

實 務 講 座

船舶의 自動化와 無接點 시켄스制御

釜山水産大學 朴 正 后

— 차 례 —

1. 서 론
2. 릴레이의 基本動作 특성
3. 릴레이의 용도와 역할
4. 無接點릴레이의 필요성
5. 無接點릴레이의 종류
6. 트랜지스터 릴레이의 특성
7. 반도체소자
8. 반도체의 회로부품
9. 트랜지스터의 스위칭동작
10. 전자릴레이와 차이점
11. 트랜지스터 릴레이의 기본회로
12. 논리신호
13. 트랜지스터 제어릴레이의 소자와 종류
14. 논리소자
15. 기억소자
16. 시간소자

1. 서 론

지금부터 30여년전에 트랜지스터의 動作原理가 발견되고 부터 반도체 응용기술의 급속한 발전으로 현재에는 그당시 예상도 할 수 없었던 “에レクト로닉스” 시대를 맞고있다. 반도체 응용기술은 各種工業의 生産設備관계, 혹은발전소, 船舶등의 전력공급설비관계등의 電力工業의 기술분야에도 크다란 변혁을 초래하였으며, 예로써 電磁기계식 릴레이 대신에 반도체 두점점 릴레이의 적용, 전자계산기에 의한 제어등, 특히 제어장치의 半導體化가 넓게 행하여지고 있으며 制御機能의 高精度化, 高信賴度化등의 면에서 큰 효과를 발휘하고 있다.

本誌에서는 각종의 반도체 응용기술중에서 전기제어장치를 만들때 없어서는 안될 가장 중요한 소자로서 최근 널리 사용되고 있는 트랜지스터형 無接點릴레이에 대하여 종래의 電磁機械式有接點릴레이와 비교하면서 그原理, 특징, 종류, 적용방법등을 가능한 한 이해하기 쉽게 논해 보려고 생각한다.

2. 릴레이의 기본동작특성 (電磁릴레이의 동작)

종래의 電磁기계식 有接點릴레이(이하 전자릴레이)에도 그 용도에 따라서 여러가지의 특성, 구조를 가지고 있으나 지금 그림1에 나타나 있는것과 같은

가장 간단한 원리적인 구조를 가진 전자릴레이에 대하여 그 동작특성을 생각해코자.

그림1에서 알 수 있는바와 같이 전자릴레이는 전기적인 입력을 電磁작용에 의해서 기계적인 힘으로 변화하는 부분(일반적으로 電磁石)과, 이힘에 의해서 조작되는 接點으로 구성되어 있다. 즉 그림1에서 릴레이의 입력단자 E_1, E_2 에 입력을 가하면, 코일, 철심, 아마추어에 의해 입력에 따른 흡인력이 아마추어에 생기고, 이 흡인력이 복귀스프링에 의한 복귀력보다 크게되면, 아마추어는 철심에 흡인되고, 접점

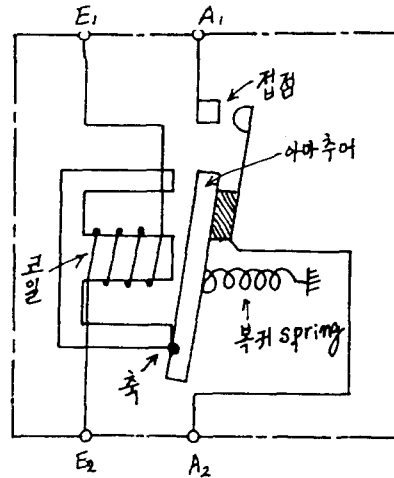


그림 1. 전자릴레이의 기본원리도

이 단하고 이것에 따라 出力端子 A_1, A_2 사이의 전기저항이 ∞ 에서 0로 변화 한다는것을 알 수 있다.

이 동작은 모든 전자릴레이에 공통인 기본동작으로써, 이 동작특성을 코일, 철심, 접점등의 릴레이 내부의 구체적인 구조를 생각치 않고, 릴레이 외부에서, 그 입력단자와 출력단자사이의 전기적인 관계만을 생각하면

“릴레이는, 입력단자 E_1, E_2 사이에 動作値(I_0)보다 큰 전기입력신호를 가하면, 출력단자 A_1, A_2 사이의 저항치가 0로되고 (이것을 ON상태라고 한다) 또 복귀치(I_R) 이하로 입력을 감하면 출력단자 사이의 저항치가 ∞ 로 변화하는(이것을 OFF 상태라한다), 입력치에 따라서, 출력단자 사이의 저항치가 급변하는 可變抵抗素子”라고 나타낼 수 있다.

이 릴레이를 실제의 전기회로에 사용할때에는, 입력단자(코일)에는, 입력신호(制御信號)를 가하고 또 출력단자에는(접점) 제어하려고 하는 부하를 접속한다.

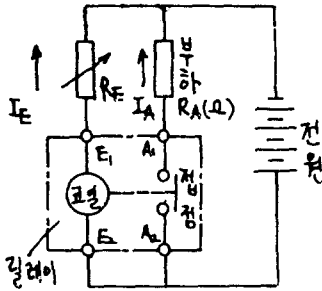


그림 2. 전자릴레이의 동작원리도

지금 그림2와 같이, 출력단자에는 부하저항 R_A [E]와 전원 $E[V]$ 를 또 입력단자에는, 입력전류 I_E 를 흘릴수 있도록 가변저항 R_E 를 접속하고, 입력전류(코일전류) I_E 를 변화할때의 출력전류부(하전류) I_A 의 변화를 보면 그림3과 같이 된다. 즉 입력전류 I_E 가 릴레이의 동작전류치 I_0 보다 크게되면, 접점이 단하고, 출력단자 사이가 $0(\Omega)$ 로 되어 부하저항치 R_A 와 전원전압 E 에 의해서 정해지는 출력전류(부하전류) $I_A(=E/R_A)$ 가 흐른다 (ON 상태). 또 I_E 가 릴레이의 복귀전류치 I_R 보다 작게되면, 릴레이의 접점이 열리고, 출력단자사이의 저항이 ∞ 로되어 출력전류 $I_A=0$ 로 된다. (OFF 상태)

즉 릴레이는 그 입력신호 I_E 의 값에 따라서, 출력전류(부하전류) I_A 를 $I_A=0$ (OFF)

및 $I_A=E/R_A$ (ON)

의 값으로 되는 명확한 2개의 상태로 제어하는 素子

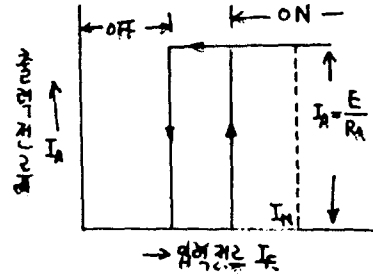


그림 3. 전자릴레이 입력전류 I_E 와 출력전류 I_A 와의 관계

라고도 말할 수 있다. 일반적인 사용방법으로서는, 입력신호 I_E 도 그림2의 가변저항 R_E 의 대신에 다른 開閉器, 릴레이등의 접점을 이용해서 그 ON, OFF에 의해

$I_E=0$

및 $I_E=I_N$ (I_N 은 코일의 정격입력치)

의 2가지의 값으로 사용하는 때가 많다.

이상의 설명으로 알 수 있는 바와같이 지금까지 우리들은 릴레이라던 곧 코일, 철심, 접점등으로써 구성될 기계적인 구성부분을 가진 제어용기구를 사용하여 왔고 릴레이를 사용할때는 “입력신호에따라, 출력단자사이의 저항치를 $0(\Omega)$ 과 $\infty(\Omega)$ 으로 임의로 변화시킬 수 있다는 전기적특성”을 이용하고 있는것 뿐이며 이것은 有接點, 無接點에 관계없는 릴레이의 기본특성이고, 전자릴레이의 코일, 철심, 접점은 이 특성을 얻기위한 하나의 수단에 지나지 않으며 또 접점등의 기계적방법을 사용하지않고, 이 특성을 구체화한 것이 無接點릴레이이다. 여기서 논한것은 아주 간단하지만, 트랜지스터 릴레이를 이해하기 위해서는 아주 중요한 지식이라고 말할 수 있다.

3. 릴레이의 用途와 역할

前項에서는 종래의 전자릴레이를 예들들어 설명하였으나 여기서는 이와같은 전기특성을 가진 릴레이가 어떠한 용도와, 목적으로써 실제의 제어회로에 사용되는가를 알아 보기로 한다.

Relay(릴레이)라는 영어는 릴레이경주라는 말에서 쉽게 알 수 있듯이 전기신호를 중계하는 기구라고 할 수 있다.

그러나 릴레이를 실제 사용하는 때에는 간단히 전기신호를 중계하는것만 아니고 릴레이의 특징인 전기신호의 검출, 변환, 증폭등의 기능을 이용해서 여

러 목적에 사용되고 또 그 용도에 따라서 릴레이는 아주 많은 종류가 있으나 대별하면 제어용 릴레이와 보호용 릴레이를 나눌수 있다.

(1) 제어용 릴레이

주로 제어회로를 구성하기 위한 릴레이로서 일반적으로 스위치, 검출용 릴레이등에서 입력신호를 받아

입력이 없으면.....OFF

입력이 있으면.....ON

의 ON-OFF 신호로써 사용하고 있다. 그 사용목적은

- a. 입력신호에 대한 출력신호수의 증가
- b. 입력신호의 변환
- c. 입력신호 전력(전류, 전압)의 증폭
- d. 입력신호회로와 출력신호회로 사이의 절연
- e. 입력신호와 출력신호와의 사이에 시간늦음을 부가

등이 있고, 전산릴레이로서는 a~d를 주목적으로한 릴레이를 보조릴레이, e를 주목적으로한 릴레이를 限時릴레이라고 부르고있다.

보조 릴레이를 그림2에 나타낸것과 같이 그 원리는 입력회로(코일) 1개에 대하여 1개의 출력만 가진 것이 아니고 실제에는 몇개인가의 출력회로를 가지고 구성되어 있는것이 보통이며 또한 그림4와 같이

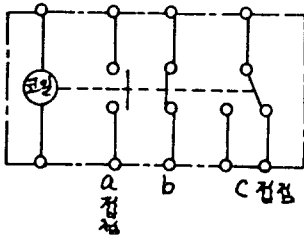


그림 4. 보조릴레이의 구성의 한예

그 출력회로도, 입력이 가해져서 릴레이가 동작할때 ON으로 되는점점(a점점이라 부른다) 외에, 역으로 OFF로 되는 점점(b점점이라 부른다), 혹은 ON, OFF로 교체하는 점점(c점점이라 부른다)등, 여러가지 점점이 용도에따라 조합되어있다. 그림5는 그림4에 나타난 보조릴레이를 이용한 제어회로의 간단한 하나의 예로 릴레이에 입력을 가하면 외부점점S가 열린 상태에서는 릴레이는 동작하지 않고 램프L1, L3는 점등하지 않으나 L2, L4는 역으로 점등하고 있다. 그리고 S를 닫으면 릴레이가 동작하고 L2, L3가

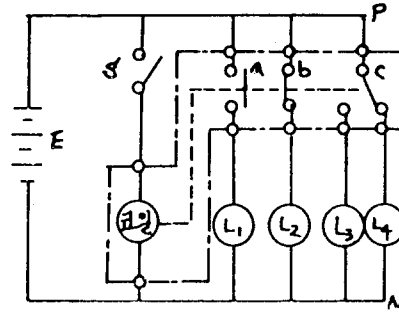


그림 5. 보조릴레이의 사용예

소등함을 알 수 있다. 즉 릴레이를 이용함으로써 S에 의해 릴레이코일의 1개의 입력신호에 따라 4개의 램프 L1~L4가 제어되며(출력신호수의 증가및 입력신호의 증폭) 또 램프 L2와 L4는 입력신호가 가해지면 릴레이의 출력신호는 없어지며 역으로 소등하는(입력신호의 변환, 반전)것을 알 수 있다.

그림6의 제어용 릴레이로서는 입력신호, 출력신호 상호간의 절연되어 있기 때문에 이종(異種)의 릴레이 상호간의 출력회로를 자유로이 접속해서 사용할 수 있는 특징을 살려 여러가지의 조합조건을 임의로 만들 수 있는 간단한 예이며 이것이 릴레이를 사용한 제어회로의 기본이 된다고 말할 수 있다.

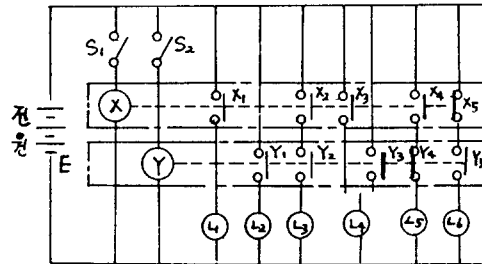


그림 6. 2개의 보조릴레이를 사용한 회로예

즉 그림 6는 2개의 외부입력신호점점 S1, S2로써 각각 제어되는 2개의 릴레이 X, Y의 점점 X1~X5 및 Y1~Y5를 상호조합하여 램프 L1~L6를 선택

표1. 입력스위치 S1, S2의 상태와 램프 L1~L6의 점멸상태와의 관계

입력스위치상태		램프의 점멸상태					
S ₁	S ₂	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
OFF	OFF	×	×	×	×	×	×
ON	OFF	○	×	×	○	○	×
OFF	ON	×	○	×	○	×	○
ON	ON	○	○	○	○	×	×

제어하는 회로를 나타내고, 또 이 제어회로의 외부 입력스위치 S_1, S_2 의 ON, OFF상태에 대한 램프의 점멸상태와의 관계를 표로 나타내면 표1와 같이 된다. 특히 여기서 주의할것은 램프 L_1, L_2 는 각각 S_1, S_2 의 ON, OFF의 상태에 추종해서 그대로 제어되지만 $L_3 \sim L_6$ 는 X릴레이, Y릴레이의 출력(접점)을 직렬이나 병렬로 상호접속된것에 의해 2개의 입력 S_1, S_2 의 ON, OFF 상태의 조합에 의해서 정해지는 새로운 다수의 출력상태(제어지령)가 얻어지고 있으며, 2개이상의 릴레이의 출력(접점)을 임의로 조합하여 제어목적에 알맞은 입력신호를 조합하여 새로운 출력을 얻을수 있는 것이 또한 릴레이의 큰 장점이므로 릴레이가 없어서는 안될 중요한 소자로 되어있는 것이다. 그림7은 보조릴레이의 한예를 나타내고 있다.

릴레이 제어회로를 구성하는 경우 이상에서 설명한 보조릴레이와 함께 중요한 소자로서 한시(限時)

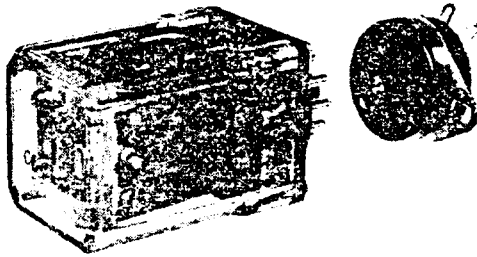


그림 7. 보조릴레이의 외관

(2) 보호용 릴레이

주로 전력기기설비(발전기, 변압기, 전동기, 전력선등)에 생기는 단락, 과부하등의 異常상태를 검출해서 피해를 최소한으로 하는 것을 목적으로한 릴레이이므로, 정상상태와 이상상태를 전압, 전류, 전력등의 전기량 또는 압력, 회전수, 온도등의 물리량의 변화를 판별해서 미리 정해진 동작설정치에서 입력이 증대하거나 감소하는 때에 접점에 의한 출력신호를 내는 릴레이이고 먼저 말한 제어용 릴레이와는 입력코일, 출력접점을 가지고 있는점은 동일하나 제어용 릴레이가 일반적으로 입력신호로써 입력이 없는 경우 또는 정격입력치가 있는 경우의 아주 뚜렷한 입력이 사용되는 데 비하여 보호릴레이는 동작치 限界의 입력치로써 정확하고 뚜렷한 출력신호를 낼 필요가 있으며, 감도가 좋은 검출능력을 요구하는 것 및 검출대상으로 하는 전기량도, 전압, 전류, 방향(전압에 대한 전류방향), 전류등의 목적에 따라 아

린레이가 있다.

한시릴레이는, 릴레이에 입력이 가해지거나 제거되어 출력(접점)이 ON 또는 OFF 하기까지의 사이에 시간적인 늦음이 있도록 한것으로써 그 시간특성으로써는, 동작하는데에 시간늦음이 있는것(限時動作, 瞬時復歸), 복귀한 때에 시간늦음이 있는것(瞬時動作, 限時復歸) 혹은 동작, 복귀 양방향함께 모두 시간늦음이 있는것(限時動作, 限時復歸)등이 있고 접점도 시간늦음의 후에 닫히는것, 열리는것등 여러가지의 형식이 있다. 또 시간늦음을 얻는 방법에 따라서 時計式, 電動機式, 電氣式(콘덴서의 충전 전시간을 이용)등, 필요로 하는 늦음시간의 장단에 의한 각종의 원리가 이용되고 있다. 그림8은 限時릴레이의 예를 나타내고 있다.

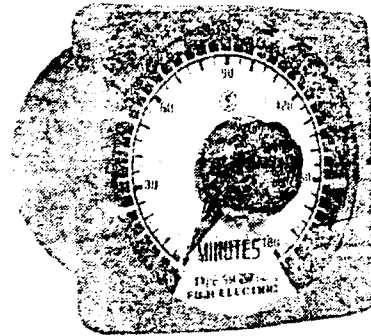


그림 8. 한시릴레이의 외관

주 여러 종류의 원리, 특성, 구조등의 릴레이가 제작되고 있다.

4. 無接点릴레이의 必要性

앞에서 설명한 바와같이 제어장치를 구성하기 위한 基本素子로써 과거부터 현재까지 사용되고 있는 電磁式有接点릴레이는

(a) 1개의 입력에 의해서 다수의 출력회로를 동시에 제어할 수 있고 특히 출력회로 상호간 및 입력회로가 전기적으로 절연되어 있다.

(b) 과대입력, 과부하에 대한 여유가 비교적 크다

(c) 출력용량이 크고 고전압, 대전류의 제어가 가능한 릴레이의 제작이 용이하다.

(d) 동작상태가 눈으로 직접 확인 되기 때문에 점검이 용이하다.

(e) 비교적 가격이 저렴하다.

등, 몇개의 특징을 갖고 있으며 기계적인 접점을 이

용하는 우수한 제어용 소자 이므로 릴레이식 제어장치는 전기제어기술의 다방면의 분야에서 아주 중요한 역할을 할 수 있는 것이다.

그러나 최근에 각종설비에 대한 자동화 省力化의 필요가 높게 됨에 따라서 제어장치의 적용범위가 점점 넓게되고 규모도 크게 됨에 따라 더욱 높은 제어기능(예로써 고속도동작, 고빈도동작 등), 신뢰도수준, 혹은 경제성(예로써 소형, 저가격)등이 요구되어 종래의 전자릴레이는

(a) 동작에 따른 기계적마모, 접점의 마모 때문에 동작수명에 한계가 있다.

(b) 먼지, 부식성가스등 주위 조건에 의해 수명, 신뢰도가 크게 영향을 받게 된다.

(c) 제어에 필요한 입력용이 비교적 크다.

(d) 응답속도가 느리다.

(e) 소형화에 한계가 있다.

등의 기계적 가동부분을 가지고 있기 때문에 나타나는 결점때문에 현재에는 장치에서의 요구를 만족시킬 수 없는 때가 자주 발생하고 있고, 이와같은 한계를 해결하기 위하여 기계적가동기구 및 접점을 가지고있지않은 정지형 무점접릴레이가 없어서는 안될 소자로 되고 있다.

5. 무점접릴레이의 종류

무점접릴레이는 반드시 트랜지스터를 사용하지 않더라도 진공관, 자기증폭기등의 증폭기능을 가진 소자를 사용하면 용이하게 구성할 수 있다. 현재 전력 및 공업관계의 제어장치의 무점접화가 특히 요구되고 있고, 20여년전에는 무점접릴레이라면 자기증폭기가 주로 이용되었다. 그러나

(a) 진공관은 필라멘트를 가지고 있으므로 수명에 한계가 있고 비교적 큰 용량의 필라멘트용 전원이 필요하므로 발열 등의 점에서 소형화가 곤란하다.

(b) 자기증폭기는 일반적으로 안정된 교류전원을 필요로 하고, 동작속도가 낮고 소형화에 한계가 있다. 등의 무점접화에 의해 기대했던 효과에대해서 불충분한점을 갖고있고 현재에는 고속도동작, 고감도, 소형등의 점에서 다른 원리에서는 얻을 수 없는 특징을 가진 트랜지스터를 이용한 트랜지스터 무점접릴레이가 주류를 이루고 있다.

6. 트랜지스터 릴레이의 특징

앞에서 설명한 바와같이 트랜지스터 릴레이는 無接

표2. 트랜지스터 릴레이의 장점

	트랜지스터 릴레이	電磁式 릴레이
1	동작속도가 빠르다. 트랜지스터 자체는 전자릴레이의 萬倍이상의 동작속도(數 μ s)를 가지고있다.	동작속도에 한도가 있다. 일반적으로 數[ms(~10[ms])의 동작속도를 갖고 있다.
2	고빈도사용에 전디며 壽命이 길다. 무점접, 가동기구가 없으므로, 수명은 반영구적이고 고속도 동작 및 고빈도 사용이 가능하다.	접점의 개폐수명(전기적수명), 구조부의마모, 피로수명(기계적 수명)에 한계가 있어 10만회~1000만회가 한도로 된다.
3	먼지, 부식성가스 중에서도 사용 할 수 있다.	접점외의 다른 부분의 마모가 심하고 접점접촉 불량사고로 사용할 수 없는 때가 많다.
4	폭발성가스, 분진중에서도 안전하게 사용할 수 있다.	접점의 개폐에 따른 아크의 발생으로 화재 유발의 위험이 있다.
5	耐振性, 耐衝擊性이 있다. 기계적가동부가 없으므로, 진동충격에 의한 오동작의 걱정이 없다.	가동부 때문에 耐振性, 耐衝擊性에 한도가 있다.
6	릴레이의 동작에 의한 動作音, 진동이 없다.	動作音, 진동이 생기기 쉽다.
7	高感度, 動作入力이 적다. 動作所要入力 約 5~10mW	비교적 큰 제어입력이 필요하다. 動作所要入力 約 0.5~5W
8	소형, 경량(輕量)이므로 제어장치가 소형으로 구성되고 설치장소 면적이 적고, 보수점검이 쉽다.	소형화에 한도가 있다.

點 可動部分을 갖고있지 않다는 장점 외에 動作速度가 빠르다. 動作에 필요한 入力이 적고(高感度), 外形이 작다 등의 전자릴레이로서는 실현할 수 없는 많은 장점을 갖고 있는데, 전자릴레이와 일반적인 비교를 하면 표2와 같다.

7. 반도체소자

본 장에서는 트랜지스터 릴레이 회로 및 동작을 이해하는데 필요한 트랜지스터를 구성하는 주된 전기 부품의 특징, 사용방법 및 사용목적에 대하여 간단히 논하기로 한다.

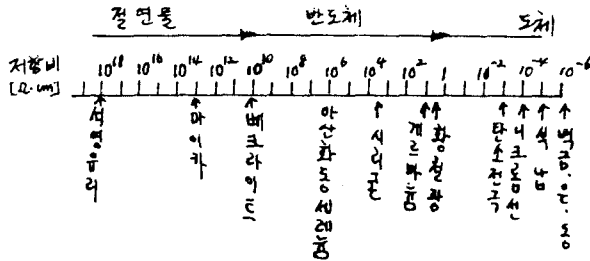


그림 9. 각종재료의 比抵抗

(1) 반도체

그림 9에 표시한 바와같이 각종의 재료중 전기저항이 아주 높고 전류가 흐르기 쉬운 “半導體”와 반대로 전기저항이 아주 높고, 전류가 흐르기 어려운 “絶緣特”과의 중간에 “半導體”라 부르는 재료가 있다. 현재 주로 사용되는 반도체의 대표적인 재료로서는 실리콘(Si), 게르마늄(Ge)이 있으며, 이 재료 그대로 쓰이는 일반적으로 저온에서는 비교적 높은 전기저항을 갖게되고, 이것에 열을 가하면 전기저항이 낮아지는 전기특성을 가지고 있으며 이와같은 순수한 반도체를 “眞性半導體”라 부른다.

오늘날의 반도체기술은, 高純度の 게르마늄, 실리콘등의 진성반도체에 다시 미량의 불순물 적당히 가해서 다른 전기특성을 갖는 2종류의 불순물반도체의 조합함에 따라 큰 특징이 있다.

P형반도체 : ⊕의電荷(이것을 正孔이라 부른다)가 잉여인 반도체

N형반도체 : ⊖의電荷(전자)가 잉여인 반도체

트랜지스터, 다이오드, 사이리스터등은 모두 P형 N형반도체의 조합에 의해서 만들어지고 있다.

(2) 다이오드 및 정전압다이오드

P형, N형반도체의 두종류의 불순물반도체의 가장 간단한 조합은 그림 10(a)에 표시한 조합으로 되어있고, 이 P형, N형반도체의 경계를 PN접합(PN junction)이라 부른다.

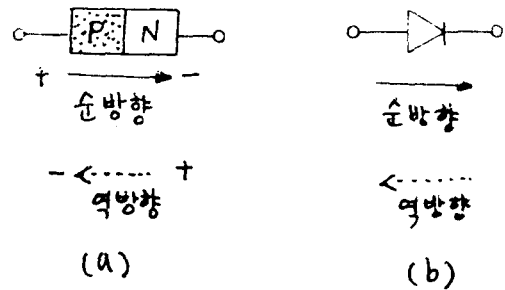


그림 10. PN접합과 다이오드의 표시기호

이 PN접합은

(a) P에서 N로의 방향에는 전류가 흐르기 쉽다
—順方向

(b) N에서 P로의 방향에는 전류가 흐르기 어렵다
—送方向

의 전기특성, 즉, 정류특성을 가지고 있으며, 따라서 PN접합을 1개의 다이오드(정류기)를 형성하는 것으로 되고, 그림10(b)에 일반적으로 사용되는 다이오드의 표시기호를 나타내었다.

다이오드의 대표적인 특성을 다이오드 양단에 가한 전압(순방향전압 V_F , 역방향전압 V_R)과 흐르는 전류(순방향전류 I_F , 역방향전류 I_R)로써 표시하면 그림11과 같이 된다.

이상적인 다이오드의 특성은 전기저항치가 순방향에 대해서는 0 (Ω), 역방향에 대해서는 ∞ (Ω)이고, 이것은 그림11의 위에서는 O와 [B]; O와 [-A]을 잇는 두직선으로 나타낼 수 있으나 실제의 다이오드는 순방향에 대해서는 약간의 순방향 전압강하(V_D)가 있고, 또 역방향에 대해서는 약간의 역방향누설 전류(I_L)가 존재하며, 다시 어떤값보다 큰 역방향전압을 가하면 역방향 누설전류가 아주 크게되는 점이 있다.

또 그림12에 나타낸것과 같이 역방향전압 V_R 가

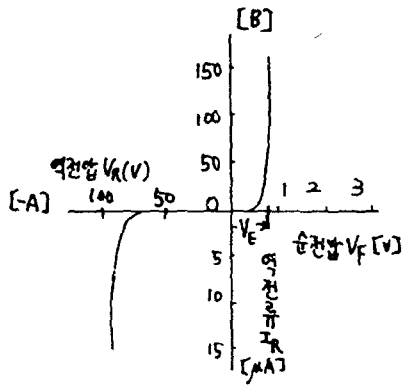


그림 11. 실리콘 다이오드의 특성

역방향전류 I_R 가 역방향전류 I_R 의 크기에 관계없이 일정한 특성을 가진 다이오드도 제작되어있는데, 이것을 정전압다이오드 또는 제너다이오드라 부르고, 일정한 전압을 얻는 목적에 자주 이용되고있다. 이 일정 역방향전압은 제너전압(V_Z)라 부르고, 목적에 따라 5~數10V의 것도 만들어지고 있다.

(3) 트랜지스터

트랜지스터를 구성할때 그 중심이되는 트랜지스터의 기본구성은 그림13에 나타낸 바와같이上記의 다

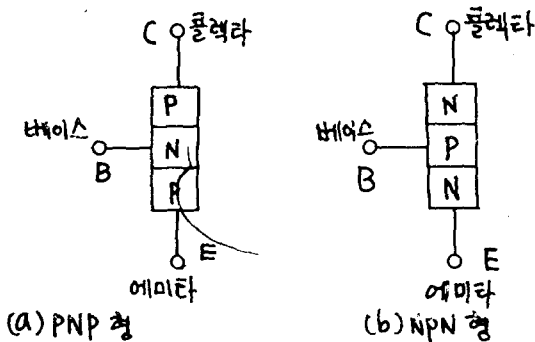


그림 13. 트랜지스터의 구성

이오드의 PN접합에 다시 1개의 PN접합을 역방향으로 조합시킨 것으로 조합방법에는

- PNP형
- NPN형

의 2가지 형식이 각각 PNP형 트랜지스터, NPN형 트랜지스터로 부르고 회로도로서는 그림14와 같이 나타내고 있다.

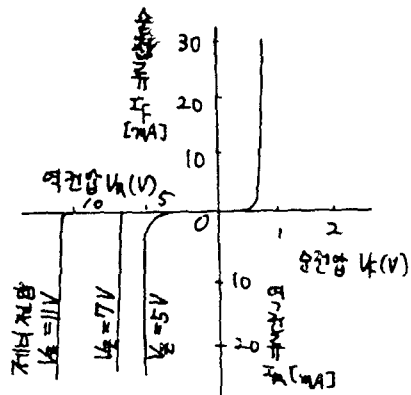


그림 12. 정전압 다이오드의 특성

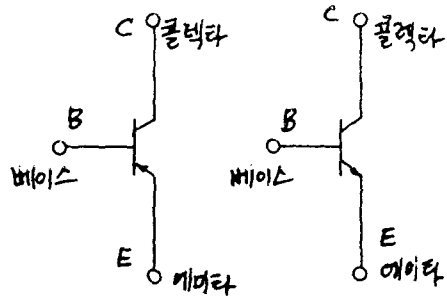


그림 14. 트랜지스터의 표시기호

트랜지스터의 기본동작은 그림15에 나타낸것과 같이 “에미터 E와 베이스 B와의 사이에 전류 I_B (베이스전류라 부른다)가 흐르면, 이 I_B 의 h_{FE} 배의 전류 $I_C = h_{FE} \cdot I_B$ 가 콜렉터 C에 흐른다.”

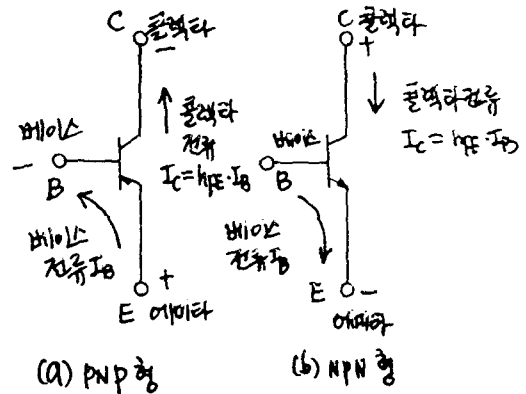


그림 15. 트랜지스터의 기본동작

라는 증폭특성을 갖고있다(I_C 를 콜렉터전류라 부른다). 이 h_{FE} (혹은 β 로써 나타내도 좋다)를 트랜지스터의 전류증폭율이라 부르고, 보통의 트랜지스터에서는 40~200정도의 값을 가지고 있다. 또 PNP와 NPN형 트랜지스터는 그림 15(a), (b)에서 알 수 있는 바와같이 사용할 경우는 전류의 흐름방향, 가하는 전압의 극성이 다른것 뿐이며 동작은 똑같다.

실제의 트랜지스터의 특성을 트랜지스터의 콜렉터-에미터간의 전압(V_{CE})과 콜렉터에 흐르는 전류(I_C)와의 관계를 베이스전류(I_B)를 파라메타로 해서 나타내면 그림 16과 같이 된다.

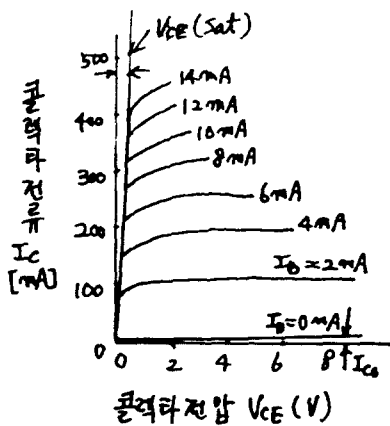


그림 16. 트랜지스터의 $V_{CE}-I_C$ 특성

그림 16은 베이스전류 $I_B=0$ 의 때는 콜렉터전류 I_C 는 흐르지 않는다(실제에는 극히 적은 누설전류 즉 콜렉터 차단전류 I_{CBO} 가 흐른다). 즉 콜렉터-에미터간은 아주 높은 저항치를 갖는다는것을 나타내고 있고, 또 베이스전류 I_B 를 흘리면, 콜렉터전류도 흐르기 시작하고, I_B 가 크게 되면 그만큼 I_C 전류도 증가하여 흐른다. 즉 콜렉터-에미터사이의 저항치가 적게되고, 충분히 큰 I_B 를 흘리면, 콜렉터-에미터간의 저항값이 0(Ω)으로 가깝게 되고, 전압강하가 0[V]가깝게 될(실제에는 콜렉터-에미터포화전압 $V_{CE(sat)}$ 가 남는다)을 나타내고 있다. 요컨대 트랜지스터는

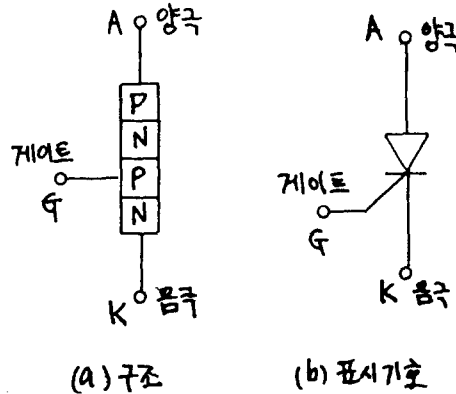
“베이스전류 I_B 에 따라서, 콜렉터-에미터간의 저항치를 거의 0에서 ∞ 가깝게 까지 크게 변화시킬 수 있는 가변저항소자”라고 할 수 있다. 이것은 앞에서 릴레이의 기본동작의 특성에서 논한 바와 같이 종래의 전자릴레이가 입력전류(코일전류)에 의해서, 출력단자사이(접점 단자사이)의 저항치가 0~ ∞ 로 변

화하는 가변소자라고 생각해서, 비교하면 전혀 동일한 목적에 사용할 수 있음을 의미한다.

트랜지스터에도 시리곤 트랜지스터와 게르마늄 트랜지스터가 있으나 일반적으로 前者에는 NPN형이 많고, 반대로 後者에는 PNP형이 많다.

(4) 사이리스터

사이리스터(SCR·실리콘제어정류기라 부른다)는 그림 17에 나타낸 것과 같이 PNPN의 조합으로써 구성된 반도체소자로서 그 동작은 보통의 시리곤다이오드의 순방향의 전기특성이 게이트전류에 의해서 제어되는 다이오드라고 생각할 수 있다. 그림 18의 사이리스터의 전압-전류특성에서 알 수 있는 바와같이 역방향의 특성은 시리곤다이오드와 같으나 순방향의 특성은 브레이크 오-바전압 V_{BO} 보다 낮은 순



(a) 구조 (b) 표시기호

그림 17. 사이리스터

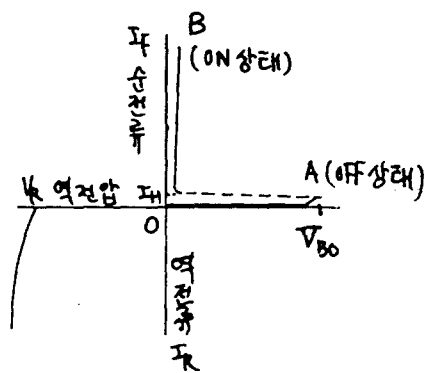


그림 18. 사이리스터의 특성

방향전압 V_F 를 가하는 것 만으로서는, 순방향에도 전류 I_F 는 흐르지 않고 0과 A를 잇는 특성(OFF 상태)을 가지며, 다음에 게이트G에서 음극K의 방향에 약간의 게이트전류 I_G 를 흘리면, 순방향특성이, 다이오드의 순방향과 동일한 낮은 저항치특성, 즉

그림의 O와 B을 잇는 특성(ON상태)으로 되고, 일단 ON 상태로 되면 保持電流 I_H 이상의 전류가 흐르고 있으면, 게이트전류 I_G 를 0으로 해도 전류가 계속해서 흐르는 특성을 가지고 있다. 즉 사이리스터는 “게이트전류 I_G 에 의해서 순방향의 저항치를 급격히 변화하는 것이 가능한 가변저항소자”라고 생각할 수 있다.

그러나 ON상태에서 OFF상태로의 제어는 게이트전류 I_G 로써는 행할 수 없고 다른 방법으로 전류를 保持電流 I_H 이하로 해야 할 필요가 있는 점이 트랜지스터와 크게 다른점이지만, 높은전압(數 100V까지), 큰전류(數 100A까지)의 회로를 작은 게이트전류 I_G 로써 직접 제어할 수 있는 특징을 갖고 있고, 트랜지스터 릴레이장치의 출력용소자로써 이용되는 때가 많다.

(5) 그외의 반도체소자

이상에서 논한 P형, N형 반도체의 조합에 의해 구성된 반도체소자 외에 트랜지스터 릴레이에 사용되고 있는 반도체소자로써는

서미스터 : 온도에 의해 전기저항값이 크게 변화하는 素子

바리스터 : 가해진 전압값에 의해 전기저항값이 크게 변화하는 素子

등이 있고, 트랜지스터의 릴레이회로 내부에서는 前者는 주로 온도특성의 보상용으로써, 또 後者는 과대입력, 서-지입력에 대한 보호용으로써 사용되는 때가 많다.

그림19, 그림20에는 각각의 대표적인 특성을 나타내었고 특히 서미스터에는 온도가 상승하면 저항치가 낮게되는 負의 온도계수를 가진 소자의외에 온도가 상승하면 저항치가 크게되는 正의 온도계수를 가진 소자도 제작되고 있다.

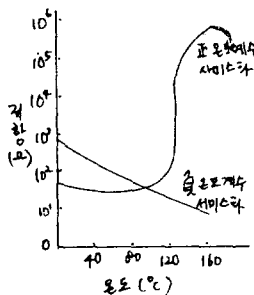


그림 19. 서미스터 온도-저항 특성

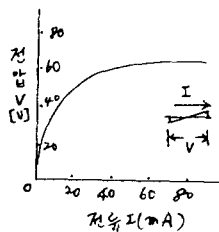


그림 20. 바리스터 전류-전압특성

8. 반도체외의 회로부품

트랜지스터 릴레이는 앞에서 논한 트랜지스터, 다이오드등의 반도체 부품이 주로 사용됨은 말할것도 없으나, 전기적인 회로인 이상 반도체이외의 전기회로부품도 없어서는 안될 중요한 부품이라 할 수 있다. 앞에서 논한 트랜지스터 내부회로의 설명에서도 알수있는 바와같이 주로 저항, 콘덴사등이 많이 사용되고 있다.

트랜지스터 릴레이의 사용목적이 릴레이의 신뢰도의 향상, 특성의 개선, 소형화등에 있는 이상, 장기간 사용에서도 특성이 안정되는가의 여부가 절대로 필요한 조건으로되고, 이때문에 새로운 부품도 여러가지 연구 개발되고 있다.

9. 트랜지스터의 스위칭동작

종래의 전자릴레이는 그 코일의 입력의 상태에 따라

점점의 閉路(ON); 점점간저항 $0[\Omega]$

점점의 開路(OFF); 점점간저항 $\infty[\Omega]$

의 2개의 다른상태를 가지는것(이것을 스위칭동작이라고 한다)과 같이 트랜지스터 릴레이에 있어서는 트랜지스터를 점점 대신 스위칭(開閉) 素子로서 사용하게 되며, 트랜지스터가 베이스전류의 有無에 따라서

베이스전류가 있을때 : 導通(ON)

베이스전류가 없을때 : 不導通(OFF)

의 2가지 상태로써, 트랜지스터의 에미터-콜렉터간의 저항치가 0에서 ∞ 가깝게까지 변화할 수 있는 기능을 가지고 있는게 큰 특징이다.

그림21(a)는 트랜지스터 스위칭회로로써 가장 일반적으로 사용되고 있는 에미터접지회로(에미터를 직접제어전원에 접속하고, 콜렉터측에 부하를 접속하는 사용방법)에 있어서 트랜지스터가 완전히 ON상태(도통상태)로 되는데 충분한 베이스전류 $I_B=1$ 을 흘렸을 경우이고 (b)는 $I_B=0$ (不도통상태)를 나타내고 있으며 각각 전자릴레이의 ON OFF경우와 비교하고 있다.

그림(c)는 이때의 트랜지스터의 콜렉터-에미터사에 가한 전압 V_{CE} 와 콜렉터에흐르는 전류 I_C 와의 관계를 나타내기 위해서 앞에서 논한 트랜지스터의 베이스 I_B 을 변수로한 $V_{CE}-I_C$ 특성에 콜렉터 부하저항특성인 직선을 기입한 것으로 도통상태, 즉 P점에서는 $I_C=V_P/R_L$ 이고 $V_{CE}=0$ 이며 한편 부도통상

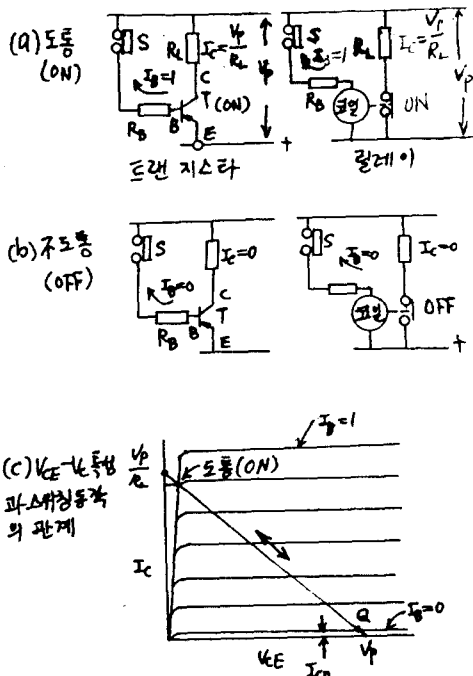


그림 21. 트랜지스터의 스위칭동작

때, 즉 Q점에서는 $V_{CE} \approx V_P$ 이고 $I_C \approx 0$ (실제에는 약간의 누설전류 즉 컬렉터 차단전류 I_{CO} 가 흐르고 있다)로 되고, 출력전류(부하전류) I_C 의 제어가, 베이스전류 I_B 에 의해 행하여짐을 알 수 있다.

10. 전자릴레이와 차이점

지금까지의 설명으로써 트랜지스터가 전자릴레이와 같은 용도에 사용할 수 있는것을 알 수 있었으나 주의해보면 다음과같은 차이점이 있다.

- (1) OFF상태의 출력전류(부하전류) I_C 는, 전자릴레이에서는 완전히 0로 되지만, 트랜지스터의 경우 근소하기는 하지만 누설전류 I_{CO} 가 존재한다.
- (2) 전자릴레이에서는 입력회로(코일)와 출력회로(점접)이 완전히 독립해서 절연되어있으나 트랜지스터에서는 입력회로와 출력회로가 에미터공통으로 접속되어 있다.
- (3) 전자릴레이에서는 보통 1개의 입력회로(코일)에 대해서, 數個의 독립된 출력회로(점접)을 가지지만, 트랜지스터에서는 입력회로 1개에 대해서, 출력회로도 1개이다.
- (4) 트랜지스터 릴레이는 트랜지스터가 가지고 있는 특성때문에, 직류 전용이라야 하고, 또 전원, 입

력신호등의 접속에 극성이 있는 有極릴레이이다.

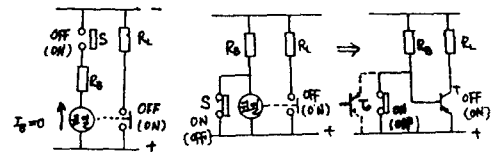
11. 트랜지스터 릴레이의 기본회로

그림21의 설명에서 트랜지스터 자체가 전자릴레이와 같은 스위칭기능을 가지고 있는것은 명백하지만 실제 사용하는 때에는 다스 전자릴레이와다른 회로방식이 사용된다. 그 이유는 전자릴레이와 상이점에서

(a) 트랜지스터는 입력, 출력회로가 에미터공통으로 되어있기 때문에 트랜지스터의입력(베이스-에미터간)회로에 신호를 가하는 앞의 段의 트랜지스터도 일반적으로 에미터접지회로로써 사용할 필요가 있고 따라서 제어입력신호를 그림21에서 나타낸 점접 "S"의 위치에 넣을 수가 없다.

(b) OFF ($I_B=0$)의 상태에 있어서 출력누설전류 I_{CO} 의 값을 가능한 한 적게하기 위하여 $I_B=0$ 의 때 베이스회로를 개방할 수 없다(즉 점접 S의 위치에서 베이스회로를 OFF로 할 수 없다).

등의 사용상의 제한이 있다. 따라서 실제에는 그림22의 (b), (c)에 나타낸것과같이 입력신호점접 S(또는 입력신호 트랜지스터 T_O 의 에미터-컬렉터)를 입력회로(코일 또는 베이스-에미터사이)에 병렬로 접속하는 "병렬제어" 방식이 표준적인 스위칭 기본제어방식으로 이용되고 있다.



(a) 일반전인 전자식 릴레이의 제어회로에 이용되고있는 직렬제어방식 (b) 전자식 릴레이의 제어회로에 있어서 병렬제어방식 (c) 트랜지스터 스위칭회로의 기본제어방식인 병렬제어방식

그림 22. 직렬제어방식과 병렬제어방식

이 방식에 있어서는 "입력신호가 ON이면(S가 閉) 입력이 단락(short)되고, 베이스전류는 흐르지 않고, 출력은 OFF(R_L 에 전류가 흐르지 않는 상태)로 되며, 입력이 OFF이면(S가 開) 입력전류가 흐르게 되고 출력은 ON으로 되어(R_L 에 전류가 흐름) 입력, 출력사이에서 신호의 反轉(입력이 ON이면 출력 OFF, 입력이 OFF이면 출력이 ON되는 성질)이 일어나게 된다." 이것에 주의할 필요가 있다.

그림22의 (c)의 회로에서는 트랜지스터 T 를 OFF 상태로 하기때문에 T 의 베이스-에미터간을 입력신

호에 따라서 간단히 단락시켜 버리는것 뿐이지만 실제에는 트랜지스터 스위칭 회로의 기본회로로서는 OFF의 상태를 다시 확실히 행하기 위하여 그림23에 나타낸 회로가 이용되고 있다.

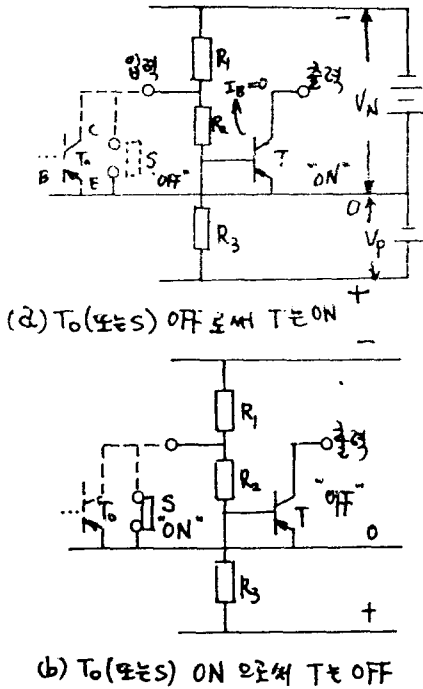


그림 23. 트랜지스터 스위칭 회로의 기본회로

즉 그림23(a), (b)에 나타낸것과 같이, 베이스저항(그림22의 R_B)을 R_1 과 R_2 로 분할해서 그 접속점과 전원의 0전위와의 사이에 입력신호(접점 S, 또는 트랜지스터 T_0 의 에미터-콜렉터)를 가한다.

따라서 그림23(a)의 상태(입력신호 OFF)에서는 저항 R_1 과 R_2 의 합의값을 충분한 베이스전류 I_B 에 흘릴수 있도록 선정해두면, 트랜지스터 T는 도통(ON)상태로 된다.

한편 카오프 바이어스용전원 V_P 는 트랜지스터 T의 不導通(OFF) 상태를 저항 R_B 와 함께 확실히 유지하기 위한 보조의 전원으로써 그림23(b)에서는 트랜지스터 T의 에미터-베이스 R_2 의 사이가 입력신호(S 또는 T_0)에 의해 단락되기 때문에, 베이스전류 $I_B=0$ 로 되고 T는 OFF상태로 되지만 다시 T의 베이스 B의 전위는 카오프바이어스전원전압 V_P 를 저항 R_2 , R_3 로써 분압시킨 값만큼, 에미터 E보다도 正電位로 바이어스시켜 주어서 $I_B=0$ 의상태 즉 OFF 상태가 다시 확실히 유지되도록 하고 있다.

12. 論理信號

有接點릴레이를 사용한 제어회로에 있어서도 혹은 無接點릴레이 제어회로에 있어서도 제어신호를 전달하는 기본신호로써

接點의 閉路(ON), 開路(OFF) 또는

트랜지스터의 도통(ON), 부도통(OFF)

등 2개의 상태를 하고있으나, 이것을 논리신호라고 말하며 각종의 제어소자의 입력·출력의 기능관계, 혹은 제어회로의 동작을 가능한 간단하게 표현하기 위하여 이것을 일반적으로 "1" "0"의 상태 혹은 1신호, 0신호로써 표시하고 있다. 여기서도 이 후의 제어용릴레이소자등의 동작설명에는 이것을 사용키로 한다. 즉

트랜지스터의 ON을 1신호

OFF을 0신호

로써 나타내기로 한다.

13. 트랜지스터 제어릴레이의 素子の 종류

지금까지의 설명으로써 트랜지스터가 전자릴레이와 동일한 스위칭소자로서 전기회로의 제어에 사용가능한 기능을 갖고 있다는것, 그러나 실제로 사용할때는 반도체의 특성으로, 예를들면 병렬제어방식 카오프 바이어스전원의 併用등)전자릴레이와는 다소 다른 방법도 도입된 기본회로에 따라서 구성시킬것 등이 명백하게 되었다. 그러나 이것을 이용하여 실제의 제어회로를 조합할 경우에는 다시 전자릴레이와는 다른 방식이 필요하게 된다.

즉, 종래의 전자릴레이는 보통 1개의 코일과 數個의 접점을 갖고있고 따라서 제어회로를 구성할 때는 용도에 따라 이와같은 접점을 자유롭게 병렬, 접속등임의로 조합시켜 제어목적에 맞는 조건의 회로를 만들 수가 있다. 그러나 트랜지스터의 경우에는 출력회로가 1개뿐 이라는 것, 더구나 입력회로와 출력회로의 一端이 에미터가 공통으로 되어있기 때문에 접점회로처럼 그 출력상호간을 자유롭게 접속할 수가 없다.

따라서 트랜지스터 릴레이를 이용해서 제어회로를 구성하는 때에는 보통 접점회로의 직렬, 병렬회로등에 상당하는 어떤 일정한 입력신호의 조건에 응해서 출력신호를 내는 각종의 기본적인 회로구성은 가진 소자(이들을 논리소자라 부른다)을 준비해서, 이들을 제어목적에 따라 선정, 조합시켜 제어회로를 구

성한다.

일반적으로 제어회로의 구성의 기본으로되는 소자는

- (a) 論理素子
- (b) 記憶素子
- (c) 時間素子

로 대별할 수 있고 그 대표적인 각종의 소자를 표3에 나타내었다. 이와같은 소자의 동작은 표 중의 유

점접회로와 동작설명에서 알 수 있는 것처럼 그 입력 조건과 출력과의 관계만으로써 생각해 보면 실제의 제어회로를 구성할때의 필요한 지식은 이들 소자내부의 구체적인 회로구성을 알 필요가 없고 외부의 입력·출력상호의 관련 기능만으로써 충분하게 된다.

단 트랜지스터의 회로동작을 이해하기위한 참고로써 이들 소자에 대하여 그내부회로의 구성에 및 그 동작등에 대하여 간단히 설명한다.

표 3. 무점접 릴레이 소자의 종류

명 칭	표 시 기 호	유 점 접 회 로	동 작
AND회로			입력단자 A, B, C의 모두에 입력이 가해질때만이 출력단자 Z에 출력이 나온다.
OR회로			입력단자 A, B, C중 적어도 1개이상의 입력이 가해지면 출력단자 Z에 출력이 나온다.
NOR회로			입력단자 A, B, C 적어도 1개이상 입력이 가해지면 출력단자 Z의 출력이 소멸하고, 모든 입력을 제거하면 출력이 나온다.
NAND회로			입력단자 A, B, C의 모든 입력을 가해졌을 경우에만 출력단자 Z의 출력이 소멸한다.
NOT회로			입력단자 A에 입력을 가하면 출력단자 Z출력을 소멸하고 입력을 제거하면 Z의 출력이 나온다.
FLIP. FLOP 회로			입력단자 A에 입력을 가하면 동작하고 출력단자 Z에 출력이 나오고, 동시에 출력단자 Y의 출력이 소멸하며 일단 동작후는 입력을 제거해도 동작상태를 유지하며, 복귀단자에 B입력을 가하면 처음상태로 복귀한다.

명칭	표시 기호	유점 접 회로	동작
TIME DELAY 회로			입력단자 A에 입력을 가한후 일정시간을 지난후 출력단자 Z에 출력이 나온다.
MONO STABLE 입력			입력단자 A에 압력을 가하면 입력이 가해진 시간에 관계없이 일정한 시간의 출력을 출력단자 Z에 내놓는다.
ASTABLE 회로			보통 출력단자 Z에 일정주기로써 斷續의 출력이 나온다.

14. 論理素子

(1) NOT素子

그림 24에 NOT素子の 회로에, 표시기호 및 진리치표(소자의 동작기능을 나타내기 위해 입력에 대한 출력의 관계를 1신호와 0신호를 이용해서 나타낸표)를 나타낸다.

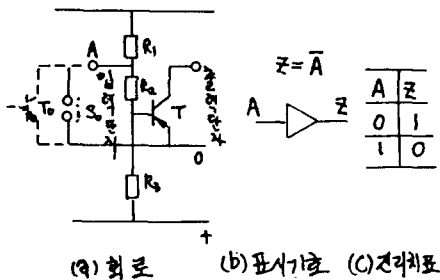


그림 24. NOT소자의 회로예와 기능

(2) AND素子

AND소자는 점접의 직렬접속에 상당하는 소자로서 모든 입력 단자에 입력신호를 가할때만 출력이 나온다.

내부회로의 구성은 그림 25(a)에 표시한 것과 같이 꼭 그림 23의 기본회로를 2개직렬로 접속하고 그림 회로만이 변형된것 이라고 생각할 수 있다.

입력신호가 없을때는 트랜지스터 T_1 에는 저항 R_1 ,

다이오드 $D_1 \sim D_3$, 저항 $R_1 \sim R_3$ 에 의해서 베이스전류 NOT소자는 論理否定素子라고도 부르며 有接點回路의 b接點에 해당하는 소자로서, 출력이 항상 입력과 반대상태로 되는 기능을 가지고 있다. 이며 그림 23에 표시한 트랜지스터스위칭의 기본회로가 임출력신호에 발전(反轉)하는 기능을 가지고 있으며 이것이 그대로 NOT소자의 기본회로로 된다.

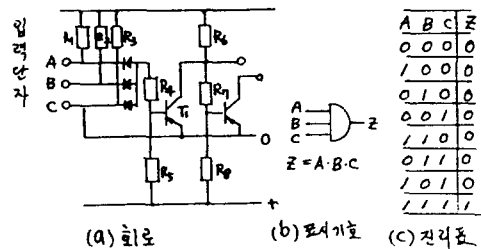


그림 25. AND소자의 회로예와 기능

가 흐르고 T_1 은 ON되면, 따라서 T_2 는 OFF로된다. 입력단자 ABC전부에 신호를 가해서 모두 0전위로 처음으로 T_1 의 베이스전류가 흐르지 않게되어 T_1 은 OFF로 되며, T_1 의 ON에 의하여 OFF상태였던 T_2 처음으로 ON으로된다(여기서 A에 신호를 가하여 0전위로 하기 위해서 A에 신호를 가할 경우 A와 0전위點 E와 연결 된다고 생각한다. 이경우 A와 E는 동일한 0전위로 되어 D_1 으로 베이스전류가 흐를

수 없다). 즉 출력단자 Z에는 입력신호와 동일極性的의 出力電位, Y에는 역으로 逆極性的의 出力電位가 나온다.

(3) OR素子

OR소자는 입력단자의 적어도 1개에 신호가 가해지면 출력단자에 출력이 나온다. 집점의 병렬접속에 상당하는 소자이다.

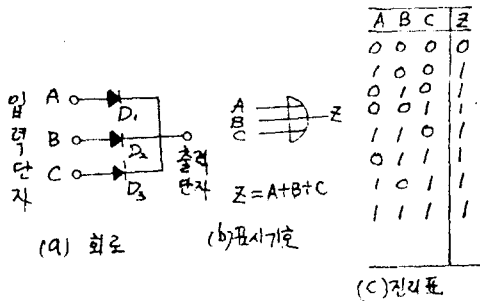


그림 26. OR소자의 회로예와 기능

그림 26에 다이오드 $D_1 \sim D_3$ 만으로써 구성된 회로를 나타내며 입력단자 ABC의 어느 것이라도 신호가 주어지면 출력단자에 출력이 나오는 것이다.

(4) NOR素子

NOR는 NOT-OR를 의미하며 즉 OR에 출력신호 反離기능 NOT를 가진 소자이고 그림 27(a)의 회로의 예에서도 알 수 있는 것처럼 NOT회로의 입력단

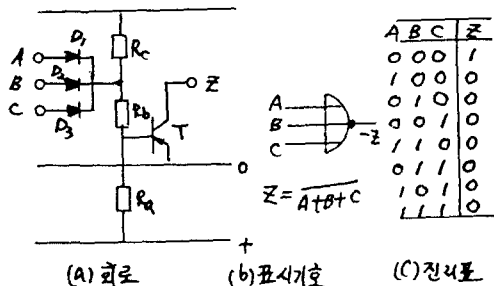


그림 27. NOR소자의 회로예와 기능

자에(그림 24(a)), OR회로(그림 26(a))의 출력단자를 결합시킨것 뿐인 회로로써, 입력단자의 ABC의 모두에 입력신호가 가해지지 않으면 트랜지스터 T는 ON상태이고 ABC의 어느 하나 이상에 입력신호가 가해지면, T는 OFF로 된다.

(5) NAND素子

NAND는 NOT-AND를 뜻하며 AND에 출력

신호의 반전기능 NOT를 함께 가진 소자이며, 그림 28에 회로예를 나타내었고, 그림 25에 표시한 AND 회로에서 저항 $R_6 \sim R_8$ 을 제거하고 트랜지스터 T_2 에서 NOT회로를 제거한 회로와 동일하며 입력단자 ABC의 모든 입력신호가 가해질때만 출력이 소멸한다.

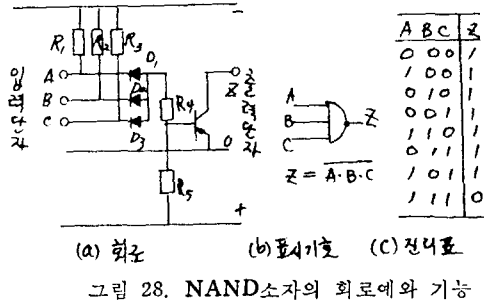


그림 28. NAND소자의 회로예와 기능

15. 記憶素子

(1) 記憶面路

릴레이 제어회로에서는 ON, OFF신호(1,0신호-2進신호라고도 한다)가 기억회로에 의해 필요로 하는 임의 시간 동안 확실히 기억 가능한 것이 하나의 큰 장점으로써 기억용의 소자가 많이 이용되고 있다.

종래의 전자릴레이회로에서도 그림 29(a)처럼 사용되고 있으나 이것은 점점의 직렬, 병렬 및 b점점이 조합되어 구성되어 있으므로 지금까지의 논리소자를 이용하여 그림 29(b)처럼 무점점회로로써 구성할 수가 있다.

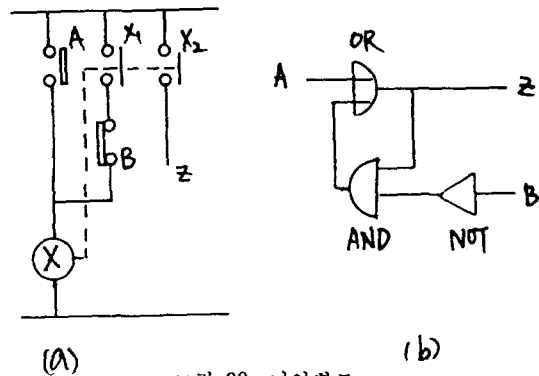


그림 29. 기억회로

(2) FLIP-FLOP 또는 BiSTABLE素子

트랜지스터 無接點릴레이회로에서는 計數回路를 시작으로 많은 기억회로를 필요로 하는때가 많고 그림 29에 표시한 기억회로로써도 목적은 달할 수 있으나 이때문에 기억전용의 소자가 준비되어 있는것이

보통이다. 그 대표적인 소자가 플립 플롭소자이다.

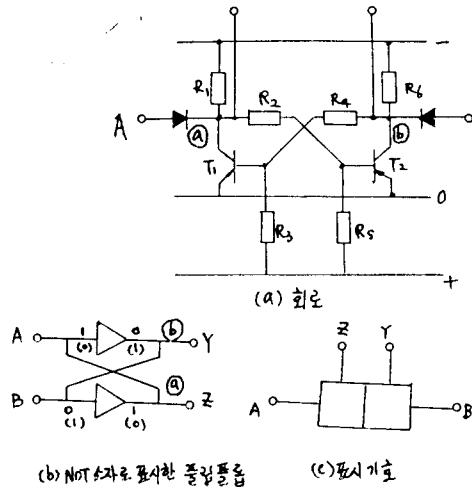


그림 30. FLIP-FLOP 소자의 회로예와 기능

그림30(a)의 회로와 같이 보기에는 복잡한 회로 같으나 이것은

트랜지스터 T_1 과 저항 R_6, R_4, R_3 로써 구성된 기본 회로

트랜지스터 T_2 와 저항 R_1, R_2, R_5 로써 구성된 기본 회로

로써 분해하여 생각해 보면 2개의 트랜지스터 스위칭의 기본회로 즉 2개의 NOT 회로를 각각의 입력과 출력단자와를 ㉠點 및 ㉡點으로 상호접속한 회로에 지나지 않는다는 것을 알 수 있고 이것을 NOT 회로로써 표시하면 그림30(b)와 같이 표현할 수 있다.

그림30(a), (b)에서 지금 트랜지스터 T_1 이 ON이라 가정하면 이것에 의해 트랜지스터 T_2 는 OFF되고, 또 T_2 가 OFF됨에 의해 T_1 은 ON이 된다고 볼 수 있다.

안정된 상태를 NOT 소자의 입력, 출력신호가 반전하는 원리에 의해 만들 수 있다. 따라서 외부에서 어떤 트랜지스터를 ON 또는 OFF로하게 하는 입력 신호를 제거한 후에도 그 상태를 계속 유지할 수가 있다. 입력신호는 입력단자 A 또는 B에 0전위를 가해 T_2 또는 T_1 을 OFF하는것에 의해서 상태의 변화를 일으키게 할 수 있다.

16. 時間素子

이상에서 논한 논리소자 및 기억소자는, 전자릴레이를 이용한 제어회로에 있어서 보조릴레이(多接點 릴레이)에 의해서 그점접, 코일을 조합해서 구성시키고 있는 제어회로를, 無接點化하기 위한 소자들이

지만 실제의 제어회로를 구성할때 다시 신호의 전달(입력과 출력사이의)에 시간적인 관계를 가할 필요가 있는 경우가 많다.

이 목적으로 앞에서 논한바와 같은 전자릴레이 회로에서는 한시릴레이가 이용되고 있으나 트랜지스터 무점접회로에 있어서는 주로 다음의 2종류의 소자

(a) 시간늦음소자

(b) 모노스테이블소자 (Monostable素子) 가 이용되고 다시 주기적으로 일정폭의 출력신호를 반복해서 발생시킬 목적으로써

(c) 어스테이블(Astable)소자

가 이용되고 있다.

(1) 시간 늦음소자

시간 늦음소자는(Time delay 소자) 전자릴레이의 한시릴레이와 같은 특성을 가진 소자로 생각할 수 있고, 입력신호를 인가, 혹은 제거할때, 출력신호가 시간적인 늦음을갖고 변화하는 소자로서 그 입력, 출력신호 사이의 시간적인 응답관계에서 한시릴레이와같이 한시동작 순서복귀, 순시동작 한시복귀 및 한시동작 한시복귀의 3개의 양상이 있다.

트랜지스터릴레이에 있어서는 시간늦음을얻기위한 회로로서는 주로 CR적분회로가 이용되고 그림31에 그 기본적인 원리를 나타내었다.

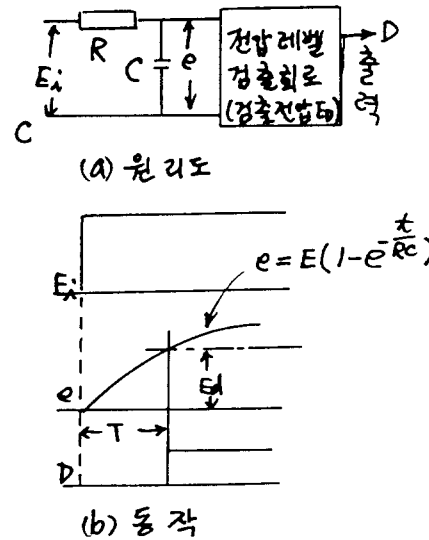


그림 31. 시간늦음회로의 기본원리도

즉 저항 R 과 콘덴서 C 와의 직렬회로의 양단에 입력 전압 E_i 를 가하면 콘덴서 C 의 양단전압 e 는 그림31(b)에 나타낸것과 같이 서서히 증가한다. 따라서 이 전압 e 를 동작전압이 E_D 인 전압레벨 검출회로로써 검출하면 e 가 E_D 에 달할때 동작출력신호 D 를 내게되

고 입력전압 E_i 을 가하고 부터 T 만의 시간늦음이 일어난다.

시간늦음소자의 실제의 회로는 필요로하는 늦음시간의 장단, 시간精度 등에 의해 여러가지회로가 이용되고 있으나 그 하나의 예로서 콘덴서의 放電動作方式(콘덴서에 충전된 전하가 방전하는 때에 늦음시간을 취하는 방식)의 한시동작 순시복귀형의 예를 그림32에 나타내었다.

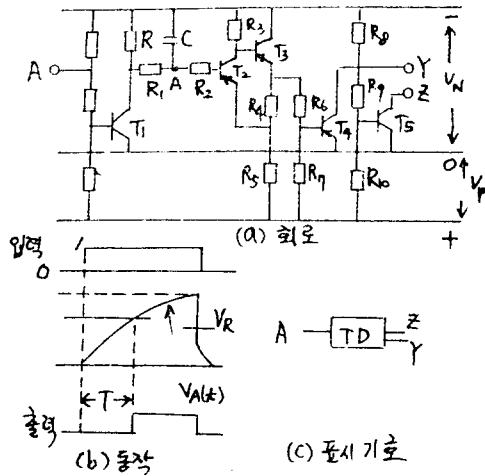


그림 32. 시간늦음회로 예와 그 동작

그림32(a)는 아주 복잡한 회로처럼 보이지만 이것을

(a) 트랜지스터 T_1, T_4, T_5 의 회로는 각각 그림23에 나타낸 스위칭 기본회로

(b) 트랜지스터 T_2, T_3 로써 구성되어있는 회로가 그림31(a)중 전압레벨 검출회로에 相當

(c) 시간늦음회로는 T_1 의 출력(T_1 의 콜렉터)와, T_2, T_3 가 구성하는 전압레벨 검출회로의 입력과의 사이의 저항 R, R_1 및 콘덴서 C 로써 구성시킨 CR 적분회로로써 분해해보면 간단한 單位回路의 조합이라는 것을 알 수 있다. 그림32의(a)에 있어서 트랜지스터 T_1 은 시동(始動)스위치로써 동작하고 常時 ON상태로써 콘덴서 C 를 제어전압 V_N 으로써 저항 R_1 을 거쳐 충전하고 있다. 지금입력단자 A 에 1신호를 가하면 T_1 은 OFF로 되기때문에 콘덴서 C 에 충전된 전하는 저항 R_1, R 을 통해서 방전된다. R_1 의 저항치는 R 에 비해 작은 값을 택하고 있으므로 A 점의 전위 $V_A(t)$ 는 대략 $R \cdot C$ 의 시정수에 의해서 그림32(b)와 같이 서서히 감소한다.

트랜지스터 T_2 와 T_3 로써 형성되는 회로는 보통은

(常時) T_1 이 ON인 것에 의해 T_2 는 OFF, 따라서 T_3 는 ON상태이고, 이 상태에서는 T_2 의 에미터전위는 正負制御電源電壓值($V_N + V_P$)을, 대략 저항 R_4 와 R_5 로써 분압(分壓)한 값 V_K 을 유지한다.

$V_A(t)$ 가 이 값보다 낮은 트랜지스터 T_2 의 base 전위가 에미터전위 V_K 보다도 負로되면, T_2 에는 저항 R_2 을 통해서 베이스전류가 흐르고 T_2 가 ON으로 되고 저항 R_3 에서 T_3 의 베이스에 흐르고 있던 전류는 T_2 의 콜렉터-에미터사이에 이동하고, T_3 는 OFF로 된다.

이 T_2, T_3 의 회로의 동작에 의해서 T_3 의 에미터전위는 0전위 가까운 값으로 변화하기 때문에 다음단의 트랜지스터 T_4, T_5 는 각각 OFF, ON으로 되어, 출력단자 Z, Y 에 각각 1, 0신호를 낸다.

입력단자 A 의 1신호가 없으면 바로 트랜지스터 T_1 은 ON으로되고, T_2 의 베이스전위는 T_1 의 콜렉터 저항 R_1, R_2 를 거쳐서 0전위로되기때문에 T_2 는 OFF, T_3 은 ON 따라서 T_4 는 ON, T_5 는 OFF로 되어 출력은 처음으로 되돌아온다. 또 동시에 콘덴서 C 에는 저항 R_1 및 트랜지스터 T_1 에 의해서 제어전압 V_N 이 인가되고 R_1 은 적은값으로 되기 때문에 C 는 단시간으로 충전되고, 다음의 시간늦음동작에 대한 준비를 완료한다.

(2) 모노스테이블(Monostable, 單安定)素子

앞에서 논한 플립플롭소자를 시간에 무관제한 기억소자로 생각하면 여기에 논하는 단안정소자는 어떤 일정한 시간만 신호를 기억하는 (일정 시간후에 자동적으로 복귀한다)소자로도 생각할 수 있으며, 회로적으로도 플립플롭회로(그림30(a))의 변형이라고 볼 수 있다.

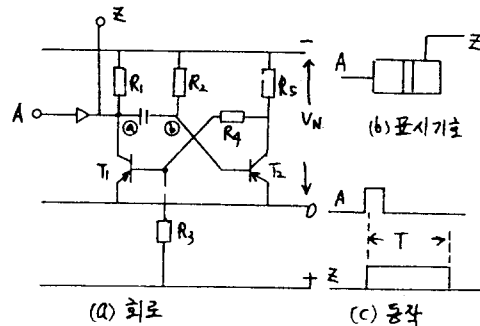


그림 33. Monostable 소자의 회로예와 그 동작

그림33(a)는 단안정소자의 회로의 한예를 나타내며, 常時は 트랜지스터 T_2 에는 베이스전류가 R_2 를 지나 흐르고 있기 때문에, T_2 로써는 ON이고, 따라서 트랜지스터 T_1 의 베이스는 에미터전위 0보다도

正電位로되어 T_1 은 OFF로 되고, 이때 콘덴서C는 ㉔端이 負電位, ㉕端이 0전위의 V_N 으로써 충전되고 있다.

지금 입력단자A에 입력신호를 가하면 콘덴서C의 ㉔端이 입력신호 때문에 강제적으로 0전위로 되기 때문에 T_2 의 베이스전위는 C의 전위에 의해서 正電位로 상승하여 T_2 는 OFF로 되고따라서 T_1 은 ON으로된다. 또 입력신호가 제거되어도 C의 ㉔端은 T_1 에 의해서 0전위가 가해진 그대로이므로, T_2 가 OFF, T_1 이 ON의 상태가 유지되지만 C의 전하가 R_1, R_2 를 지나서 방전하고, ㉕端의 전위가 0전위로 되면 T_2 의 베이스전류가 갑자기 흐르기 시작해서, T_2 는 ON, 따라서 T_1 은 OFF로 되어 처음의 상태로 돌아온다.

(3) 어스테이블(Astable 非安定)素子

비안정소자는 제어전압이 인가되어 있는 동안, 항상 일정 주파수의 方形波신호를 발생하는 일종의 발진소자이다.

그림34(a)는 비안정소자의 회로예를 나타내며 이 급콘덴서 C_2 의 전하로써 트랜지스터 T_1 의 베이스전위가 正으로되고 T_1 이 OFF, T_2 가ON으로 된다. 이 때 콘덴서C는 그림에서 나타낸 극성((極性)으로 V_N 에 의해 충전되어있는 것으로 된다, 이상상태로써 C_2 의 전하가 저항 R_3, R_4 를 거쳐 방전하고, T_1 의 베이스전위가 0전위로 되면 T_1 은 ON로 되고 따라서 C_1 의 전하 때문에 트랜지스터 T_2 의 베이스전위는 正으로 되어, T_2 는 OFF로 되고, 다시 C_2 가 V_N 으로써 충전된다. C_1 이 방전되고, T_2 의 베이스전위가 0전위로 되면 T_2 는 ON으로 되고, 갑자기 T_1 은 OFF로 되어 OFF로써 OFF되어 이후 같은 양식으로 두 트랜지스터 T_1, T_2 가 교대로 ON, OFF를 반복한다.

이상으로 트랜지스터형 무접점 릴레이의 원리, 특징, 적용방법에 대하여 논하였으며 터나아가 이의 응용 분야인 트랜지스터의 보호릴레이에 대하여서는 다음 기회로 미루기로하고 우선 여기서 끝맺음을 한다.

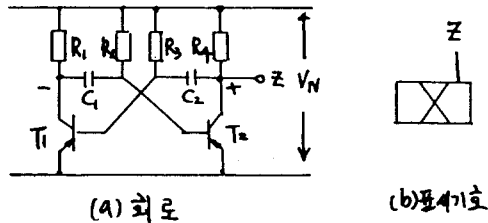


그림 34. Astable소자의 회로예