

ความสว่างเท่าเดิม เนื่องจากใช้หลอดไฟจากแหล่งกำเนิดเท่าเดิม

11. ให้ต่อ LED หลอดที่ 2 อนุกรมกับตัวความต้านทาน 220 Ω เข้ากับขาที่ 10 แล้วลงกราวด์

$$T_r = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.59} \approx 1.69 \text{ s}$$

$$T_o = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.259} \approx 3.86 \text{ s}$$
12. ให้เขียนโปรแกรมให้ LED ขาที่ 9 กระพริบเป็นความถี่ 1 Hz และให้ LED ขาที่ 10 กระพริบเป็นความถี่ 2 Hz
13. ให้ต่อ LED อนุกรมกับตัวความต้านทาน 220 Ω เพิ่มอีกเป็นจำนวน 5 หลอด แล้วให้เขียนโปรแกรมควบคุมให้หลอดไฟ LED กระพริบไล่จากขวาไปซ้าย แล้วกระพริบไล่จากซ้ายสุดและขวาสุดสลับกันไปมา โดยใช้คำสั่ง for (....)

การสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกของบอร์ด Arduino จะใช้พอร์ตที่เรียกว่าพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น หรือสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ การสื่อสารนี้เรียกว่า UART โดยจะใช้ขาหมายเลข 0 (RX) ในการรับค่า และขาหมายเลข 1 (TX) ในการส่งค่า คำสั่งต่างๆที่จำเป็นมีดังนี้

`void serial.begin(rate)` เป็นการกำหนดอัตราของการรับส่งข้อมูล หน่วยเป็น bits per second (baud rate)

`int serial.available()` ใช้ตรวจสอบว่ามีข้อมูลรับข้อมูลไว้จำนวนกี่ไบต์

`int serial.read()` อ่านค่าข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามายังพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์

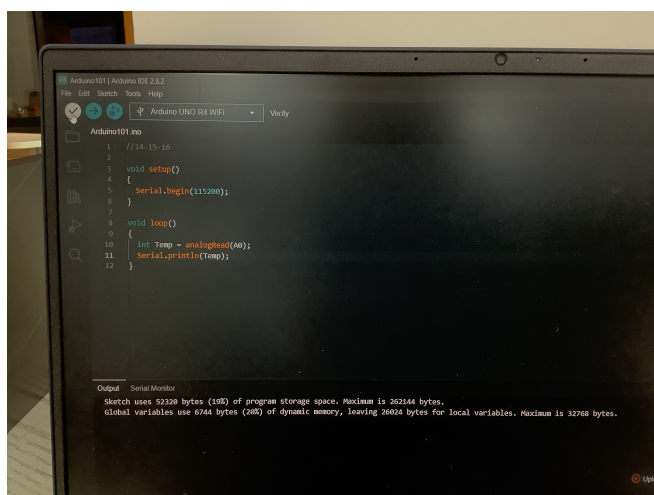
`void Serial.flush()` เคลียร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรมให้ว่าง

`void Serial.print()` พิมพ์ข้อมูล ออกทางพอร์ตอนุกรม

`void Serial.println()` พิมพ์ข้อมูล ออกทางพอร์ตอนุกรมและขึ้นบรรทัดใหม่

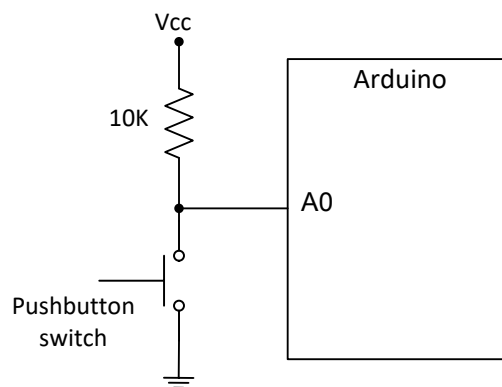
14. ให้เพิ่มคำสั่ง `Serial.begin(115200);` // initialize serial communication at 115200 bits per second
 ลงใน `void setup()` เพื่อใช้กำหนดอัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูลผ่าน Serial Monitor มีค่าเท่ากับ 115200 bps
15. ให้เพิ่มคำสั่ง `int Temp = analogRead(A0);` // read the input on analog pin 0
 ลงใน `void loop()` เพื่อใช้รับค่าสัญญาณอนาล็อกจากขา A0 ของบอร์ด Arduino และแปลงค่าที่ได้ไปเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 10 บิต แล้วเก็บไว้ในตัวแปร Temp ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1023 (คำนวณได้จาก 2^{10})
16. ให้เพิ่มคำสั่ง `Serial.println(Temp);` // print out the value
 ต่อจากคำสั่งในข้อ 15 เพื่อให้พิมพ์ผลลัพธ์ค่าข้อมูลตัวแปร Temp ส่งออกไปทาง Serial Monitor

14, 15, 16 →



การทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าสัญญาณของขาที่ทำการเชื่อมต่ออยู่กับวงจรที่เป็นอุปกรณ์ภายนอก เมื่อมีการกำหนดให้ขาใดขาหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็น Input ด้วยคำสั่ง pinMode ก็สามารถใช้คำสั่ง digitalRead เพื่อสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์อ่านค่าสัญญาณที่เป็นแบบดิจิทัลเข้ามาจากอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับขานั้นๆ ได้ ด้วยการใช้คำสั่ง digitalRead(pin) โดยที่ pin เป็นค่าของหมายเลขขาดิจิทัลที่ต้องการอ่านค่าว่าเป็นสัญญาณ HIGH หรือ LOW ในบอร์ด Arduino จะมีขาที่มีวงจรที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัล หรือ Analog to Digital Converter (ADC) ขนาด 10 บิต ซึ่งจะใช้ในการอ่านค่าของสัญญาณที่เป็นแบบอนาล็อกเข้ามาจากวงจรภายนอกหรือเซนเซอร์ต่างๆ ที่เป็นแบบอนาล็อกที่เชื่อมต่อกับ ซึ่งจะต้องใช้เป็นคำสั่ง analogRead(pin) โดยที่ pin จะเป็นหมายเลขขาอินพุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อกซึ่งจะขึ้นต้นด้วย A ใน Arduino จะมีขาที่เป็นอนาล็อกอยู่ทั้งหมด 8 ขา ซึ่งค่าของสัญญาณอนาล็อกที่อ่านได้นี้จะต้องถูกแปลงค่าจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัลขนาด 10 บิต ทำให้ได้ค่าที่อ่านออกมาทั้งหมดเท่ากับ 2^{10} ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1023 นอกจากนี้แล้วยังมีขา Analog Reference ใช้สำหรับอ้างอิงค่า Analog ในการเปรียบเทียบแรงดันแบบ Analog

17. ให้ต่อตัวความต้านทาน 10 K Ω อนุกรมกับสวิตช์ เข้ากับขา Vcc ของบอร์ด Arduino แล้วลงกราวด์ โดยให้ขา A0 ที่ทำหน้าที่เป็น Analog to Digital Converter ต่อเข้ากับจุดต่อร่วมระหว่างตัวความต้านทานกับสวิตช์



18. ให้เขียนโปรแกรมทดสอบการกดสวิตช์ โดยอ่านจากขา A0 แล้วให้บันทึกค่าที่ได้

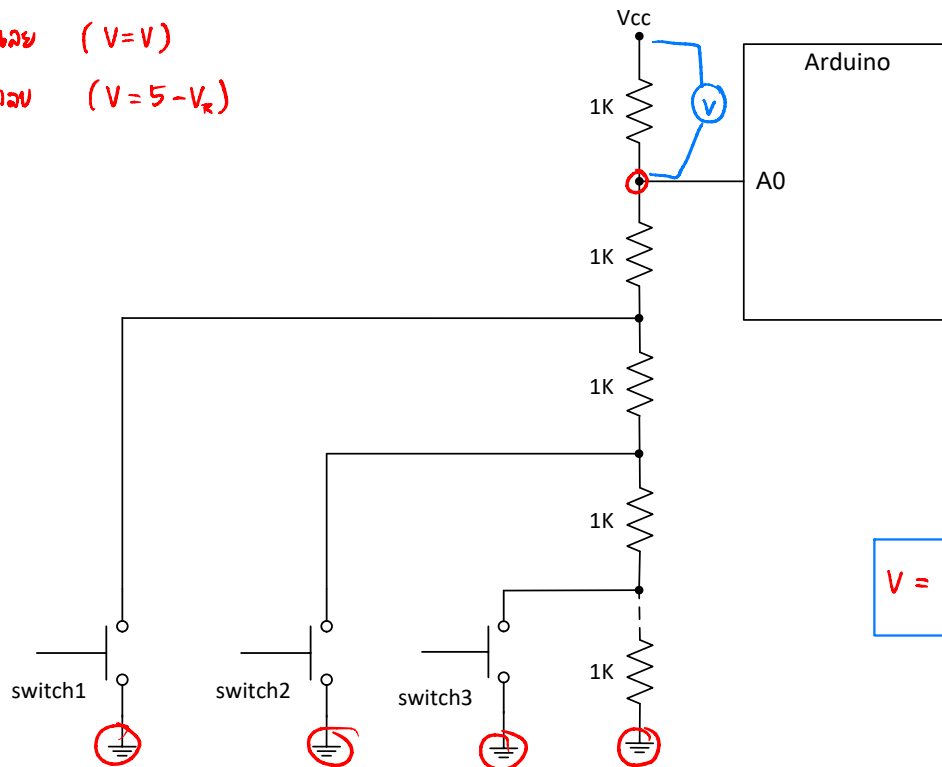
เมื่อกดสวิตช์ Temp มีค่าเท่ากับ 0
 เมื่อปล่อยสวิตช์ Temp มีค่าเท่ากับ 969

19. ให้แก้ไขโปรแกรมในข้อ 18 โดยกำหนดให้เมื่อกดสวิตช์ให้ LED ขาที่ 9 จะสว่าง และเมื่อปล่อยสวิตช์ให้ LED ขาที่ 10 สว่าง โดยใช้คำสั่ง if (.....) else

20. ให้ทดลองต่อตัวความต้านทาน 1 K Ω จำนวน 5 ตัวอนุกรมกันแล้วต่อเข้ากับขา Vcc ของบอร์ด Arduino เพื่อทำวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider) และให้ขา A0 ต่อเข้ากับจุดต่อร่วมระหว่างตัวความต้านทานจุดแรก แล้วให้ใช้สวิตช์ 3 ตัวต่อเข้ากับจุดต่อร่วมของตัวความต้านทานที่เหลือแล้วลงกราวด์ โดยกำหนดให้ค่าที่อ่านออกมาได้ไม่ให้ซ้ำกัน แล้วบันทึกผลที่ได้

เมื่อไม่กดสวิตช์ Temp มีค่าเท่ากับ 819
 เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 Temp มีค่าเท่ากับ 512
 เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 Temp มีค่าเท่ากับ 682
 เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 Temp มีค่าเท่ากับ 768

- ① A0 - GND 9V ได้เลย ($V = V$)
 ② VCC - A0 เจา 5 มวล ($V = 5 - V_r$)



$$V = 5 \times \frac{R_{A0-GND}}{R_{VCC-GND}}$$

21. จากข้อ 20 ให้แสดงวิธีคำนวณหาค่า A0 ที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider) เมื่อกำหนดเงื่อนไขไว้ดังนี้

เมื่อไม่กดสวิตช์ A0 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าไร ?

A0 - GND : 3.742 V

$$V = 5 \times \frac{4}{5} = 4 V$$

เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 A0 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าไร ?

A0 - GND : 2.339 V

$$V = 5 \times \frac{1}{2} = 2.5 V$$

เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 2 A0 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าไร ?

A0 - GND : 3.118 V

$$V = 5 \times \frac{2}{3} = 3.3 V$$

เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 3 A0 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าไร ?

A0 - GND : 3.507 V

$$V = 5 \times \frac{3}{4} = 3.75 V$$

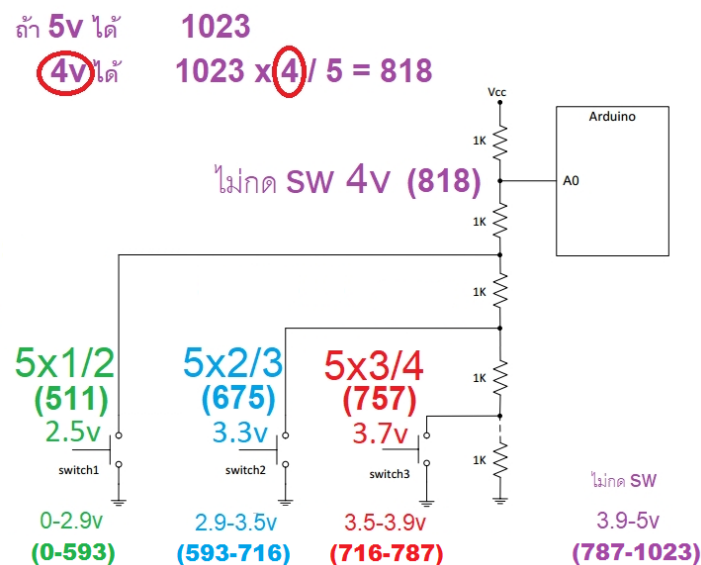
$$Temp = 1093 \times \frac{V_r}{V_n}$$

22. ให้อธิบายว่าค่า Temp ในข้อ 20 กับค่า A0 ในข้อ 21 ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร และถ้ากำหนดให้ A0 ที่ได้จากวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Divider) มีค่าเท่ากับ 2 V จงคำนวณหาค่าตัวแปร Temp ที่ได้จากขา Analog to Digital Converter ของ Arduino ว่าอ่านเข้ามามีค่าเท่ากับเท่าไร

710 $V = IR$ เมื่อ I เคลื่อนที่ผ่าน R ทำให้เกิด V โดย $V \propto Temp$

$$\therefore V_{A0} = 2V ; Temp = 1093 \times \frac{2}{5} = 437.2$$

23. จากข้อ 20 ให้เขียนโปรแกรมที่มีข้อกำหนดคือ เมื่อกดสวิตช์ตัวที่ 1 ให้ LED ขาที่ 9 ติดสว่าง ถ้ากดสวิตช์ตัวที่ 2 ให้ LED ขาที่ 10 ติดสว่าง และถ้ากดสวิตช์ตัวที่ 3 ให้ LED ขาที่ 11 ติดสว่าง โดยค่าต่างๆที่นำมาเปรียบเทียบหาได้จากตัวอย่างดังรูป



และโปรแกรมจะใช้คำสั่ง switch (.....) case หรือ if (.....) else ก็ได้ ดังตัวอย่าง

```
void loop()
{
  Temp = analogRead(A0);
  Serial.println(Temp);
  if (Temp > 787) // 3.9v (sw3=3.7v , no=4v)
    ... // ไม่กด sw (3.9v-5v) {787-1023}
  else // (<3.9v)
  if (Temp > 716) // 3.5v (sw2=3.3v)
    ... // กด sw3 (3.5v-3.9v) {716-787}
  else // (<3.5v)
  if (Temp > 593) // 2.9v (sw1=2.5)
    ... // กด sw2 (2.9v-3.5v) {593-716}
  else // (<2.9v)
    ... // กด sw1 (0v-2.9v) {0-593}
```