

ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกโดยใช้เพียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์
INTRUSION ALERT SYSTEM BY USING PIEZOELECTRIC SENSOR

จิระศักดิ์ สืบพงษ์เสื่อ
ปภาดา วีระประภานนท์
สุขสันต์ บุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกโดยใช้เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์

INTRUSION ALERT SYSTEM BY USING PIEZOELECTRIC SENSOR

จิระศักดิ์

สีบพงษ์เสื่อ

ปภาดา

วีรประภานนท์

สุขสันต์

บุญชู

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

INTRUSION ALERT SYSTEM BY USING PIEZOELECTRIC SENSOR

JEERASAK SUEBPONGSUER

PRAPADA WEERAPRAPANONTA

SUKSAN BOONCHOO

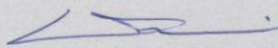
THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกโดยใช้เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์
INTRUSION ALERT SYSTEM BY USING PIEZOELECTRIC SENSOR

ผู้จัดทำ	นายจิระศักดิ์	สีบพงษ์เสื่อ	54010226
	นางสาวปภาดา	วีระประภานนท์	54010777
	นายสุขสันต์	บุญชู	54011385


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกโดยใช้เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์

โดย

นายจิระศักดิ์	สีบพงษ์เสื่อ	54010226
นางสาวปภาดา	วีระประภานนท์	54010777
นายสุขสันต์	บุญชู	54011385

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบระบบแจ้งเตือนการบุกรุกประตู โดยใช้เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ ซึ่งอาศัยหลักการเปียโซอิเล็กทริกที่จะปล่อยสัญญาณเป็นแรงดันทางไฟฟ้าออกมาเมื่อได้รับแรงสั่นสะเทือน จากนั้นจึงนำสัญญาณที่ได้ไปผ่านการปรับแต่งให้มีค่าที่เหมาะสมก่อนที่จะส่งต่อไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกำหนดเป็นเงื่อนไขการแจ้งเตือน และมีการใช้ระบบอาร์เอฟไอดีในการเข้าออกประตู ซึ่งเป็นการรักษาความปลอดภัยอีกชั้นหนึ่ง นอกจากนี้ยังใช้พีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์ในการตรวจสอบการเคลื่อนไหวหน้าประตู และยังทำหน้าที่เป็นสวิชต์ควบคุมการจ่ายไฟให้แก่กล้องบันทึกภาพเพื่อทำการบันทึกภาพแบบอัตโนมัติเมื่อมีการเคลื่อนไหว

INTRUSION ALERT SYSTEM BY USING PIEZOELECTRIC SENSOR

By

Mr. Jeerasak Suebongsuer 54010226

Miss Prapada Weeraprapanonta 54010777

Mr. Suksan Boonchoo 54011385

Advisor

Assoc.Prof.Dr. Worapong Tangsirat

Academic Year 2014

ABSTRACT

This thesis presents about intrusion alert system design using piezoelectric sensor. That use the piezoelectric effect, get electric signal when get vibration. After that, take electric signal to signal conditioning for appropriate value. Appropriate value of electric signal send to microcontroller for set alert conditions. The use of RFID system provide more security for the door access. In addition motion sensor is used motion detecting and controlling the video camera switch.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับความเมตตากรุณาและสนับสนุนจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน และอาจารย์สรพงษ์ วชิรรัตนพรกุล ที่ได้ให้ คำแนะนำแก่ ผู้จัดทำตลอดเวลา อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในการทำโครงการ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้เพื่อนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำ ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน ทุกคนที่ให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนความช่วยเหลือในการจัดทำ ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ของคณะผู้จัดทำทุกท่าน ผู้ที่มอบชีวิต การศึกษา และอนาคตตลอดจนให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และกำลังใจในการทำปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจ และหาก เกิดข้อผิดพลาดประการใด คณะผู้จัดทำต้องขอกราบอภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นายจิระศักดิ์ สีบพงษ์เสื่อ

นางสาวปภาดา วีระประภานนท์

นายสุขสันต์ บุญชู

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การวัดแรงสั่นสะเทือนจากการเคาะประตู	3
2.1.1 หลักการเปียโซอิเล็กทริก	3
2.1.2 วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์	4
2.1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	5
2.1.4 วงจรกรอง	6
2.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของบอร์ด Microcontroller	7
2.2.1 โครงสร้างของบอร์ด ET-EASY-MEGA1280	7
2.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด	9
2.2.3 คุณสมบัติของสัญญาณต่างๆ ของบอร์ด	10
2.3 ระบบป้องกันการโจมตีด้วยคลื่นวิทยุ (RFID System)	11
2.3.1 องค์ประกอบของระบบ RFID	12
2.3.2 ระบบการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง	13
2.3.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID	14
2.4 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว	15
2.4.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของ PIR Motion Sensor	16
2.4.2 จุดเชื่อมต่อสำหรับการใช้งานของ PIR Motion Sensor	16
2.4.3 คุณสมบัติสำหรับการใช้งานของ PIR Motion Sensor	16
2.5 การส่งสัญญาณข้อมูล	16
2.5.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส	17
2.5.2 การสื่อสารแบบซิงโครนัส	18
บทที่ 3 การออกแบบ	19
3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ	19

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2 ส่วนการตรวจจัดการบุกรุก	20
3.2.1 เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์	20
3.2.2 พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์	21
3.3 ส่วนการยืนยันตัวตนบุคคลในการเปิดประตู	21
3.4 ส่วนการขยายสัญญาณทางไฟฟ้า	22
3.4.1 อัตราขยายของวงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์	22
3.5 ส่วนการประมวลผลและควบคุม	23
3.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์	23
3.5.2 สวิตช์ตัด-ต่อวงจร	25
3.6 ส่วนการแจ้งเตือน	27
3.6.1 การแจ้งเตือนด้วยเสียง	28
3.6.2 การแจ้งเตือนด้วยไฟแอลอีดี	28
3.7 แบบจำลองประตู	29
บทที่ 4 การทดลอง	30
4.1 สัญญาณจากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์	30
4.1.1 ระดับเบา	31
4.1.2 ระดับกลาง	31
4.1.3 ระดับแรง	31
4.2 การแจ้งเตือน	32
4.2.1 การเคาะหรือทุบประตู	33
4.2.2 การเคลื่อนไหว	33
4.3 การบันทึกภาพ	34
บทที่ 5 สรุป	36
5.1 สรุปผล	36
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	36
5.3 แนวทางในการค้นคว้าพัฒนา	36
เอกสารอ้างอิง	38
ภาคผนวก	39

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการวัด	3
2.2 หลักการทำงานของเปียโซอิเล็กทริก	4
2.3 แผ่น Diaphragm ของลำโพงแบบเปียโซ ที่มีโครงสร้างตรงกลางเป็นผืนกควอตซ์	4
2.4 วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์	5
2.5 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	5
2.6 คลื่นของแรงดันและกระแสในวงจรเรียงกระแส	6
2.7 คลื่นของแรงดันและกระแสหลังผ่านวงจรกรอง	6
2.8 ลักษณะของบอร์ด ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)	7
2.9 ชุด Jumper สำหรับเลือกการ Program Bootloader	8
2.10 ขั้วต่อ AVRISP	8
2.11 ขั้วต่อสัญญาณจาก D[22..29] สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด I/O	9
2.12 การ Enable/Disable DTR Auto Reset และ สวิตช์ Reset	10
2.13 การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags	14
2.14 พีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์	15
2.15 การทำงานของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์	15
2.16 ขั้นตอนการทำงานของโครงสร้างภายในตัว PIR Motion Sensor	15
2.17 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม	17
2.18 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	18
2.19 การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส	18
3.1 โครงสร้างของระบบ	19
3.2 โพรซาร์ทการทำงานโดยรวมของระบบ	20
3.3 ผังการทำงานเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์	20
3.4 ผังการทำงานพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์	21
3.5 ผังการทำงานชุดอาร์เอฟไอดี	21
3.6 ชุดอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี ความถี่ 13.56MHz	21
3.7 วงจรขยายสัญญาณผลต่างแบบอินสทรูเมนต์	22
3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	23
3.9 วงจรสวิตช์ตัด-ต่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	26
3.10 โพรซาร์ทการแจ้งเตือน	27
3.11 วงจรเสียงเตือน	28
3.12 วงจรไฟเตือน	28
3.13 แบบจำลองประตู	29
4.1 การทดลองเคาะประตูเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า	30
4.2 การเคาะระดับเบาและสัญญาณที่ได้	31
4.3 การเคาะระดับกลางและสัญญาณที่ได้	31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 การเคาะระดับแรงและสัญญาณที่ได้	31
4.5 กล้องรวมวงจรแจ้งเตือน	32
4.6 พีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์	33
4.7 ไฟแสดงการตรวจพบการเคลื่อนไหวของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์	34
4.8 กล้องบันทึกภาพไม่ทำงาน	34
4.9 กล้องบันทึกภาพทำงาน	35

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความถี่ของคลื่นพาหะในย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน	14
4.1 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง	32
4.2 สัญญาณการแจ้งเตือน	33

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญานิพนธ์

นับได้ว่าปัญหาสังคมเรื่องของการโจรกรรม จะมีอัตราการเกิดที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สังเกตได้จากสื่อต่างๆ ที่นำเสนอข่าวกันรายวัน ประเภทของการโจรกรรมที่เห็นได้บ่อย หนึ่งในนั้นคือรูปแบบของการบุกรุกเคสสถาน โดยการก่อเหตุก็สามารถเกิดขึ้นได้ทุกสถานที่ ตั้งแต่บ้านพักอาศัยทั่วไป ธนาคาร ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ซึ่งสาเหตุอาจสืบเนื่องมาจากปัจจัยของเรื่องเศรษฐกิจที่กำลังเติบโต เป็นผลให้เกิดการขยายตัวของสังหาริมทรัพย์จำนวนมาก ทั้งอาคารสำนักงาน และบ้านพักที่อยู่อาศัย จึงตั้งคำถามที่ว่าขนาดสถานที่ที่มีระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีและรัดกุมแล้ว ก็ยังสามารถเกิดเหตุการณ์ถูกบุกรุกขึ้นได้ง่ายเหมือนกัน จึงเกิดความคิดที่ว่าหากทุกคนล้วนที่จะต้องการความปลอดภัยไม่ว่าจะเป็นด้านชีวิตหรือทรัพย์สินก็ตาม ควรเริ่มจากตัวของเราเองที่จะดูแลความปลอดภัยในเบื้องต้นด้วยตนเอง จึงทำการออกแบบและทดลองระบบป้องกันจากการถูกโจรกรรม และแจ้งเตือนการบุกรุก โดยใช้ความรู้จากทฤษฎีหลักการของเปียโซอิเล็กทริกมาประยุกต์ใช้ โดยให้แผ่น Diaphragm ของลำโพงแบบเปียโซ มาทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ที่รับแรงสั่นสะเทือน ให้ติดตั้งฝังติดกับโมเดลประตูไม้ด้านใน คุณสมบัติของเปียโซอิเล็กทริกจะเปลี่ยนแรงสั่นสะเทือนจากประตูเป็นแรงดันไฟฟ้า มาต่อร่วมกับวงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์ เพื่อเพิ่มขนาดของสัญญาณให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่จะป้อนเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านโปรแกรม Arduino เขียนคำสั่งแยกระดับของสัญญาณไปใช้ควบคุมอุปกรณ์แจ้งเตือนอื่นๆ ของระบบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาเรื่องของเซนเซอร์และทำความเข้าใจในหลักการของเปียโซอิเล็กทริก
2. ศึกษาและทำความเข้าใจในวงจรขยายสัญญาณชนิดอินสทรูเมนต์
3. ศึกษาและประยุกต์นำแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกไปใช้สั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ
4. ศึกษาและออกแบบการปรับแต่งเพื่อลดหรือขยายค่าแรงดันไฟฟ้าให้เป็นไปตามต้องการ
5. ศึกษาและเรียนรู้การใช้งานของเครื่องมือวัดสัญญาณ Oscilloscope
6. ศึกษาและเรียนรู้การใช้โปรแกรม Arduino เพื่อจะเขียนคำสั่ง ไปสั่งการควบคุมอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนที่ใช้ในชิ้นงาน
7. เข้าใจหลักการทำงานและความสอดคล้องของอุปกรณ์ที่ใช้ในชิ้นงานทั้งหมด
8. วางแผนและดำเนินการออกแบบระบบป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุกทั้งหมด

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

จัดทำแบบจำลองของประตู กำหนดโครงสร้างเป็นประตูไม้ การใช้งานเปิด-ปิดประตูผ่านระบบ RFID ใช้ทฤษฎีเรื่องของเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกเป็นหัวใจหลักของการทำงานของระบบ เพื่อออกแบบและทดสอบระบบป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุก แบ่งเป็นการออกแบบวงจรขยายสัญญาณชนิดอินสทรูเมนต์ และนำสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกไปออกแบบใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยใช้โปรแกรม Arduino เขียนคำสั่งไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้แจ้งเตือนในชั้นงาน

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาหลักการทำงานและการประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริก
2. ศึกษาและออกแบบวงจรทั้งหมดที่ใช้ในชั้นงาน ได้แก่ วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์ วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ วงจรกรอง
3. ศึกษาคุณสมบัติและการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่เลือกใช้ในชั้นงาน เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA1280, PIR Motion Sensor, RFID, กล้องDVR เป็นต้น
4. ศึกษาการนำสัญญาณจากเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกไปใช้งานในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์
5. ศึกษาการเขียนคำสั่งควบคุมจากโปรแกรม Arduino

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. จะได้เข้าใจเรื่องหลักการทำงานของเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกมากขึ้น
2. จะได้นำสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริกไปประยุกต์ใช้งานในการตรวจสอบและวัดค่าของแรงสั่นสะเทือนได้
3. จะได้สามารถใช้เครื่องมือวัด Oscilloscope ได้อย่างถูกต้อง
4. จะได้เข้าใจหลักการทำงานที่สอดคล้องกันของอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนในระบบป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุก
5. จะได้สามารถฝึกเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จากโปรแกรม Arduino ได้
6. จะได้ฝึกฝนการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นในขณะทำการทดลองได้
7. จะได้สามารถนำความรู้ไปออกแบบชั้นงานให้มีความเหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้ เพื่อที่จะได้นำผลงานไปใช้ในการประกอบอาชีพหรือต่อยอดทางการศึกษาในอนาคตได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การวัดแรงสั่นสะเทือนจากการเคาะประตู



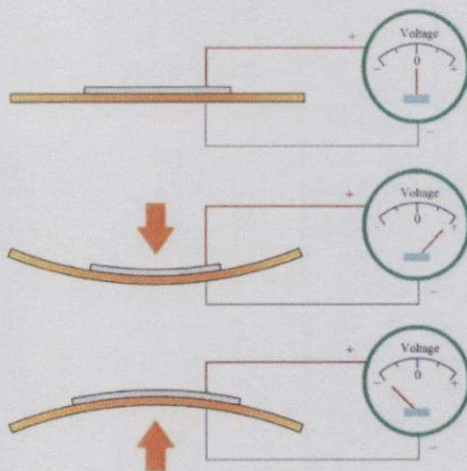
รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการวัด

2.1.1 หลักการเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric)

ความเร่ง การสั่น แรงเครียด หรือแรงกระทำอื่นๆ โดยเปลี่ยนพลังงานกลต่างๆ เหล่านี้ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ในทางกลับกันเมื่อให้พลังงานไฟฟ้าแก่วัสดุที่มีคุณสมบัติเป็นเพียโซอิเล็กทริก วัสดุนั้นก็จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลได้เช่นกัน สมบัติเพียโซอิเล็กทริกจะเกิดขึ้นในวัสดุที่มีสภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าเท่านั้น วัสดุเพียโซอิเล็กทริกมีทั้งที่พบในธรรมชาติและจากการสังเคราะห์ เช่น คริสตอล (Gallium Phosphate, Quartz, Tourmaline) เซรามิก โพลีเมอร์ เป็นต้น

โครงสร้างของทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Pressure Transducer) เป็นผลึกคริสตอลอยู่ในกลุ่มทรานสดิวเซอร์ประเภทแอคทีฟ (Active Transducer) ทำงานโดยอาศัยปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectricity Effect) คือ เมื่อมีแรงมากระทำกับผลึกคริสตอลจะเกิดการเปลี่ยนรูปร่างและขนาดของผลึกและเกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นที่ขั้วไฟฟ้า โดยแรงที่กระทำกับผลึกต้องมีลักษณะเป็นห้วงๆ ความเหมาะสมสำหรับใช้งานในการวัดความดัน (Pressure Measurement) ของทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้ จะเป็นความดันพลวัต (Dynamics Pressure) ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และหากแรงที่กระทำเป็นแรงคงที่หรือความดันแบบสถิตจะไม่เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น

ทรานสดิวเซอร์ชนิดเพียโซอิเล็กทริกทำได้จากวัสดุหลายชนิดแต่ละชนิดมีค่าความไว (Sensitivity) ต่อการรับแรงที่ไม่เท่ากัน โดยควอตซ์ (Quartz) เป็นวัสดุที่นิยมใช้ทำเพียโซอิเล็กทริกมากที่สุด เนื่องจากมีเสถียรภาพการทำงานสูง มีความเป็นเชิงเส้น (Linearity) สูง ฮิสเตอร์รีซิส (Hysteresis) ต่ำ มีย่านการวัด (Range) ความดันที่กว้าง มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Temperature) ต่ำ ให้แรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตสูงกว่าแบบอื่น



รูปที่ 2.2 หลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริก

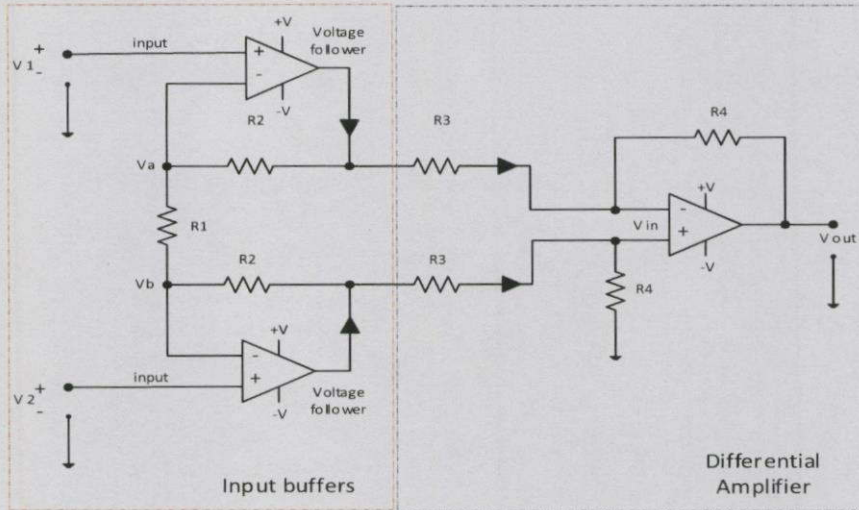


รูปที่ 2.3 แผ่น Diaphragm ของลำโพงแบบเพียโซ ที่มีโครงสร้างตรงกลางเป็นฉนวนคอร์ตซ์

2.1.2 วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์ (Instrumentation Amplifier, IA)

Instrumentation Amplifier (วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์) คือ วงจรออปแอมป์ที่ใช้ในการขยายสัญญาณที่ได้จากการวัด ซึ่งใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไป เป็นวงจรขยายสำหรับสัญญาณค่าต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการ หรือการประยุกต์ใช้ในด้านกรวัด

โครงสร้างของวงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์จะประกอบด้วยวงจรรย่อย 2 วงจร คือ วงจรส่วนหน้าที่ได้รับอินพุตจะเป็นวงจรบัฟเฟอร์ (Buffer) และวงจรส่วนหลังจะเป็นวงจรขยายสัญญาณผลต่าง (Differential Amplifier) เป็นวงจรที่นำสัญญาณอินพุตมาหักล้างกัน คือวงจรที่ใช้ในการขยายความแตกต่างของสัญญาณระหว่างขาต้านเข้าทั้งสอง จะพบว่าวงจรขยายผลต่างมีค่าเอาต์พุตเป็นผลลบของแรงดันอินพุต

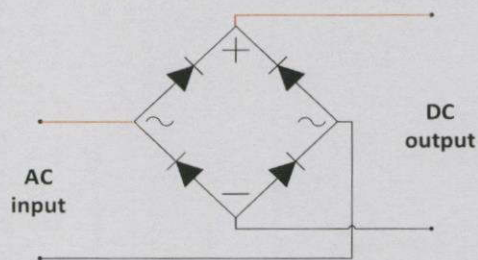


รูปที่ 2.4 วงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์

2.1.3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)

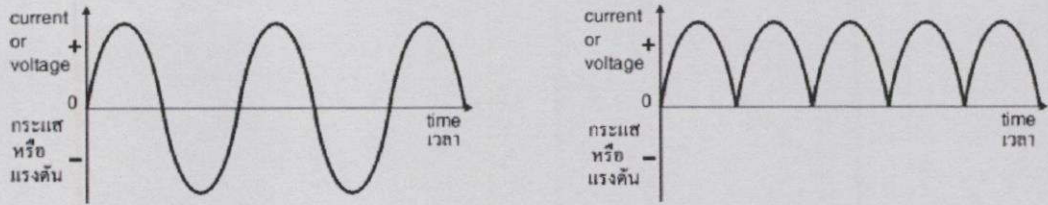
วงจรเรียงกระแสคือ วงจรซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากด้านอินพุตให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ด้านเอาต์พุต (วงจรคอนเวอร์เตอร์ ac-dc)

การเรียงกระแสแบบบริดจ์เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full-Wave Rectifier) หมายถึง วงจรแปลงสัญญาณไฟสลับทั้งครึ่งบวก-ครึ่งลบมาเรียงใหม่ ให้กลายเป็นแรงดันเอาต์พุตไฟตรง จะประกอบด้วยไดโอดสี่ตัวต่อวงจรเหมือนกับวงจรบริดจ์ ดังรูปที่ 2.5 เพราะใช้คลื่นไฟฟ้ากระแสสลับทั้งหมด (ทั้งด้านบวกและด้านลบ) ตัวเรียงกระแสแบบบริดจ์จะเกิดแรงดันตกคร่อม 1.4V เพราะไดโอดแต่ละตัวจะตกคร่อมเท่ากับ 0.7V ขณะนำกระแสวงจรบริดจ์ไดโอดจะมีการนำกระแสสองตัวพร้อมกัน โดยไดโอดจะสลับคู่กันนำกระแสและเปลี่ยนกลับตลอดการต่อ ดังนั้นทิศทางสลับกันของไฟฟ้ากระแสสลับจึงถูกแปลงเป็นไฟกระแสตรงทิศทางเดียว



AC input (สัญญาณไฟสลับ) DC output (สัญญาณไฟตรง)

รูปที่ 2.5 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

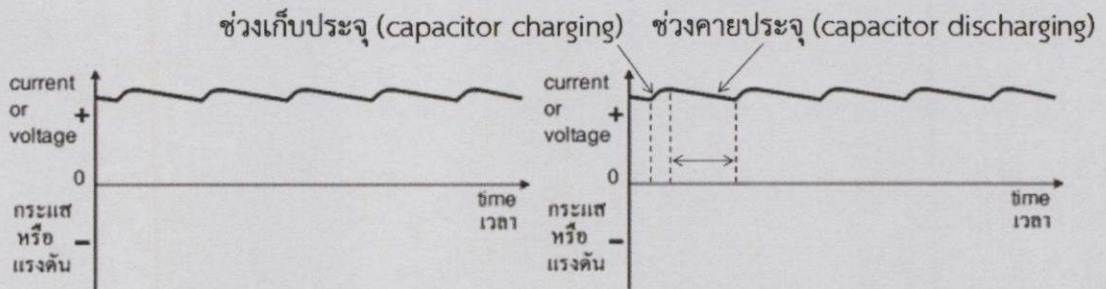


รูปที่ 2.6 คลื่นของแรงดันและกระแสในวงจรเรียงกระแส

2.1.4 วงจรกรอง (Filter)

การกรองเกิดขึ้นโดยการต่อตัวเก็บประจุค่าสูงคร่อมไฟกระแสตรง ทำหน้าที่เหมือนบ่อเก็บน้ำ, บ่อนกระแสให้เอาต์พุตเมื่อแรงดันกระแสสลับจากวงจรกรองกระแสตกลง การทำงานของวงจรกรอง จะทำการกรองแรงดันไฟตรงที่ยังไม่เรียบให้มีความราบเรียบยิ่งขึ้นให้มีแรงดันพลิวหรือ แรงดันริปเปิล (Ripple Voltage, V_r) น้อยๆ โดยแรงดันริปเปิลเป็นค่าบ่งชี้ถึงความราบเรียบของแรงดันเอาต์พุตของ วงจรเรียงกระแส

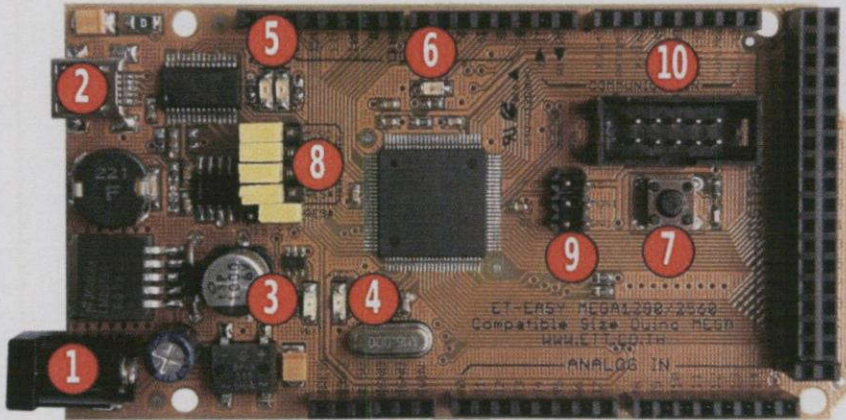
การกรองที่ไม่เรียบสมบูรณ์เพราะแรงดันของตัวเก็บประจุจะตกลงเล็กน้อยตอนคายประจุ จึง เกิดแรงดันพลิว (Ripple) น้อย แต่ก็สามารถนำไปใช้ได้แล้ว หากตัวเก็บประจุค่ามากแรงดันพลิวก็จะ น้อย สำหรับไฟกระแสตรงแบบครึ่งคลื่นตัวกรองต้องใช้ตัวเก็บประจุค่าสูงกว่าเป็นสองเท่า



รูปที่ 2.7 คลื่นของแรงดันและกระแสหลังผ่านวงจรกรอง

2.2 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของบอร์ด Microcontroller รุ่น ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)

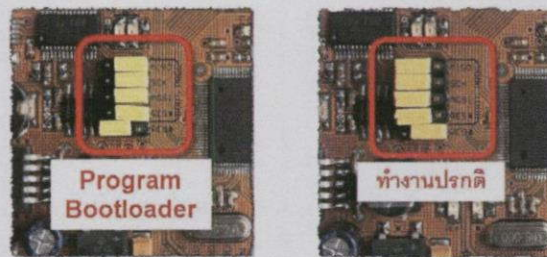
2.2.1 โครงสร้างของบอร์ด ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)



รูปที่ 2.8 ลักษณะของบอร์ด ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)

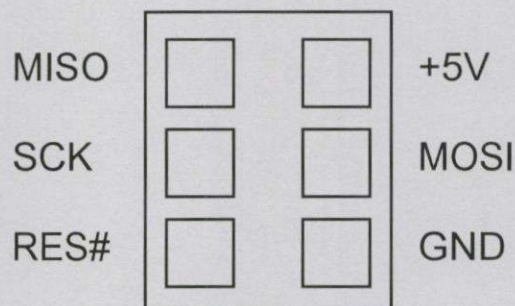
- หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายจากไฟเลี้ยงภายนอก สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายทั้งแบบ AC และ DC พร้อมวงจร Bridge Rectifier และ Regulate แบบ Switching ช่วยลดความร้อนของ IC Regulate เมื่อมีการดึงกระแสมากๆ ได้เป็นอย่างดี สามารถใช้กับแรงดัน Input 7-20V
- หมายเลข 2 เป็นขั้วต่อกับ USB สำหรับติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC โดยใช้ FT232RL เป็น USB Bridge ในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ PC และ MCU ในบอร์ด และยังสามารถใช้ไฟ จากพอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ดได้ด้วย โดยจะมี Poly Fuse ขนาด 500mA สำหรับป้องกันการดึงกระแสเกินจากพอร์ต USB ด้วย และที่พิเศษคือ มีวงจรสำหรับตรวจสอบแหล่งจ่าย เพื่อสลับการใช้งานแหล่งจ่ายจาก USB ไปเป็น External Supply ได้เอง โดยอัตโนมัติเมื่อไม่ได้ต่อ External Supply บอร์ดจะใช้ไฟจากพอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายในการทำงาน แต่เมื่อมีการต่อ External Supply วงจรจะสลับไปใช้แหล่งจ่าย External Supply เองโดยอัตโนมัติ
 - LED +VCC ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟให้กับบอร์ด
 - LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟจาก External Supply
- หมายเลข 3 เป็น LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงจาก External Supply
- หมายเลข 4 เป็น LED +VCC ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (+VCC) ของบอร์ด โดยเมื่อบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply จะแสดงสถานะโดยการให้ LED VEXT และ LED +VCC ติดสว่างพร้อมกันทั้งคู่ แต่ถ้าบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB จะแสดงสถานะโดยการให้ LED +VCC ติดสว่างเพียงดวงเดียว

- หมายเลข 5 เป็น LED แสดงสถานะของ RX และ TX ใช้สำหรับแสดงการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด ET-EASY MEGA1280 กับคอมพิวเตอร์ PC ผ่านทางพอร์ต USB
- หมายเลข 6 เป็น LED D13 ใช้สำหรับแสดงการทำงานของ Bootloader และใช้ทดสอบการทำงานของบอร์ดจากการควบคุมของ PinDigital-13 ทำงานด้วย Logic “1” และหยุดทำงานด้วย Logic “0”
- หมายเลข 7 เป็นสวิตช์ Reset ใช้สำหรับสั่ง Reset การทำงานของบอร์ด
- หมายเลข 8 เป็นขุด Jumper สำหรับเลือกการ Program Bootloader ผ่าน USB Port และการใช้งานตามปกติ ดังรูปที่ 2.8



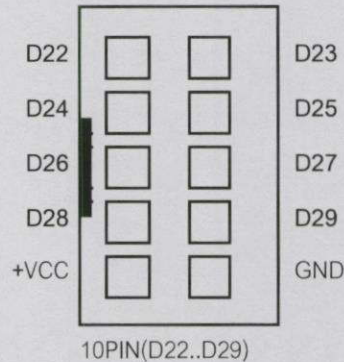
รูปที่ 2.9 ขุด Jumper สำหรับเลือกการ Program Bootloader

- หมายเลข 9 เป็นขั้วต่อ AVRISP ใช้สำหรับ Download Code ให้กับ MCU โดยขั้วต่อ AVRISP นี้ จะสามารถใช้งานได้กับเครื่องโปรแกรมทุกรุ่นที่รองรับการใช้ ATMEGA1280 และใช้งานกับขั้วต่อตรงตามมาตรฐาน AVRISP ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ขั้วต่อ AVRISP

- หมายเลข 10 เป็นขั้วต่อสัญญาณจาก D[22..29] สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด I/O ของ ETT รวมทั้งจอแสดงผล LCD โดยใช้ร่วมกับ 10PIN LCD หรือ ET-CONV SPI TO LCD



รูปที่ 2.11 ขั้วต่อสัญญาณจาก D[22..29] สำหรับเชื่อมต่อกับบอร์ด I/O

2.2.2 คุณสมบัติทางเทคนิคของบอร์ด Microcontroller รุ่น ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)

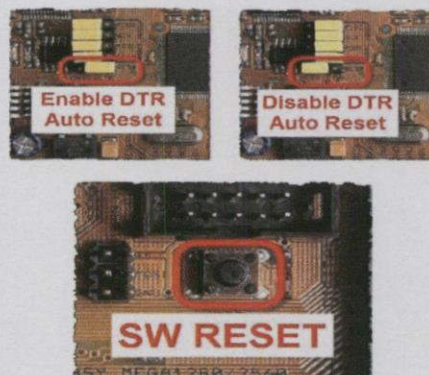
- ใช้ ATMEGA1280 เป็น MCU ประจำบอร์ด Run ความถี่ 16MHz จาก Crystal Oscillator
- 128KByte Flash (สงวนไว้ 4KByte สำหรับ Bootloader) / 8KByte SRAM / 4KByte EEPROM
- รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ ของ Arduino ตามแบบ Arduino Mega ได้ 100%
- ใช้ USB Bridge ของ FTDI เบอร์ FT232RL พร้อม Over Current Protection สำหรับติดต่อสื่อสาร และ Download Code จากคอมพิวเตอร์ให้บอร์ด พร้อม Jumper สำหรับปรับใช้งานบอร์ดเป็นการ Program Bootloader ให้กับ MCU จากพอร์ต USB ในบอร์ดได้เอง โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรม AVRISP จากภายนอก
- รองรับการใช้งานกับ External Supply ทั้งแบบ AC และ DC ขนาด 7-20V โดยเลือกใช้ Regulate แบบ Switching ขนาด 1A (LM2575-5V) ลดปัญหาเรื่องความร้อนเมื่อมีการใช้กระแสสูงๆสามารถใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB ได้ในกรณีใช้กระแสไม่เกิน 500mA โดยมีวงจรเลือกแหล่งจ่ายอัตโนมัติ โดยจะตัดการใช้ไฟเลี้ยงจาก USB โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการต่อแหล่งจ่ายจากภายนอกให้บอร์ด
- มีขั้ว Header 10Pin IDE ของ 8 บิต Digital I/O (D22...D29) สำหรับเชื่อมต่อกับ LCD หรือบอร์ด I/O แบบต่างๆ ของอิตีทีที่เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน

- ขนาดของ PCB บอร์ดและตำแหน่ง Pin Connector ต่างๆ ตรงกันกับ Arduino Mega ทั้งหมด ทำให้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานร่วมกับบอร์ด Shield แบบต่างๆ ที่มีการผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกันกับบอร์ด Arduino Mega ได้ทั้งหมด โดยบอร์ดมีขนาด PCB Size 5.3cm x 10.2cm

- 54 Pin Digital I/O โดยมี 14Pin สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น PWM ได้
- 16 Pin Analog Input (ADC ขนาด 10 บิต 16 ช่อง)
- 4 UART (Hardware Serial Port) แบบ TTL Logic

2.2.3 คุณสมบัติของสัญญาณต่างๆ ของบอร์ด ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega)

- RESET# เป็นสัญญาณ Input Logic Reset ของ MCU เมื่อเป็น Logic Low จะทำให้ MCU อยู่ในสภาวะรีเซ็ตเมื่อเป็น Logic High จะทำให้ MCU อยู่ในสภาวะทำงานตามปกติ โดยสัญญาณ RESET# นี้จะถูกควบคุมจาก 2 แหล่ง คือจาก สวิตช์ RESET ภายในบอร์ด และจากสัญญาณ DTR ของ FT232RL ถ้ามีการเลือก Enable Jumper ของ Auto Reset จาก DTR ไว้ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การ Enable / Disable DTR Auto Reset และ สวิตช์ Reset

- +3V3 เป็นแหล่งจ่ายไฟขนาด +3.3V ที่ได้วงจรจาก Regulate ภายในของ FT232RL สามารถจ่าย กระแสได้สูงสุด 50mA ซึ่งเมื่อต้องการนำแหล่งจ่าย +3.3V นี้ไปใช้งานเป็นแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ต้องระมัดระวังเรื่องการดึงกระแสของโหลดด้วย ถ้าโหลดมีการดึงกระแสมาก 50mA อาจทำให้ FT232RL เกิดความเสียหายได้

- +VIN เป็นไฟ DC ที่รับมาจาก Jack VIN (External Supply) แต่ผ่านการ Rectifier และ Filter เป็น DC แล้วมีขนาดแรงดันเฉลี่ยตามขนาดแรงดันที่ป้อนให้กับบอร์ดทาง Jack VIN

- +5V เป็นจุดต่อแหล่งจ่ายไฟของบอร์ดออกไปใช้งาน ซึ่งมาจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งคือจากพอร์ต USB และจาก External Supply ซึ่งถ้าต่อแหล่งจ่ายให้บอร์ดจาก External Supply ผ่านทาง Jack VIN แหล่งจ่าย +5V นี้จะมาจาก Switching Regulate (LM2575-5V) สามารถจ่ายกระแส

ได้สูงสุดถึง 1A แต่ถ้าใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB แหล่งจ่าย +5V นี้จะมาจากพอร์ต USB โดยตรง โดยจะมีฟิวส์ Poly แบบขนาด 500mA เพื่อป้องกันการดึงกระแสเกินเพื่อป้องกันความเสียหายของพอร์ต USB โดยจะจ่ายกระแสได้สูงสุดไม่เกิน 500mA ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการจ่ายกระแสของพอร์ต USB และการ Configure ค่าให้กับ FT232RL ด้วย

- A0-A15 เป็นขาสัญญาณ Analog Input แบบ ADC มีขนาดความละเอียด 10 บิต มี 16Pin สามารถรับแรงดัน Analog Input ได้ 0-5 VDC

- D0-D53 เป็นขาสัญญาณ Digital Input/Output แบบ TTL มีทั้งหมด 54Pin สามารถใช้ทำหน้าที่เป็น Input หรือ Output ตามการกำหนดจากโปรแกรม โดยมีบาง Pin สามารถกำหนดหน้าที่ใช้งานเป็นฟังก์ชันพิเศษต่างๆ เพิ่มเติมได้อีก

- D0-D1 ถูกสงวนไว้ใช้ทำหน้าที่เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 (UART0) โดยได้ทำการเชื่อมต่อกับ USB Bridge ของ FT232RL เพื่อใช้ Upload Code ให้กับบอร์ด และยังสามารถใช้ทดลองติดต่อสื่อสารรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ PC ได้ด้วย

- D2-D13 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น PWM ขนาด 8 บิต มี 14Pin ได้

- D14 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น TX3 สำหรับส่งข้อมูลของ UART3 ได้

- D15 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น RX3 สำหรับข้อมูลให้กับ UART3 ได้

- D16 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น TX2 สำหรับส่งข้อมูลของ UART2 ได้

- D17 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น RX2 สำหรับรับข้อมูลให้กับ UART2 ได้

- D18 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น TX1 สำหรับส่งข้อมูลของ UART1 ได้

- D19 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น RX1 สำหรับรับข้อมูลให้กับ UART1 ได้

- D20 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น SDA ของ I2C Bus สำหรับใช้สื่อสารกับ I2C ได้

- D21 สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น SCL ของ I2C Bus สำหรับใช้สื่อสารกับ I2C ได้

- AREF เป็นสัญญาณ Analog Reference จากภายนอกที่ต้องการป้อนให้กับ MCU

ซึ่งตามปกติแล้ว ATMEGA1280 สามารถโปรแกรมให้เลือกใช้แรงดันอ้างอิงจากภายในได้อยู่แล้ว โดยสามารถเลือกเป็น 1.1V หรือ 2.56V หรือ AVCC(+5V) โดยไม่จำเป็นต้องป้อนแรงดันอ้างอิงจากภายนอกให้กับบอร์ดอีก แต่ถ้าต้องการแรงดันอ้างอิงที่มีความแตกต่างจากที่กล่าวมาแล้วก็สามารถป้อนเป็นแรงดันอ้างอิงจากภายนอกผ่านทางขา AREF นี้เข้าไปเองได้ระหว่าง 0-5 V

2.3 ระบบบ่งชี้อัตโนมัติด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID System)

RFID ย่อมาจากคำว่า “Radio Frequency Identification” เป็นระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ Auto-ID แบบไร้สาย (Wireless) ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการระบุเอกลักษณ์วัตถุหรือตัวบุคคลโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ

2.3.1 องค์ประกอบของระบบ RFID

ในทางปฏิบัติระบบอาร์เอฟไอดี ประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

2.3.1.1 Tags หรือ Transponders

แท็ก (Tag) นั้นเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าทรานสปอนเดอร์ (Transponder) มาจากคำว่า ทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ผสมกับคำว่าเรสปอนเดอร์ (Responder) นั่นเอง ถ้าจะแปลให้ตรงตามศัพท์ แท็กก็จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณหรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในแท็กตอบสนองไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลจะเป็นแบบไร้สายผ่านอากาศ ภายในแท็กจะประกอบไปด้วยชิปสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Chip) ซึ่งเชื่อมต่อกับสายอากาศ

แท็กอาจมีรูปร่างได้หลายแบบขึ้นอยู่กับการใช้งาน โดยอาจมีรูปร่างเหมือนบัตรเครดิตในการใช้งานทั่วไป หรือเล็กขนาดไส้ดินสอยาวเพียง 10 มิลลิเมตร เพื่อฝังเข้าไปใต้ผิวหนังสัตว์ ในกรณีนำไปใช้ในงานปศุสัตว์ หรืออาจมีขนาดใหญ่มากสำหรับแท็กที่ใช้ติดกับเครื่องจักรขณะทำการขนส่ง แท็กอาจนำไปติดไว้กับสินค้าในร้านค้าปลีกทั่วไปเพื่อป้องกันขโมย โดยจะมีการติดตั้งสายอากาศของตัวอ่านข้อมูลขนาดใหญ่ไว้ตรงประตูทางออกเพื่อทำการตรวจจับขโมย

ชิปที่อยู่ในแท็กจะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่นข้อมูลของบุคคลที่มีสิทธิผ่านเข้าออกในบริเวณที่มีการควบคุมหรือระบบปฏิบัติการ ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน นอกจากนี้อาจมีการนำหน่วยความจำแบบ EEPROM มาใช้ในกรณีต้องการเก็บข้อมูลในระหว่างที่แท็กและตัวอ่านข้อมูลทำการสื่อสาร และข้อมูลยังคงอยู่ถึงแม้จะไม่มีพลังงานไฟฟ้าป้อนให้แก่แท็ก

สามารถแบ่งชนิดของแท็กออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แท็กชนิดแอ็กทีฟ (Active Tag) แท็กชนิดนี้จะมีแบตเตอรี่อยู่ภายใน เพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้แท็กทำงานโดยปกติ จะสามารถทั้งอ่านและเขียนข้อมูลลงในแท็กชนิดนี้ได้ และการที่ต้องใช้แบตเตอรี่จึงทำให้แท็กชนิดแอ็กทีฟมีอายุการใช้งานจำกัดตามอายุของแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดก็ต้องนำแท็กไปทิ้งไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากจะมีการซีล (Seal) ที่ตัวแท็กจึงไม่สามารถเปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าสามารถออกแบบวงจรของแท็กให้กินกระแสไฟน้อยๆ ก็อาจจะมีอายุการใช้งานนานนับสิบปี แท็กชนิดแอ็กทีฟนี้จะมีกำลังส่งสูงและระยะการรับส่งข้อมูลไกลกว่าแท็กชนิดพาสซีฟ นอกจากนี้ยังทำงานในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี

2. แท็กชนิดพาสซีฟ (Passive Tag) จะไม่มีแบตเตอรี่อยู่ภายใน แต่จะทำงานโดยอาศัยพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากตัวอ่านข้อมูล จึงทำให้แท็กชนิดพาสซีฟมีน้ำหนักเบากว่าแท็กชนิดแอ็กทีฟ ราคาถูกกว่า และมีอายุการใช้งานไม่จำกัด แต่ข้อเสียก็คือระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ และตัวอ่านข้อมูลจะต้องมีความไวสูง นอกจากนี้แท็กชนิดพาสซีฟมักจะมีปัญหาเมื่อนำไปใช้งานในสิ่งแวดล้อมที่มีสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนสูงอีกด้วย แต่ข้อได้เปรียบในเรื่องราคาและอายุการใช้งานทำให้แท็กชนิดพาสซีฟนี้เป็นที่นิยมมากกว่า

2.3.1.2 Reader หรือ Interrogator

หน้าที่สำคัญของตัวอ่านข้อมูล (Reader หรือ Interrogator) ก็คือการรับข้อมูลที่ส่งมาจากแท็ก แล้วทำการตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูล ถอดรหัสข้อมูล และนำข้อมูลผ่านเข้าสู่กระบวนการต่อไป นอกจากนี้ตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีความสามารถในการป้องกันการอ่านข้อมูลซ้ำ เช่น ในกรณีที่แท็กถูกวางทิ้งอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตัวอ่านข้อมูลสร้างขึ้น หรืออยู่ในระยะการรับส่ง ก็อาจทำให้ตัวอ่านข้อมูลทำการรับหรืออ่านข้อมูลจากแท็กซ้ำอยู่เรื่อยๆ ไม่สิ้นสุด

ดังนั้นตัวอ่านข้อมูลที่ติดตั้งมีระบบป้องกันเหตุการณ์เช่นนี้ที่เรียกว่าระบบ "Hands Down Polling" โดยตัวอ่านข้อมูล จะสั่งให้แท็กหยุดการส่งข้อมูลในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว หรืออาจมีบางกรณีที่มีแท็กหลายแท็กอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าพร้อมกันหรือที่เรียกว่า "Batch Reading" ตัวอ่านข้อมูลควรมีความสามารถที่จะจัดลำดับการอ่านแท็กทีละตัวได้

2.3.2 ระยะการรับส่งข้อมูลและกำลังส่ง

ระยะการรับส่งข้อมูลในระบบ RFID ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญต่างๆ คือ กำลังส่งของตัวอ่านข้อมูล (Reader/Interrogator Power) กำลังส่งของแท็ก (Tag Power) และสภาพแวดล้อม ส่วนการออกแบบสายอากาศของตัวอ่านข้อมูล จะเป็นตัวกำหนดลักษณะรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่กระจายออกมาจากสายอากาศ ดังนั้นระยะการรับส่งข้อมูล บางที่อาจขึ้นอยู่กับมุมของการรับส่งระหว่างแท็กและตัวอ่านข้อมูลด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปร่างของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสำคัญ

ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทั่วไปจะลดลงตามระยะทางโดยแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง แต่ในบางสภาพแวดล้อมซึ่งอาจมีการสะท้อนกลับของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสิ่งต่างๆ รอบตัว เช่น โลหะ ก็อาจทำให้ความเข้มของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็ว โดยอาจแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสี่ ปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า "Multi-path Attenuation" ซึ่งจะส่งผลให้ระยะการรับส่งข้อมูลสั้นลง หรือแม้กระทั่งความชื้นในอากาศก็อาจมีผลในกรณีที่ความถี่สูงๆ ดังนั้นการนำระบบ RFID ไปใช้งานก็ควรมีการคำนึงถึงสภาพแวดล้อม เพราะจะมีผลกระทบกับระยะการรับส่งข้อมูล และพยายามติดตั้งระบบให้ห่างไกลจากโลหะ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสะท้อนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้

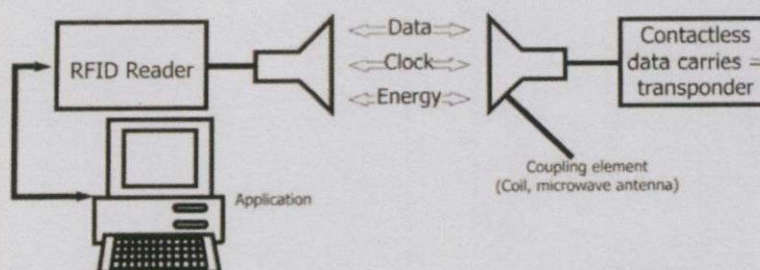
กำลังส่งของแท็กที่จะส่งกลับมายังตัวอ่านข้อมูลนั้น โดยทั่วไปจะมีกำลังที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับกำลังส่งของ ตัวอ่านข้อมูล ดังนั้นความไวในการตรวจจับสัญญาณของตัวอ่านข้อมูลก็เป็นอีกจุดหนึ่งที่ต้องพิจารณา

ตารางที่ 3.1 ความถี่ของคลื่นพาหะในย่านความถี่ต่างๆ ของระบบ RFID และการใช้งาน

ย่านความถี่	คุณลักษณะ	การใช้งาน
ย่านความถี่ต่ำ 100-500 kHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งาน ทั่วไปคือ 125 kHz	<ul style="list-style-type: none"> • ระยะการรับส่งข้อมูลใกล้ • ต้นทุนไม่สูง • ความเร็วในการอ่านข้อมูลต่ำ • ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก 	<ul style="list-style-type: none"> • Access Control • งานทางด้านปศุสัตว์ • ระบบคลังสินค้า • รถยนต์
ย่านความถี่กลาง 10-15 MHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งาน ทั่วไปคือ 13.56 MHz	<ul style="list-style-type: none"> • ระยะการสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับบัตรอยู่ในช่วงประมาณ 5 – 15 เซนติเมตร • ความเร็วในการอ่านข้อมูลปานกลาง • ความถี่ในย่านนี้เป็นที่แพร่หลายทั่วโลก 	<ul style="list-style-type: none"> • Access Control • สมาร์ทการ์ด • บัตรรถโดยสาร
ย่านความถี่สูง 850-950 MHz 2.4-5.8 GHz ความถี่มาตรฐานที่ใช้งาน ทั่วไปคือ 2.45 GHz	<ul style="list-style-type: none"> • ระยะการรับส่งข้อมูลไกล (ระยะทางมากกว่า 2 เมตร) • ความเร็วในการอ่านข้อมูลสูง • ราคาแพง 	<ul style="list-style-type: none"> • งานทางด้านโลจิสติกส์ • ระบบเก็บค่าผ่านทาง • ระบบคลังสินค้า

2.3.3 หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบ RFID

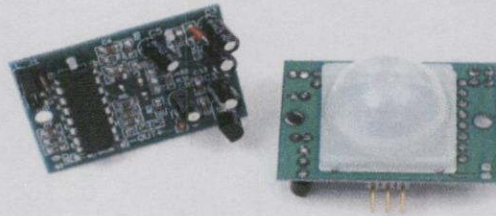
1. ตัวอ่านข้อมูลจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาตลอดเวลา และคอยตรวจจับว่ามีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือการคอยตรวจจับว่ามีการมอดูเลตสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่
2. เมื่อมีแท็กเข้ามาอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า แท็กจะได้รับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อให้แท็กเริ่มทำงาน และจะส่งข้อมูลในหน่วยความจำที่ผ่านการมอดูเลตกับคลื่นพาหะแล้วออกมาทางสายอากาศที่อยู่ภายในแท็ก
3. คลื่นพาหะที่ถูกส่งออกมาจากแท็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูด, ความถี่ หรือเฟสขึ้นอยู่กับวิธีการมอดูเลต (การผสมสัญญาณ)
4. ตัวอ่านข้อมูลจะตรวจจับความเปลี่ยนแปลงของคลื่นพาหะแปลงออกมาเป็นข้อมูล แล้วทำการถอดรหัสเพื่อนำข้อมูลไปใช้งานต่อไป



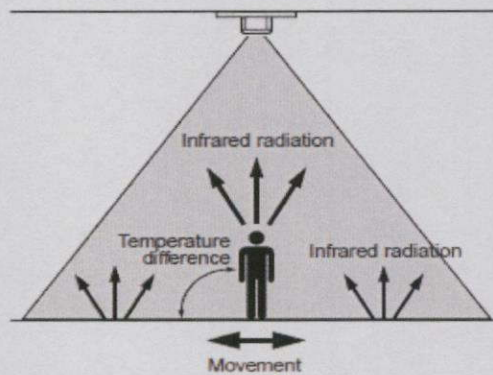
รูปที่ 2.13 การสื่อสารระหว่างเครื่องอ่านกับ Tags

2.4 เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

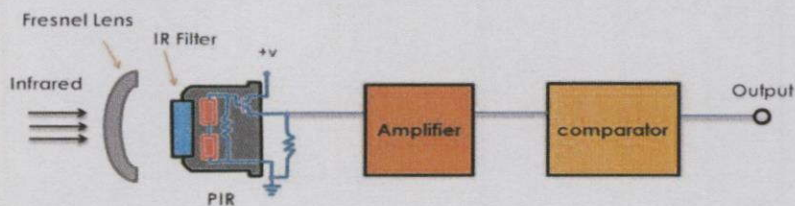
พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์ PIR (Passive Infrared Receiver) คือ อุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับคลื่นรังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อนที่แผ่ออกจากสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นคนหรือสัตว์ที่มีการเคลื่อนไหวผ่านอุปกรณ์รวมแสง (เลนส์) มายังตัว Pyro Electric เปลี่ยนพลังความร้อนจากรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากร่างกายของมนุษย์ (หรือแหล่งความร้อนอื่นๆ) และเปรียบเทียบกับพื้นหลังให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แม้ปริมาณของรังสีอินฟราเรดเพียงเล็กน้อย แต่พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์ก็สามารถตรวจจับรังสีอินฟราเรดและอุณหภูมิได้



รูปที่ 2.14 พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์



รูปที่ 2.15 การทำงานของพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการทำงานของโครงสร้างภายในตัวพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์

2.4.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์

1. เลนส์ สำหรับใช้รวมแสงอินฟราเรด ควบคุมหรือโฟกัสพื้นที่อยู่ในบริเวณเป้าหมาย (Detection Zone) ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว
2. เซนเซอร์เป็นตัวแปลงพลังงานความร้อนจากรังสีอินฟราเรด มาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

2.4.2 จุดเชื่อมต่อสำหรับการใช้งานของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์

- ขาไฟเลี้ยง (+) สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +3.3 ถึง +5 โวลต์
- ขาเอาต์พุต (OUT) สำหรับต่อเข้ากับขาอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์
- ขากราวด์ (-) สำหรับต่อกราวด์ 0 โวลต์

2.4.3 คุณสมบัติสำหรับการใช้งานของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์

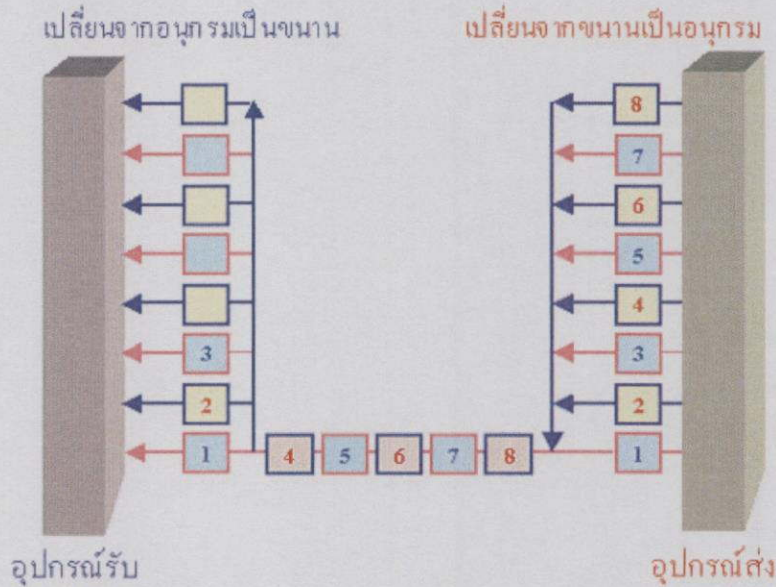
- ใช้ไฟเลี้ยง +3 ถึง +5 โวลต์ ต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่า 3 มิลลิแอมป์
- สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ในระยะไม่เกิน 10 เมตร
- รัศมีในการตรวจจับความเคลื่อนไหว 55 องศาจากแนวระนาบ ในด้านบน/ล่าง และ ซ้าย/ขวา
 - สัญญาณเอาต์พุต 1 บิต
 - อุณหภูมิในการทำงานอยู่ในช่วง 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส (ใช้ในพื้นที่ร่ม)
 - ใช้เวลาในการเรียนรู้สภาพแวดล้อม 10 ถึง 60 วินาที ในช่วงเวลานี้ควรจะมีตามการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดในพื้นที่ที่มีการตรวจจับ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง
 - เมื่อมีความเคลื่อนไหวในระยะของโมชั่นเซนเซอร์จะทำให้ค่าเซนเซอร์เปลี่ยนไป เช่น เมื่อมีคนเดินผ่านหน้าโมชั่นเซนเซอร์ ค่าเซ็นเซอร์จะเปลี่ยนไป และเมื่อคนหยุดด้านหน้าโมชั่นเซนเซอร์ ค่าเซนเซอร์จะไม่มี การเปลี่ยนแปลงเพราะไม่มีการเคลื่อนไหว ฉะนั้นจึงไม่เกี่ยวกับว่ามีอะไรบังอยู่ ข้างหน้าโมชั่นเซนเซอร์หรือไม่
 - ขนาด 32.2 มิลลิเมตร × 24.3 มิลลิเมตร × 25.4 มิลลิเมตร (กว้าง × ยาว × สูง)

2.5 การส่งสัญญาณข้อมูล

ในการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission) ข้อมูลถูกส่งออกมาทีละบิต ระหว่างจุดส่งและจุดรับ จะเห็นว่าการส่งข้อมูลแบบนี้ช้ากว่าแบบขนาน ตัวกลางการสื่อสาร แบบอนุกรมต้องการเพียงช่องเดียวหรือสายเพียงคู่เดียว ความเร็วในการส่งข้อมูลประมาณ 300-1,200 บิตต่อวินาที ค่าใช้จ่ายในสื่อกลางถูกกว่าแบบขนานสำหรับการส่งระยะทางไกลๆ โดยเฉพาะเมื่อมีระบบการสื่อสาร ทางโทรศัพท์ที่ไว้ใช้งานอยู่แล้วย่อมจะเป็นการประหยัดกว่าที่จะทำการติดต่อสื่อสารทีละ 8 ช่องเพื่อการถ่ายโอนข้อมูลแบบขนานอย่างแน่นอน

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลจากจุดส่งจะถูกเปลี่ยนให้เป็นอนุกรมเสียก่อนแล้วค่อยทยอยส่งออกทีละบิตไปยังจุดรับ ณ ที่จุดรับจะต้องมีกลไกในการเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งมาทีละบิต ให้เป็น

สัญญาณแบบขนานที่ลงตัวพอดิ นั้นคือ บิต 1 ลงที่บัสข้อมูลเส้นที่ 1 พอดิ การที่จะทำให้การแปลงสัญญาณจากอนุกรม ทีละบิตให้ลงตัวพอดิ นั้นจำเป็นจะต้องมีกลไกที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการรับ จึงเกิดกลไกวิธีสื่อสารข้อมูลแบ่งออกเป็นอีก 2 แบบคือ แบบซิงโครนัส (Synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous)

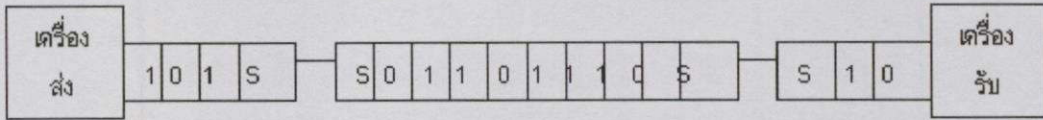


รูปที่ 2.17 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

2.5.1 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission)

การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เป็นการส่งข้อมูลให้ผู้รับและผู้ส่งไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกัน แต่ข้อมูลที่รับต้องถูกแปลตามรูปแบบที่ได้ตกลงกันไว้ก่อน เนื่องจากไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาเดียวกันทำให้ผู้รับไม่สามารถคาดการณ์ได้ว่าเมื่อใดจะมีข้อมูลส่งมาให้ ดังนั้นผู้ส่งจึงจำเป็นต้องแจ้งผู้รับให้ทราบว่าจะมีการส่งข้อมูลมาให้โดยการเพิ่มบิตพิเศษเข้ามาอีกหนึ่งบิต เอาไว้ก่อนหน้าบิตข้อมูล เรียกว่า บิตเริ่ม (Start Bit) โดยทั่วไปมักใช้บิต 0 และเพื่อให้ผู้รับทราบจุดสิ้นสุดของข้อมูล จึงต้องมีการเพิ่มบิตพิเศษอีกหนึ่งบิต เรียกว่า บิตจบ (Stop Bit) มักใช้บิต 1 นอกจากนี้แล้วการส่งข้อมูลแต่ละกลุ่มต้องมีช่องว่างระหว่างกลุ่ม โดยช่องว่างระหว่างไบต์อาจใช้วิธีปล่อยให้ช่องสัญญาณว่าง หรืออาจใช้กลุ่มของบิตพิเศษที่มีบิตจบก็ได้ รูปต่อไปนี้แสดงการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ให้บิตเริ่มเป็นบิต 0 บิตจบเป็นบิต 1 และให้ช่องว่างแทนไม่มีการส่งข้อมูล (สายว่าง)

ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส มี 2 ประการคือ ค่าใช้จ่ายถูกและมีประสิทธิภาพ การส่งข้อมูลแบบนี้จะนำไปใช้ในการสื่อสารที่ต้องการใช้ความเร็วไม่สูงนัก ตัวอย่างเช่น การติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องปลายทาง (Terminal) ที่โดยธรรมชาติแล้วเป็นการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส เพราะผู้ใช้จะพิมพ์ทีละ 1 ตัวอักษรจากเครื่องปลายทางไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความเร็วสูงในการติดต่อสื่อสาร



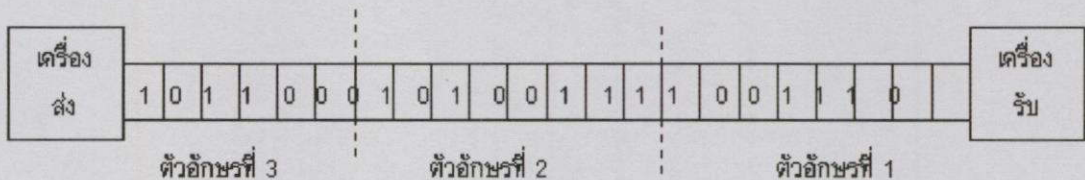
รูปที่ 2.18 การส่งผ่านข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

2.5.2 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous Transmission)

การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส เป็นการส่งบิต 0 และ 1 ที่ต่อเนื่องกันไปโดยไม่มีการแบ่งแยก ผู้รับต้องแยกบิตเหล่านี้ออกมาเป็นไบต์ หรือเป็นตัวอักษรเอง

การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส ผู้ส่งทำการส่งบิตติดต่อกันยาวๆ ถ้าผู้ส่งต้องการแบ่งช่วงกลุ่มข้อมูลก็ส่งกลุ่มบิต 0 หรือ 1 เพื่อแสดงสถานะว่าง แต่เมื่อบิตมาถึงผู้รับ ผู้รับจะนับจำนวนบิตแล้วจับกลุ่มของบิตให้เป็นไบต์ที่มี 8 บิต

การส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอะซิงโครนัสมาก และทำให้มีการใช้ความสามารถของสายสื่อสารได้เกือบทั้งหมด ข้อดีของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสคือ ความเร็วในการส่งข้อมูล ทั้งนี้เพราะไม่มีบิตพิเศษหรือช่องว่างที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้เมื่อถึงผู้รับ จึงทำให้ความเร็วของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสเร็วกว่าแบบอะซิงโครนัส ด้วยเหตุนี้จึงมีการนำไปใช้งานที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.19 การส่งผ่านข้อมูลแบบซิงโครนัส

ทิศทางการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบ่งตามรูปแบบการรับ-ส่ง ได้ 3 แบบคือ

1. สื่อสารทางเดียว (Simplex) ข้อมูลส่งได้ทางเดียวเท่านั้น บางครั้งก็เรียกว่า การส่งทิศทางเดียว (Unidirectional Data Bus) เช่น การส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์ การกระจายเสียงของสถานีวิทยุ เป็นต้น

2. สื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (Half Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งกลับกันได้ 2 ทิศทาง แต่จะไม่สามารถส่งพร้อมกันได้ โดยต้องผลัดกันส่งครั้งละทิศทางเท่านั้น เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจ เป็นต้น

3. สื่อสารสองทางเต็มอัตรา (Full Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งพร้อมๆ กันได้ทั้ง 2 ทิศทาง ในเวลาเดียวกัน เช่น ระบบโทรศัพท์

บทที่ 3

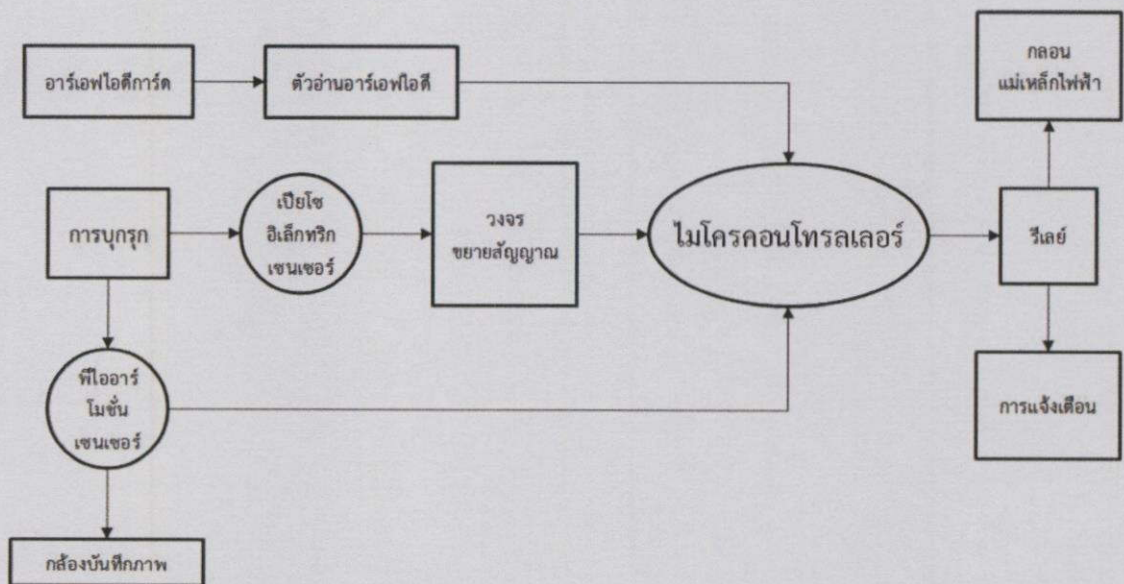
การออกแบบ

3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

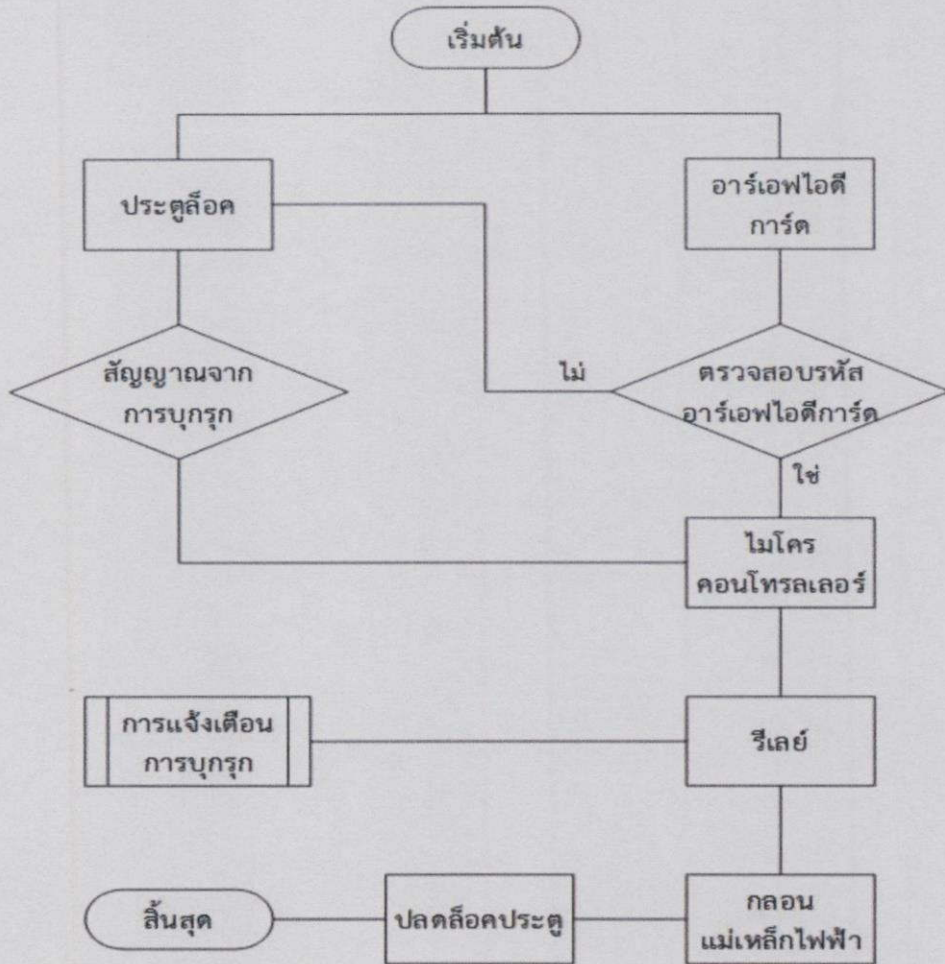
ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกประตูโดยใช้เซนเซอร์เปียโซอิเล็กทริก สามารถแบ่งส่วนประกอบของการทำงานหลักออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

- ส่วนการตรวจจับการบุกรุก
- ส่วนการยืนยันตัวบุคคลในการเปิดประตู
- ส่วนการขยายสัญญาณทางไฟฟ้า
- ส่วนการประมวลผลและควบคุม
- ส่วนการแจ้งเตือน

โดยในแต่ละส่วนของการทำงานจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบแจ้งเตือนการบุกรุก ซึ่งรายละเอียดของอุปกรณ์ทั้งหมดได้กล่าวไปแล้วในบทที่ผ่านมา ส่วนในบทนี้จะแสดงถึงการทำงานและความสอดคล้องของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งสามารถแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ



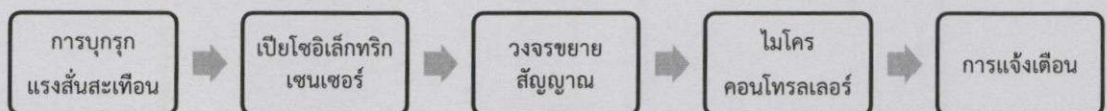
รูปที่ 3.2 โฟร์ชาตการทำงานโดยรวมของระบบ

3.2 ส่วนการตรวจจับการบุกรุก

ในส่วนการตรวจจับการบุกรุกจะมีอุปกรณ์ 2 ชนิดด้วยกัน ได้แก่

3.2.1 เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์

ทำหน้าที่ตรวจจับแรงสั่นสะเทือนอันเกิดจากการบุกรุกที่มากระทำกับประตู พร้อมทั้งส่งแรงดันทางไฟฟ้าเพื่อไปสั่งงานการแจ้งเตือน โดยแสดงการทำงานตามรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ผังการทำงานเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์

3.2.2 พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์

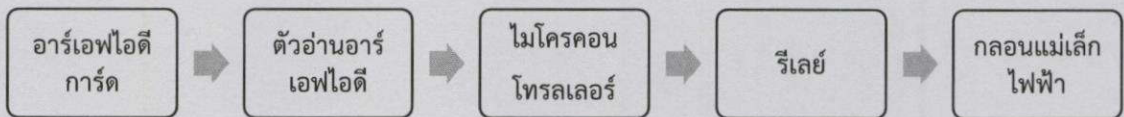
ทำหน้าที่ตรวจจับสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ผ่านหน้าประตู และทำหน้าที่เป็นสวิตช์ควบคุมการจ่ายไฟให้กล้องเพื่อทำการบันทึกภาพ โดยแสดงการทำงานตามรูปที่ 3.4



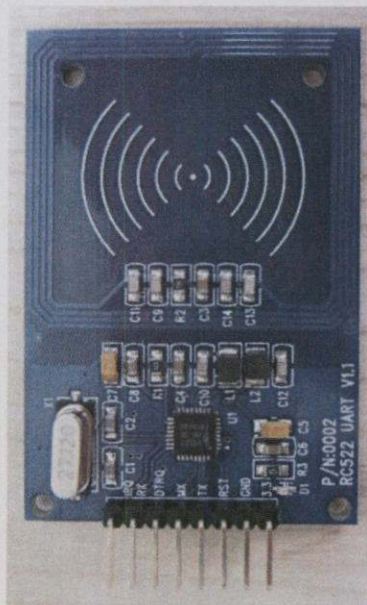
รูปที่ 3.4 ผังการทำงานพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์

3.3 ส่วนการยืนยันตัวบุคคลในการเปิดประตู

ชุดอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี เป็นชุดที่ใช้ในการอ่านรหัสประจำตัวบัตร แล้วส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการตรวจสอบรหัสประจำตัวบัตรว่ารหัสตรงกับที่ตั้งค่าไว้หรือไม่ ถ้ารหัสบัตรตรงกับที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการประมวลผล และสั่งงานไปยังชุดรีเลย์เพื่อยกเลิกการจ่ายไฟให้กับกลอนแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นการปลดล็อคประตู โดยแสดงการทำงานตามรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ผังการทำงานชุดอาร์เอฟไอดี



รูปที่ 3.6 ชุดอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี ความถี่ 13.56MHz

3.4 ส่วนการขยายสัญญาณทางไฟฟ้า

เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์มีแรงดันทางไฟฟ้าสูงเกินกว่าที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะสามารถรับได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรมาปรับลดแรงดันให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 5 V ก่อนที่สัญญาณจะผ่านเข้าไปสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเลือกใช้วงจรขยายสัญญาณผลต่างแบบอินสทรูเมนต์พร้อมทั้งต่อเอาต์พุตเข้ากับวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ โดยค่าความต้านทานในวงจรเป็นดังนี้ $R_1 = 3.61 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ สำหรับ R_1 ใช้เป็นตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ขนาด $5 \text{ k}\Omega$

3.4.1 อัตราขยายของวงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์

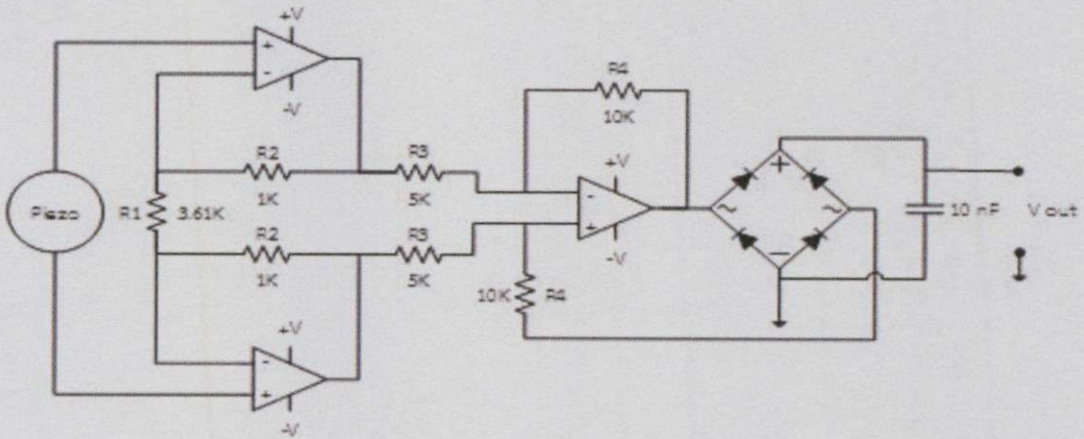
จากการทดสอบสัญญาณที่ผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้วพบว่า แรงดันไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 2.5 V และต้องการแรงดันเอาต์พุตมีค่า 0 ถึง 5 V (V_{RMS})

จาก $V_{\text{RMS}} = 0.707 V_{\text{MAX}}$ ดังนั้นที่ $V_{\text{RMS}} = 5 \text{ V}$ จะได้ $V_{\text{MAX}} = 7.07 \text{ V}$ บวกกับแรงดันที่ตกคร่อมไดโอดประมาณ 0.7 V จะได้ $V_{\text{MAX}} = 7.77 \text{ V}$ และสามารถคำนวณอัตราขยายของวงจรได้ดังสมการต่อไปนี้

$$A_v = \left(1 + \frac{2 \times R_2}{R_1}\right) \left(\frac{R_4}{R_3}\right) \quad (3.1)$$

$$A_v = \left(1 + \frac{2 \times 1\text{k}}{3.61\text{k}}\right) \left(\frac{10\text{k}}{5\text{k}}\right) = 3.108$$

ดังนั้นอัตราขยายของวงจรขยายสัญญาณอินสทรูเมนต์มีค่าเท่ากับ 3.108 เท่า



รูปที่ 3.7 วงจรขยายสัญญาณผลต่างแบบอินสทรูเมนต์

3.5 ส่วนการประมวลผลและควบคุม

ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ชนิด ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และสวิตช์ตัด-ต่อวงจร

3.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

การทำงานของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega) จะรับสัญญาณที่ได้จากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ จากนั้นจะทำการประมวลผลความแรงของสัญญาณที่ตั้งค่าไว้ พร้อมทั้งส่งการต่อไปที่รีเลย์ เพื่อเปิดการแจ้งเตือนตามที่ติดตั้งเอาไว้ นอกจากนี้ยังรับค่าที่อ่านได้จาก อาร์เอฟไอดีการ์ดและเปรียบเทียบกับค่ารหัสที่ตั้งไว้ว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าตรงตามรหัสที่ตั้งไว้ก็จะส่งการไปที่รีเลย์ให้ทำการตัดกระแสไฟของกลอนแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อเป็นการเปิดประตู

โดยทั่วไปจะแบ่งส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์ออกเป็น 5 ส่วนหลักๆ ดังนี้

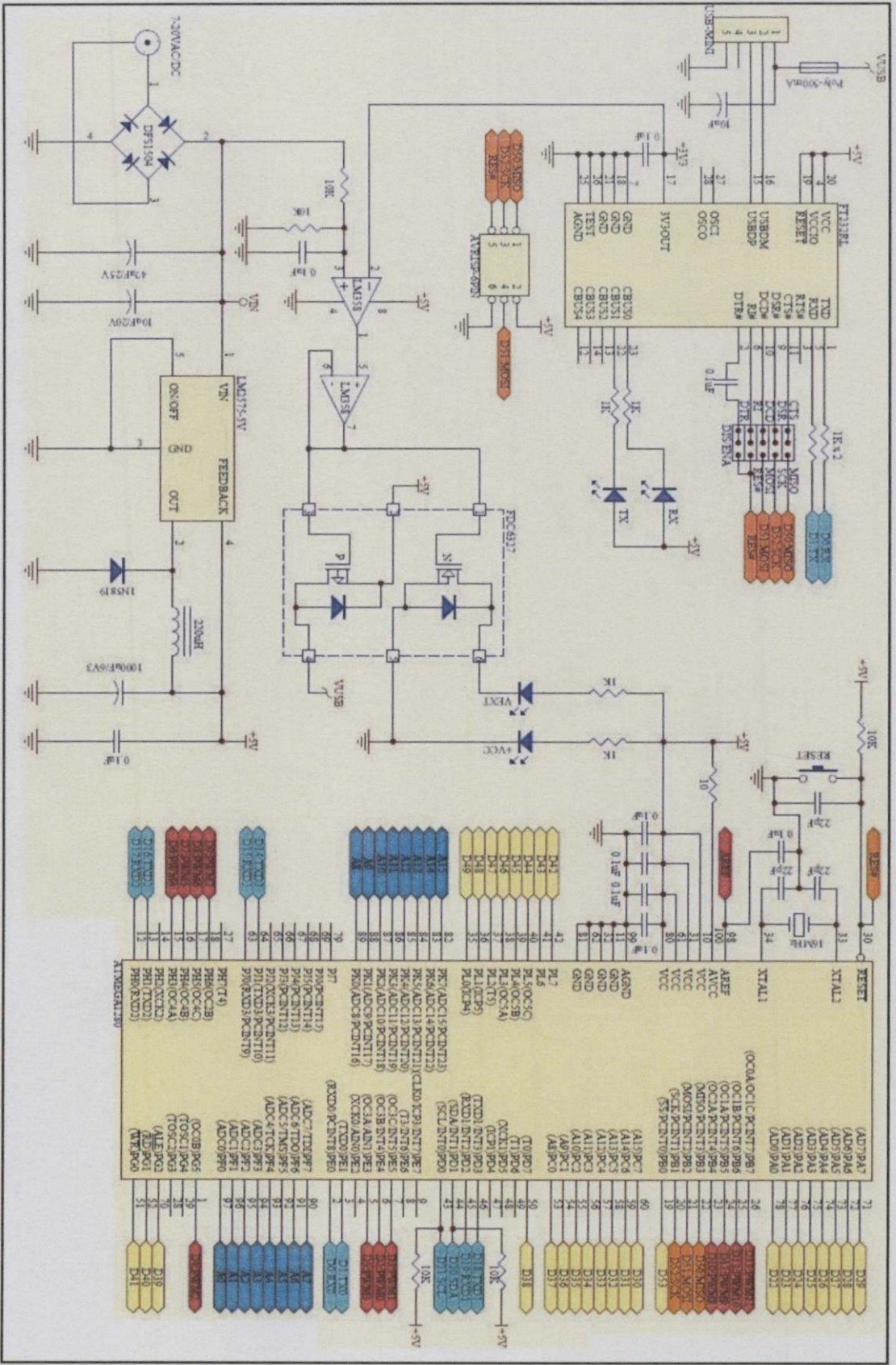
1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือ ข้อมูลใดๆที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Mempry) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะใช้การกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผล และส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือ เส้นทางที่แลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จ็วขึ้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



รูปที่ 3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

3.5.2 สวิตช์ตัด-ต่อวงจร

สวิตช์ตัดต่อวงจรหรือรีเลย์คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรคล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการของหน้าสัมผัส และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้ตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด กระแสไฟสามารถไหลผ่านได้ และในกรณีตรงกันข้ามถ้าไม่ได้จ่ายไฟให้กับรีเลย์ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด

รีเลย์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนียวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนียวนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน

2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการนั่นเอง

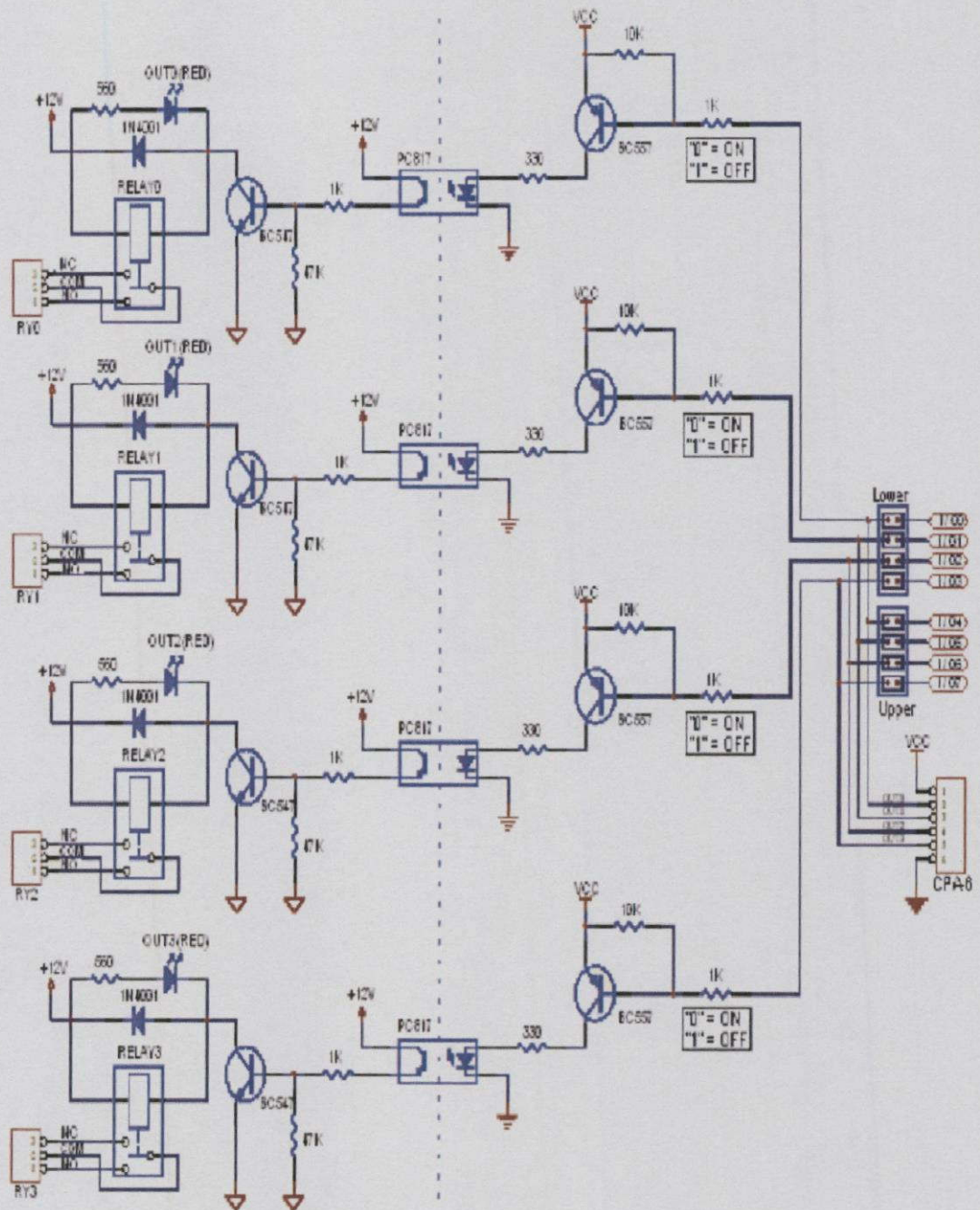
จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normal Close หมายความว่าปกติปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อ NO ย่อมาจาก Normal Open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนียวหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปมักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่น โคมไฟสนามหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมาจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

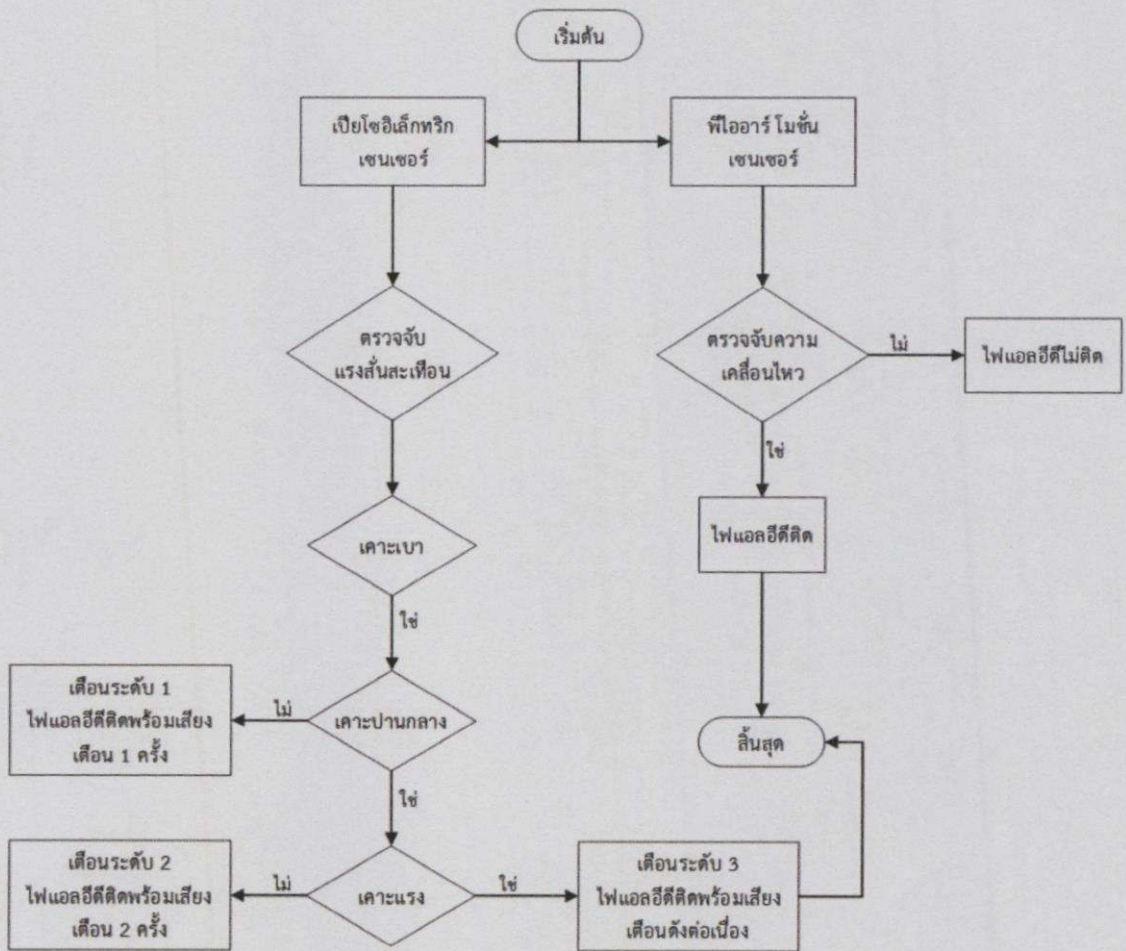
ในโครงการงานชิ้นนี้เลือกใช้รีเลย์ขนาด 12 V จำนวน 4 ช่อง เพื่อให้เพียงพอและมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละตัว โดยสัญญาณที่ใช้ควบคุมการทำงานของรีเลย์ได้มาจากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์ และอาร์เอฟไอดี ซึ่งสัญญาณทั้งหมดได้ผ่านการประมวลผลโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว และรีเลย์จะควบคุมการทำงานของอุปกรณ์แจ้งเตือน กลอนแม่เหล็กไฟฟ้า และกล้องบันทึกภาพเป็นลำดับต่อไป



รูปที่ 3.9 วงจรสวิตช์ตัด-ต่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

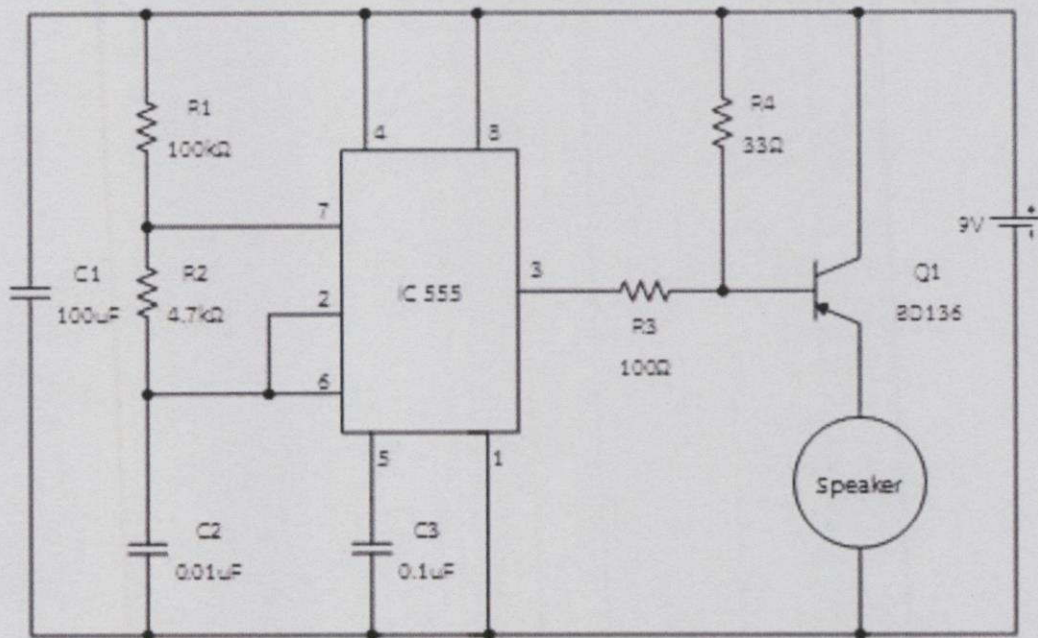
3.6 ส่วนการแจ้งเตือน

ขั้นตอนสุดท้ายของระบบคือ การแจ้งเตือน ในการแจ้งเตือนหลักจะมาจากสัญญาณที่ได้จากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ และพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์ตามลำดับ โดยที่สัญญาณเตือนการบุกรุกจะมีทั้งเสียงจากลำโพงและแสงไฟจากหลอดแอลอีดี ความแรงของการแจ้งเตือนขึ้นกับความแรงของการเคาะประตู นอกจากนี้ยังมีแอลอีดีแสดงสถานะของพีไออาร์-โมชั่นเซนเซอร์เมื่อตรวจจับสิ่งมีชีวิตที่ผ่านเข้ามาในระยะตรวจจับ ซึ่งมีโฟรชาร์ตแสดงการทำงานดังรูปที่ 3.10



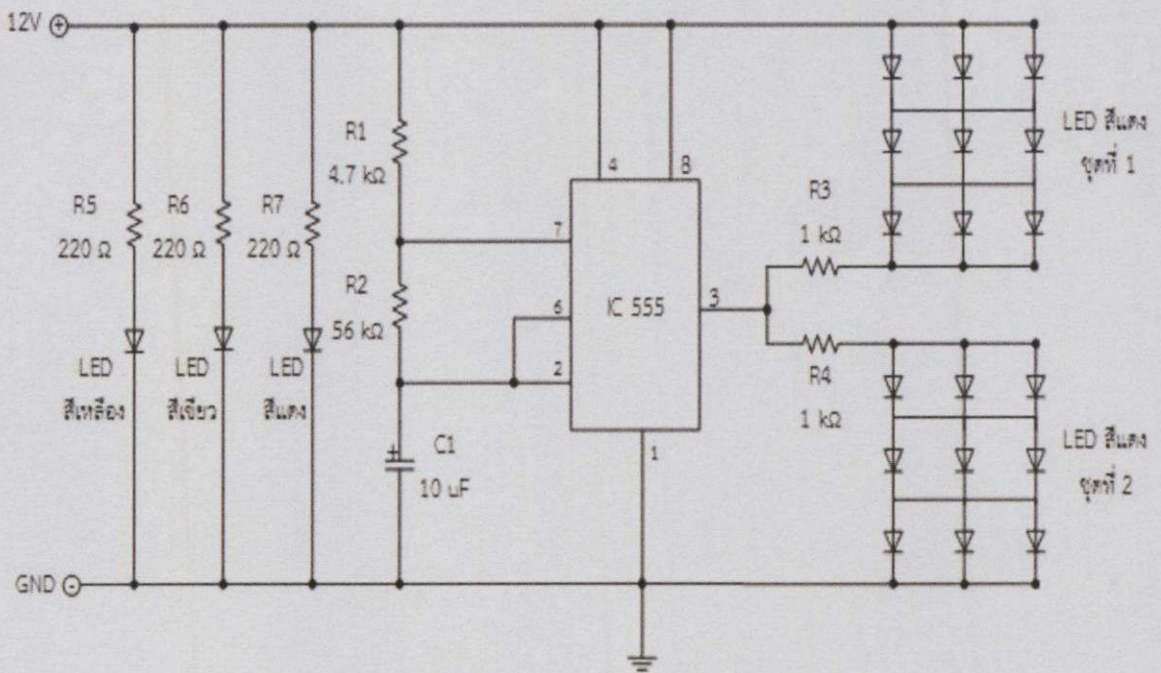
รูปที่ 3.10 โฟรชาร์ตการแจ้งเตือน

3.6.1 การแจ้ตเอนดว้เส้ยง



รูปที่ 3.11 วงจรเส้ยงเต้อน

3.6.2 การแจ้ตเอนดว้ไฟแอลอีดี



รูปที่ 3.12 วงจรไฟเต้อน

3.7 แบบจำลองประตู

การทำแบบจำลองประตูในครั้งนี้ อาศัยการจำลองขนาดมาจากขนาดมาตรฐานของประตูที่ใช้ อยู่ทั่วไป ซึ่งมีขนาดความสูง 2 เมตร กว้าง 1 เมตร และหนา 0.038 เมตร แต่ในการทำแบบจำลองใช้ แผ่นไม้ขนาดความสูง 0.5 เมตร กว้าง 0.25 เมตร และหนา 0.038 เมตร จากขนาดของประตูที่ใช้งาน ทั่วไปและแบบจำลองประตู ทำให้ได้อัตราส่วนตามสมการดังนี้

อัตราส่วนความสูง

$$\text{ประตูทั่วไป} : \text{แบบจำลองประตู} = \frac{2 \text{ m}}{0.5 \text{ m}} = 1 : 4$$

อัตราส่วนความกว้าง

$$\text{ประตูทั่วไป} : \text{แบบจำลองประตู} = \frac{1 \text{ m}}{0.25 \text{ m}} = 1 : 4$$

อัตราส่วนความหนา

$$\text{ประตูทั่วไป} : \text{แบบจำลองประตู} = \frac{0.038 \text{ m}}{0.038 \text{ m}} = 1 : 1$$

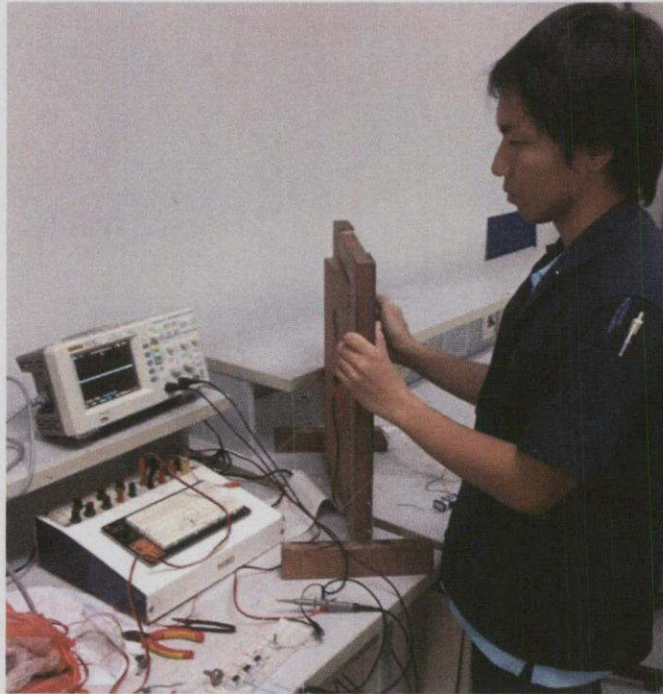


รูปที่ 3.13 แบบจำลองประตู

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 สัญญาณจากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์



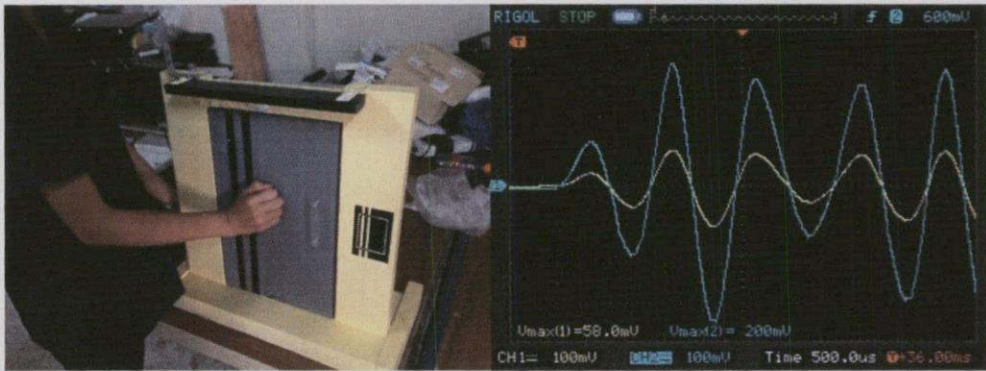
รูปที่ 4.1 การทดลองเคาะประตูดัวยแรง 3 ระดับเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า

ทำการทดลองโดยการเคาะแบบจำลองประตูดัวยแรง 3 ระดับ เพื่อให้ทราบถึงแรงดันไฟฟ้าที่เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ปล่อยออกมา หลังจากที่ผ่านวงจรขยายสัญญาณและวงจรเรียงกระแสแล้ว เพื่อนำแรงดันไฟฟ้าที่ได้ไปเป็นตัวกำหนดระดับของการแจ้งเตือนต่อไป จึงได้ทำการทดลองโดยการเคาะแบบจำลองประตูดัวยแรง 3 ระดับดังนี้

- ระดับเบา
- ระดับกลาง
- ระดับแรง (ทุบประตู)

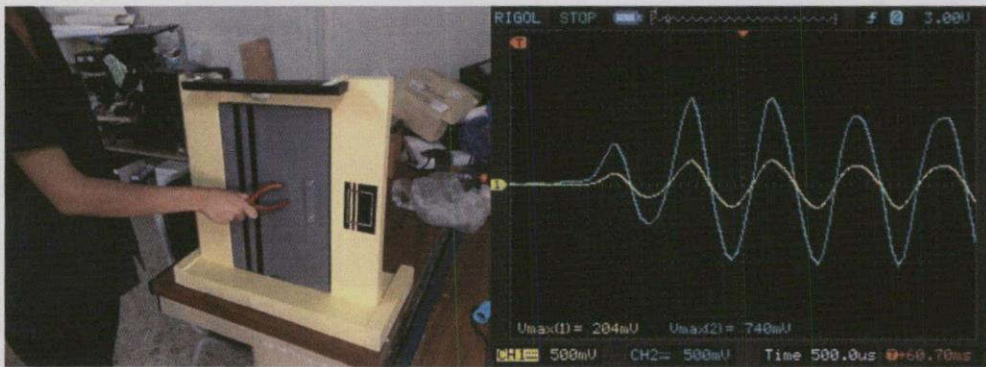
ซึ่งได้ผลการทดลองออกมาดังรูปที่ 4.2, รูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 ตามลำดับ

4.1.1 ระดับเบา



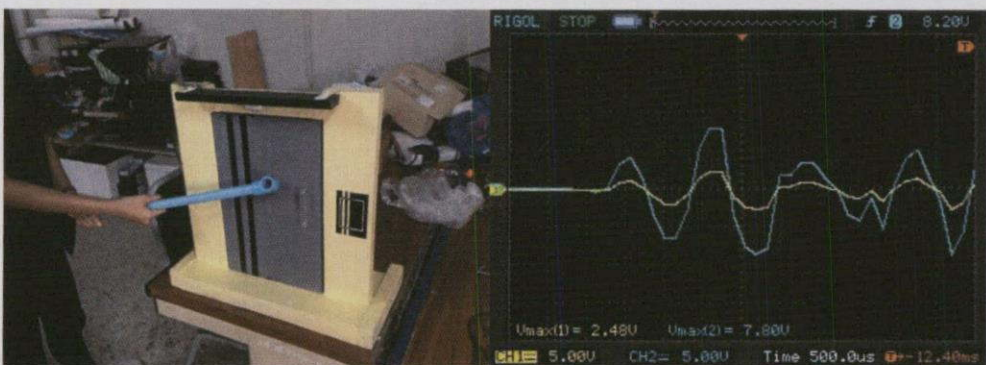
รูปที่ 4.2 การเคาะระดับเบาและสัญญาณที่ได้

4.1.2 ระดับกลาง



รูปที่ 4.3 การเคาะระดับกลางและสัญญาณที่ได้

4.1.3 ระดับแรง



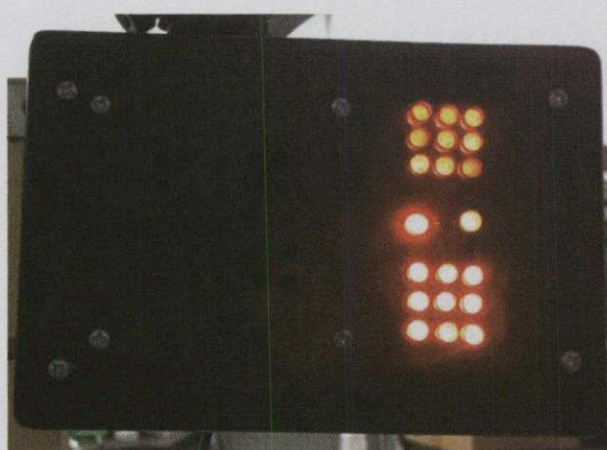
รูปที่ 4.4 การเคาะระดับแรงและสัญญาณที่ได้

ตารางที่ 4.1 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากการทดลอง

ระดับ \ ครั้งที่	1	2	3
เบา	58.2 mV	70.1 mV	90.2 mV
กลาง	178 mV	204 mV	210 mV
แรง	2.48 V	2.50 V	2.65 V

ทำการทดลองเคาะแบบประตุ เพื่อต้องการหาแรงดันไฟฟ้าที่เปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ปล่อยออกมาในระดับความแรงที่ต่างกัน 3 ระดับ จากนั้นจึงนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ไปเข้าบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อกำหนดเป็นเงื่อนไขในการสั่งการระบบแจ้งเตือน ในแต่ละระดับให้มีความสอดคล้องซึ่งกันและกันระหว่างความแรงในการเคาะประตุและการแจ้งเตือน

4.2 การแจ้งเตือน



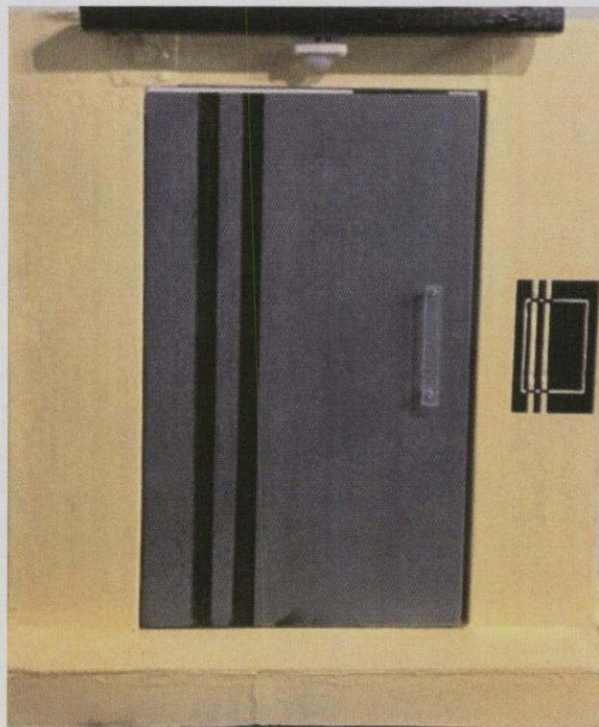
รูปที่ 4.5 กล่องรวมวงจรแจ้งเตือน

4.2.1 การเคาะหรือทุบประตู

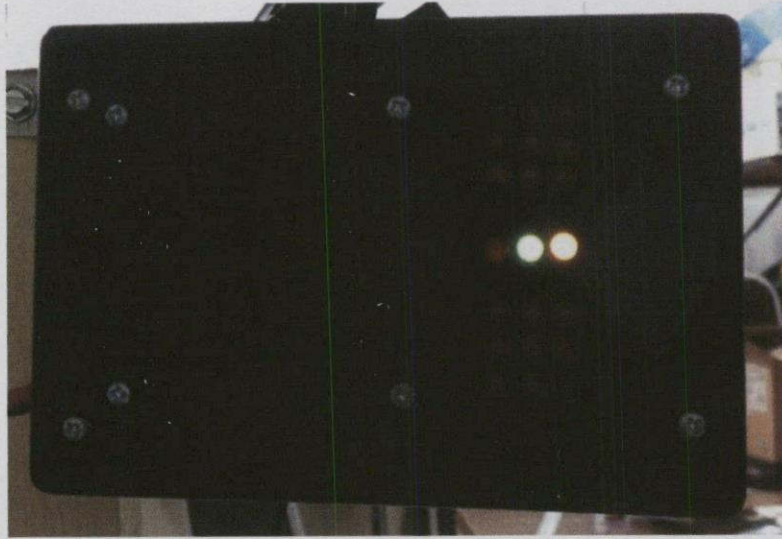
ตารางที่ 4.2 สัญญาณการแจ้งเตือน

ระดับ	ประเภท	เสียง	แอลอีดี
	เบา	ส่งเสียง 1 ครั้ง	ติด-ดับ สลับ 2 ครั้ง
	กลาง	ส่งเสียง 2 ครั้ง	ติด-ดับ สลับ 2 ครั้ง
	แรง	ส่งเสียงดังต่อเนื่อง	ติด-ดับ สลับอย่างต่อเนื่อง

4.2.2 การเคลื่อนไหว



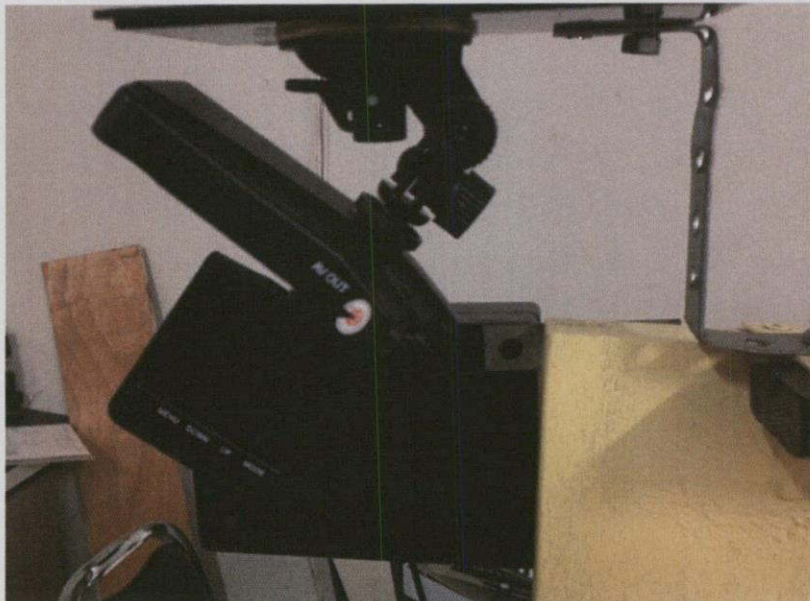
รูปที่ 4.6 พีไออาร์-โมชันเซนเซอร์



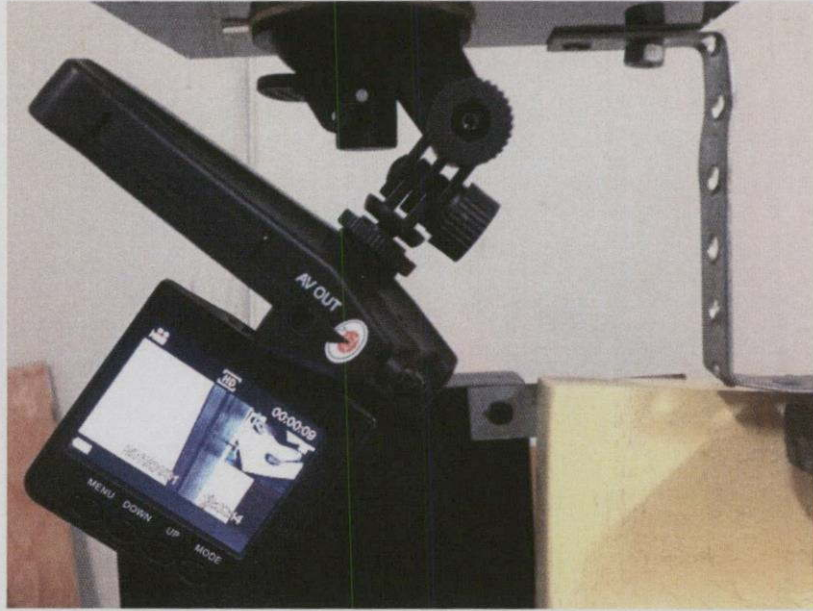
รูปที่ 4.7 ไฟแสดงการตรวจพบการเคลื่อนไหวของพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์

4.3 การบันทึกภาพ

เป็นขั้นตอนการทำงานที่ต่อเนื่องมาจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์ เมื่อตรวจพบการเคลื่อนไหวหน้าประตูแล้ว นอกจากการติดของแอลอีดีเพื่อให้คนที่อยู่ภายในบ้านทราบยังมีอีกหน้าที่คือ ควบคุมการเปิดกล้องบันทึกภาพแบบอัตโนมัติ โดยหน่วงเวลาบันทึกภาพเคลื่อนไหวเป็นเวลา 30 วินาที และดับลงเองอัตโนมัติ เป็นการประหยัดพลังงานไปในตัว



รูปที่ 4.8 กล้องบันทึกภาพไม่ทำงาน



รูปที่ 4.9 กล้องบันทึกภาพทำงาน

บทที่ 5

สรุป

5.1 สรุปผล

ระบบป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุก มีหลักการระบบโดยรวม เริ่มจากการตรวจสอบเงื่อนไขจากระบบเปิดประตู โดยใช้ชุดอาร์เอฟไอดี ประมวลผลการเปิดปิดด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อประตูเปิดตามเงื่อนไข ระบบจะทำการยกเลิกส่วนของการแจ้งเตือนการบุกรุก ในส่วนของการแจ้งเตือนการบุกรุกเมื่อประตูปิด ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับสัญญาณจากวงจรปรับแต่งสัญญาณของเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ ซึ่งเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ที่ติดอยู่กับประตูจะรับแรงสั่นสะเทือนเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ามาประมวลผล เมื่อมีการบุกรุกและเกิดแรงสั่นสะเทือนที่ประตู ระบบจะทำการแจ้งเตือน ระดับการแจ้งเตือนขึ้นอยู่กับขนาดของแรงสั่นสะเทือนที่วัดได้ และยังมีส่วนของพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์ โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวบริเวณด้านหน้าประตู ชุดพีไออาร์-โมชันเซนเซอร์จะส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งกล่องเพื่อบันทึกภาพ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. การทดลองเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ที่ใช้มีราคาสูง จึงส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการวัดที่แตกต่างกัน
2. วงจรปรับแต่งสัญญาณเกิดสัญญาณรบกวนทำให้เกิดการแจ้งเตือนผิดพลาด
3. การเชื่อมต่อสายระหว่างอุปกรณ์หลวมทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้
4. ความหนาและชนิดของประตูมีผลอย่างมากต่อการวัดค่าแรงสั่นสะเทือน
5. ระบบจะไม่สามารถแจ้งเตือนได้หากไม่เกิดแรงสั่นสะเทือนที่ประตู ดังนั้นหากผู้บุกรุกสามารถจับประตูได้โดยไม่เกิดแรง การแจ้งเตือนอาจไม่เป็นผล

5.3 แนวทางในการค้นคว้าพัฒนา

ระบบป้องกันและแจ้งเตือนการบุกรุกนี้ จะเห็นว่าการแจ้งเตือนแต่ละครั้งยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าที่ได้จากเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์และวงจรปรับแต่งสัญญาณ การปรับปรุงวงจรและการเลือกเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ที่มีคุณภาพ น่าจะส่งให้การแจ้งเตือนมีความผิดพลาดน้อยลง

ระบบนี้ใช้การจำลองขนาดของประตู ซึ่งแตกต่างกับขนาดของประตูจริงอยู่มาก การนำไปใช้กับประตูจริง จะต้องคำนึงถึงแรงที่ประตูสามารถส่งมายังเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์ได้ การเพิ่มขึ้นของจำนวนและประสิทธิภาพของเปียโซอิเล็กทริกเซนเซอร์จึงจำเป็น

ส่วนของการแจ้งเตือนสามารถนำไปพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าถึงตัวผู้อาศัยได้ดีขึ้น โดยอาจนำเทคโนโลยีไร้สายมาใช้ทั้งการแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายมือถือ อินเทอร์เน็ต และเทคโนโลยีอื่นๆ ที่สามารถส่งถึงตัวผู้อาศัยได้อย่างรวดเร็ว สามารถจัดการกับการบุกรุกที่อยู่อาศัยได้ทันที

เอกสารอ้างอิง

- [1] bannok banmuang. 2556. วงจรขยายผลต่าง. [Online].
Available : <http://bannok-elec.blogspot.com/2013/05/operational-amplifiersop-amp.html>
- [2] Basic Electronics Tutorials Site. 2555. Instrumentation Amplifier. [Online]
Available : http://www.electronics-tutorials.ws/opamp/opamp_5.html
- [3] Mr. James Hewes. 2554. วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge rectifier). [Online]
Available : <http://icelectronic.com/beginner/study/powersup.htm>
- [4] นวภัทรา และ ทวีพล. 2555. การวัดและเครื่องมือวัด ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร. ทรานสดิวเซอร์ความดันชนิดเพียโซอิเล็กทริก. [Online]
Available : <http://news.thomasnet.com/fullstory/Piezoelectric-Pressure-Sensors-provide-1-s-response-time-557435>

ภาคผนวก

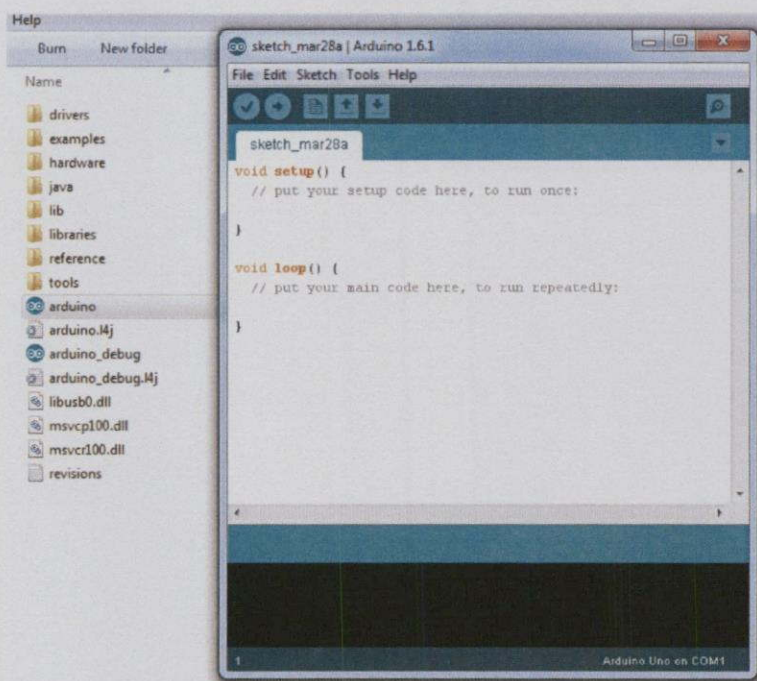
ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานระบบแจ้งเตือนการบุกรุก

1. ส่วนของโปรแกรม

ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกนี้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ Arduino รุ่น ET-EASY-MEGA1280 (Duino Mega) ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้คือ Arduino เวอร์ชัน 1.6.1 ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ ขั้นตอนการดาวน์โหลดและการตั้งค่าโปรแกรมจะกล่าวในบทถัดไป

1. เปิดหน้าต่างโปรแกรม Arduino ดังรูปที่ ก.1

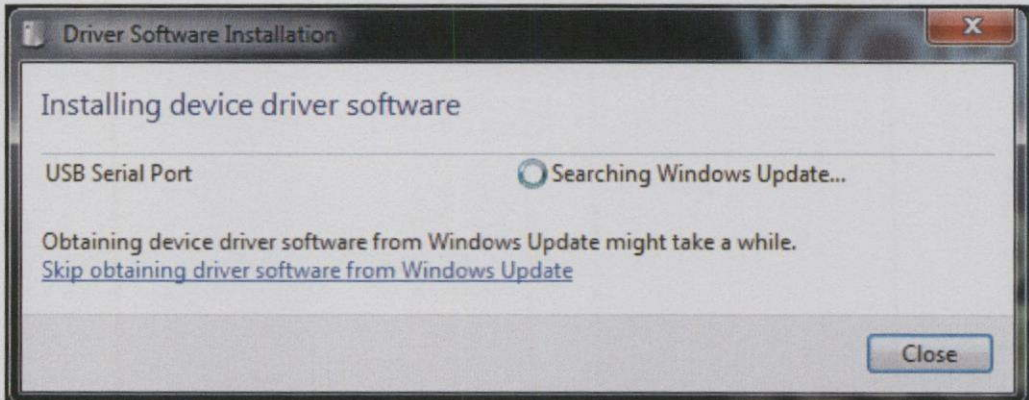


รูปที่ ก.1 โปรแกรม Arduino

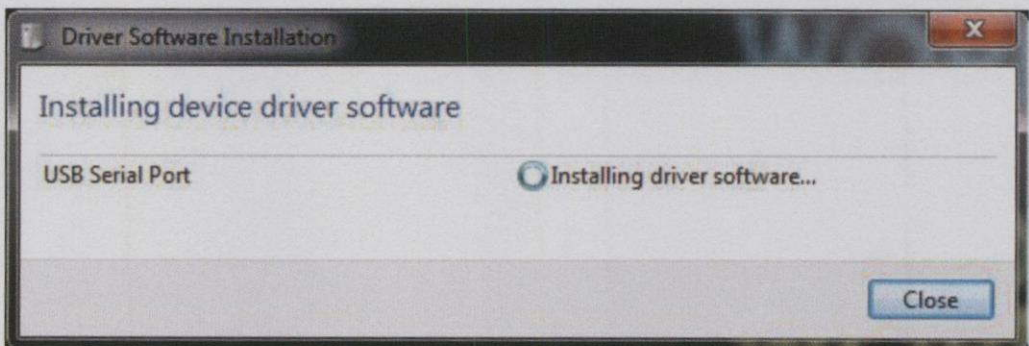
2. เชื่อมต่อบอร์ด Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์ เมื่อเชื่อมต่อบอร์ดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ครั้งแรก จะปรากฏหน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงการแจ้งเตือน ดังรูปที่ ก.2 เมื่อคลิกที่จากแจ้งเตือนดังกล่าว จะ ปรากฏหน้าต่างการติดตั้งไดรเวอร์อัตโนมัติดังรูปที่ ก.3 และรูปที่ ก.4 ตามลำดับ



รูปที่ ก.2 การแจ้งเตือนเมื่อเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับคอมพิวเตอร์ครั้งแรก

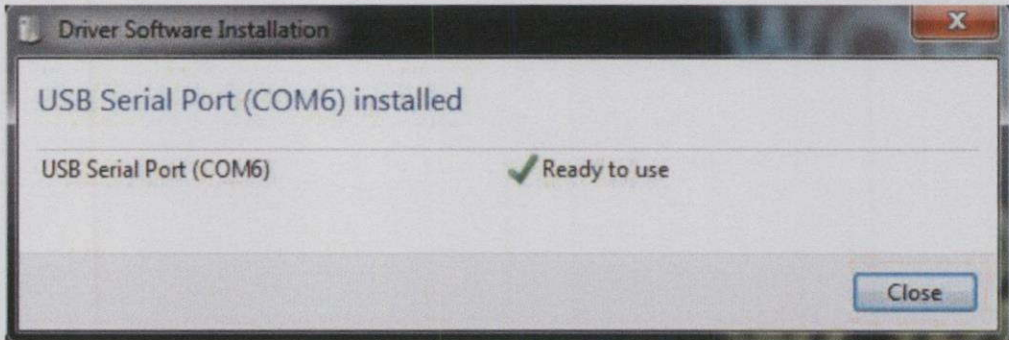


รูปที่ ก.3 หน้าต่างแสดงสถานะกำลังค้นหาไดรเวอร์

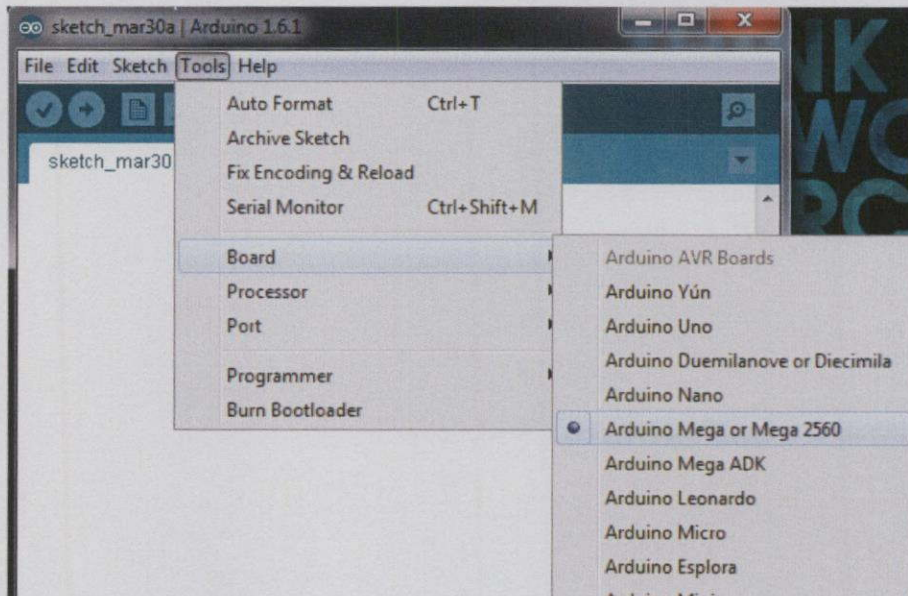


รูปที่ ก.4 หน้าต่างแสดงสถานะกำลังติดตั้งไดรเวอร์

3. เมื่อติดตั้งไดรเวอร์ของบอร์ดเสร็จสิ้น ดังรูปที่ ก.5 ให้กลับไปหน้าจอของโปรแกรม ทำการตั้งค่าโปรแกรมให้สอดคล้องกับบอร์ดที่ทำการเชื่อมต่อ เริ่มจากการเลือกรุ่นของบอร์ดที่จะทำการเขียนโปรแกรมโดยไปที่ Tool >> Board >> Arduino Mega or Mega 2560 ดังรูปที่ ก.6

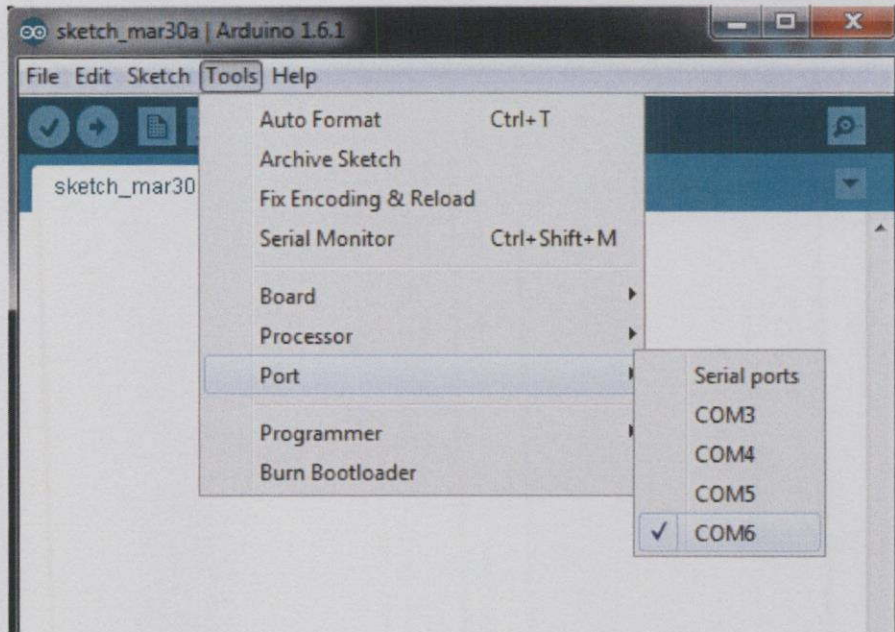


รูปที่ ก.5 หน้าต่างแสดงสถานะเสร็จสิ้นการติดตั้งไดรเวอร์



รูปที่ ก.6 การตั้งค่าโปรแกรมในส่วนของ Tool

4. เลือกพอร์ทที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ด Arduino โดยไปที่ Tool >> Port >> COM6 (Serial ports เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ด) ที่ตั้งรูปที่ ก.7 เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้ จะสามารถเขียนโปรแกรมและอัปโหลดลงบอร์ดได้



รูปที่ ก.7 การตั้งค่าโปรแกรมในส่วนของ Port

5. ขั้นตอนสุดท้ายคือการอัปโหลดซอสโค้ดของโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยทำการพิมพ์ซอสโค้ดลงบนหน้าต่างของโปรแกรม ตรวจสอบความถูกต้องและทำการอัปโหลดลงบอร์ด ดังรูปที่ ก.8

```

test03_23_1_58 | Arduino 1.6.1
File Edit Sketch Tools Help
Upload
test03_23_1_58
#include <SPI.h>
#include <RFID.h>

#define SS_PIN 53
#define RST_PIN 8

RFID rfid(SS_PIN, RST_PIN);

// Setup variables:
int serNum0;
int serNum1;
int serNum2;
int serNum3;
int serNum4;
int relayPin = 30;
int relayPin2 = 31;
int relayPin3 = 32;
int relayPin4 = 33;
int ledPin1 = 11;
int ledPin2 = 12;

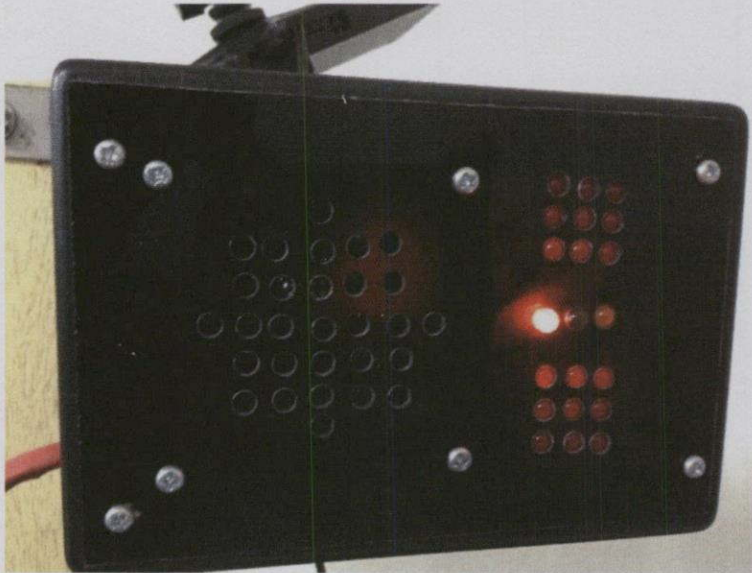
```

367 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM6

รูปที่ ก.8 การอัปโหลดซอฟต์แวร์โค้ดลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2. ส่วนของชิ้นงาน

1. ต่อสายอุปกรณ์ต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ในส่วนของประตูและการแจ้งเตือนเข้ากับกล่องรวมวงจรควบคุมการทำงาน
2. เปิดสวิตช์กล่องรวมวงจรควบคุมการทำงาน จะสังเกตเห็นว่าส่วนของการแจ้งเตือนจะมีไฟสีแดงติดขึ้นมาดังรูปที่ ก.9 ในส่วนของประตู กลอนแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำงานทำให้ประตูไม่สามารถเปิดออกได้และมีไฟสีแดงในส่วนของตัวรับแท็กอาร์เอฟไอดีที่ด้านหลังประตู



รูปที่ ก.9 สถานะการทำงานของกลอนแม่เหล็กไฟฟ้า

3. ตรวจสอบการทำงานในส่วนของการปลดล็อคประตู โดยนำอาร์เอฟไอดีแท็กที่สามารถใช้ผ่านปลดล็อคประตูได้ ทาบที่ส่วนของแท็กอาร์เอฟไอดีดังรูปที่ ก.10



รูปที่ ก.10 ทดสอบปลดล็อคประตูด้วยอาร์เอฟไอดีแท็ก

4. ตรวจสอบการทำงานในส่วนของการแจ้งเตือน ทำการเคาะประตู โดยเคาะด้วยแรงต่างกัน ในลักษณะเบา กลาง และแรง ดังรูปที่ ก.11 การแจ้งเตือนแบ่งเป็น 3 ระดับ คือการแจ้งเตือนระดับเบา การแจ้งเตือนระดับกลาง และการแจ้งเตือนระดับแรง ซึ่งจะแจ้งเตือนจะเตือนด้วยเสียงและไฟกระพริบดังรูป ก.12



(ก)



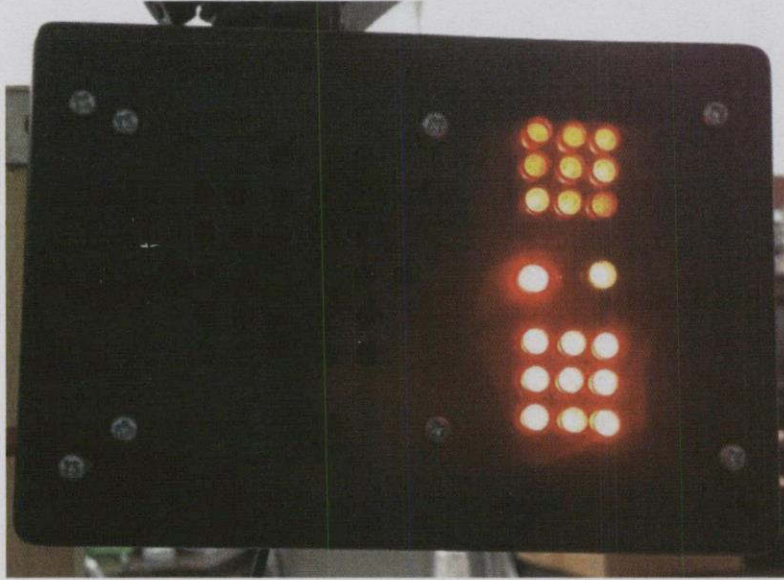
(ข)



(ค)

รูปที่ ก.11 การทดสอบการเคาะประตูด้วยแรงต่างกัน

(ก) ใช้แรงเคาะเบา (ข) ใช้แรงเคาะปานกลาง (ค) ใช้แรงเคาะแรง

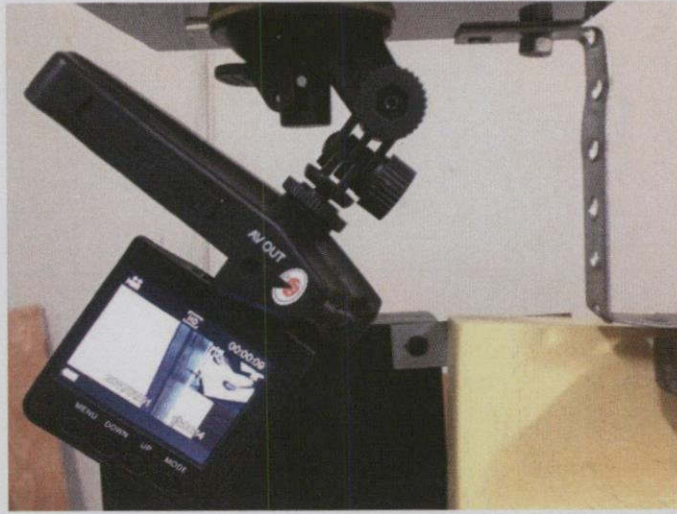


รูปที่ ก.12 กล่องแสดงการแจ้งเตือน

5. ตรวจสอบการทำงานของส่วนตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยหน้าของประตูจะมีเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวดังรูปที่ ก.13 ทดลองเคลื่อนไหวหน้าประตู กล่องแสดงการแจ้งเตือนจะมีไฟสีเหลืองติด และกล่องจะเริ่มบันทึกภาพดังรูปที่ ก.14



รูปที่ ก.13 เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว



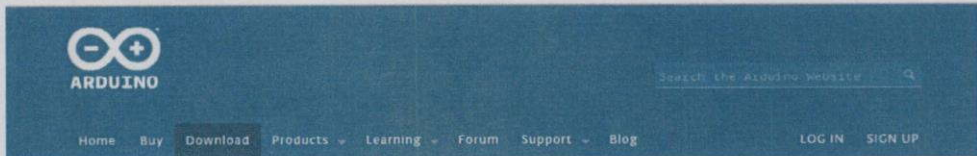
รูปที่ ก.14 กล้องกำลังบันทึกภาพ

ภาคผนวก ข

คู่มือการติดตั้งโปรแกรม Arduino และการตั้งค่าการใช้งาน

1. การติดตั้งโปรแกรม Arduino

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino จากเว็บไซต์ <http://arduino.cc/en/Main/Software>

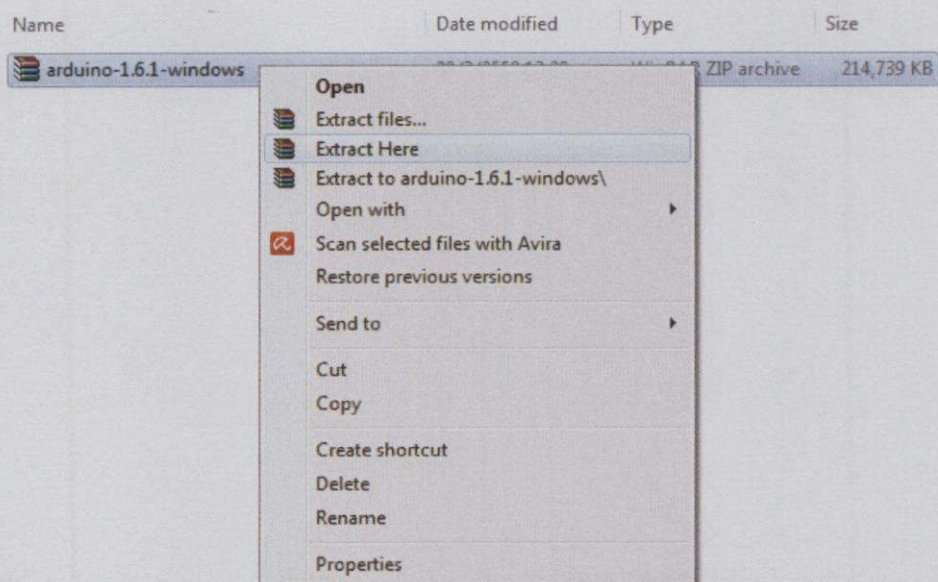


Download the Arduino Software

The image shows a section of the Arduino website titled "Download the Arduino Software". On the left is the Arduino logo. To its right, the text reads "ARDUINO 1.6.1" followed by a description: "The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software. This software can be used with any Arduino board. Refer to the Getting Started page for installation instructions." On the right side, there are several download options: "Windows Installer", "Windows ZIP file for non-admin install", "Mac OS X for Java 6 (recommended)", "Mac OS X for Java 7+ (experimental)", "Linux 32 bits", and "Linux 64 bits". At the bottom right of this section are links for "Release Notes" and "Source Code".

รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino

2. แยกไฟล์ที่ดาวน์โหลด ลงในไดร์ฟหรือโฟลเดอร์ที่ต้องการติดตั้ง



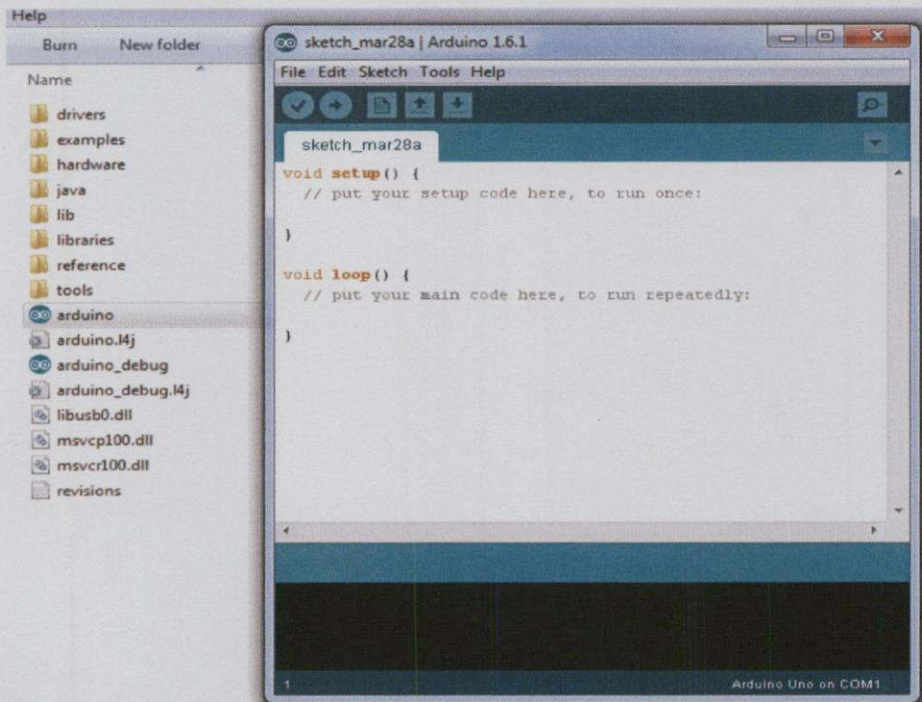
รูปที่ ข.2 การแยกไฟล์ลงในโฟลเดอร์

3. เมื่อเสร็จสิ้นการแยกไฟล์ จะได้ไฟล์ที่ปรากฏในรูปที่ ข.3

Name	Date modified	Type	Size
drivers	10/3/2558 14:18	File folder	
examples	10/3/2558 14:18	File folder	
hardware	10/3/2558 14:18	File folder	
java	18/12/2557 6:26	File folder	
lib	10/3/2558 14:18	File folder	
libraries	10/3/2558 14:18	File folder	
reference	6/2/2558 21:16	File folder	
tools	10/3/2558 14:18	File folder	
arduino	10/3/2558 14:18	Application	844 KB
arduino.l4j	10/3/2558 14:18	Configuration sett...	1 KB
arduino_debug	10/3/2558 14:18	Application	383 KB
arduino_debug.l4j	10/3/2558 14:18	Configuration sett...	1 KB
libusb0.dll	10/3/2558 14:18	Application extens...	43 KB
msvcpl100.dll	10/3/2558 14:18	Application extens...	412 KB
msvcr100.dll	10/3/2558 14:18	Application extens...	753 KB
revisions	10/3/2558 14:18	Text Document	60 KB

รูปที่ ข.3 ไฟล์ของโปรแกรม Arduino

4. สามารถเข้าโปรแกรมได้เลย โดยดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Arduino.exe จะขึ้นหน้าต่างของโปรแกรมดังรูปที่ ข.4



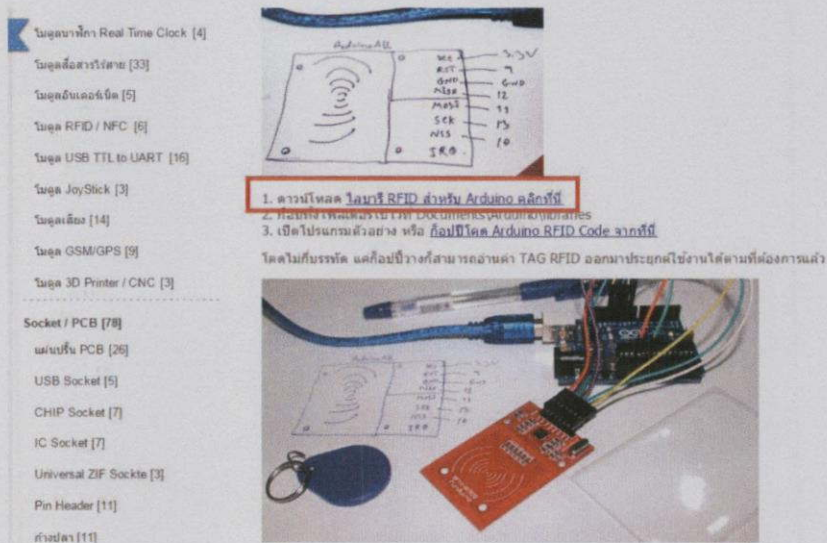
รูปที่ ข.4 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino

2. การตั้งค่าโปรแกรม

ระบบแจ้งเตือนการบุกรุกนี้มีการนำเทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีมาใช้ในการผ่านเข้าออกประตูและการยกเลิกสัญญาณเตือน ดังนั้นเพื่อลดความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม จึงมีไลบรารีของอาร์เอฟไอดีเข้ามาเป็นเครื่องมืออีกอย่างหนึ่ง

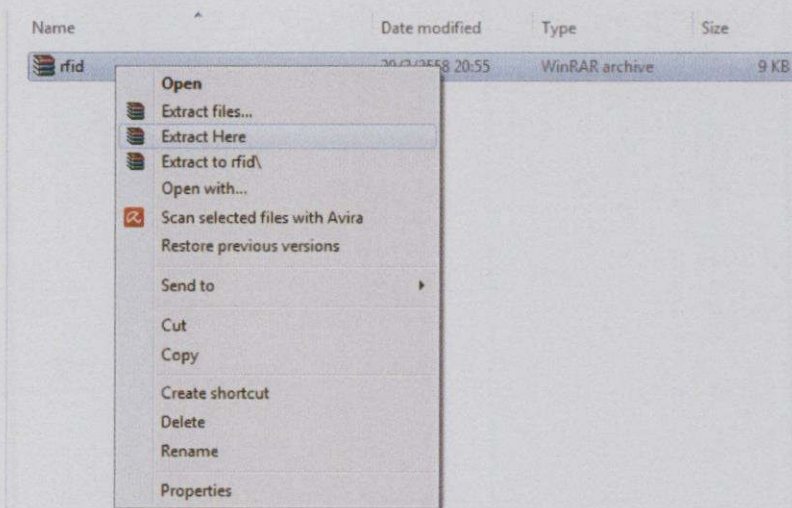
การลงไลบรารีอาร์เอฟไอดี

1. ดาวน์โหลดไลบรารีจากเว็บไซต์ <http://www.arduinoall.com/article/สอน-วิธี-ใช้งาน-rfid-module-อ่านค่า-tag-ด้วย-arduino-ใช้ได้-ใน-3-นาที> ดังรูปที่ ข.5



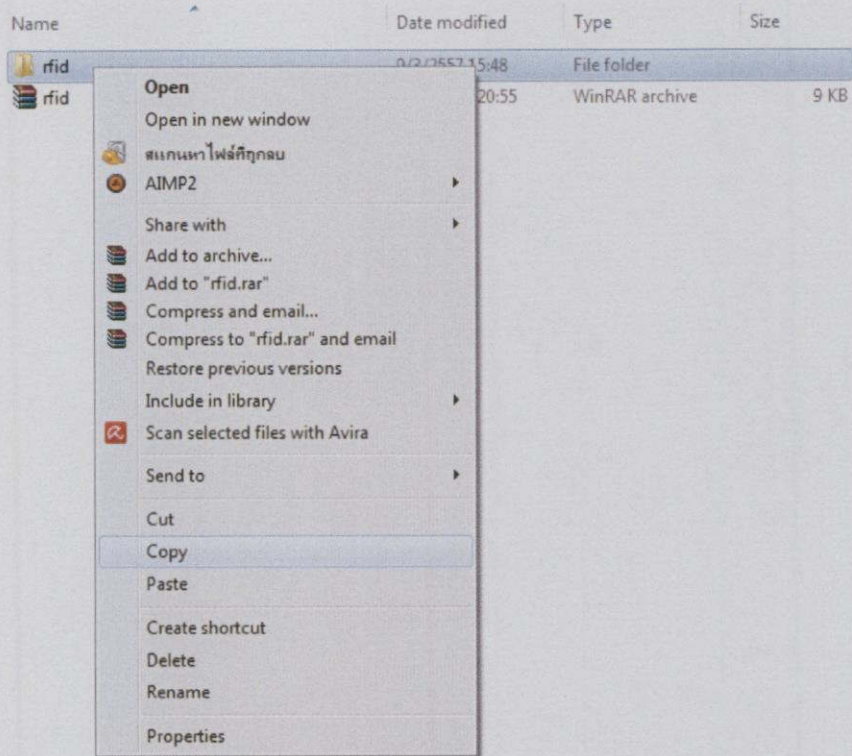
รูปที่ ข.5 หน้าเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลดไลบรารีอาร์เอฟไอดี

2. ทำการแยกไฟล์ rfid.rar ลงในโฟลเดอร์ ดังรูปที่ ข.6

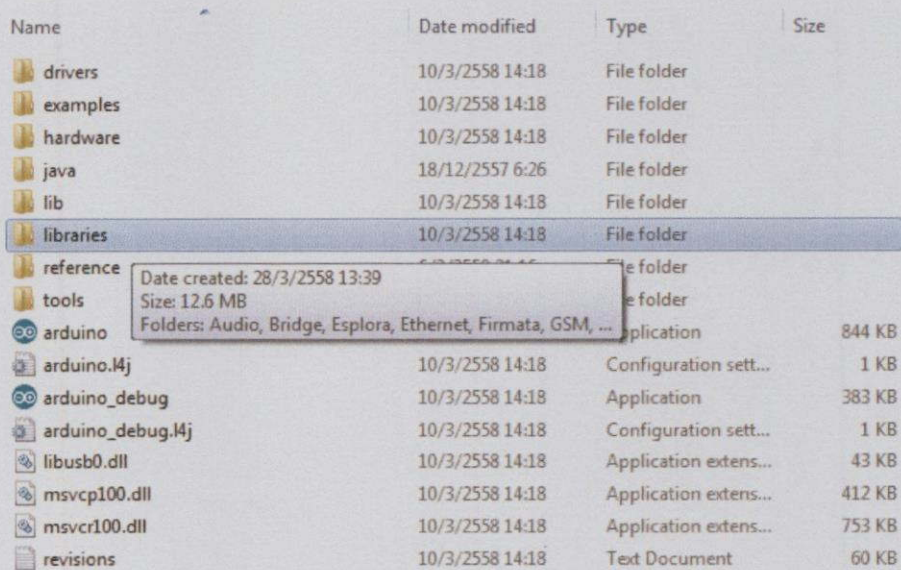


รูปที่ ข.6 การแยกไฟล์ rfid.rar

3. คัดลอกโฟลเดอร์ rfid ดังรูปที่ ข.6 เข้าไปที่โฟลเดอร์โปรแกรม Arduino แล้วคลิกเข้าไปที่โฟลเดอร์ libraries ดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.6 คัดลอกโฟลเดอร์ rfid



รูปที่ ข.7 โฟลเดอร์ libraries

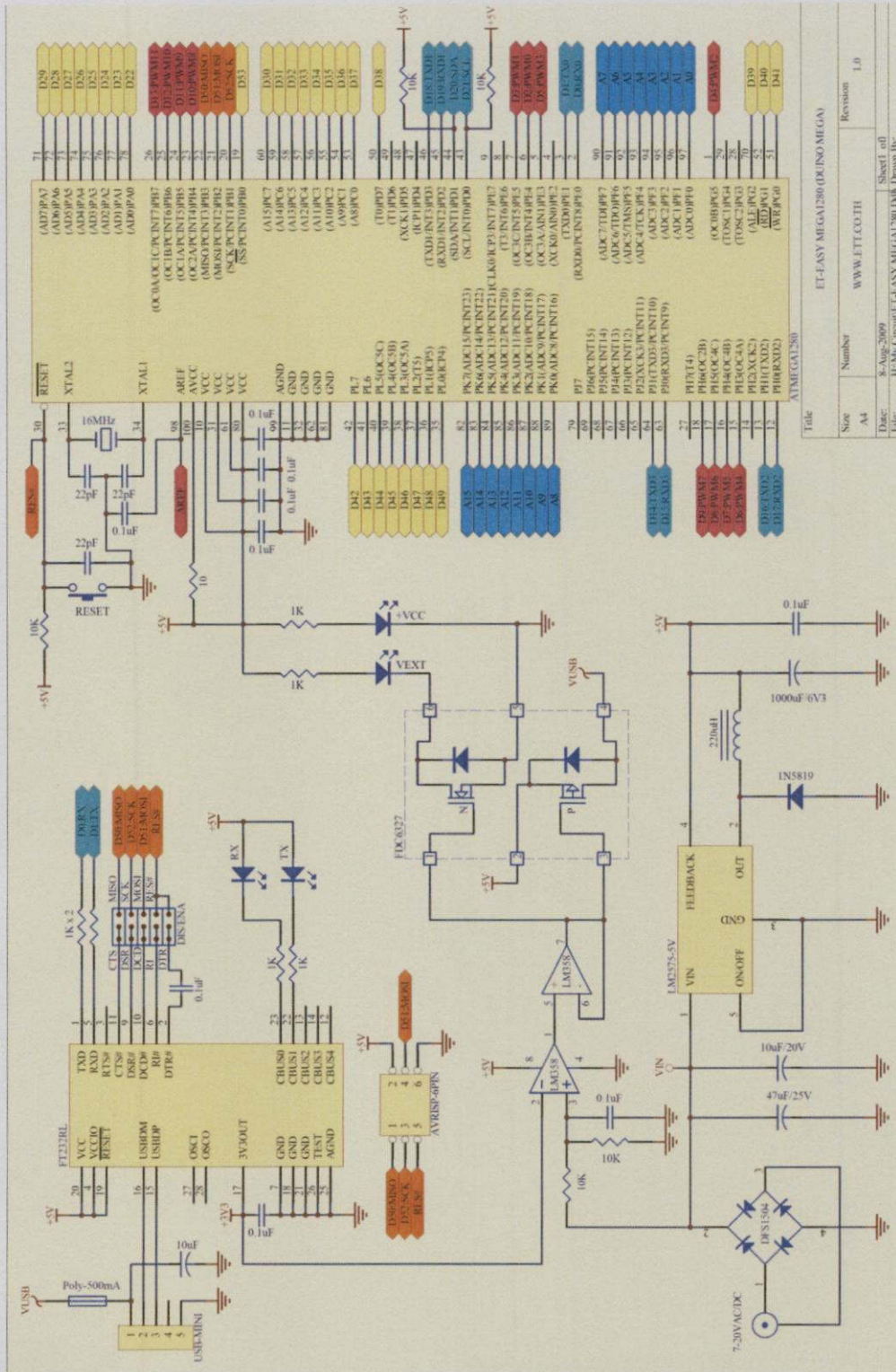
4. ขั้นตอนสุดท้าย วางโฟลเดอร์ rfid ลงในโฟลเดอร์ libraries ดังรูปที่ ข.8

Name	Date modified	Type	Size
Audio	10/3/2558 14:18	File folder	
Bridge	10/3/2558 14:18	File folder	
Esplora	10/3/2558 14:18	File folder	
Ethernet	10/3/2558 14:18	File folder	
Firmata	10/3/2558 14:18	File folder	
GSM	10/3/2558 14:18	File folder	
LiquidCrystal	10/3/2558 14:18	File folder	
rfid	30/3/2558 23:01	File folder	
Robot		File folder	
Robot		File folder	
Robot		File folder	
Scheduler	10/3/2558 14:18	File folder	
SD	10/3/2558 14:18	File folder	
Servo	10/3/2558 14:18	File folder	
SpacebrewYun	10/3/2558 14:18	File folder	
Stepper	10/3/2558 14:18	File folder	
Temboo	10/3/2558 14:18	File folder	
TFT	10/3/2558 14:18	File folder	
USBHost	10/3/2558 14:18	File folder	
WiFi	10/3/2558 14:18	File folder	

รูปที่ ข.8 โฟลเดอร์ rfid ในโฟลเดอร์ libraries

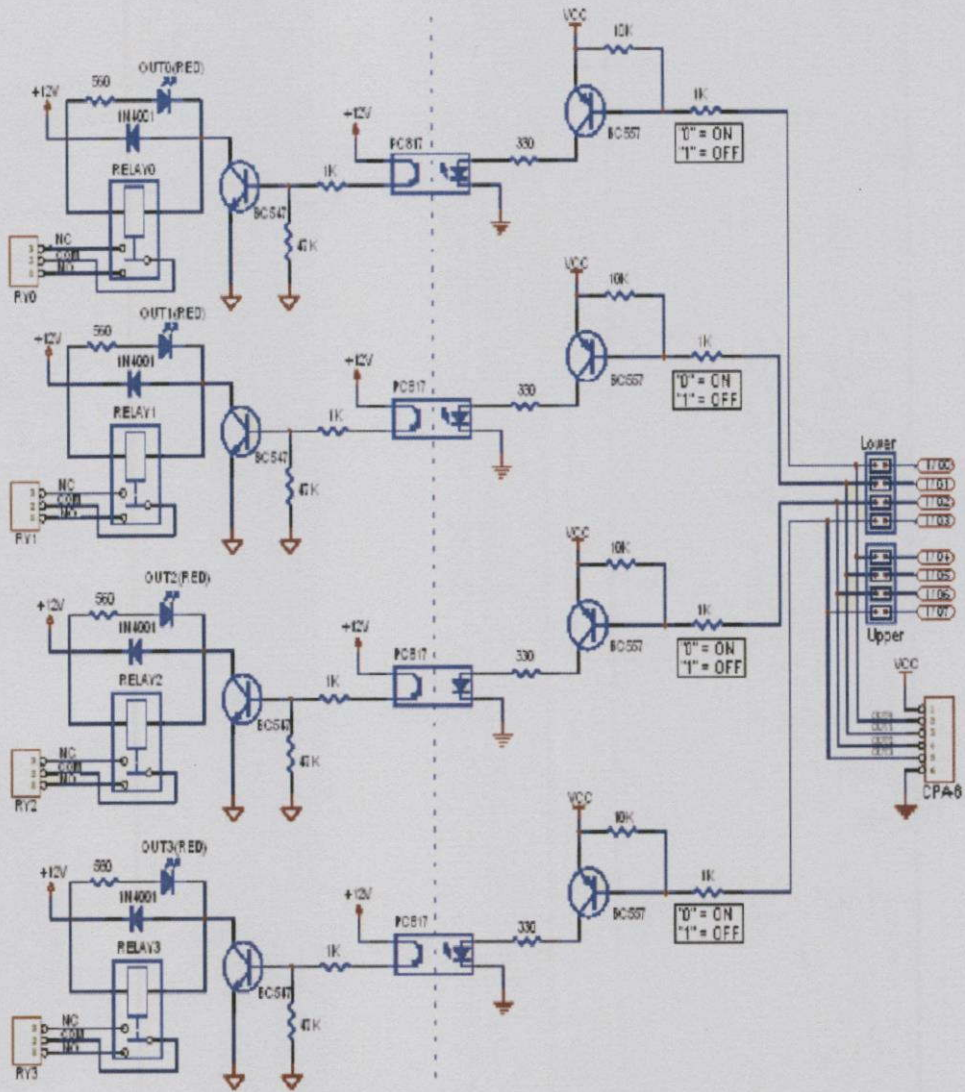
ภาคผนวก ค

วงจรที่เกี่ยวข้อง

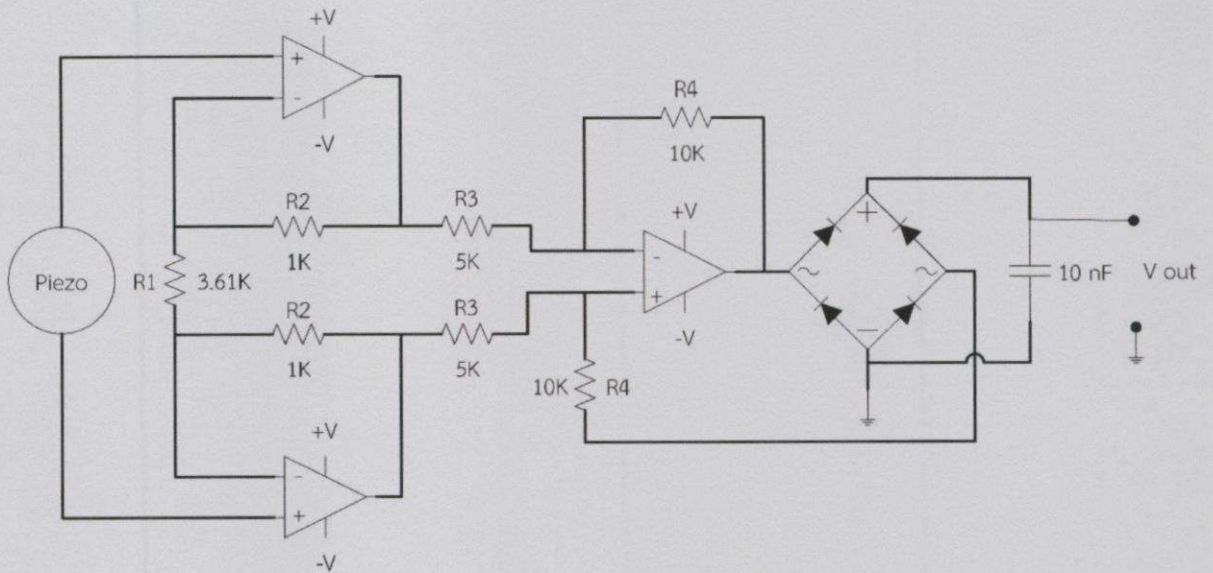


รูปที่ ค.1 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

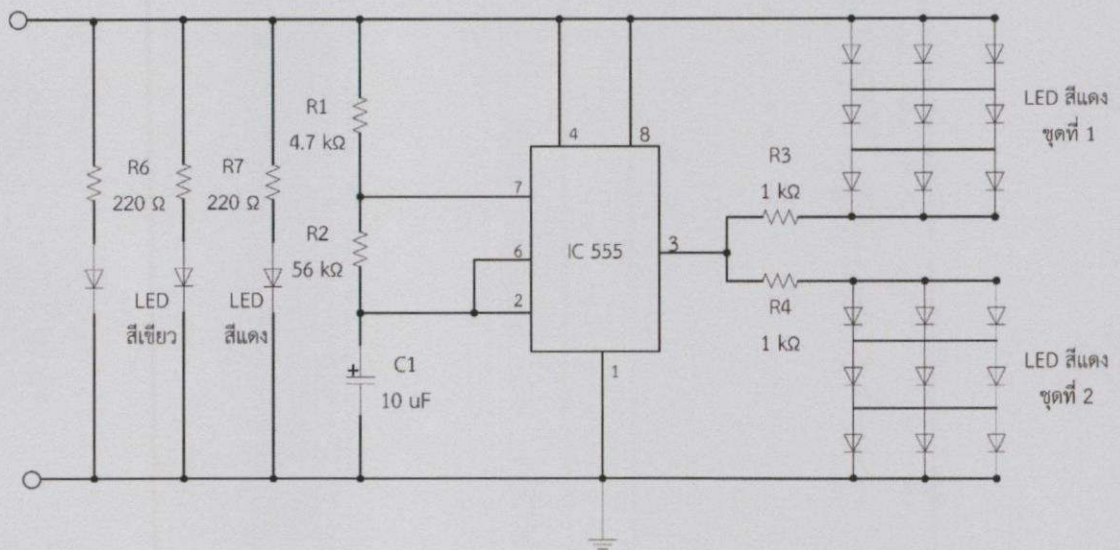
Pin	Function
1	RESET
2	XTAL2
3	XTAL1
4	AREF
5	AVCC
6	VCC
7	VCC
8	VCC
9	AGND
10	GND
11	GND
12	GND
13	GND
14	GND
15	PL7
16	PL6
17	PL5(SCK)
18	PL4(SCK)
19	PL3(SCK)
20	PL2(SCK)
21	PL1(SCK)
22	PKTAD[15:PCNT23]
23	PKSAK[14:PCNT22]
24	PKSAK[13:PCNT20]
25	PKSAK[12:PCNT19]
26	PKSAK[11:PCNT18]
27	PKSAK[10:PCNT17]
28	PKSAK[9:PCNT16]
29	B7
30	96(PCNT15)
31	95(PCNT14)
32	94(PCNT13)
33	93(PCNT12)
34	92(PCNT11)
35	91(PCNT10)
36	90(PCNT9)
37	89(PCNT8)
38	88(PCNT7)
39	87(PCNT6)
40	86(PCNT5)
41	85(PCNT4)
42	84(PCNT3)
43	83(PCNT2)
44	82(PCNT1)
45	81(PCNT0)
46	80(PCNT0)
47	79(PCNT0)
48	78(PCNT0)
49	77(PCNT0)
50	76(PCNT0)
51	75(PCNT0)
52	74(PCNT0)
53	73(PCNT0)
54	72(PCNT0)
55	71(PCNT0)
56	70(PCNT0)
57	69(PCNT0)
58	68(PCNT0)
59	67(PCNT0)
60	66(PCNT0)
61	65(PCNT0)
62	64(PCNT0)
63	63(PCNT0)
64	62(PCNT0)
65	61(PCNT0)
66	60(PCNT0)
67	59(PCNT0)
68	58(PCNT0)
69	57(PCNT0)
70	56(PCNT0)
71	55(PCNT0)
72	54(PCNT0)
73	53(PCNT0)
74	52(PCNT0)
75	51(PCNT0)
76	50(PCNT0)
77	49(PCNT0)
78	48(PCNT0)
79	47(PCNT0)
80	46(PCNT0)
81	45(PCNT0)
82	44(PCNT0)
83	43(PCNT0)
84	42(PCNT0)
85	41(PCNT0)
86	40(PCNT0)
87	39(PCNT0)
88	38(PCNT0)
89	37(PCNT0)
90	36(PCNT0)
91	35(PCNT0)
92	34(PCNT0)
93	33(PCNT0)
94	32(PCNT0)
95	31(PCNT0)
96	30(PCNT0)
97	29(PCNT0)
98	28(PCNT0)
99	27(PCNT0)
100	26(PCNT0)
101	25(PCNT0)
102	24(PCNT0)
103	23(PCNT0)
104	22(PCNT0)
105	21(PCNT0)
106	20(PCNT0)
107	19(PCNT0)
108	18(PCNT0)
109	17(PCNT0)
110	16(PCNT0)
111	15(PCNT0)
112	14(PCNT0)
113	13(PCNT0)
114	12(PCNT0)
115	11(PCNT0)
116	10(PCNT0)
117	9(PCNT0)
118	8(PCNT0)
119	7(PCNT0)
120	6(PCNT0)
121	5(PCNT0)
122	4(PCNT0)
123	3(PCNT0)
124	2(PCNT0)
125	1(PCNT0)
126	0(PCNT0)
127	0(PCNT0)
128	0(PCNT0)
129	0(PCNT0)
130	0(PCNT0)
131	0(PCNT0)
132	0(PCNT0)
133	0(PCNT0)
134	0(PCNT0)
135	0(PCNT0)
136	0(PCNT0)
137	0(PCNT0)
138	0(PCNT0)
139	0(PCNT0)
140	0(PCNT0)
141	0(PCNT0)
142	0(PCNT0)
143	0(PCNT0)
144	0(PCNT0)
145	0(PCNT0)
146	0(PCNT0)
147	0(PCNT0)
148	0(PCNT0)
149	0(PCNT0)
150	0(PCNT0)
151	0(PCNT0)
152	0(PCNT0)
153	0(PCNT0)
154	0(PCNT0)
155	0(PCNT0)
156	0(PCNT0)
157	0(PCNT0)
158	0(PCNT0)
159	0(PCNT0)
160	0(PCNT0)
161	0(PCNT0)
162	0(PCNT0)
163	0(PCNT0)
164	0(PCNT0)
165	0(PCNT0)
166	0(PCNT0)
167	0(PCNT0)
168	0(PCNT0)
169	0(PCNT0)
170	0(PCNT0)
171	0(PCNT0)
172	0(PCNT0)
173	0(PCNT0)
174	0(PCNT0)
175	0(PCNT0)
176	0(PCNT0)
177	0(PCNT0)
178	0(PCNT0)
179	0(PCNT0)
180	0(PCNT0)
181	0(PCNT0)
182	0(PCNT0)
183	0(PCNT0)
184	0(PCNT0)
185	0(PCNT0)
186	0(PCNT0)
187	0(PCNT0)
188	0(PCNT0)
189	0(PCNT0)
190	0(PCNT0)
191	0(PCNT0)
192	0(PCNT0)
193	0(PCNT0)
194	0(PCNT0)
195	0(PCNT0)
196	0(PCNT0)
197	0(PCNT0)
198	0(PCNT0)
199	0(PCNT0)
200	0(PCNT0)



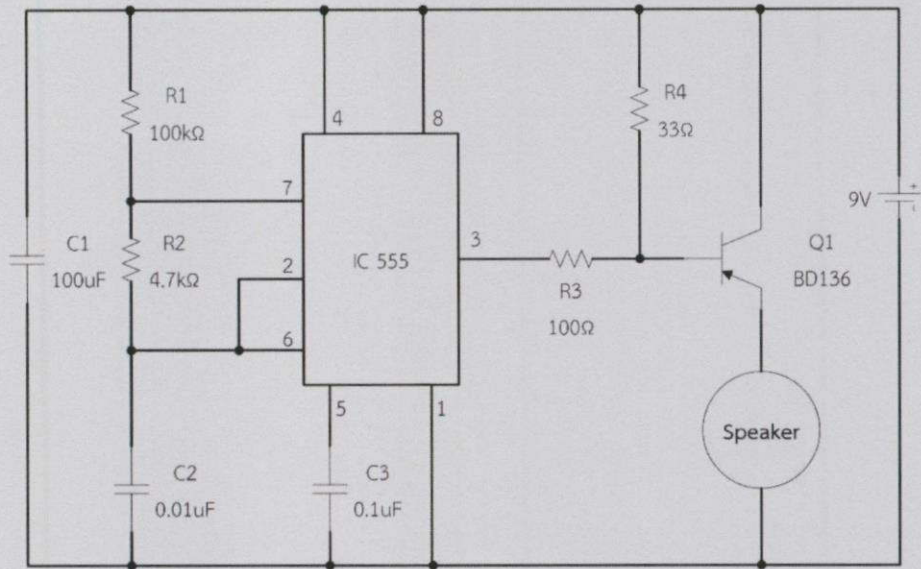
รูปที่ ค.2 วงจรสวิตช์ตัด-ต่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า



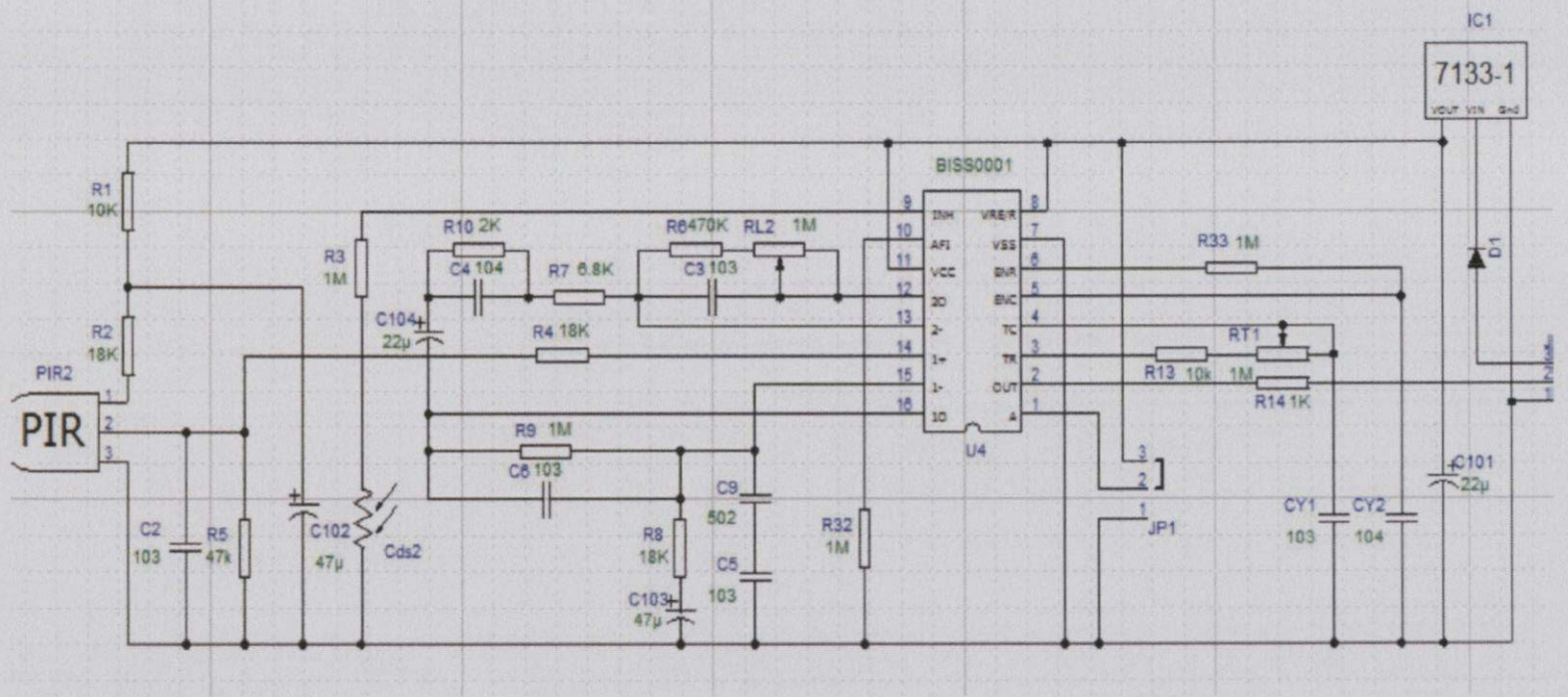
รูปที่ ค.3 วงจรปรับแต่งสัญญาณจากเพียโซอิเล็กทริก



รูปที่ ค.4 วงจรไฟเตือน



รูปที่ ค.5 วงจรเสียงเตือน



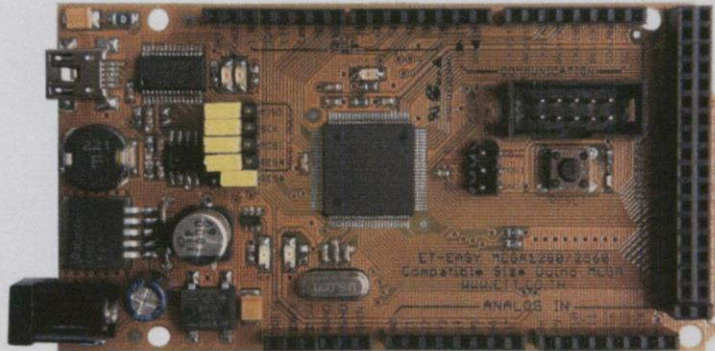
รูปที่ ค.6 วงจรพีไออาร์-โมชันเซ็นเซอร์

ภาคผนวก ง

Datasheet

คู่มือการใช้งานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) **ETT**

ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

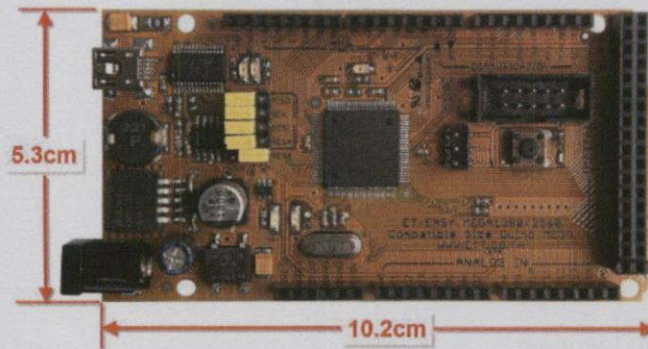


จากการที่ Arduino ที่เป็นโครงการพัฒนาระบบ MCU ของ AVR แบบ Open Source ได้รับการแนะนำเผยแพร่ออกมาสู่สาธารณะ ซึ่งได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายจากผู้คนทั่วโลก ภายในระยะเวลาอันรวดเร็ว ทางด้านของ Software ก็มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในขณะนี้ (สิงหาคม 2552) โปรแกรมของ Arduino ได้รับการปรับปรุงเป็น Version "arduino-0016" แล้ว โดยทางด้าน Hardware เองก็ได้มีการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องควบคู่กันไปด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งจากเดิมที่มีการพัฒนาโปรแกรมให้รองรับกับการใช้งานได้กับชิพ MCU รุ่นเล็ก 28 ขา อย่าง ATMEGA8, ATMEGA88/ATMEGA168/ATMEGA328 สำหรับเป็นจุดเริ่มต้นให้ผู้สนใจได้ใช้เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาทดลองเรียนรู้ ตลอดจนถึงนำไปประยุกต์ใช้งานกันนั้น มาถึงวันนี้ ขนาดของทรัพยากรต่างๆ รวมทั้งขนาดของหน่วยความจำ สำหรับเขียนโปรแกรม ที่มีอยู่ในชิพ AVR รุ่นเล็กที่มีอยู่เริ่มไม่เพียงพอกับการประยุกต์ใช้งานในงานบางประเภทแล้ว ทาง Arduino เอง จึงได้ทำการพัฒนาให้ Arduino สามารถรองรับการใช้งานขนาดใหญ่ขึ้นอีก โดยปรับปรุงโปรแกรมให้ใช้กับชิพ AVR รุ่นใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีจำนวน I/O ทั้ง Digital, Analog, PWM, UART และ ขนาดหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม แต่ก็ยังคงใช้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม แบบเดียวกันกับรุ่นเล็กทุกประการ โดยได้เลือกใช้ชิพ AVR เบอร์ ATMEGA1280 และออกแบบพัฒนา Hardware บอร์ดขึ้นมารองรับ โดยใช้รหัสชื่อรุ่นว่า "Arduino Mega" ออกวางจำหน่าย และได้มีการเผยแพร่รายละเอียดทาง Hardware ต่างๆให้ผู้สนใจนำไปพัฒนาต่อยอดกันตัวเอง แต่เนื่องจากชิพดังกล่าวมีโครงสร้างตัวถังเป็นแบบ SMD จึงทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับผู้ใช้งานจำนวนมากไม่น้อยในการที่จะผลิตหรือสร้างบอร์ดขึ้นใช้งานเอง

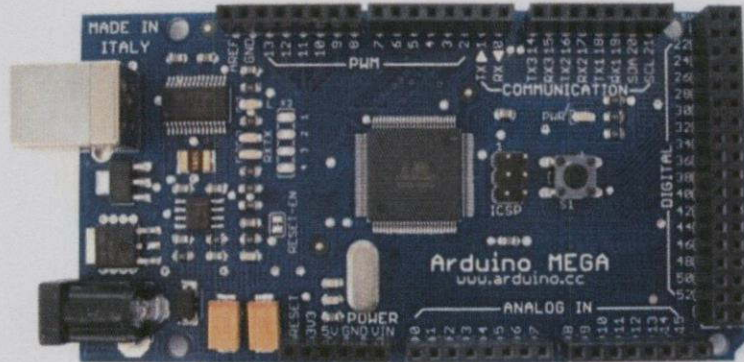
ทาง อีทีที จึงได้นำ ATMEGA1280 มาพัฒนาเป็นบอร์ด โดยให้มีโครงสร้างการทำงานเช่นเดียวกันกับ Arduino Mega ขึ้นมา โดยใช้ชื่อว่า "ET-EASY MEGA1280" โดยได้ออกแบบให้มีการจัดสรร Pin I/O ต่างๆ รวมทั้งขนาดให้ตรงตามมาตรฐานของบอร์ด "Arduino Mega" เพียงแต่ได้มีการปรับปรุงข้อจำกัดบางอย่างให้ดีขึ้นกว่า Arduino Mega รุ่นมาตรฐาน เพื่อเพิ่มความสะดวกกับผู้ใช้งานมากยิ่งขึ้น

คุณสมบัติของบอร์ด

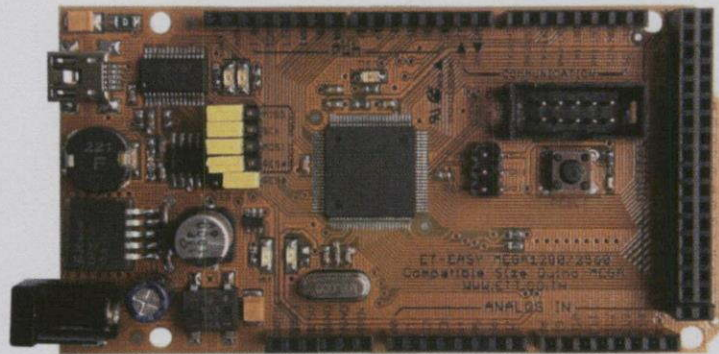
- ใช้ ATMEGA1280 เป็น MCU ประจําบอร์ด Run ความถี่ 16MHz จาก Crystal Oscillator
- 128KByte Flash(สงวนไว้ 4KByte สำหรับ Bootloader) / 8KByte SRAM / 4KByte EEPROM
- รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ ของ Arduino ตามแบบ Arduino Mega ได้ 100%
- ใช้ USB Bridge ของ FTDI เบอร์ FT232RL พร้อม Over Current Protection สำหรับติดต่อสื่อสาร และ Download Code จากคอมพิวเตอร์ให้บอร์ด พร้อม Jumper สำหรับปรับใช้งานบอร์ดเป็นการ Program Bootloader ให้กับ MCU จากพอร์ต USB ในบอร์ดได้เอง โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรม AVRISP จากภายนอก
- 54 Pin Digital I/O โดยมี 14Pin สามารถโปรแกรมหน้าที่เป็น PWM ได้
- 16 Pin Analog Input (ADC ขนาด 10 บิต 16 ช่อง)
- 4 UART(Hardware Serial Port) แบบ TTL Logic
- ขนาดของ PCB บอร์ด และ ตำแหน่ง Pin Connector ต่างๆ ตรงกันกับ Arduino Mega ทั้งหมด ทำให้สามารถนำไปติดตั้งใช้งานร่วมกับบอร์ด Shield แบบต่างๆที่มีการผลิตขึ้นมาใช้งานร่วมกับบอร์ด Arduino Mega ได้ทั้งหมด โดยบอร์ดมีขนาด PCB Size 5.3cm x 10.2cm
- มีขั้ว Header 10Pin IDE ของ 8 บิต Digital I/O(D22...D29) สำหรับเชื่อมต่อกับ LCD หรือ บอร์ด I/O แบบต่างๆ ของ อีทีที ที่เพิ่มความสะดวกในการใช้งาน
- รองรับการใช้งานกับ External Supply ทั้งแบบ AC และ DC ขนาด 7-20V โดยเลือกใช้ Regulate แบบ Switching ขนาด 1A (LM2575-5V) ลดปัญหาเรื่องความร้อนเมื่อมีการใช้กระแสสูงๆ สามารถใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB ได้ในกรณีใช้กระแสไม่เกิน 500mA โดยมีวงจรเลือกแหล่งจ่ายอัตโนมัติ โดยจะตัดการใช้ไฟเลี้ยงจาก USB โดยอัตโนมัติ เมื่อมีการต่อแหล่งจ่ายจากภายนอกให้บอร์ด



ความแตกต่างระหว่าง Arduino Mega กับ ET-EASY MEGA1280(Duino Mega)

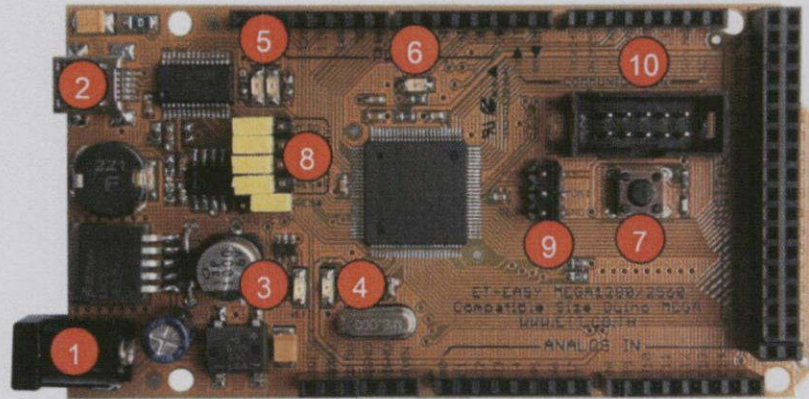


รูปแสดง ลักษณะของบอร์ด Arduino Mega



รูปแสดง ลักษณะของบอร์ด ET-EASY MEGA1280

1. วงจรภาค Supply ของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 ปรับปรุงให้ใช้วงจร Bridge Rectifier และ ใช้ Switching Regulate ทำให้สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายทั้งแบบ AC และ DC โดยไม่จำกัดขั้วไฟฟ้า และ ช่วยลดความร้อนที่เกิดจากไอซี Regulate ได้เป็นอย่างมาก ในขณะที่วงจร Arduino Mega ใช้ Half wave Rectifier ซึ่งต้องใช้กับ DC Adapter แบบ แกนใน เป็น ขั้วบวก เท่านั้น และใช้ไอซี Regulate ธรรมดา ซึ่งจะเกิดความร้อนสูงกว่าเมื่อต้องจ่ายกระแสมากๆ
2. บอร์ด ET-EASY MEGA1280 ออกแบบให้มีระบบ Jumper สำหรับใช้ทำหน้าที่เป็นตัวเลือก การทำ Auto Reset และการ Program Bootloader ด้วย FTDI BitBang ไว้ให้ด้วยทำให้มีความสะดวกมากขึ้นในการใช้งาน ในขณะที่ Arduino Mega ต้องใช้การต่อสาย Jump เอง

โครงสร้างบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)

รูปแสดง โครงสร้างของบอร์ด ET-EASY MEGA1280 (Duino MeGA)

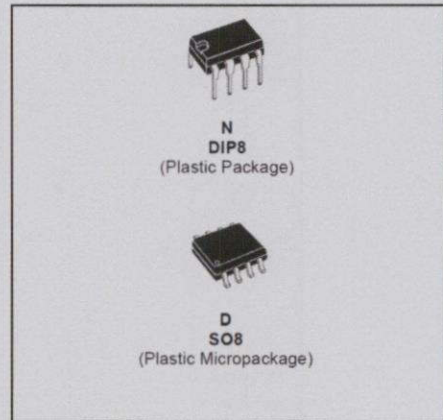
- **หมายเลข 1** คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงจากภายนอก สามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายทั้งแบบ AC และ DC หรือวงจร Bridge Rectifier และ Regulate แบบ Switching ช่วยลดความร้อนของ IC Regulate เมื่อมีการดึงกระแสหนักได้เป็นอย่างดี สามารถใช้กับแรงดัน Input 7-20V
- **หมายเลข 2** เป็นขั้วต่อ USB สำหรับติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ PC โดยใช้ FT232RL เป็น USB Bridge ในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ PC และ MCU ในบอร์ด และยังสามารถใช้ไฟจาก พอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายให้กับบอร์ดได้ด้วย โดยจะมี Poly Fuse ขนาด 500mA สำหรับป้องกันการดึงกระแสเกินจากพอร์ต USB ด้วย และที่พิเศษคือมีวงจรสำหรับตรวจสอบแหล่งจ่ายเพื่อสลับการใช้งานแหล่งจ่ายจาก USB ไปเป็น External Supply ได้เอง โดยอัตโนมัติ โดยเมื่อไม่ได้ต่อ External Supply บอร์ดจะใช้ไฟจากพอร์ต USB เป็นแหล่งจ่ายในการทำงาน แต่เมื่อมีการต่อ External Supply วงจรจะสลับไปใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply เองโดยอัตโนมัติ
 - LED +VCC ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟให้กับบอร์ด
 - LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟจาก External Supply
- **หมายเลข 3** เป็น LED VEXT ใช้แสดงสถานะเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงจาก External Supply
- **หมายเลข 4** เป็น LED +VCC ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (+VCC) ของบอร์ด โดยเมื่อบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจาก External Supply จะแสดงสถานะโดยการให้ LED VEXT และ LED +VCC ติดสว่างพร้อมกันทั้งคู่ แต่ถ้าบอร์ดใช้แหล่งจ่ายจากพอร์ต USB จะแสดงสถานะโดยการให้ LED +VCC ติดสว่างเพียงดวงเดียว



LF151
LF251 - LF351

WIDE BANDWIDTH SINGLE J-FET OPERATIONAL AMPLIFIER

- INTERNALLY ADJUSTABLE INPUT OFFSET VOLTAGE
- LOW POWER CONSUMPTION
- WIDE COMMON-MODE (UP TO V_{CC}^+) AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGE
- LOW INPUT BIAS AND OFFSET CURRENT
- OUTPUT SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- HIGH INPUT IMPEDANCE J-FET INPUT STAGE
- INTERNAL FREQUENCY COMPENSATION
- LATCH UP FREE OPERATION
- HIGH SLEW RATE : $16V/\mu s$ (typ)

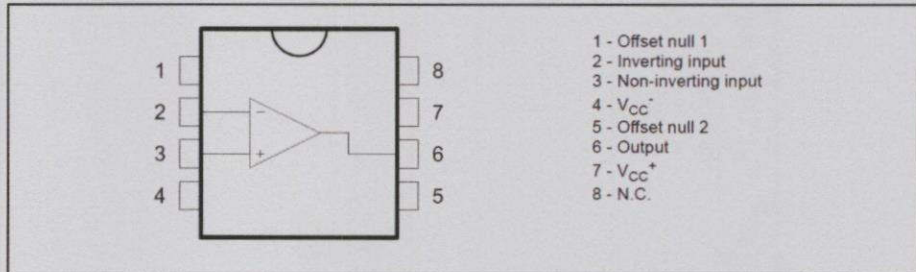


DESCRIPTION

These circuits are high speed J-FET input single-operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient.

PIN CONNECTIONS (top view)



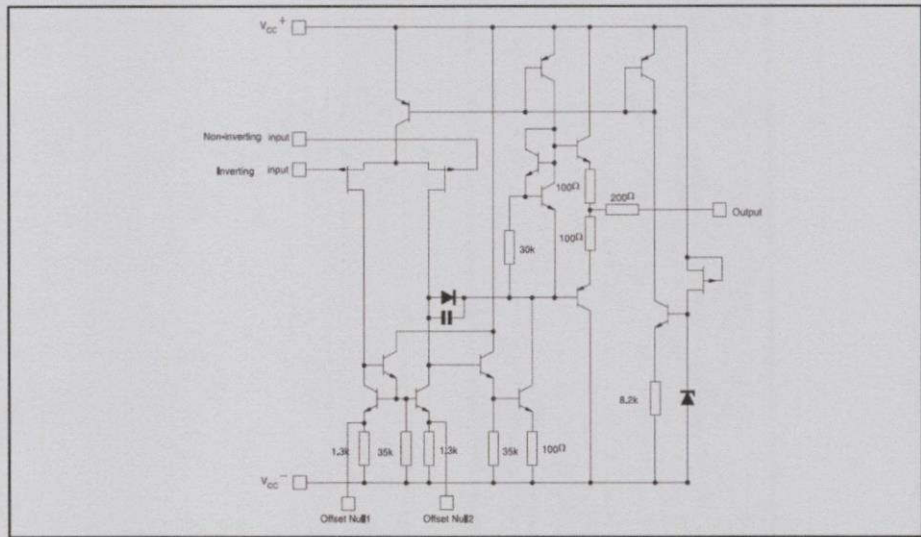
ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
LF351	0°C, +70°C	•	•
LF251	-40°C, +105°C	•	•
LF151	-55°C, +125°C	•	•

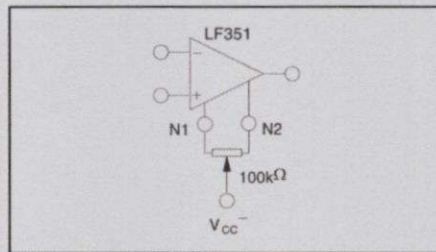
N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)

LF151 - LF251 - LF351

SCHEMATIC DIAGRAM



INPUT OFFSET VOLTAGE NULL CIRCUIT



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	LF151	LF251	LF351	Unit
V_{CC}	Supply voltage - note 1)		± 18		V
V_i	Input Voltage - note 2)		± 15		V
V_{id}	Differential Input Voltage - note 3)		± 30		V
P_{tot}	Power Dissipation		680		mW
	Output Short-circuit Duration - note 4)		Infinite		
T_{oper}	Operating Free-air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to +150		°C

1. All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC+} and V_{CC-} .
2. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.
3. Differential voltages are the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.
4. The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $V_{CC} = \pm 15V$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{io}	Input Offset Voltage ($R_S = 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		3	10 13	mV
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		10		$\mu V/^{\circ}C$
I_{io}	Input Offset Current- note 1) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		5	100 4	pA nA
I_{ib}	Input Bias Current -note 1 $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		20	200 20	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain ($R_L = 2k\Omega$, $V_o = \pm 10V$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	50 25	200		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S = 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	80 80	86		dB
I_{CC}	Supply Current, no load $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		1.4	3.4 3.4	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range	± 11	+15 -12		V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_S = 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	70 70	86		dB
I_{OS}	Output Short-circuit Current $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	10 10	40	60 60	mA
$\pm V_{opp}$	Output Voltage Swing $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$				V
	$R_L = 2k\Omega$	10	12		
	$R_L = 10k\Omega$	12	13.5		
	$R_L = 2k\Omega$	10			
	$R_L = 10k\Omega$	12			
SR	Slew Rate $V_i = 10V$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$, unity gain	12	16		V/ μs
t_r	Rise Time $V_i = 20mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$, unity gain		0.1		μs
K_{ov}	Overshoot $V_i = 20mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$, unity gain		10		%
GBP	Gain Bandwidth Product $f = 100kHz$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$, $V_{in} = 10mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$	2.5	4		MHz
R_i	Input Resistance		10^{12}		Ω
THD	Total Harmonic Distortion ($f = 1kHz$, $A_v = 20dB$ $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = +25^{\circ}C$, $V_o = 2V_{pp}$)		0.01		
e_n	Equivalent Input Noise Voltage $R_S = 100\Omega$, $f = 1KHz$		15		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
ϕ_m	Phase Margin		45		Degrees

1. The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every $10^{\circ}C$ increase in the junction temperature.**MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT**

SONGLE RELAY

勝特力材料 886-3-5753170
 勝特力电子(上海) 86-21-34970699
 勝特力电子(深圳) 86-755-83298787
 Http://www.100y.com.tw

RELAY ISO9002

SRD



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
 - Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
 (Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03 05 06 09 12 24 48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
		F:Flux free type	D:0.45W	B:1 form B
				C:1 form C

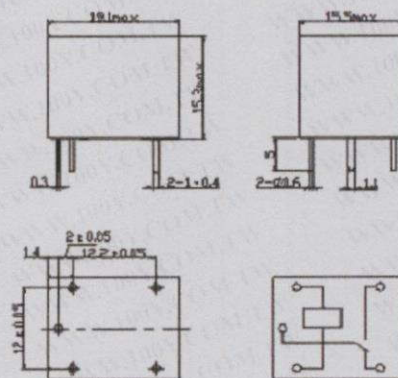
4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CQC03001003731	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

5. DIMENSION (unit:mm)

DRILLING (unit:mm)

WIRING DIAGRAM



**NA555, NE555, SA555, SE555
PRECISION TIMERS**

SLFS022F – SEPTEMBER 1973 – REVISED JUNE 2006


ORDERING INFORMATION

T_A	V_{THRES} MAX $V_{CC} = 15\text{ V}$	PACKAGE ⁽¹⁾		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 70°C	11.2 V	PDIP – P	Tube of 50	NE555P	NE555P
		SOIC – D	Tube of 75	NE555D	NE555
			Reel of 2500	NE555DR	
		SOP – PS	Reel of 2000	NE555PSR	N555
		TSSOP – PW	Tube of 150	NE555PW	N555
Reel of 2000	NE555PWR				
–40°C to 85°C	11.2 V	PDIP – P	Tube of 50	SA555P	SA555P
		SOIC – D	Tube of 75	SA555D	SA555
			Reel of 2000	SA555DR	
–40°C to 105°C	11.2 V	PDIP – P	Tube of 50	NA555P	NA555P
		SOIC – D	Tube of 75	NA555D	NA555
			Reel of 2000	NA555DR	
–55°C to 125°C	10.6	PDIP – P	Tube of 50	SE555P	SE555P
		SOIC – D	Tube of 75	SE555D	SE555D
			Reel of 2500	SE555DR	
		CDIP – JG	Tube of 50	SE555JG	SE555JG
		LCCC – FK	Tube of 55	SE555FK	SE555FK

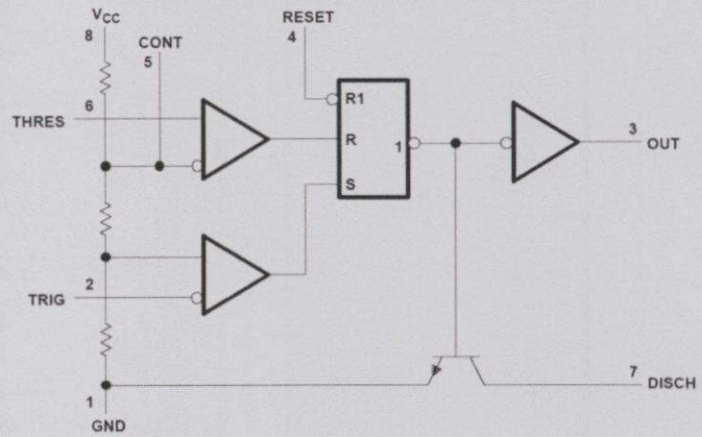
(1) Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

FUNCTION TABLE

RESET	TRIGGER VOLTAGE ⁽¹⁾	THRESHOLD VOLTAGE ⁽¹⁾	OUTPUT	DISCHARGE SWITCH
Low	Irrelevant	Irrelevant	Low	On
High	$< 1/3 V_{DD}$	Irrelevant	High	Off
High	$> 1/3 V_{DD}$	$> 2/3 V_{DD}$	Low	On
High	$> 1/3 V_{DD}$	$< 2/3 V_{DD}$	As previously established	

(1) Voltage levels shown are nominal.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



Pin numbers shown are for the D, JG, P, PS, and PW packages.
NOTE A: RESET can override TRIG, which can override THRES.

NA555, NE555, SA555, SE555 PRECISION TIMERS

SLFS022F—SEPTEMBER 1973—REVISED JUNE 2006



Absolute Maximum Ratings⁽¹⁾

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage ⁽²⁾		18	V
V_I	Input voltage	CONT, RESET, THRES, TRIG		V_{CC} V
I_O	Output current		±225	mA
θ_{JA}	Package thermal impedance ⁽³⁾⁽⁴⁾	D package	97	°C/W
		P package	85	
		PS package	95	
		PW package	149	
θ_{JC}	Package thermal impedance ⁽⁵⁾⁽⁶⁾	FK package	5.61	°C/W
		JG package	14.5	
T_J	Operating virtual junction temperature		150	°C
	Case temperature for 60 s	FK package	260	°C
	Lead temperature 1, 6 mm (1/16 in) from case for 60 s	JG package	300	°C
T_{stg}	Storage temperature range	-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) All voltage values are with respect to GND.
- (3) Maximum power dissipation is a function of $T_J(\max)$, θ_{JA} , and T_A . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is $P_D = (T_J(\max) - T_A)/\theta_{JA}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.
- (4) The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.
- (5) Maximum power dissipation is a function of $T_J(\max)$, θ_{JC} , and T_C . The maximum allowable power dissipation at any allowable case temperature is $P_D = (T_J(\max) - T_C)/\theta_{JC}$. Operating at the absolute maximum T_J of 150°C can affect reliability.
- (6) The package thermal impedance is calculated in accordance with MIL-STD-883.

Recommended Operating Conditions

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

		MIN	MAX	UNIT	
V_{CC}	Supply voltage	NA555, NE555, SA555	4.5	16	V
		SE555	4.5	18	
V_I	Input voltage	CONT, RESET, THRES, and TRIG		V_{CC} V	
I_O	Output current		±200	mA	
T_A	Operating free-air temperature	NA555	-40	105	°C
		NE555	0	70	
		SA555	-40	85	
		SE555	-55	125	

HC-SR501 PIR MOTION DETECTOR

Product Description

HC-SR501 is based on infrared technology, automatic control module, using Germany imported LHI778 probe design, high sensitivity, high reliability, ultra-low-voltage operating mode, widely used in various auto-sensing electrical equipment, especially for battery-powered automatic controlled products.

Specification:

- Voltage: 5V - 20V
- Power Consumption: 65mA
- TTL output: 3.3V, 0V
- Delay time: Adjustable (.3->5min)
- Lock time: 0.2 sec
- Trigger methods: L - disable repeat trigger, H enable repeat trigger
- Sensing range: less than 120 degree, within 7 meters
- Temperature: - 15 ~ +70
- Dimension: 32*24 mm, distance between screw 28mm, M2, Lens dimension in diameter: 23mm

Application:

Automatically sensing light for Floor, bathroom, basement, porch, warehouse, Garage, etc. ventilator, alarm, etc.

Features:

- Automatic Induction: to enter the sensing range of the output is high, the person leaves the sensing range of the automatic delay off high, output low.
- Photosensitive control (optional, not factory-set) can be set photosensitive control, day or light intensity without induction.
- Temperature compensation (optional, factory reset): In the summer when the ambient temperature rises to 30 ° C to 32 ° C, the detection distance is slightly shorter, temperature compensation can be used for performance compensation.
- Triggered in two ways: (Jumper selectable)
 - non-repeatable trigger: the sensor output high, the delay time is over, the output is automatically changed from high level to low level;
 - repeatable trigger: the sensor output high, the delay period, if there is human activity in its sensing range, the output will always remain high until the people left after the delay will be high level goes low (sensor module detects a time delay period will be automatically extended every human activity, and the starting point for the delay time to the last event of the time).
- With induction blocking time (the default setting: 2.5s blocked time); sensor module after each sensor output (high into low), followed by a blockade set period of time, during this time period sensor does not accept any sensor signal. This feature can be achieved sensor output time "and" blocking time "interval between the work" can be applied to interval detection products. This function can inhibit a variety of interference in the process of load switching. (This time can be set at zero seconds - a few tens of seconds).
- Wide operating voltage range: default voltage DC4.5V-20V.
- Micropower consumption: static current <50 microamps, particularly suitable for battery-powered automatic control products.
- Output high signal: easy to achieve docking with the various types of circuit.

Adjustment:

- Adjust the distance potentiometer clockwise rotation, increased sensing distance (about 7 meters), on the contrary, the sensing distance decreases (about 3 meters).
- Adjust the delay potentiometer clockwise rotation sensor the delay lengthened (300S), on the contrary, shorten the induction delay (5S).

Instructions for use:

- Sensor module is powered up after a minute, in this initialization time intervals during this module will output 0-3 times, a minute later enters the standby state.
- Should try to avoid the lights and other sources of interference close direct module surface of the lens, in order to avoid the introduction of interference signal malfunction; environment should avoid the wind flow, the wind will cause interference on the sensor.
- Sensor module with dual probe, the probe window is rectangular, dual (A B) in both ends of the longitudinal direction
 - so when the human body from left to right or right to left through the infrared spectrum to reach dual time, distance difference, the greater the difference, the more sensitive the sensor.
 - when the human body from the front to the probe or from top to bottom or from bottom to top on the direction traveled, double detects changes in the distance of less than infrared spectroscopy, no difference value the sensor insensitive or does not work;
- The dual direction of sensor should be installed parallel as far as possible in line with human movement. In order to increase the sensor angle range, the module using a circular lens also makes the probe surrounded induction, but the left and right sides still up and down in both directions sensing range, sensitivity, still need to try to install the above requirements.

- 1 working voltage range :DC 4.5-20V
- 2 Quiescent Current :50uA
- 3 high output level 3.3 V / Low 0V
4. Trigger L trigger can not be repeated / H repeated trigger
5. circuit board dimensions :32 * 24 mm
6. maximum 110 ° angle sensor
7. 7 m maximum sensing distance

Product Type	HC-SR501 Body Sensor Module
Operating Voltage Range	5-20VDC
Quiescent Current	<50uA
Level output	High 3.3 V /Low 0V
Trigger	L can not be repeated trigger/H can be repeated trigger(Default repeated trigger)
Delay time	5-300S(adjustable) Range (approximately .3Sec -5Min)
Block time	2.5S(default)Can be made a range(0.xx to tens of seconds
Board Dimensions	32mm*24mm
Angle Sensor	<110 ° cone angle
Operation Temp.	-15-+70 degrees
Lens size sensor	Diameter 23mm(Default)

Application scope

- Security products
- Body induction toys
- Body induction lamps
- Industrial automation control etc

Pyroelectric infrared switch is a passive infrared switch which consists of BISS0001 ,pyroelectric infrared sensors and a few external components. It can at open all kinds of equipments, including incandescent lamp, fluorescent lamp, intercom, automatic, electric fan, dryer and automatic washing machine, etc. It is widely used in enterprises, hotels, stores, and corridor and other sensitive area for automatical lamplight, lighting and alarm system.

Instructions

Induction module needs a minute or so to initialize. During initializing time, it will output 0-3 times. One minute later it comes into standby.

Keep the surface of the lens from close lighting source and wind, which will introduce interference.

Induction module has double -probe whose window is rectangle. The two sub-probe (A and B) is located at the two ends of rectangle. When human body r to right, or from right to left, Time for IR to reach to reach the two sub-probes differs.The lager the time difference is, the more sensitive this module is. Wh body moves face-to probe, or up to down, or down to up, there is no time difference. So it does not work. So instal the module in the direction in which most activities behaves, to guarantee the induction of human by dual sub-probes. In order to increase the induction range, this module uses round lens which ca from all direction. However, induction from right or left is more sensitivity than from up or down.



MFRC522

Standard 3V MIFARE reader solution

Rev. 3.8 — 17 September 2014
112138

Product data sheet
COMPANY PUBLIC

1. Introduction

This document describes the functionality and electrical specifications of the contactless reader/writer MFRC522.

Remark: The MFRC522 supports all variants of the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification protocols. To aid readability throughout this data sheet, the MIFARE Mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultralight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus products and protocols have the generic name MIFARE.

2. General description

The MFRC522 is a highly integrated reader/writer IC for contactless communication at 13.56 MHz. The MFRC522 reader supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE mode.

The MFRC522's internal transmitter is able to drive a reader/writer antenna designed to communicate with ISO/IEC 14443 A/MIFARE cards and transponders without additional active circuitry. The receiver module provides a robust and efficient implementation for demodulating and decoding signals from ISO/IEC 14443 A/MIFARE compatible cards and transponders. The digital module manages the complete ISO/IEC 14443 A framing and error detection (parity and CRC) functionality.

The MFRC522 supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 products. The MFRC522 supports contactless communication and uses MIFARE higher transfer speeds up to 848 kBd in both directions.

The following host interfaces are provided:

- Serial Peripheral Interface (SPI)
- Serial UART (similar to RS232 with voltage levels dependant on pin voltage supply)
- I²C-bus interface

2.1 Differences between version 1.0 and 2.0

The MFRC522 is available in two versions:

- MFRC52201HN1, hereafter referred to version 1.0 and
- MFRC52202HN1, hereafter referred to version 2.0.

The MFRC522 version 2.0 is fully compatible to version 1.0 and offers in addition the following features and improvements:



- Increased stability of the reader IC in rough conditions
- An additional timer prescaler, see [Section 8.5](#).
- A corrected CRC handling when RX Multiple is set to 1

This data sheet version covers both versions of the MFRC522 and describes the differences between the versions if applicable.

3. Features and benefits

- Highly integrated analog circuitry to demodulate and decode responses
- Buffered output drivers for connecting an antenna with the minimum number of external components
- Supports ISO/IEC 14443 A/MIFARE
- Typical operating distance in Read/Write mode up to 50 mm depending on the antenna size and tuning
- Supports MF1xxS20, MF1xxS70 and MF1xxS50 encryption in Read/Write mode
- Supports ISO/IEC 14443 A higher transfer speed communication up to 848 kBd
- Supports MFIN/MFOUT
- Additional internal power supply to the smart card IC connected via MFIN/MFOUT
- Supported host interfaces
 - ◆ SPI up to 10 Mbit/s
 - ◆ I²C-bus interface up to 400 kBd in Fast mode, up to 3400 kBd in High-speed mode
 - ◆ RS232 Serial UART up to 1228.8 kBd, with voltage levels dependant on pin voltage supply
- FIFO buffer handles 64 byte send and receive
- Flexible interrupt modes
- Hard reset with low power function
- Power-down by software mode
- Programmable timer
- Internal oscillator for connection to 27.12 MHz quartz crystal
- 2.5 V to 3.3 V power supply
- CRC coprocessor
- Programmable I/O pins
- Internal self-test

4. Quick reference data

Table 1. Quick reference data

Symbol	Parameter	Conditions		Min	Typ	Max	Unit
V _{DDA}	analog supply voltage	V _{DD(PVDD)} ≤ V _{DDA} = V _{DDD} = V _{DD(TVDD)} ;	[1][2]	2.5	3.3	3.6	V
V _{DDD}	digital supply voltage	V _{SSA} = V _{SSD} = V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V		2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(TVDD)}	TVDD supply voltage			2.5	3.3	3.6	V
V _{DD(PVDD)}	PVDD supply voltage			[3]	1.6	1.8	3.6
V _{DD(SVDD)}	SVDD supply voltage	V _{SSA} = V _{SSD} = V _{SS(PVSS)} = V _{SS(TVSS)} = 0 V		1.6	-	3.6	V

Table 1. Quick reference data *continued*

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
I_{pd}	power-down current	$V_{DDA} = V_{DDD} = V_{DD(TVDD)} = V_{DD(PVDD)} = 3\text{ V}$				
		hard power-down; pin NRSTPD set LOW	[4]	-	5	μA
		soft power-down; RF level detector on	[4]	-	10	μA
I_{DDD}	digital supply current	pin DVDD; $V_{DDD} = 3\text{ V}$	-	6.5	9	mA
I_{DDA}	analog supply current	pin AVDD; $V_{DDA} = 3\text{ V}$, CommandReg register's RcvOff bit = 0	-	7	10	mA
		pin AVDD; receiver switched off; $V_{DDA} = 3\text{ V}$, CommandReg register's RcvOff bit = 1	-	3	5	mA
$I_{DD(PVDD)}$	PVDD supply current	pin PVDD	[5]	-	40	mA
$I_{DD(TVDD)}$	TVDD supply current	pin TVDD; continuous wave	[6][7]	-	60	100 mA
T_{amb}	ambient temperature	HVQFN32	-25	-	+85	$^{\circ}\text{C}$

[1] Supply voltages below 3 V reduce the performance in, for example, the achievable operating distance.

[2] V_{DDA} , V_{DDD} and $V_{DD(TVDD)}$ must always be the same voltage.

[3] $V_{DD(PVDD)}$ must always be the same or lower voltage than V_{DDD} .

[4] I_{pd} is the total current for all supplies.

[5] $I_{DD(PVDD)}$ depends on the overall load at the digital pins.

[6] $I_{DD(TVDD)}$ depends on $V_{DD(TVDD)}$ and the external circuit connected to pins TX1 and TX2.

[7] During typical circuit operation, the overall current is below 100 mA.

[8] Typical value using a complementary driver configuration and an antenna matched to $40\ \Omega$ between pins TX1 and TX2 at 13.56 MHz.

5. Ordering information

Table 2. Ordering information

Type number	Package		
	Name	Description	Version
MFRC52201HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body $5 \times 5 \times 0.85\text{ mm}$	SOT617-1
MFRC52201HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body $5 \times 5 \times 0.85\text{ mm}$	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYB[1]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body $5 \times 5 \times 0.85\text{ mm}$	SOT617-1
MFRC52202HN1/TRAYBM[2]	HVQFN32	plastic thermal enhanced very thin quad flat package; no leads; 32 terminal; body $5 \times 5 \times 0.85\text{ mm}$	SOT617-1

[1] Delivered in one tray.

[2] Delivered in five trays.