

4주차 출력 포트 제어를 위한 LED 회로 이해.

전압/전류, 직렬 저항과 병렬 저항과 디지털
출력 회로

전압과 전류

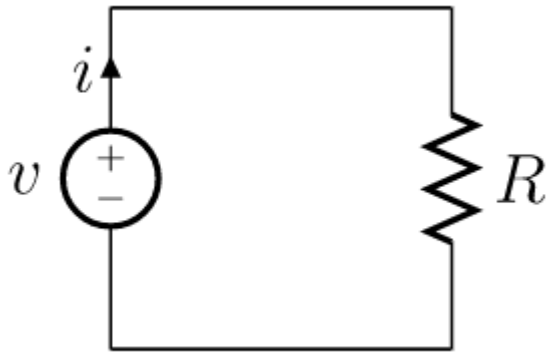
- 모든 전자 제품은 전원이 공급되어야 한다
- 전압은 지정된 만큼 공급되어야 하며, 전류는 그 이상 공급하여야 한다
 - ❖ 5V/2A 란? 5V의 전압을 공급하며, 최대 2A까지 전류 공급할 수 있다
- 전원은 전압과 전류로 구성되며, 전압은 V(볼트), 전류는 A(암페어)의 단위를 사용한다
- 전압과 전류를 합해서 전력, W(와트)로 표시한다
 - ❖ $W = I * V$
- 전압과 전류의 관계를 옴의 법칙으로 표현 한다
 - ❖ $V = I * R$

저항과 전류

■ 옴의 법칙에 의해서 저항이 0이면, 전류는 무한으로 흐른다.

❖ $I = V / R$ 에 의해서 $R = 0$ 이며, $I = \infty$.

■ 전류가 무한으로 흐르면 전자 제품은 손상된다.



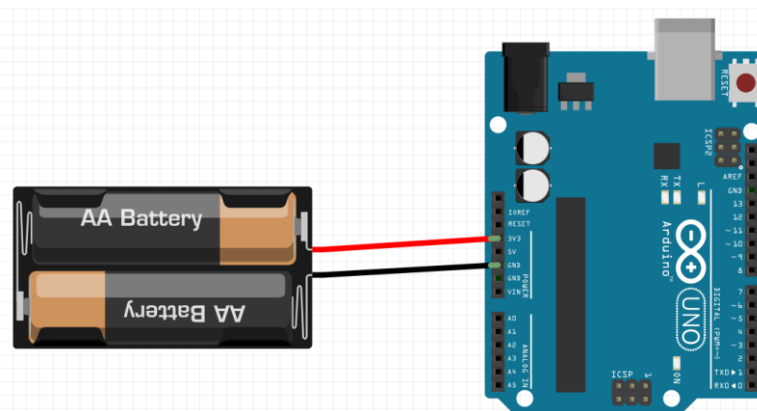
이미지 출처

처: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Ohm%27s_Law_with_Voltage_source_TeX.svg

<https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%9A%8C%EB%A1%9C%EB%8F%84>

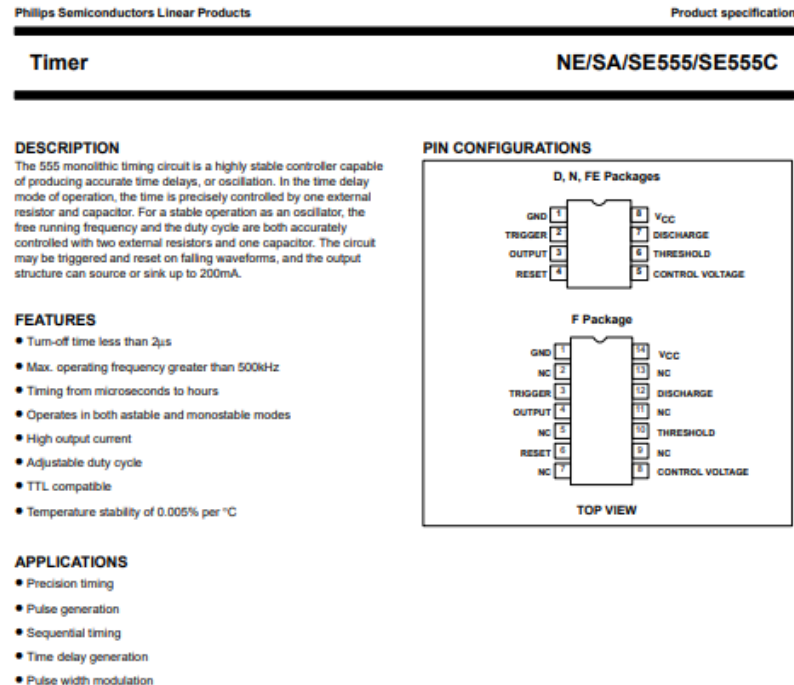
아두이노도 저항이다.

- 아두이노도 전원이 공급되며, 하나의 저항체이다
- 아두이노는 고정된 저항이 아니라 불규칙하게 저항이 바뀐다. 그래서 흐르는 전류가 변할 수 있다
- 아두이노에 센서 등 다른 소자가 더 연결되면 전류는 변한다



Datasheet 란?

- 전자 소자의 정보가 기재된 문서이다
- 소모 전류, 전압, 전력 등을 알 수 있다
- 기타 제어하는 방법 등 상세한 내용 들이 있다



직류와 교류 차이

- 교류는 시간에 따라 변화를 하지만 직류는 일정 전압을 가진다.
- 가정에 공급되는 전원(전력)은 교류이지만 대부분의 가전제품은 직류로서 동작을 한다.
 - ❖ 220V는 교류이며, 220V를 공급 받는 가전제품도 내부적으로 직류를 만드는 전원 회로를 구성하고 있다
- 교류를 직류로 변경해주는 전자 장치를 아답터 라고 한다.
 - ❖ AAA, AA 같은 배터리도 직류를 생성

아답터

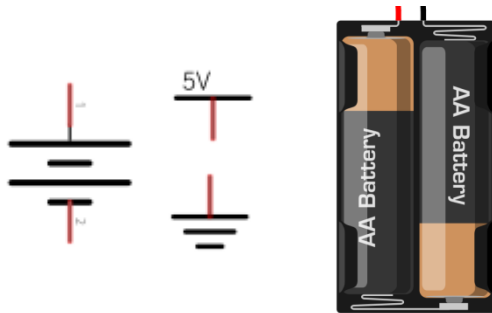
■ 15V/2A 아답터



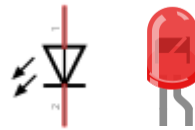
회로도 란?

- 전자 소자(부품)의 연결을 나타내고 있는 도면
- 기호를 사용하여 표현한다
- 극성이 있는 소자도 있다.

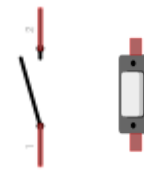
❖ 예) LED, 전원 등



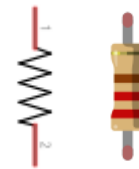
전원



LED



스위치

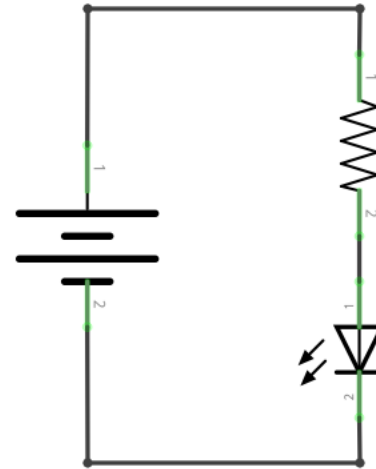
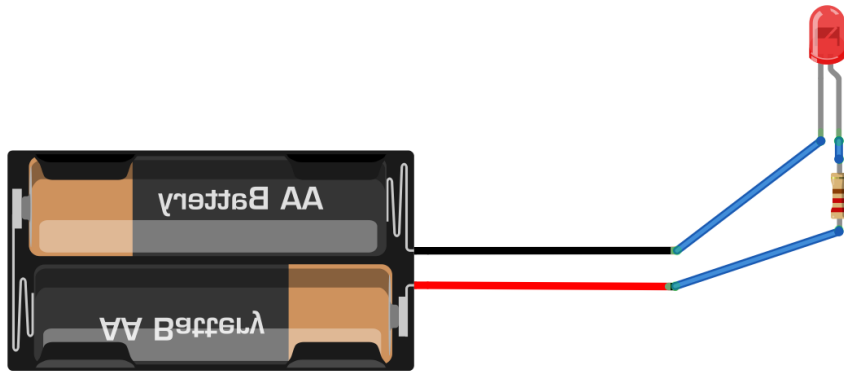


저항

회로도 예제

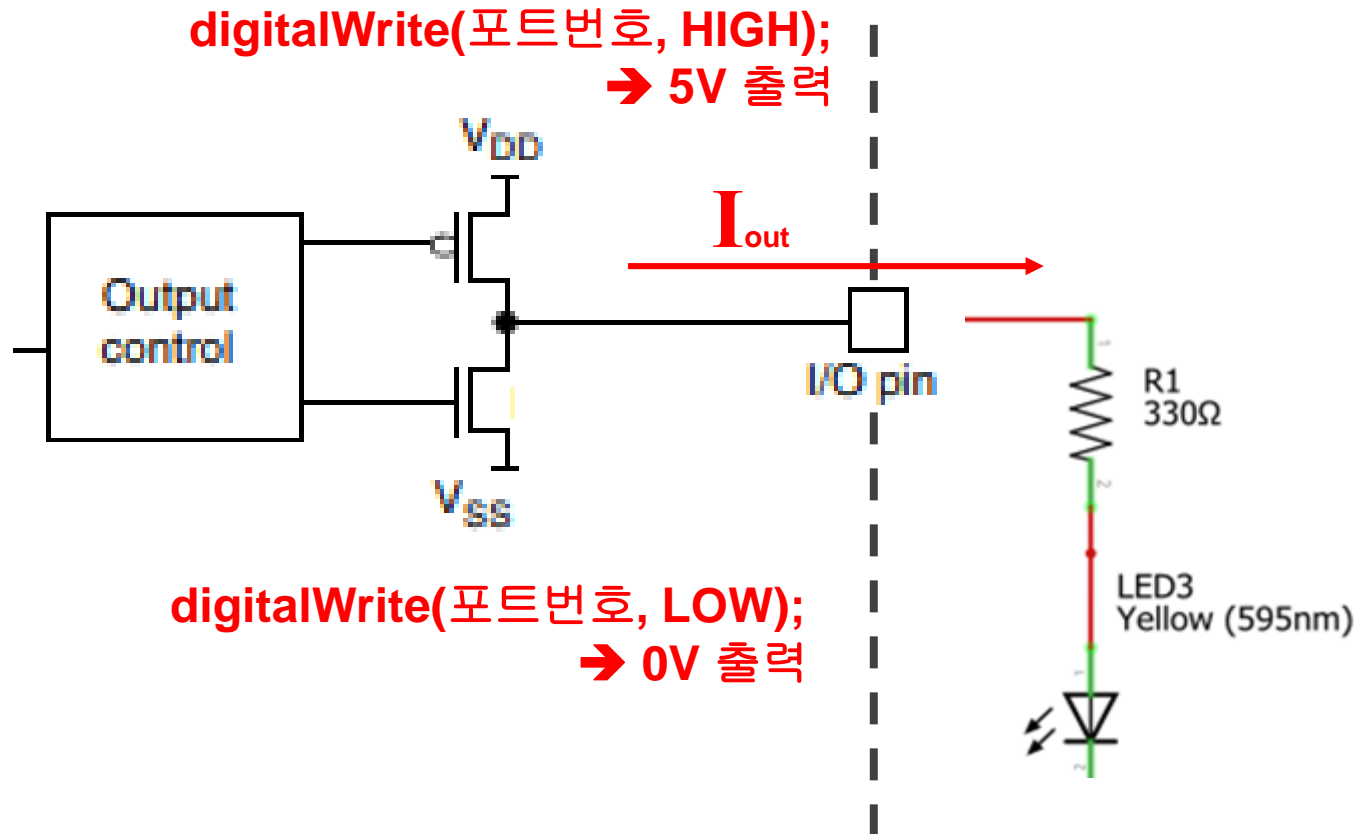
■ 연결도의 그림을 회로도로 표현한 것이다

❖ LED 와 저항을 연결하여 LED를 켜는 회로이다.



디지털 I/O를 사용한 LED 제어

■ VDD 는 5V이고 VSS 는 GND 이다



GPIO 출력 제어 방법에 대한 이해

LED란?

■ Light Emitting Diode의 약자

❖ 발광(發光) 다이오드라고도 불린다.

■ 전류에 따라 빛 세기 결정

❖ 전기적 에너지를 빛 에너지로 전환하는 소자.

❖ 과도한 전류가 흐르면 파손된다.

■ 화학적 소재를 이용

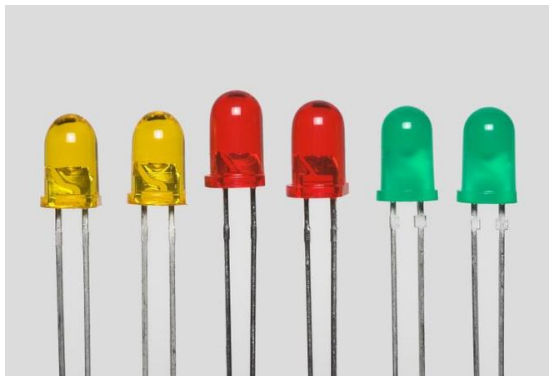
❖ 화합물을 조합에 따라 다양한 색상을 출력할 수 있다.

❖ 빨강, 파랑, 노랑, 주황색 등등.

형태에 따른 분류

■ LED의 형태는 크게 2가지로 나눌 수 있다

- ❖ DIP Type : 다리가 있는 형태로 구멍을 통해 기판(PCB)에 공정할 수 있다.
- ❖ SMD Type : Surface Mount Device, 기판에 구멍이 없이 표면에 붙여 고정하는 형태의 LED.



DIP Type



SMD Type

사용 예시

■ LED의 응용제품



LED 신호등



면 LED



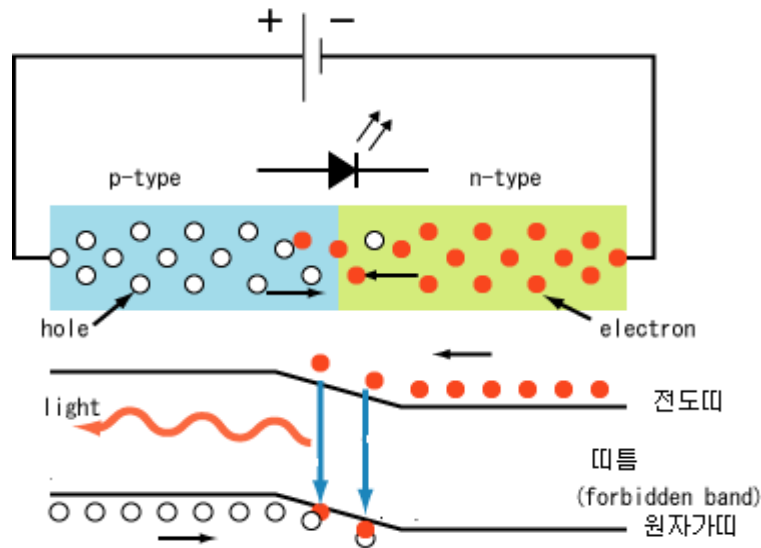
Dot Matrix



7 Segment Display

LED 동작 원리

- LED는 일종의 Diode이며, P형의 반도체와 N형의 반도체를 이용한 PN접합 구조로 이루어져 있다. 이는 다른 다이오드와 유사하다.
- 전압을 인가하면 공급되는 전자와 정공은 에너지 준위를 흘러 PN접합 부 주변의 틈에서 재 결합하는데, 이 때 에너지가 빛으로 방출된다.



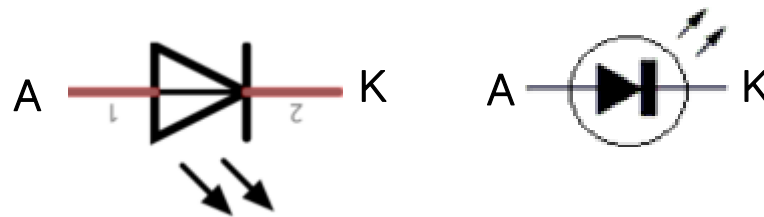
LED 동작 원리

- 일반적인 다이오드는 순방향으로 결합 시 0.7V의 전압강하를 보이지만 LED의 경우에는 이 보다 큰 전압을 소모한다.
 - ❖ 강하되는 전압은 데이터시트에 명시 되어져 있으며, 색상, 크기 등에 따라 다소 다를 수 있다.

- LED 종류에 따라 소모전력이 다르므로 데이터시트를 확인해야 한다.

LED 기호

- LED는 애노드(Anode)와 캐소드(Cathode) 단자가 있으며, 애노드의 표시는 A, 캐소드의 표시는 K로 한다
- 애노드는 +단자, 캐소드는 -단자
- 캐소드를 K로 표시하는 이유는 C가 Capacitor에서 사용되기 때문에 혼동을 피하기 위함이다



LED의 기호

극성 판별 법 - 다리의 길이가 다르다

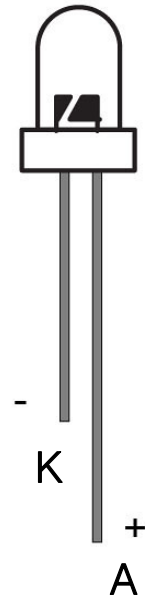
■ LED A, K 확인방법

❖ DIP 타입 LED의 애노드와 캐소드를 확인하는 방법은 아래와 같이 3가지가 있다.

❖ 1번째 방법.

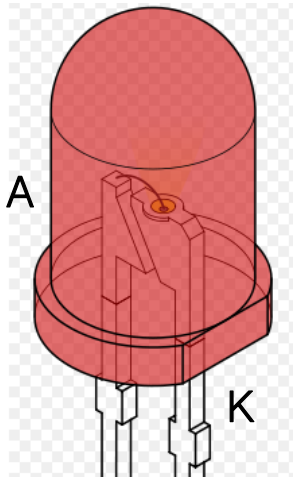
- LED를 보면 다리 두 개가 있다.

다리의 길이가 각각 다른데 다리가 긴 쪽이 애노드 (+)이고 짧은 쪽이 캐소드(-)이다.



극성 판별 법 - 내부 모양이 다르다

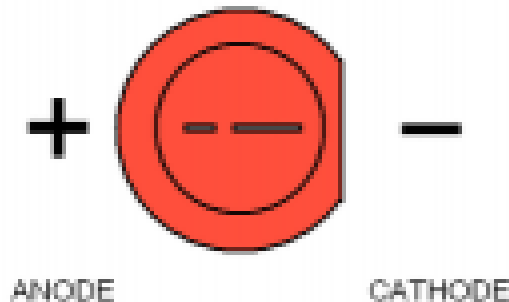
■ 2번째, 내부를 확인한다



LED를 자세히 보면 플라스틱 안쪽에 갈라진 듯한 모양이 보인다. 갈라진 부분이 작고 가느다란 쪽이 애노드이며 큰 부분이 캐소드이다.

극성 판별법 - 외부 모양

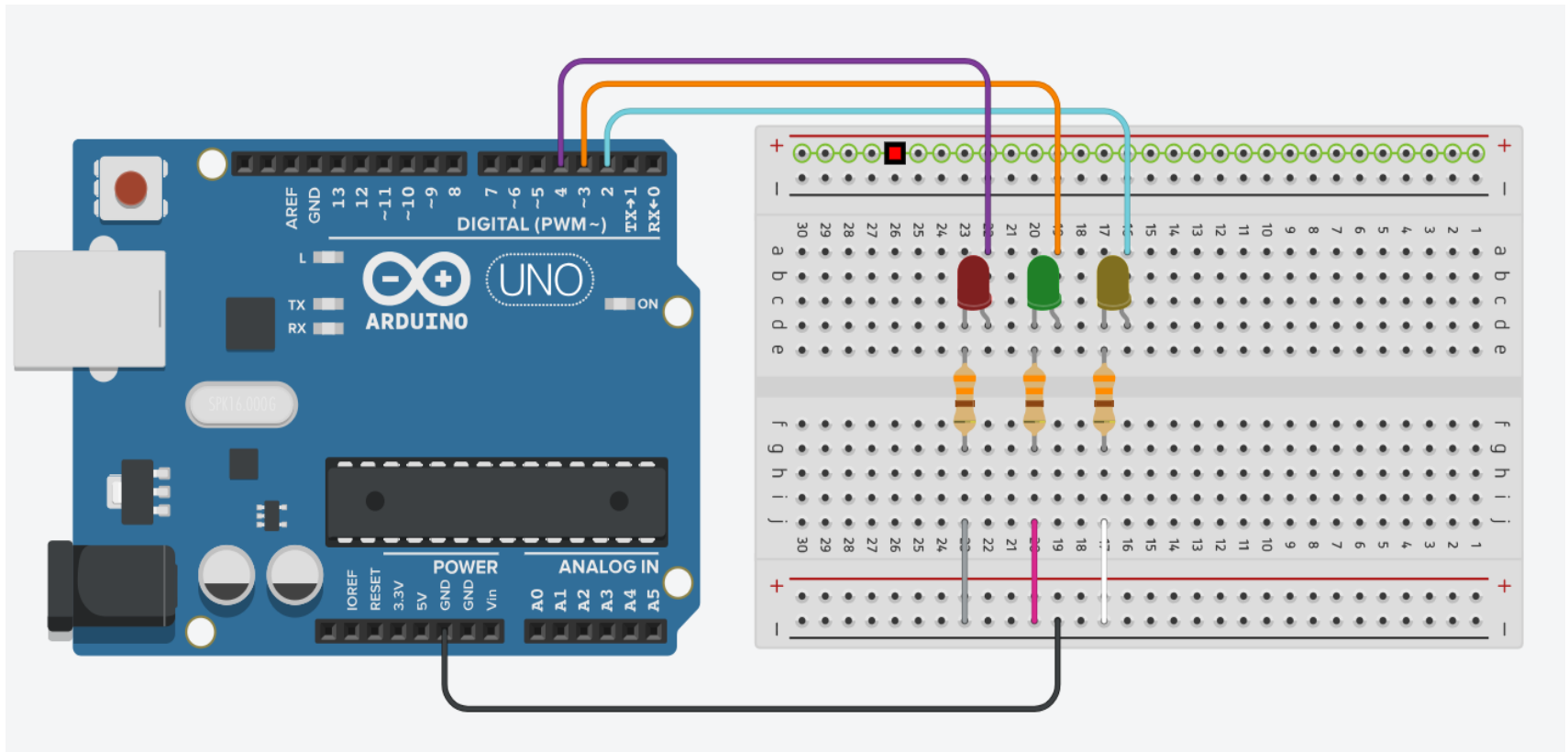
■ 3번째, 위에서 확인한다



LED의 위에서 보면 한 쪽이 깎여 있어 평평한 형태가 있다. 볼록한 부분이 애노드이고 평평한 부분이 캐소드이다

GPIO 를 사용하여 LED 제어하기

■ 신호등과 같이 3개의 LED를 켜는 방법에 대한 설명



Blink Code를 활용하여 제어해 보자

- Blink Code를 수정하여 제어해 보자
- LED 3개가 점멸하도록 변경 한다.
- LED 3개를 제어하기 위한 코드를 넣는다.

```
void setup() {  
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);  
    delay(1000);  
}
```

← 제어하고자 하는 IO 만큼 선언한다.

← LED 제어 코드 개수에 맞게 추가 수정한다.

Q1. LED의 저항 이해하기

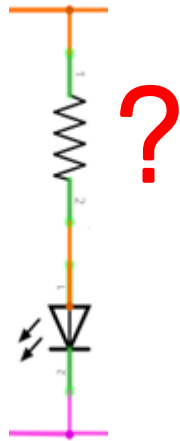
■ LED에 저항은 왜 붙일까?

- ❖ LED가 빛 에너지로 전환할 수 있다고 하여도 무한한 에너지를 낼 수 있는 것이 아니다.
- ❖ 모든 LED는 최대의 빛에너지 발산을 위한 전류량이 있고, 이상의 전류가 공급 되면 파손되기 때문에 이하의 전류를 공급하기 위해서 이다.
- ❖ LED는 최대 빛에너지 발산을 위한 전류는 데이터시트에 기재되어 있다.

■ 저항 값 결정 방법

- ❖ 데이터시트를 통해서 최대전류와 소모전압을 확인한다.
- ❖ 옴의 법칙(Ohm's Law)에 따르면
 - 전류(I) = 전압(V)/저항(R)
- ❖ 전압을 5V 저항을 0으로 하게 되면 $I = 5/0$ 인데, 이렇게 되면 전류는 이론상 무한대가 된다.
- ❖ 그러므로 LED의 정상적인 동작을 위해 저항을 붙여야 하며 실제로는 원하는 전류값을 위해 계산하여야 한다.
- ❖ LED 종류에 따라 전류에 따른 빛의 에너지양이 다르다.

저항값 계산



$$R = \frac{V}{I}$$

Electrical / Optical Characteristics at TA=25°C

Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λ_{peak}	Peak Wavelength	Super Bright Red	660		nm	$I_F=20\text{mA}$
λ_D [1]	Dominant Wavelength	Super Bright Red	640		nm	$I_F=20\text{mA}$
$\Delta\lambda_{1/2}$	Spectral Line Half-width	Super Bright Red	20		nm	$I_F=20\text{mA}$
C	Capacitance	Super Bright Red	45		pF	$V_F=0\text{V}; f=1\text{MHz}$
V_F [2]	Forward Voltage	Super Bright Red	1.85	2.5	V	$I_F=20\text{mA}$
I_R	Reverse Current	Super Bright Red		10	μA	$V_R = 5\text{V}$

Notes:

1. Wavelength: $\pm 1\text{nm}$.

2. Forward Voltage: $\pm 0.1\text{V}$.

Q2. 저항은 왜 LED 수만큼 사용할까?

■ 사실 하나만 써도 된다?

- ❖ LED를 병렬로 연결하고 LED의 앞 단에 저항을 달면 LED가 켜진다.
- ❖ 만약 다른 색상 또는 다른 형태의 LED 를 혼합해서 사용한다면 각 LED 마다 다른 저항 값을 가져야 한다.
- ❖ 동일한 LED를 하나의 저항에 여러 개를 연결했을 경우 개수에 따른 저항 값을 매번 계산해야 한다.
- ❖ LED의 개수 만큼 전류가 늘어나기 때문에 그에 맞추어 저항의 W(와트)가 커져야 한다.

Q3. LED의 밝기가 다른 이유

■ LED의 색상에 따라 밝기가 다르다

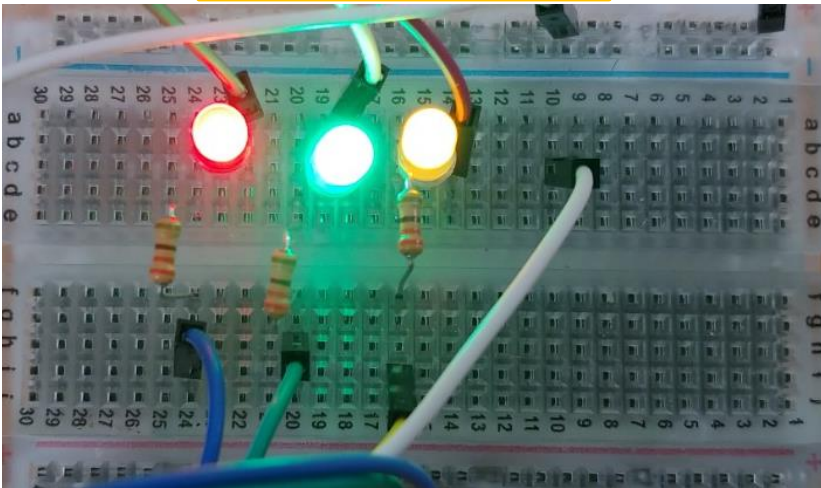
- ❖ 같은 저항을 사용하여도 밝기가 다른 이유는 LED가 발광을 하기 위해 사용되는 기준전압이 색상마다 다르기 때문이다. 또 한 파장에 따라 더 밝아 보이는 경우도 있다. 그러므로 각각의 다른 색상의 LED를 사용할 때에는 전압을 확인한 뒤 LED 밝기가 고르도록 적절한 저항을 사용하는 것이 좋다.
- ❖ 이 또한 대부분 LED당 하나의 저항을 사용하는 이유 이다.

Q4-밝기 조정하기

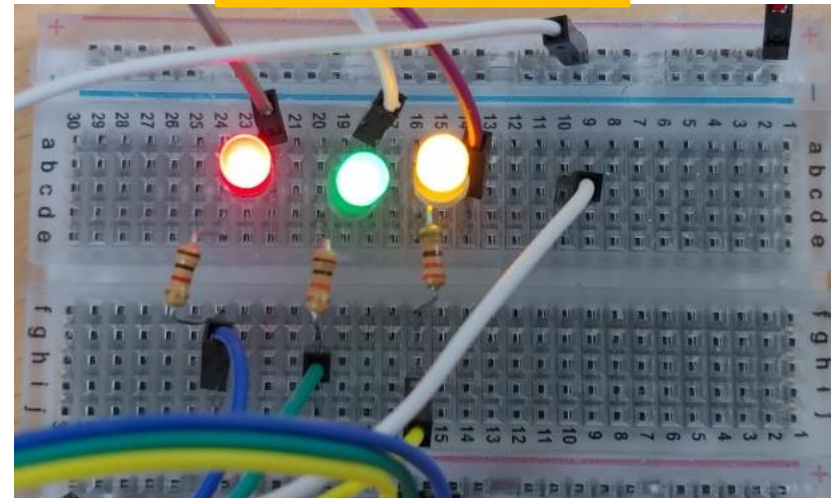
- 가장 밝은 LED에 있는 저항을 10K 저항으로 교체한다.
- 그 이후에 밝기를 확인한다
- 다시 LED의 밝기가 조절된 것을 확인하고, 두 번째로 밝기가 높은 LED의 저항을 1K로 교체한다.
- 계속 켜지도록 수정하면 관찰하기가 편리하다.

밝기 조정하기(전, 후)

조정 전



조정 후



밝기가 조정된 LED

코드 - 3개를 다 켜는 예제

■ LED는 2,3,4 핀에 연결되어 있다

```
void setup()
{
  pinMode(2, OUTPUT);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
}

void loop()
{
  // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  digitalWrite(2, HIGH);
  digitalWrite(3, HIGH);
  digitalWrite(4, HIGH);
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
  // turn the LED off by making the voltage LOW
  digitalWrite(2, LOW);
  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(4, LOW);
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
}
```

3개를 순차적으로 켜는 예제 만들기

- LED 3개를 켜는 예제를 수정하여 순차적으로 켜지도록 제어한다.
- 계속해서 반복하여 순차적으로 켜도록 하자
 - ❖ LED1 On / LED2 Off / LED 3 Off → LED1 Off / LED2 On / LED 3 Off → LED1 Off / LED2 Off / LED 3 On → LED1 On / LED2 Off / LED 3 Off

코드 - 3개를 순차적으로 켜는 예제

■ 각 LED 마다 1초 씩 켜보자

<pre>static int status; void setup() { pinMode(2, OUTPUT); pinMode(3, OUTPUT); pinMode(4, OUTPUT); } void loop() { switch(status) { case 0: digitalWrite(2, HIGH); digitalWrite(3, LOW); digitalWrite(4, LOW); break; case 1: digitalWrite(2, LOW);</pre>	<pre> digitalWrite(3, HIGH); digitalWrite(4, LOW); break; case 2: digitalWrite(2, LOW); digitalWrite(3, LOW); digitalWrite(4, HIGH); break; } delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s) status += 1; status %= 3; }</pre>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

GPIO 출력 제어 방법에 대한 이해

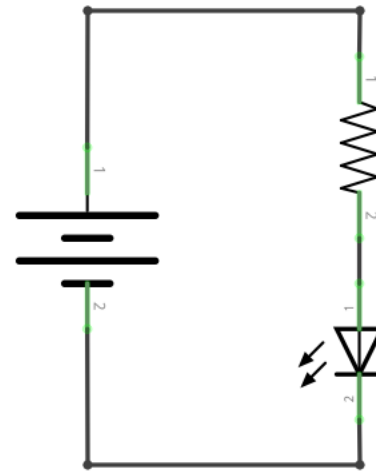
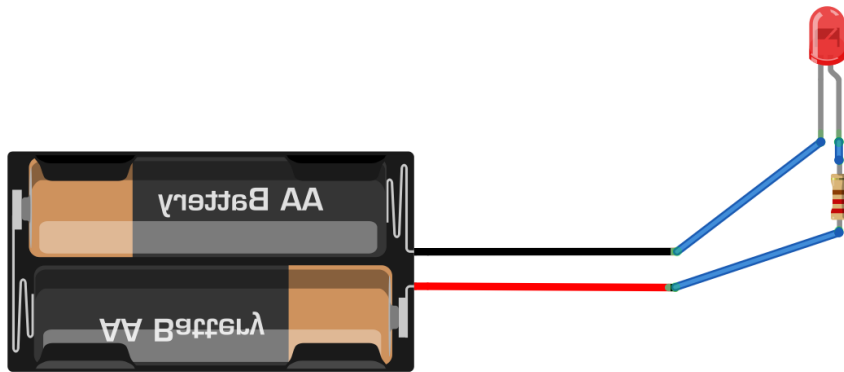
전압과 전류

- 전압은 직렬 회로에서는 동일 하고 병렬 회로에서는 분배가 된다.
 - ❖ 연결된 모든 선은 동일한 전위를 갖는다.
 - ❖ 저항 값에 따라 비례하여 분배 된다.
- 전류는 직렬 회로의 경우 모든 부분에 동일하고 병렬 회로의 경우 분배 된다.
 - ❖ 분기점이 생기면 나누어 흐른다.
 - ❖ 분기가 되는 전류의 양은 부하(저항)에 반비례한다.

회로도 예제

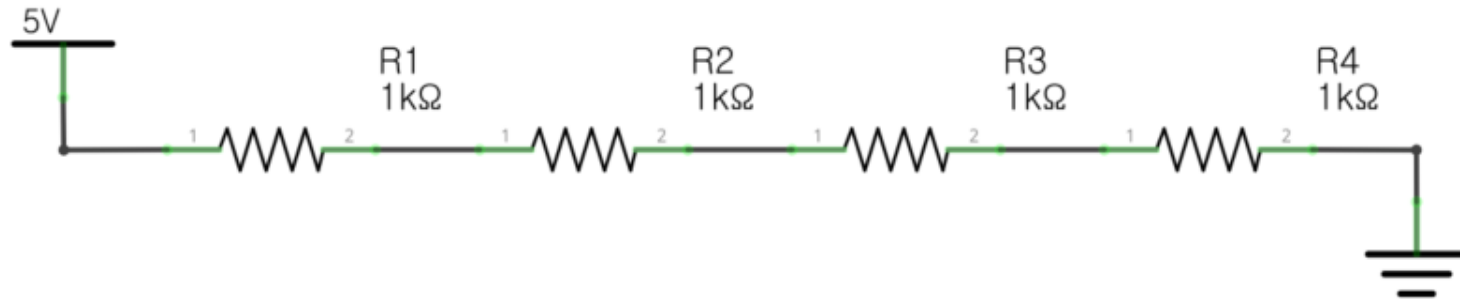
■ 연결도의 그림을 회로도로 표현한 것이다

❖ LED 와 저항을 연결하여 LED를 켜는 회로이다.

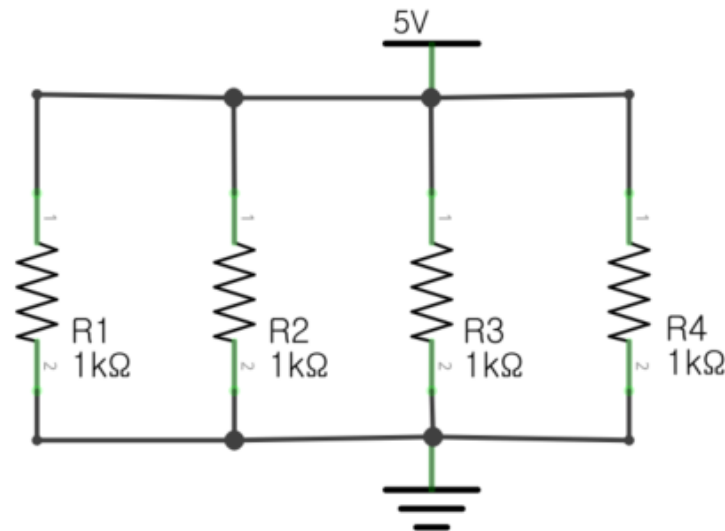


직렬과 병렬 회로 이해

■ 직렬 회로

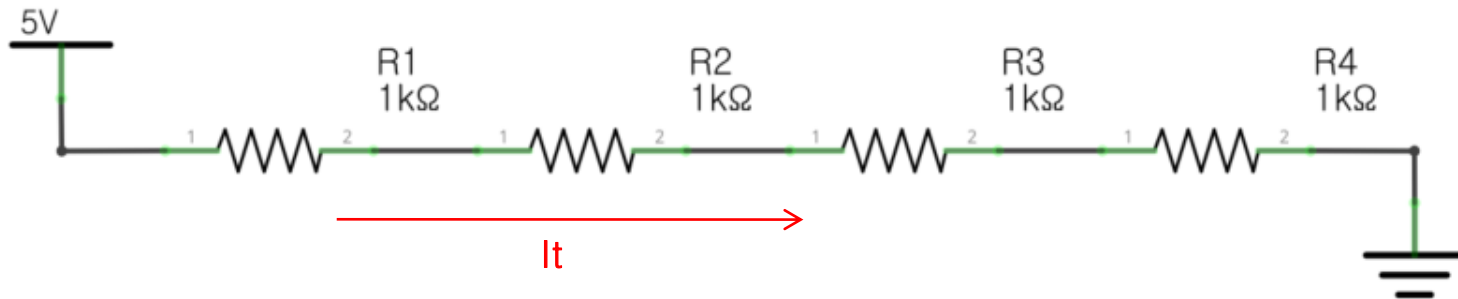


■ 병렬 회로



직렬 회로 전류 계산

■ 5V가 공급된다 전류는 얼마일까?



❖ 전류를 구하기 위해서는 전체 저항을 구해야 한다.

- $R1 + R2 + R3 + R4 = R_t, 4k\ ohm$

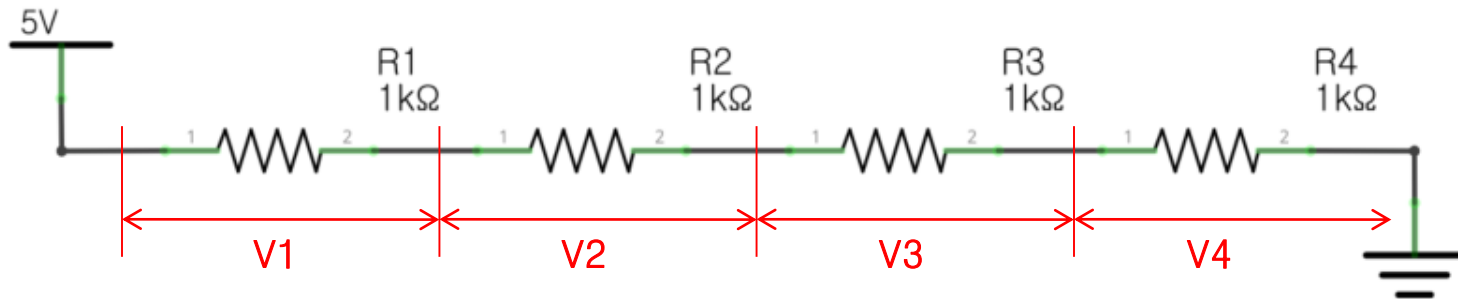
❖ 전류는?

- $I = V/R = I_t \doteq 1.3mA$

■ 모든 저항에 흐르는 전류는 동일하다 하지만 전압은 다르다.

직렬 회로 전압 계산

■ 각 저항의 전압은 어떻게 될까?



❖ 전압은 저항에 비례해서 걸리고 아래와 같은 공식으로 알 수 있다.

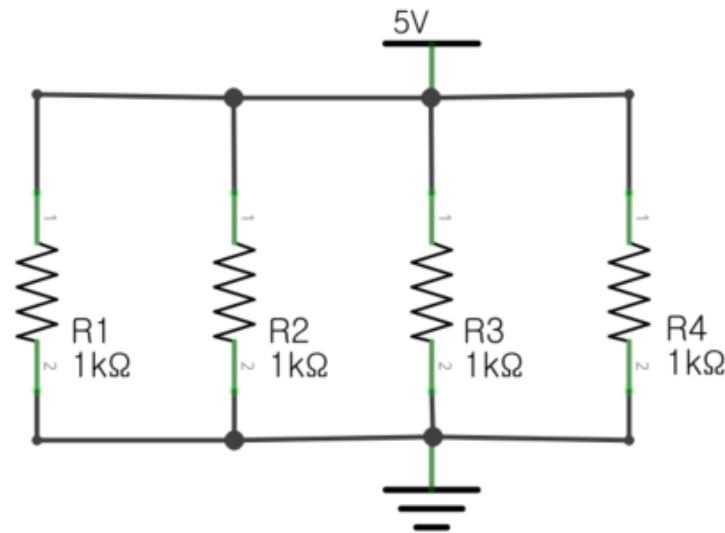
- R1의 경우 3V 이다.

$$1.3\text{mA} \times 1\text{k} = 1.25\text{V}$$

■ 전류가 흐를 수 있는 경로는 1개이므로 모든 저항에는 같은 전류가 흐른다

병렬 회로 전류, 전압 계산

- 전류가 흐를 수 있는 경로는 4군데 이다. 저항의 비율에 따라 반비례적으로 흐르게 된다.



- 전체 저항과 전류는?

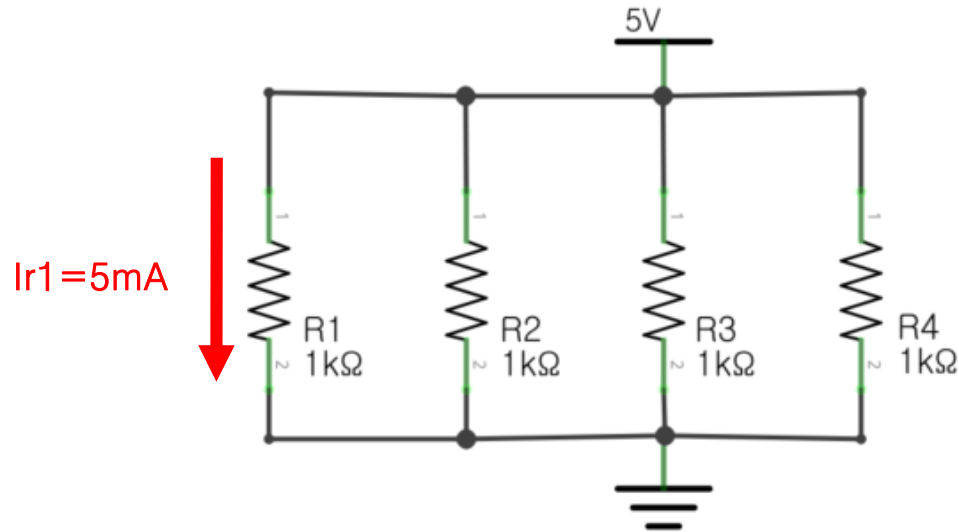
$$R_t = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{R_1 R_2 R_4 + R_2 R_3 R_4 + R_3 R_2 R_1 + R_4 R_3 R_2 R_1} = 250 \text{ ohm}$$

병렬 회로 전류, 전압 계산

■ 전체 전류는 I_t 는 0.02A 이다.

❖ $0.02A = 5V / 250 \text{ ohm}$

■ 저항이 동일하여 전류는 균등하게 흐른다.



■ 모든 저항은 동일한 전압이 걸린다.

❖ 5V