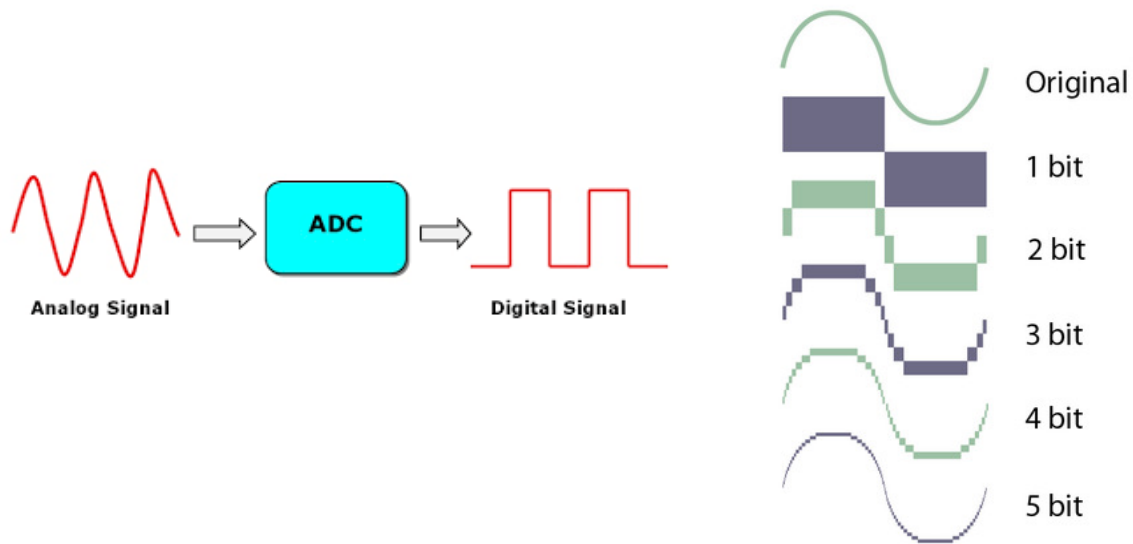
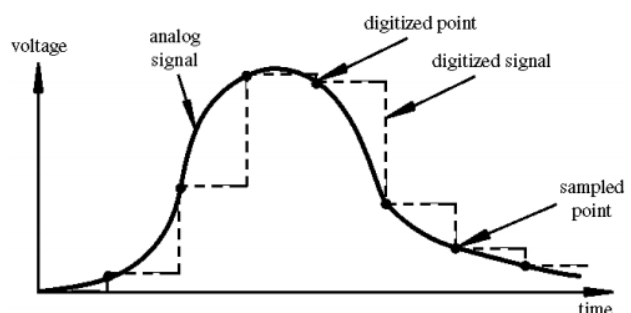


3. Analog to Digital Converter (A/D)

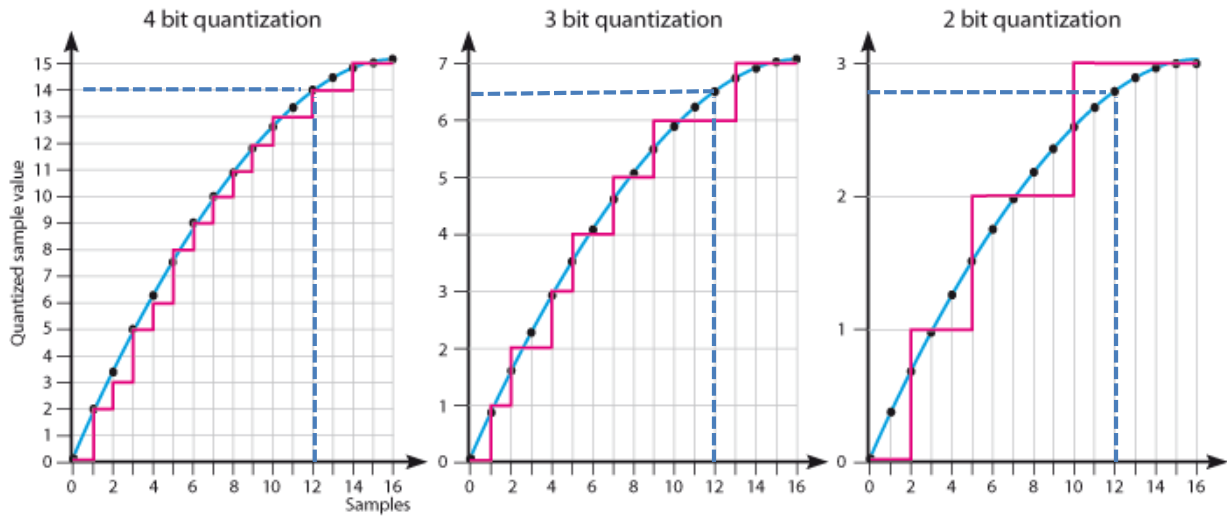


1. การรับค่า Analog Input จาก port

- Many states, not just two (HIGH/LOW)
- Number of states (or values, or “bins”) is *resolution*
- Common computer resolutions:
 - 8-bit = 256 values
 - 16-bit = 65,536 values
 - 32-bit = 4,294,967,296 values



Resolution



พิจารณา ตัวอย่าง sample ที่ 12

4bit

อยู่ที่ระดับที่ 14 = 1110

3 bit

อยู่ที่ระดับที่ 7 = 111

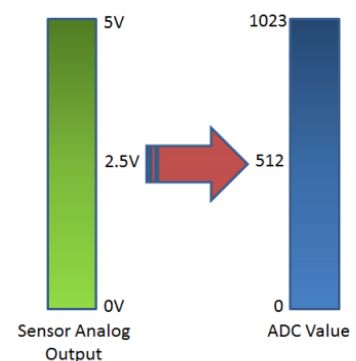
2 bit

อยู่ที่ระดับที่ 3 = 11

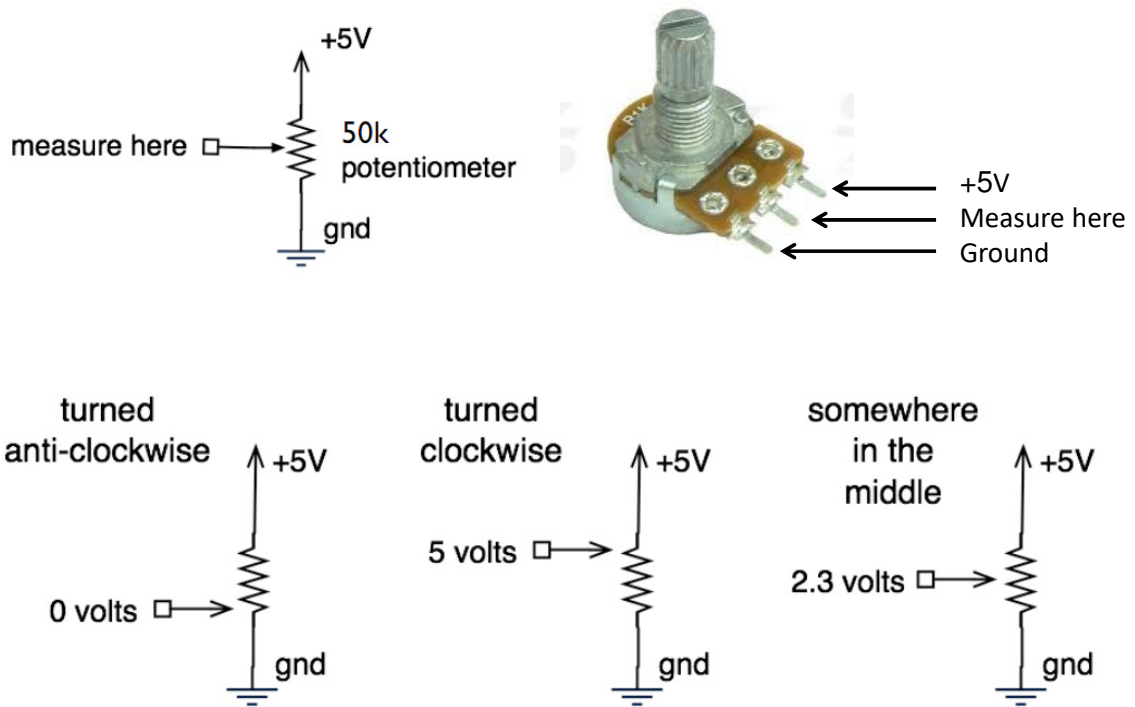
3

Analog Input

- Arduino (ATmega168) has six ADC inputs
- (ADC = Analog to Digital Converter)
- Reads voltage between 0 to 5 volts
- Resolution is 10-bit (1024 values)
- In other words, $5/1024 = 4.8$ mV smallest voltage change you can measure



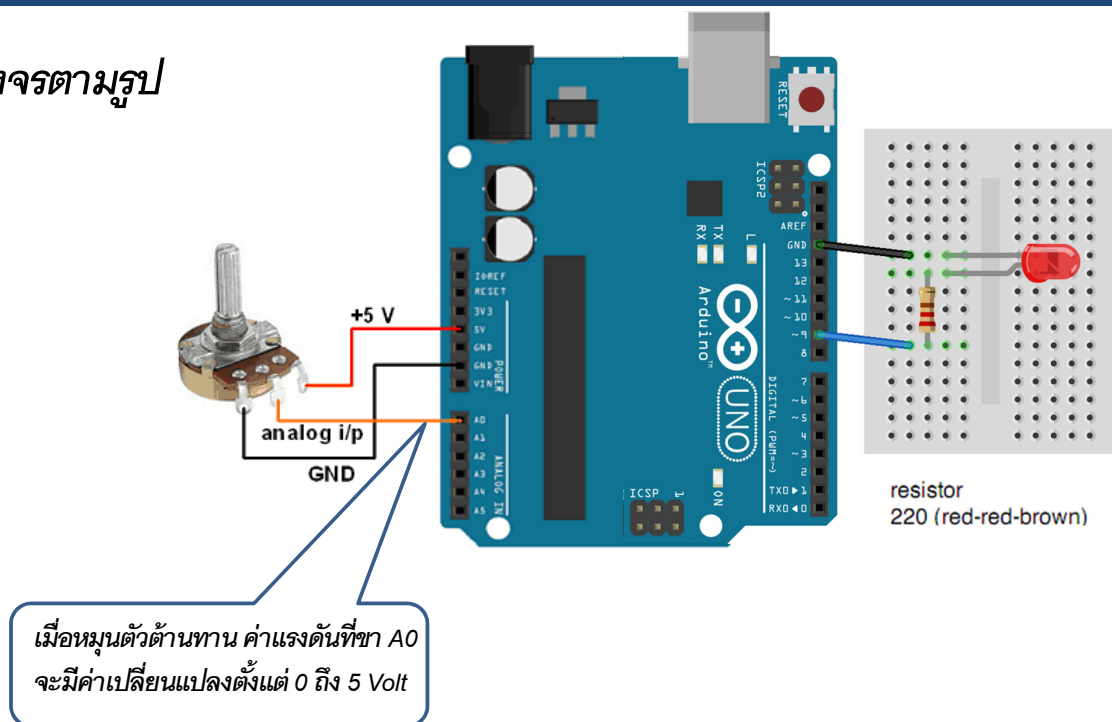
How to make a varying voltage ?



5

การทดลองที่ 1 อ่านค่า สัญญาณ Analog

ตัวอย่างตามรูป



Note: คำสั่ง `analogRead` ใช้ได้กับขา Analog IN pin: A0, A1, ...A5
คำสั่ง `analogWrite` ใช้ได้กับขา Digital pin : 3, 5, 6, 9, 10, 11.

6

โปรแกรมอ่านค่าจากตัวต้านทานปรับค่าได้ แสดงค่าออก LED

```
AnalogueInput | Arduino 1.8.9
File Edit Sketch Tools Help

AnalogueInput $

void setup() {
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop() {
  Value = analogRead(A0);
  Value = Value/4; //convert from 0-1023 to 0-255

  analogWrite(9, Value);
}
```

- Note:** 1. การระบุ analog input ต้องมีตัว A นำหน้า เช่น A0, A1,...A5
2. การใช้ analog input ไม่ต้องใช้คำสั่ง pinMode เนื่องจากทำหน้าที่เป็น input อยู่แล้ว

7

แบบฝึกหัดที่ 1. Tuning Color LED

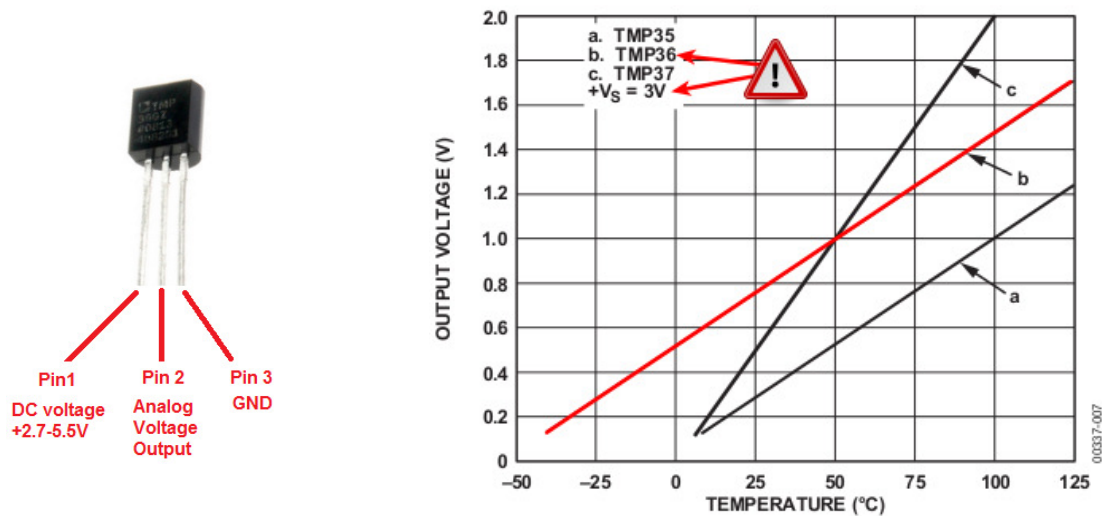
จงเขียนโปรแกรมปรับสี color LED โดยรับค่าจาก ตัวต้านทานปรับค่าได้ จำนวน 3 ตัว เพื่อไปปรับค่าสี Red, Green, Blue เพื่อให้ปรับสีต่างๆ ได้ตามใจชอบ



8

การทดลองที่ 2 อ่านค่า Sensor อุณหภูมิ

แสดงขาของ Sensor อุณหภูมิ TMP36 และกราฟคุณสมบัติของเซ็นเซอร์ ดังรูป



จากกราฟ เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศา แรงดันเอาต์พุต มีค่า 1 โวลต์
ที่อุณหภูมิ 125 องศา แรงดันเอาต์พุต มีค่า 1.7 โวลต์

คำนวณหาความสัมพันธ์ของ อุณหภูมิกับแรงดันเอาต์พุต

จากกราฟ เห็นว่า ที่อุณหภูมิ 50 องศา แรงดันเอาต์พุต มีค่า 1 โวลต์
ที่อุณหภูมิ 125 องศา แรงดันเอาต์พุต มีค่า 1.7 โวลต์

คำนวณหา ความชันของกราฟ

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta \text{Output Voltage}}{\Delta \text{Temp}} = \frac{1.7-1}{125-50} = \frac{0.7}{75} = \frac{7}{750}$$

คำนวณหา สมการเส้นตรง

$$y - y_1 = m(x - x_1)$$

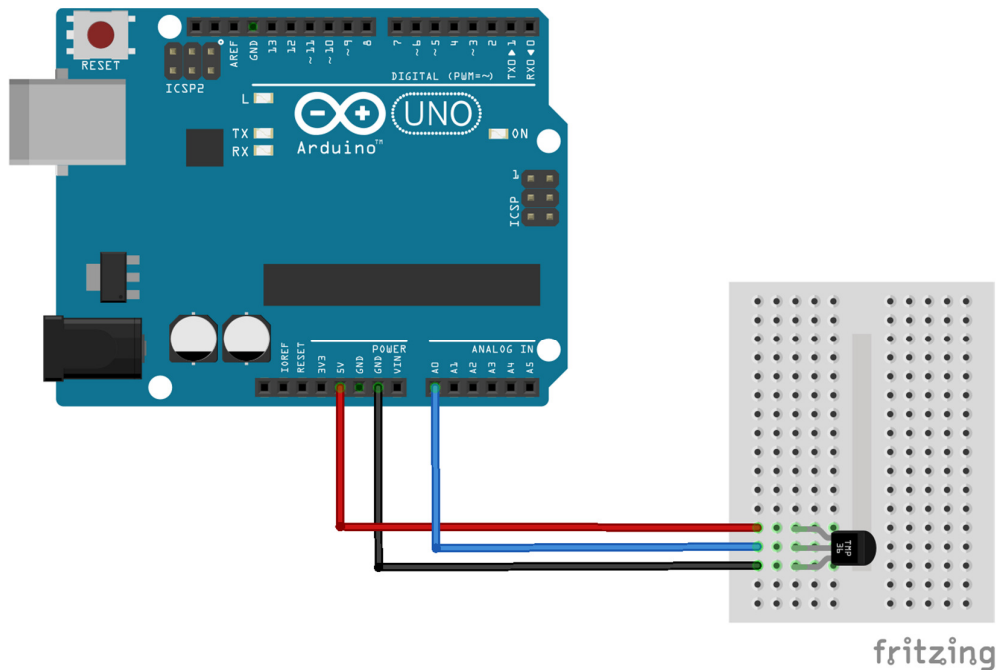
$$\text{Output Voltage} - \text{Output Voltage}_1 = m(\text{Temp} - \text{Temp}_1)$$

$$\text{Output Voltage} - 1 = \frac{7}{750}(\text{Temp} - 50) \quad \text{หรือจัดรูปได้ว่า}$$

$$\text{Temp} = \frac{750}{7}(\text{Output Voltage} - 1) + 50$$

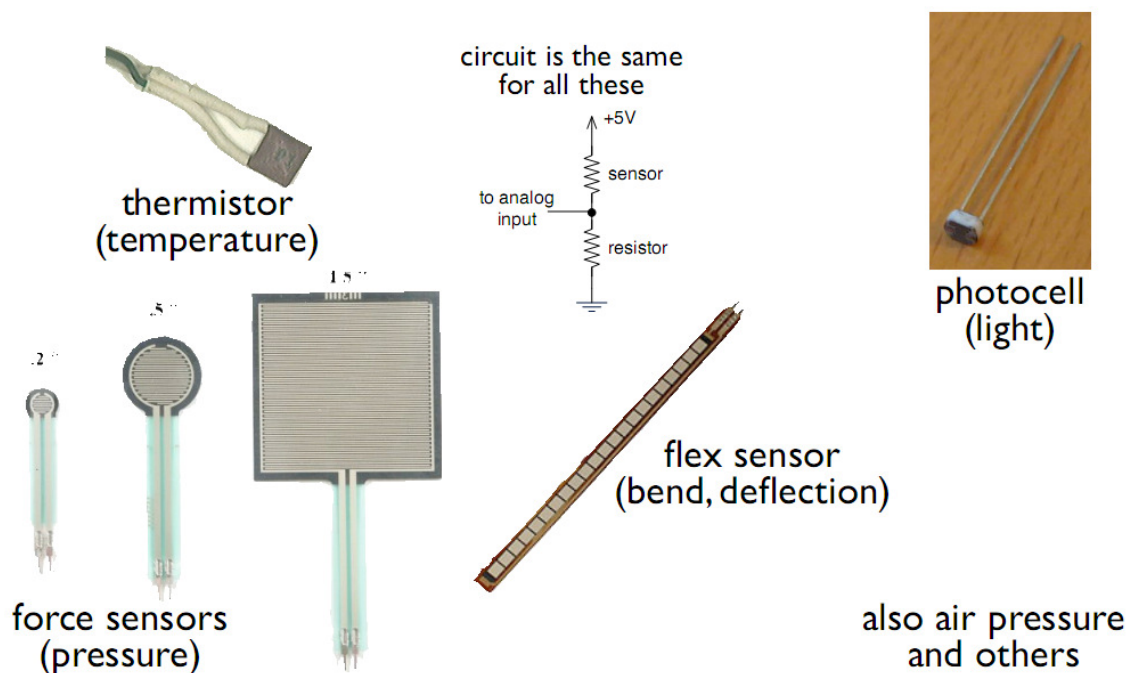
การทดลองที่ 2 อ่านค่า **Sensor** อุณหภูมิ

ต่อวงจร Sensor อุณหภูมิ และเขียนโปรแกรมแสดงค่าอุณหภูมิที่วัดได้



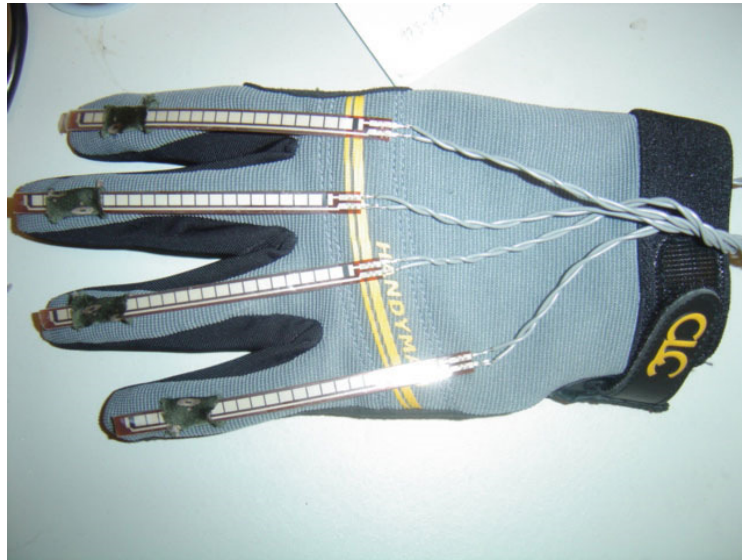
แนวทางการพัฒนา

- นำไปใช้อ่านค่าจาก **Resistive Sensor** ต่างๆ ได้ เช่น



Flex sensors

- **Flex sensors** change their resistance when they are bent at varying angles: they're often used in interactive gloves

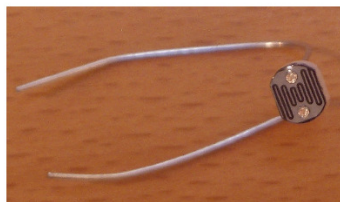


Photocell

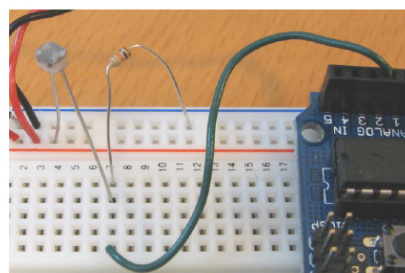
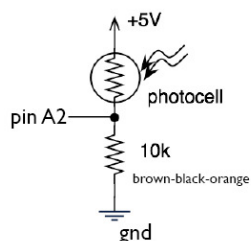
- A variable resistor
- Brighter light == lower resistance
- Photocells you have range approx. 0-10k-1M



schematic symbol



Photocell Circuit



ประยุกต์ใช้ในการตรวจจับแสง

เช่น

ถ้าแสงสว่างมาก ให้ หลอดไฟดับ

ถ้าแสงมืดทึบ ให้ หลอดไฟสว่าง