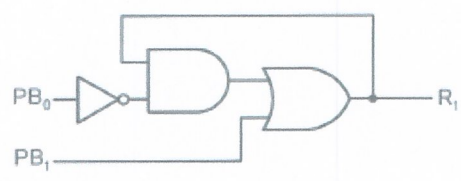
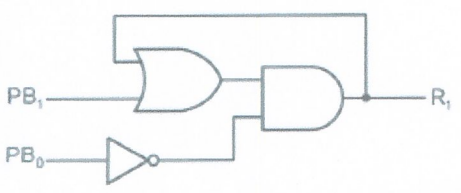
VS

(같은 4용접)



• 논리식 $R_1 = (PB_1 + R_1) \cdot \overline{PB_0}$

• 논리식 $R_1 = PB_1 + \overline{PB_0} \cdot R_1$

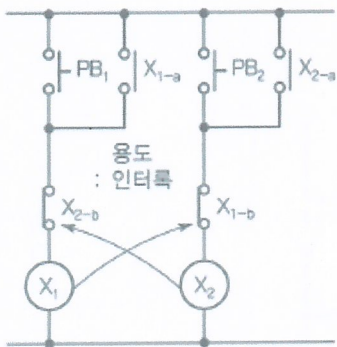
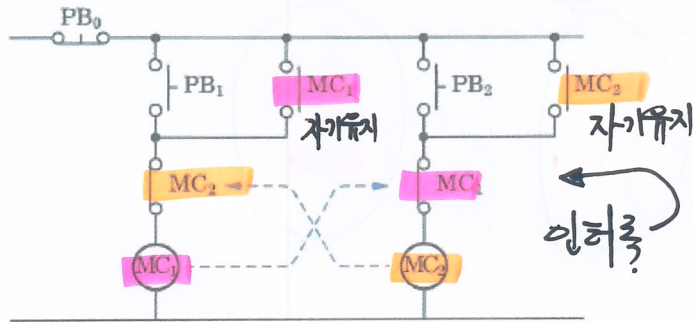


논리회로

1.1.10. 유접점 회로 : 인터록 회로 (선입력 우선회로)

3 인터록 회로(선입력 우선회로, 병렬 우선회로)

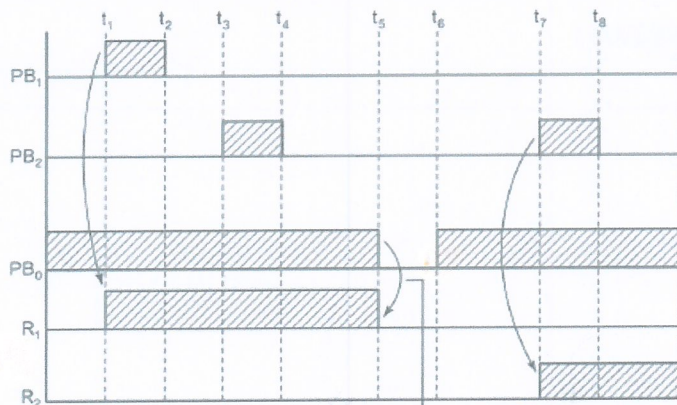
인터록 회로란 주로 기기의 보호와 조작자의 안전을 목적으로 한다. 2개의 전자 릴레이 인터록 회로는 한쪽의 전자 릴레이(MC₁)가 동작 중, 다른 전자 릴레이(MC₂) 동작을 금지하기 때문에 상대동작 금지회로라고 한다.



※ 선입력 우선회로(병렬우선회로)의 동작설명

- 먼저 PB₁을 눌렀다 놓으면 릴레이 (X₁)이 여자되고 X_{1-a}접점이 폐로되어 자기유지하며 X_{1-b}접점은 개로한다. 이때 PB₂를 눌러도 릴레이 (X₂)는 여자되지 않는다.
- 먼저 PB₂를 눌렀다 놓으면 릴레이 (X₂)가 여자되고 X_{2-a}접점이 폐로되어 자기유지하며 X_{2-b}접점은 개로한다. 이때 PB₁을 눌러도 릴레이 (X₁)은 여자되지 않는다.
- X_{1-b} 및 X_{2-b}의 용도 : 동시투입 방지(인터록, b접점)

• 회로동작설명 : 릴레이 R₁과 릴레이 R₂의 동시 투입 방지



인터록 분리

| 타임차트 |

• 논리식

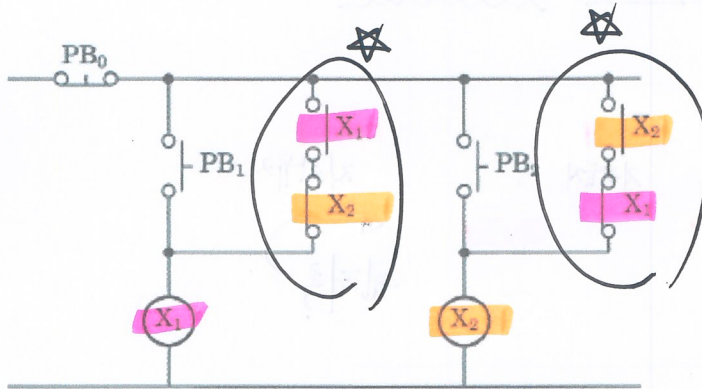
$$R_1 = \overline{PB_0} \cdot (PB_1 + R_1) \cdot \overline{R_2}$$

$$R_2 = \overline{PB_0} \cdot (PB_2 + R_2) \cdot \overline{R_1}$$

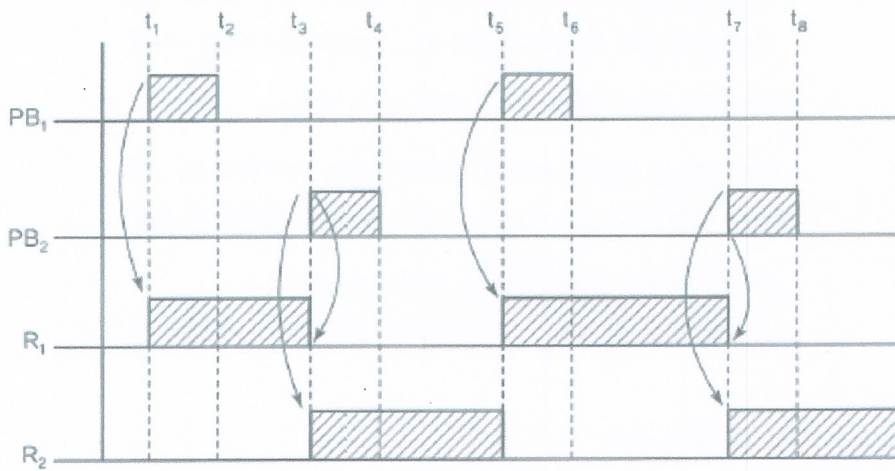
1.1.11. 유접점 회로 : 신입력(후입력) 우선회로 ~~☆☆☆~~

4 **신입력 우선회로(후입력 우선회로)**

두 회로 중 한쪽 회로(X_1)를 작동 중에 다른 회로(X_2)를 동작시켰을 때 먼저 작동하던 회로(X_1)가 정지하고 새로운 회로(X_2)가 자기유지상태로 동작하는 회로를 신입력 우선회로라 한다.



• **회로동작설명** : 항상 새로운 입력이 우선되어 동작하는 회로 ~~☆☆☆~~

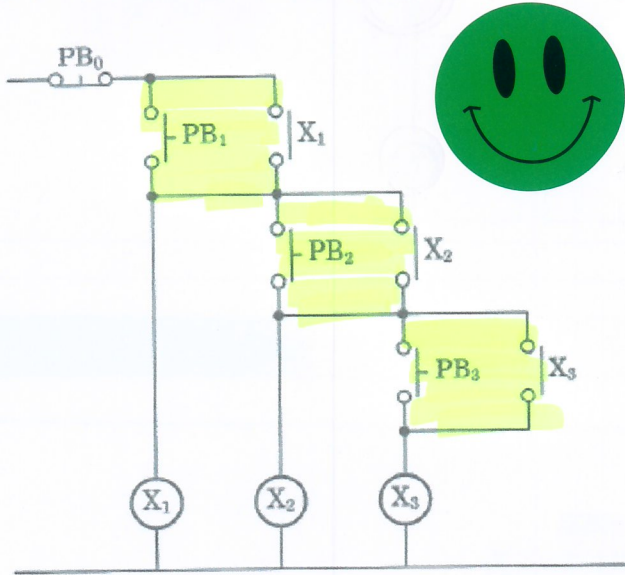


| 타임차트 |

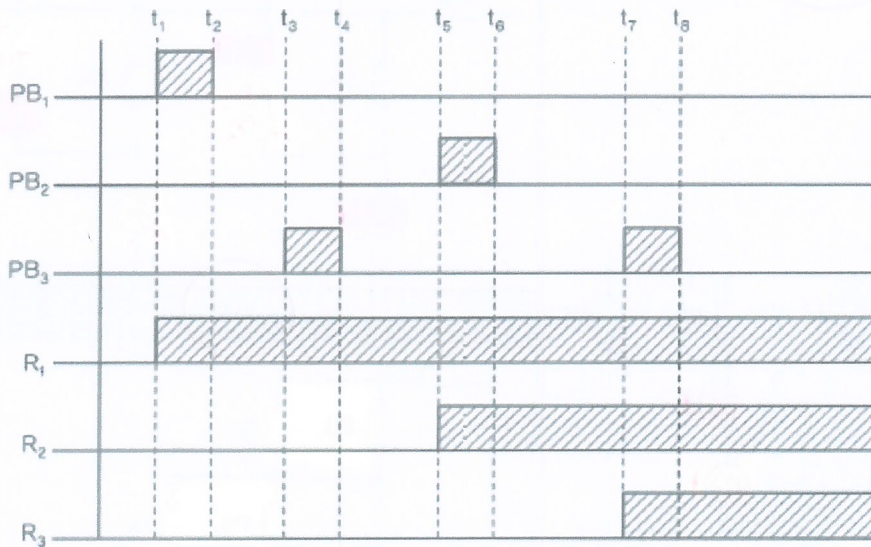
1.1.12. 유접점 회로 : 순차회로 (직렬 우선회로)

5 순차회로 (직렬 우선회로)

하나 이상의 입력과 적어도 하나의 출력이 있는 논리 회로에서 각 출력의 논리값이 현재 상태와 현재 입력의 조합으로 정해지는 논리 회로이다. 이전 입력을 기억한 상태에서 다음 입력을 나타낼 수 있다. 따라서 이전 입력 없이 다음 입력을 나타낼 수 없다.



회로동작설명 : $PB_1 \rightarrow PB_2 \rightarrow PB_3$ 순으로 누르지 않으면 동작하지 않는 회로이다.



| 타임차트 |

논리식 : $R_1 = \overline{PB_0} \cdot (PB_1 + R_1)$

$R_2 = \overline{PB_0} \cdot (PB_1 + R_1) \cdot (PB_2 + R_2)$

$R_3 = \overline{PB_0} \cdot (PB_1 + R_1) \cdot (PB_2 + R_2) \cdot (PB_3 + R_3)$

1.1.13. 유접점 회로 : 반복회로

~~가다!~~ 가다!!

고난도

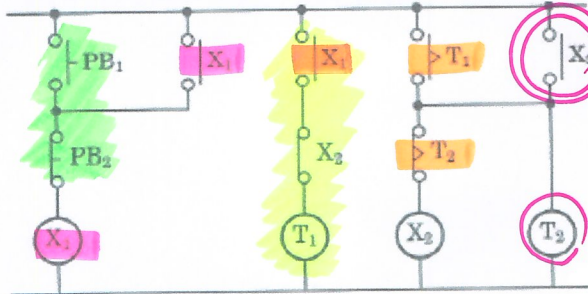
6 반복회로

한 번의 동작으로 작한다.

(정지버튼을 누르기 전까지)

X₂ 릴레이가 반복적으로 동

고난도



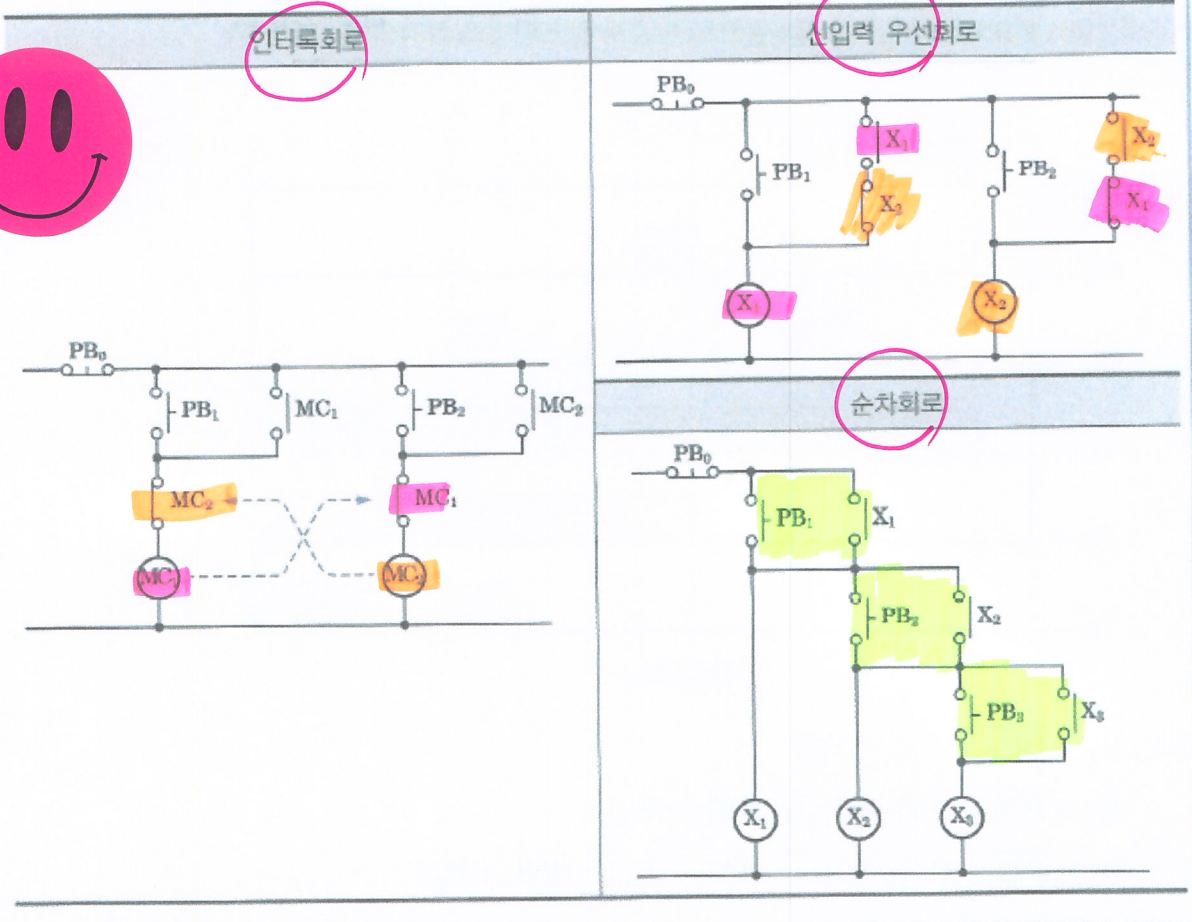
1.1.14. 인터록 종합정리

~~가다!~~ 가다!!

이것이 핵심

■ 유접점 회로 비교

인터록회로 { 선입력 우선회로 ⇔ 신입력 우선회로
병렬 우선회로 ⇔ 순차회로 (직렬 우선회로)}



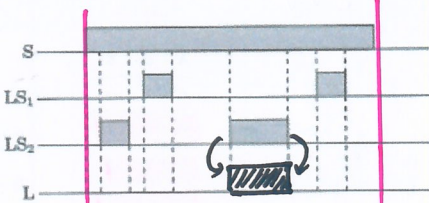
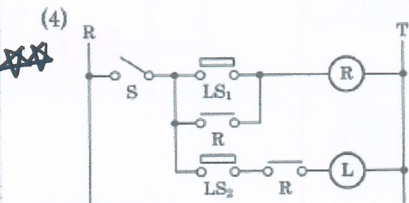
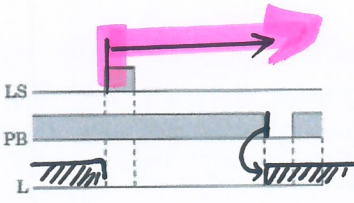
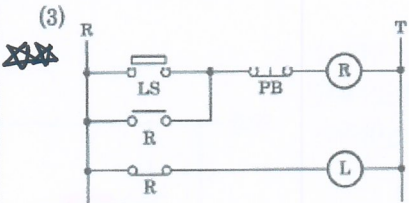
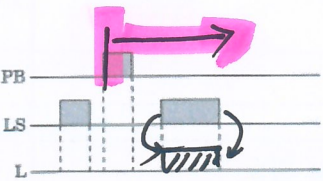
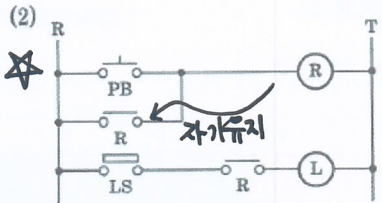
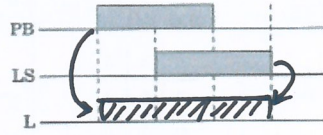
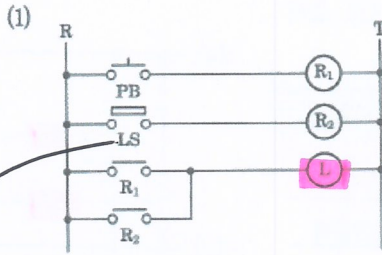
1.1.15. 릴레이 회로 주요문제

문제 6 그림과 같은 회로의 램프 L에 대한 점등을 타임차트로 표시하시오.

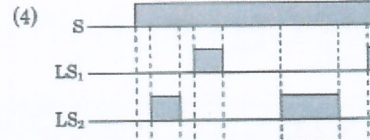
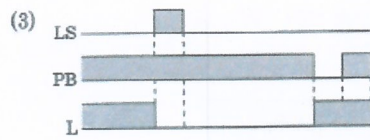
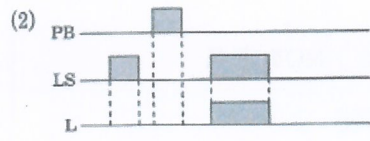
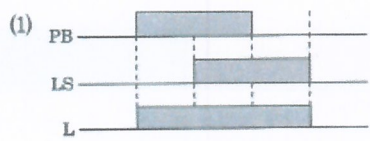
★★★★☆

리미트 스위치

이) LS
선로개폐기



정답



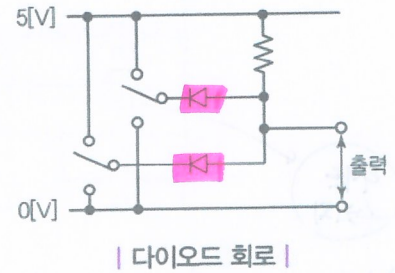
- 예설 (1) PB 동작으로 R₁이 여자되거나 LS 동작으로 R₂가 여자시 L이 점등된다.
 (2) PB 동작으로 R이 여자된 상태에서 LS 동작시 L이 점등된다. LS 복귀시 L도 바로 소등된다.
 (3) 처음 전원 인가시 부터 L이 점등되었다가 LS 동작시 R이 여자되어 L이 소등된다.
 이후 PB 동작시 R이 소자되어 다시 L이 점등된다.
 (4) S가 동작 상태에서 LS₁ 동작시 R이 여자되고 이때 LS₂가 동작하면 L이 점등된다.
 LS₂ 복귀시 L도 바로 소등된다.

1.1.16. 무접점 회로 : AND 회로

1 AND 회로(논리곱)

3개의 변수 A, B, X의 관계에서 A와 B가 모두 성립할 때, X가 성립하면 X는 A와 B의 논리곱이라고 한다. 즉, X가 "1"이 되기 위해서는 A가 "1"이고 또한 B가 "1"이 되어야 한다. AND회로의 논리식은 입력의 곱으로 출력을 나타낸다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표	타임차트															
	$X = A \cdot B$ 	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>X</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
A	B	X																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																

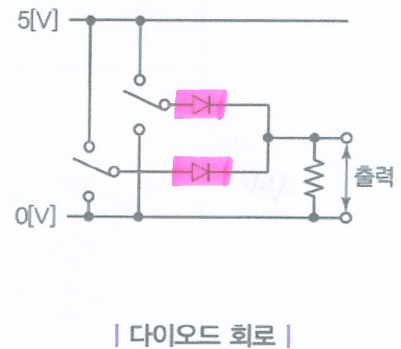


1.1.17. 무접점 회로 : OR 회로

2 OR 회로(논리합)

3개의 변수 A, B, X의 관계에서 A와 B 중에서 한쪽이 성립할 때, X가 성립하면 X는 A와 B의 논리합이라고 한다. X가 "1"이 되기 위해서는 A가 "1" 또는 B가 "1"이거나 둘 다 "1"일 때 성립 된다. OR회로의 논리식은 입력의 합으로 출력을 나타낸다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표	타임차트															
	$X = A + B$ 	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>X</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
A	B	X																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																

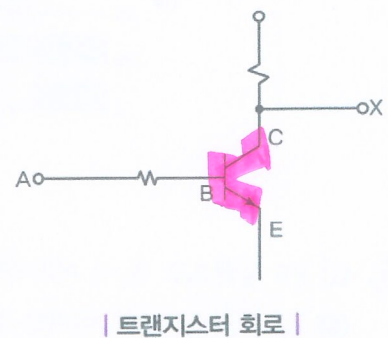


1.1.18. 무접점 회로 : NOT 회로

3 NOT 회로 (부정 : b접점)

2개의 변수 A와 X가 있을 때, A가 아니면 X이다. 또는 A이면 X가 아닌 경우에 A와 X는 부정의 관계에 있다고 한다. 즉, A가 "1"이면 X는 "0", A가 "0"이면 X는 "1"이 된다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표	타임차트						
	$X = \bar{A}$ 	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>X</th></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	X	0	1	1	0	
A	X								
0	1								
1	0								

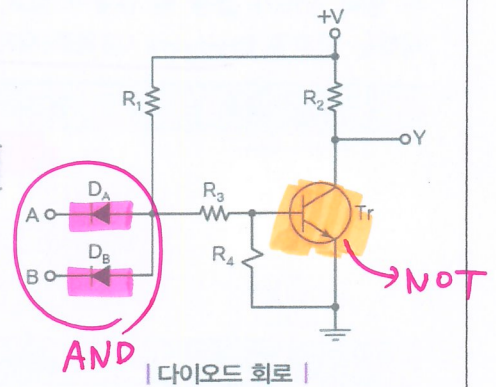


1.1.19. 무접점 회로 : NAND 회로

4 NAND 회로

NAND 회로는 만능 회로로 사용되며, NAND 회로 조합으로 AND, OR, NOT 등 다양한 회로를 만들어 사용할 수 있다. AND 회로를 부정하는 판단기능을 갖는다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표	타임차트															
	$Y = \overline{A \cdot B}$	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																

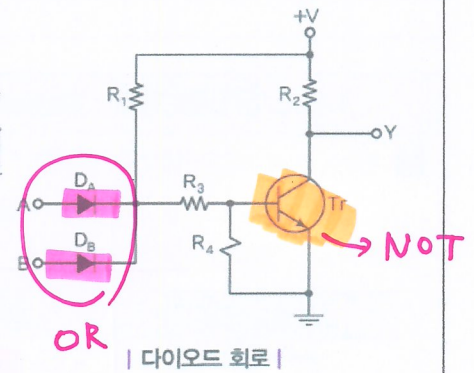


1.1.20. 무접점 회로 : NOR 회로

5 NOR 회로(OR부정)

NOR 회로는 NAND 회로와 같이 만능 논리 소자로 사용되며 AND, OR, NOT 연산을 수행하기 위해 조합되어 사용된다. OR 회로를 부정하는 판단기능을 갖는다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표	타임차트															
	$Y = \overline{A + B}$	<table border="1"> <tr><th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
A	B	Y																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																



1.1.21. 무접점 회로 : Exclusive OR 회로

6 Exclusive OR회로(배타적 논리합)

두 입력 상태가 같을 때 출력이 없고, 두 입력 상태가 다를 때 출력이 발생하는 회로를 Exclusive OR회로(배타적 논리합)라 한다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표															
	$X = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	X	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	X															
0	0	0															
0	1	1															
1	0	1															
1	1	0															
타임차트	간소화된 논리기호																

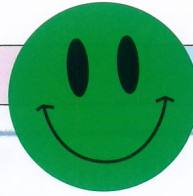
1.1.22. 무접점 회로 : Exclusive NOR 회로

7 Exclusive NOR회로(일치회로)

두 입력 상태가 같을 때 출력이 발생하고, 두 입력의 상태가 다를 때, 출력이 없는 회로를 Exclusive NOR(일치회로)라 한다.

유접점 회로	논리식·기호	진리표															
	$X = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>X</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	X	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	X															
0	0	1															
0	1	0															
1	0	0															
1	1	1															
타임차트	간소화된 논리기호																

1.1.23. 무접점 회로 :



이해하기

(2) NAND는 곱의 형식으로 변환한다.

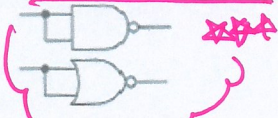
$$\begin{aligned}
 X &= (A+B) \cdot \bar{C} \\
 &= \overline{\overline{(A+B)} \cdot C} \\
 &= \overline{A \cdot B \cdot C}
 \end{aligned}$$

(3) NOR는 합의 형식으로 변환한다.

$$\begin{aligned}
 X &= (A+B) \cdot \bar{C} \\
 &= \overline{\overline{(A+B)} \cdot C} \\
 &= \overline{(A+B) + C}
 \end{aligned}$$

단일소자만의 회로에서

\neg 은 아래와 같이 표시한다.



시퀀스 21 필수문제

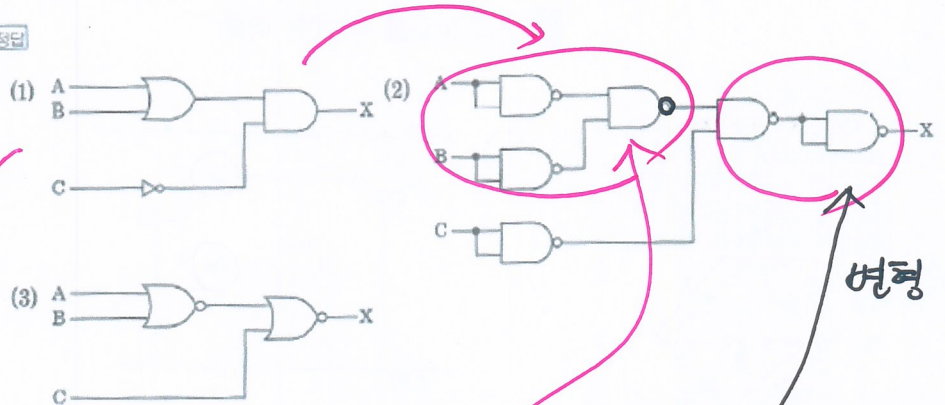
다음은 어느 계전기 회로의 논리식이다. 이 논리식을 이용하여 다음 각 물음에 답하시오. 단, 여기에서 A, B, C는 입력이고, X는 출력이다.

【논리식】

$$X = (A+B) \cdot \bar{C}$$

- (1) 이 논리식을 로직을 이용한 시퀀스도(논리회로)로 나타내시오.
- (2) 물음 (1)에서 로직 시퀀스로도 표현된 것을 2입력 NAND gate만으로 등가 변환하시오.
- (3) 물음 (2)에서 로직 시퀀스로도 표현된 것을 2입력 NOR gate만으로 등가 변환하시오.

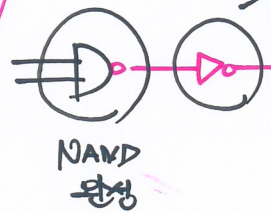
정답



(1) → (2)



$$\begin{aligned}
 A+B &= \overline{\overline{A+B}} = \overline{A \cdot B}
 \end{aligned}$$



(1) → (3)

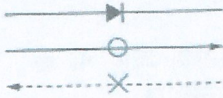


$$\begin{aligned}
 A \cdot B &= \overline{\overline{A \cdot B}} = \overline{\overline{A} + \overline{B}}
 \end{aligned}$$

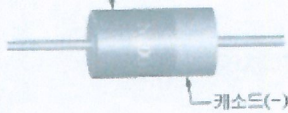
1.1.24. 다이오드

이해하기

다이오드의 기호 및 전류의 방향

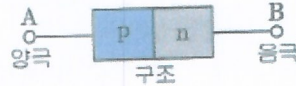


■ 다이오드 구성요소
애노드(+)



1 다이오드의 특성

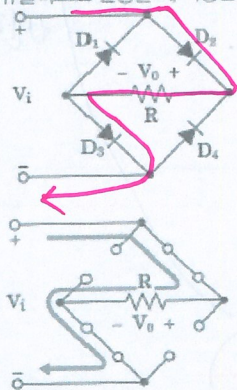
- ① 다이오드는 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 정류 작용을 한다.
- ② 교류를 직류로 정류하는데 사용되는 정류 다이오드, 전압조정용과 스위치용으로 사용되는 제너다이오드, 펄스발생용 다이오드, 전기에너지를 빛에너지로 변환시키는 LED(Light Emitting Diode) 등이 있다.
- ③ P-N접합 다이오드 : n형 반도체와 p형 반도체를 접합하여 만든 것으로, 한쪽 방향으로만 전류를 흐르게 한다. 회로에서는 스위치 작용도 할 수 있다.



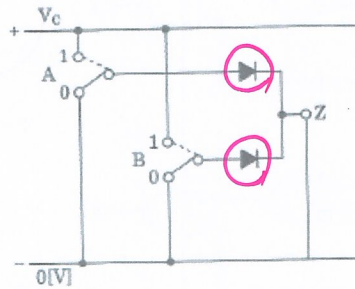
다이오드의 구조와 기호

■ 참고

브릿지 다이오드
4개의 다이오드를 연결한 브릿지 회로로서 어떤 극성 전압이 입력되더라도 동일한 전압을 출력한다. 일반적으로 교류입력을 직류출력으로 변경할 때 사용한다.

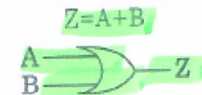


2 다이오드를 이용한 회로



A를 1로 이동시 출력 0
B를 1로 이동시 출력 0
A, B를 1로 이동시 출력 0 } OR 회로

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

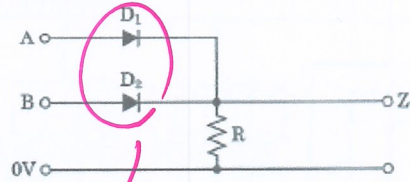


1.1.25. 다이오드 실전문제

시퀀스 28

필수문제

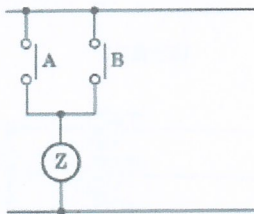
무접점 릴레이 회로가 그림과 같을 때 출력 Z 값을 구하고 이것의 전자 릴레이(유접점)회로와 논리회로를 그리시오.



정답

① 출력값 : $Z = A + B$

② 유접점회로



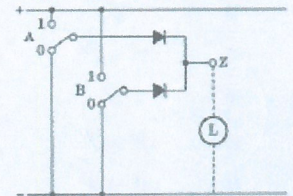
③ 무접점 회로



이해하기

다이오드의 방향이 입력측일 경우 직렬(AND)회로, 출력측일 경우 병렬(OR)회로이다.

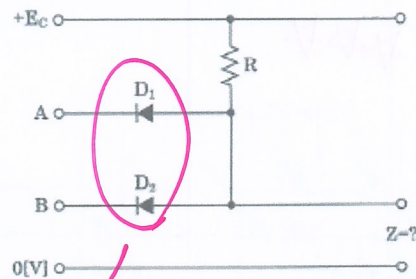
■ 일반적인 다이오드 회로



시퀀스 29

필수문제

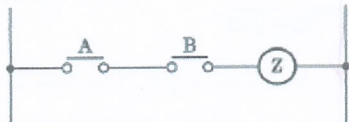
그림과 같은 무접점 릴레이 회로의 출력식 Z를 구하고, 이것을 전자 릴레이 이 회로로 바꾸어 그리시오.



정답

• 출력식 : $Z = A \cdot B$

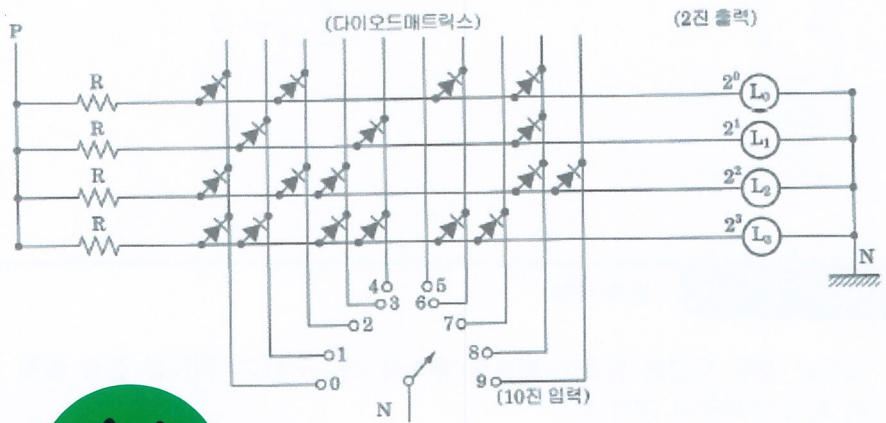
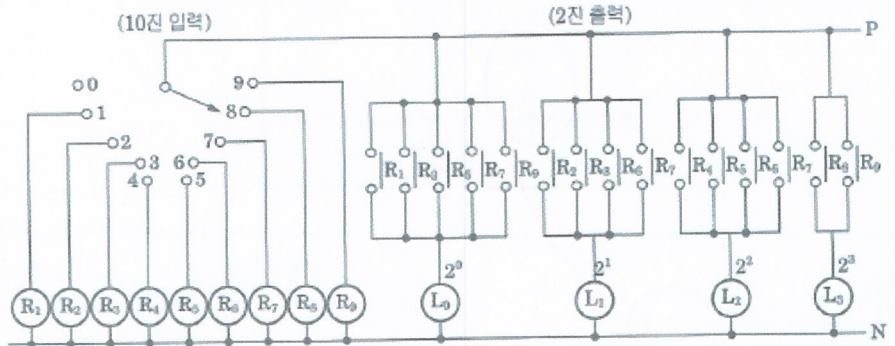
• 전자 릴레이 회로



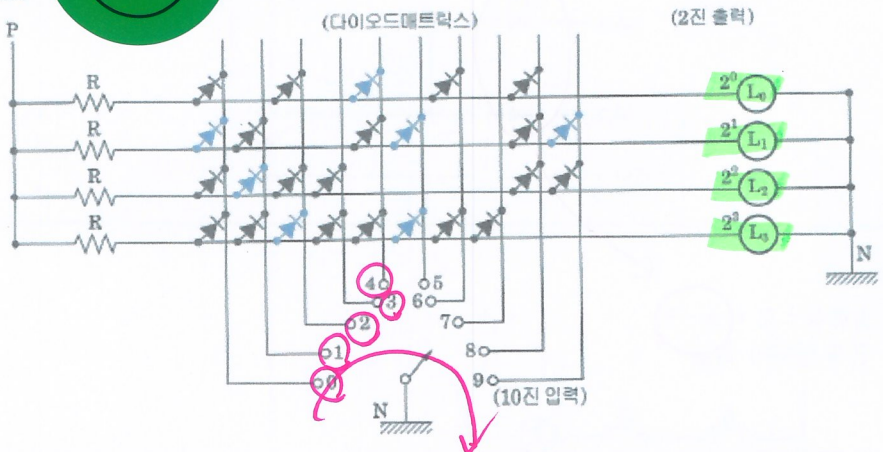
1.1.26. 다이오드를 이용한 2진법 회로

시퀀스 30 필수문제

그림과 같은 전자 릴레이 회로를 미완성 다이오드매트릭스 회로에 다이오드를 추가시켜 다이오드매트릭스로 바꾸어 그리시오.



정답



이해하기

① 10진법을 2진법으로 변환

10진법	2진법
1	2^0
2	2^1
3	$2^1 + 2^0$
4	2^2
5	$2^2 + 2^0$
6	$2^2 + 2^1$
7	$2^2 + 2^1 + 2^0$
8	2^3
9	$2^3 + 2^0$

10진 입력의 출력은 2^0 이 되어야 한다. 그러므로 셀렉트 스위치가 1을 가리킬 때 L_0 만 점등된다. 이러한 방식으로 10진 입력 9의 출력은 $2^3 + 2^0$ 이 되어야 하므로 L_0, L_3 가 점등된다.

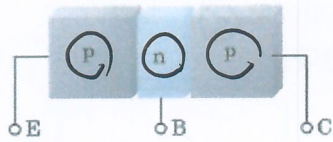
② 주어진 도표를 활용
전자 릴레이 회로를 보면 셀렉트 스위치가 1을 가리킬 때 R_1 이 여자되어 $R_1 - a$ 접점이 동작하여 L_0 만 점등이 된다. 이러한 방식으로 스위치 위치와 여자되는 회로를 찾아보면 점등하는 램프를 찾을 수 있다.

1.1.27. 트랜지스터

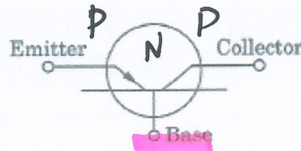
1 트랜지스터의 종류 및 구조

(1) PNP형

PNP 트랜지스터는 Emitter, Collector가 P형 반도체 물질로 구성되어 있고 Base는 N형 반도체 물질로 구성 되어 있다.



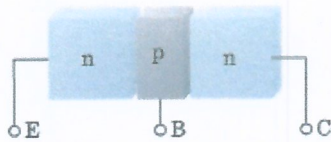
PNP 트랜지스터 구조



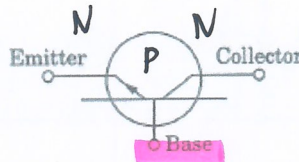
회로기호

(2) NPN형

PNP형과 반대의 구조를 가지고 있다.

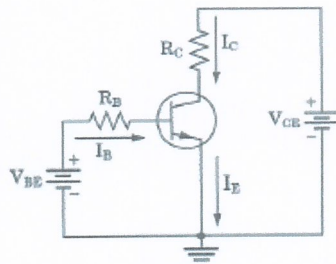


NPN 트랜지스터 구조



회로기호

2 트랜지스터를 이용한 회로



■ 트랜지스터회로의 전류 방향

- ① 트랜지스터의 기호에서 화살표의 방향이 에미터 전류의 방향이다.
- ② $I_E = I_C + I_B$
- ③ I_B 는 I_E 와 I_C 에 비해서 매우 적다.

■ 참고

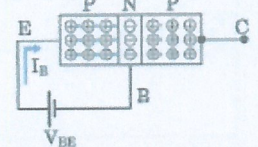
트랜지스터는 기본적으로는 전류를 증폭할 수 있는 부품이다. 하지만 디지털 회로에서는 ON, OFF의 2차 신호를 취급하기 때문에 트랜지스터의 증폭 특성에 대한 차이는 상관없다.

■ 참고

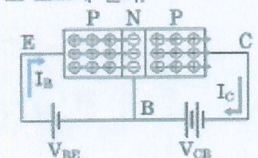
트랜지스터 동작원리

(PNP 기준)

에미터와 베이스 사이에 순방향 전압을 인가하면 PN접합에서 순방향 전압을 인가한 것처럼 에미터에서 베이스 쪽으로 정공이 이동하면서 전류가 흐르게 된다.



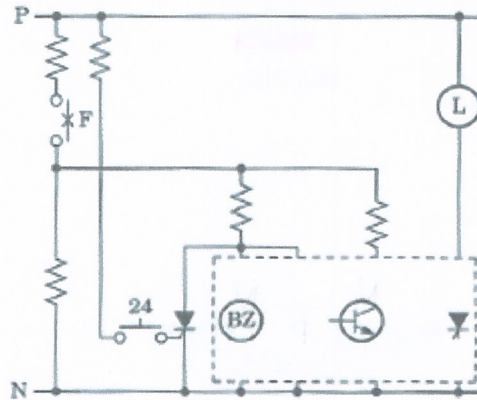
컬렉터와 베이스 사이에 더 높은 역방향 전압을 인가하게 되면, 에미터에서 베이스 쪽으로 흐르던 정공의 대부분이 컬렉터 쪽의 높은 전압에 의해서 컬렉터 쪽으로 이동하고 소수의 정공만이 베이스 쪽으로 이동하게 된다. 결국 대부분의 전류는 컬렉터 쪽으로 흐르게 된다.



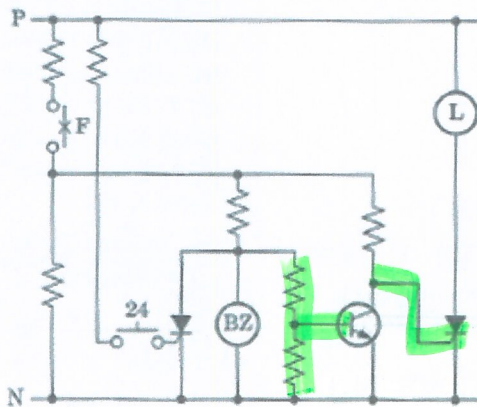
시퀀스 31

필수문제

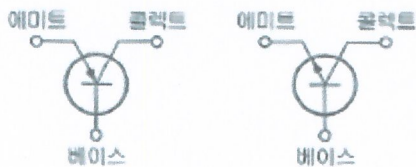
그림에서 고장 표시 접점 F가 닫혀 있을 때는 부저 BZ가 울리나 표시등 L은 켜지지 않으며, 스위치 24에 의하여 벨이 멈추는 동시에 표시등 L이 켜지도록 SCR의 게이트와 스위치 등을 접속하여 회로를 완성하시오. 또한 회로 작성에 필요한 저항이 있으면 그것도 삽입하여 도면을 완성하도록 하시오. (단, 트랜지스터는 NPN 트랜지스터이며, SCR은 P게이트형을 사용한다.)



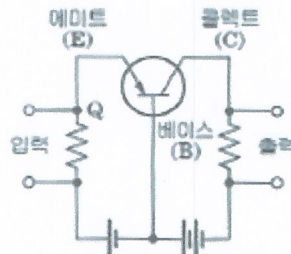
정답



참고



(a) 기호



(b) 전기회로