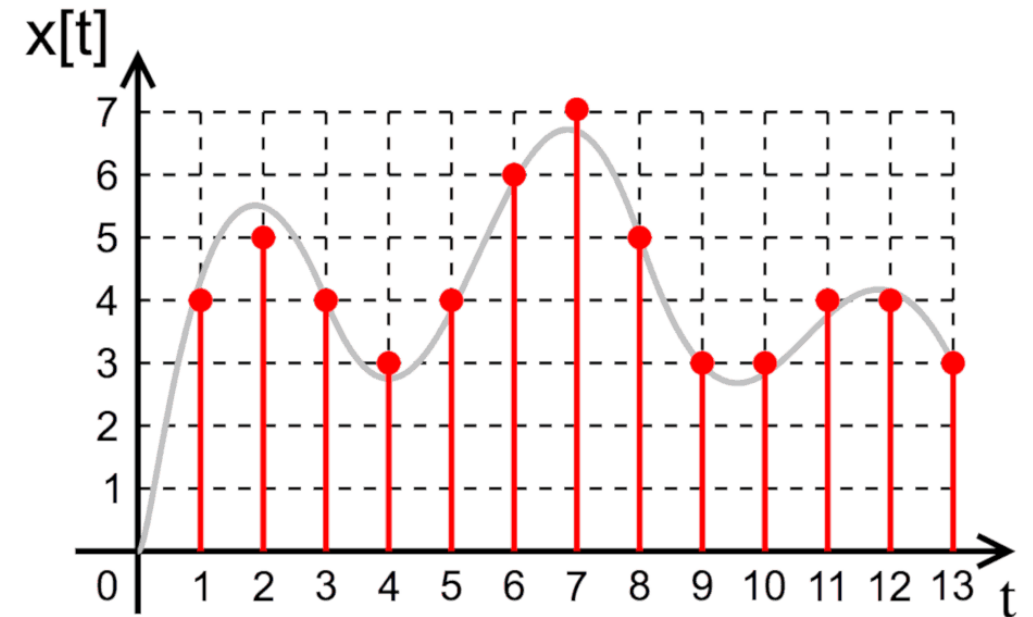
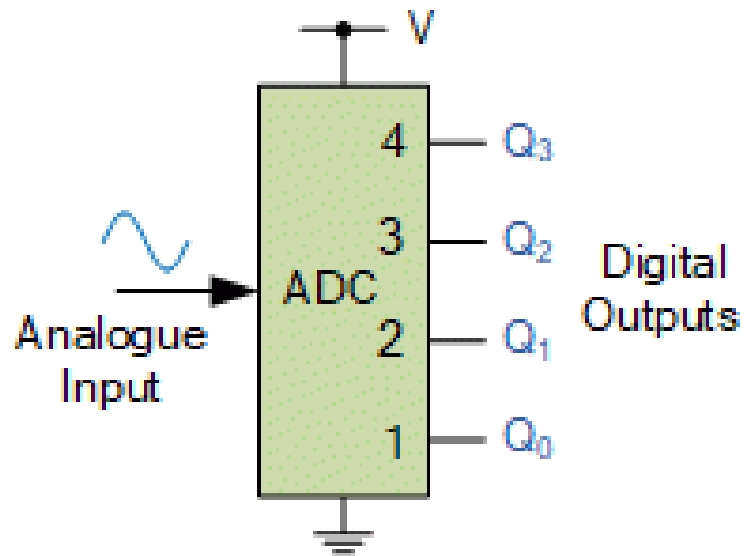
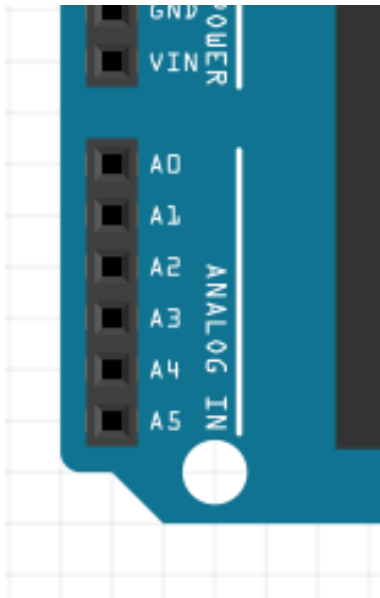


ToF 센서

목표

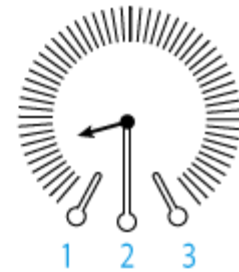
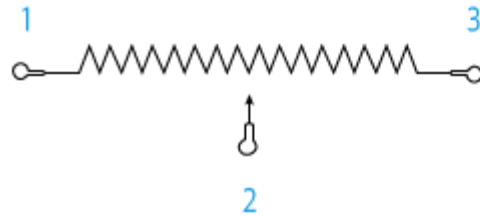
- 아두이노의 analogRead 실험
- 아두이노의 analogWrite 실험
- 아두이노의 PWM 출력 실험(with 서보모터)
- ToF의 이해 및 초음파를 이용한 거리 측정 실험

아날로그 입력(ADC)



가변저항(Potentiometer, 볼륨)

- 저항값을 변경

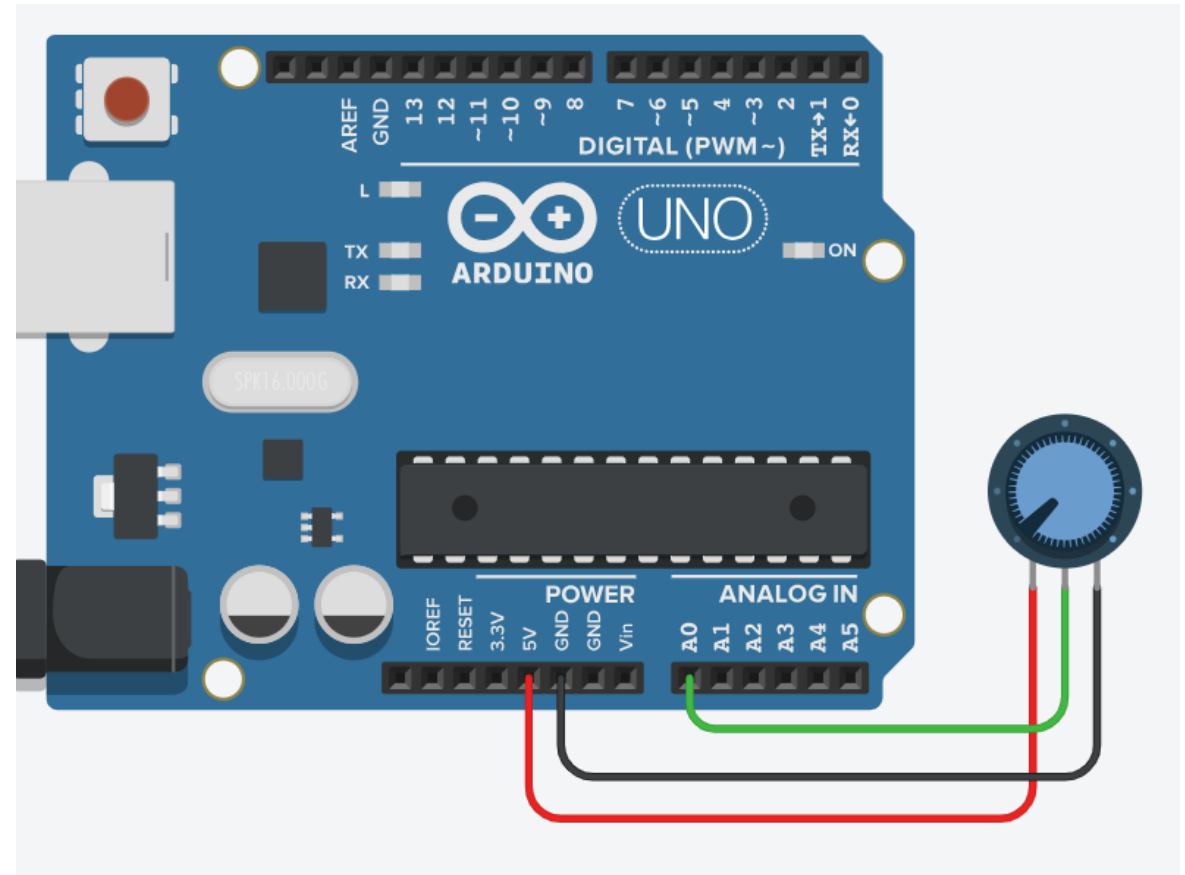


가변저항의 동작방식

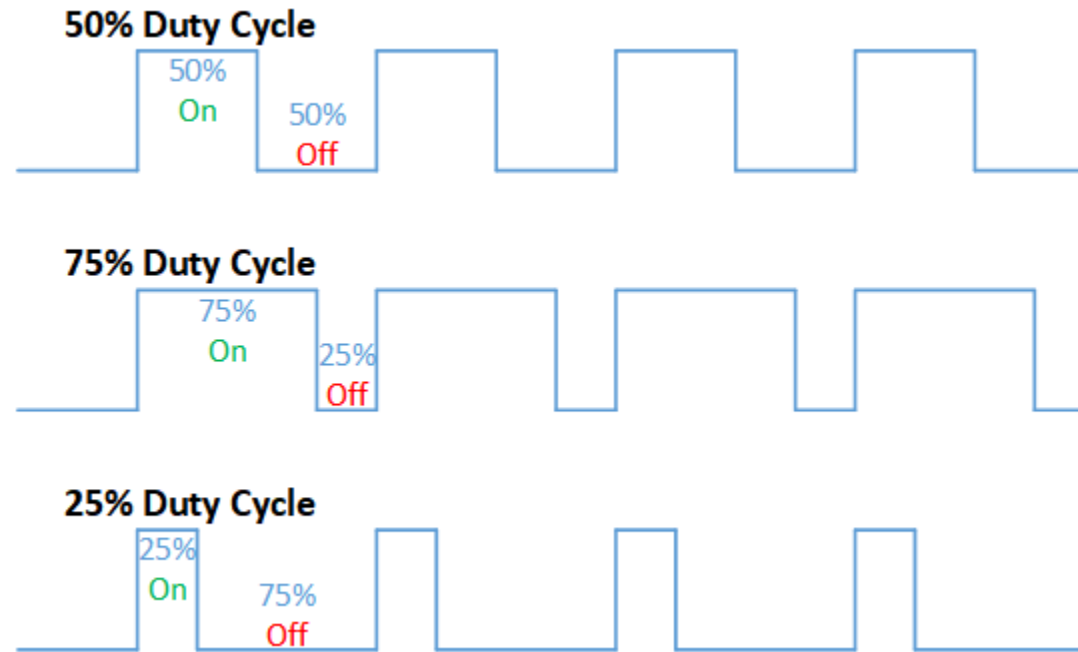
가변저항(Potentiometer, 볼륨)

```
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
}

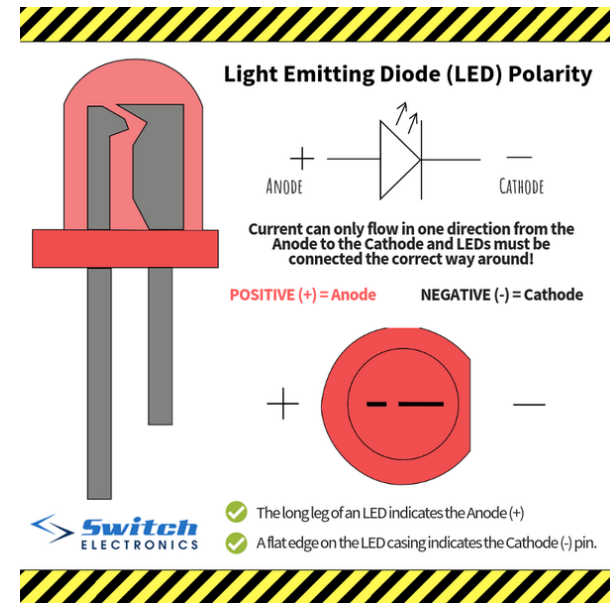
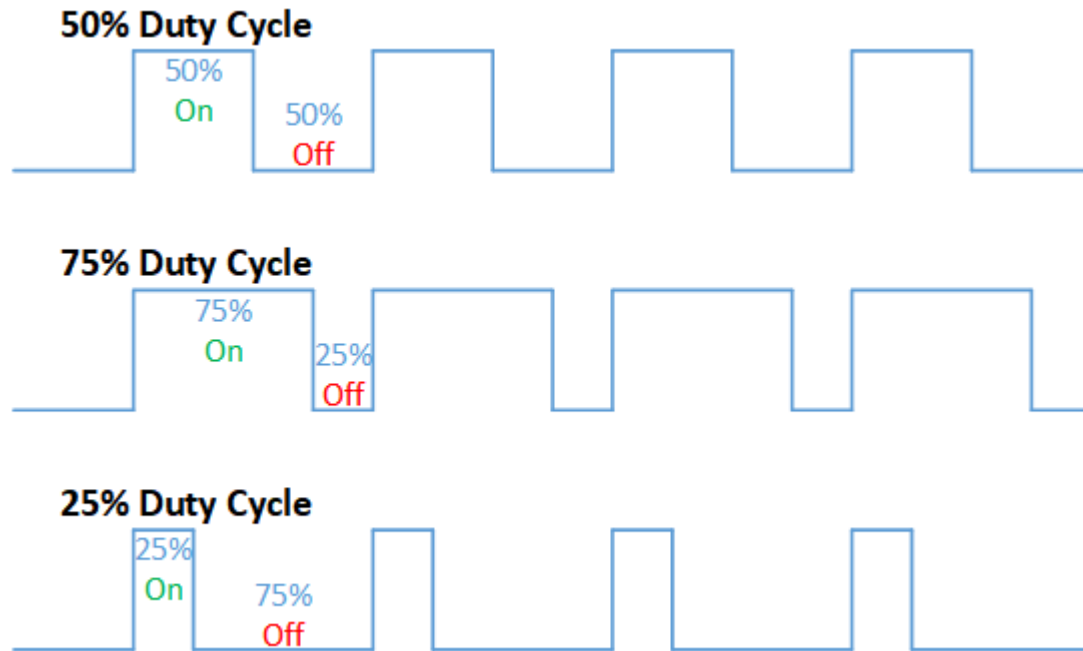
void loop()
{
  int val = analogRead(A0);
  Serial.print("Analog : ");
  Serial.println(val);
}
```



PWM(Pulse Width Modulation)

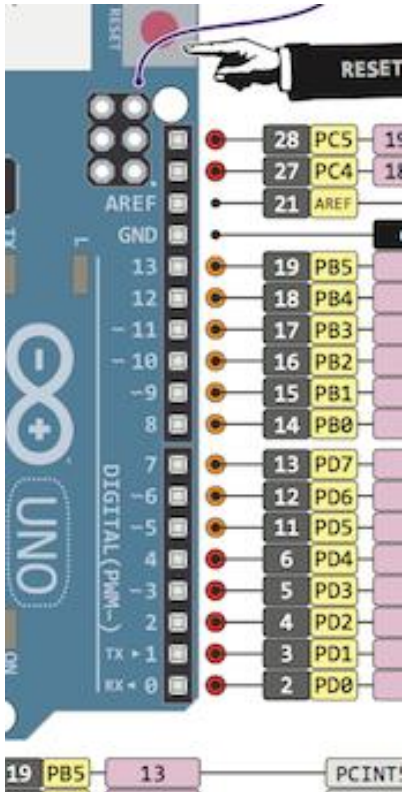


PWM을 이용한 LED 밝기 제어



디지털 입출력 관련 API

- PWM(디지털 출력) 관련 명령

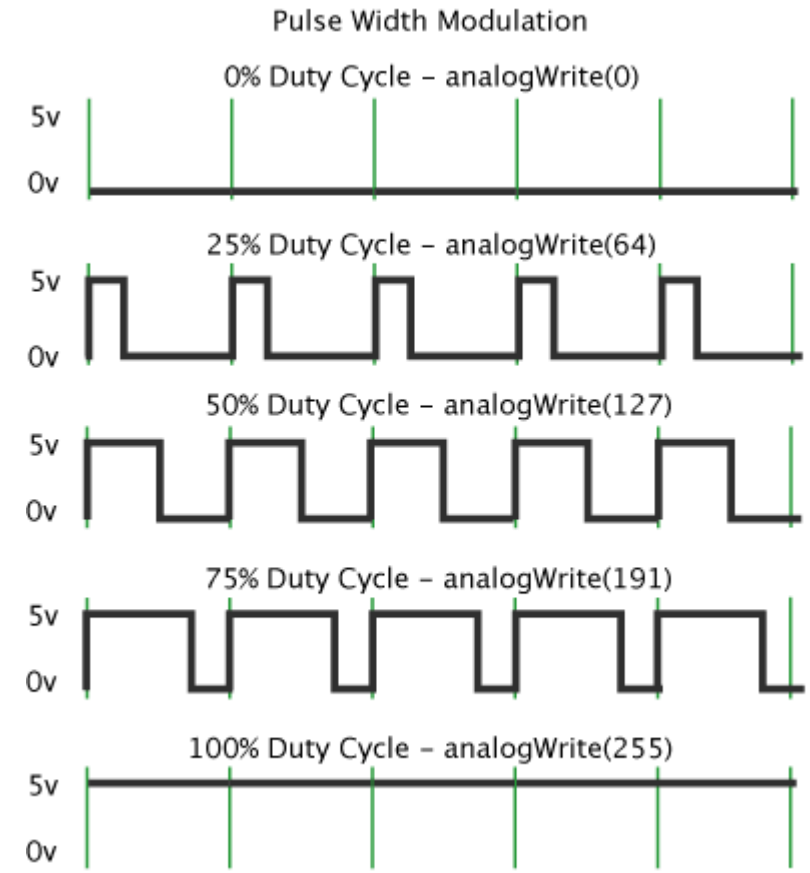
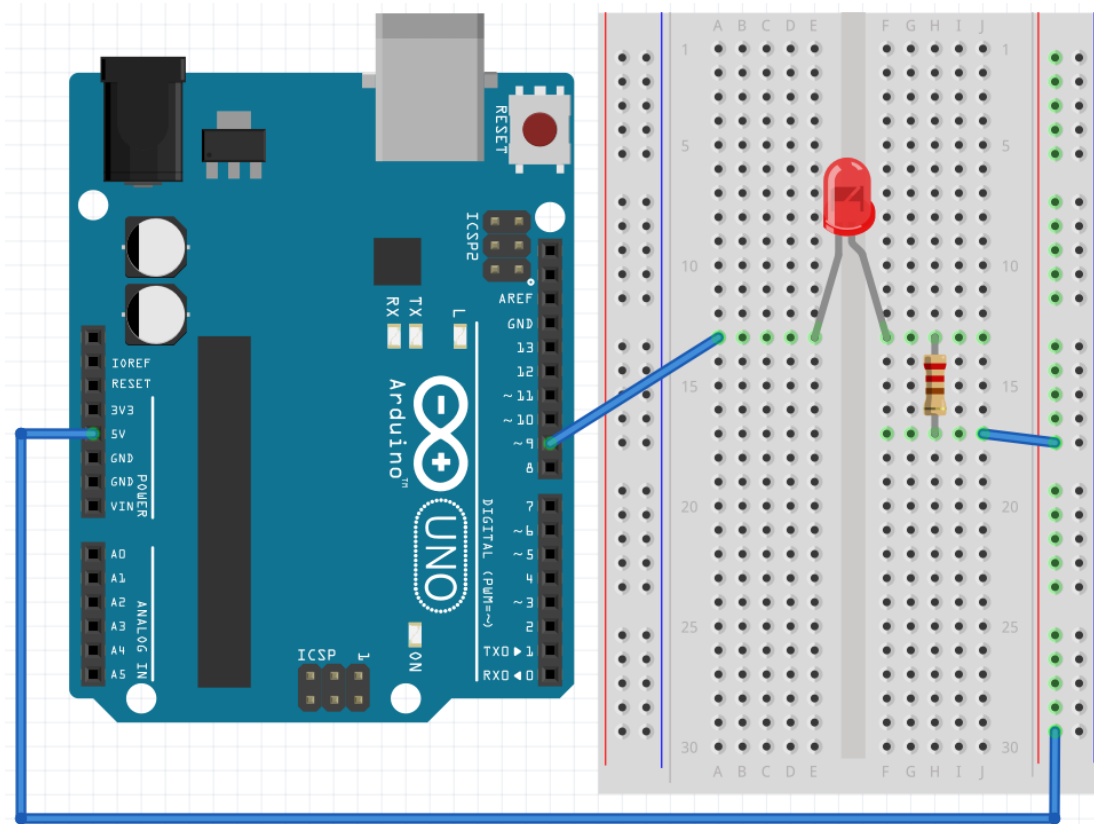


analogWrite(핀번호, Duty Cycle) ;

- `analogWrite(9, 0) ;`
- `analogWrite(9, 128) ;`
- `analogWrite(9, 255) ;`

아두이노를 이용한 LED 밝기 제어 예제

- 함수 : `analogWrite(핀번호, duty cycle)`

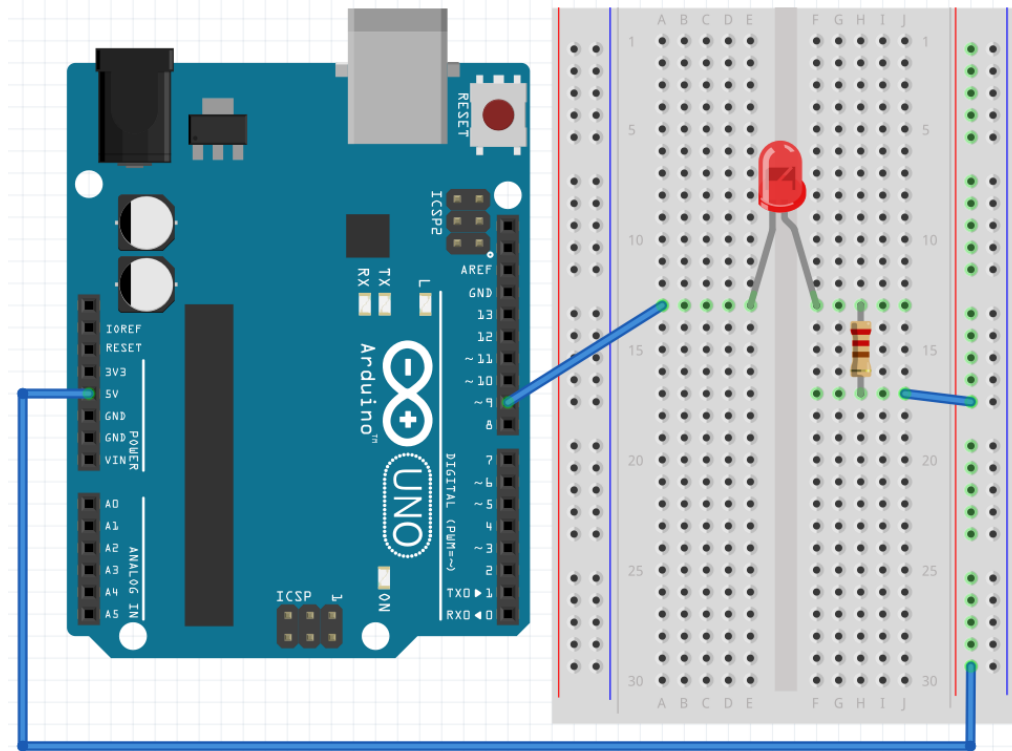


아두이노를 이용한 LED 밝기제어 예제

- 함수 : `analogWrite(핀번호, duty cycle)`

```
void setup() {  
  pinMode(9, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정  
}  
  
void loop() {  
  analogWrite(9, 0); //analogWrite 값은 0 부터 255까지  
}
```

```
void setup() {  
  pinMode(9, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정  
}  
  
void loop() {  
  analogWrite(9, 255); //analogWrite 값은 0 부터 255까지  
}
```



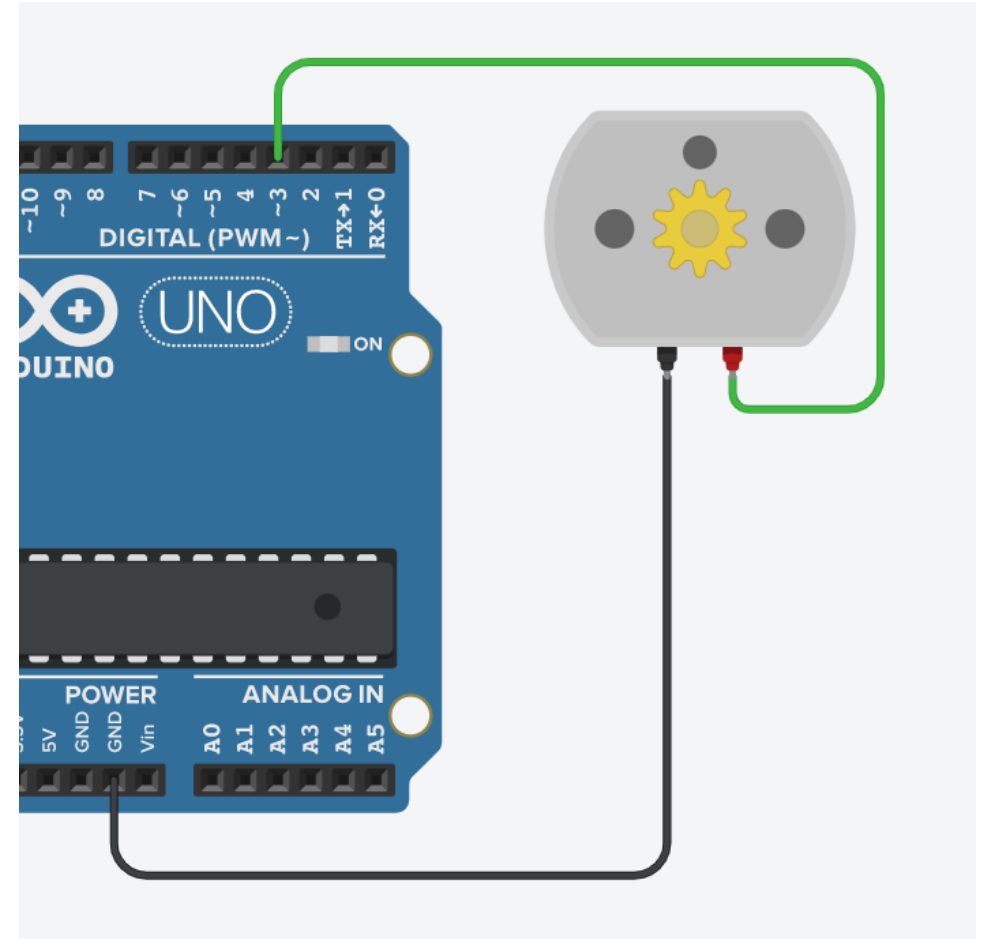
analogWrite(PWM)을 이용한 DC모터 제어

```
void setup()
{
  pinMode(3, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
}

void loop()
{
  analogWrite(3, 255); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
}
```

```
void setup()
{
  pinMode(3, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
}

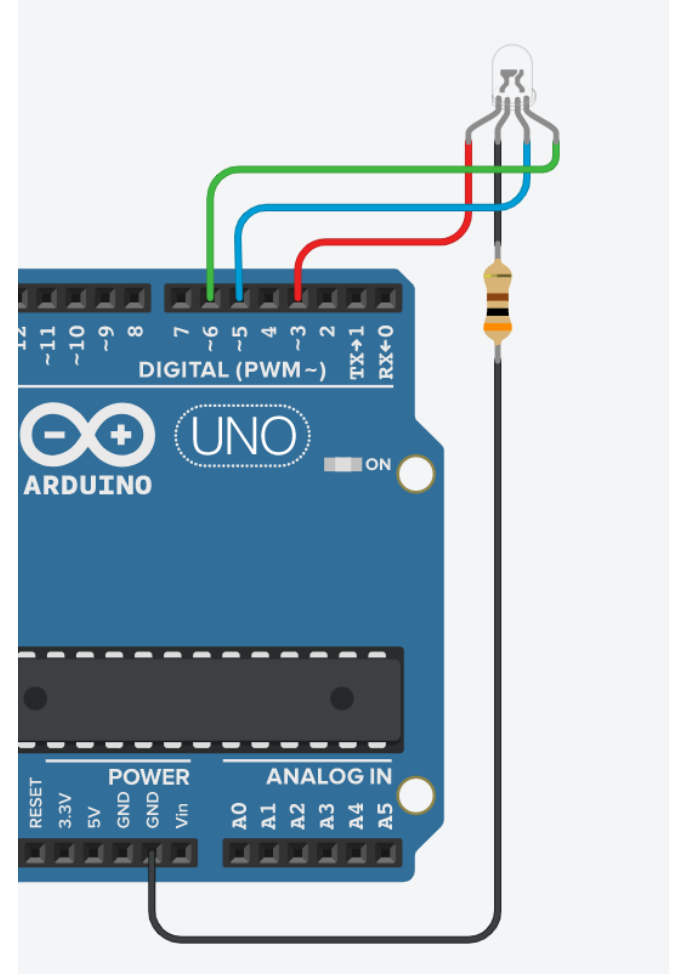
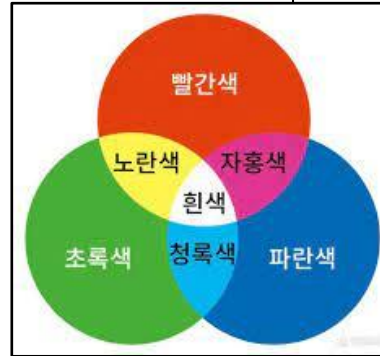
void loop()
{
  analogWrite(3, 128); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
}
```



analogWrite(PWM)을 이용한 RGB LED제어

```
void setup()
{
  pinMode(3, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
  pinMode(5, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
  pinMode(6, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
}
```

```
void loop()
{
  analogWrite(3, 255); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
  analogWrite(5, 255); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
  analogWrite(6, 0); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
}
```

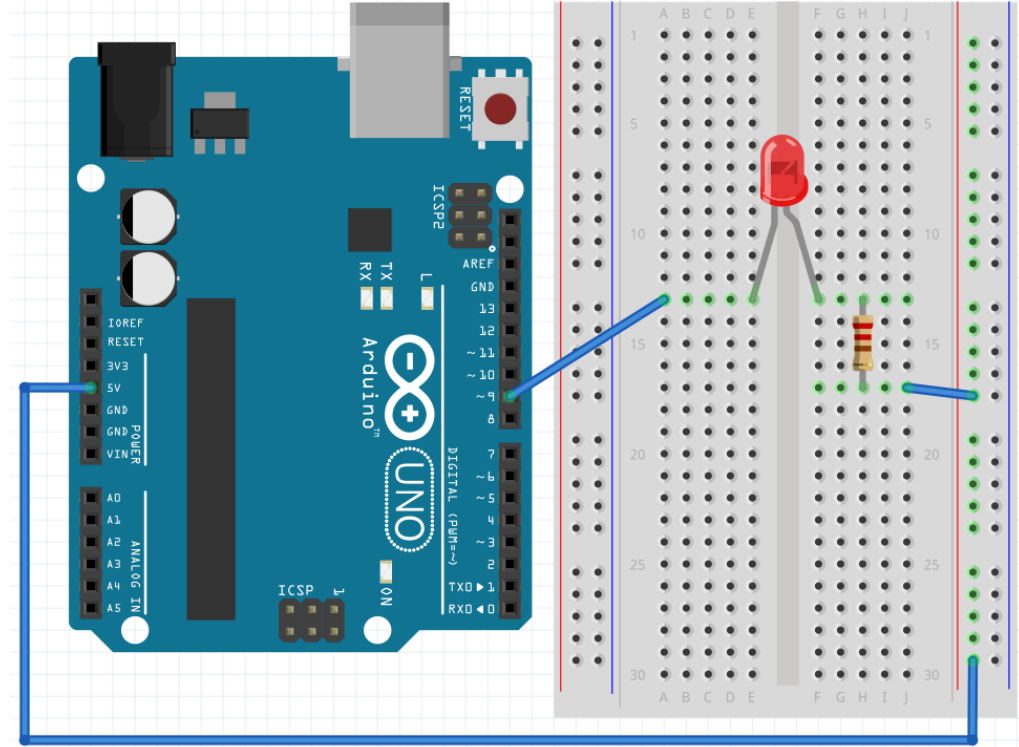


아두이노를 이용한 LED 밝기제어 예제

```
void setup()
{
  pinMode(9, OUTPUT); // 핀을 출력으로 설정
}

void loop()
{
  for( int i=0 ; i<255 ; i++ )
  {
    analogWrite(9, i); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
    delay(30) ;
  }

  for( int i=0 ; i<255 ; i++ )
  {
    analogWrite(9, 255-i); //analogWrite 값은 0 부터 255까지
    delay(30) ;
  }
}
```



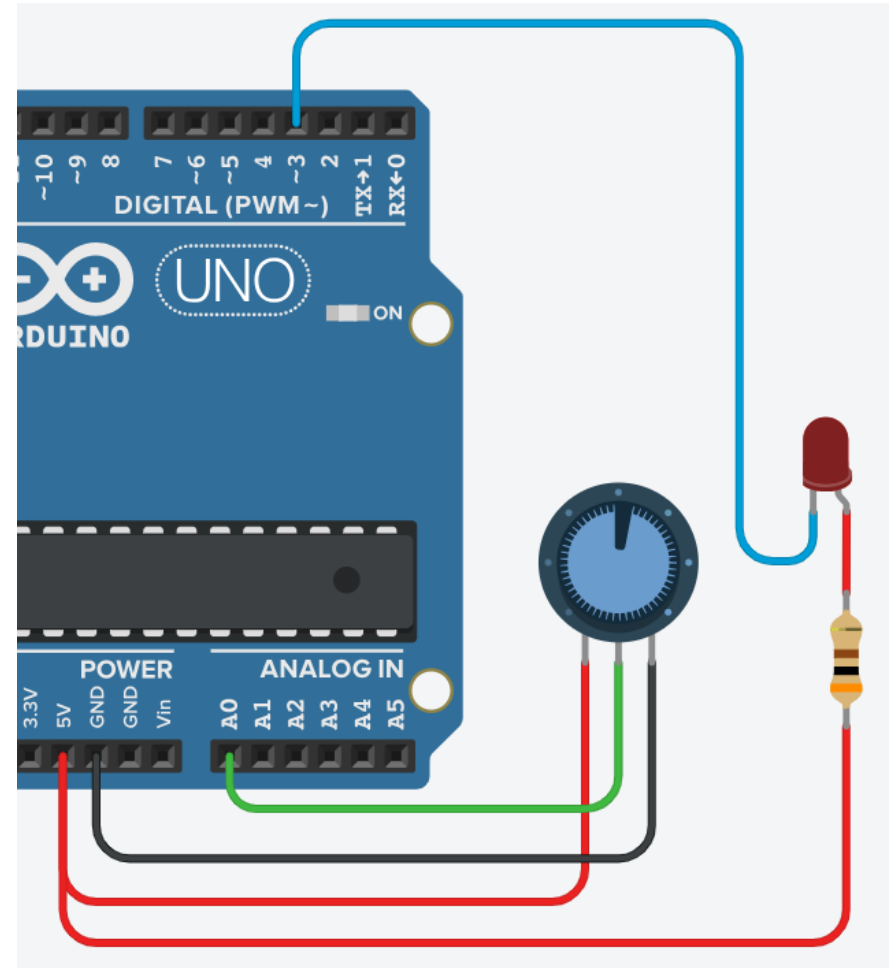
analogWrite / analogRead 실험

```
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT);
}

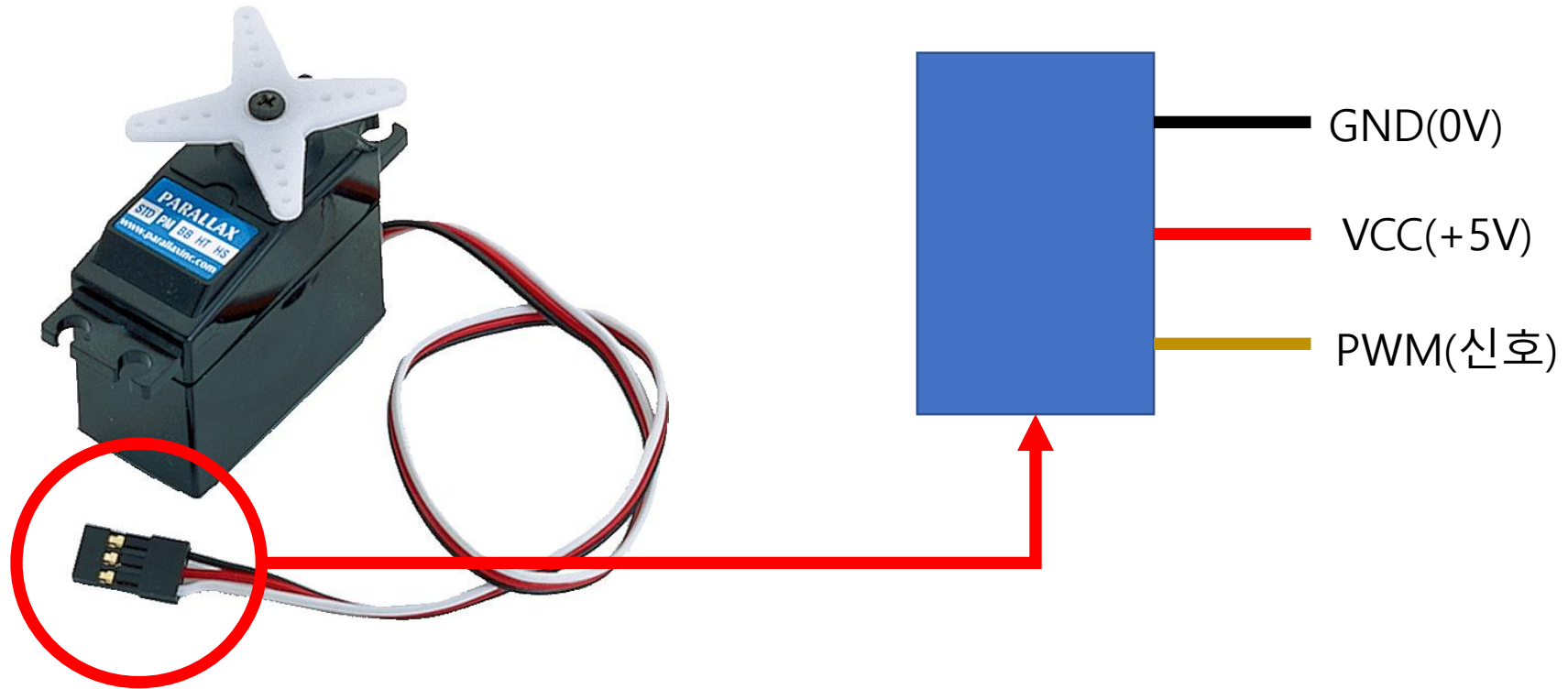
void loop()
{
  int val = analogRead(A0);
  Serial.print("Analog : ");
  Serial.println(val);

  val = val / 4 ;

  analogWrite(3, val);
}
```

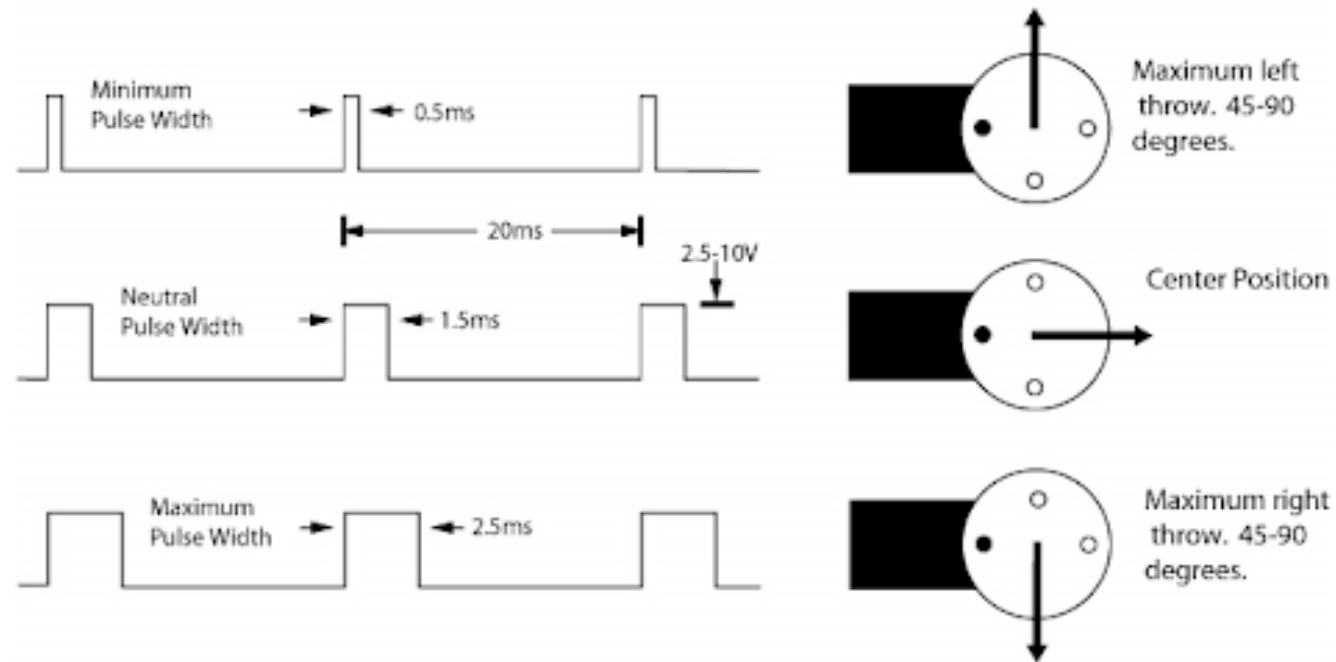


RC 서보모터



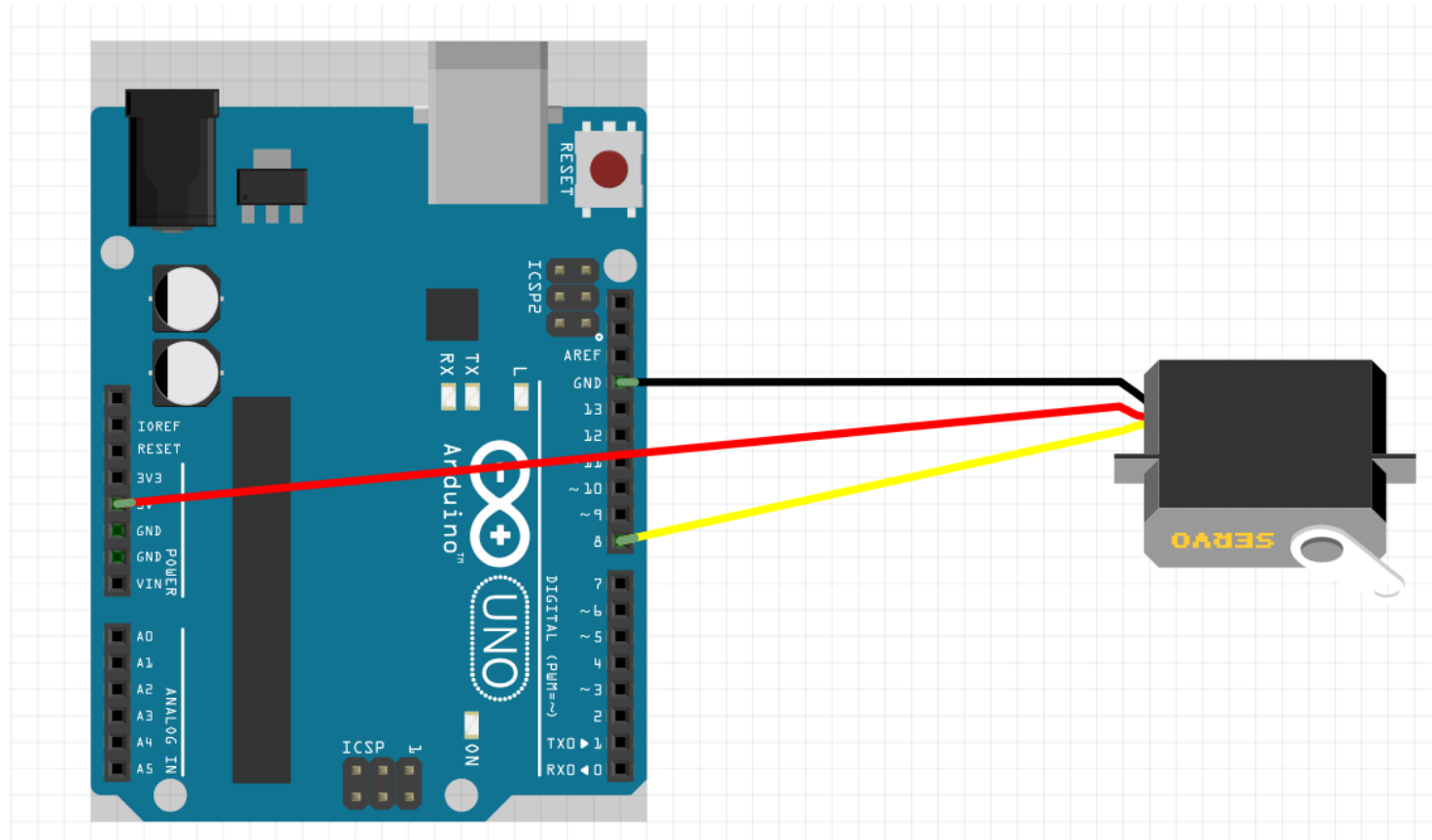
PWM을 이용한 RC 서보모터 제어

R/C Control Signal Theory



아두이노를 이용한 서보모터 제어

- 테스트 회로 구성



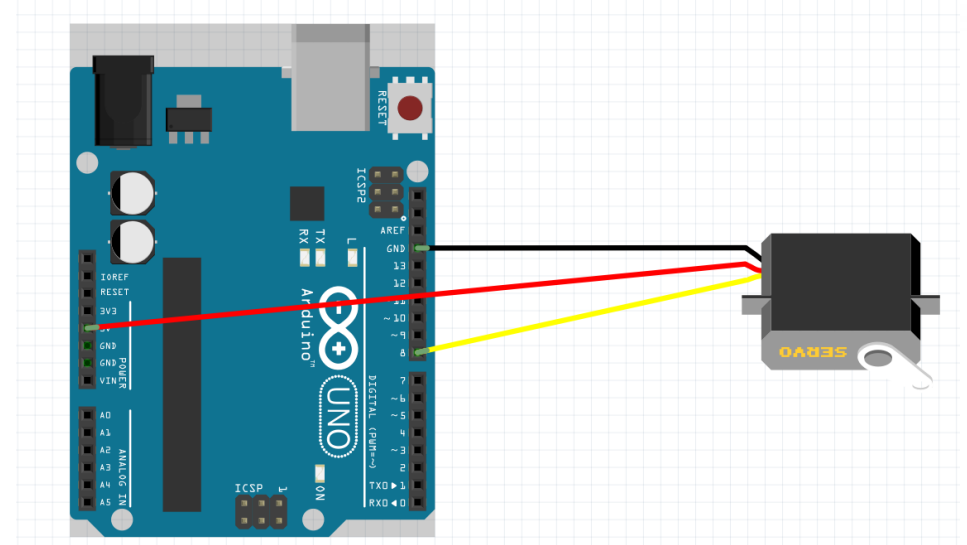
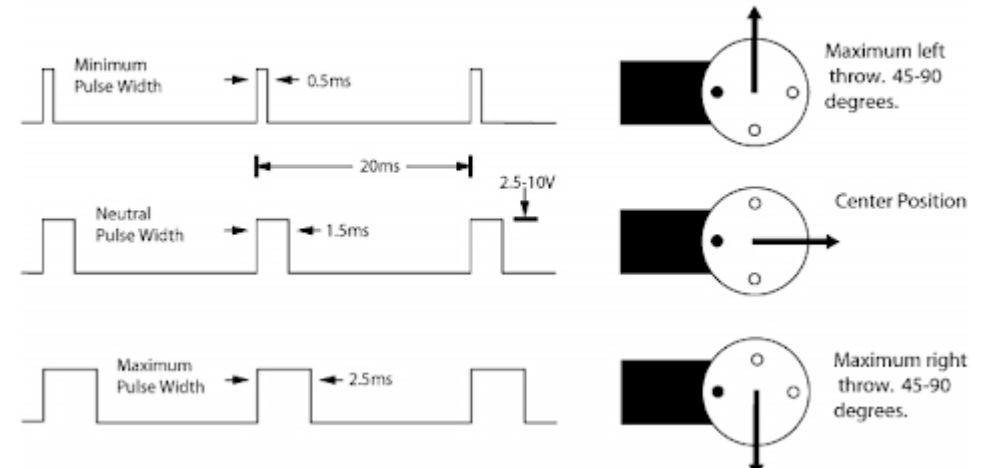
아두이노를 이용한 서보모터 제어

```
void setup()
{
  pinMode(8, OUTPUT) ;
}

void loop()
{
  digitalWrite(8, HIGH);
  delayMicroseconds(1400);

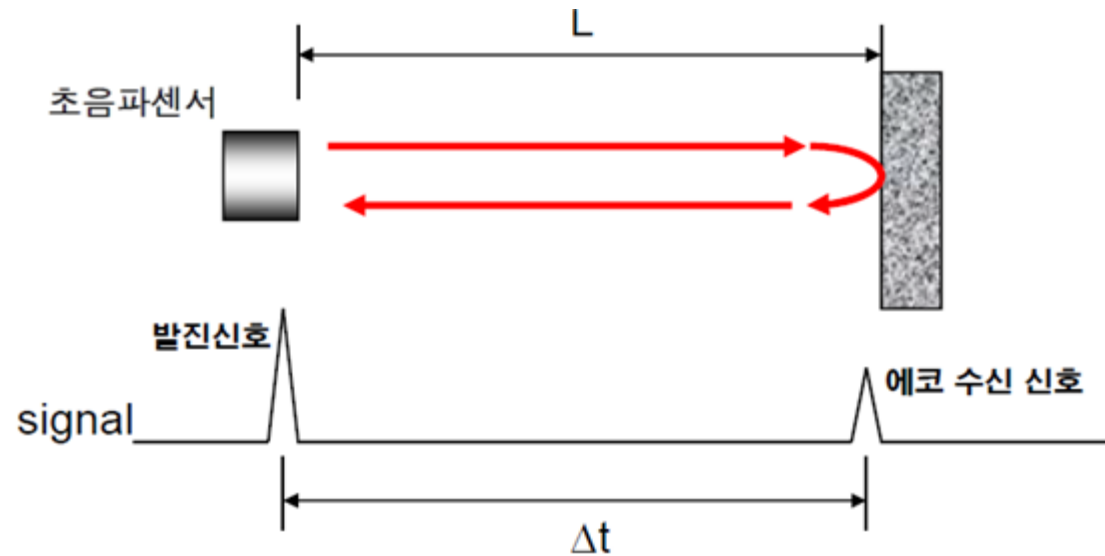
  digitalWrite(8, LOW);
  delayMicroseconds(20000-1400);
}
```

R/C Control Signal Theory



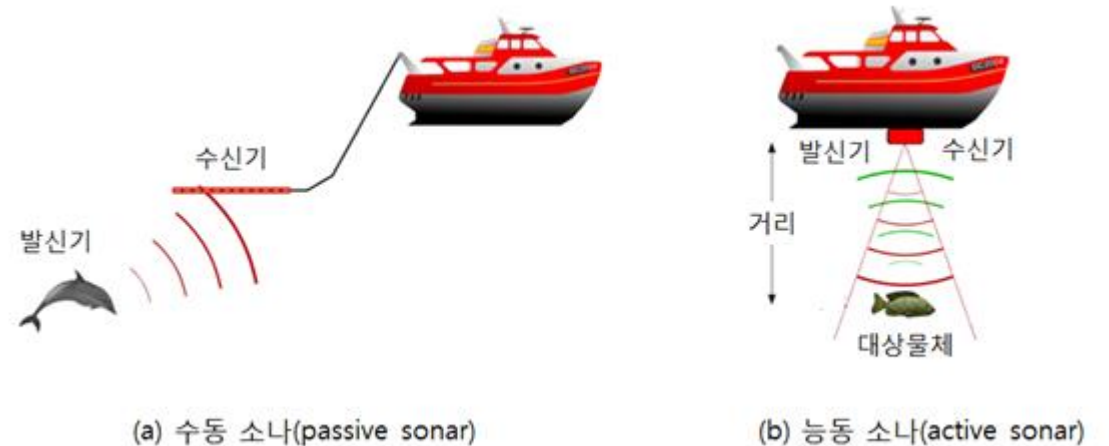
ToF(Time of Flight)

- **ToF**는 피사체를 향해 발사한 빛이나 소리가 반사돼 돌아오는 시간으로 거리를 계산해 사물의 입체감이나 공간 정보, 움직임 등을 인식하는 3D 센싱 기술이다



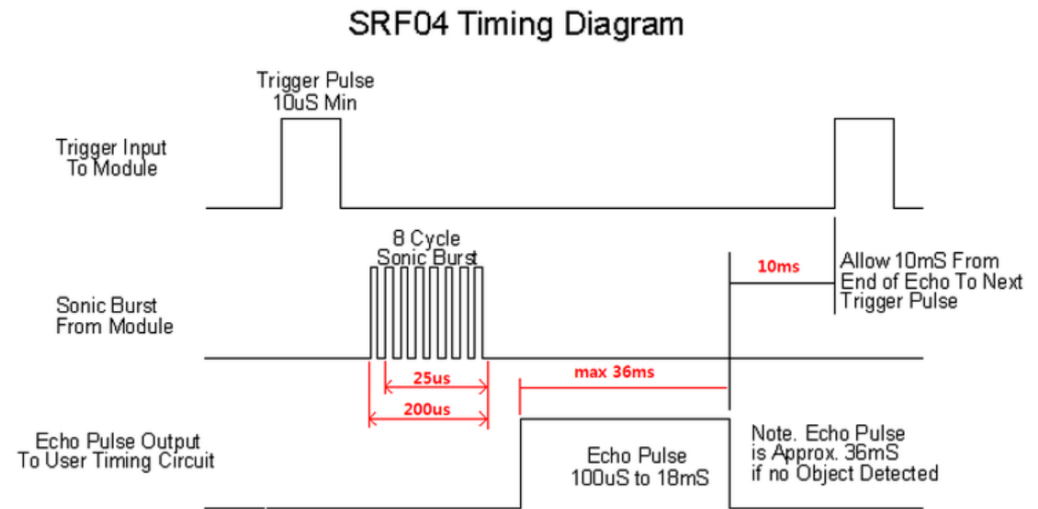
초음파 센서란?

- 초음파 센서는 인간이 들을 수 있는 범위를 벗어나 20,000Hz 이상의 음파를 사용해 센서로부터 지정된 목표 물체까지의 거리를 측정 및 계산하는 산업용 제어 장치.
- 음파는 기본적으로 고체, 액체 및 기체를 통과해 이동하는 압력파이고 거리를 측정하거나 표적이 있고 없음을 감지하기 위해 산업용 응용 분야에서 사용할 수 있다.



초음파 센서 모듈

- SRF04 초음파 모듈을 사용하여 장애물까지의 거리 측정



초음파를 이용한 거리 측정

$$t = \frac{2 \times L(\text{물체와의 거리m})}{V_s(\text{음속m/s})}$$

t: 신호가 되돌아 올때까지 걸리는 시간(s)

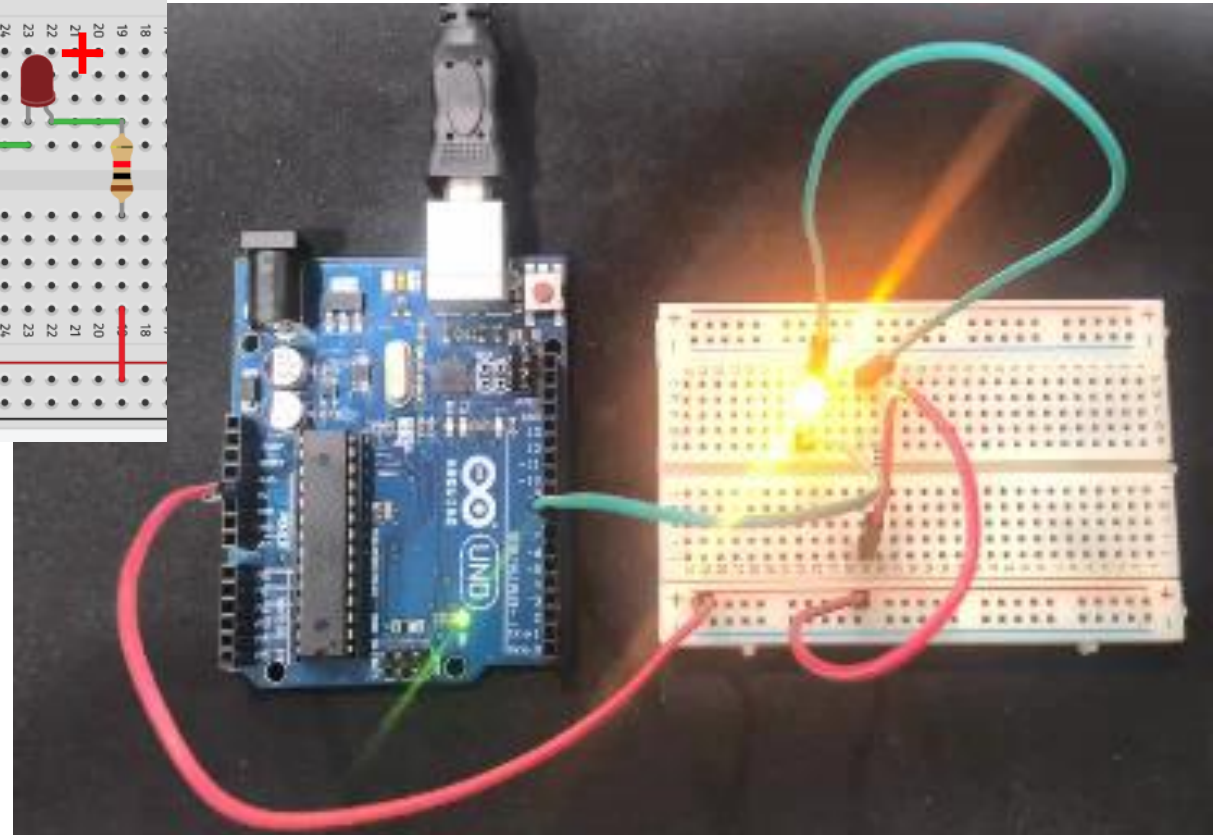
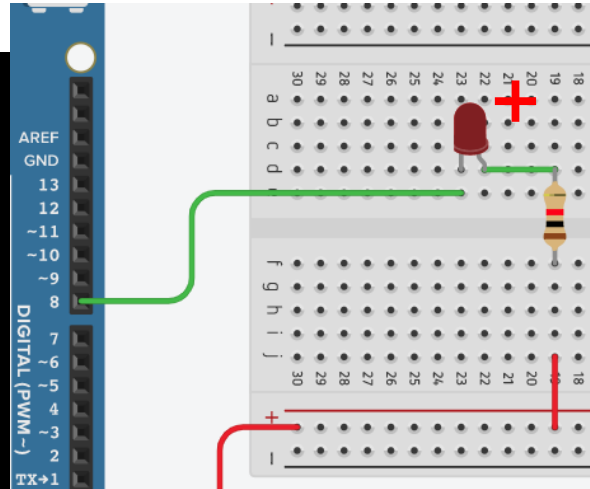
재료	속 도 (m/s)
공기 (0℃)	331
공기 (20℃)	344
물 (25℃)	1498
목재 (소나무)	3300
유리	5000
철	5000
화강암	6000

LED를 이용한 digitalWrite 실험

- Arduino LED ON/OFF 실행

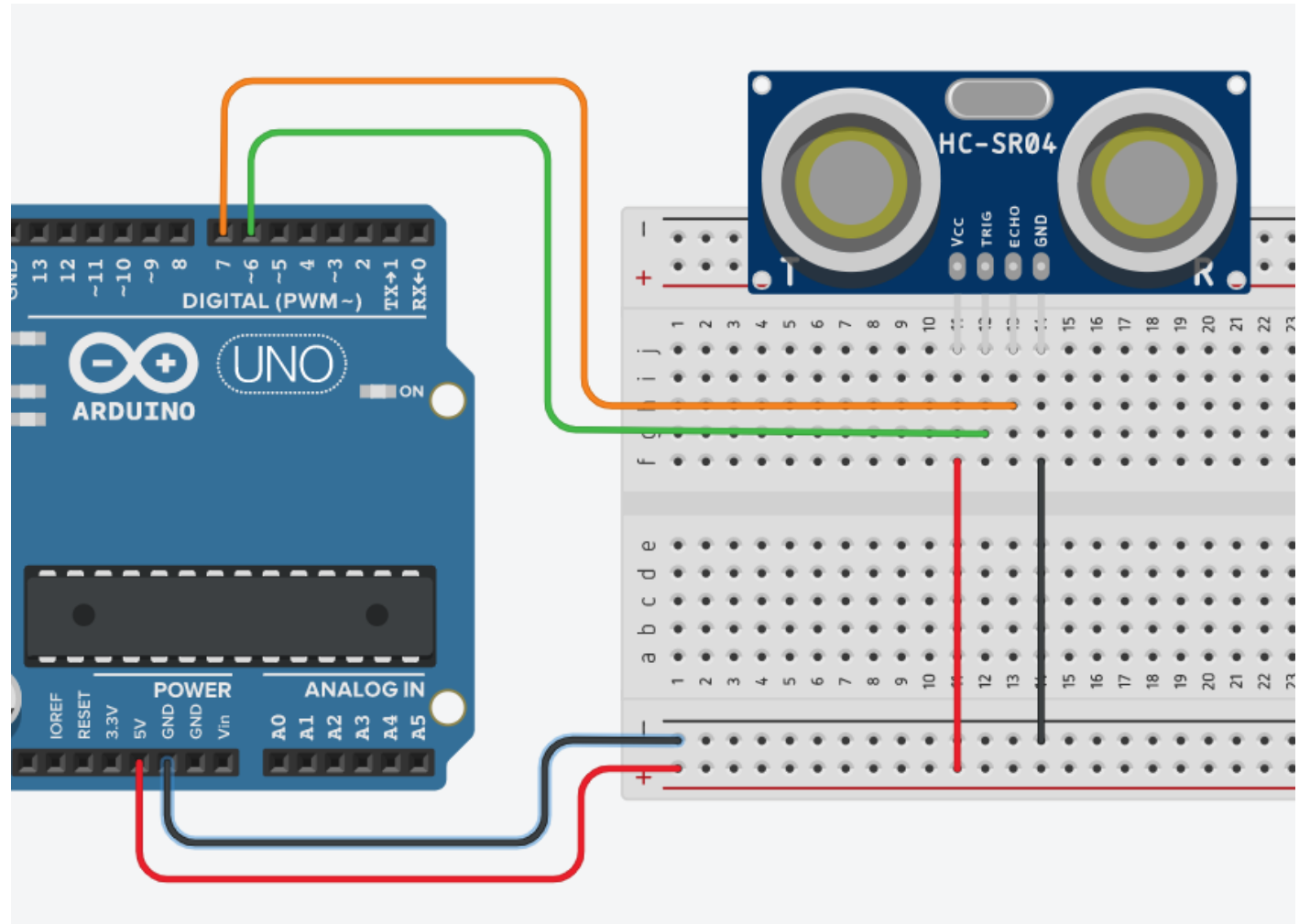
```
// C++ code
//
void setup()
{
  pinMode(8, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(8, HIGH);
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
  digitalWrite(8, LOW);
  delay(1000); // Wait for 1000 millisecond(s)
}
```



아두이노를 이용한 초음파 센서 실험

- VCC ↔ 아두이노 5V
- GND ↔ 아두이노 GND
- TRIG ↔ 아두이노 6
- ECHO ↔ 아두이노 7



아두이노를 이용한 초음파 센서 실험

```
void setup()
{
    Serial.begin(9600) ;

    pinMode(6, OUTPUT);      //6 : Trigger
    pinMode(7, INPUT);       //7 : Echo
}

void loop()
{
    //trigger 발생
    digitalWrite(6, LOW) ;
    delayMicroseconds(2) ;
    digitalWrite(6, HIGH) ;
    delayMicroseconds(10) ;
    digitalWrite(6, LOW) ;

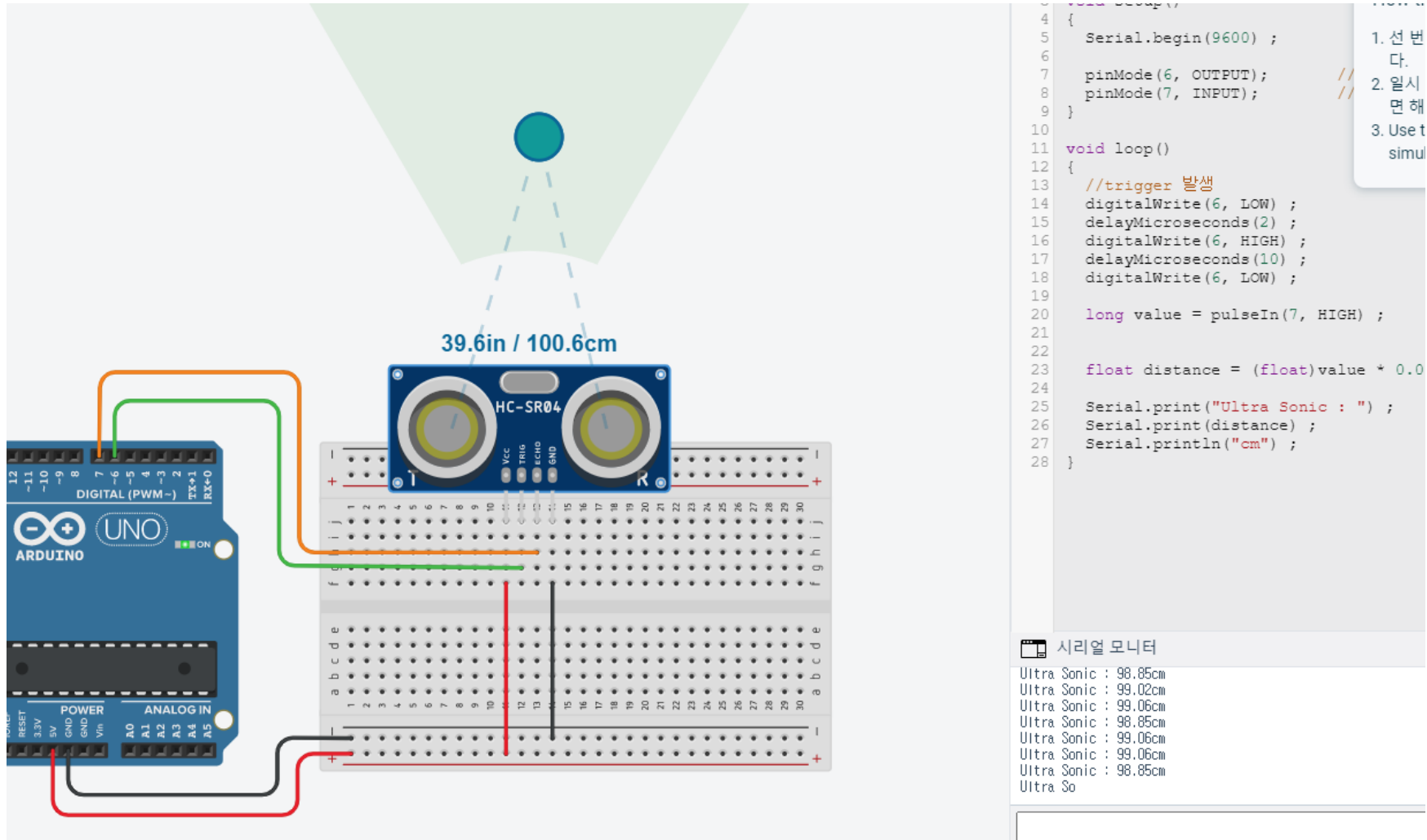
    long value = pulseIn(7, HIGH) ;

    float distance = (float)value * 0.01723 ;

    Serial.print("Ultra Sonic : ") ;
    Serial.print(distance) ;
    Serial.println("cm") ;
}
```

```
1  // C++ code
2  //
3  void setup()
4  {
5      Serial.begin(9600) ;
6
7      pinMode(6, OUTPUT);      //6 : Trigger
8      pinMode(7, INPUT);       //7 : Echo
9  }
10
11 void loop()
12 {
13     //trigger 발생
14     digitalWrite(6, LOW) ;
15     delayMicroseconds(2) ;
16     digitalWrite(6, HIGH) ;
17     delayMicroseconds(10) ;
18     digitalWrite(6, LOW) ;
19
20     long value = pulseIn(7, HIGH) ;
21
22
23     float distance = (float)value * 0.01723 ;
24
25     Serial.print("Ultra Sonic : ") ;
26     Serial.print(distance) ;
27     Serial.println("cm") ;
28 }
```

아두이노를 이용한 초음파 센서 실험



아두이노를 이용한 초음파 센서 실험

- QUIZ : 초음파 센서로 10cm이내에 장애물이 감지 되면 LED를 켜고 그렇지 않으면 LED를 끄는 회로와 프로그램을 완성 하시오.

