

รายงานโครงงาน

วิชาไมโครโปรเซสเซอร์ 01205311

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์เก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ

โดย

นายธิติชัย พูนจรัสกุล 6110551465 หมู่ 250

Theme

Smart City

ที่มาและความสำคัญของโครงการ

โครงการชิ้นนี้มีที่มาโดยได้รับแรงบัลดาลใจมาจากการเก็บค่าผ่านทางด่วน-มอเตอร์เวย์ซึ่งจะมีพนักงานทำงานให้บริการอยู่ การใช้กำลังงานคนในช่วงแรกจะมีประสิทธิภาพในการให้บริการที่ใกล้เคียงกันแต่ในระยะยาวระบบอัตโนมัติในการเก็บค่าผ่านทางจะมีประสิทธิภาพมากกว่า มีความแม่นยำมากกว่า ที่ผู้จัดทำได้เกิดความคิดที่จะสร้างระบบการเก็บค่าผ่านทางที่เป็นอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อให้เห็นภาพในอนาคต และการคิดสร้างสรรค์ให้เกิดระบบที่ใหญ่มากขึ้น เช่น ระบบที่สามารถนับจำนวนรถ และใช้ ปัญญาประดิษฐ์หรือที่เรียกว่า AI มาประยุกต์ เช่น ก่อนที่รถจะถึงเก็บค่าผ่านทางสามารถแยกประเภทของรถและสามารถแจ้งค่าผ่านทางได้เป็นต้น มีฟังก์ชันการทำงานโดยเมื่อจ่ายเงินค่าผ่านทางแล้วสามารถทอนเงินได้ และสามารถแจ้งจำนวนเงินรวมที่เก็บได้ เป็นต้น ซึ่งโครงการอุปกรณ์เก็บค่าผ่านทางนี้จะอยู่ใน Theme “smart city” โดยจะมี sensor ในการตรวจจับเมื่อมีรถผ่าน sensor จะตรวจจับได้แล้วอุปกรณ์ที่เก็บค่าผ่านทางจะเปิดกล่องขึ้นโดยมี servo เป็นตัวควบคุมเพื่อนำให้กล่องเปิดและปิด เพื่อจ่ายค่าผ่านทางและเมื่อจ่ายแล้วกล่องที่เก็บค่าผ่านทางจะปิดลง โดยโครงการนี้สามารถเป็นระบบพื้นฐานที่สามารถนำไปต่อยอดเป็นระบบอื่นได้อีกด้วย

ภาพรวมของโครงการ

โครงการ : อุปกรณ์เก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ

Input : Ultrasonic Module HC-SR04 Sensor 1 ตัว



Output : MG90S Servo Motor 1 ตัว และ 5 mm Blue LED 8 ดวง



Function : เมื่อ Ultrasonic Module Sensor ตรวจจับได้ จะสั่งงานให้ MG90S Servo Motor ที่ตั้งค่าไว้ที่ 90 องศา เป็น 180 องศาและ Blue LED 8 ดวงติดสว่างขึ้นมา

ขอบเขต/ข้อจำกัด : 1. เนื่องจาก Ultrasonic Module Sensor เสียงที่ส่งออกไปถึงแม้จะไม่ได้ยินเพราะเกิน 20 kHz ที่หูมนุษย์จะรับฟังได้ แต่เนื่องจากยังคงเป็นคลื่นเสียง ดังนั้นความเร็วของเสียงจึงแปรผันตามอุณหภูมิด้วย $C \approx 331.5 + 0.61\theta$ (m/s)

2. Ultrasonic Module Sensor สามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 ซม. จนถึง 4 เมตร

3. มีมุมวัด 15 องศา

4.คุณภาพของสัญญาณ ความแม่นยำก็ขึ้นกับวัสดุ และลักษณะของพื้นผิวที่ใช้วัด

5. MG90S Servo Motor สามารถหมุนได้เพียง 0-180 องศา

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์กุลภา จามรมาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และผู้ปกครอง ที่ได้ให้คำปรึกษาในเรื่องราวต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

ขอบคุณพี่ปี 4 ที่ให้คำแนะนำคำปรึกษาและแนวทางการแก้ไขเพื่อให้โครงการนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ เกี่ยวกับโปรแกรม ความคิดในการตัดสินใจในการทำโครงการให้เข้ากับ Smart City theme จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

นายธิติชัย พุนจรัสกุล

ผู้จัดทำ

ทฤษฎีและ/หรือความรู้ที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎี หรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ Ultrasonic Module HC-SR04 Sensor

According to HC-SR04 datasheet, its dimensions:

Power Supply : +5V DC

Quiescent Current : <2mA

Working Current: 15mA

Effectual Angle: <15°

Ranging Distance : 2 cm – 400 cm/1" – 13ft

Resolution : 0.3 cm

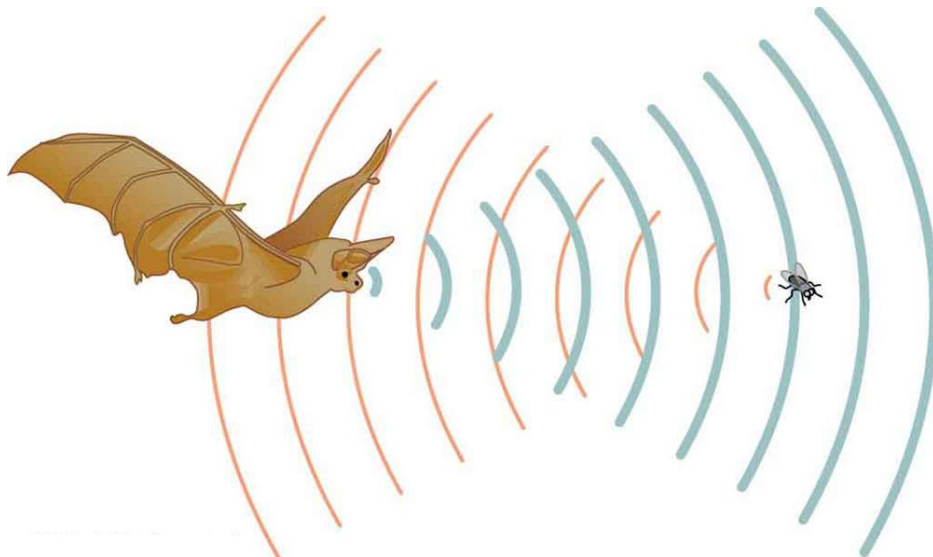
Measuring Angle: 30 degree

Trigger Input Pulse width: 10uS

Dimension: 45mm x 20mm x 15mm

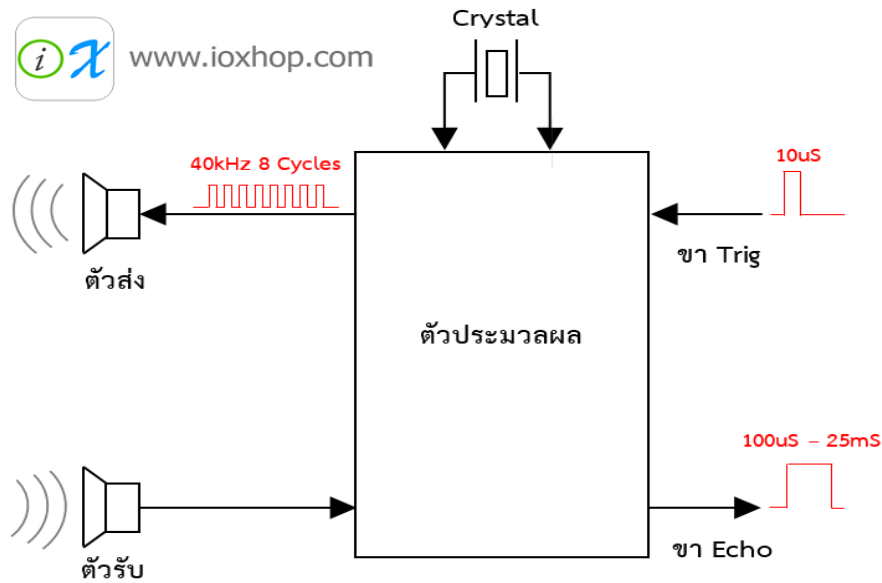


การทำงานของ Ultrasonic sensor ก็เหมือนกับค้างคาวที่บินในเวลากลางคืน คือใช้การส่งคลื่นเสียงที่หูมนุษย์ไม่สามารถได้ยินออกไปสะท้อนวัตถุที่ต้องการวัดระยะ แล้วจับเวลาเสียงสะท้อน เพื่อคำนวณระยะทาง

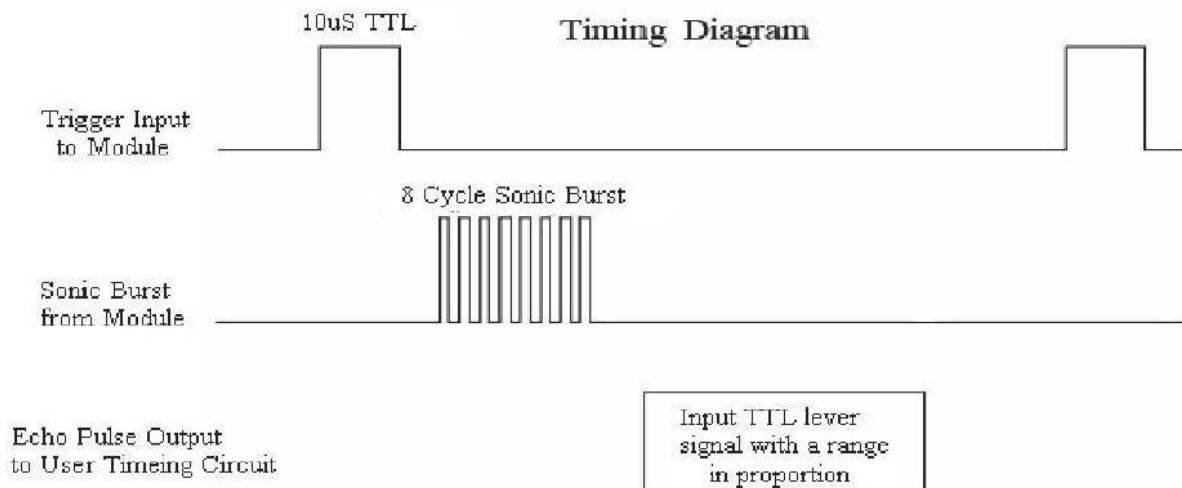




www.ioxhop.com



อุปกรณ์ตัวนี้เริ่มต้นทำงานโดยการส่งสัญญาณเริ่มต้นยาว 10 ไมโครวินาที ไปสั่งให้แหล่งกำเนิดเสียงทำงาน จากนั้นจะส่งคลื่นเสียงความถี่ 40 kHz ออกไป 8 พัลส์ แล้วรอฟังเสียงสะท้อนกลับ ตัวซ้ายจะเป็นตัวส่งคลื่นเสียงออกไป ส่วนตัวขวาในรูปจะเป็นตัวรับความถี่ที่สะท้อนกลับมา

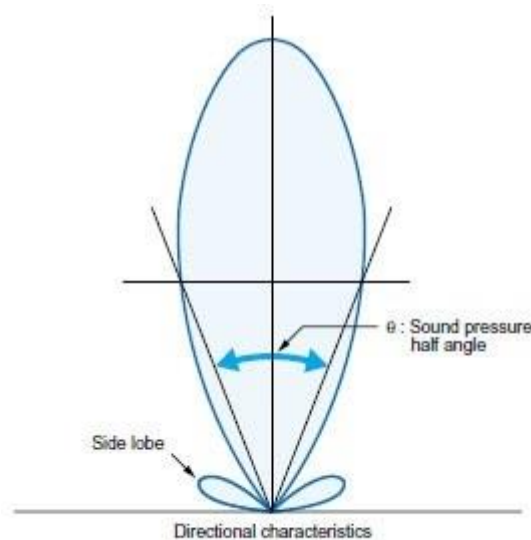


เนื่องจากเสียงที่ส่งออกไปถึงแม้จะไม่ได้ยินเพราะเกิน 20 kHz ที่หูมนุษย์จะรับฟังได้ แต่เนื่องจากยังคงเป็นคลื่นเสียง ดังนั้นความเร็วของเสียงจึงแปรผันตามอุณหภูมิด้วยตามสูตรนี้

$$C \approx 331.5 + 0.61 \theta \text{ (m/s)}$$

ดังนั้นเวลาผู้ผลิตเขียนโปรแกรมออกแบบไว้ก็อยู่ที่อุณหภูมิทำงานที่อาจจะแตกต่างจากบ้านเรา ก็ทำให้ค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดไปได้

อีกส่วนที่จะต้องรู้ก็คือช่วงวัด และมุมที่สามารถวัดได้ และเนื่องจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำเนิดเสียง และรูปร่างของตัวลำโพง (Horn) ก็ทำให้อุปกรณ์ตัวนี้มีมุมวัด 15 องศา (Measuring Angle) ครับ โดยสามารถวัดระยะห่างได้ตั้งแต่ 2 ซม. จนถึง 4 เมตร



ระยะทางก็คำนวณได้จากสูตรนี้ครับ

$$\text{ระยะทาง} = \text{ความยาวของสัญญาณสะท้อน} \times 340 \text{ (m/s)} / 2$$

และคุณภาพของสัญญาณ ความแม่นยำก็ขึ้นกับวัสดุ + ลักษณะของพื้นผิวที่ใช้วัดด้วย

2. ทฤษฎี หรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ MG90S Servo Motor

Operating Voltage: 4.8V to 6V (Typically 5V)

Stall Torque: 1.8 kg/cm (4.8V)

Max Stall Torque: 2.2 kg/cm (6V)

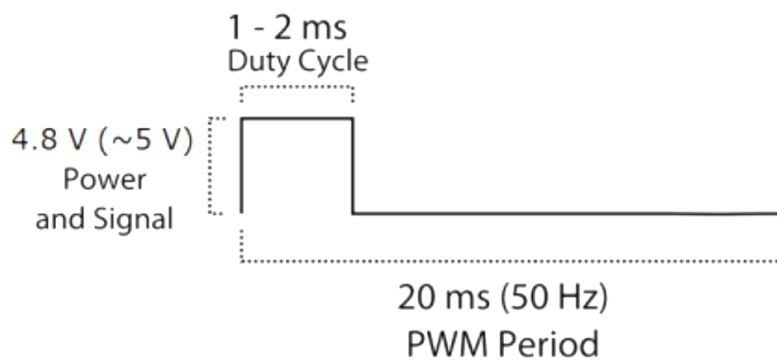
Operating speed is 0.1s/60° (4.8V)

Gear Type: Metal

Rotation : 0°-180°

Weight of motor : 13.4gm

Package includes gear horns and screws



ตำแหน่งที่ 0 องศา (1 ms pulse)

ตำแหน่งที่ 90 องศา (1.5 ms pulse)

ตำแหน่งที่ 180 องศา (2 ms pulse)

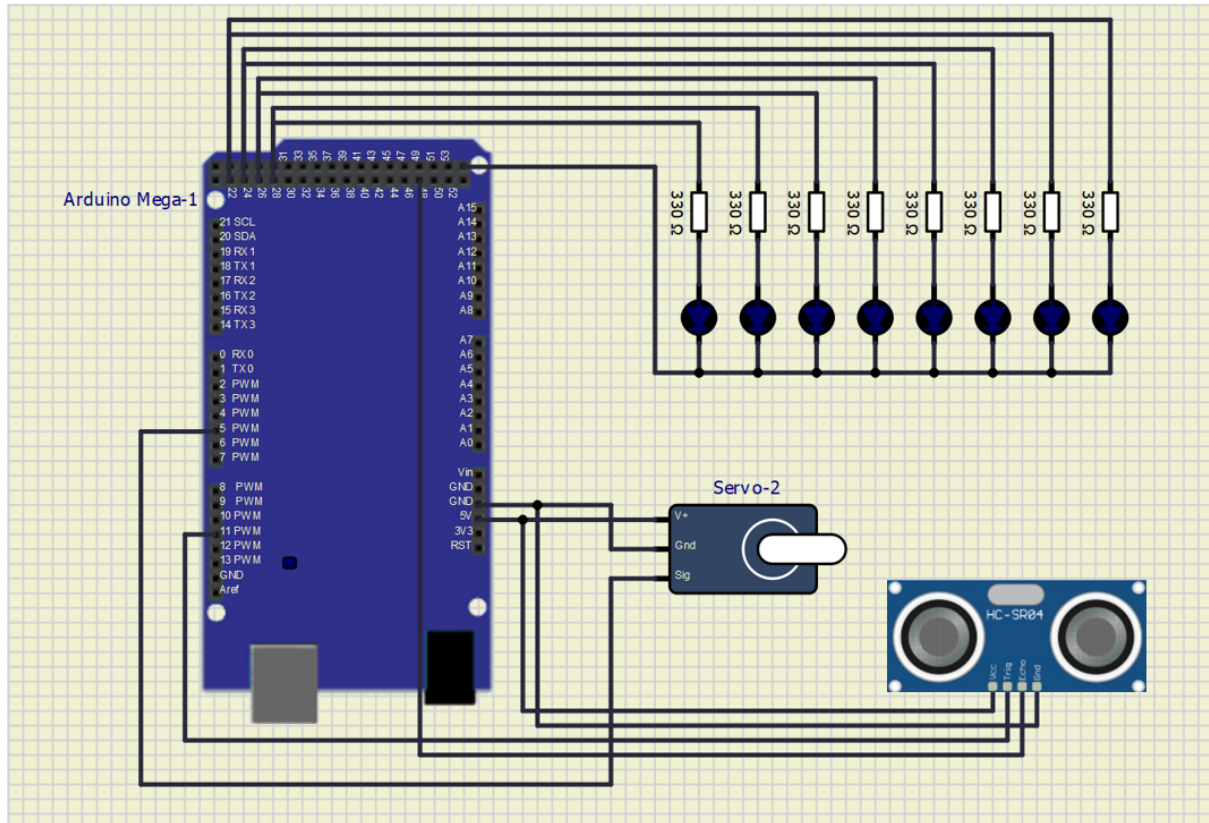
แต่จากการทดสอบอุปกรณ์จริง จะได้ค่าดังนี้

ตำแหน่งที่ 0 องศา (0.5 ms pulse)

ตำแหน่งที่ 90 องศา (1.5 ms pulse)

ตำแหน่งที่ 180 องศา (2.5 ms pulse)

Schematic ของโครงงาน



จะแบ่งการเชื่อมต่อออกเป็น 3 ส่วนตามอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ คือ

1. Ultrasonic Module HC-SR04 Sensor
2. MG90S Servo Motor
3. 5 mm Blue LED 8 ดวง

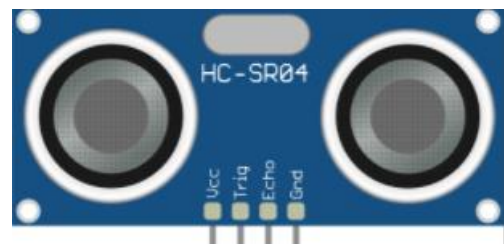
ส่วนที่ 1 : Ultrasonic Module HC-SR04 Sensor มีอยู่ 4 ขา ก็คือ Vcc ,Trig ,Echo และขา Gnd

Vcc : เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายของบอร์ด +5V

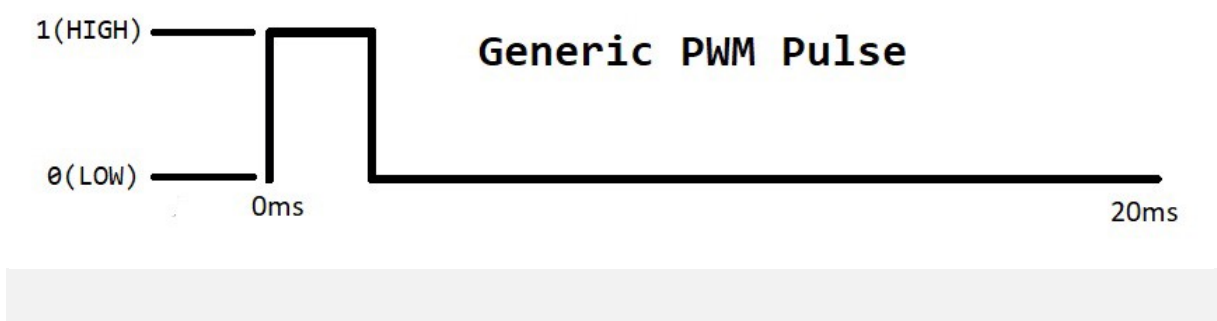
Trig : เชื่อมต่อกับขาที่ 11 PWM (Pulse Width Modulation) หรือ Port B บิตที่ 5 (OC1A/PCINT5)

Echo : เชื่อมต่อกับขาที่ 12 Port L บิตที่ 1 (ICP5)

Gnd : เชื่อมต่อกับ Ground ของบอร์ด



NOTE : Pulse Width Modulation(PWM) เป็นเทคนิคที่ทำให้เราสามารถอ่าน/เขียนข้อมูลแบบ analog ด้วย สัญญาณ digital ได้ โดยตัวควบคุมการสร้างสัญญาณดิจิทัล (Digital control) จะสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยม ออกมาดังรูปที่ 1 โดยสัญญาณที่สร้างออกมาจะสลับกันระหว่าง เปิด(HIGH) กับ ปิด(LOW) รูปแบบสัญญาณ เปิด-ปิดนี้สามารถจำลองเป็นแรงดันไฟฟ้าระหว่าง เปิด (5 Volts) กับ ปิด (0 Volts)

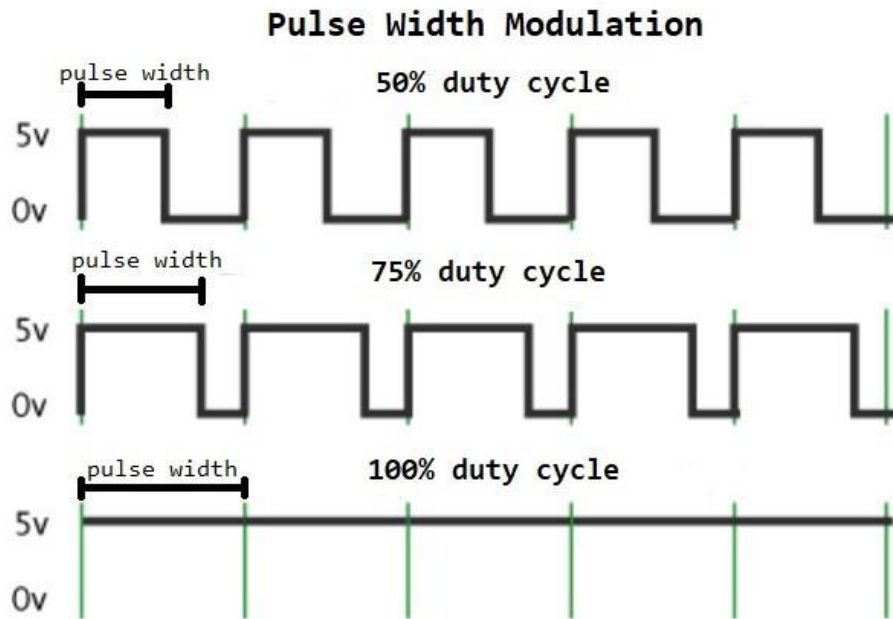


ภาพที่ 1 แสดงสัญญาณเปิด(HIGH) และปิด(LOW)

เราเรียกช่วงที่เป็นปิดหรือเปิดตามการทำงาน เพราะช่วงที่เป็นปิดแรงดันไฟฟ้าจะเป็น 0 ทำให้ไม่มีการทำงาน ส่วนช่วงที่เป็นเปิดคือช่วงที่มีแรงดันไฟฟ้า ทำให้อุปกรณ์ทำงานได้

ซึ่งช่วงของเวลาที่สัญญาณเป็นเปิด เมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่สัญญาณออกมาทั้งหมด เราจะเรียกช่วงเวลาดังนี้ว่า ความกว้างของสัญญาณ (Pulse width) ดังภาพที่ 2

ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลแบบ analog ที่ต่างกัน เราจะใช้ความกว้างของสัญญาณที่แตกต่างกันในการบ่งบอกค่าของข้อมูล analog



ภาพที่ 2 ตัวอย่างสัญญาณ PWM

ในภาพที่ 2 ความกว้างของเส้นสี่เหลี่ยมจะแสดงถึงช่วงเวลาปกติ ระยะเวลาหรือช่วงเวลานี้เรียกว่า period เป็นค่าผกผันของความถี่อุปกรณ์ หากความถี่ของอุปกรณ์มีค่าประมาณ 50 Hz (ความถี่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์) ความกว้างของเส้นสี่เหลี่ยมจะเป็นช่วงเวลา 20 ms (หาได้จาก $T = 1/f$)

ส่วนที่ 2 : MG90S Servo Motor จะมี 3 ก็คือ PWM ,Vcc และ Ground

PWM=Orange (⏏)
 Vcc = Red (+)
 Ground=Brown (−)

PWM : เชื่อมต่อกับขาที่ 5 PWM (Pulse Width Modulation) หรือ Port E บิตที่ 3 (OC3A/AIN1)

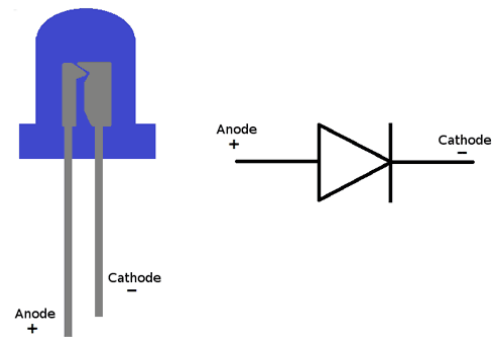
Vcc : เชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายของบอร์ด +5V

Ground : เชื่อมต่อกับ Ground ของบอร์ด

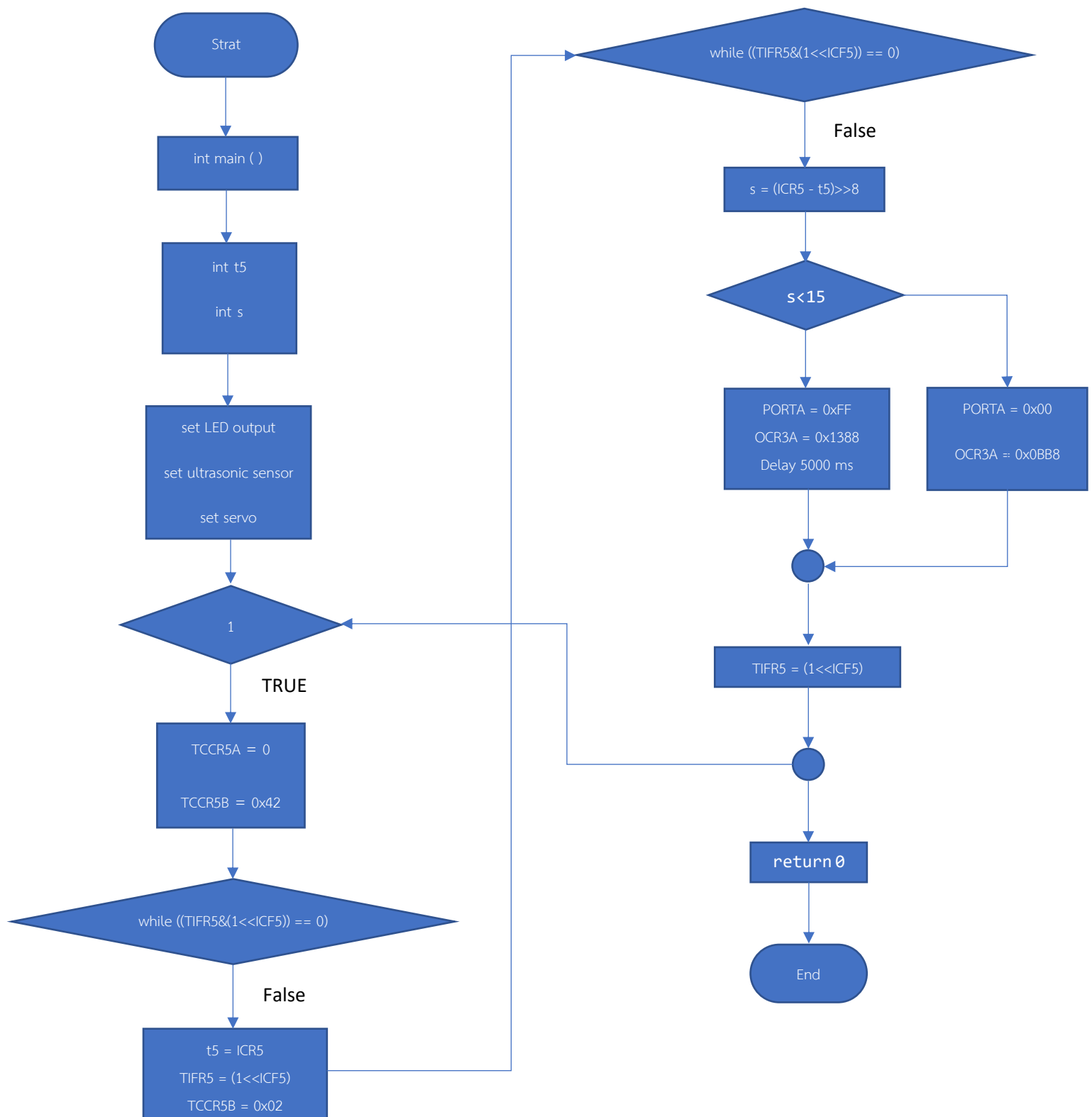
3. 5 mm Blue LED 8 ดวง

Anode : LED แต่ละดวง เชื่อมต่อเข้ากับ ขาที่ 22-29 หรือ Port A บิตที่ 0-7

Cathode : เชื่อมต่อกับ Ground ของบอร์ด



Flow Chart ของโครงงาน



ค่าใช้จ่ายของโครงการ

ชื่อ	จำนวน	ราคา
Arduino MEGA 2560	1 ชิ้น	350 บาท
MG90S Servo Motor 0-180 องศา	1 ชิ้น	75 บาท
Ultrasonic Module Sensor	1 ชิ้น	60 บาท
Blue LED	8 ชิ้น	16 บาท
ตัวต้านทาน 330 Ω	8 ชิ้น	5 บาท
สาย ไฟจัมเปอร์ ผู้ - ผู้ ยาว 30cm. จำนวน 40 เส้น	1 แพร์	30 บาท
สาย ไฟจัมเปอร์ ผู้ - เมีย ยาว 30cm. จำนวน 40 เส้น	1 แพร์	30 บาท
Protoboard	1 ชิ้น	120 บาท
รวมทั้งหมด		686 บาท

บันทึกการทำโครงการ

วันที่	งาน/ประสบการณ์
19 ตุลาคม 2563	คิดหัวข้อโครงการ และ theme โดยได้ข้อสรุปว่าจะทำโครงการที่ชื่อว่า การขนส่งสิ่งของในเมือง ใน theme : Smart City โดยเห็นประโยชน์ในสิ่งที่ทำก็คือ ถ้าและได้เริ่มค้นหาร้านที่ขายอุปกรณ์ที่จะนำมาทำโครงการ
21 ตุลาคม 2563	เนื่องจากหาอุปกรณ์ที่จะมาทำไม่ได้และมีราคาแพงเกินความจำเป็น จำได้เปลี่ยนหัวข้อโครงการ เป็น อุปกรณ์เก็บค่าผ่านทาง ใน theme : Smart City เหมือนเดิมและสามารถหาอุปกรณ์มาทำโครงการได้ง่าย จึงได้ยืมอุปกรณ์ก็คือ MG90S Servo Motor ,Ultrasonic Module Sensor และศึกษาเรื่อง Sensor input methods และการทำงานเชิงกลในการเปิด/ปิด กล้องเก็บค่าผ่านทาง
29 ตุลาคม 2563	ศึกษาการเชื่อมต่อ และควบคุมอุปกรณ์ด้าน output แบบต่าง ๆ และการรับสัญญาณด้านเข้า และเริ่มเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์แต่ละตัวแล้วนำโปรแกรมมารวมกันเพื่อควบคุมอุปกรณ์เพื่อให้เป็นตามที่เราต้องการ
2 พฤศจิกายน 2563	เริ่มทำอุปกรณ์และติดตั้ง MG90S Servo Motor ,Ultrasonic Module Sensor และ Blue LED ไว้ที่ตัวอุปกรณ์

จากประสบการณ์ที่เห็นได้ชัดคือ จากการเริ่มต้นเราควรวางแผนระยะเวลา อุปกรณ์ที่ใช้ทำโครงการ โดยมีหลายปัจจัยให้วางแผนก่อนจะเริ่มทำโครงการ หากไม่วางแผนจะทำให้งานเสร็จล่าช้าและใช้ระยะเวลาในการทำโครงการมากเกินไป และอาจจะทำให้ผิดจุดประสงค์ของการเรียนรู้วิชานี้

บทสรุป

1. การนำความรู้ที่ได้เรียนจากห้องเรียนมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน การออกแบบอุปกรณ์ การจัดลำดับความคิด ให้มีการทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น มีความรู้ความเข้าใจกับโมดูล บอร์ด sensor และ actuator ที่ใช้ในโครงงาน

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาที่พบในโครงงาน เช่น

- การที่คิดหัวข้อเรื่องโครงงานให้เหมาะสมกับระยะเวลาและความสามารถ ความรู้ที่จะนำไปใช้ในโครงงาน
วิธีแก้ไข คือ การเปลี่ยนหัวข้อโครงงานใหม่ให้สามารถทำเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนดส่งโครงงาน และสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาในห้องเรียนมาประยุกต์ใช้กับโครงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- การเลือกอุปกรณ์ที่มีราคาเกินความจำเป็น
วิธีแก้ไข คือ ก่อนที่จะเปลี่ยนหัวข้อโครงงาน ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นหาอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงงานพบว่ามียุทธภัณฑ์ที่แพงและเกินความจำเป็น และเมื่อเปลี่ยนหัวข้อโครงงานทำให้สามารถหาอุปกรณ์ได้ตามแหล่งร้านค้าขายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ และมีราคาที่เหมาะสม
- การเข้าใจในเนื้อหาความรู้ยังไม่ดีพอ
วิธีแก้ไข คือ การขอคำแนะนำจากอาจารย์ รุ่นพี่ปี4 และเพื่อนๆที่อยู่ในห้องเรียนด้วยกัน

3. การออกแบบและพัฒนาเพื่อหาคำตอบของปัญหาผู้จัดทำได้เลือกหัวข้อนี้เนื่องจากต้องการเข้าใจระบบการออกแบบและการทำงานของระบบอัตโนมัติที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำของอุปกรณ์ที่ผู้จัดทำได้ทำขึ้น และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อให้เป็นระบบที่ใหญ่ขึ้นและอำนวยความสะดวกสบายมากขึ้นด้วย

4. โครงงานชิ้นนี้มีที่มาโดยได้รับแรงบันดาลใจจากการเก็บค่าผ่านทางด่วน-มอเตอร์เวย์ซึ่งจะมีพนักงานทำงานให้บริการอยู่ การที่ใช้กำลังงานคนในช่วงแรกจะมีประสิทธิภาพในการให้บริการที่ใกล้เคียงกันแต่ในระยะยาวระบบอัตโนมัติในการเก็บค่าผ่านทางจะมีประสิทธิภาพมากกว่า มีความแม่นยำมากกว่า ที่ผู้จัดทำได้เกิดความคิดที่จะสร้างระบบการเก็บค่าผ่านทางที่เป็นอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อให้เห็นภาพในอนาคต และการคิดสร้างสรรค์ให้เกิดระบบที่ใหญ่มากขึ้น

5. ในระหว่างการทำโครงงานได้มีอุปกรณ์เครื่องมือที่ทันสมัย Oscilloscope มาช่วยในการวัด การคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อให้อุปกรณ์ที่ใช้มีความแม่นยำมากขึ้น เช่น การนำ Oscilloscope มาวัดคาบ Ultrasonic Module

Sensor เพื่อให้มีคาบ 60 ms คำนวณการสร้าง pulse ขนาด 5 ms และสร้าง square wave ที่คาบ 20 ms และ pulse ที่ 0.5 ms, 1.5 ms และ 2.5 ms

6. การทำงานร่วมกันเป็นทีมโดยโครงการที่ผู้จัดทำได้ทำนั้นจะสอดคล้องกับโครงการขอเพื่อน ๆ ให้ให้โครงการออกมาเป็นรูปร่างที่เห็นภาพเป็นระบบที่มีการทำงานสอดคล้องกัน หรือที่เรียกว่า Theme และมีการแก้ไขปัญหาร่วมกันไม่ว่าจะเรื่อง โค้ดที่เขียนโปรแกรม อุปกรณ์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้น เป็นต้น

7. เนื่องจากการทำโครงการมีปัญหาเกิดขึ้นไม่ว่าจะการเขียนโปรแกรม การทำงานของอุปกรณ์ sensor และ actuator ต่าง ๆ ผู้จัดทำได้ขอคำแนะนำจากอาจารย์ พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ที่มีความรู้เพื่อให้ผู้จัดทำสามารถดำเนินโครงการได้ต่อเนื่อง

8. โครงการที่ผู้จัดทำได้คิดขึ้นนั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้ในอนาคตมีความสะดวกสบายมากขึ้น มีระบบที่มีความแม่นยำเชื่อถือได้ ให้เป็นสิ่งที่สื่อให้เห็นว่าเทคโนโลยีมีความสำคัญมากในชีวิตประจำวันและเป็นแรงบัลดาลใจให้กับสังคมที่สามารถนำไปต่อยอดหรือพัฒนาต่อได้ และพลังงานเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

9. จรรยาบรรณวิชาชีพ มีความเข้าใจและยึดมั่นในจรรยาบรรณแห่งวิชาชีพ ไม่คดโกงใคร ไม่นำความคิดของคนอื่นมาเป็นของตนเองเพื่อผลประโยชน์ส่วนตน

10. มีความรู้และความเข้าใจในด้านเศรษฐศาสตร์และการบริหารงานวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเสี่ยงและการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเป็นระบบทางกล และทางไฟฟ้าเมื่อใช้งานในระยะยาวต้องมีค่าซ่อมบำรุงที่เข้ามาเกี่ยวข้องในส่วนนี้ด้วย

11. การเรียนรู้ตลอดชีพ ตระหนักถึงความจำเป็นของเทคโนโลยีมีความสำคัญกับชีวิตประจำวันของเรามาขึ้น เพราะฉะนั้นมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองให้ทันกับเทคโนโลยีอยู่ตลอดจึงเป็นเรื่องที่สำคัญของวิศวกร

ข้อเสนอแนะจากการทำโครงการ

การทำโครงการในปีนี้ได้ให้อิสระทางความคิด ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ดีมาก ได้ใช้สิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียน มาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการ และโครงการของแต่ละคนยังสอดคล้องกันตาม theme อาจารย์กำหนดไว้ ซึ่งถือเป็นอีกเรื่องที่เป็นสิ่งที่ดีในการทำงานและคิดกันเป็นกลุ่มแสดงออกความคิดเห็นกันเพื่อให้เกิดโครงการที่ออกมาเป็นระบบที่สอดคล้องกันเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้นของระบบนั้น ๆ ในชีวิตประจำวันเพราะในความเป็นจริงเราต้องทำงานกันเป็นทีมไม่ใช่ทำงานคนเดียว

ส่วนข้อจำกัดในการทำโครงการก็คือ เนื่องจากนิสิตมีหลายวิชาที่ต้องอ่าน ทำความเข้าใจอีกมากทำให้เวลาในการทำโครงการไม่เพียงพอที่จะครอบคลุมที่จะพัฒนาโครงการหรือทำให้มีฟังก์ชันการทำงานเพิ่มมากขึ้น และอยากให้เพิ่มความรู้เกี่ยวกับควบคุมอุปกรณ์ให้มากกว่านี้เพราะการทำอะไรให้นิสิตเห็นภาพออกมาเป็นรูปเป็นร่างและไม่เคยเห็นมาก่อนอาจจะทำให้นิสิตมีความสนใจที่จะเรียนวิชานี้มากขึ้นเห็นภาพมากขึ้นว่าจะสามารถเอาไปประยุกต์อะไรได้ในอนาคตครับ

ภาคผนวก

CODE

```
#include <avr/interrupt.h>
#define F_CPU 16000000UL
#include <util/delay.h>
#include <avr/io.h>

int main ( )
{
    int t5;
    int s;

    // set LED output
    DDRA = 0xFF;

    // set ultrasonic sensor
    DDRB |= (1<<5); // OC1A

    ICR1 = 0x3A98;
    OCR1A = 0x04E2;

    TCCR1A |= (1<<COM1A1)|(1<<COM1B1);
    TCCR1A |= (1<<WGM11);
    TCCR1B |= (1<<WGM12)|(1<<WGM13);
    TCCR1B |= (1<<CS10)|(1<<CS11);

    // set servo
    ICR3 = 0x9C40;
    DDRE |= (1<<3); // OC3A

    TCCR3A |= (1<<COM3A1)|(1<<COM3B1);
    TCCR3A |= (1<<WGM31);
    TCCR3B |= (1<<WGM32)|(1<<WGM33);
    TCCR3B |= (1<<CS31);
```

```
    PORTL |= (1<<0);
    while (1)
    {
        TCCR5A = 0; //Timer Mode = Normal
        TCCR5B = 0x42; //rising edge, prescaler = 8, no noise canc.

        while ((TIFR5&(1<<ICF5)) == 0);

        t5 = ICR5;
        TIFR5 = (1<<ICF5); //clear ICF5 flag
        TCCR5B = 0x02; //falling edge

        while ((TIFR5&(1<<ICF5)) == 0);
        s = (ICR5 - t5)>>8;
        if (s<15)
        {
            PORTA = 0xFF;
            OCR3A = 0x1388; // 180 degree
            _delay_ms(5000);
        }
        else {
            PORTA = 0x00;
            OCR3A = 0x0BB8; // 90 degree
        }

        TIFR5 = (1<<ICF5); //clear ICF1 flag
    }
    return 0;
}
```

การคำนวณ

Ultrasonic Sensors : สร้าง pulse ขนาด 5 ms และ คาบ 60 ms

$$T (60ms) = \frac{60ms}{\frac{1}{\frac{16 \times 10^6}{64}}} = 15,000 \Rightarrow \text{แปลงเป็นเลขฐาน 16} \Rightarrow 3A98$$

$$\text{Pulse (5 ms)} = \frac{5ms \times 15,000}{60ms} = 1,250 \Rightarrow \text{แปลงเป็นเลขฐาน 16} \Rightarrow 04E2$$



MG90S Servo Motor : สร้าง square wave ที่คาบ 20 ms และ pulse ที่ 1.5 ms (90 องศา) และ 2.5 ms (180 องศา)

$$T (20ms) = \frac{20ms}{\frac{1}{\frac{16 \times 10^6}{8}}} = 40,000 \Rightarrow \text{แปลงเป็นเลขฐาน 16} \Rightarrow 9C40$$

$$\text{Pulse (1.5 ms)} = \frac{1.5ms \times 40,000}{20ms} = 3,000 \Rightarrow \text{แปลงเป็นเลขฐาน 16} \Rightarrow 0BB8$$



$$\text{Pulse (2.5 ms)} = \frac{2.5\text{ms} \times 40,000}{20\text{ms}} = 5,000 \Rightarrow \text{แปลงเป็นเลขฐาน 16} \Rightarrow 1388$$

