

주제

릴레이란 무엇일까?

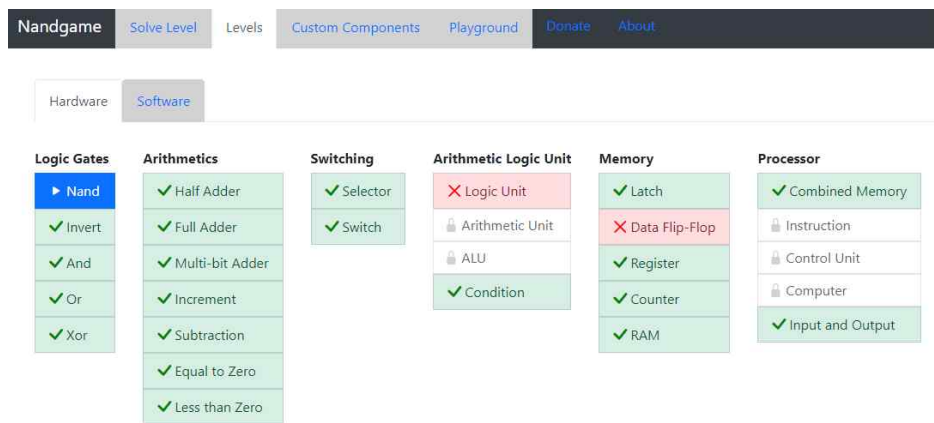
릴레이라는 소자는 전기로 움직이는 스위치입니다. 어떤 전기 회로를 구성하였을 때 우리가 손으로 누르지 않아도 되는, 원격으로 조종할 수 있는 스위치인 것입니다. IC칩에선 이 스위치 역할을 대부분 트랜지스터가 하고 있지만 외부 기판 수준에서 가끔씩 사용되기도 합니다.

컴퓨터 공학과 스위치가 어떤 관련이 있을지 궁금하실텐데요, 스위치가 있다면 바로 논리게이트를 만들 수 있습니다. 논리게이트가 있다면 그때부터 $0+0=1$, $0+1=1$, $1+1=10$ 과 같은 이진수 계산이 가능해지고 컴퓨터를 만들 수 있습니다. 컴퓨터(Computer)는 말 그대로 계산기입니다. 전혀 계산기처럼 보이지 않겠지만 스마트폰, 데스크탑, 노트북, 심지어 냉장고, TV, 밥솥, 엘리베이터 등등 모든 물건에 들어가는 컴퓨터는 매우 빠른 속도로 계산을 수행해 필요한 동작을 만들어냅니다.

이 때문에 트랜지스터와 논리게이트는 컴퓨터 설계의 가장 시초이고 전자공학과 컴퓨터 공학을 연결해주는 다리 역할을 하게 됩니다. 아래 링크를 들어가보시면 이 릴레이를 이용해서 컴퓨터 전체를 설계하고 소프트웨어가 작동하는 방식까지 이해하실 수 있는 게임이 있습니다.

<https://nandgame.com/>

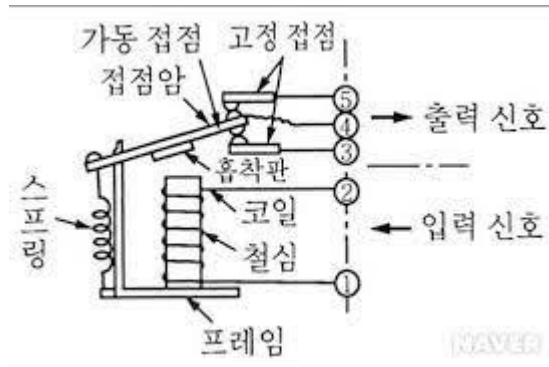
요약



위 사진은 게임을 단계별로 나열한 것인데요. 그 중 첫 번째 단계인 Nand가 바로 릴레이로 낸드게이트 만들기입니다.

이 보고서엔 물1 지식으로 릴레이의 동작을 이해하고 낸드게이트를 만드는 과정을 담았습니다.

릴레이의 동작과 논리게이트 설계

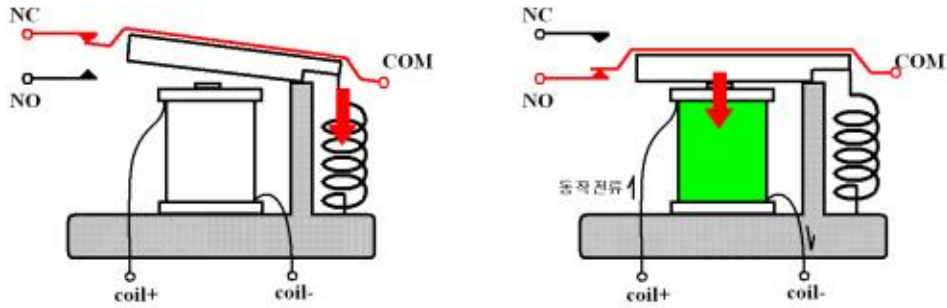


컴퓨터나 디지털 시스템에서 외부에 있는 전자기기나 모터 등을 구동하는 경우, 가장 흔히 사용되는 인터페이스는 릴레이(Relay)이다. 릴레이는 기본적으로 전자석과 기계접점으로 구성되어 있고 전자석에 전류의 흐름을 ON/OFF 함으로써 기계접점을 ON/OFF할 수 있다. 릴레이는 동작시간이 수 ms정도로 매우 느리며 기계적 가동부의 내구성 등이 단점이지만, 접촉저항이 매우 작고 OFF시 절연저항이 크며 큰 전류를 흘릴 수 있다는 장점이 있다.

릴레이의 코일은 정격전압이 있다. 전자석의 코일저항은 대략 100 Ω 이하이며 우리가 실험에 사용하는 릴레이의 저항은 약 75 Ω 정도이다. 전자석의 코일에 흐르는 전류는 스프링의장력을 이기고 접점 가동부를 끌어당길 수 있을 정도로 큰 자기장을 만들기에는 충분해야 한다. 이 전류를 동작전류라고 한다. 릴레이의 정격전압은 코일의 저항을 통해 동작전류를 흘릴 수 있도록 하는 크기로 걸어준다. 코일의 형태나 감은 수는 이 기준에 의해 결정되며 우리 실험에 사용하는 릴레이의 정격전압은 DC 5V 이다.

릴레이의 동작

릴레이의 동작은 전자석 코일에 전류를 흘려서 금속성 기계접점을 잡아당김으로써 시작한다. 릴레이의 접점은 비동작 시에는 스프링에 의해 어느 한쪽 단자(NC)에 붙어있고 동작시(전자석에 전류가 흐를 때) 반대쪽 단자(NO)로 넘어가도록 되어 있다. 이 때문에 접점을 동작쪽으로 유지하려면 코일에 동작전류를 계속해서 흘려야 한다.



다음 그림은 앞의 동작설명을 기초로 한 릴레이의 개념도이다.

릴레이 드라이버(구동회로) (심화과정)

릴레이 드라이버의 기본은 전자석 코일에 정격전압을 거는 동시에 이 때 충분한 동작전류를 공급하는 것이다. 릴레이 드라이버로는 트랜지스터 스위치를 가장 많이 사용한다. 실험에 사용한 릴레이는 정격전압 5V, 코일저항 75 Ω이므로 동작전류는 대략 70mA이다. 트랜지스터 C100의 최대 콜렉터 전류가 200mA이므로 충분한 여유가 있다. LS04의 출력이 High 일 때 최소한 4V 레벨에 있다. 트랜지스터의 VBE 가 대략 0.7V이므로 베이스 전류는

$$\frac{4V - 0.7V}{10k\Omega} = 0.33mA$$

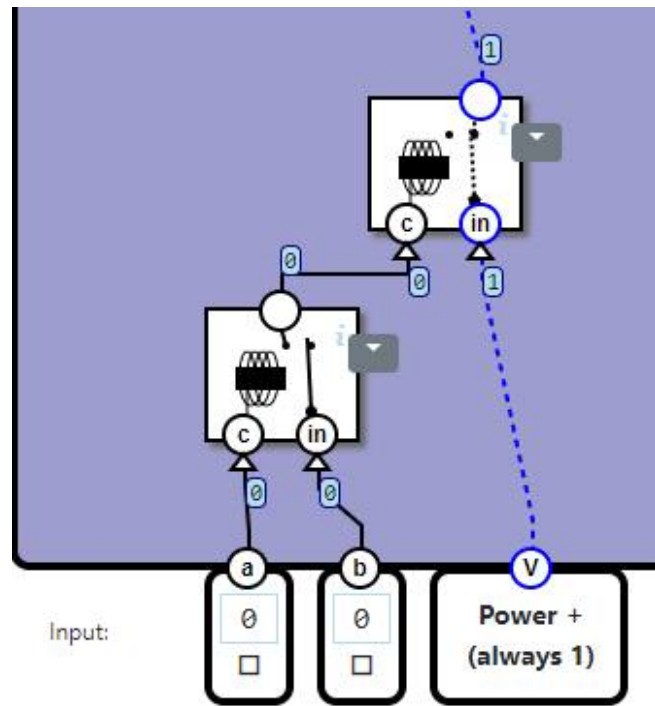
트랜지스터의 β값이 적어도 100 이상이므로 이 드라이버로는 최소한 33mA 의 동작전류를 흘릴 수 있어 릴레이를 충분히 구동 시킬 수 있는 전류이다.

이외에도 릴레이 드라이버로서 오픈 콜렉터 출력의 TTL-IC나 달링턴 트랜지스터가 흔히 이용되고 있다.

릴레이코일과 병렬로 들어간 다이오드는 전자석에 흐르는 전류가 ON/OFF 될 때 발생하는 역기전력을 흡수하여 드라이버를 보호하는 역할을 한다. 역기전력은 순간적이긴 하지만, 일반적으로 수백V나 되기 때문에 트랜지스터를 파괴할 수 있다. 보호용 다이오드의 방향이 역방향으로 연결됨에 유의하라.

릴레이를 이용한 논리게이트 설계

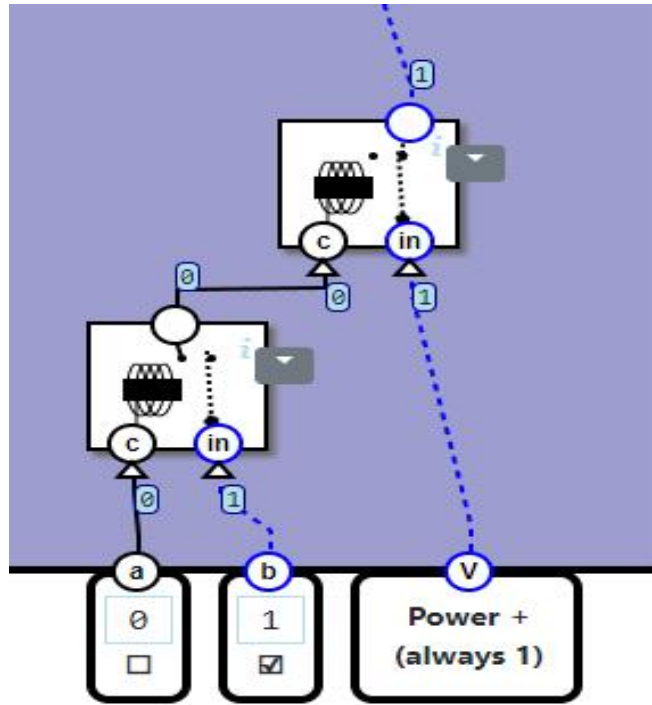
릴레이의 스위치 특성을 이용해서 NAND 게이트를 설계할 수 있다.



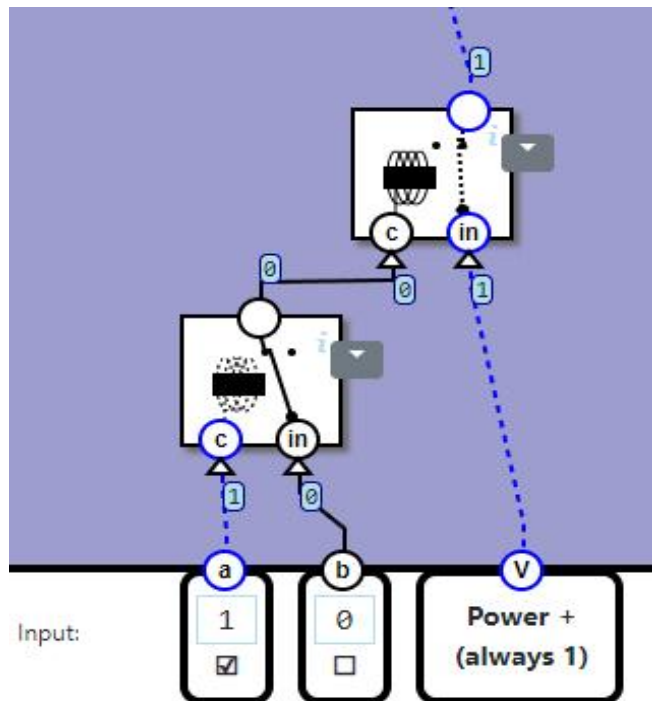
다음과 같이 릴레이의 전자석을 동작시키는 입력을 c, 스위치가 ON상태일 때 전류가 흐르도록 하는 입력단자를 in이라 하자. 이때 릴레이_1의 c와 in을 각각 낸드게이트의 입력 a,b에 연결하고, 그 릴레이_1의 출력을 릴레이_2의 c에 연결한다. 릴레이_2의 in은 항상 1이 되도록 전원을 연결한다. 그럼 이 회로는 낸드게이트의 동작을 할 수 있게 된다. 릴레이_2의 출력은 낸드게이트의 출력과 같고, 파란 점선은 전류가 흐르고 있음을 나타낸다. 이때, 릴레이_1은 전자석이 작동할 때 ON, 릴레이_2는 전자석이 작동할 때 OFF인 것에 주의한다.

Input		Output
a	b	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

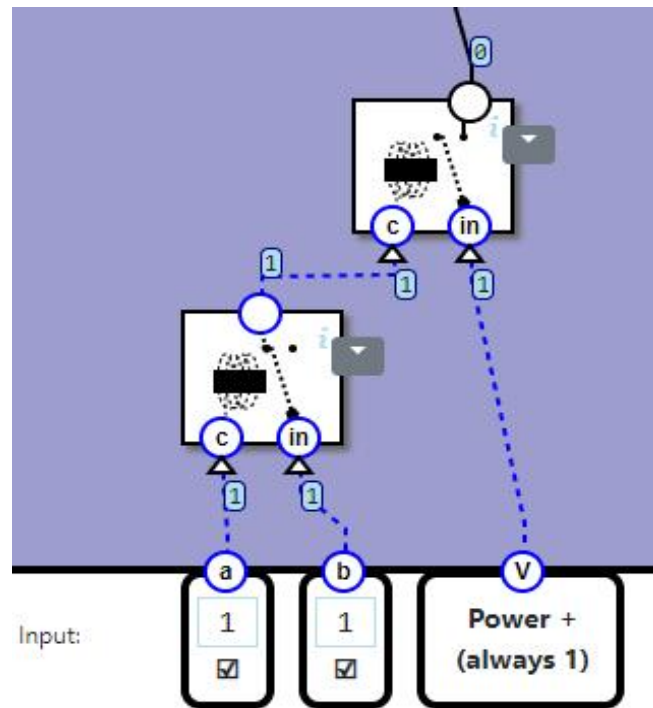
낸드게이트의 동작은 위 사진의 진리표와 같다. 입력이 모두 1이면 출력은 0, 그 외에는 1이 출력된다. 다시 설계한 낸드게이트의 입력을 보면 (a,b) = (0,0)에서 낸드게이트의 출력인 릴레이_2의 출력이 1이 나오고 있는 것을 확인할 수 있다.



입력 (a,b) = (0,1)인 상태, 여전히 출력이 1이 나오고 있는 것을 알 수 있다. b=1이 되었지만, 릴레이_1의 전자석이 작동하지 않아 전류를 전달하지 못하는 것을 알 수 있다.



입력 (a,b) = (1,0)인 상태, 여전히 출력이 1이 나오고 있다. 이번엔 a=1이 되었지만, 릴레이_1의 전자석이 작동해도 전달할 전류가 없다.



마지막 입력 (a,b) = (1,1)인 상태, 릴레이_1의 전자석이 작동하여 스위치가 ON되었으며, 흐르는 전류도 있어 출력으로 나온 릴레이_1의 전류가 릴레이_2의 전자석을 작동시킨다. 이로 인해 릴레이_2의 스위치가 OFF되며 공급되던 전원이 끊겨 낸드게이트의 출력이 0이 되는 것을 볼 수 있다.

(다시 한번, 릴레이_1은 전자석이 작동할 때 ON, 릴레이_2는 전자석이 작동할 때 OFF인 것에 주의한다.)

릴레이로 논리게이트를 게임을 이용해 만들어 볼 수 있지만 현재의 IC칩, 가령 CPU에선 스위치의 역할을 트랜지스터가 맡고 있다. 트랜지스터의 동작은 물리학2에서 더 자세히 배우게 된다.

논리게이트가 있다면 그때부터 $0+0=1$, $0+1=1$, $1+1=10$ 과 같은 이진수 계산이 가능해지고 컴퓨터를 만들 수 있다. 컴퓨터(Computer)는 말 그대로 계산기로 스마트폰, 데스크탑, 노트북, 심지어 냉장고, TV, 밥솥, 엘리베이터 등등 모든 물건에 들어가는 컴퓨터는 매우 빠른 속도로 계산을 수행해 필요한 동작을 만들어낸다.

자료 2. 참고자료

낸드게임 [\[링크\]](#)

릴레이란? [\[링크\]](#)

릴레이 동작 원리 및 접점의 종류를 알고 이해하자. [\[링크\]](#)