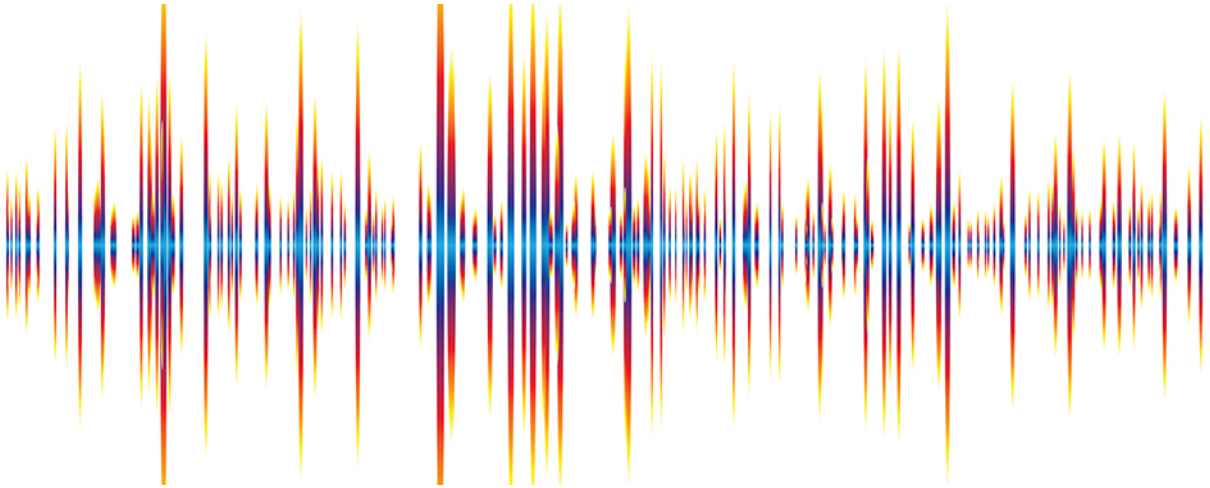
01076001
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น
Introduction to Computer Engineering

Arduino #3

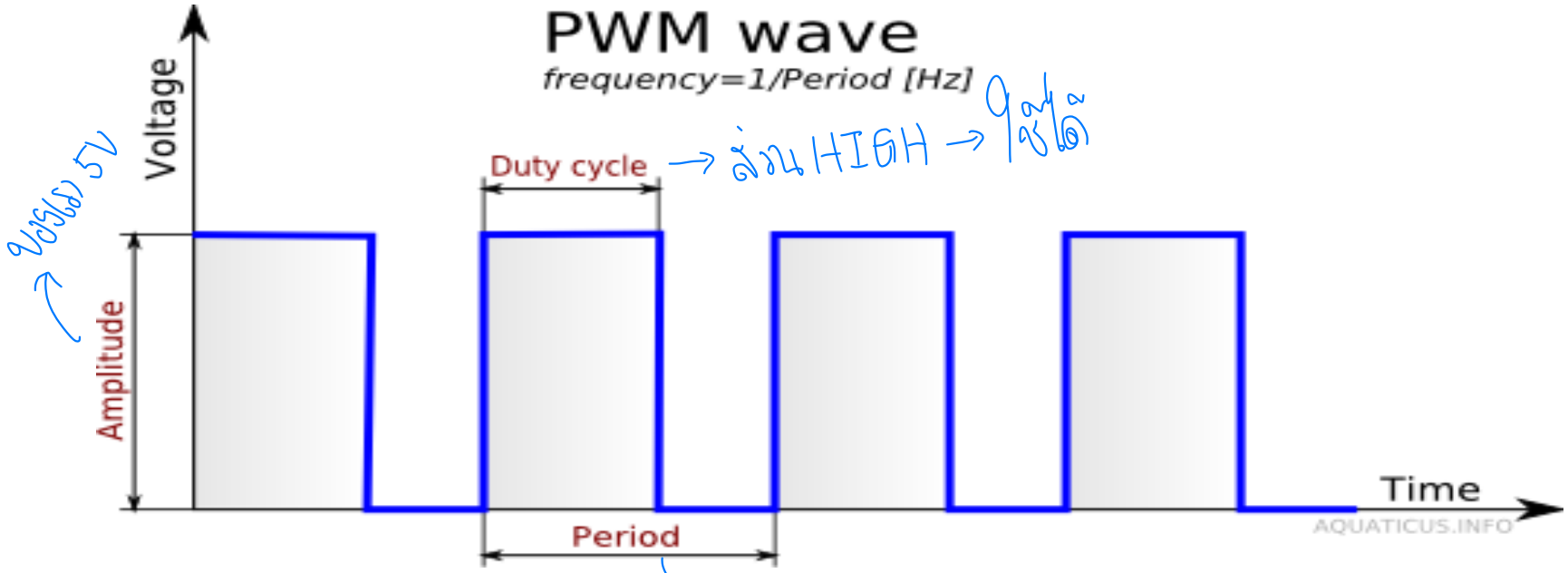
Sound, PWM, LED Dot Matrix

Speaker and Sound



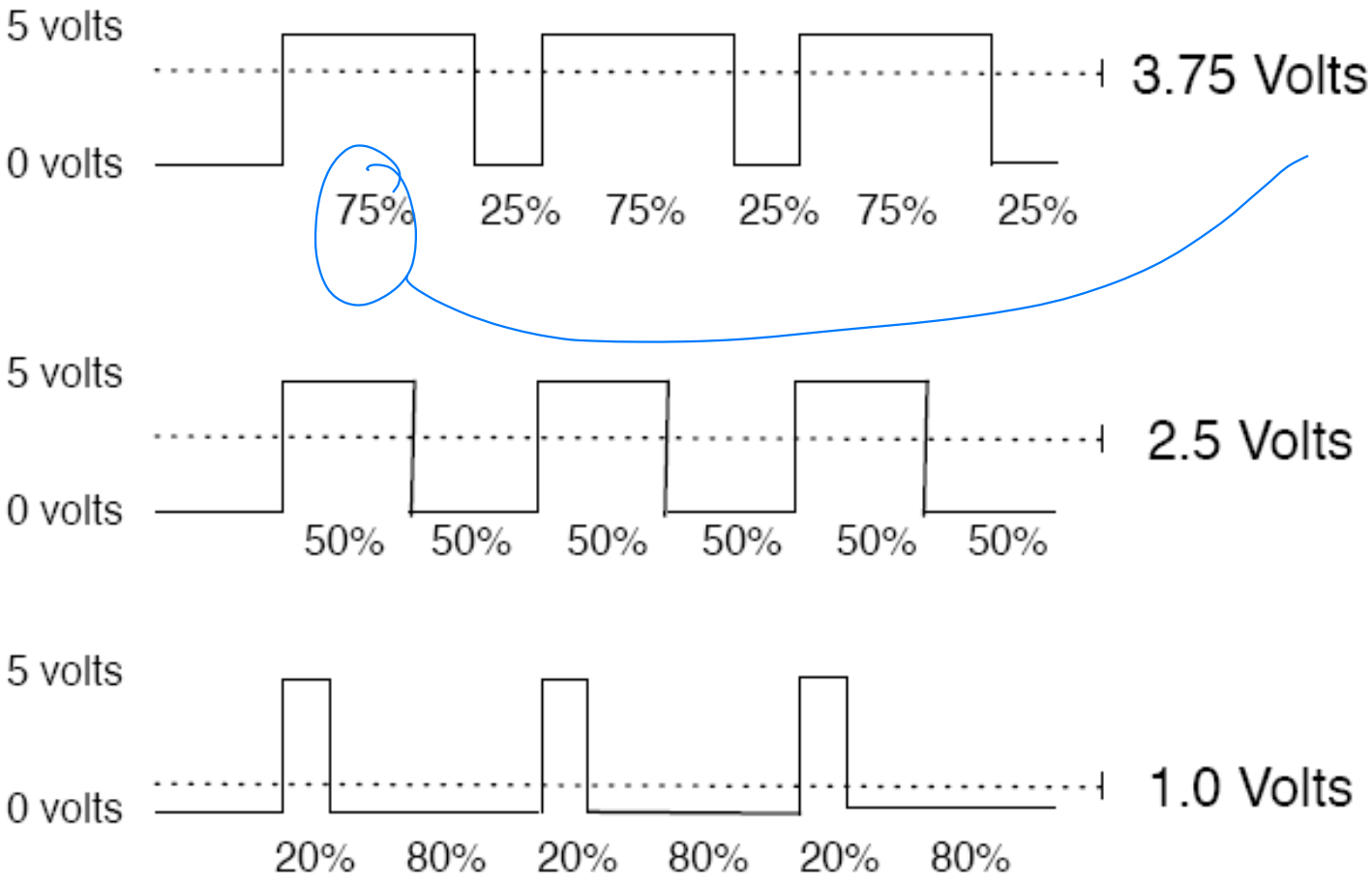
Pulse Width Modulation (PWM)

- Pulse Width Modulation หรือ PWM เป็นรูปแบบสัญญาณแบบหนึ่ง ที่ใช้ความกว้างของ Pulse เป็นส่วนสำคัญ



- Duty Cycle: on-time / period

PWM : Adjust duty cycle



Making Sound

- เสียงเป็นคลื่นความถี่ ลำโพงมีหน้าที่กำเนิดคลื่นความถี่เสียง
- หากเราส่งสัญญาณ High และ Low ไปที่ลำโพงในความถี่ที่เหมาะสม ก็จะเกิดเสียงได้ หากต้องการให้ลำโพงส่งเสียง 440 Hz (ความถี่มาตรฐานของ Note A (ลา))
  - เริ่มจากกำหนดให้ Output ที่ Pin ที่ต่อกับลำโพงเป็น High
  - จากนั้น delay เท่ากับ 1136 microseconds
  - แล้วกำหนดให้ Output ที่ Pin ที่ต่อกับลำโพงเป็น Low
  - จากนั้น delay เท่ากับ 1136 microseconds เช่นกัน
  - เราก็จะได้สัญญาณ 4 เหลี่ยมเท่ากับ 440 Hz

$\frac{1}{f}$ $\frac{1}{440}$

How to Connect

Speaker and Sound

- การสร้างเสียงใช้ฟังก์ชัน tone โดยมีรูปแบบดังนี้ (Pin ต้องเป็นขา 3 หรือ 11)

Syntax:

tone(pin, frequency)

tone(pin, frequency,duration)

ระยะเวลา (ms)

Parameter:

pin: the number of the pin

if have

- การหยุดเสียงใช้ฟังก์ชัน noTone(pin)

don't use

Exercise : Play Note

```
int speakerPin = 3;
int numTones = 10;
int tones[] = {261,277,294,311,330,349,370,392,415,440};
//  mid C  C#   D    D#   E    F    F#   G    G#   A

void setup()
{
   for (int i=0; i < numTones; i++)
   {
       tone(speakerPin, tones[i]);
       delay(500);
   }
   noTone(speakerPin);
}
void loop()
{
}
```

Play Song

- ในกรณีที่เราต้องการอ้างอิงความถี่เสียงของ Note ใน Arduino ได้เตรียมไฟล์ pitches.h ให้เราใช้งาน โดยมีค่าอ้างอิงดังนี้

```
#define NOTE_B0 31
#define NOTE_C1 33
#define NOTE_CS1 35
#define NOTE_D1 37
#define NOTE_DS1 39
#define NOTE_E1 41
#define NOTE_F1 44
#define NOTE_FS1 46
#define NOTE_G1 49
#define NOTE_GS1 52
#define NOTE_A1 55
#define NOTE_AS1 58
#define NOTE_B1 62
#define NOTE_C2 65
#define NOTE_CS2 69
#define NOTE_D2 73
#define NOTE_DS2 78
#define NOTE_E2 82
#define NOTE_F2 87
#define NOTE_FS2 93
#define NOTE_G2 98
#define NOTE_GS2 104
#define NOTE_A2 110
#define NOTE_AS2 117
```

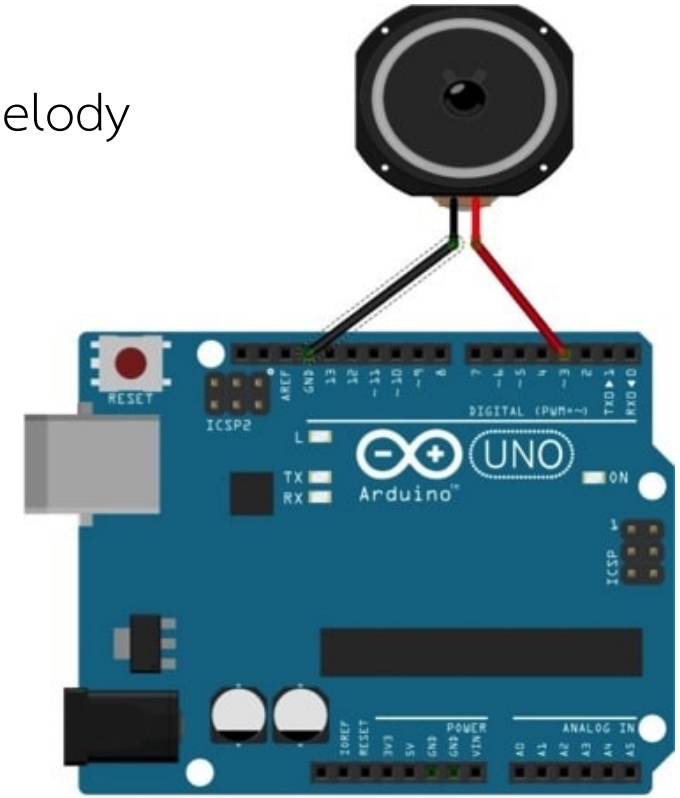
```
#define NOTE_B2 123
#define NOTE_C3 131
#define NOTE_CS3 139
#define NOTE_D3 147
#define NOTE_DS3 156
#define NOTE_E3 165
#define NOTE_F3 175
#define NOTE_FS3 185
#define NOTE_G3 196
#define NOTE_GS3 208
#define NOTE_A3 220
#define NOTE_AS3 233
#define NOTE_B3 247
#define NOTE_C4 262 // เสียงโด (กลาง)
#define NOTE_CS4 277
#define NOTE_D4 294 // เสียงเร (กลาง)
#define NOTE_DS4 311
#define NOTE_E4 330 // เสียงมี (กลาง)
#define NOTE_F4 349 // เสียงฟา (กลาง)
#define NOTE_FS4 370
#define NOTE_G4 392 // เสียงซอล (กลาง)
#define NOTE_GS4 415
#define NOTE_A4 440 // เสียงลา (กลาง)
#define NOTE_AS4 466
```

```
#define NOTE_B4 494 // เสียงที (กลาง)
#define NOTE_C5 523
#define NOTE_CS5 554
#define NOTE_D5 587
#define NOTE_DS5 622
#define NOTE_E5 659
#define NOTE_F5 698
#define NOTE_FS5 740
#define NOTE_G5 784
#define NOTE_GS5 831
#define NOTE_A5 880
#define NOTE_AS5 932
#define NOTE_B5 988
#define NOTE_C6 1047
#define NOTE_CS6 1109
#define NOTE_D6 1175
#define NOTE_DS6 1245
#define NOTE_E6 1319
#define NOTE_F6 1397
#define NOTE_FS6 1480
#define NOTE_G6 1568
#define NOTE_GS6 1661
#define NOTE_A6 1760
#define NOTE_AS6 1865
```

```
#define NOTE_B6 1976
#define NOTE_C7 2093
#define NOTE_CS7 2217
#define NOTE_D7 2349
#define NOTE_DS7 2489
#define NOTE_E7 2637
#define NOTE_F7 2794
#define NOTE_FS7 2960
#define NOTE_G7 3136
#define NOTE_GS7 3322
#define NOTE_A7 3520
#define NOTE_AS7 3729
#define NOTE_B7 3951
#define NOTE_C8 4186
#define NOTE_CS8 4435
#define NOTE_D8 4699
#define NOTE_DS8 4978
```

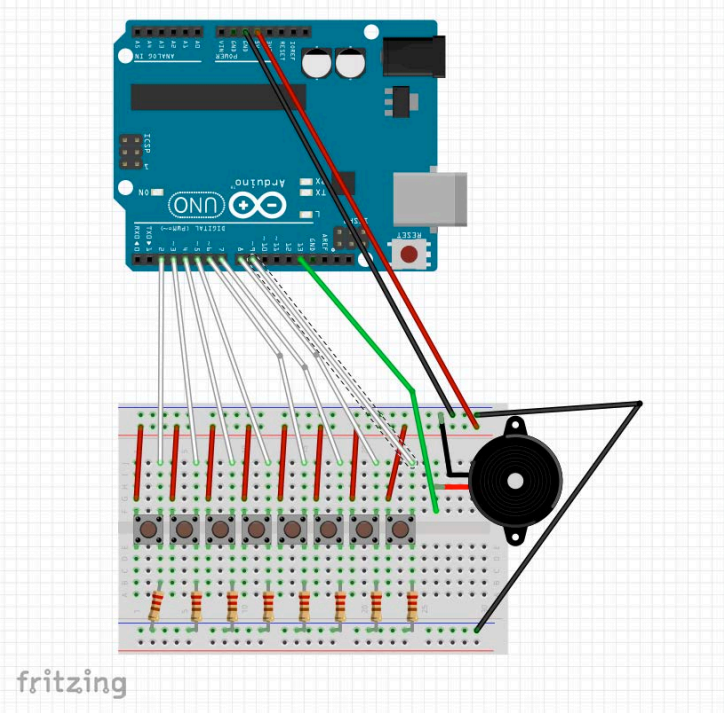
Activity Play Song

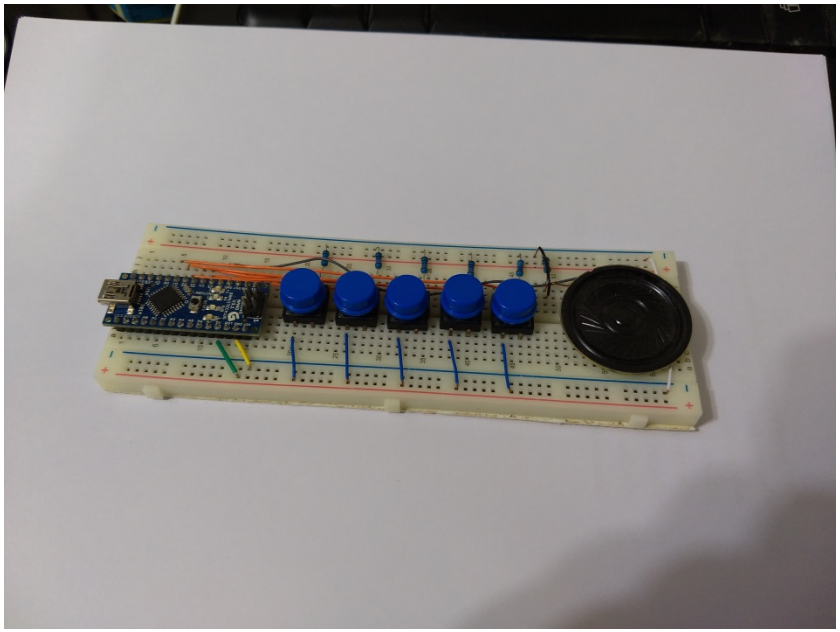
- ให้ต่อลำโพงตามรูป โดยต่อที่ขา 3
- โหลดไฟล์จาก Examples->Digital->toneMelody แล้วลองเล่นเพลง
- จากนั้นโหลดไฟล์จาก FB แล้วลองเล่นเพลง



Assignment #3 mini Piano

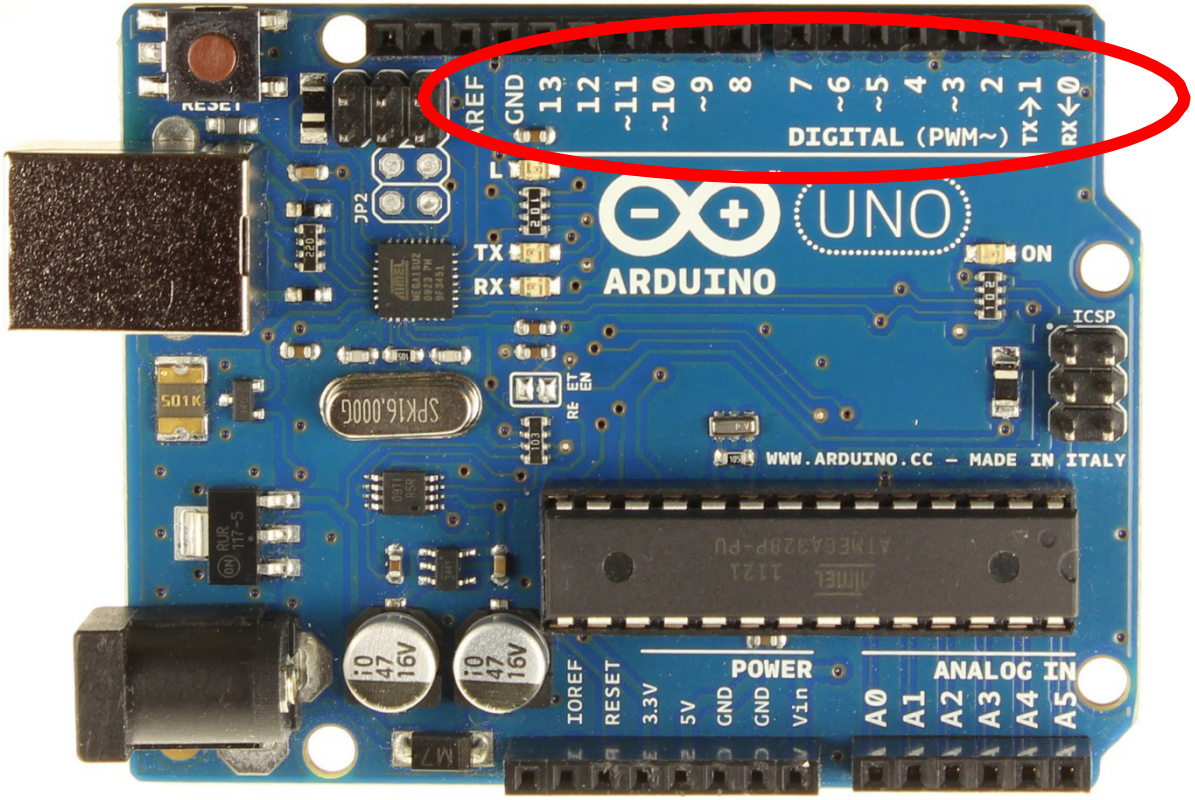
- ให้ต่อ Arduino กับ Switch > 5 ตัว และลำโพง
- ให้เขียนโปรแกรมเพื่อสร้าง mini Piano โดยต้อง demo เพลงได้ 1 เพลง
- หากลำโพงเสียงดังเกินไปให้ต่อ R อนุกรม





Pulse Width Modulation (PWM)

Which pin should be used?



Look at '~' pins 11,10,9,6,5,3

PWM : Analog Write

Syntax:

analogWrite(pin, duty)

Parameter:

pin: the pin to write to.

duty: duty cycle in 8 bits(0-255).

255 → 5V

127 → 2.5V

0 → 0V

Note: The frequency of the PWM signal on most pins is approximately 490 Hz. On the Uno and similar boards, pins 5 and 6 have a frequency of approximately 980 Hz.

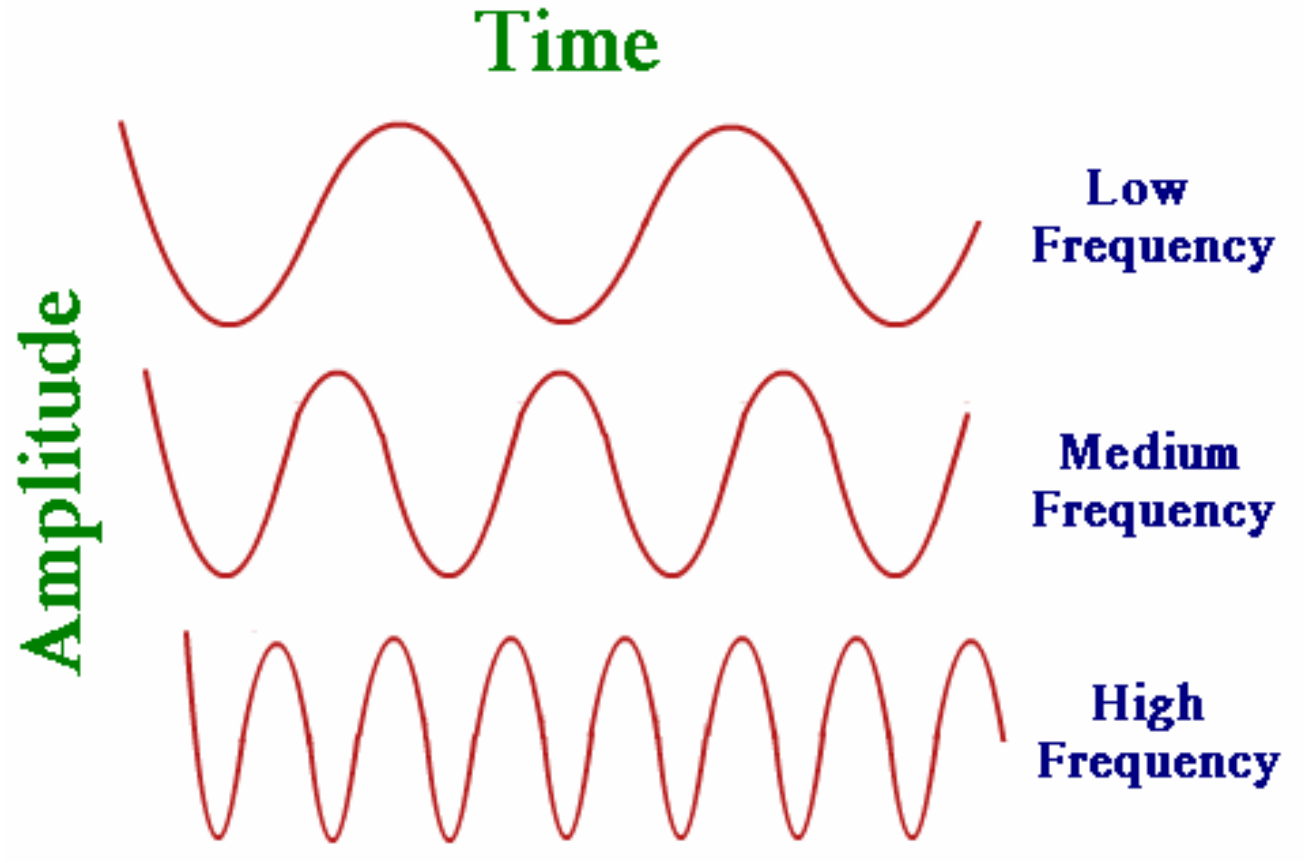
PWM : Analog Write

```
#define PWM_Pin 3 // Look at '~' pins 11,10,9,6,5,3
#define PWM_off LOW

int duty = 200
void setup()
{
  pinMode(PWM_Pin,OUTPUT);
  digitalWrite(PWM_Pin,PWM_off);
}

void loop()
{
   analogWrite(PWM_Pin,duty);
}
```

Activity : ทดสอบ AnalogWrite

- ให้ต่อ LED 1 ดวง กับขา 11,10,9,6,5,3 (ต่อขาใดขาหนึ่ง)
- ใช้คำสั่ง analogWrite ให้ทดลองเปลี่ยน duty cycle 20, 40, 60, 80,100 เปอร์เซ็นต์ โดยให้เว้น 3 วินาที ระหว่างแต่ละ duty cycle ให้สังเกตความสว่างของ LED

PWM : Adjust frequency



PWM : Adjust frequency

Syntax:

pwm(pin, duty, period)

Parameter:

pin: the number of the pin whose mode you wish to set.

duty: duty cycle in 10 bits(1024).

period: period of PWM in us.

Joystick Shield

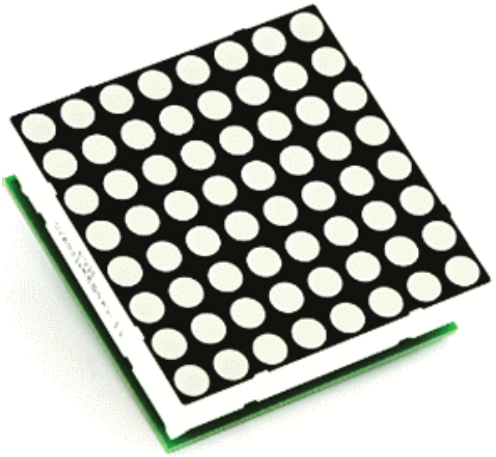
- Shield หมายถึงบอร์ดที่สร้างขึ้นมาเพื่อเสียบบนบอร์ด Arduino เพื่อทำงานด้านใดด้านหนึ่งโดยเฉพาะ
- Joystick Shield สร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถนำ Arduino ไปเล่นเกมได้สะดวกมากขึ้น
- Joystick Shield จะต่อกับ Pin ต่างๆ ดังนี้
- A (บน) ขา 2, C (ล่าง) ขา 4
- B (ขวา) ขา 3, D (ซ้าย) ขา 5
- E,F ขา 6,7
- ส่วนแท่ง Joystick นั้นประกอบด้วย 2 ส่วน
  ถ้ากดจะเป็น Switch ต่อกับขา 8
  ถ้าโยกจะต่อกับขา Analog 0 และ 1

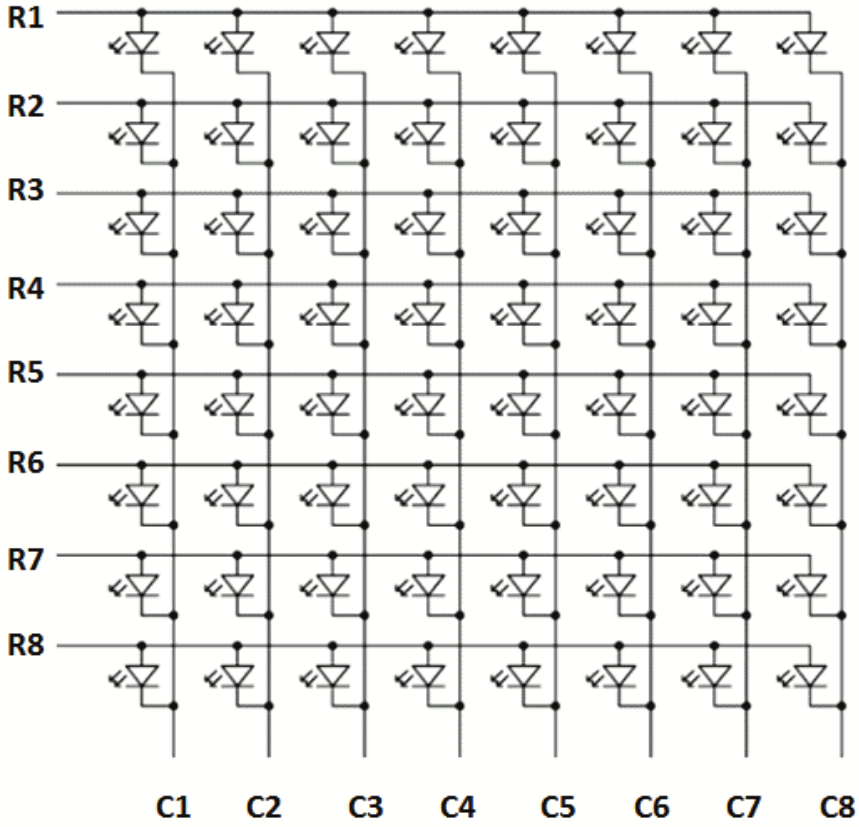
Exercise : Joystick Shield

- โหลดโปรแกรมจาก FB แล้วทดลอง Run

LED Dot Matrix

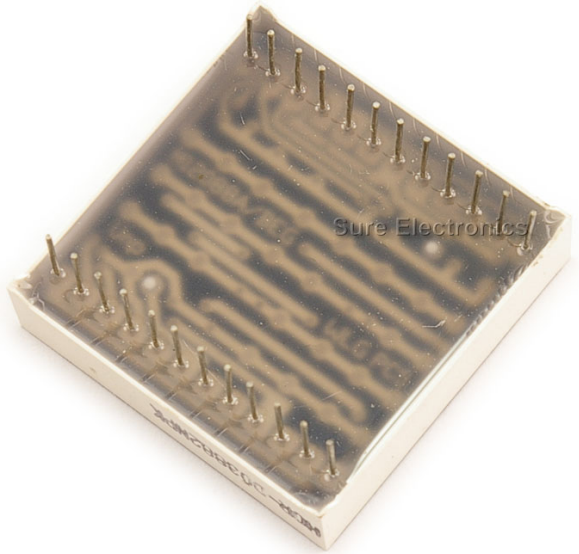
- เป็นอุปกรณ์ที่นำเอา LED จำนวนมากมาไว้ในชิ้นเดียวกัน มีวงจรตามรูป





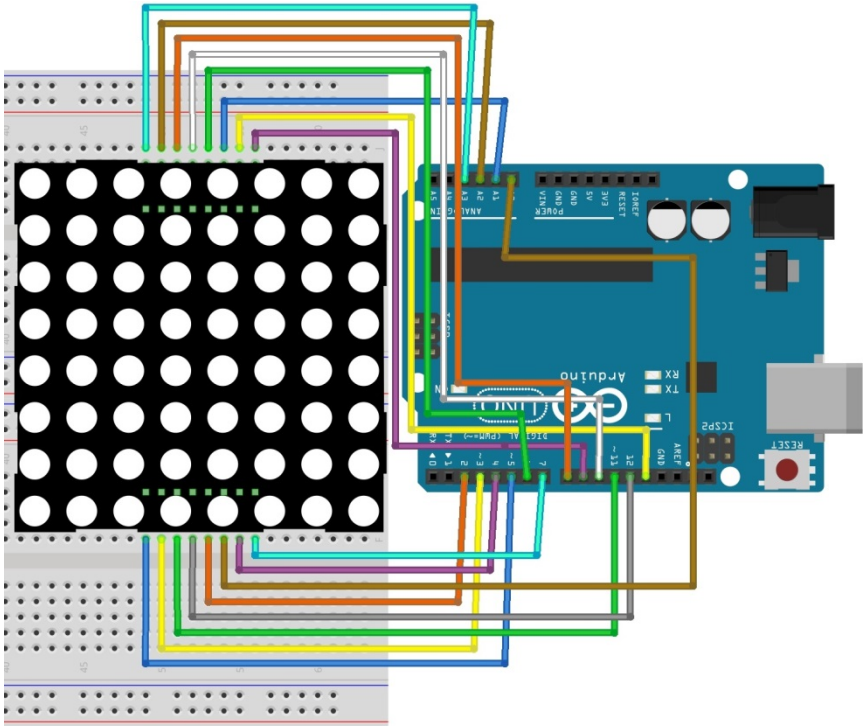
Activity

- ให้นักศึกษาทดลองถอดเฉพาะตัวบอร์ด LED ออกมาตามรูป
- จะเห็นว่ามีขา 2 แถว โดยแถวหนึ่งจะเป็น Row อีกแถวจะเป็น Column
- ให้ทดลองต่อวงจรให้จุดสว่าง (ต่อ R 220 ohm ด้วย)



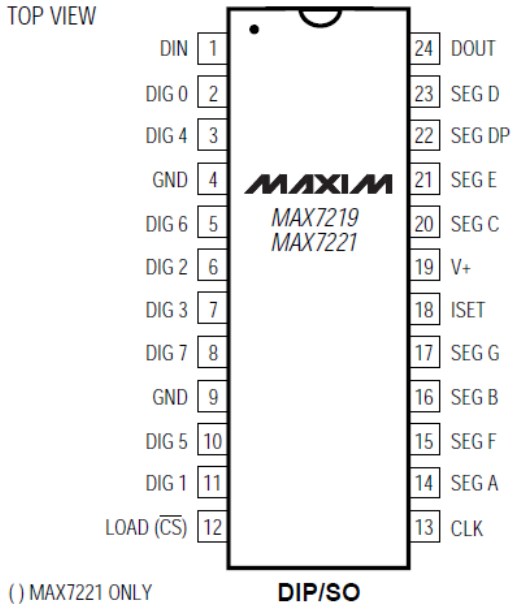
การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- เราสามารถเชื่อมต่อ LED Dot Matrix กับ Arduino ได้ ตามวงจรตัวอย่างในรูป
- จะเห็นว่ามีการใช้สายไฟจำนวนมาก
- ทำให้ไม่สะดวก
- ในรูปไม่ได้ต่อ R เพื่อให้ดูง่าย



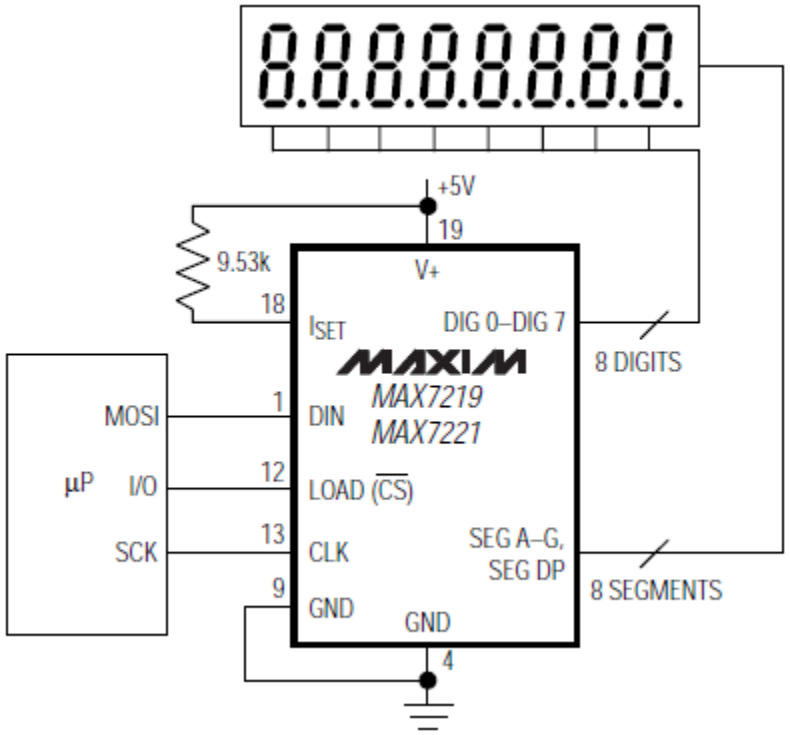
การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- ปัญหาข้างต้นเกิดขึ้นกับการต่อใช้งาน LED 7 Segment ที่มีหลายหลักเช่นกัน
- จึงได้มีผู้สร้างชิป IC สำหรับใช้ต่อกับ 7 Segment หลายหลัก โดยมีชื่อว่า MAX7219
- MAX7219 สามารถควบคุม LED 7 Segment ได้ 8 หลัก หรือใช้กับ LED Dot Matrix ขนาด 8x8 ได้



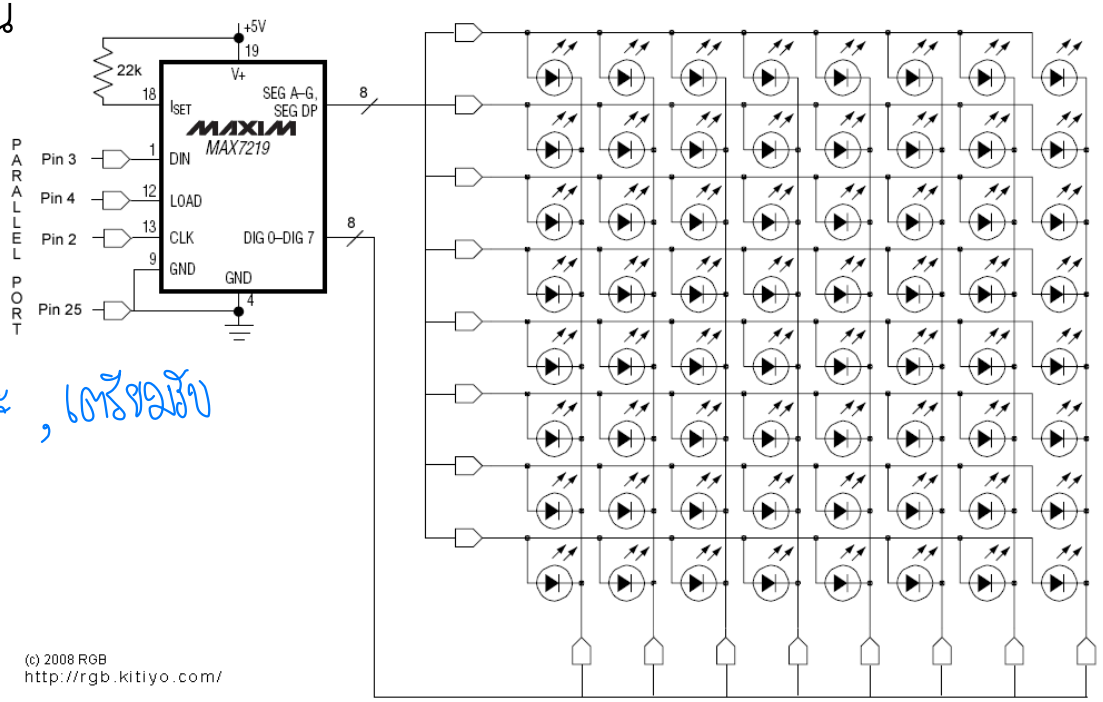
การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- ในการต่อ MAX7219 เข้ากับ LED 7 Segment จะต่อขา SEG A-G,DP เข้ากับขา a-g ของแต่ละหลัก และต่อ DIG 0-7 เข้ากับแต่ละหลัก (ตามรูป)
- ในการทำงาน MAX7219 จะส่งข้อมูลของแต่ละหลักไปทีละครั้ง เช่น ส่งข้อมูลของหลักที่ 1 ในขณะที่ส่ง DIG 0 ออกไป ซึ่งจะทำให้หลักที่ 1 ติด จากนั้นทิ้งไว้ระยะหนึ่งแล้วจึงส่งหลักที่ 2-8 ในทำนองเดียวกัน
- โดยใช้ความเร็วที่เหมาะสม ตาของมนุษย์จะเห็นทุกหลักติดหมด วิธีนี้เรียกว่าการ Scan



การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- สำหรับการเชื่อมต่อกับ Arduino จะใช้ต่อผ่านขาจำนวน 3 ขา คือ
  - Din เป็นขาสำหรับข้อมูล
  - CLK เป็นขาคล็อกสำหรับ Sync ข้อมูล โดยคล็อก 1 สัญญาณ จะหมายถึงข้อมูล 1 บิต
  - LOAD/CS จะใช้บอกว่าจะโหลดข้อมูลแล้ว



การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- การส่งข้อมูลจะส่งเป็นชุด ชุดละ 16 บิต ขั้นตอนจะเริ่มจาก 1) CS เป็น LOW 2) ส่งสัญญาณ CLK 3) ส่งข้อมูลทุกครั้งที่ขอบขาขึ้น จาก D15-> D0 (เส้นแดง)

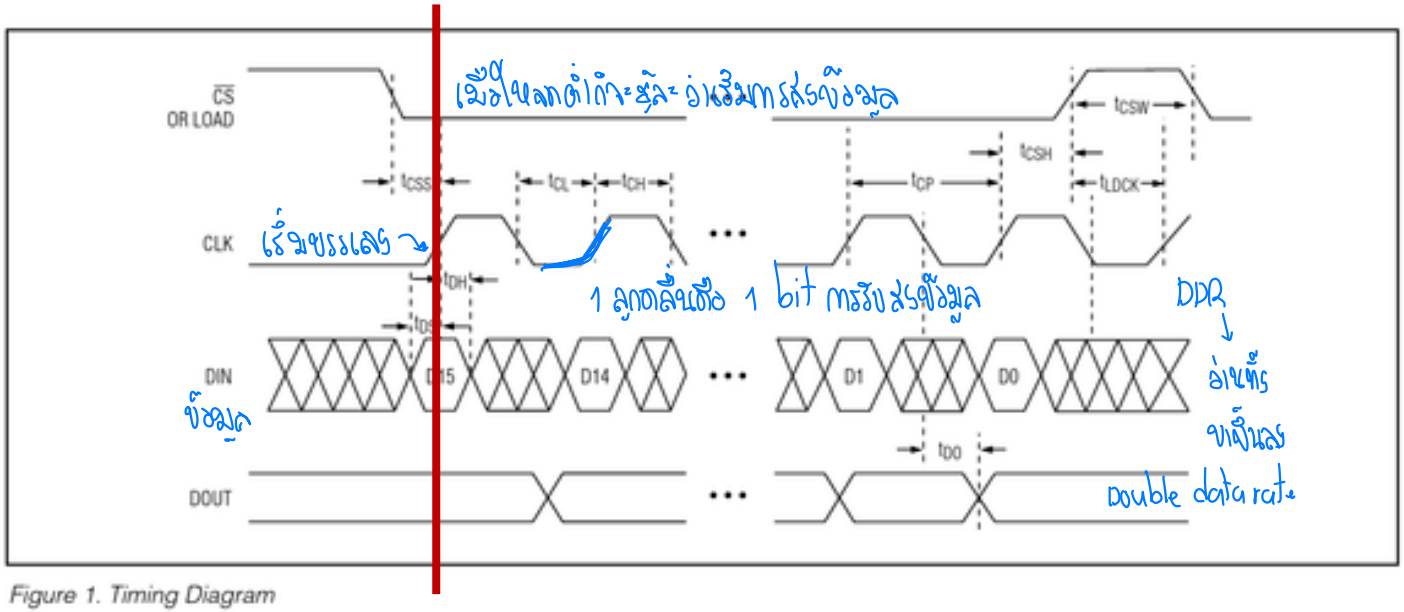


Figure 1. Timing Diagram

Table 1. Serial-Data Format (16 Bits)

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- ในชิป MAX7219 จะมีที่เก็บข้อมูลที่เรียกว่า รีจิสเตอร์ (Register) ขนาด 8 บิตอยู่ 14 ตัว
  ↳ ศัพท์ hardware
- รีจิสเตอร์แต่ละตัวจะเก็บข้อมูลต่างกัน บางตัวเก็บค่าข้อมูลที่จะแสดง บางตัวเก็บความสว่าง เป็นต้น ชิปจะใช้ข้อมูลจากรีจิสเตอร์เหล่านี้ไปทำงาน หรืออาจจะบอกว่าสามารถสั่งงานชิปผ่านรีจิสเตอร์ก็ได้
- รูปแบบข้อมูลที่ส่งจะเป็นไปตามรูปด้านล่าง โดย D15-D12 จะเป็นอะไรก็ได้ (ไม่สนใจ แต่โดยทั่วไปจะกำหนดเป็น 0)
- ในการระบุว่าการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง จะส่งเข้าไปที่ใด จะระบุใน Address (D11-D8) และตามด้วยค่าข้อมูล 8 บิต

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
X	X	X	X	ADDRESS				MSB	DATA						LSB

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- Reg. 1-8 เก็บข้อมูลที่จะแสดง
- Reg. 9 บอกว่าแต่ละหลักจะใช้ decode แบบ BCD หรือไม่
- Reg. A ใช้กำหนดความสว่างโดยมี 15 ระดับ (00h-0Fh)
- Reg. B ใช้กำหนดว่าแสดงหลักใดบ้าง (00h-07h)
- Reg. C ค่า 1=ทำงานปกติ 0=หยุดทำงาน

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15–D12	D11	D10	D9	D8	
No-Op	X	0	0	0	0	X0
Digit 0	X	0	0	0	1	X1
Digit 1	X	0	0	1	0	X2
Digit 2	X	0	0	1	1	X3
Digit 3	X	0	1	0	0	X4
Digit 4	X	0	1	0	1	X5
Digit 5	X	0	1	1	0	X6
Digit 6	X	0	1	1	1	X7
Digit 7	X	1	0	0	0	X8
Decode Mode	X	1	0	0	1	X9
Intensity	X	1	0	1	0	XA
Scan Limit	X	1	0	1	1	XB
Shutdown	X	1	1	0	0	XC
Display Test	X	1	1	1	1	XF

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

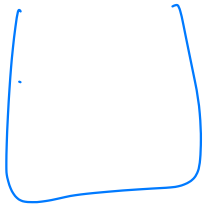
```
#include <SPI.h>

const int CS_PIN   = 10;  // SPI /SS
const int CLK_PIN  = 13;  // SPI SCK
const int DIN_PIN  = 11;  // SPI MOSI

void MAX7219_write_reg( uint8_t addr, uint8_t data ) {
    digitalWrite( CS_PIN, LOW );
    SPI.transfer( addr );
    SPI.transfer( data );
    digitalWrite( CS_PIN, HIGH );
}

#define REG_DIGIT(x)       (0x1+(x))
#define REG_DECODE_MODE    (0x9)
#define REG_INTENSITY      (0xA)
#define REG_SCAN_LIMIT     (0xB)
#define REG_SHUTDOWN       (0xC)
#define REG_DISPLAY_TEST   (0xF)

void MAX7219_init(void) {
  MAX7219_write_reg( REG_DECODE_MODE, 0x00 );  // decode mode: no decode for digits 0-7
  MAX7219_write_reg( REG_INTENSITY, 0x07 );    // set intensity: 0x07=15/32
  MAX7219_write_reg( REG_SCAN_LIMIT, 0x07 );   // scan limit: display digits 0-7
  MAX7219_write_reg( REG_SHUTDOWN, 0x01 );     // shutdown: normal operation
  MAX7219_write_reg( REG_DISPLAY_TEST, 0x00 ); // display test: no display test
}
```

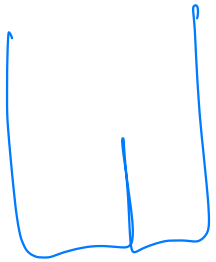
อย่าลืมยาวๆ

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

```
void setup() {
  SPI.begin();
  SPI.setBitOrder( MSBFIRST );
  SPI.setClockDivider( SPI_CLOCK_DIV16 );// 16MHz/16 -> 1MHz SCK frequency
  SPI.setDataMode( SPI_MODE0 ); // use SPI mode 0
  pinMode( CS_PIN, OUTPUT );
  digitalWrite( CS_PIN, HIGH );
  MAX7219_init();
}

void flashing() {
  MAX7219_write_reg( REG_SHUTDOWN, 0x01 );      // normal operation
  MAX7219_write_reg( REG_DISPLAY_TEST, 0x01 ); // enter display test mode
  delay(100);
  MAX7219_write_reg( REG_DISPLAY_TEST, 0x00 ); // exit display test mode
  MAX7219_write_reg( REG_SHUTDOWN, 0x00 );      // shutdown operation
  delay(900);
}
```

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix





```
const byte char_data[][8] = { // 'C', 'E'
  { B00000000,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B10000001,
    B11111111,
    B00000000 },
  { B00000000,
    B10000001,
    B10000001,
    B10010001,
    B10010001,
    B10010001,
    B11111111,
    B00000000 }};
```

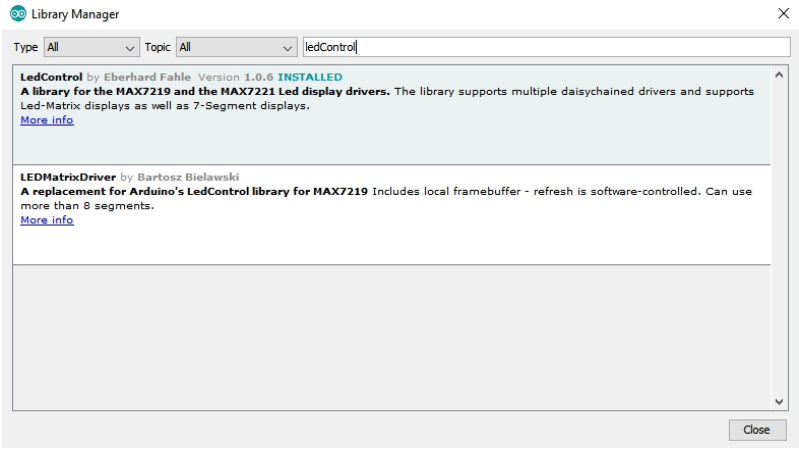
unsigned int & bit

```
void show_ce() {
  static uint8_t ch=0;
  for (uint8_t i=0; i < 8; i++) {
     MAX7219_write_reg( REG_DIGIT(i), char_data[ch][i] );
  }
  delay(500);
  ch = (ch+1) % 2;
}
```

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

```
void loop() {
  for (uint8_t i=0; i < 3; i++) {
    flashing();
  }
  MAX7219_write_reg( REG_SHUTDOWN, 0x01 );     // normal operation
  while (1) {
    show_ce();
  }
}
```

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix



- จากวิธีการที่กล่าวมาข้างต้น แม้จะแสดงผลบนจอ LED Dot Matrix ได้ แต่การเอาไปใช้ก็ยังยากอยู่
- จึงได้มีผู้สร้าง Library ขึ้นมาใช้งาน ซึ่งก็มีจำนวนมาก Library ตัวหนึ่งที่นิยมใช้กันมีชื่อว่า LedControl
- การติดตั้ง
  - ไปที่ Sketch -> Include Library -> Manage Libraries
  - จะปรากฏหน้าต่าง Library Manager ให้ป้อน LedControl แล้วเลือกติดตั้ง

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

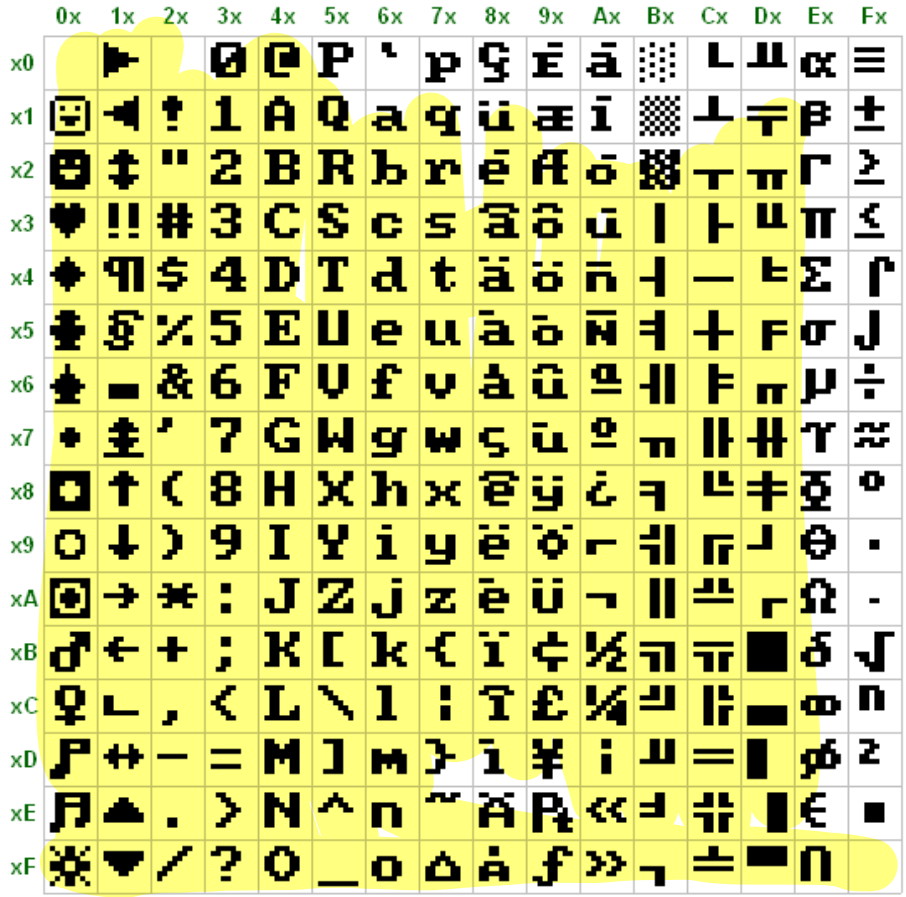
```
#include "LedControl.h"

LedControl lc=LedControl(11,13,10,4);  // CLK,DIN,CS,Number of LED Module

unsigned long delaytime=500;  // time to updates of the display

void setup() {
  int devices=lc.getDeviceCount();  // find no of LED modules
  //we have to init all devices in a loop
  for(int address=0;address<devices;address++) {  // set up each device
    lc.shutdown(address,false);
    lc.setIntensity(address,8);
    lc.clearDisplay(address);
  }
}

void loop() {
  int devices=lc.getDeviceCount();  // find no of LED modules

  for(int row=0;row<8;row++) {
    for(int col=0;col<8;col++) {
      for(int address=0;address<devices;address++) {
        delay(delaytime);
        lc.setLed(address,row,col,true);
        delay(delaytime);
        lc.setLed(address,row,col,false);
      }
    }
  }
}
```

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- ฟังก์ชัน **`setLed(addr,row,col,T/F)`** จะรับข้อมูลประกอบด้วย addr คือ โมดูล row,col ค่าแถวและคอลัมน์ และ T/F คือ ให้ติดหรือดับ
- ฟังก์ชัน **`setRow(addr,row,value)`** จะรับข้อมูลประกอบด้วย addr คือ โมดูล row คือ แถวที่จะแสดง และ value คือค่า 8 บิตที่จะให้แสดง
- ฟังก์ชัน **`setColumn(int addr, int col, byte value)`** ใช้งานเช่นเดียวกับ setRow

การเชื่อมต่อ Arduino กับ LED Dot Matrix

- สำหรับการแสดงผลตัวอักษร มีผู้ที่ทำข้อมูล 8x8 เอาไว้



http://www.gammon.com.au/forum/?id=11516

Assignment #4 : mini pong

- ให้สร้างโปรแกรม pong บน LED Dot Matrix ขนาด 8x8
- โดยควบคุมโดยใช้ Joy Stick
- เริ่มต้นให้สร้าง bar ขนาด 1x3 ที่ด้านล่างของจอ และสร้างบอลขนาด 1x1 หากตาย 3 ครั้ง ให้จบเกม

For your attention