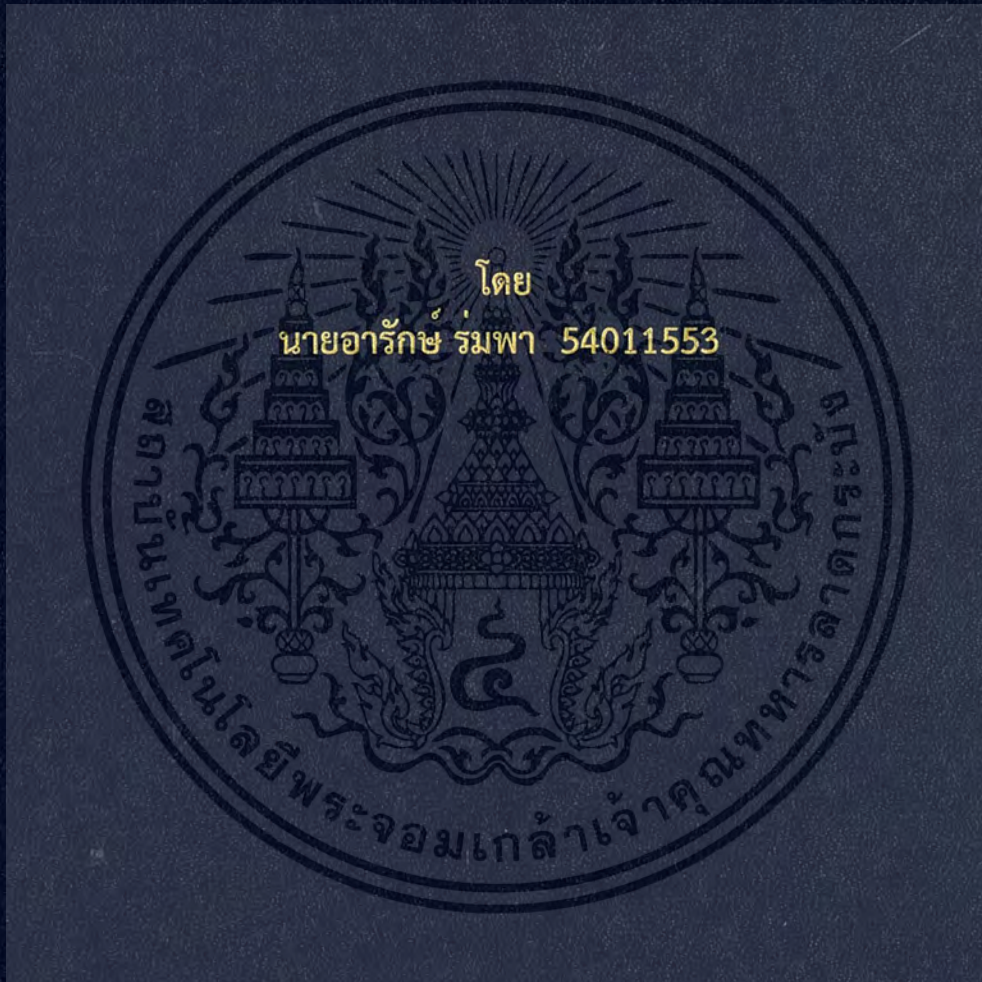


เครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง  
SELF-SERVICE CAR WASHING MACHINE



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2560

เครื่องล้างรถยนต์เหรียญแบบบริการตัวเอง  
SELF-SERVICE CAR WASHING MACHINE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2560



ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง

SELF-SERVICE CAR WASHING MACHINE

ผู้จัดทำ

นายอารักษ์ ร่มพา 54011553

.....<sup>ปทีโมกซ์</sup>..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ จากความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ จึงขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ซึ่งได้กรุณาสละเวลาและเงินทุนช่วยเหลือในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วิภา แสงพิลลิตี ที่ได้กรุณาช่วยเหลือเงินทุนอีกส่วนหนึ่ง ในระหว่างการศึกษาค้นคว้า โดยการให้ทีมงานพิเศษทำในเวลาว่าง ระหว่างการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณพี่เพ็ญ บุญเยี่ยมเทคโนโลยี ที่สละเวลาช่วยเหลือให้ข้อมูลและอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบบีเอ็มที่ใช้ในโครงการนี้และเงินค่าใช้จ่ายอีกส่วนหนึ่ง

และขอขอบคุณ ไกรทอง CC18 และปรีชา หอวัง 3/6 รุ่น 17 ที่ช่วยสนับสนุนรถกระบะและค่าใช้จ่ายในการขนส่งอุปกรณ์ คุณอนุชา จากบริษัท SAMCO ที่ช่วยเหลือค่าใช้จ่ายในการจัดพิมพ์หนังสือ และเพื่อนๆ อีกหลายคนที่ทำให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนกระทั่งสำเร็จลงด้วยดี

นายอาร์ักษ์ ร่มพา  
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง  
SELF-SERVICE CAR WASHING MACHINE

โดย นายอารักษ์ ร่มพา 54011553

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

**บทคัดย่อ**

โครงการเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง มีแนวคิดในการเพิ่มความสะดวกและลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา รถ โดยการสร้างเครื่องล้างรถแบบอัตโนมัติที่ให้แก่เจ้าของรถสามารถที่จะทำความสะอาดรถได้อย่างสะดวก ค่าใช้จ่ายต่ำและมีประสิทธิภาพ โดยการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU ขนาด 8 บิต ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและราคาประหยัด ในการควบคุมระบบปั้มน้ำ แชมพูและโฟม แสดงผลด้วย 7 เซ็กเมนต์และแอลซีดี สำหรับการบริหารจัดการที่สะดวกได้เพิ่มโมดูลการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบโครงข่าย 3G ทำให้ผู้บริหารกิจการสามารถดูแลและควบคุมเครื่องผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

**ABSTRACT**

Self-Service car washing Machine Project It has the concept of increasing convenience and reducing the cost of car care. By creating an automatic washing machine that allows the car owner to easily clean the car at Low cost and effective.

By controlling the high performance and economical microcontroller. ATMEGA328P-PU 8-bit To control the pump system, shampoo and foam and display number information with 7 segments and LCD.

For easy management, the 3G data connection module allows the management to control the machine over the Internet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
<b>บทที่ 1</b>	
<b>บทนำ</b>	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	3
<b>บทที่ 2</b>	
<b>ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง</b>	4
2.1 หลักการทำงานของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ	4
2.2 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ	7
2.3 หลักการทำงานของ IC DS1307 serial real-time clock (RTC)	12
2.4 หลักการทำงานของ IC PCF8574 Remote 8-bit I/O expander	14
2.5 หลักการทำงานของอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ HY-SRF05	15
2.6 หลักการทำงานของ PIR เซ็นเซอร์	17
2.7 หลักการทำงานของ SIM 5320E โมดูล 3G	18
2.8 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU	21
2.9 การใช้งาน MAX7219 7 SEGMENT DRIVER	29
2.10 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication)	32
<b>บทที่ 3</b>	
<b>การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์</b>	36
3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	58
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	62
<b>บทที่ 4 ผลการทดลอง</b>	<b>63</b>
4.1 ผลการทดลองวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยุดเหรียญ	63
4.2 ผลการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มแรงดัน	69
4.3 ผลการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของ เครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G	71
<b>บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ</b>	<b>72</b>
5.1 สรุปผล	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	72
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>73</b>
ภาคผนวก ก Webpage Source Code	74
ภาคผนวก ข Arduino Source Code	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 มลภาวะในอากาศทำให้เกิดฝนกรดซึ่งก่อสนิมบนรถยนต์	2
1.2 โครงสร้างของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง	3
2.1 ผังการทำงานโดยย่อของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ	4
2.2 ผังการเชื่อมต่อของระบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ	5
2.3 โครงสร้างของปั้มน้ำแรงดันสูงชนิดปั้มท่อนสูบ (PLUNGER PUMPS)	6
2.4 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ	7
2.5 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 1 บาทรุ่นใหม่	8
2.6 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 1 บาทรุ่นเก่า	9
2.7 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 2 บาทรุ่นใหม่	9
2.8 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 5 บาทรุ่นใหม่	10
2.9 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 10 บาทรุ่นใหม่	10
2.10 ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป นำมาคำนวณหาค่าความเร็วตามสมการที่ 2.1	11
2.11 ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป นำมาคำนวณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามสมการที่ 2.2	11
2.12 ผังการทำงานของ IC DS1307 SERIAL REAL-TIME CLOCK (RTC)	13
2.13 การจัดวางขาอินพุต เข้าพุตและไฟเลี้ยงของ IC DS1307	13
2.14 การจัดวางขาอินพุต เข้าพุตและไฟเลี้ยงของ IC PCF8574	14
2.15 ผังการทำงานของ IC PCF8574 REMOTE 8-BIT I/O EXPANDER	15
2.16 หลักการวัดระดับน้ำด้วยคลื่นอัลตราโซนิก	16
2.17 ULTRASONIC TIMING DIAGRAM	16
2.18 หลักการทำงานของ PIR SENSOR	17
2.19 การทำงานของเฟิร์สเนลเลนส์	18
2.20 ผังการทำงานของ SIM 5320E	19
2.21 การจัดวางขาต่างๆ ของ SIM5320E GSM โมดูล 3G	20
2.22 ไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU	21
2.23 การจัดวางขาของไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU	24
2.24 ขนาดและมิติต่างๆของไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU	26
2.25 อุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU	27
2.26 วงจรสำหรับการโปรแกรม ATMEGA328P-PU	28
2.27 ATMEGA328P-PU เมื่อทำการโปรแกรมพร้อมใช้งาน	29
2.28 การต่อวงจรใช้งาน MAX7219 7 SEGMENT DRIVER	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 การกำหนด ADDRESS ของ MAX7219 7 SEGMENT DRIVER	31
2.30 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I <sup>2</sup> C BUS	33
2.31 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ SPI	34
2.32 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ UART	35
3.1 ระบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ	36
3.2 ระบบของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	38
3.3 วงจรที่ใช้ในการควบคุมปั้มน้ำและควบคุมเซ็นเซอร์ ขยายพอร์ตโดยใช้ IC PCF8574	39
3.4 ลายแผ่นพิมพ์แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	40
3.5 SCHEMATIC วงจรควบคุมสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ IC DS1307	41
3.6 ลายแผ่นวงจรควบคุมสัญญาณนาฬิกา	41
3.7 SCHEMATIC วงจรควบคุมอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์	42
3.8 SCHEMATIC วงจรควบคุม PIR INFRARED เซ็นเซอร์	42
3.9 IC ULN2003 PIN INPUT-OUTPUT DIAGRAM	43
3.10 การเชื่อมต่อ IC ULN2003 กับ ARDUINO	43
3.11 แผงวงจรสำหรับการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 MODULE เข้ากับ ARDUINO	44
3.12 สายสัญญาณสำหรับการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320	44
3.13 SCHEMATIC ของวงจรเปิด-ปิด การทำงานของเครื่องหยอดเหรียญโดยใช้ TIP120	45
3.14 รายละเอียดขา TIP120	45
3.15 ระบบควบคุมปุ่มกดและไฟแสดงผล	46
3.16 วงจรควบคุมปุ่มกดและไฟแสดงผล	47
3.17 ลายแผ่นพิมพ์วงจรควบคุมปุ่มกดและไฟสถานะ	47
3.18 ลายแผ่นพิมพ์วงจรขยายพอร์ตสำหรับ LCD MODULE โดยใช้ IC PCF8574	48
3.19 ลายแผ่นพิมพ์วงจรขยายพอร์ตสำหรับ LCD MODULE โดยใช้ IC PCF8574	48
3.20 การลอกลายวงจร กัดปรินท์และเจาะรูใส่อุปกรณ์	49
3.21 การต่อสายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์	50
3.22 การทดสอบการทำงานและเขียนโปรแกรม	51
3.23 ผังงาน AT COMMAND ในการส่ง SMS	52
3.24 ผังงานของโปรแกรม	53
3.25 ผังงานสำหรับ AT COMMAND ในการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายโดยใช้โปรโตคอล	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 การใช้งานโปรแกรม PHPMYADMIN ในการสร้าง TABLE	55
3.27 RECORD ในตารางได้แก่ ID LOCATION STATUS LIQUID DATE TIME และ TOTAL	55
3.28 รูปแบบการเก็บข้อมูลของแต่ละ RECORD ในตาราง	56
3.29 WEBPAGE สำหรับแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่อง	56
3.30 ข้อมูลในฐานข้อมูลแสดงการทำงานของเครื่อง	57
3.31 การติดตั้งอุปกรณ์ลงในตู้	57
3.32 DIGITAL OSCILLOSCOPE	58
3.33 ARDUINO UNO R3 BOARD	58
3.34 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม SKETCH	58
3.35 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์	59
3.36 LCD DISPLAY	59
3.37 LED BUTTON	59
3.38 ATMEL ATMEGA328P-PU	59
3.39 แผ่น PCB	60
3.40 กรดกัดปริ้น	60
3.41 PIR เซ็นเซอร์	60
3.42 SIM5320E 3G MODULE	61
3.43 7 SEGMENT	61
3.44 เครื่องหยอดเหรียญ	61
3.45 การวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ	62
3.46 การวัดรูปคลื่นสัญญาณจากกดปุ่ม ON-OFF-RESET 3G SIM5320 MODULE	62
4.1 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญขนาด 10 บาท	63
4.2 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญขนาด 5 บาท	64
4.3 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญขนาด 2 บาท	64
4.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญขนาด 1 บาท	65
4.5 รูปคลื่นสัญญาณการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 MODULE	65
4.6 รูปคลื่นสัญญาณจาก PIR เซ็นเซอร์	66
4.7 รูปคลื่นสัญญาณจาก PIR เซ็นเซอร์	66
4.8 รูปคลื่นสัญญาณจากเครื่องหยอดเหรียญแบบความกว้างพัลส์ (เมื่อใส่เหรียญ 1 บาท)	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.9 รูปคลื่นสัญญาณจากเครื่องหยอดเหรียญแบบความกว้างพัลส์ (เมื่อใส่เหรียญ 5 บาท)	67
4.10 รูปคลื่นสัญญาณจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์	68
4.11 รูปคลื่นสัญญาณจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์	68
4.12 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟม	69
4.13 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดน้ำ	70
4.14 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วย โมดูล 3G	71

ตารางที่	หน้า
2.1 ความเร็ว (v) เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\phi$ ) และค่าคลาดเคลื่อน (%) จากการคำนวณ	13



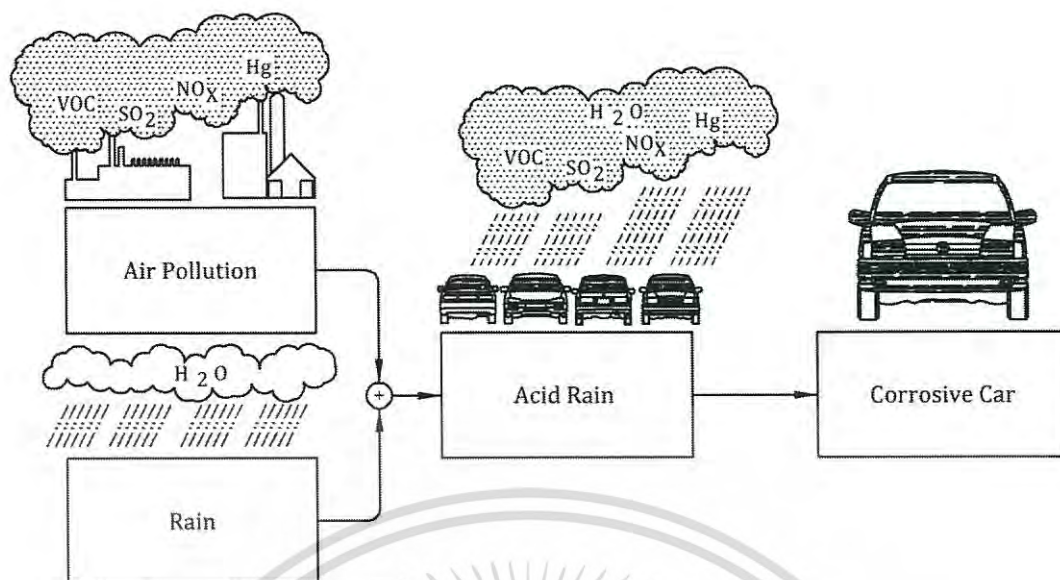
# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและกิจการในด้านต่างๆของมนุษย์มากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ระบบติดตามยานพาหนะขนส่งสาธารณะได้แก่ รถไฟ รถเมล์ ระบบรักษาความปลอดภัยของธนาคารและหน่วยงานขนาดใหญ่ ร้านขายสินค้าสะดวกซื้อที่มีการเชื่อมต่อข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สาย ระบบเติมเงินค่าสินค้าและบริการ ระบบติดตามรถยนต์รับจ้างสาธารณะ เครื่องหาตำแหน่งรถบรรทุกขนส่งสินค้าผ่านระบบเครือข่าย GPS เป็นต้น ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตรวมทั้งเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในปัจจุบันมีความข้องเกี่ยวกับกิจกรรมในด้านต่างๆของมนุษย์ในเกือบทุกด้าน การประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์และการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายในกิจกรรมทุกๆด้าน และรูปแบบหนึ่งของการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้นได้แก่ ตู้ขายสินค้าออนไลน์อัตโนมัติแบบต่างๆ และเครื่องล้างรถอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ผู้จัดทำได้มองเห็นความเป็นไปได้ของอุปกรณ์เครื่องล้างรถอัตโนมัติ ว่าเป็นการพัฒนาและประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าวข้างต้น ให้เกิดประโยชน์สร้างความเจริญก้าวหน้าของสังคมส่วนรวม และเป็นการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของประชาชนให้มีความเป็นอยู่ดีขึ้น ผู้จัดทำมีความเห็นว่า รถยนต์เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงและมีความจำเป็นที่ต้องใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ดังนั้นการดูแลรักษาซ่อมแซมรถยนต์จึงมีความจำเป็นเพื่อที่จะให้รถยนต์มีอายุการใช้งานได้อย่างยาวนาน อีกทั้งการบำรุงรักษารถยนต์ เป็นภาระของประชาชนที่เป็นเจ้าของและจะต้องใช้จ่ายเงินในการนี้เป็นจำนวนมาก การสร้างอุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการนี้ ทำให้เป็นการลดภาระค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นให้ลดลง เสริมสร้างให้มีความสะดวกสบายในการดำรงชีวิตมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีฝนตกชุกและตั้งอยู่ในบริเวณเขตร้อนชื้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการเกิดสนิมและเสื่อมสภาพของยานพาหนะซึ่งวัสดุส่วนใหญ่ประกอบด้วยโลหะ การที่รถต้องอยู่ในสภาพสกปรกเป็นเวลานาน จะเพิ่มความกัดกร่อนและอัตราการเกิดสนิมให้มากขึ้น เพราะสิ่งสกปรกต่างๆปะปนมากับน้ำฝนซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด ก่อให้เกิดสนิมและการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ในส่วนต่างๆ แสดงในรูปที่ 1.1 การดูแลรักษารถโดยใช้สารเคมีและอุปกรณ์ที่ถูกต้องจะช่วยทำให้ยานพาหนะซึ่งมีราคาสูงมีอายุการใช้งานได้ยาวนานและใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 มลภาวะในอากาศทำให้เกิดฝนกรดซึ่งก่อสนิมบนรถยนต์

เครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตนเอง จะทำให้เกิดประโยชน์ในการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษารถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ ในการที่จะซื้อเครื่องฉีดน้ำล้างรถยนต์หรือรถจักรยานยนต์มาประจำบ้าน เพื่อที่จะบำรุงรักษารถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ให้มีสภาพดีอยู่เสมอ ในด้านของผู้ประกอบการและเจ้าของกิจการ เครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตนเอง จะทำให้เกิดความสะดวกในการควบคุมดูแลผ่านอินเทอร์เน็ตและระบบ 3G เน็ตเวิร์ค

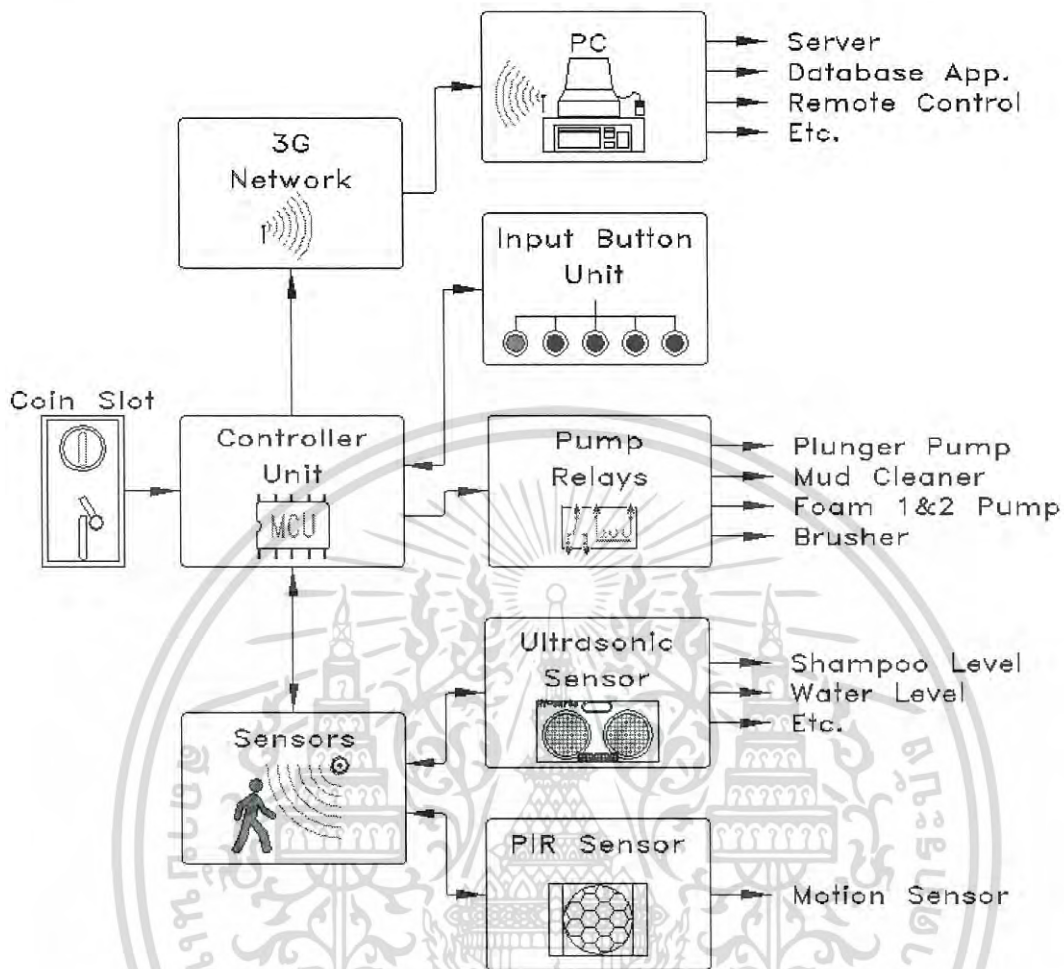
## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตนเองโดยที่เครื่องสามารถส่งข้อมูลการใช้งานและจำนวนเงินเข้าไปที่ฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านเครือข่ายการสื่อสารระบบ 3G ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเห็นข้อมูลต่างๆได้ผ่านเครือข่าย internet แบ่งได้เป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) สร้างเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตนเอง
- 2) เครื่องสามารถส่งข้อมูลการใช้งานและจำนวนเงินเข้าไปที่ฐานข้อมูลของเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านเครือข่าย 3G
- 3) ผู้ประกอบการสามารถเห็นข้อมูลต่างๆได้ผ่านเครือข่าย internet
- 4) ผู้ประกอบการสามารถควบคุมการทำงานต่างๆได้ผ่านเครือข่าย internet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเองแสดงได้ในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 โครงสร้างของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง

### 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องล้างรถหยอดเหรียญที่มีฟังก์ชันการทำงาน 3 ฟังก์ชันคือฟังก์ชันล้างโคลน, ฟังก์ชันฉีดโฟมและฟังก์ชันล้างน้ำสะอาด
2. สร้างระบบเชื่อมต่อข้อมูลจากเครื่องล้างรถหยอดเหรียญโดยใช้ระบบ 3G Network
3. สร้าง Website และฐานข้อมูลในการเก็บรายการการใช้เครื่องและรายได้

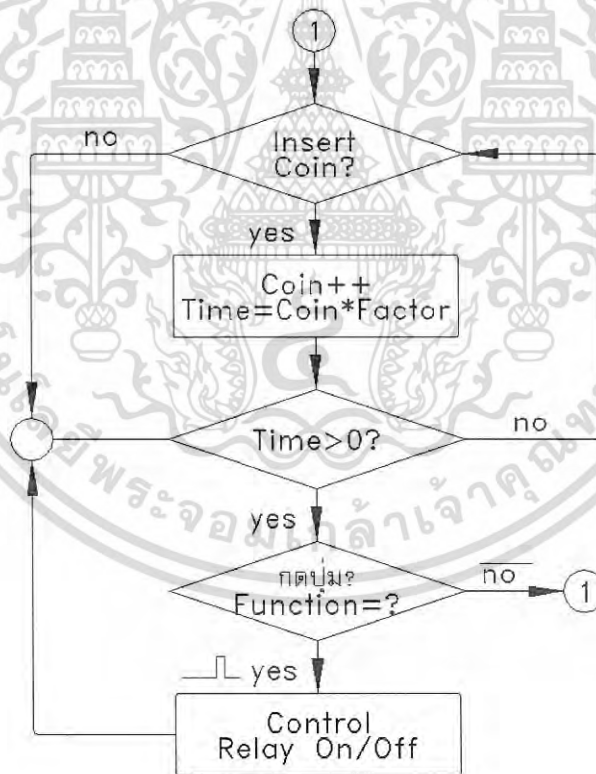
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักการทำงานของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ

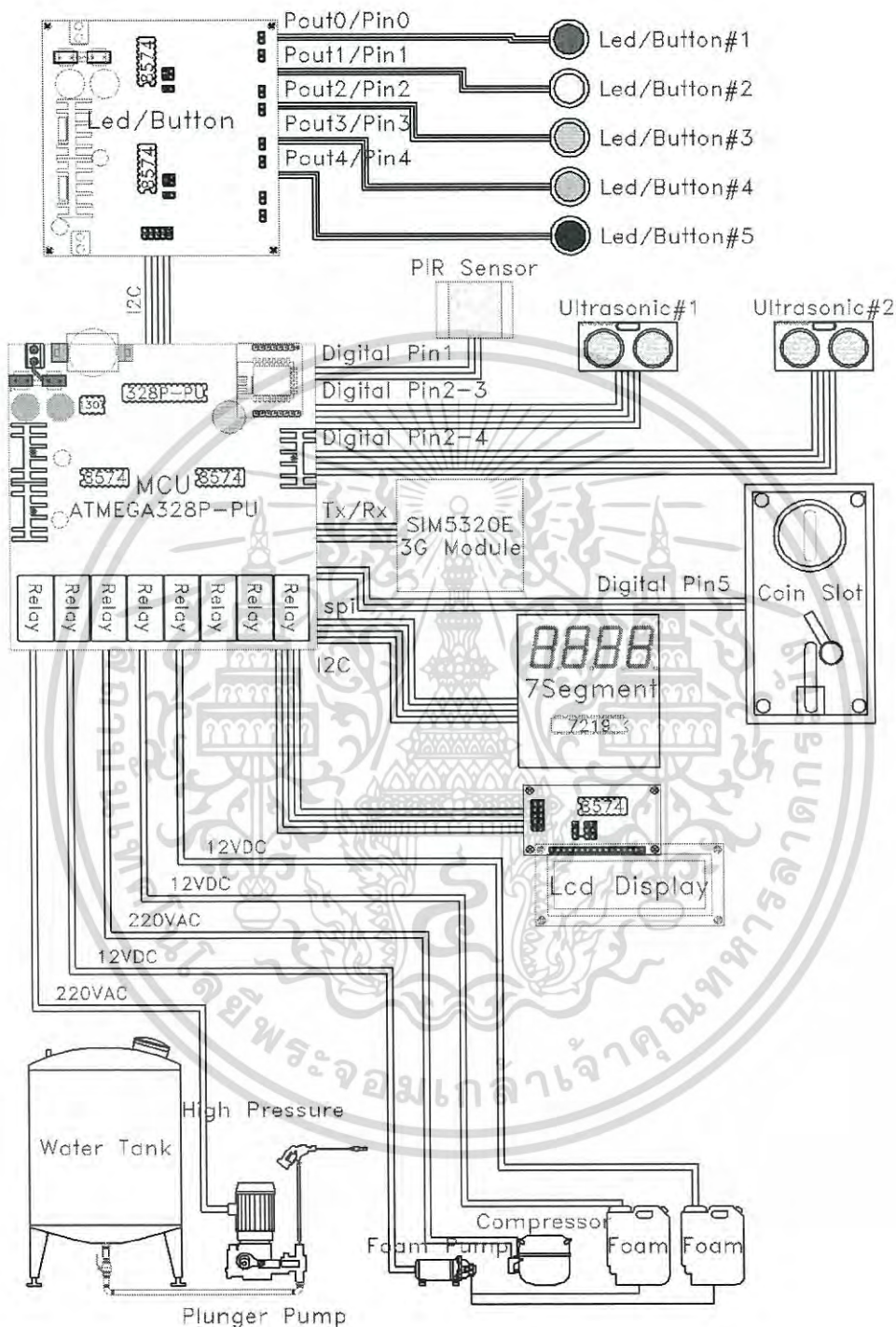
เครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติแบบบริการตนเอง มีหลักการทำงานโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU มาตรวจจับเครื่องหยอดเหรียญ ปริมาณเหรียญ ตรวจสอบปุ่มกด จำนวนเหรียญที่ผู้ใช้ใส่เข้ามาจะนำมาคำนวณเป็นเวลาสำหรับเปิดการใช้น้ำและโฟม เมื่อเวลาไม่เท่ากับศูนย์จะเปิดให้ผู้ใช้สามารถกดปุ่มสั่งทำงานต่างๆได้ เมื่อเวลาหมดไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะปิดการทำงาน ผู้ใช้จะไม่สามารถกดปุ่มทำงานได้ เมื่อผู้ใช้หยอดเหรียญและกดปุ่มทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะรายงานการทำงานและสถานะของเครื่องได้แก่ ระดับน้ำ ปริมาณแชมพู ปริมาณสารล้างโคลน ผ่านเครือข่าย 3G โดยใช้ 3G โมดูล ฝั่งการทำงานโดยย่อของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ฝั่งการทำงานโดยย่อของเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดการเชื่อมต่อของระบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติแบบบริการตนเอง แสดงได้ดังรูปที่ 2.2



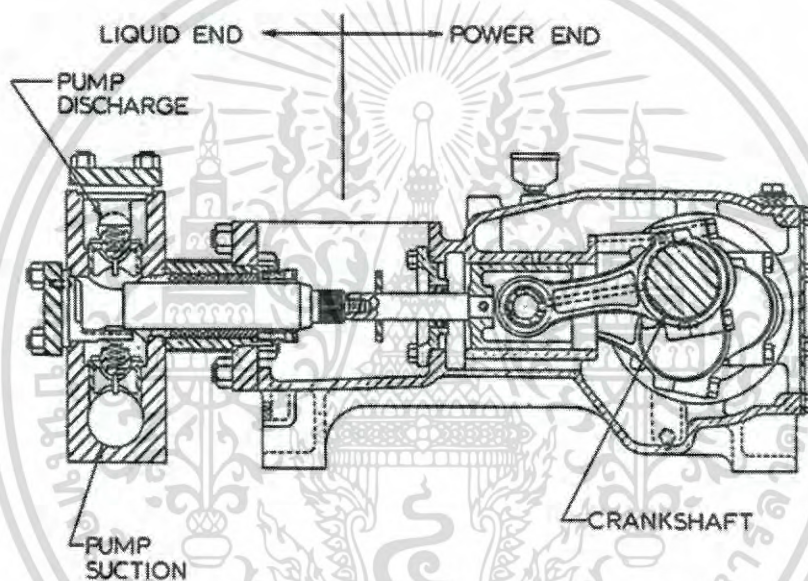
รูปที่ 2.2 ผังการเชื่อมต่อของระบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ

การทำงานของระบบประกอบไปด้วยระบบปั้มน้ำ เซ็นเซอร์ ระบบแสดงผล เครื่องหยอดเหรียญ อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย 3G และปั้มกดสั่งงาน ระบบเซ็นเซอร์จะประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์และ Passive infrared (PIR) เซ็นเซอร์ อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ทำหน้าที่วัดปริมาณของเหลวในถัง ส่วน Passive infrared (PIR) เซ็นเซอร์ทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนไหว ระบบแสดงผลประกอบด้วย 7 Segment และ LCD ปุ่มกดสั่งการเป็นแบบ Led Button

ระบบปั้มน้ำจะประกอบด้วยปั้ม 2 ชนิดได้แก่ ปั้มน้ำแรงดันสูงและปั้มโหม ปั้มน้ำแรงดันสูงจะเป็นชนิดปั้มท่อนสูบ (plunger pumps) ซึ่งใช้กับไฟฟ้า 220Vac ซึ่งจะให้แรงดันสูงและปริมาณน้ำต่ำ ส่วนประกอบที่สำคัญคือท่อนสูบ วาล์วด้านดูดวาล์วด้านส่ง ปั้มโหมจะประกอบด้วยคอมเพรสเซอร์และปั้มไดอะแฟรม (Diaphragm Pump) ปั้มไดอะแฟรมใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 12Vdc ทำหน้าที่ดูดน้ำเข้าสู่คอมเพรสเซอร์เพื่อสร้างโหมต่อไป โครงสร้างของปั้มท่อนสูบ (plunger pumps) แสดงดังรูปที่ 2.3



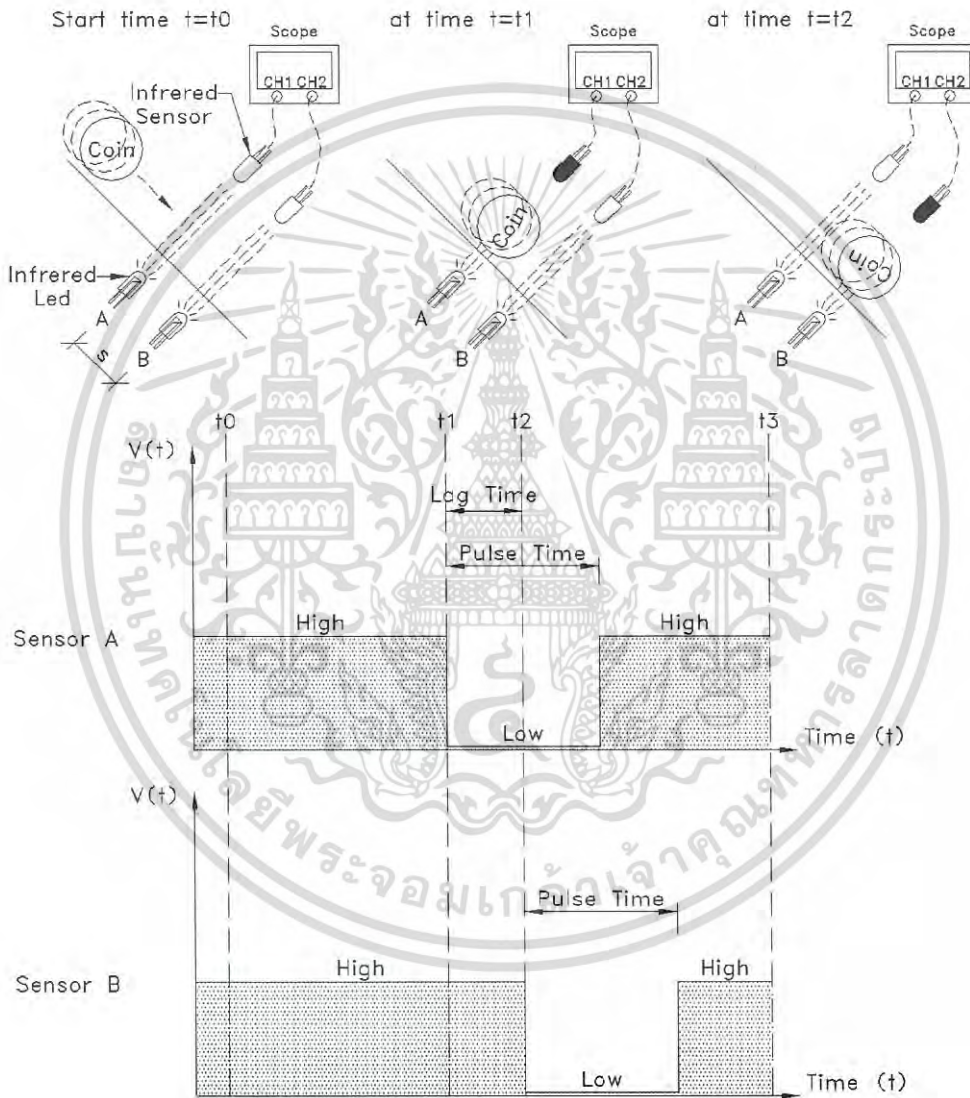
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของปั้มน้ำแรงดันสูงชนิดปั้มท่อนสูบ (plunger pumps)

ที่มา : Prince Mohammad Bin Fahd University. (2014) , Triple Piston Pump Mechanical Engineering, ค้นข้อมูลจาก [www.pmu.edu.sa](http://www.pmu.edu.sa) , Copyright 2014 by PMU.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ

เครื่องหยอดเหรียญใช้หลักการวัดความเร็วของเหรียญที่ใส่ลงในช่องหยอดเหรียญ โดยใช้ อินฟราเรดเซ็นเซอร์ 2 ชุดวางที่ระยะห่างที่กำหนดค่าเอาไว้ล่วงหน้า เมื่อเหรียญวิ่งตัดผ่านแสงอินฟราเรดทั้งสองตัว เวลาที่ต่างกันของสัญญาณที่เกิดจากระยะห่างของมันจะนำมาคำนวณโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์จับเวลาและหาค่าความเร็วรวมทั้งขนาดของเหรียญได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ

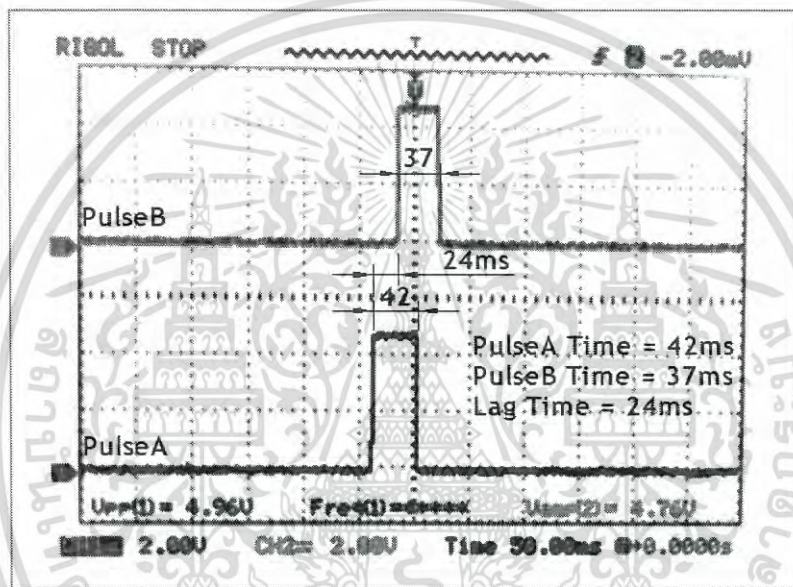
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นความเร็วของเหรียญ และขนาดของเหรียญสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเร็ว (v)} = \frac{s}{t} = \frac{s}{\text{LagTime}} \quad (2.1)$$

$$\text{ขนาดเหรียญ (w)} = v \times \text{PulseTime} \quad (2.2)$$

เมื่อทำการวัดเข้าพุตของเซ็นเซอร์อินฟราเรดโดยต่อเข้ากับออสซิลโลสโคป แล้วทำการวัดคลื่นสัญญาณ รูปสัญญาณที่วัดได้จากอินฟราเรดเซ็นเซอร์ที่ได้จากเหรียญขนาดต่างๆ จะสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 – 2.9

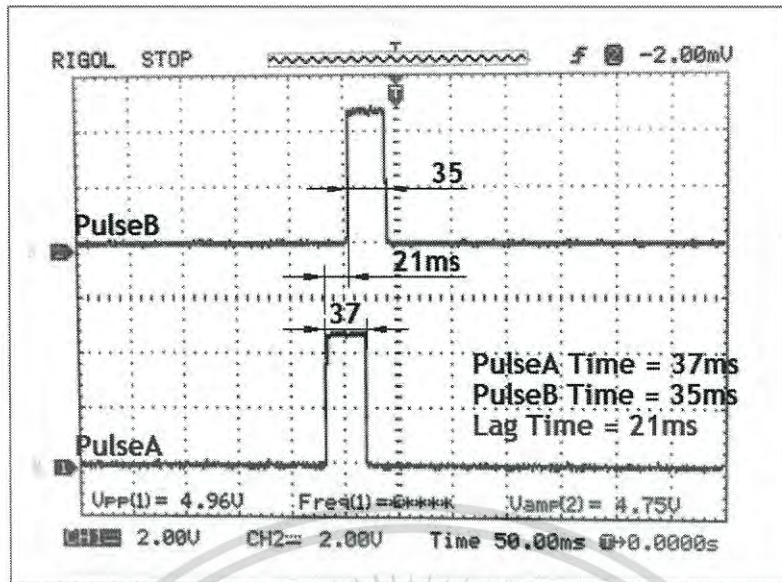


รูปที่ 2.5 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 1 บาทรุ่นใหม่

CH1 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ A

CH2 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ B

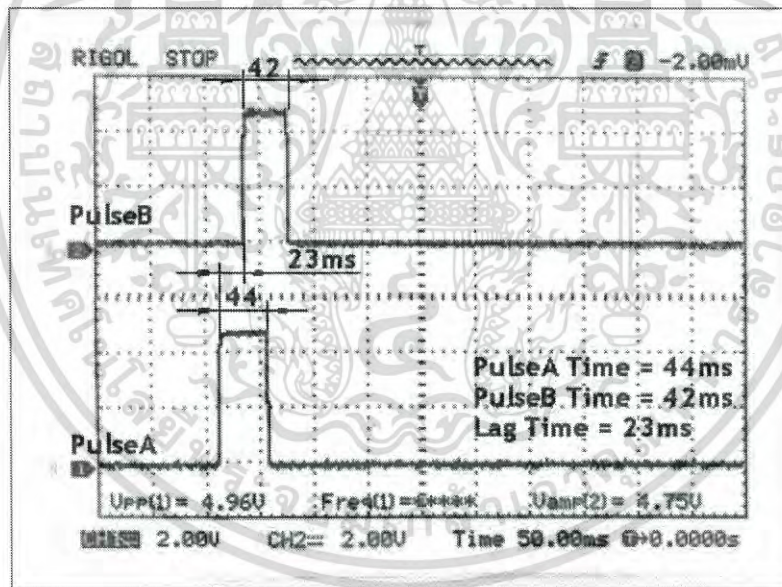
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 1 บาทรุ่นเก่า

CH1 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ A

CH2 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ B

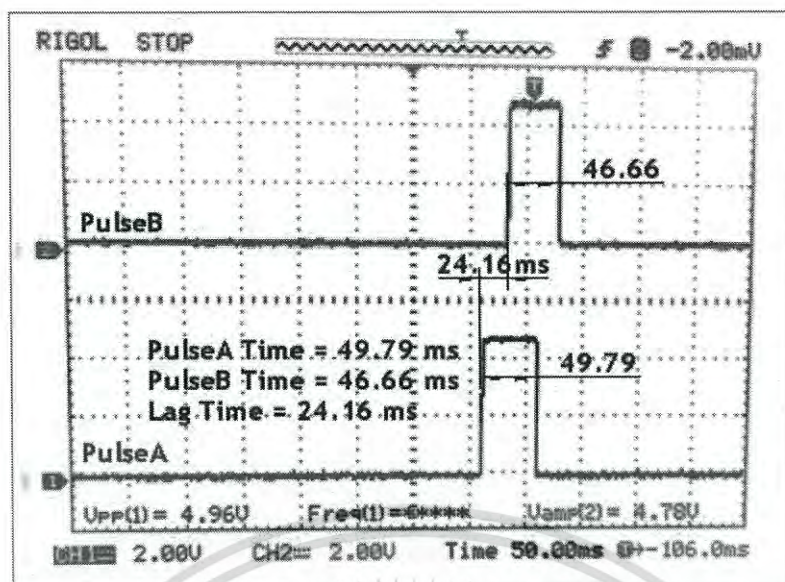


รูปที่ 2.7 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 2 บาทรุ่นใหม่

CH1 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ A

CH2 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ B

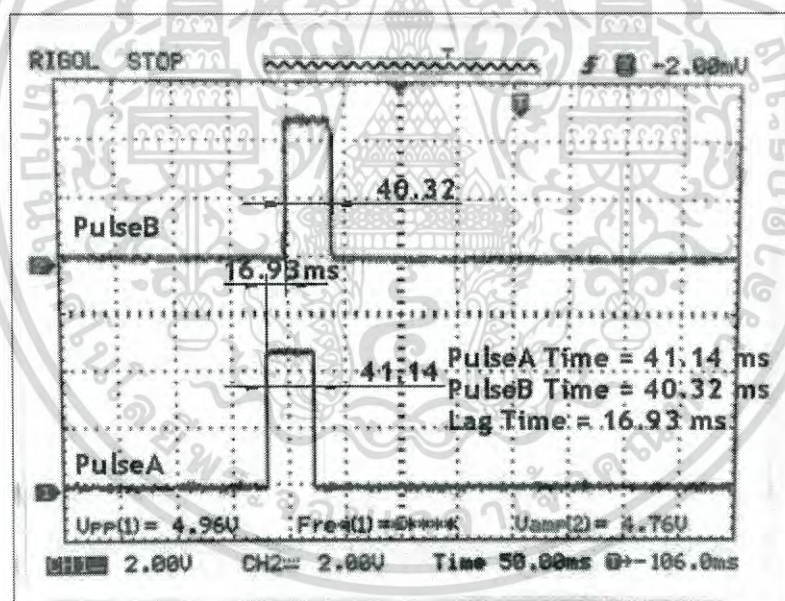
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 5 บาทรุ่นใหม่

CH1 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ A

CH2 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ B



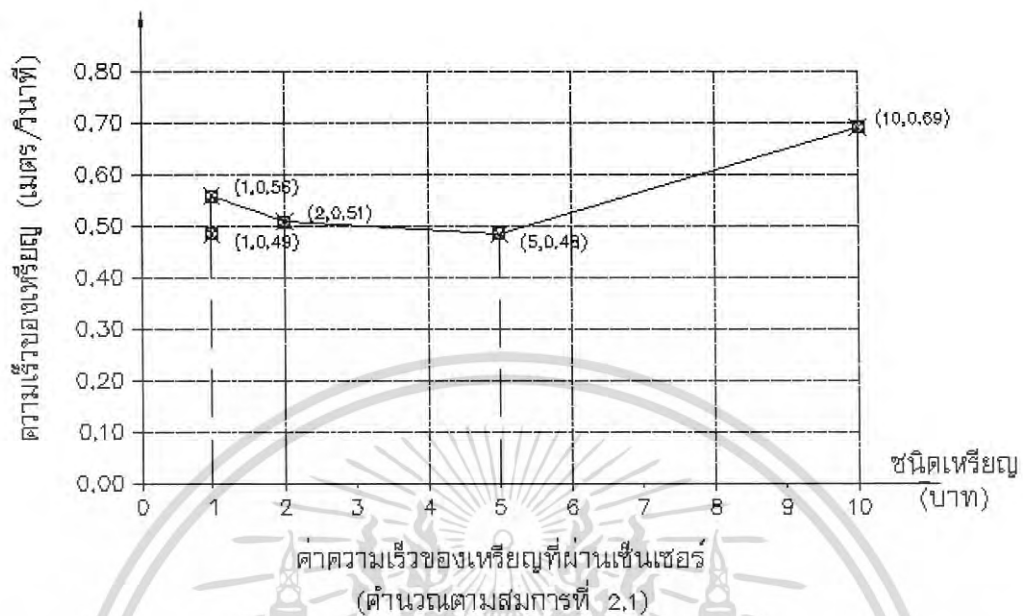
รูปที่ 2.9 รูปสัญญาณจากอินฟราเรดเซ็นเซอร์จากเหรียญ 10 บาทรุ่นใหม่

CH1 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ A

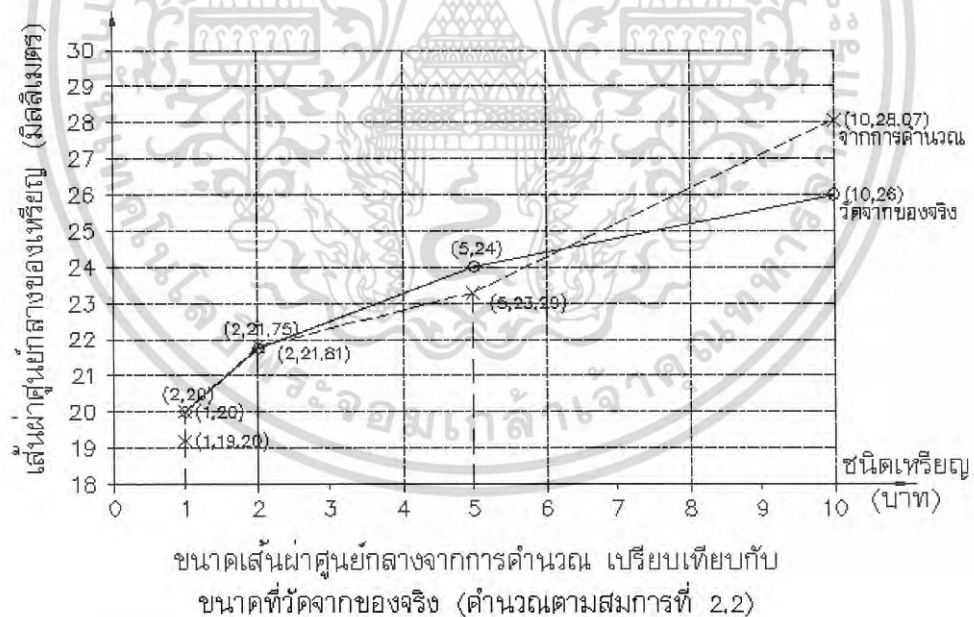
CH2 : สัญญาณจาก IR เซ็นเซอร์ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป นำมาคำนวณตามสมการที่ 2.1 และ 2.2 สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.10 – 2.11



รูปที่ 2.10 ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป นำมาคำนวณหาความเร็วตามสมการที่ 2.1



รูปที่ 2.11 ค่าที่วัดได้จากออสซิลโลสโคป นำมาคำนวณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตามสมการที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

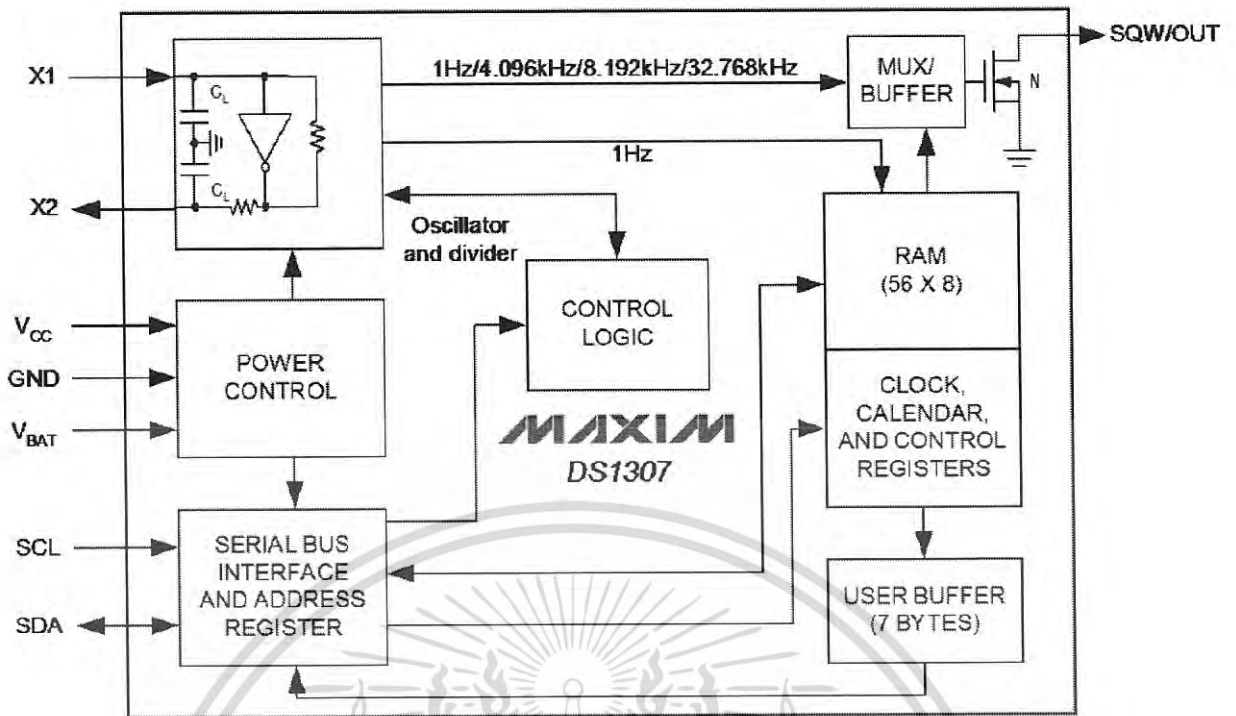
ความเร็ว (V) เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\phi$ ) และค่าคลาดเคลื่อน (%) จากการคำนวณตามสมการที่ 2.1 และ 2.2 แสดงได้ในตารางที่ 2.1

ชนิดเหรียญ	ระยะห่างของเซ็นเซอร์ (s,mm)	Lag Time (ms)	Pulse A Time (ms)	Pulse B Time (ms)	ความเร็ว (V,mv/s)	เส้นผ่าศูนย์กลาง		ค่าคลาดเคลื่อน (%)
						จากการคำนวณ ( $\phi$ ,mm)	จากการวัด ( $\phi$ ,mm)	
1 บาท	11.7	24	42	37	0.49	19.20	20	3.99%
1 บาท	11.7	21	37	35	0.56	20.00	20	0.00%
2 บาท	11.7	23	44	42	0.51	21.81	21.75	-0.28%
5 บาท	11.7	24.16	49.79	46.66	0.48	23.29	24	2.97%
10 บาท	11.7	16.93	41.14	40.32	0.69	28.07	26	-7.95%

ตารางที่ 2.1 ความเร็ว (V) เส้นผ่าศูนย์กลาง ( $\phi$ ) และค่าคลาดเคลื่อน (%) จากการคำนวณ

### 2.3 หลักการทำงานของ IC DS1307 serial real-time clock (RTC)

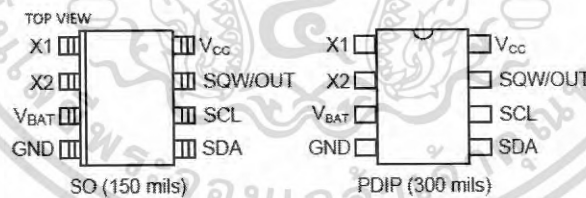
IC DS1307 คือไอซีนาฬิกาเวลาจริงแบบอนุกรม ใช้รหัส BCD ในการส่งข้อมูลซึ่งประกอบด้วย เวลาและวันเดือนปีตามปฏิทิน ข้อมูลจะส่งแบบอนุกรมผ่านทางพอร์ต I2C ข้อมูลเวลาประกอบด้วย วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน และปี สามารถคำนวณวันในเดือนที่มีน้อยกว่า 31 วันได้ รูปแบบของเวลามีทั้งแบบ 24-ชั่วโมง หรือ 12-ชั่วโมง รวมทั้งแสดง AM/PM IC DS1307 มีความสามารถตรวจสอบระบบไฟเลี้ยงและสามารถเปลี่ยนไปใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่เมื่อระบบไฟเลี้ยงไม่จ่ายกระแส การเก็บเวลาจะสามารถทำได้อย่างต่อเนื่องโดยใช้แบตเตอรี่ ผังการทำงานแสดงได้ในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ฟังก์ชันการทำงานของ IC DS1307 serial real-time clock (RTC)

ที่มา : Maxim Integrated Products. (2015) , DS1307 64 x 8, Serial, I2C Real-Time Clock.

การจัดวางขาอินพุต เข้าพุตและไฟเลี้ยงของ IC DS1307 แสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การจัดวางขาอินพุต เข้าพุตและไฟเลี้ยงของ IC DS1307

ที่มา : Maxim Integrated Products. (2015) , DS1307 64 x 8, Serial, I2C Real-Time Clock.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 หลักการทำงานของ IC PCF8574 Remote 8-bit I/O expander

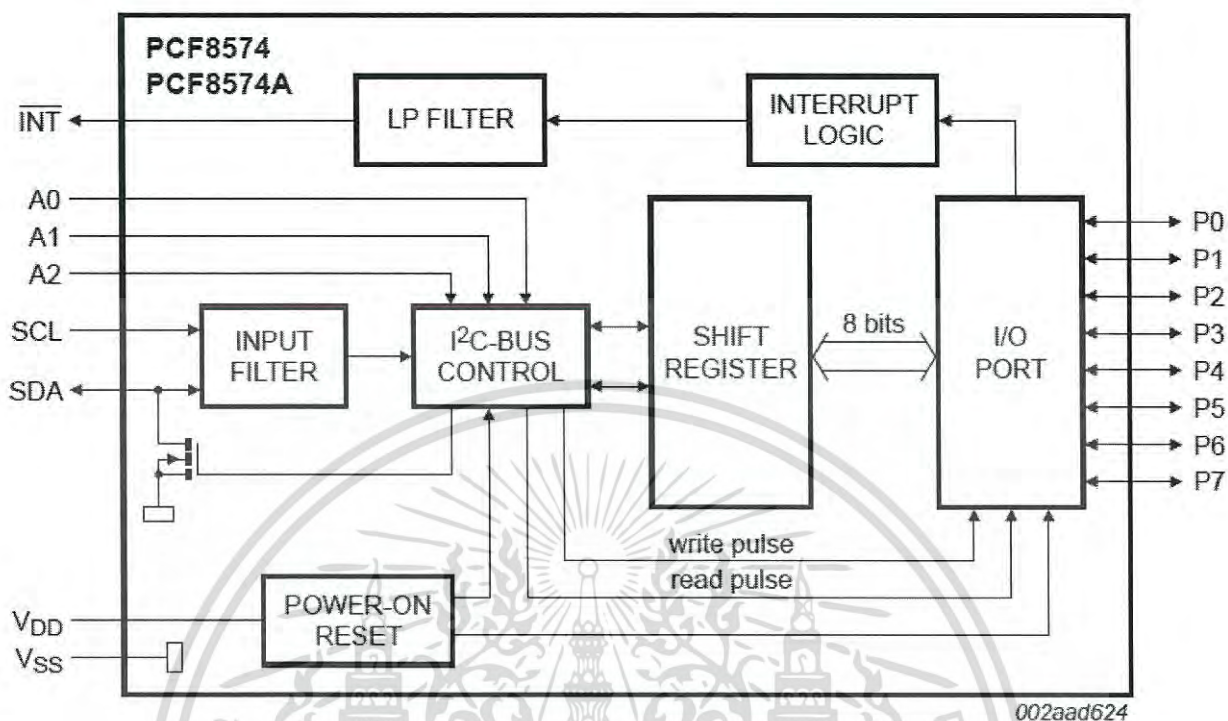
IC PCF8574/74A คือไอซีขยายอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ I2C ประกอบด้วยสายสัญญาณ 2 สายคือ serial clock (SCL) และ serial data (SDA) ตัวอุปกรณ์ประกอบด้วยพอร์ทแบบสองทาง 8 พอร์ท , การเชื่อมต่อแบบ I2C ด้วยความเร็ว 100 kHz, ขาสำหรับการกำหนดแอดเดรส 3 ขา และขาสัญญาณอินเทอร์รัพท์ ทำงานโดยใช้แรงดันระหว่าง 2.5V ถึง 6V พอร์ทแบบสองทางสามารถกำหนดให้เป็นอินพุตเพื่อตรวจจับปุ่มกดและอินเทอร์รัพท์ได้อย่างอิสระ หรือเป็นเอาต์พุตเพื่อขับโหลดอุปกรณ์อื่นๆเช่น หลอดแอลอีดี ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นระบบหลักสามารถอ่านข้อมูลออกมาจากพอร์ทอินพุตหรือเขียนลงไปทีพอร์ทเอาต์พุตผ่านตัวแปรหลักหนึ่งตัว การกินกระแสที่น้อย (ประมาณ 2.5  $\mu$ A) จึงเหมาะสำหรับใช้งานกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ การจัดวางขาอินพุต เอาต์พุตและไฟเลี้ยงของ IC PCF8574 แสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การจัดวางขาอินพุต เอาต์พุตและไฟเลี้ยงของ IC PCF8574

ที่มา : NXP Semiconductors. (2013) , PCF8574; PCF8574A.

ผังการทำงานของ IC PCF8574 แสดงได้ในรูปที่ 2.15



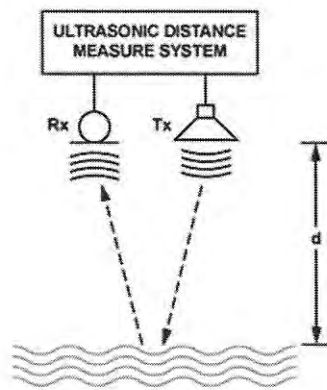
รูปที่ 2.15 ผังการทำงานของ IC PCF8574 Remote 8-bit I/O expander

ที่มา : NXP Semiconductors. (2013) , PCF8574; PCF8574A.

## 2.5 หลักการทำงานของอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ HY-SRF05

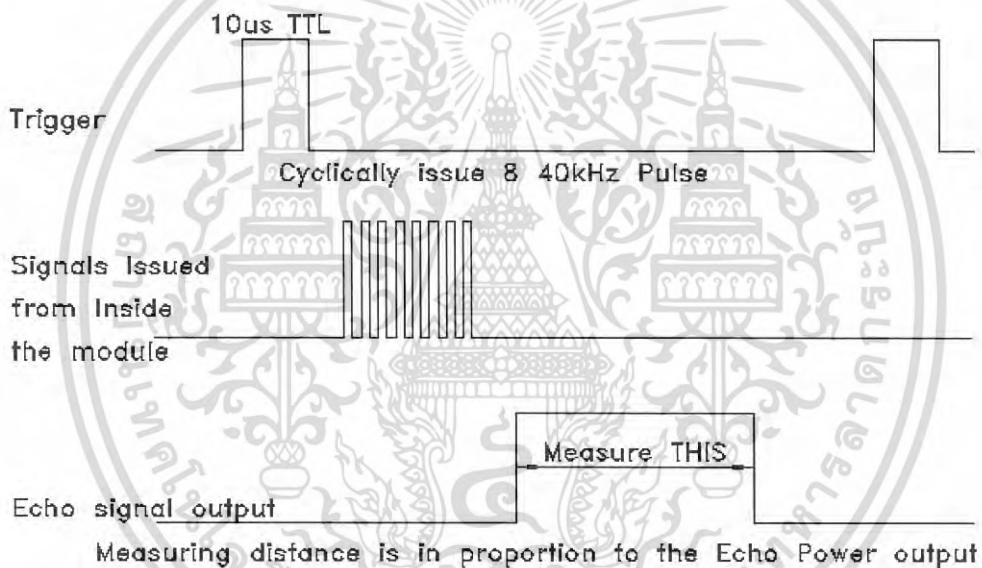
เครื่องวัดระยะวัตถุด้วยคลื่นอัลตราโซนิก HY-SRF05 ใช้หลักการวัดระยะเวลาที่คลื่นตกกระทบและคลื่นสะท้อนนำมาคำนวณหาระยะห่างของสิ่งกีดขวาง ดังแสดงในรูปที่ 2.16

การวัดระยะทางทำได้โดยการส่งสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10  $\mu$ s ที่ขา Trig ของโมดูล หลังจากนั้นโมดูล SRF005 จะทำการสร้างคลื่นอัลตราโซนิกที่ความถี่ 40 kHz ออกมา เมื่อคลื่นสะท้อนกลับมาโมดูลจะสร้างสัญญาณ 'HIGH' ที่มีอัตราส่วนเท่ากับระยะห่างของสิ่งกีดขวาง ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 หลักการวัดระดับน้ำด้วยคลื่นอัลตราโซนิก

ที่มา : Analog Devices. (2018) , Ultrasonic Distance Measurement , ค้นข้อมูล  
จาก [www.analog.com/en/design-center/reference-designs/hardware-reference](http://www.analog.com/en/design-center/reference-designs/hardware-reference)



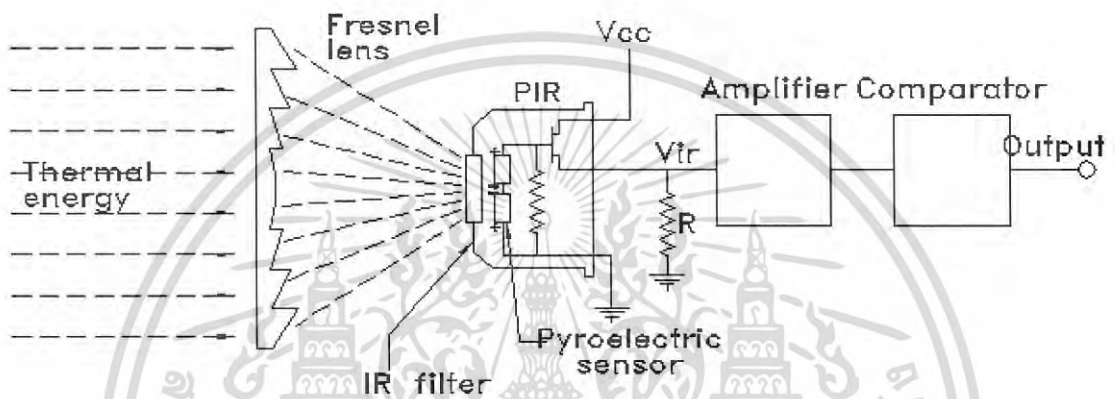
รูปที่ 2.17 Ultrasonic Timing Diagram

ที่มา : Upgrade Industries. , HC-SR05 / HY-SRF05 Precision Ultrasonic  
Sensor , ค้นข้อมูลจาก [www.tindie.com/products/upgradeindustries/hc-sr05-hy-srf05-precision-ultrasonic-sensor](http://www.tindie.com/products/upgradeindustries/hc-sr05-hy-srf05-precision-ultrasonic-sensor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 หลักการทำงานของ PIR Sensor

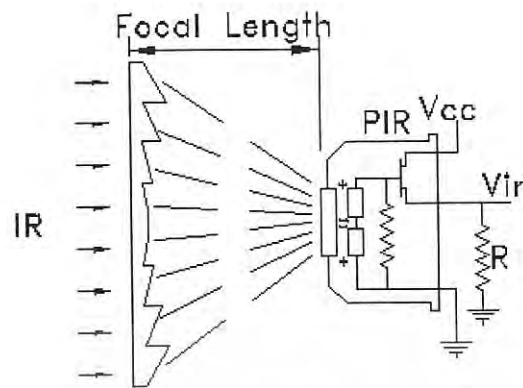
PIR เซ็นเซอร์คืออุปกรณ์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดหรือคลื่นความร้อนที่แผ่ออกมาจากวัตถุ โดยใช้หลักการไพโรอิเล็กทริกเอฟเฟกต์ที่เกิดขึ้นจากผลึกของสารประกอบไวแสงลิเทียมซัลเฟต ภายในตัวอุปกรณ์ประกอบด้วยวัสดุกรองแสงอินฟราเรดและเฟรสเนลเลนส์ทำหน้าที่รวมแสงอินฟราเรดให้มาตกกระทบที่ผลึกสารประกอบไวแสง ซึ่งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น และนำเข้าวงจรขยายเพื่อควบคุมและวิเคราะห์สัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 หลักการทำงานของ PIR Sensor

ที่มา : RobotsCraft. , Introduction to PIR Sensor and Integrating It with Arduino , ค้นข้อมูลจาก [www.instructables.com/id/introduction-to-PIR-Sensor-and-integrating-It-With/](http://www.instructables.com/id/introduction-to-PIR-Sensor-and-integrating-It-With/)

การทำงานของเฟรสนเนลเลนส์ที่ทำหน้าที่รวมแสง แสดงได้ดังรูปที่ 2.19



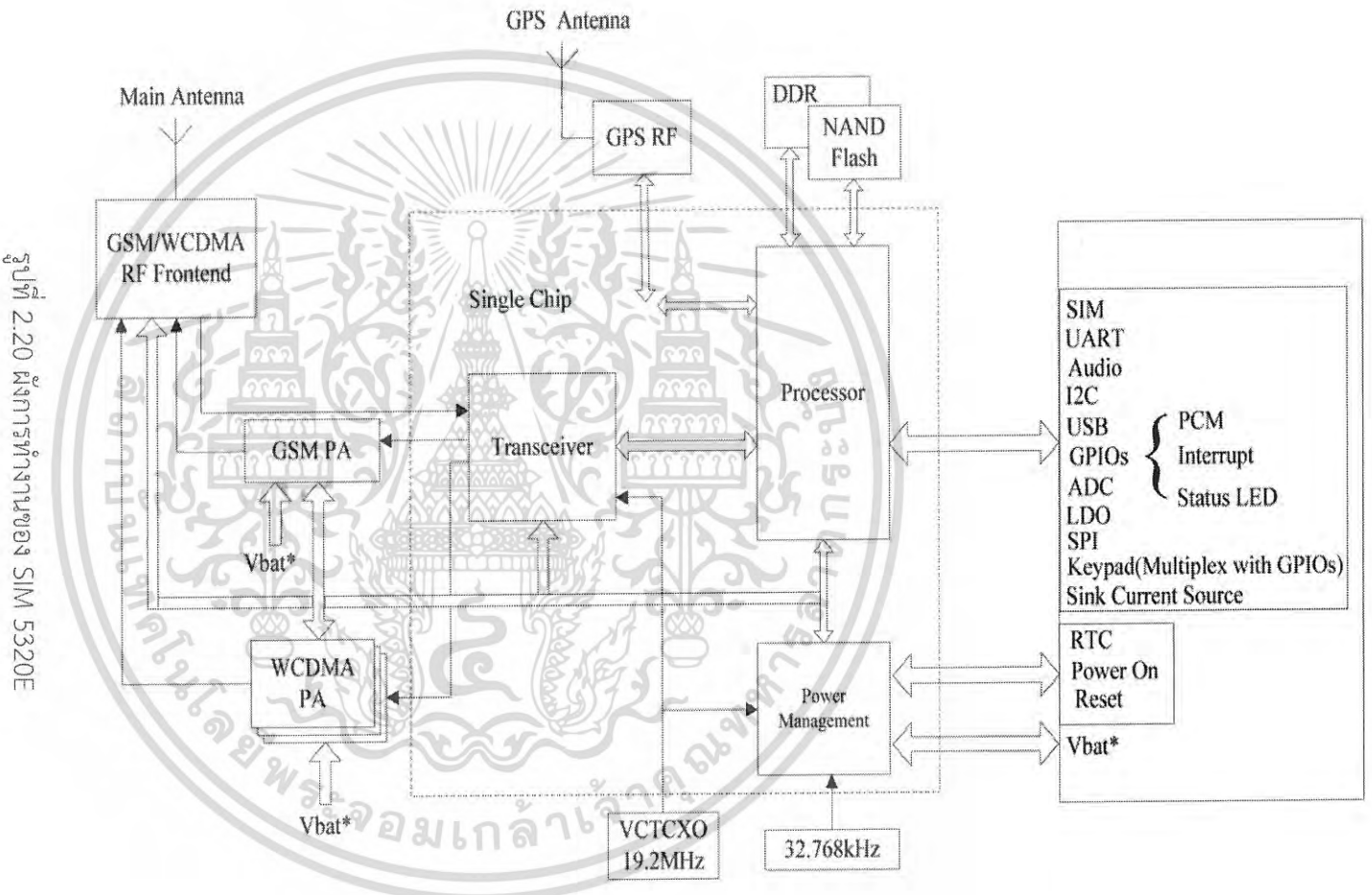
รูปที่ 2.19 การทำงานของเฟรสนเนลเลนส์

ที่มา : Adafruit. , PIR Motion Sensor : How PIRs Work , ค้นข้อมูลจาก <https://learn.adafruit.com/assets/517>

## 2.7 หลักการทำงานของ SIM 5320E โมดูล 3G

SIM5320E GSM 3G คือโมดูลสื่อสารไร้สายในเครือข่ายระบบ 3G ตามมาตรฐาน UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)/HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access) มีความสามารถในการสื่อสารข้อมูล 1.8-3.6 เมกะบิตต่อวินาที (Mbps) และระบบ 2G ตามมาตรฐาน GSM/GPRS/EDGE ซึ่งมีอัตราความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูล 9.6-384 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ซึ่งสามารถทำงานบนย่านความถี่ GSM 850 เมกะเฮิรตซ์ , EGSM 900 เมกะเฮิรตซ์, DCS 1800 เมกะเฮิรตซ์, PCS 1900 เมกะเฮิรตซ์ และ WCDMA 2100/900 เมกะเฮิรตซ์ ใช้การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ UART , USB2.0 , SPI , I2C , Keypad และ PCM และได้มีฟังก์ชันคำสั่งต่างๆสำหรับควบคุมการสื่อสารมากมาย ที่สามารถจะใช้งานในการสื่อสารผ่านโปรโตคอล TCP/UDP/FTP/FTPS/HTTP/HTTPS/SMTP/POP3 และ MMS โดยใช้ AT Command และ LUA script ผังการทำงานของ SIM 5320E แสดงได้ดังรูปที่ 2.20

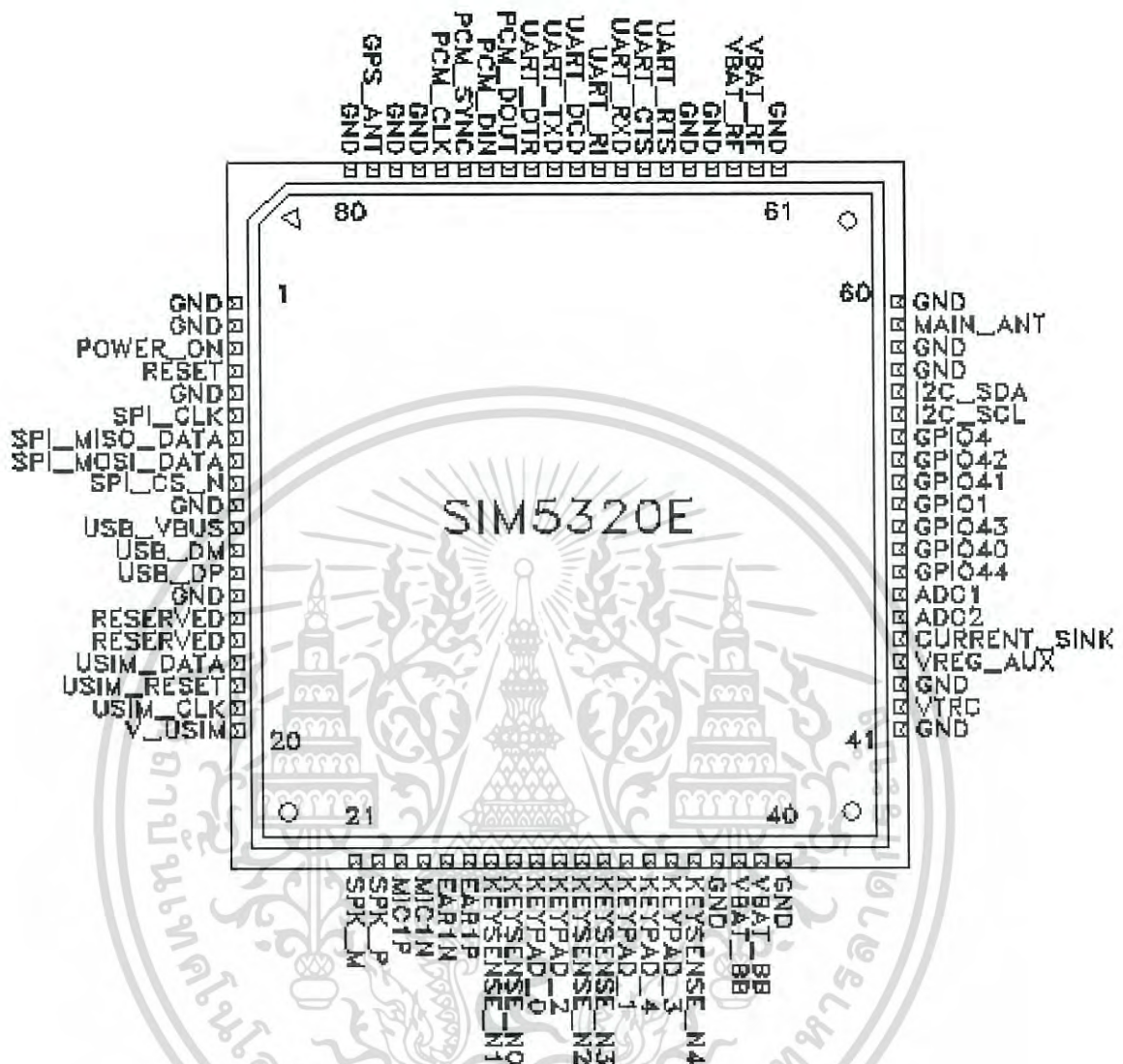
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 การทำงานของ SIM 5320E

ที่มา : Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd. (2012) , SIM5320 Hardware Design.

รายละเอียดการจัดวางขาต่างๆ ของ SIM5320E GSM โมดูล 3G แสดงดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การจัดวางขาต่างๆ ของ SIM5320E GSM โมดูล 3G

ที่มา : Shanghai SIMCom Wireless Solutions Ltd. (2012) , SIM5320

Hardware Design.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU

ATMEGA328P-PU คือไมโครคอนโทรลเลอร์ CMOS 8-bit กึ่งสำเร็จรูป ใช้รูปแบบสถาปัตยกรรม AVR enhanced RISC ประมวลผลหนึ่งคำสั่งในหนึ่งรอบสัญญาณนาฬิกา สามารถทำงานกับความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 16 MHz จึงสามารถประมวลคำสั่งได้สูงถึง 16 ล้านคำสั่งต่อวินาที , มีความเร็วในการประมวลผล 1 MIPS per MHz เป็นหนึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Atmel Corporation สหรัฐอเมริกา AVR อยู่ในรูปแบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ โดยบางรุ่นใช้ไฟเพียง 1.5 V - 5.5 V เท่านั้น และยังมีโหมดประหยัดพลังงานอีก 6 โหมด ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU ที่นำมาใช้งานเป็นแบบ 28-pin PDIP คุณสมบัติเด่นของ ATMEGA328P-PU สรุปได้ดังนี้



รูปที่ 2.22 ไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU

- มีหน่วยความจำ 3 แบบเพื่อรองรับการทำงานประกอบด้วย
  - 32K Bytes Flash program memory หน่วยความจำหลัก ซึ่งจะเก็บ code ทั้งหมดที่เราเขียนไว้และจะไม่สูญหายต่อให้ไม่จ่ายไฟเลี้ยงให้กับบอร์ด เป็นหน่วยความจำที่ควรพิจารณาก่อนเวลาจะเลือกใช้ MCU
  - 2K Bytes Internal SRAM หน่วยความจำสำหรับเก็บค่าตัวแปร (Variable) ต่างๆ แบบชั่วคราว เมื่อไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลต่างๆก็จะสูญหายไป
  - 1K Bytes EEPROM หน่วยความจำแบบพิเศษ ที่แม้ไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะไม่สูญหาย
- 32 x 8 General Purpose Registers
- 131 คำสั่ง และประมวลผลแต่ละคำสั่งใน 1 รอบสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 14 Digital I/O Pin (6 pin สามารถใช้เป็น PWM output ได้) ในแต่ละ digital pins ทั้ง 14 pins สามารถเป็นได้ทั้ง input และ output โดยจะทำงานที่แรงดัน 5V และให้กระแสสูงสุด 40 mA จำนวนขาใช้งานแบบดิจิทัล (on/off) มีทั้งหมด 14 ขา และ 6 จาก 14 ขา สามารถใช้งาน PWM ได้
- 6 Analog Input Pin 10-bit ADC (สามารถใช้เป็น Digital I/O ได้) ใช้งานสำหรับรับค่าสวิตช์ หรืออุปกรณ์คอนโทรลแบบ Analog (ค่าค้อยๆเพิ่ม/ค้อยๆลด)
- หน่วยความจำ 32 KB (0.5 KB ใช้สำหรับ boot loader) นอกจากนี้ยังมีอีก 2 KB สำหรับ SRAM และ 1 KB สำหรับ EEPROM
- 6 PWM output Channels ที่ digital pin 3,5,6,9,10 และ 11 ให้ PWM output 8-bits
- SPI (Serial Peripheral Interface) ที่ขา digital pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) ใช้สำหรับรองรับการสื่อสารแบบ SPI interface เชื่อมต่ออุปกรณ์อนุกรมหรือใช้สำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำแบบแฟลช
- 2-wire Serial Interface (Philips I2C compatible) ที่ขา analog pin A4 หรือ SDA pin และ analog pin A5 หรือ SCL pin ใช้สำหรับการสื่อสารแบบ TWI (Two wires Interface หรือ I2C)
- 2 - 8-bit Timer/Counters Counter
- 1 - 16-bit Timer/Counter ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 1 ชุด รองรับการทำงานสมบูรณ์แบบทั้งในโหมดตั้งเวลา (Timer) , ตัวนับ (Counter) , เปรียบเทียบสัญญาณ (Compare) และตรวจจับสัญญาณ (Capture)
- สัญญาณนาฬิกา: 16 MHz ความเร็วของสัญญาณนาฬิกา มีผลต่อการทำงานและประมวลผลของบอร์ด
- มีอินพุตเปรียบเทียบสัญญาณอนาล็อก 2 ช่อง
- มีโมดูลสื่อสารอนุกรม UART (Universal asynchronous Receiver Transmitter)
- รองรับอินเทอร์รัปต์ทั้งจากสัญญาณภายนอกและการทำงานของโมดูลต่างๆภายในไมโครคอนโทรลเลอร์
- สามารถใช้ไฟเลี้ยง 1.8-5.5 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อัตราการกินกระแสที่ 1 เมกกะเฮิร์ต, 1.8V, 25°C
  - โหมดทำงานปกติ : 0.2 mA
  - โหมดหยุดการทำงาน : 0.1 $\mu$ A
  - โหมดประหยัดพลังงาน : 0.75 $\mu$ A
  
- ความเร็วในการประมวลผล
  - 0 – 4 MHz @ 1.8 – 5.5V
  - 0 – 10 MHz @ 2.7 – 5.5V
  - 0 – 20 MHz @ 4.5 – 5.5V
  
- ช่วงอุณหภูมิทำงาน -40°C - 105°C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8.1 รายละเอียดของขาของไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU ที่เลือกใช้ในการทดลองเป็นแบบ 28 ขา PDIP package โดยมีการจัดวางขาอินพุตและเอาพุตต่างๆไว้ดังรูปที่ 2.23

(PCINT14/RESET) PC6	<input type="checkbox"/>	1	28	<input type="checkbox"/>	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	<input type="checkbox"/>	2	27	<input type="checkbox"/>	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	<input type="checkbox"/>	3	26	<input type="checkbox"/>	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	<input type="checkbox"/>	4	25	<input type="checkbox"/>	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	<input type="checkbox"/>	5	24	<input type="checkbox"/>	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	<input type="checkbox"/>	6	23	<input type="checkbox"/>	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	<input type="checkbox"/>	7	22	<input type="checkbox"/>	GND
GND	<input type="checkbox"/>	8	21	<input type="checkbox"/>	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	<input type="checkbox"/>	9	20	<input type="checkbox"/>	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	<input type="checkbox"/>	10	19	<input type="checkbox"/>	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	<input type="checkbox"/>	11	18	<input type="checkbox"/>	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	<input type="checkbox"/>	12	17	<input type="checkbox"/>	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	<input type="checkbox"/>	13	16	<input type="checkbox"/>	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	<input type="checkbox"/>	14	15	<input type="checkbox"/>	PB1 (OC1A/PCINT1)

รูปที่ 2.23 การจัดวางขาของไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU

- VCC แหล่งจ่ายไฟแรงดันที่เราป้อนเข้าไป เป็น input voltage โดยใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก
- GND เป็น Groud pin
- Port B (PB[7:0]) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2 พอร์ต B เป็นอินพุตเอาพุต 8 บิตแบบ 2 ทาง (bi-direction) ประกอบด้วยตัวต้านทานภายในต่อเข้ากับ Vcc เพื่อให้แรงดันอยู่ในสถานะ “HIGH” หรือ “1” (internal pull-up resistors) พอร์ต B เป็นพอร์ตแบบสามสถานะ (Tri-state) ใช้งานได้สูงสุด 8 ขา (PB0-PB7) โดยมี 2 ขา ใช้งานร่วมกับคริสตอลเพื่อกำเนิดสัญญาณนาฬิกาให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ขา PB6 ซึ่งสามารถใช้เป็นอินพุตของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา และ PB7 สามารถใช้เป็นเอาพุตของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา
- Port C (PC5:0) พอร์ต C คือพอร์ตขนาด 7 บิตแบบ 2 ทาง (bi-direction) ประกอบด้วยตัวต้านทานภายในต่อเข้ากับ Vcc เพื่อให้แรงดันอยู่ในสถานะ “HIGH” หรือ “1” (internal pull-up resistors) พอร์ต B เป็นพอร์ตแบบ

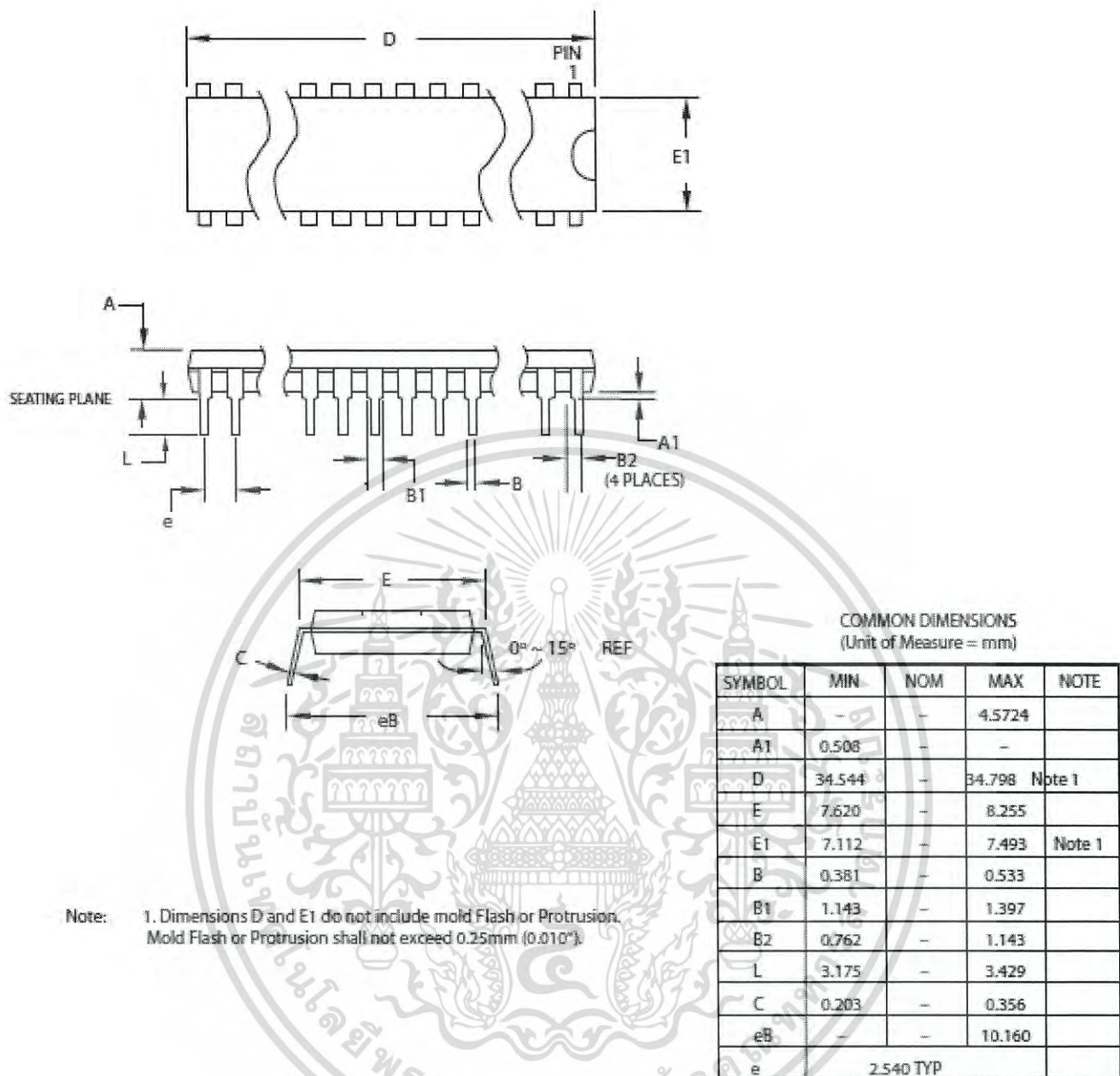
สามสถานะ (Tri-state) ซึ่งมีขาใช้งานได้ 7 ขา (PC0-PC6) โดย PC0-PC5 สามารถใช้เป็นอินพุตต่อแอล็อกได้

- PC6/RESET การรีเซ็ตระบบสามารถกระทำได้โดยใช้สัญญาณ Low ไปที่ขา PC6 เป็นระยะเวลาสั้นกว่าความกว้างของคาบของสัญญาณนาฬิกา การส่งสัญญาณ Low ที่สั้นกว่าคาบของสัญญาณนาฬิกาอาจจะไม่ทำให้ระบบรีเซ็ตก็ได้
- Port D (PD7:0) พอร์ต D 8 ขา (PD0 ถึง PD7)
- AVCC แหล่งจ่ายไฟแรงดันใช้สำหรับตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล A/D ซึ่งควรจะต้องโดยตรงเข้ากับ  $V_{CC}$  ถึงแม้ว่าจะไม่มีการใช้งานระบบ A/D ก็ตาม และควรต่อวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน LPF เพื่อกรองสัญญาณรบกวนความถี่สูง ก่อนที่จะต่อไฟเลี้ยงมาที่ขา AVCC ด้วย
- AREF แรงดันอ้างอิง สำหรับสัญญาณอนาล็อก
- ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only) โมดูลแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (Analog to Digital Converter : ADC) ความละเอียด 10 บิต จำนวน 6 ช่อง

ในการออกแบบลายวงจรจะต้องกำหนดตำแหน่งรูเจาะของแผ่นปริ้นให้ตรงกับตำแหน่งขาของตัว IC โดยทางบริษัทผู้ผลิตได้เตรียมรายละเอียด ขนาด มิติ และระยะต่างๆไว้ดังรูปที่ 2.24

## 2.8.2 การโปรแกรม ATMEGA328P-PU

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU ต้องทำการโปรแกรมเสียก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้งานตามที่ต้องการได้ การโปรแกรม ATMEGA328P-PU สามารถทำได้บนบอร์ดบอร์ด ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.24 ขนาดและมิติต่างๆของไมโครโปรเซสเซอร์ ATMEGA328P-PU

ที่มา : Atmel Corporation. (2016) , 8-bit AVR Microcontrollers.

### 2.8.2.1 เตรียมอุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม ATMEGA328P-PU บนบอร์ด

ทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU มีดังต่อไปนี้

- IC Arduino Atmega328 หรือ IC Arduino Atmega8 ที่ลง Bootloader แล้ว
- Crystal 16 MHz 1 ตัว
- ตัวเก็บประจุแบบเซรามิก 22 pF 2 ตัว
- บอร์ดทดลอง (Breadbord)
- บอร์ด ARDUINO UNO R3
- สายไฟ จัมเปอร์ (Jump Wire) สำหรับเชื่อมต่อวงจร
- เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมตัวโปรแกรม Arduino IDE หรือ Sketch
- สายเชื่อมต่อ Arduino USB Cable สำหรับต่อบอร์ด ARDUINO UNO R3 เข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ทางพอร์ต USB

อุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU ซึ่งได้แก่ IC Crystal Capacitor บอร์ดทดลอง และสายจัมป์ สามารถแสดงได้ในรูปที่ 2.25

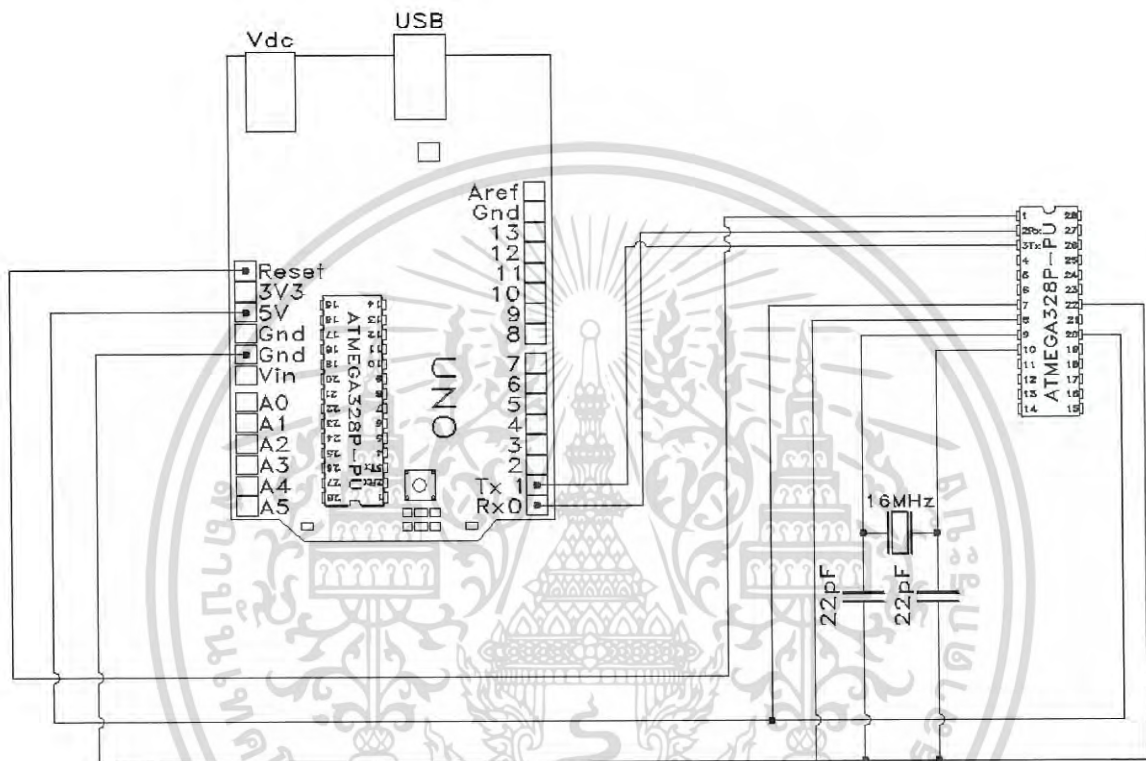


รูปที่ 2.25 อุปกรณ์ที่ใช้ในการโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P-PU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.8.2.2 นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาทำการต่อวงจรดังรูป 2.26

นำ Crystal Oscillator และ Capacitor มาต่ออนุกรมเข้าที่ขา PIN 9 และขา PIN 10 ของ ATMEGA328P-PU ต่อ Resistor 10KOhm ที่ขา PIN 1 กับ Vcc หลังจากนั้นทำการต่อ V+ 5V ที่ขา PIN 7 และ PIN 20 และ Ground ที่ขา PIN 8 และ PIN 22 ดังแสดงในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 วงจรสำหรับการโปรแกรม ATMEGA328P-PU

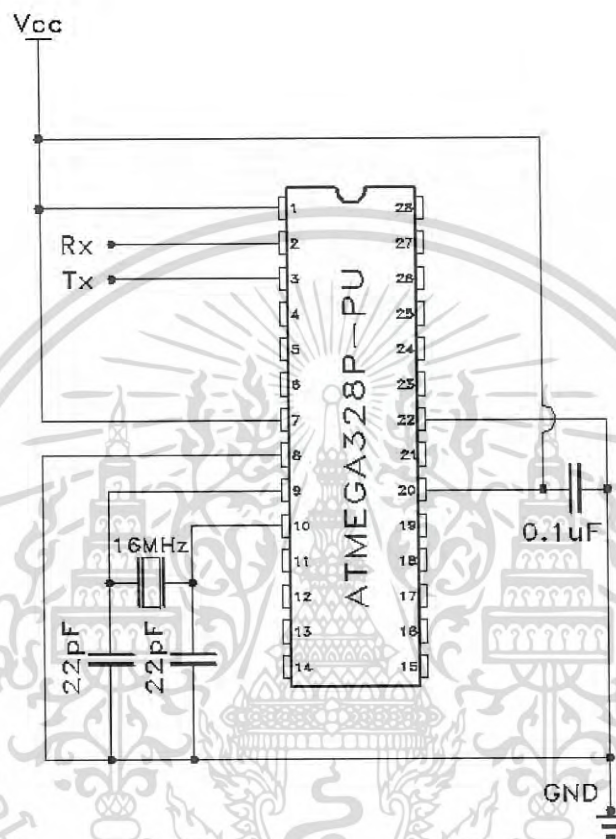
2.8.2.3 ทำการถอด IC ATMEGA328P-PU ที่อยู่บนบอร์ด ARDUINO UNO R3 ออกแล้วทำการเชื่อมต่อสายไปยังขาต่างๆ ดังนี้

- Tx ไปยัง Tx ของวงจบบอร์ด
- Rx ไปยัง Rx ของวงจบบอร์ด
- Reset ไปยัง Pin 1 ของวงจบบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.8.2.4 Upload โปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE หรือ Sketch

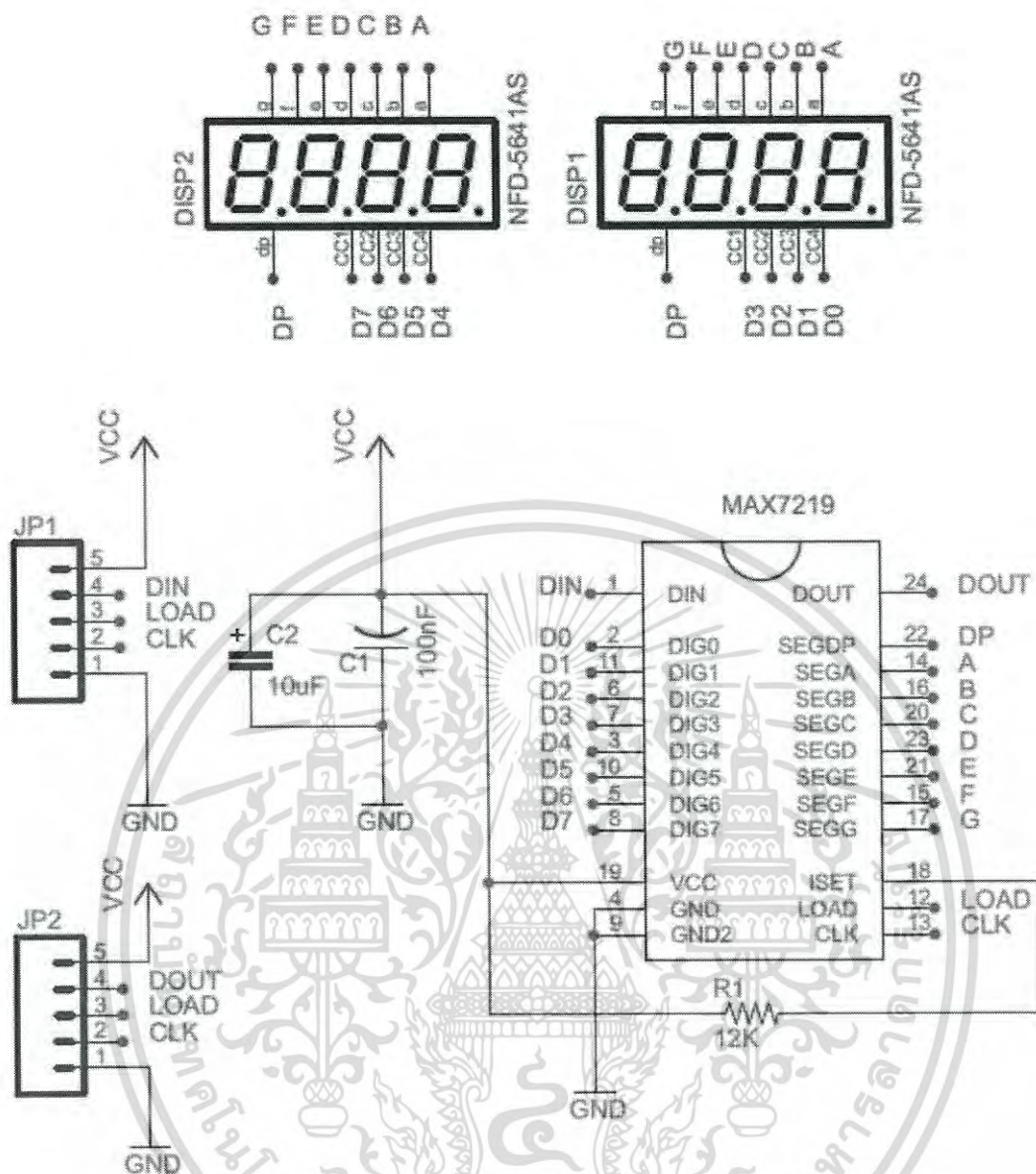
Upload โปรแกรมตามปกติโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE หรือ Sketch เมื่อทำการ Upload โปรแกรมแล้วจะสามารถใช้งาน Atmega328P-PU แบบ Stand alone โดยทำการต่อวงจรตามรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ATMEGA328P-PU เมื่อทำการโปรแกรมพร้อมใช้งาน

## 2.9 การใช้งาน MAX7219 7 SEGMENT DRIVER

MAX7219 ผลิตโดย MAXIM โดยมีชื่อเต็มว่า Serially Interfaced 8-Digit LED Display Drivers หรือก็คือไอซีขับ LED 8 หลักนั่นเอง ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้กับอะไร โดยสามารถเอาไปใช้กับ 7-segment จำนวน 8 หลัก วงจรทั้งหมดก็จะมีดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การต่อวงจรใช้งาน MAX7219 7 SEGMENT DRIVER

ที่มา : Embedded Lab. , Introducing a new serial (SPI) 8-digit seven segment led display module using MAX7219 , ค้นข้อมูลจาก <http://embedded-lab.com/blog/introducing-a-new-serial-spi-8-digit-seven-egment-led-display-module-using-max7219/>

MAX7219 ใช้การสื่อสารข้อมูลแบบ SPI อัตราการส่งข้อมูลใช้ได้สูงสุด 10MHz การส่งข้อมูลใช้ขนาด 16 บิต 8 บิตสูงเป็น Address ส่วนอีก 8 บิตต่ำเป็น Data สำหรับ Address มีดังรูปที่ 2.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER	ADDRESS					HEX CODE
	D15-D12	D11	D10	D9	D8	
DIGIT 0	X	0	0	0	1	0xX1
DIGIT 1	X	0	0	1	0	0xX2
DIGIT 2	X	0	0	1	1	0xX3
DIGIT 3	X	0	1	0	0	0xX4
DIGIT 4	X	0	1	0	1	0xX5
DIGIT 5	X	0	1	1	0	0xX6
DIGIT 6	X	0	1	1	1	0xX7
DIGIT 7	X	1	0	0	0	0xX8
DECODE MODE	X	1	1	1	1	0xX9
INTENSITY	X	1	0	1	0	0xX8
SCAN LIMIT	X	1	0	1	1	0xX9
SHUTDOWN	X	1	1	0	0	0xX10
DISPLAY TEST	X	1	1	1	1	0xFF

รูปที่ 2.29 การกำหนด Address ของ MAX7219 7 SEGMENT DRIVER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10 การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication)

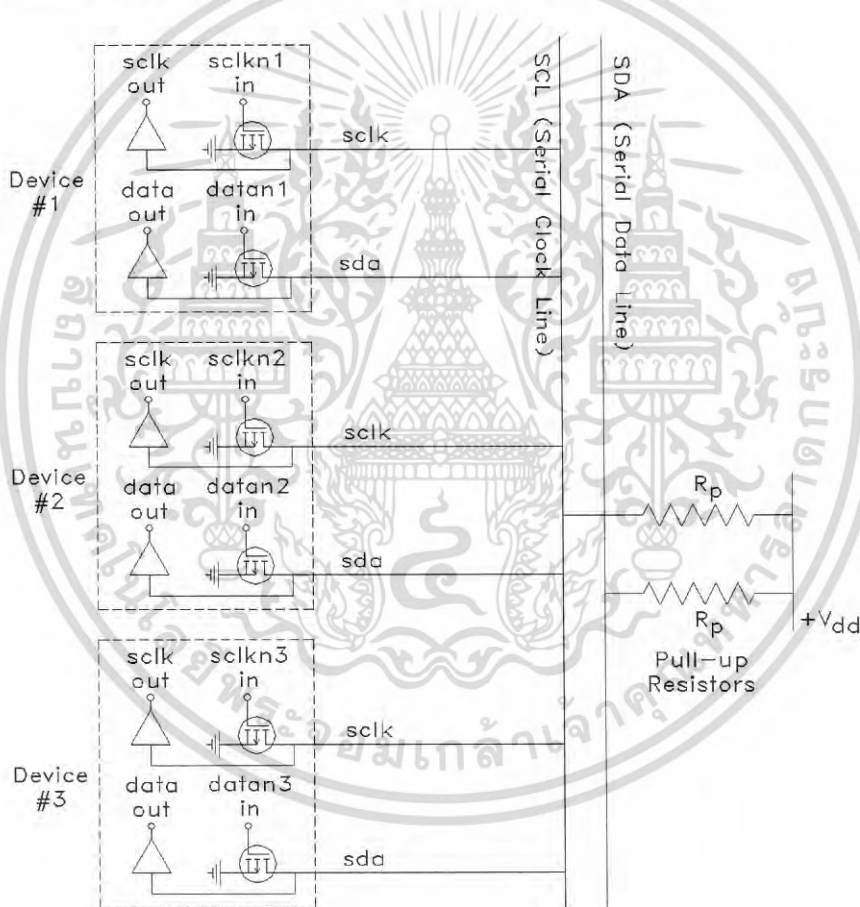
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีความสามารถที่จะรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่อพ่วงที่เรียกว่าการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication) การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการรับส่งข้อมูลที่ละบิตแทนที่จะทำการรับส่งข้อมูลพร้อมกันทุกบิตในเวลาเดียวกัน ข้อดีของการสื่อสารแบบนี้คือใช้จำนวนสายในการสื่อสารน้อยสามารถรับส่งได้ในระยะทางที่ไกลๆ แต่ก็มีความเสี่ยงในด้านเวลาเพราะต้องใช้เวลาในการสื่อสารมากเมื่อเทียบกับการสื่อสารแบบขนาน อีกทั้งโอกาสเกิดการผิดพลาดของข้อมูลก็สูงกว่าแบบขนาน การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นต้องการใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียวต่อการส่งสัญญาณหนึ่งทิศทาง ดังนั้นการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกันจึงต้องการสายไฟเพียง 3 เส้น เป็นสายสัญญาณสองเส้นเพื่อรับส่งข้อมูลสองทิศทาง และสายอ้างอิงศักย์ไฟฟ้า (หรือกราวด์) อีกหนึ่งเส้น การติดต่อแบบอนุกรมเมื่อแบ่งตามลักษณะของการส่งข้อมูลแบ่งได้ 3 แบบคือ

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายสัญญาณข้อมูลอย่างน้อย 1 เส้น และมีสายอีก 1 เส้นกำหนดจังหวะการรับข้อมูล ข้อดีของการสื่อสารแบบนี้คือการรับส่งข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยหรือไม่มีความผิดพลาดเลย แต่ข้อเสียคือต้องใช้สายสัญญาณอย่างน้อย 2 เส้นในการสื่อสาร โดยโปรโตคอลที่ทำงานแบบซิงโครนัสได้แก่ ไ้แก่ I2C (Inter-Integrated Circuit) และ SPI (Serial Peripheral Interface)
2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายสัญญาณข้อมูลเพียงเส้นเดียวในการทำงาน โดยอาศัยสัญญาณจากบิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดในการบอกจังหวะการรับส่งข้อมูล การสื่อสารแบบนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลามาเป็นตัวกำหนดการรับสัญญาณเข้ามาซึ่งหากมีการตั้งค่าที่ผิดจะทำให้อ่านข้อมูลที่ส่งมาได้ผิดพลาด ข้อดีของการสื่อสารแบบนี้คือใช้สายสัญญาณเพียง 1 เส้นก็สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้แล้ว แต่ข้อเสียคือมีความผิดพลาดในการสื่อสารได้ง่าย โดยโปรโตคอลที่ทำงานแบบอะซิงโครนัสได้แก่ UART (Universal Asynchronous serial Receiver and Transmitter)
3. การส่งข้อมูลแบบไอโซโครนัส (Isochronous Transmission) คือการส่งข้อมูลแบบอนุกรมด้วยความเร็วสูง ในอัตราแบนด์วิดท์คงที่ตายตัว จึงสามารถกำหนดเวลารับ-ส่งได้แน่นอน เช่น การถ่ายทอด VDO แบบเรียลไทม์ การส่งข้อมูลแบบไอโซโครนัสจะไม่มี การตรวจค่าผิดพลาดของบิตข้อมูล เพราะแม้ว่าจะพบค่าบิตผิดพลาด ก็ไม่สามารถทำการส่งข้อมูลซ้ำได้ เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.1 การสื่อสารแบบ I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit)

I<sup>2</sup>C Bus ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า I<sup>2</sup>C Bus (ไอ-แอสคว-ซี-บัส) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสารระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันได้ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้นในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก โดยเป็นการสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง (Half-duplex) โดยที่ขาสัญญาณทั้ง 2 จะต้องต่อกับตัวต้านทานแบบ pull up 2-10K เนื่องจากเอาต์พุตมีลักษณะเป็นแบบ Open Darin หรือเป็นแบบ Open Collector เพื่อให้เอาต์พุตเชื่อมต่อกันได้หลายตัว แสดงดังรูปที่ 2.30

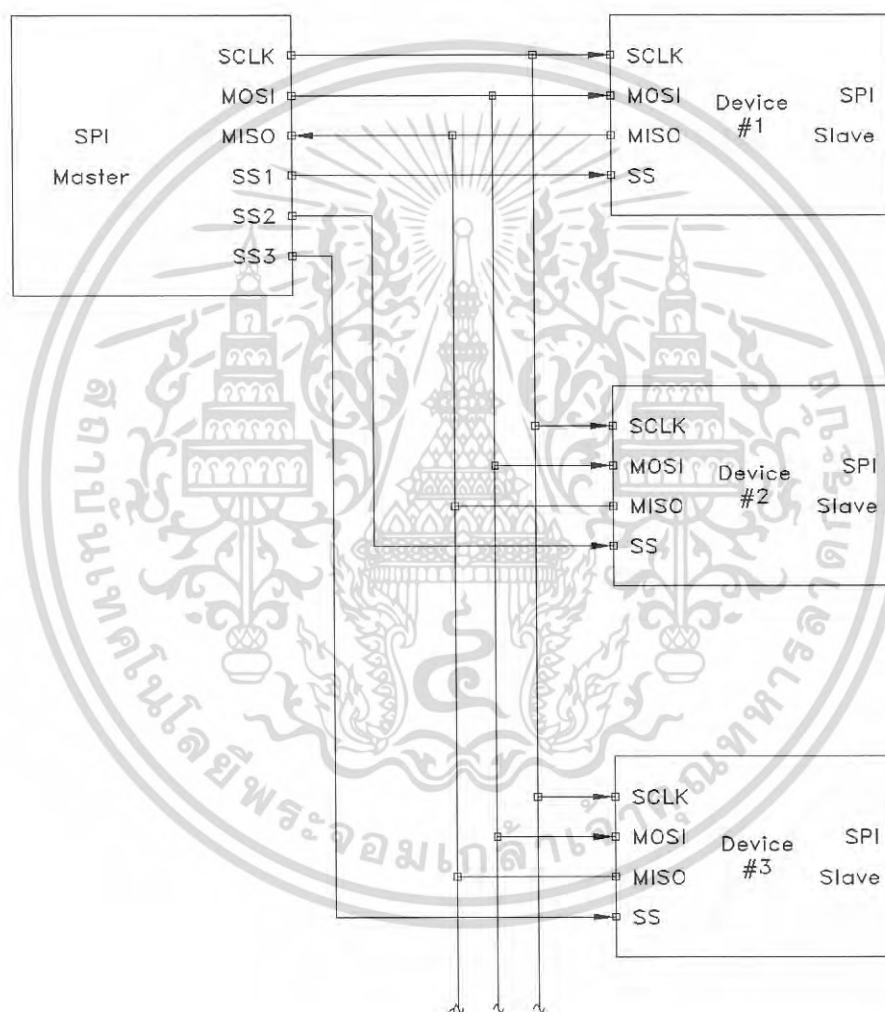


รูปที่ 2.30 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I<sup>2</sup>C Bus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.10.2 การสื่อสารแบบ SPI (Serial Peripheral Interface)

SPI หรือ Serial Peripheral Interface เป็นวิธีการสื่อสารรูปแบบหนึ่ง ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ SPI ทำงานในรูปแบบที่ให้อุปกรณ์ตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น MASTER ในขณะที่อีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็น SLAVE และส่งข้อมูลในโหมด Full-duplex นั้นหมายความว่า สัญญาณสามารถส่งหากันได้ระหว่าง MASTER และ SLAVE ได้อย่างต่อเนื่อง SPI ต้องการสายสัญญาณสี่เส้น บางครั้งเราเรียกว่าบัสอนุกรม "four wire" เส้นสัญญาณทั้งสี่เส้น ได้แก่ SCLK MOSI/SIMO MISO/SOMI และ SS แสดงดังรูปที่ 2.31

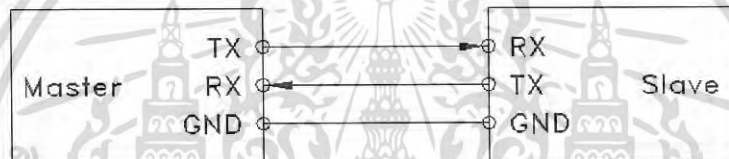


รูปที่ 2.31 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.10.3 การสื่อสารแบบ UART (Universal Asynchronous serial Receiver and Transmitter)

UART ย่อมาจาก Universal Asynchronous Receiver Transmitter ใช้การสื่อสารแบบอนุกรมโดยเป็นแบบอะซิงโครนัสใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น คือ Tx และ Rx ในการรับ - ส่งข้อมูล โดยเส้น Tx จะเป็นเส้นที่ใช้ส่งข้อมูล และเส้น Rx เป็นเส้นที่ใช้รับข้อมูล เมื่อนำไปต่อใช้งานจะต้องต่อไขว้กันระหว่างอุปกรณ์และไมโครคอนโทรลเลอร์ และต้องกำหนดความเร็วในการสื่อสารซึ่งสามารถเลือกได้ดังนี้ 300 600 1200 2400 4800 9600 14400 19200 28800 38400 57600 และ 115200 ทั้งนี้ความเร็วที่กำหนดมักขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อด้วยโดยมักจะกำหนดเป็น 9600 เมื่ออุปกรณ์กำหนดเป็น 9600 ที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องกำหนดเป็น 9600 ด้วย จึงจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ถูกต้อง การเชื่อมต่อสายสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.32



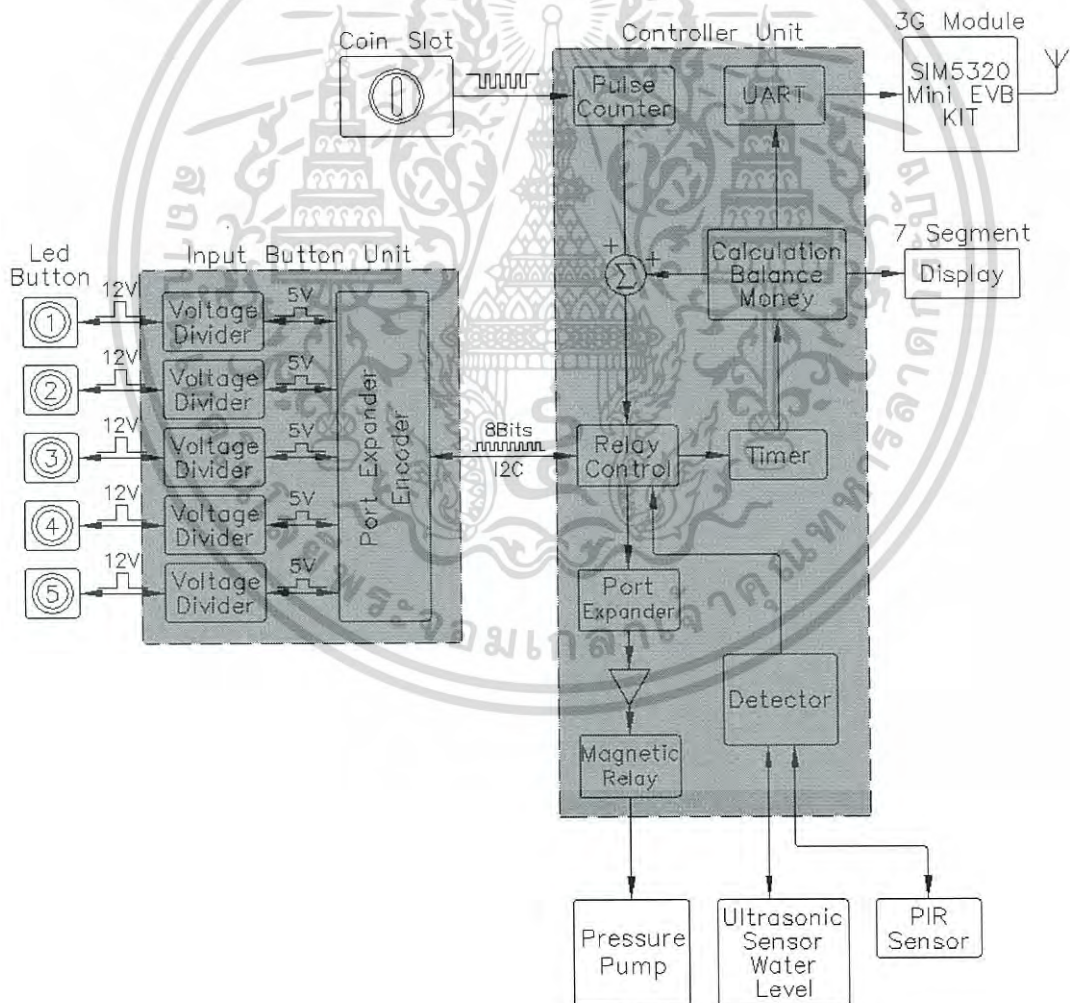
รูปที่ 2.32 การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ UART

### บทที่ 3

## การออกแบบและการจัดทำปริญญาานิพนธ์

### 3.1 การออกแบบและสร้างเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง

ระบบเครื่องล้างรถอัตโนมัติแบบบริการตนเอง มีส่วนประกอบใหญ่ๆ 7 ส่วนได้แก่ คอนโทรลเลอร์ (Controller Unit) ปุ่มกดอินพุต (Input Button Unit) เครื่องหยอดเหรียญ (Coin Slot) เซ็นเซอร์ (Ultrasonic และ PIR) จอแสดงผล (7 เซ็กเมนต์และแอลซีดี) ปุ่มแรงดัน และโมดูลสื่อสารผ่านเครือข่าย 3G ระบบแสดงดังรูปที่ 3.1 องค์ประกอบที่เป็นหลักในการทำงานคือส่วนคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นศูนย์กลางการประมวลผลของระบบและมีหน้าที่รับข้อมูล



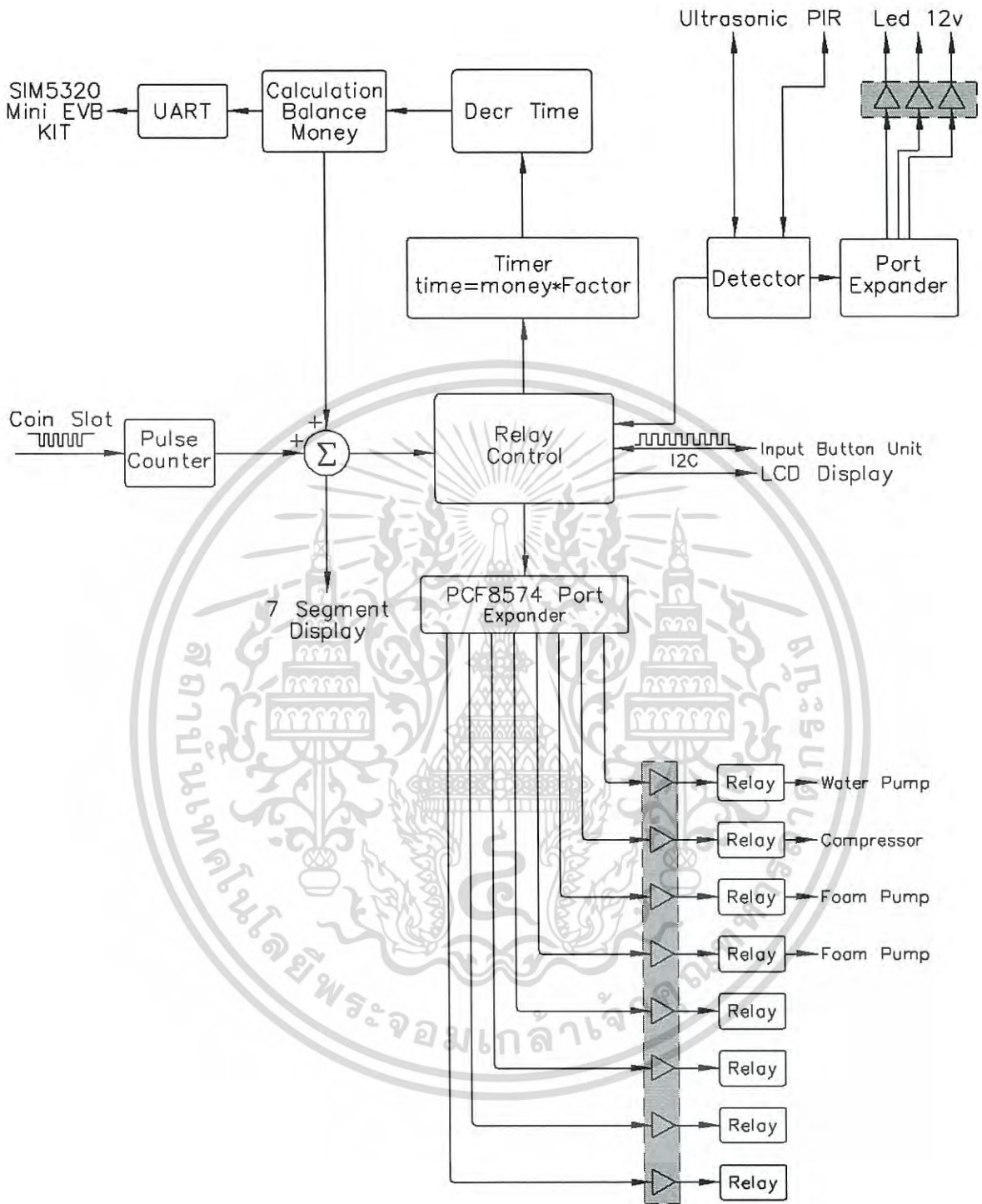
รูปที่ 3.1 ระบบเครื่องล้างรถหยอดเหรียญอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผลและส่งข้อมูลหรือสัญญาณที่ประมวลผลแล้วยังส่วนอื่นๆต่อไป ตัวอย่างเช่น การรับสัญญาณจากส่วนอินพุตแบบปุ่มกด แล้วทำการจับเวลาการใช้งาน ส่งสัญญาณเพื่อทำการเปิด-ปิดปั๊ม หลังจากนั้นจึงคำนวณระยะเวลาการใช้งาน หาจำนวนเงินคงเหลือ เมื่อจำนวนเงินคงเหลือเท่ากับศูนย์ก็จะสั่งหยุดการทำงาน หรือ การรับสัญญาณพัลส์จากเครื่องหยอดเหรียญ แล้วทำการประมวลผลหาจำนวนเงิน แล้วทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล 7 เซ็กเมนต์ หรือ การรับข้อมูลจากเซ็นเซอร์นำมาประมวลผลแล้วส่งข้อมูลไปยังส่วนเชื่อมต่อเครือข่าย 3G เป็นต้น

### 3.1.1 ส่วนคอนโทรลเลอร์ (วงจรถ่ายใช้ในการควบคุมปั๊มน้ำและควบคุมเซ็นเซอร์)

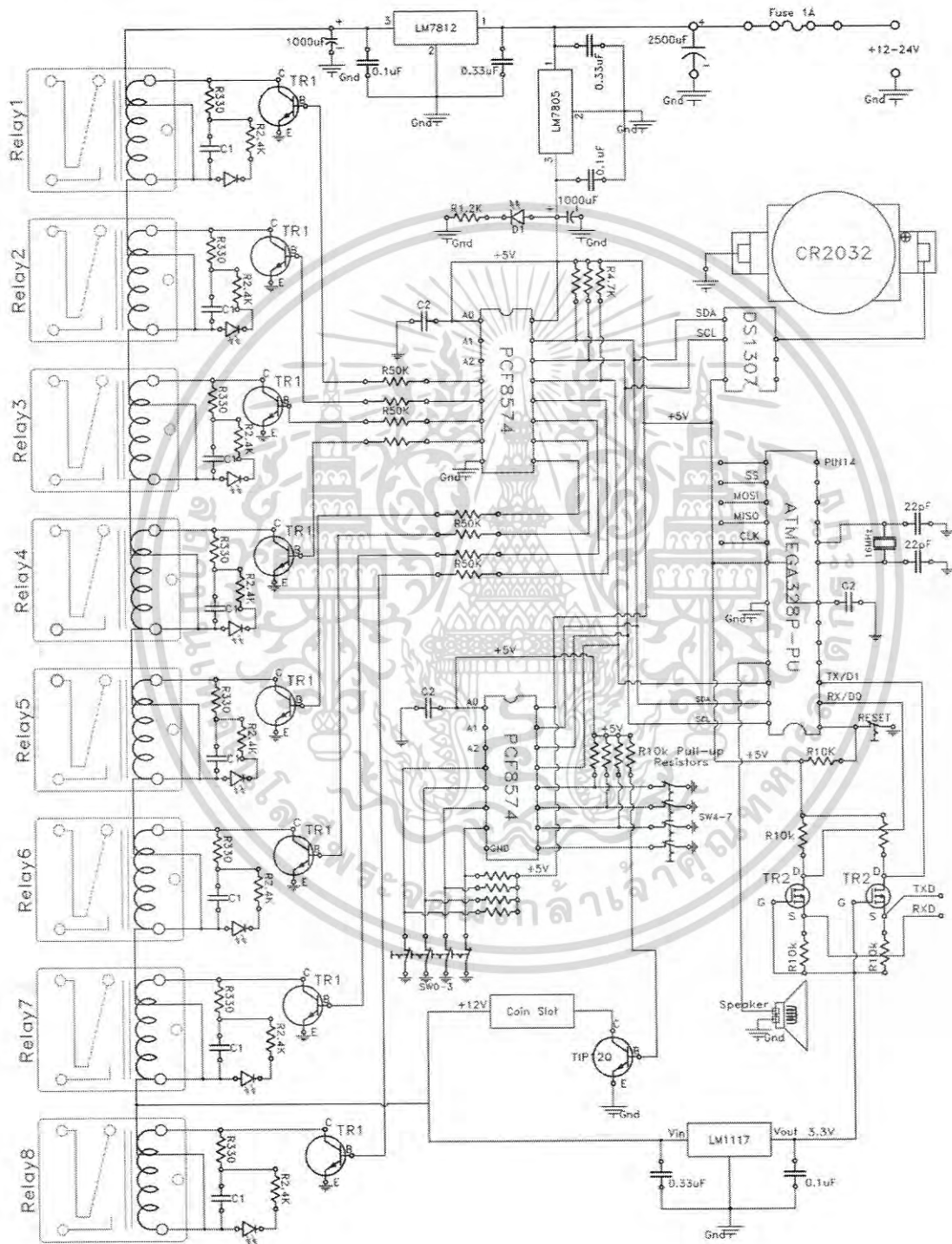
ส่วนคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอินพุตเช่นเครื่องหยอดเหรียญ ปุ่มกด หรือเซ็นเซอร์ และทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกเช่นจอแอลซีดี โมดูลเชื่อมต่อเครือข่าย 3G รวมทั้งประมวลผลสัญญาณและควบคุมการทำงานของรีเลย์สำหรับเปิด-ปิดปั๊มน้ำ วงจรใช้ไอซี ATMEGA328P-PU เป็นหลักในการคำนวณและประมวลผล เชื่อมต่อกับไอซี PCF8574 เพื่อขยายพอร์ตผ่าน I<sup>2</sup>C อินเทอร์เฟซ และมีไอซี DS1307 ทำหน้าที่เป็น Real-Time Clock เชื่อมต่อกับแบตเตอรี่สำรองกรณีไฟดับ ระบบประกอบด้วย ส่วนควบคุมรีเลย์ ส่วนควบคุมเซ็นเซอร์ ส่วนควบคุมการแสดงผลโดยใช้ LCD และ 7 เซ็กเมนต์ ส่วนควบคุมโมดูล 3G และส่วนควบคุมเครื่องหยอดเหรียญ การทำงานเริ่มจากส่วนควบคุมรีเลย์ รับคำสั่งจากปุ่มกดและตรวจสอบจำนวนเงิน ถ้ามียอดเงินก็จะทำงานตามคำสั่งของปุ่มกดนั้นๆ เช่น เปิดปั๊มน้ำหรือปั๊มโฟม ถ้าไม่มีเงินคงเหลือก็จะไม่รับคำสั่งจากปุ่มกด ยอดเงินคงเหลือจะนำมารวมกับจำนวนเงินจากตัวนับสัญญาณพัลส์ที่ส่งมาจากเครื่องหยอดเหรียญซึ่งผู้ใช้หยอดเข้ามาใหม่และแสดงเป็นตัวเลขทาง 7 เซ็กเมนต์ เมื่อมีการกดปุ่มสั่งการก็จะทำการจับเวลา โดยระยะเวลาคำนวณหาจากจำนวนเงินคูณด้วยค่าแฟกเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ระบบของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการควบคุมปั๊มน้ำและควบคุมเซ็นเซอร์ได้แก่ อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์และ Passive infrared (PIR) เซ็นเซอร์นั้น ได้ทำการเพิ่ม IC PCF8574 จำนวน 2 ตัว เพื่อขยายพอร์ตสำหรับแต่ละอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

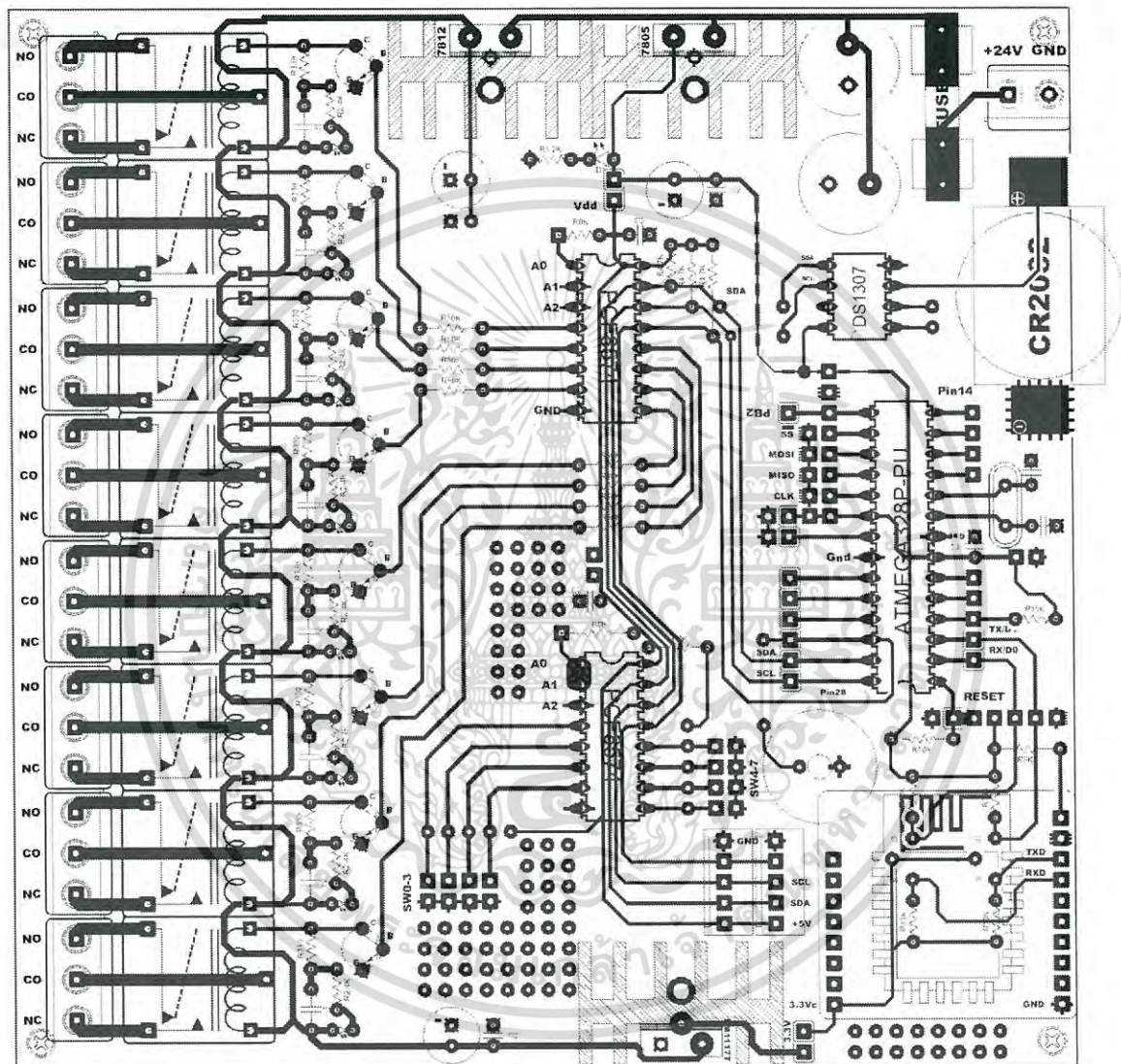


รูปที่ 3.3 วงจรที่ใช้ในการควบคุมปั๊มน้ำและควบคุมเซ็นเซอร์ ขยายพอร์ตโดยใช้ IC PCF8574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.1 แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้ ATMEGA328P-PU เป็นตัวประมวลผล แสดง  
ดังรูปที่ 3.4

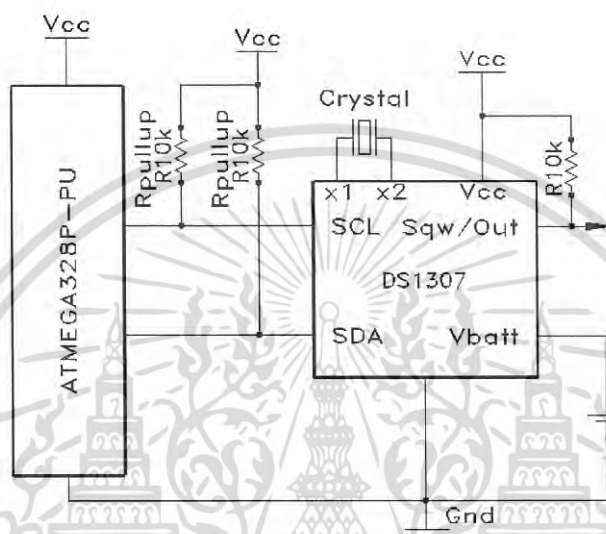


รูปที่ 3.4 ลายแผ่นพิมพ์แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.2 วงจรที่ใช้ในการควบคุมสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ IC DS1307 I<sup>2</sup>C Real-Time Clock

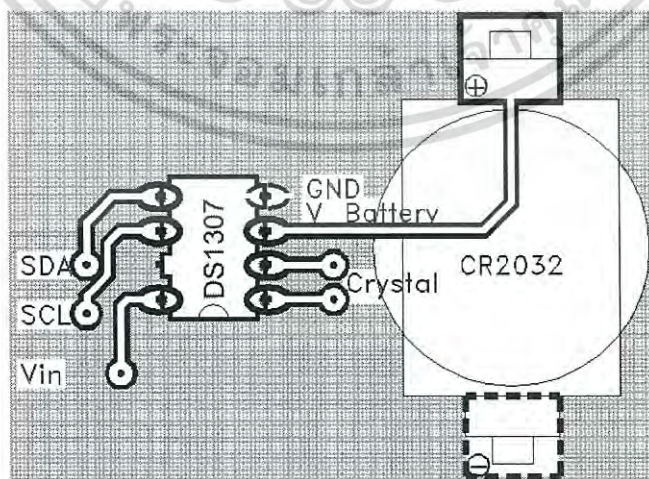
ในการจัดเก็บข้อมูลการทำงานต้องการข้อมูลเวลาจริง จึงต้องมีวงจรในส่วนของ Real-Time Clock โดยใช้ IC DS1307 ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 Schematic วงจรควบคุมสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ IC DS1307

### 3.1.1.3 แผ่นวงจรที่ใช้ในการควบคุมสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ IC DS1307

ลายวงจรในส่วนของ IC DS1307 และแบตเตอรี่ CR2032 แสดงดังในรูปที่ 3.6

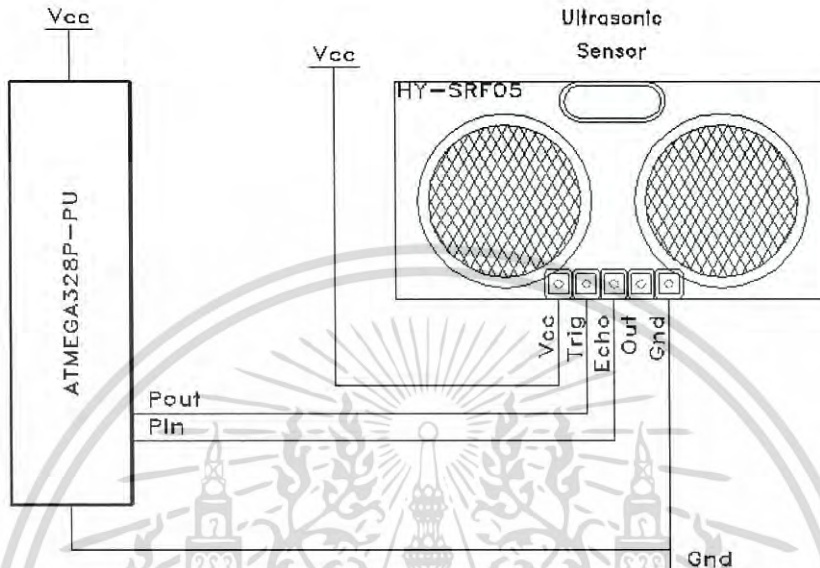


รูปที่ 3.6 ลายแผ่นวงจรควบคุมสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

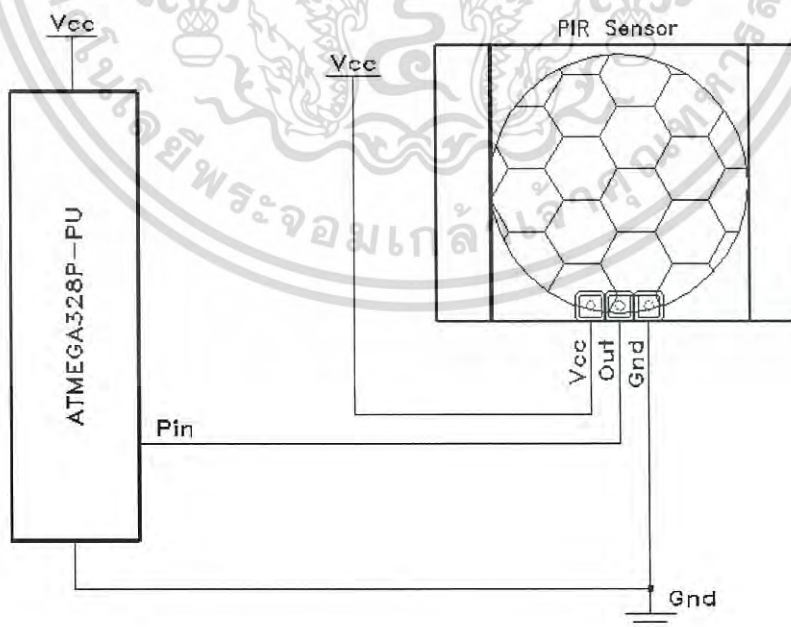
### 3.1.1.4 ออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุม Ultrasonic Sensor

การเชื่อมต่ออุปกรณ์อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 Schematic วงจรควบคุมอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์

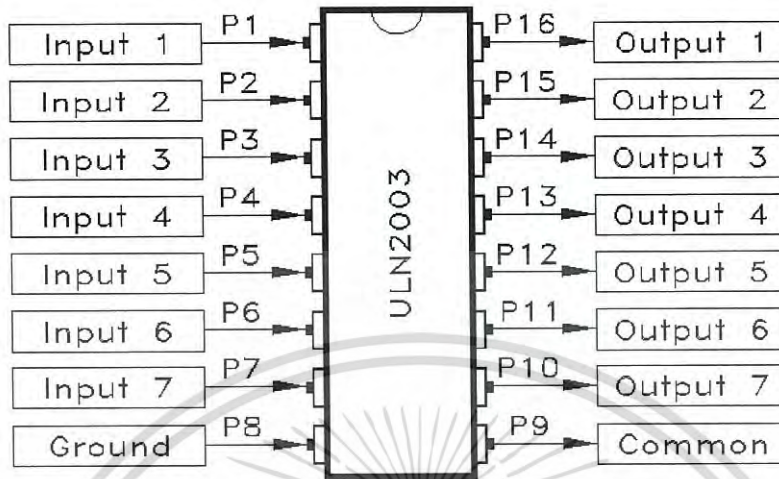
### 3.1.1.5 วงจรการควบคุม PIR Infrared เซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 Schematic วงจรควบคุม PIR Infrared เซ็นเซอร์

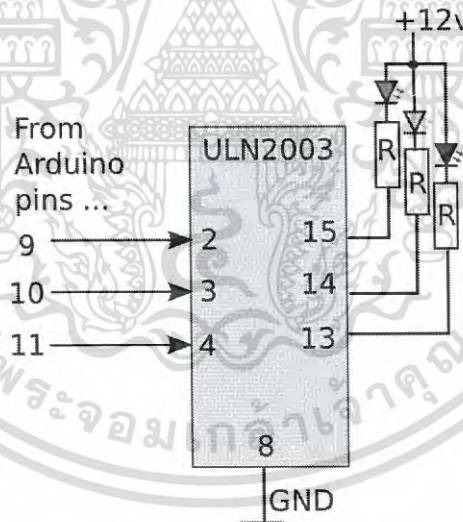
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.1.6 IC ULN2003 Pin Input-Output Diagram แสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 IC ULN2003 Pin Input-Output Diagram

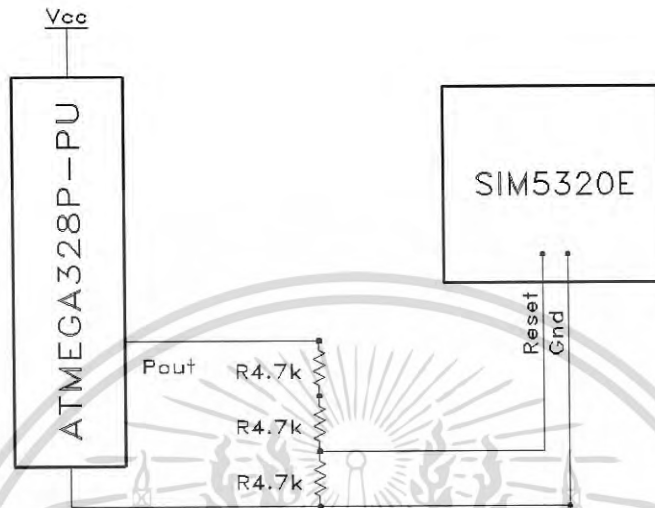
### 3.1.1.7 การเชื่อมต่อ IC ULN2003 กับ Arduino แสดงในรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อ IC ULN2003 กับ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.8 ผังวงจรสำหรับการ ON-OFF-RESET SIM5320 Module เข้ากับ Arduino  
แสดงในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ผังวงจรสำหรับการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module เข้ากับ Arduino

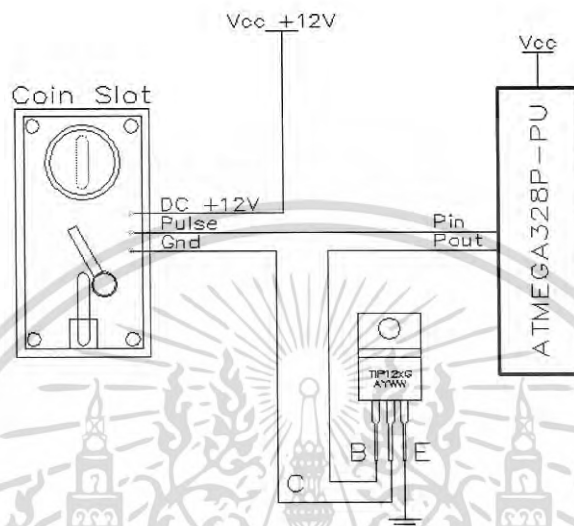
3.1.1.9 สายสัญญาณสำหรับการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module แสดงในรูปที่  
3.12



รูปที่ 3.12 สายสัญญาณสำหรับการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320

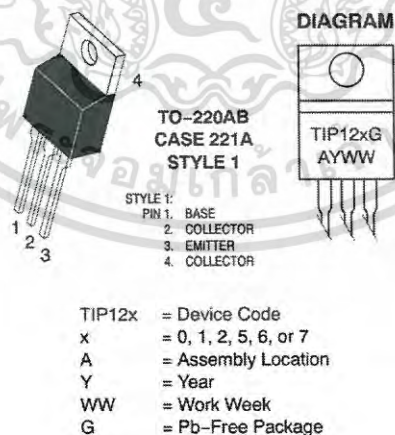
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.10 วงจรในการ เปิด-ปิด การทำงานของเครื่องหยอดเหรียญ ให้สัมพันธ์กับปริมาณระดับน้ำในถังภายนอก ถ้าระดับน้ำมีไม่เพียงพอจะให้เครื่องหยอดเหรียญหยุดการทำงาน โดยใช้ Power Transistor TIP120 แสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 Schematic ของวงจรเปิด-ปิด การทำงานของเครื่องหยอดเหรียญโดยใช้ TIP120

3.1.1.11 TIP120 DARLINGTON 5 AMPERE COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS 60-80-100 VOLTS, 65 WATTS แสดงในรูปที่ 3.14

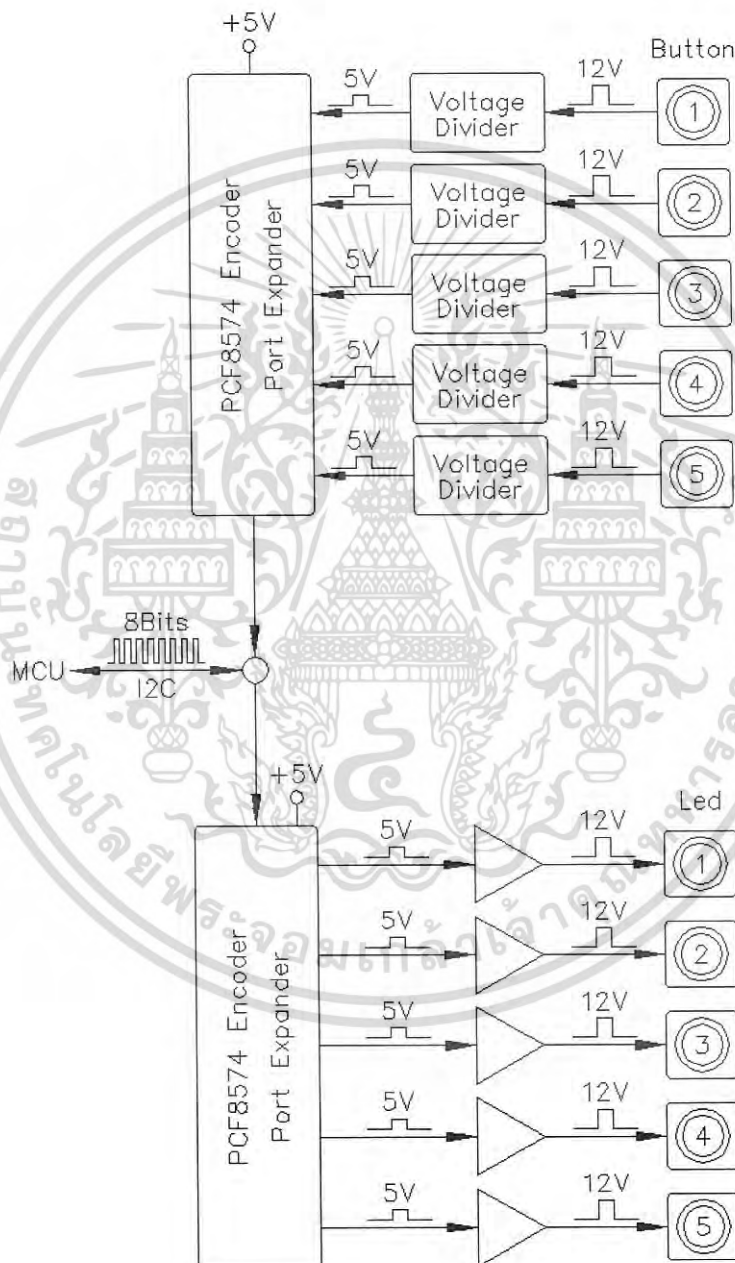


รูปที่ 3.14 รายละเอียดของ TIP120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.2 ส่วนอินพุตแบบปุ่มกด (Input Button Unit)

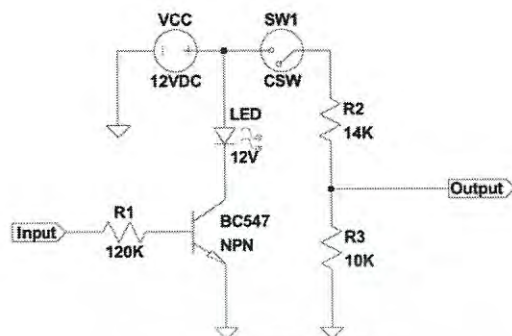
ส่วนอินพุตแบบปุ่มกดทำหน้าที่เป็นปุ่มรับคำสั่งและไฟแสดงสถานะ ซึ่งไฟแสดงผลเป็นแบบ LED แรงดัน 12V ใช้ทรานซิสเตอร์ BC547 เป็นตัวจ่ายกระแส และใช้ IC PCF8574 เพื่อขยายพอร์ต แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ระบบควบคุมปุ่มกดและไฟแสดงผล

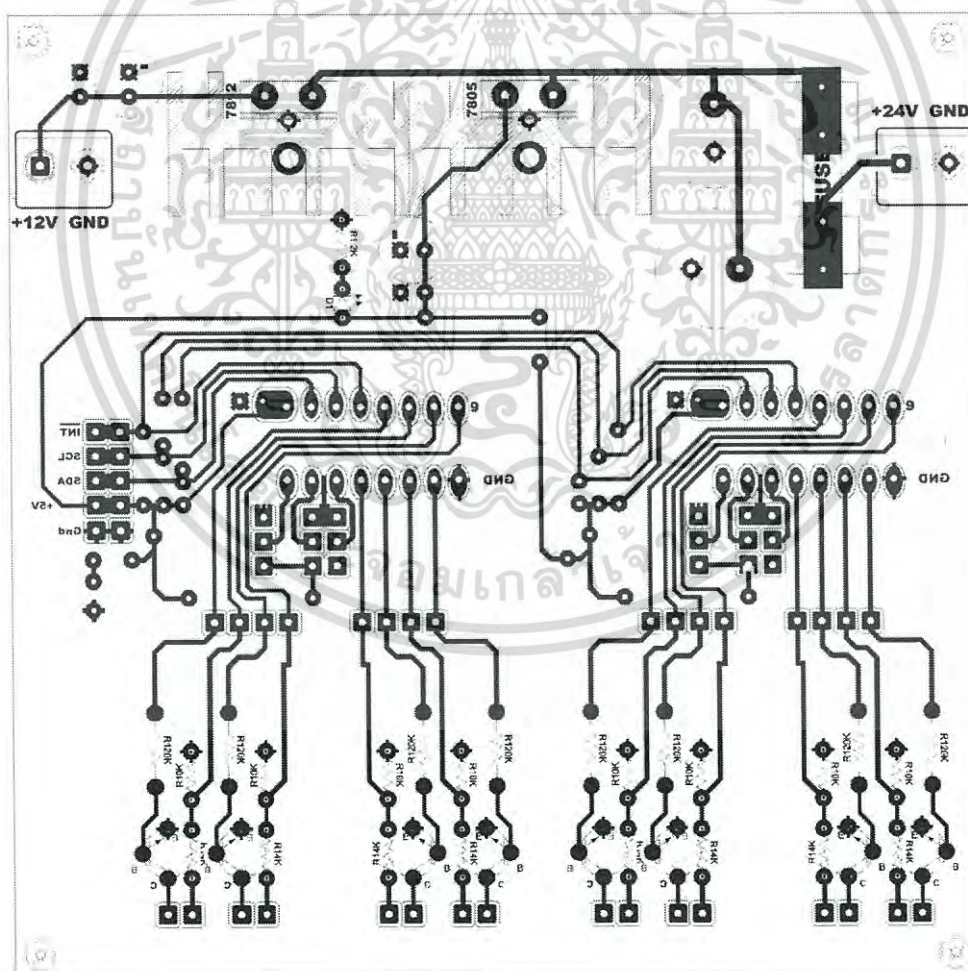
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Schematic ของวงจรในส่วนไฟแสดงผลและปุ่มกด แสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 วงจรควบคุมปุ่มกดและไฟแสดงผล

แผ่นวงจรส่วนแสดงผลและตรวจสอบปุ่มกด แสดงดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ปลายแผ่นพิมพ์วงจรควบคุมปุ่มกดและไฟสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

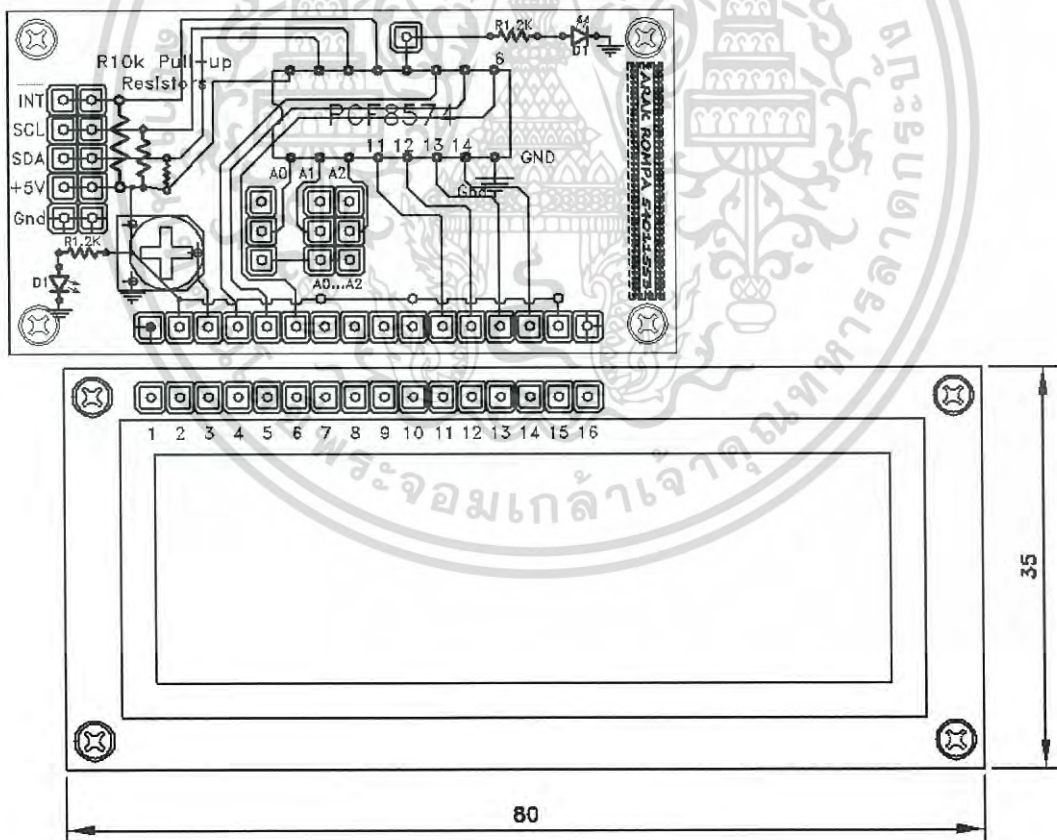
### 3.1.3 วงจรขยายพอร์ตสำหรับ Lcd Module โดยใช้ IC PCF8574

เนื่องจากส่วนแสดงผลด้วย LCD เป็นชนิด 16 Pin ซึ่งจะทำให้จำนวนขาใช้งานของ MCU ไม่เพียงพอ จึงได้ทำการสร้างวงจขยายพอร์ตโดยใช้ IC PCF8574 ระบบแสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ลายแผ่นพิมพ์วงจขยายพอร์ตสำหรับ Lcd Module โดยใช้ IC PCF8574

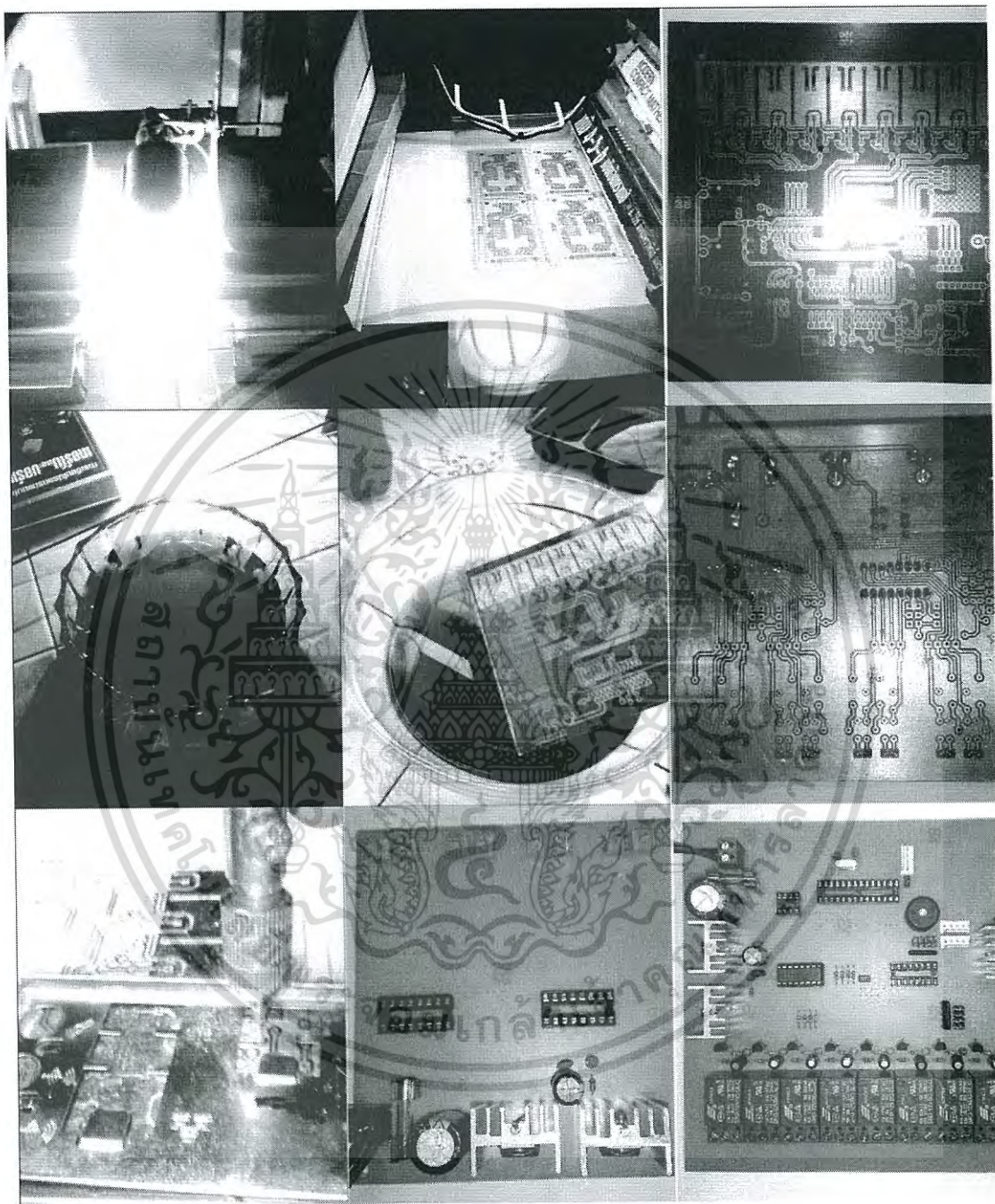
ลายวงจรของส่วนขยายพอร์ตสำหรับ Lcd Module โดยใช้ IC PCF8574 แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ลายแผ่นพิมพ์วงจขยายพอร์ตสำหรับ Lcd Module โดยใช้ IC PCF8574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

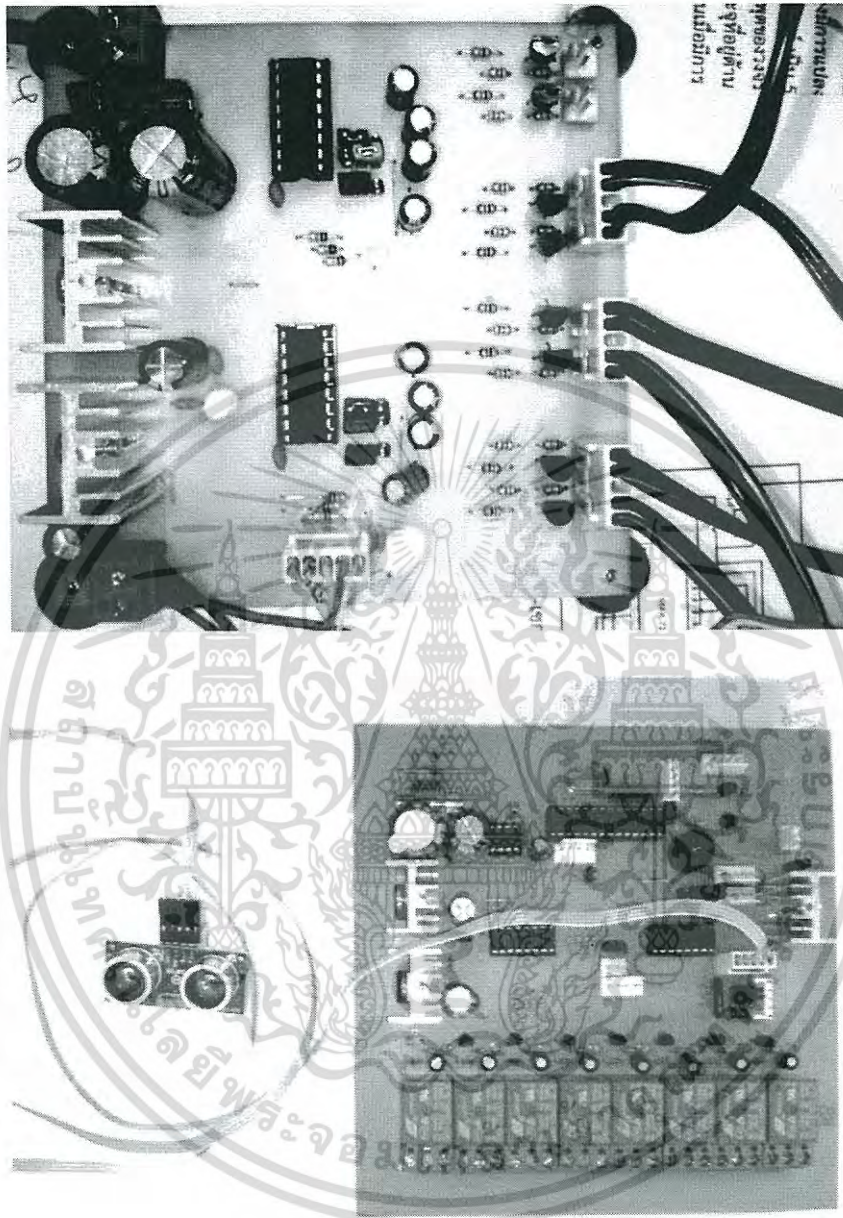
### 3.1.4 ทำการลอกลายวงจร กัดปรินและเจาะรูใส่อุปกรณ์ แสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การลอกลายวงจร กัดปรินและเจาะรูใส่อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

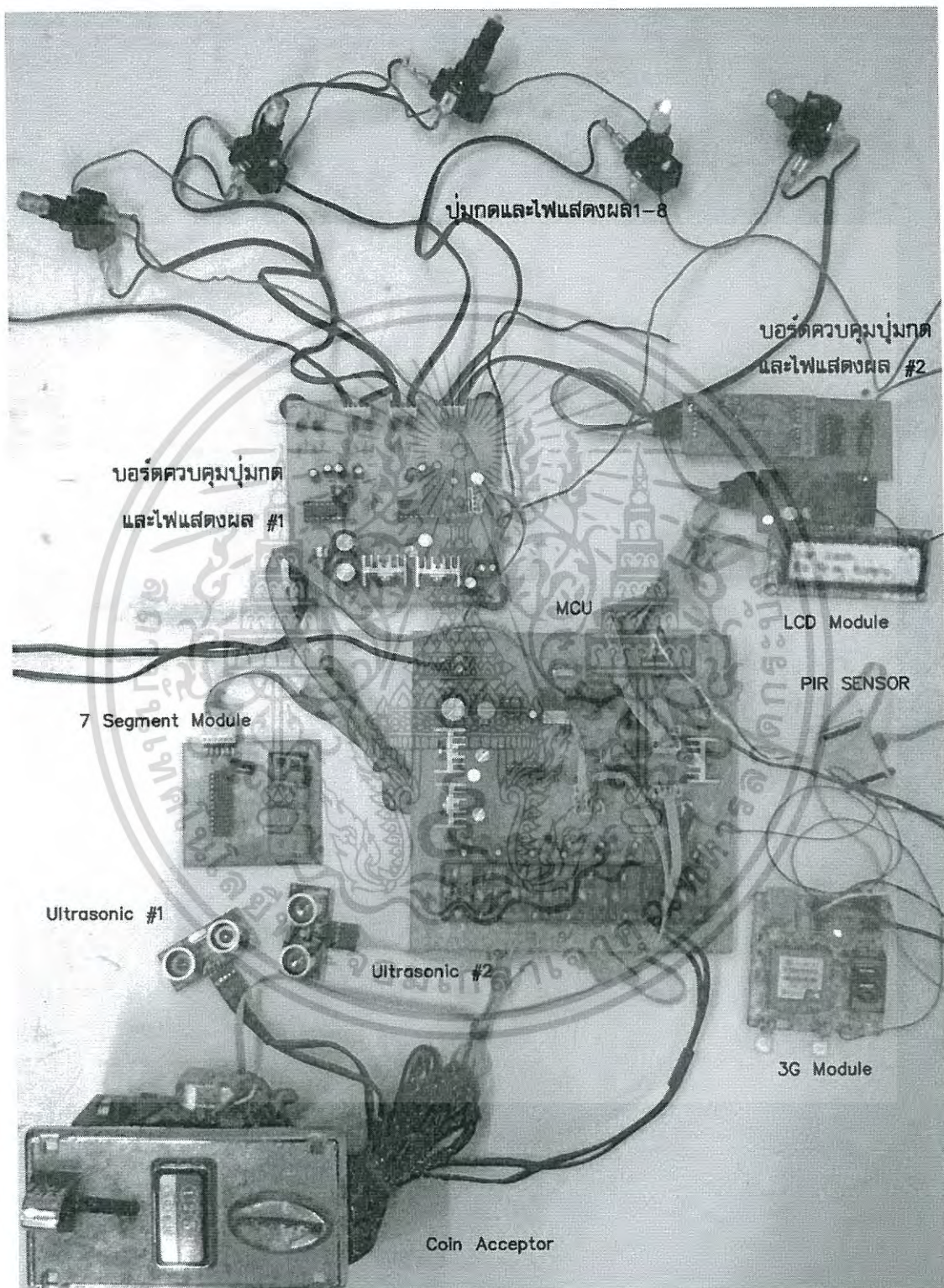
### 3.1.5 การต่อสายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์ แสดงในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การต่อสายสัญญาณและเชื่อมต่ออุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

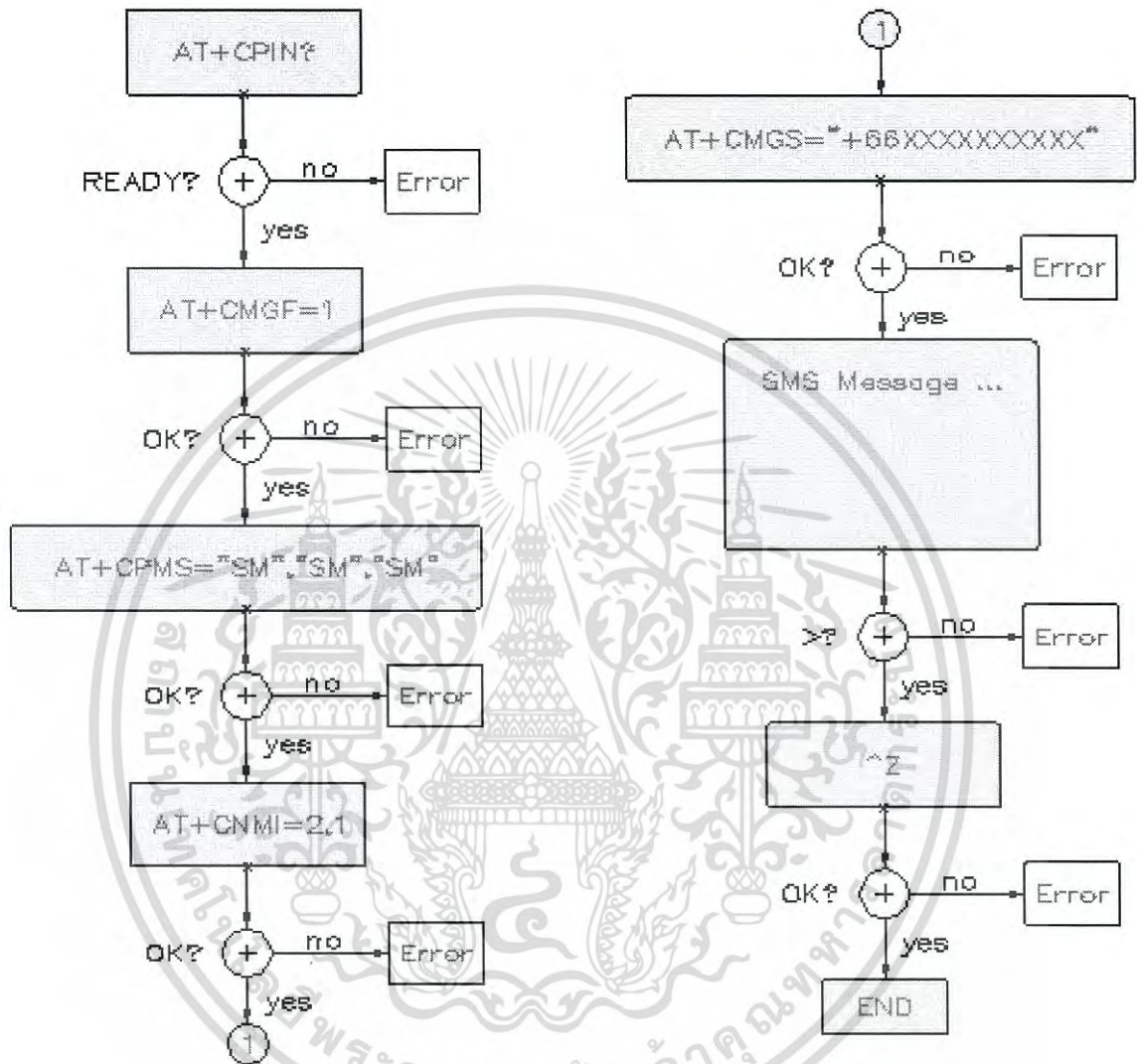
### 3.1.6 ทดสอบการทำงานและเขียนโปรแกรม แสดงในรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การทดสอบการทำงานและเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

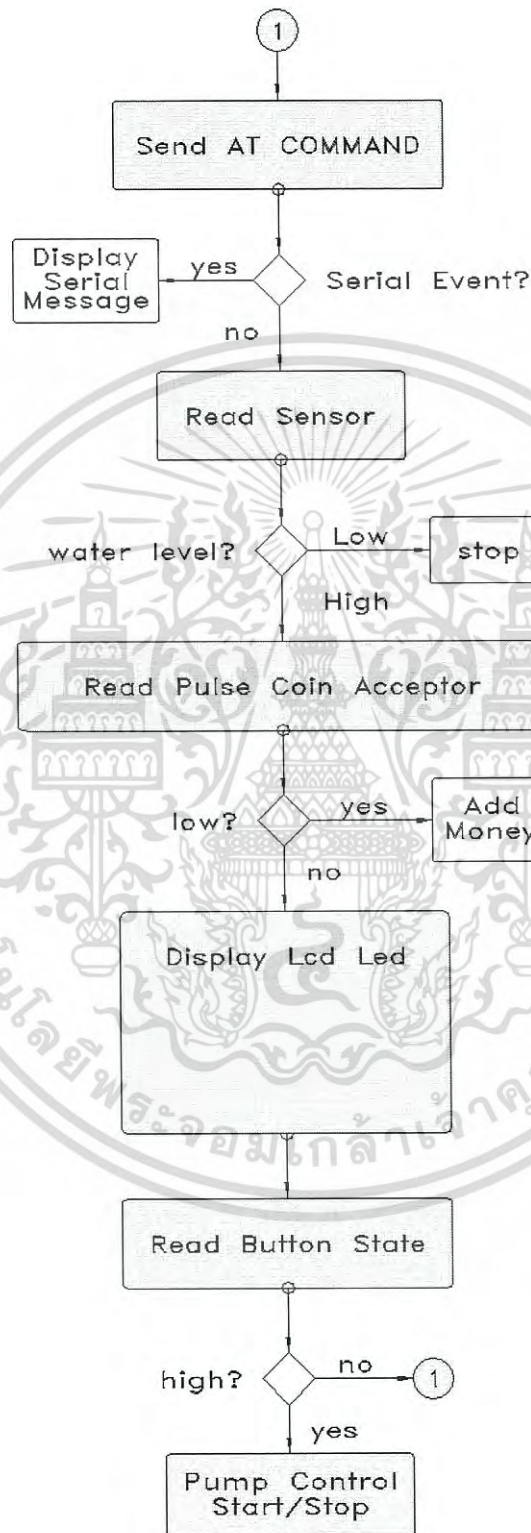
3.1.7 ผังการทำงานของคำสั่ง AT COMMAND ในการส่งข้อมูลผ่าน SMS โดยใช้  
อุปกรณ์ SIM5320e แสดงในรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ผังงาน AT COMMAND ในการส่ง SMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

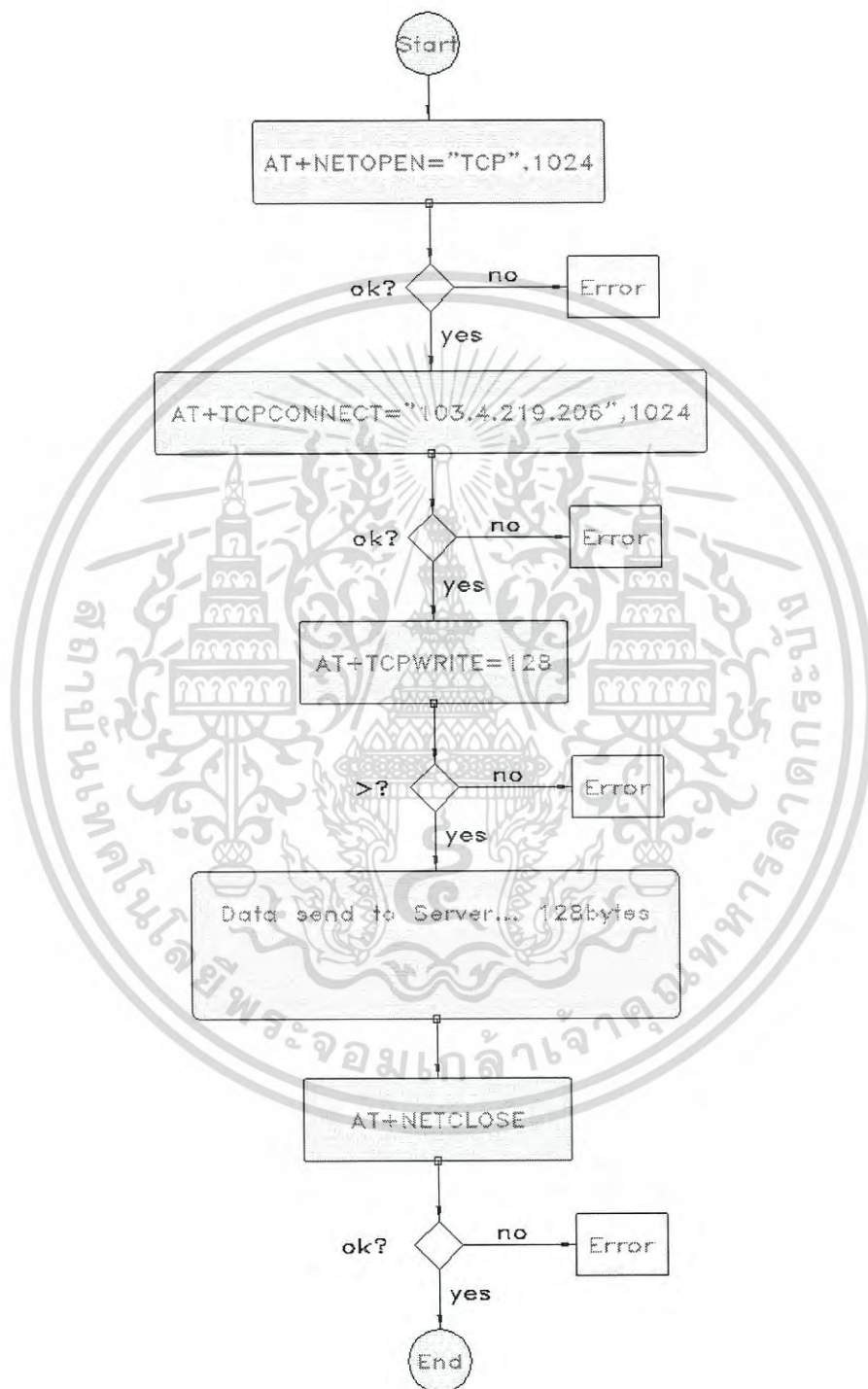
### 3.1.8 ฟังก์ชันของโปรแกรมในการประมวลผล แสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ฟังก์ชันของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

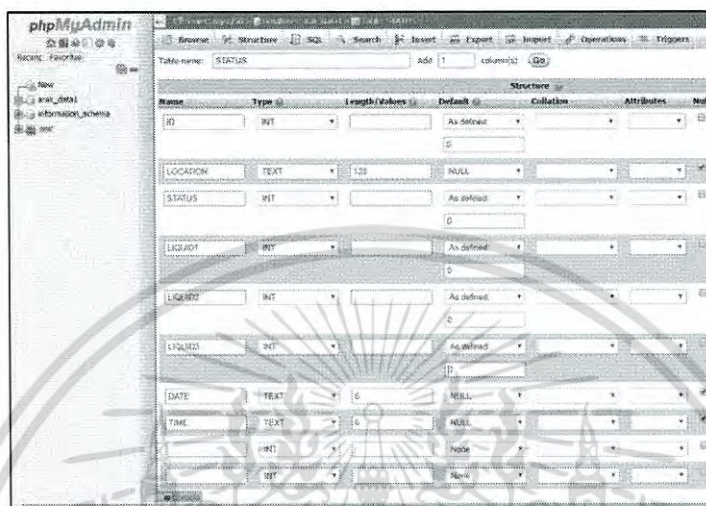
3.1.9 ผังงานสำหรับ AT COMMAND ในการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายโดยใช้  
 โพรโทคอล TCP/IP แสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ผังงานสำหรับ AT COMMAND ในการส่งข้อมูลเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายโดยใช้โปรโตคอล TCP/IP

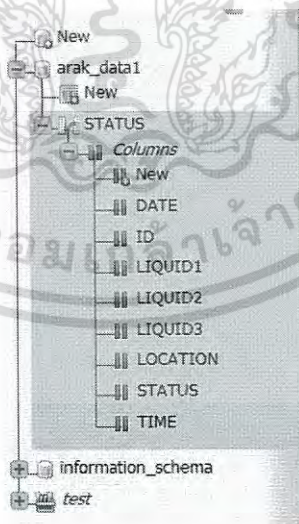
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.10 สร้าง Database ชื่อ arak\_data1 สำหรับการจัดเก็บข้อมูลบนเครื่องแม่ข่าย  
ที่ชื่อว่า STATUS ประกอบด้วย RECORD 9 RECORDS ได้แก่ ID LOCATION  
STATUS LIQUID DATE TIME และ TOTAL แสดงในรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin ในการสร้าง Table

3.1.11 สร้าง RECORD ในตารางได้แก่ ID LOCATION STATUS LIQUID1  
LIQUID2 LIQUID3 DATE TIME และ TOTAL แสดงในรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 RECORD ในตารางได้แก่ ID LOCATION STATUS LIQUID DATE TIME และ TOTAL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


### 3.1.12 รายการรูปแบบการเก็บข้อมูลของแต่ละ RECORD ในตาราง แสดงในรูปที่ 3.28

No	Record	Data Type
1	ID	Integer
2	LOCATION	Text*128
3	STATUS	Integer
4	LIQUID1	Integer
5	LIQUID2	Integer
6	LIQUID3	Integer
7	DATE	Text*6
8	TIME	Text*6
9	TOTAL	Integer

รูปที่ 3.28 รูปแบบการเก็บข้อมูลของแต่ละ RECORD ในตาราง

### 3.1.13 Webpage สำหรับแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่อง แสดงในรูปที่ 3.29

## The joywash System



id: 0 location: Bangkok Ladkrabang status: OFFLINE				\$130
id: 1 location: Sriracha Panus Pinkhom status: ONLINE				\$655
id: 2 location: Bangkok Soi Nammai status: ONLINE				\$250
id: 4 location: Chiang Mai Thapee status: ONLINE				\$500
id: 5 location: Songkhle Sadee status: ONLINE				\$1065
id: location: status:				ผลิตโดย Wilson โทร. 02-555-5555

รูปที่ 3.29 Webpage สำหรับแสดงข้อมูลการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.14 ข้อมูลในฐานข้อมูล แสดงในรูปที่ 3.30

table STATUS

ID	Name	Water	Shampoo	Liquid	Total
0	BANGKOK LADKRABANG	99	99	99	\$195
0	BANGKOK LADKRABANG	99	99	99	\$110
0	BANGKOK LADKRABANG	98	98	98	\$120
4	UNKNOW	75	79	88	\$500
0	BANGKOK LAD	97	97	97	\$139
1	BANGKOK LADKRABANG	5	95	95	\$617
1	BANGKOK LADKRABANG	5	5	6	\$855
1	BANGKOK LADKRABANG	5	95	8	\$655
1	BANGKOK LADKRABANG	5	91	7	\$655
1	BANGKOK LADKRABANG	5	7	11	\$855
1	BANGKOK LADKRABANG	5	30	32	\$655
1	BANGKOK LADKRABANG	5	30	32	\$655
5	BANGKOK LADKRABANG	5	10	7	\$895
5	BANGKOK LADKRABANG	5	28	41	\$895
5	BANGKOK LADKRABANG	5	28	41	\$655
5	BANGKOK LADKRABANG	5	28	41	\$792
5	BANGKOK LADKRABANG	6	28	41	\$732
5	BANGKOK LADKRABANG	5	31	43	\$732
5	BANGKOK LADKRABANG	5	31	44	\$732
5	new location	0	50	28	\$742
5	new location	0	40	28	\$755
5	new location	0	30	26	\$755
5	new location	0	29	26	\$755
5	new location	0	15	35	\$799
5	new location	0	15	35	\$769
5	new location	0	37	34	\$779

รูปที่ 3.30 ข้อมูลในฐานข้อมูลแสดงการทำงานของเครื่อง

### 3.1.15 การติดตั้งอุปกรณ์ลงในตู้ แสดงในรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 การติดตั้งอุปกรณ์ลงในตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

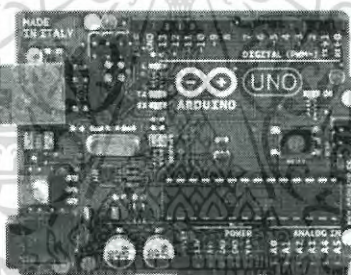
## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

### 3.2.1 Digital Oscilloscope แสดงในรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 Digital Oscilloscope

### 3.2.2 ARDUINO UNO R3 ใช้สำหรับการโปรแกรม ATMEGA328P-PU แสดงในรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 ARDUINO UNO R3 BOARD

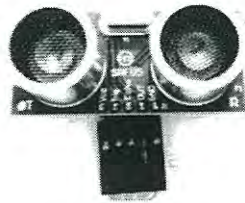
### 3.2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม Sketch แสดงในรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรม Sketch

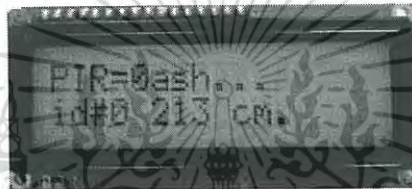
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์

### 3.2.5 Lcd Display แสดงในรูปที่ 3.36



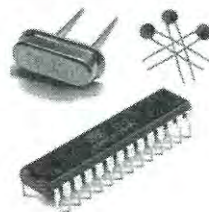
รูปที่ 3.36 Lcd Display

### 3.2.6 Led Button แสดงในรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 Led Button

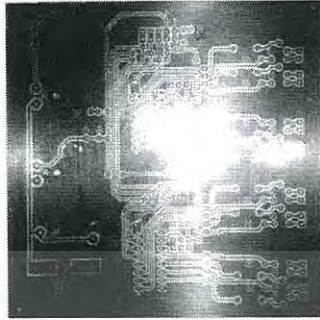
### 3.2.7 Atmel Atmega328p-pu แสดงในรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 Atmel Atmega328p-pu

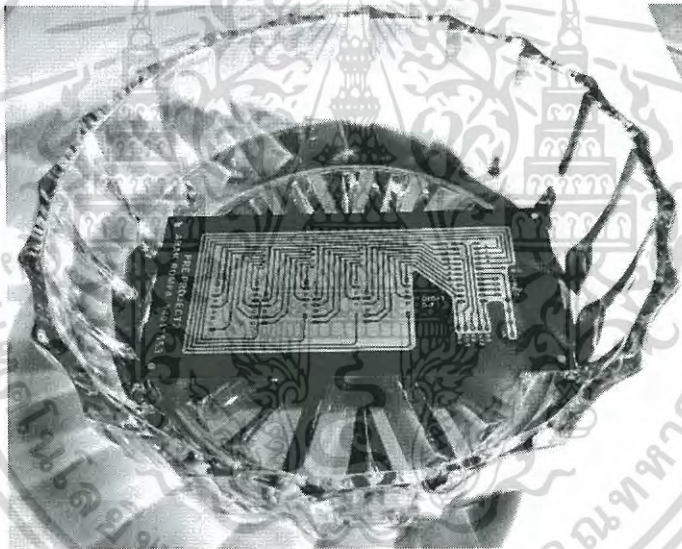
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.8 แผ่น PCB แสดงในรูปที่ 3.39



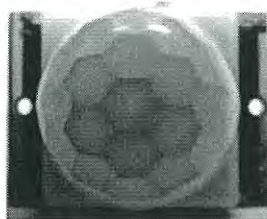
รูปที่ 3.39 แผ่น PCB

### 3.2.9 กรดกัดปริน แสดงในรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 กรดกัดปริน

### 3.2.10 PIR เซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.41 PIR เซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.11 SIM5320e 3G Module แสดงในรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 SIM5320e 3G Module

### 3.2.12 7 Segment แสดงในรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 7 Segment

### 3.2.13 เครื่องหยุดเหรียญ แสดงในรูปที่ 3.44



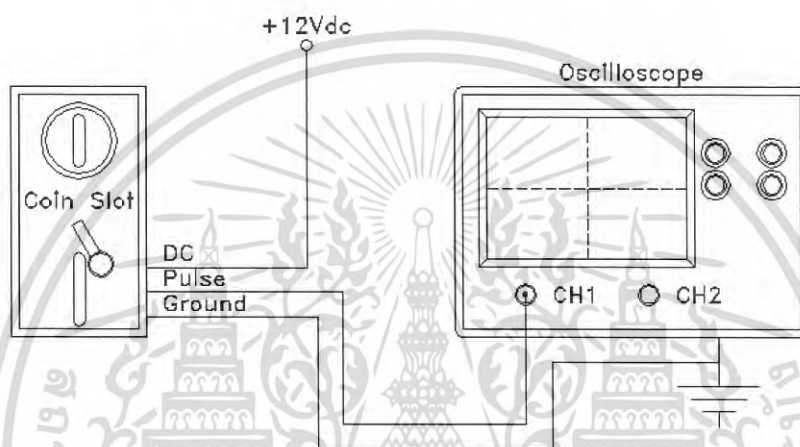
รูปที่ 3.44 เครื่องหยุดเหรียญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 การจับเก็บผลการทดลอง

#### 3.3.1 การทดลองวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ

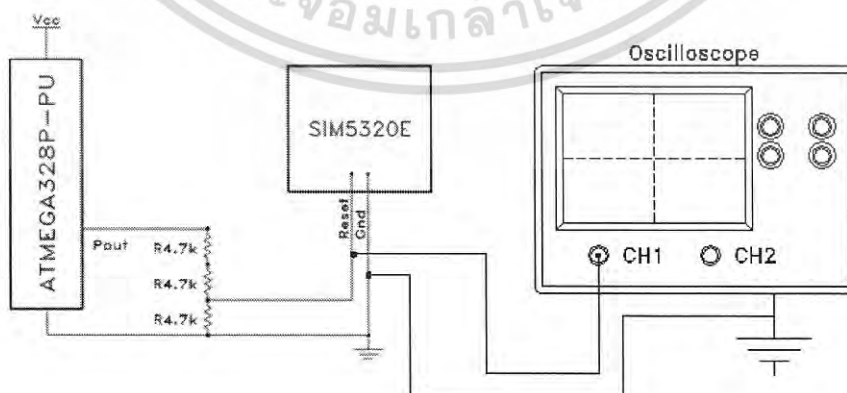
ได้ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ โดยใช้เหรียญขนาด 1 2 5 และ 10 บาท โดยการต่อเอาต์พุตจากช่องสัญญาณ 'COIN' ไปยังอินพุตของออสซิลโลสโคป แสดงในรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 การวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ

#### 3.3.2 การทดลองวัดคลื่นสัญญาณการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module

ได้ทำการทดลองวัดรูปคลื่นสัญญาณจากกดปุ่ม ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module โดยการต่อสัญญาณจากปุ่มกดไปยังอินพุตของออสซิลโลสโคป แสดงในรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 การวัดรูปคลื่นสัญญาณจากกดปุ่ม ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

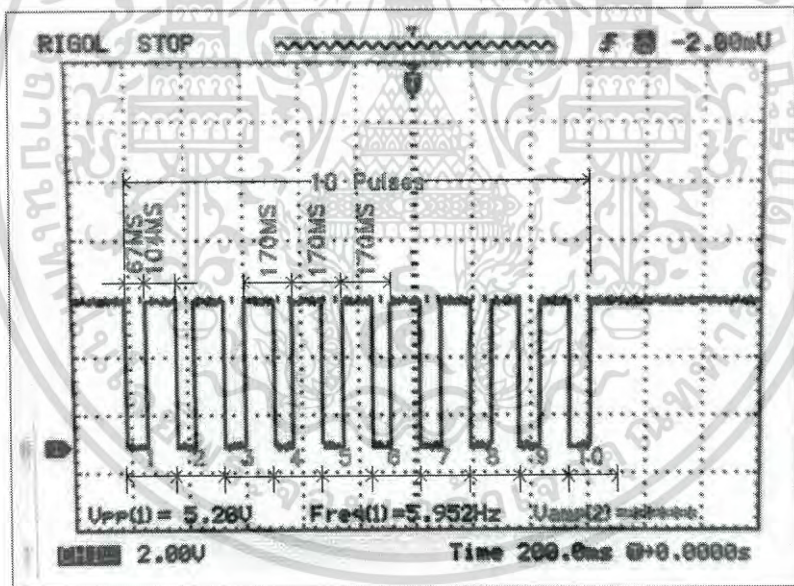
### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการทดลองวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ

ได้ทำการวัดคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญ โดยใส่เหรียญ 1 2 5 และ 10 บาท พบว่าจำนวนของพัลส์เท่ากับค่าของเหรียญที่ใส่และค่าคาบของสัญญาณเท่ากับ 170 มิลลิวินาทีและมีค่า Duty Cycle  $\approx$  58%

##### 4.1.1 คลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญเมื่อใส่เหรียญขนาด 10 บาท

เมื่อวัดสัญญาณเอาต์พุตพัลส์ที่ได้จากเครื่องหยอดเหรียญ โดยการต่อเข้ากับออสซิลโลสโคป จะได้รูปคลื่นสัญญาณดังแสดงในรูปที่ 4.1

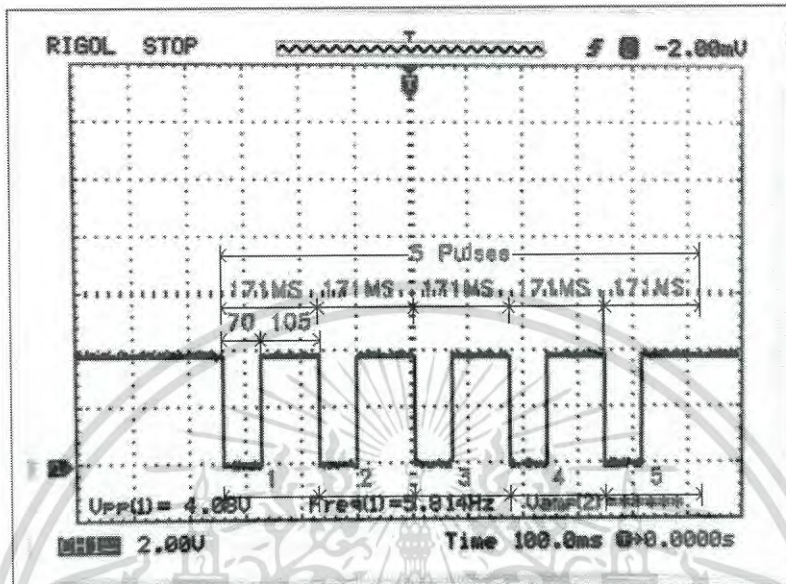


รูปที่ 4.1 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยอดเหรียญขนาด 10 บาท

เมื่อเครื่องหยอดเหรียญได้รับเหรียญเข้าไป จะตรวจสอบชนิดของเหรียญว่าเป็นเหรียญที่ถูกต้องแท้หรือปลอม โดยใช้หลักการตามหัวข้อ 2.2 ถ้าเป็นเหรียญที่ถูกต้องก็จะส่งพัลส์ออกมาที่ขา Pulse โดยพัลส์ที่ส่งออกจะมีจำนวนคาบเท่ากับมูลค่าของเหรียญนั้น เช่น เหรียญ 10 บาทก็จะส่งพัลส์จำนวน 10 คาบเป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.1 – 4.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการนับจำนวนพัลส์ แล้วนำค่าไปรวมกับยอดเงินคงเหลือในระบบต่อไป ดังรูปที่ 3.1 - 3.2

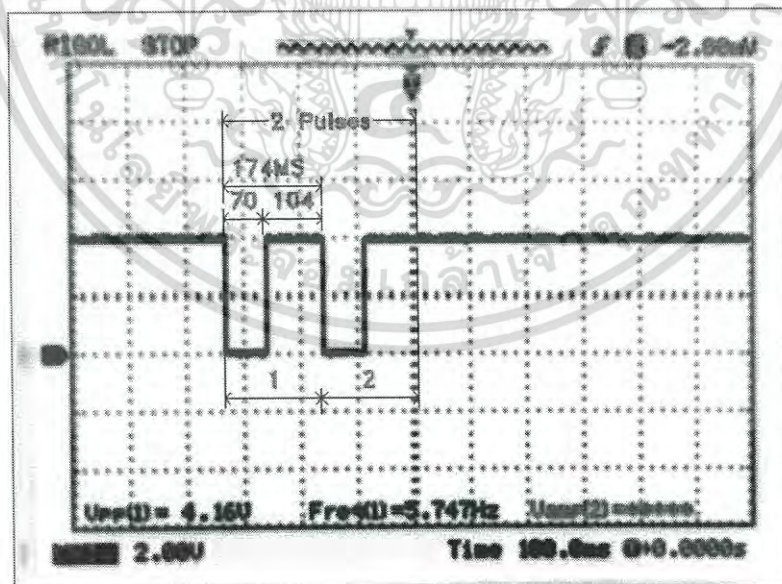
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1.2 คลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยุดเหรียญเมื่อใส่เหรียญขนาด 5 บาท  
เมื่อใส่เหรียญขนาด 5 บาท เครื่องจะส่งพัลส์ออกมา 5 ลูก ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตเมื่อหยุดเหรียญขนาด 5 บาท

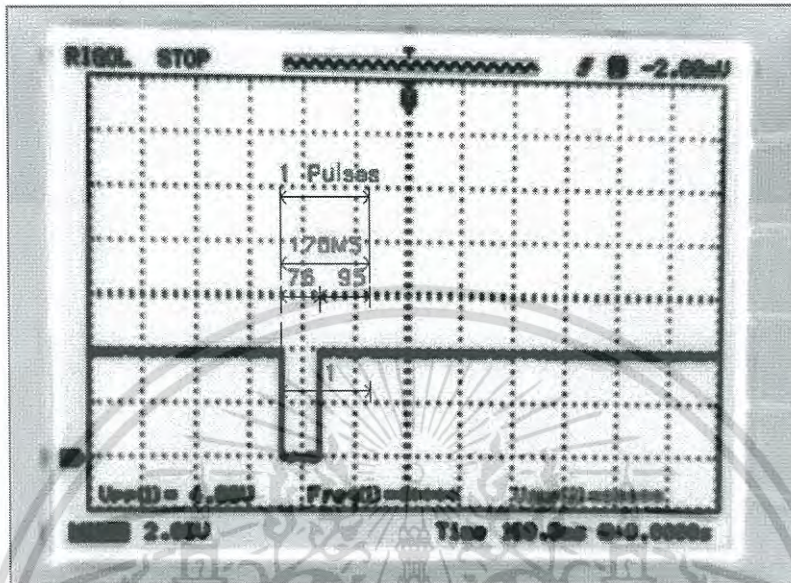
- 4.1.3 คลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยุดเหรียญเมื่อใส่เหรียญขนาด 2 บาท  
เมื่อใส่เหรียญขนาด 2 บาท เครื่องจะส่งพัลส์ออกมา 2 ลูก แสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตเมื่อหยุดเหรียญขนาด 2 บาท

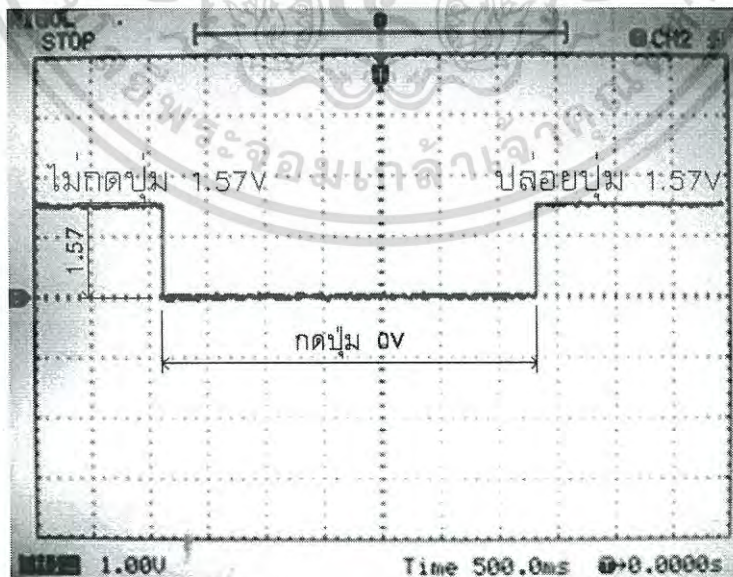
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยุดเหรียญเมื่อใส่เหรียญขนาด 1 บาท  
เมื่อใส่เหรียญขนาด 1 บาท เครื่องจะส่งพัลส์ออกมา 1 ลูก แสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตจากเครื่องหยุดเหรียญเมื่อใส่ขนาด 1 บาท

- 4.1.5 ผลการทดลองวัดคลื่นสัญญาณการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module  
การเปิด-ปิดโมดูลเครือข่าย 3G SIM5320e ทำได้โดยการต่อสายสัญญาณดังรูปที่ 3.12 และ 3.46 แล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ปล่อยพัลส์ 'LOW' ความกว้างประมาณ 3 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 4.5 โมดูลจะทำการเปิด-ปิดตัวเอง

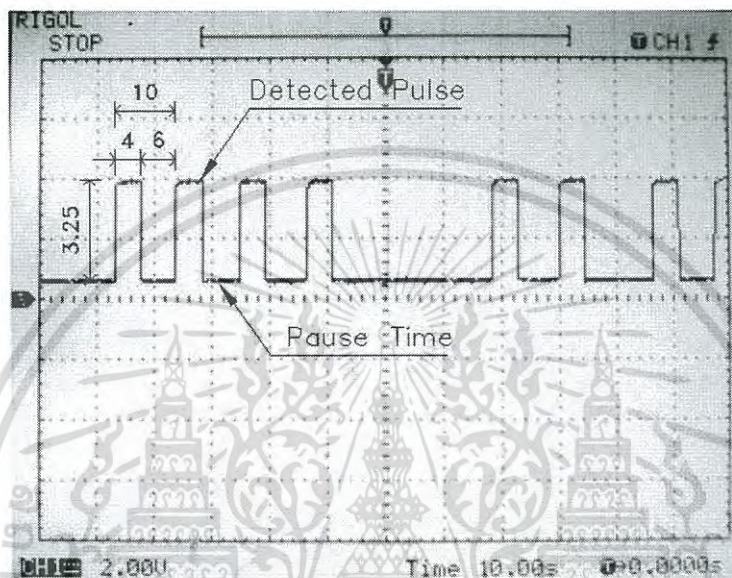


รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณการ ON-OFF-RESET 3G SIM5320 Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

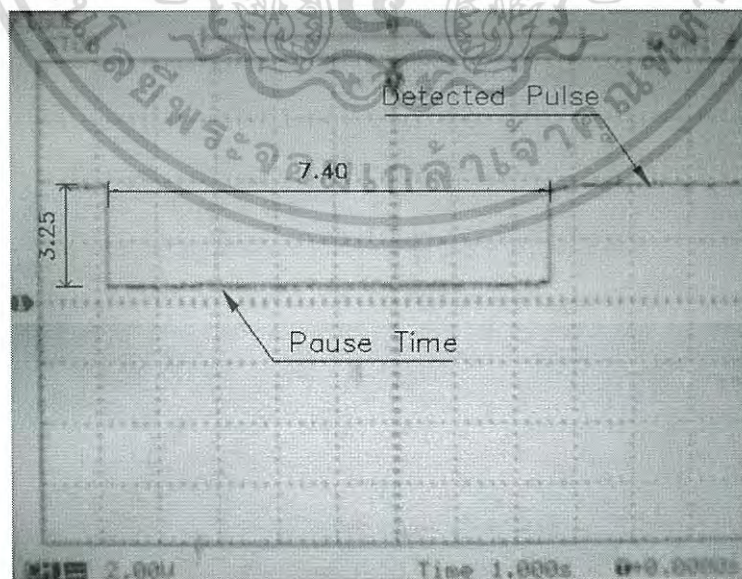
#### 4.1.6 คลื่นพัลส์สัญญาณเอาต์พุตจาก PIR เซ็นเซอร์

การทำงานของ PIR เซ็นเซอร์ เมื่อตรวจสอบพบวัตถุจะส่งพัลส์ 'HIGH' ถ้าไม่พบวัตถุจะส่งพัลส์ 'LOW' หลังจากนั้นจะเข้าสู่การหยุดพักเป็นเวลาประมาณ 7 วินาที แล้วเริ่มทำการตรวจสอบใหม่ ดังรูปที่ 4.6 – 4.7



รูปที่ 4.6 รูปคลื่นสัญญาณจาก PIR เซ็นเซอร์

#### 4.1.7 คลื่นสัญญาณจาก PIR เซ็นเซอร์ แสดงในรูปที่ 4.7

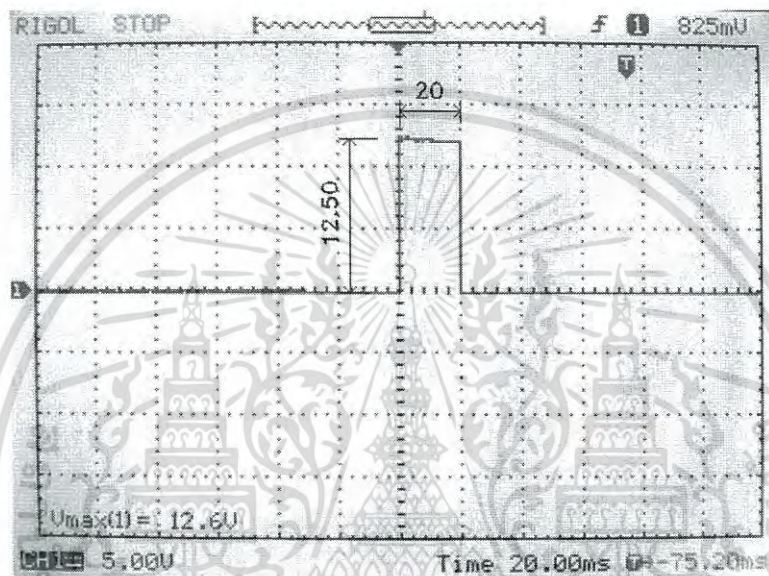


รูปที่ 4.7 รูปคลื่นสัญญาณจาก PIR เซ็นเซอร์

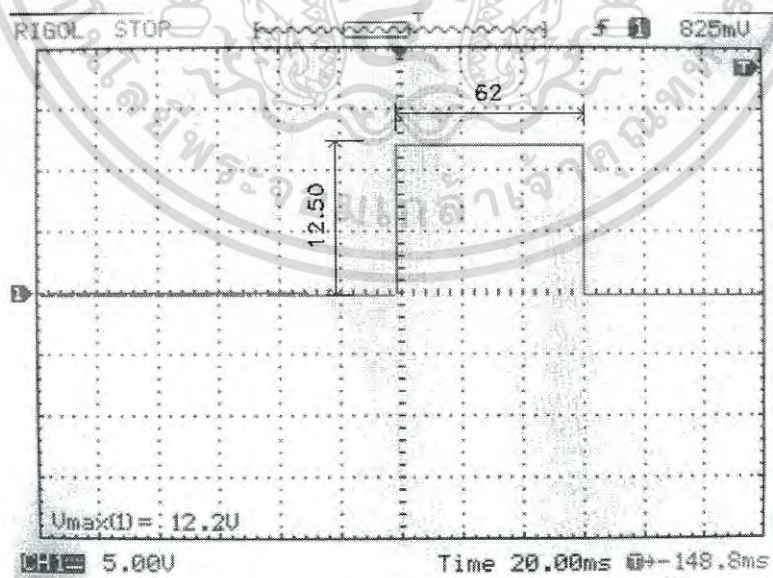
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.8 คลื่นสัญญาณจากเครื่องหยุดเหรียญแบบอื่นๆ

เครื่องหยุดเหรียญรุ่นอื่นๆ บางรุ่นอาจจะมีการส่งพัลส์เอาต์พุตแสดงค่าของเหรียญเป็นแบบ PWM แทนที่จะเป็นนับจำนวนพัลส์ การหาค่าของเหรียญก็จะทำได้โดยการหาความกว้างของพัลส์ ตัวอย่างเช่น เมื่อใส่เหรียญ 1 บาทจะได้เอาต์พุตเป็นพัลส์แคบดังรูปที่ 4.8 แต่ถ้าใส่เหรียญ 5 บาทจะได้เอาต์พุตเป็นพัลส์กว้างแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 รูปคลื่นสัญญาณจากเครื่องหยุดเหรียญแบบความกว้างพัลส์ (เมื่อใส่เหรียญ 1 บาท)

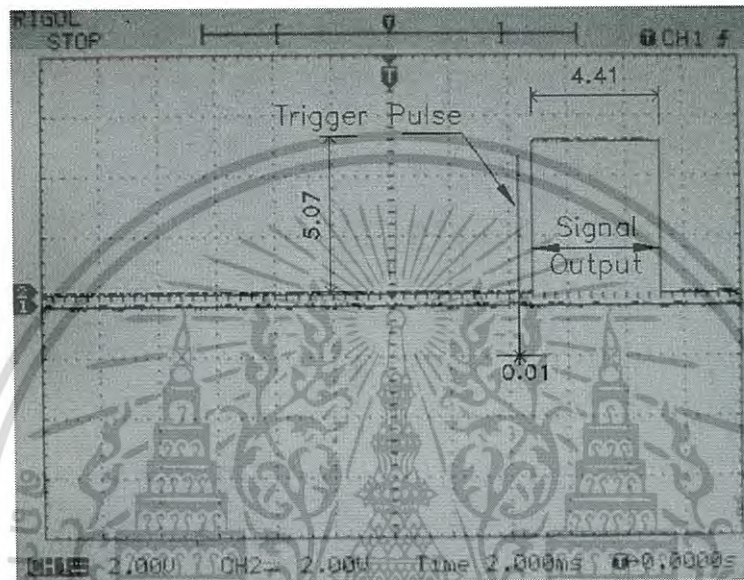


รูปที่ 4.9 รูปคลื่นสัญญาณจากเครื่องหยุดเหรียญแบบความกว้างพัลส์ (เมื่อใส่เหรียญ 5 บาท)

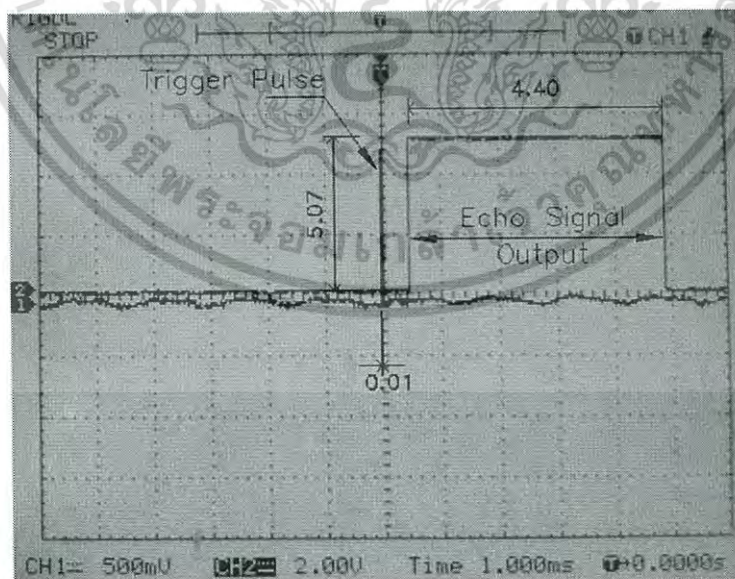
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.9 รูปคลื่นสัญญาณจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์

อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์มีหลักการทำงานโดยการวัดระยะเวลาของคลื่นสะท้อน (อธิบายในหัวข้อ 2.5) การหาระยะทางของสิ่งกีดขวางทำได้โดยการวัดความกว้างพัลส์ของคลื่นสะท้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 – 4.11



รูปที่ 4.10 รูปคลื่นสัญญาณจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์



รูปที่ 4.11 รูปคลื่นสัญญาณจากอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์

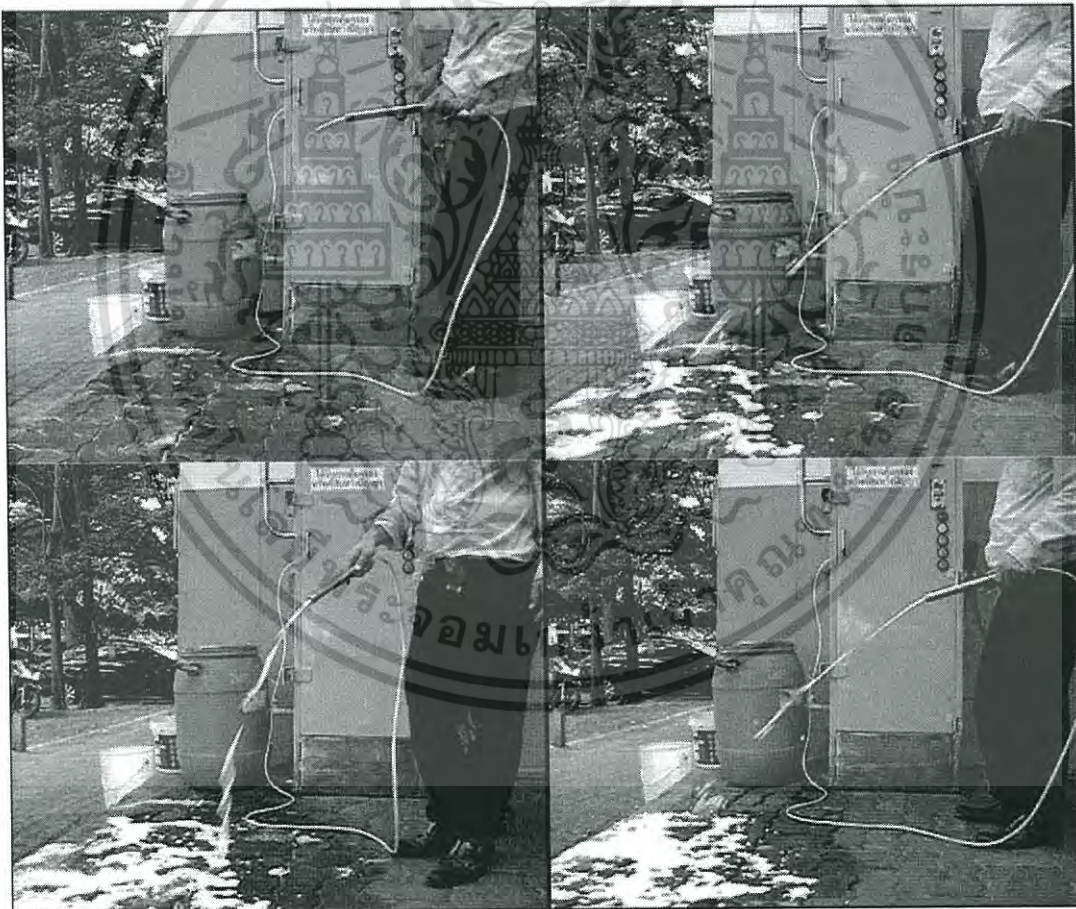
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 ผลการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มแรงดัน

ทำการเชื่อมต่อระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับระบบปั๊มและทำการทดสอบการทำงานในฟังก์ชันต่างๆเช่น การควบคุมเปิด-ปิดปั๊มแรงดันฉีดน้ำสะอาด การควบคุมระบบเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟมและการส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3 G ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

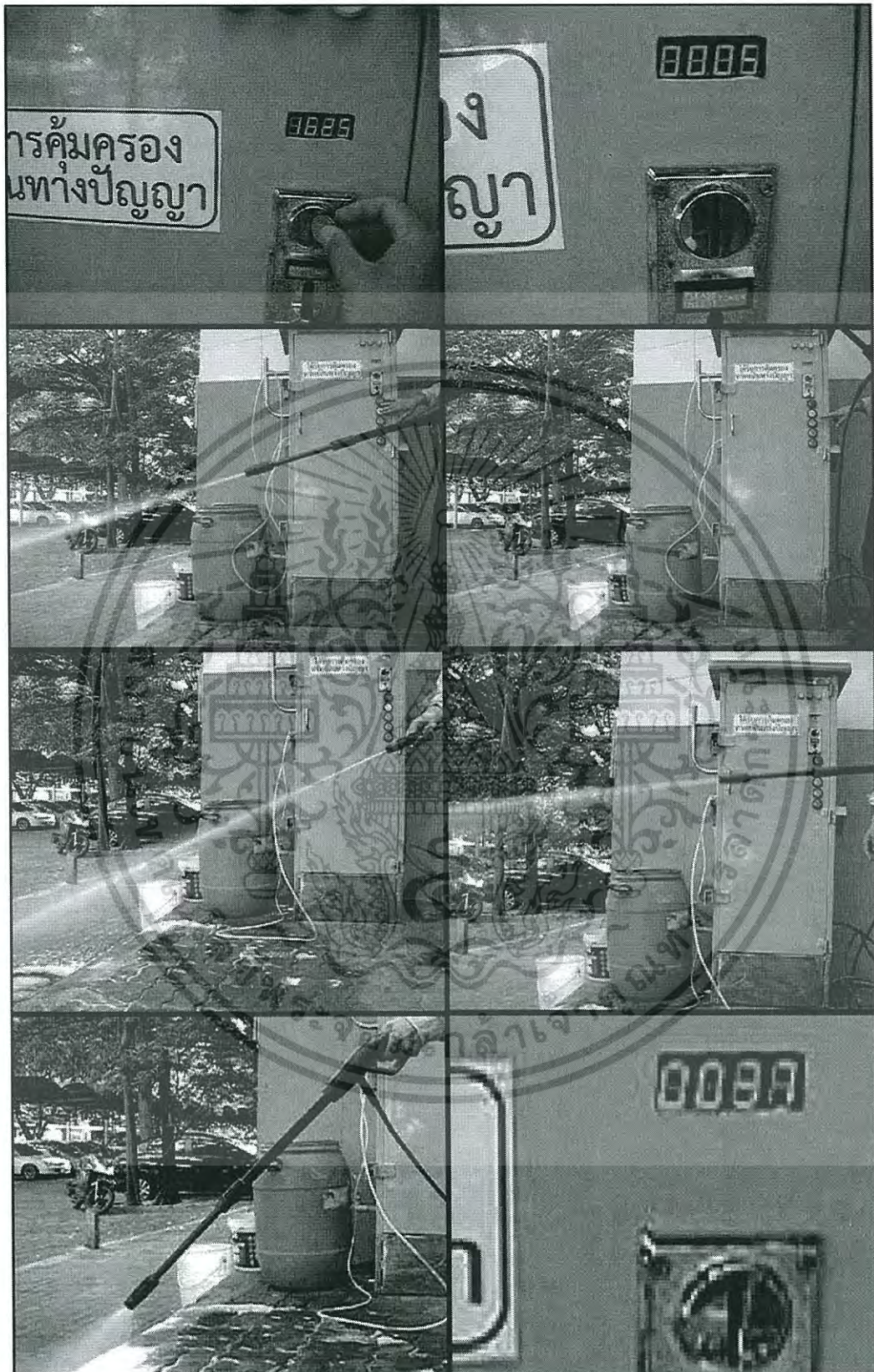
### 4.2.1 ผลการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดน้ำและโฟม ได้ผลดังรูปที่ 4.12 – 4.13

ทำการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดน้ำและโฟม ได้ผลดังรูปที่ 4.12 – 4.13



รูปที่ 4.12 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

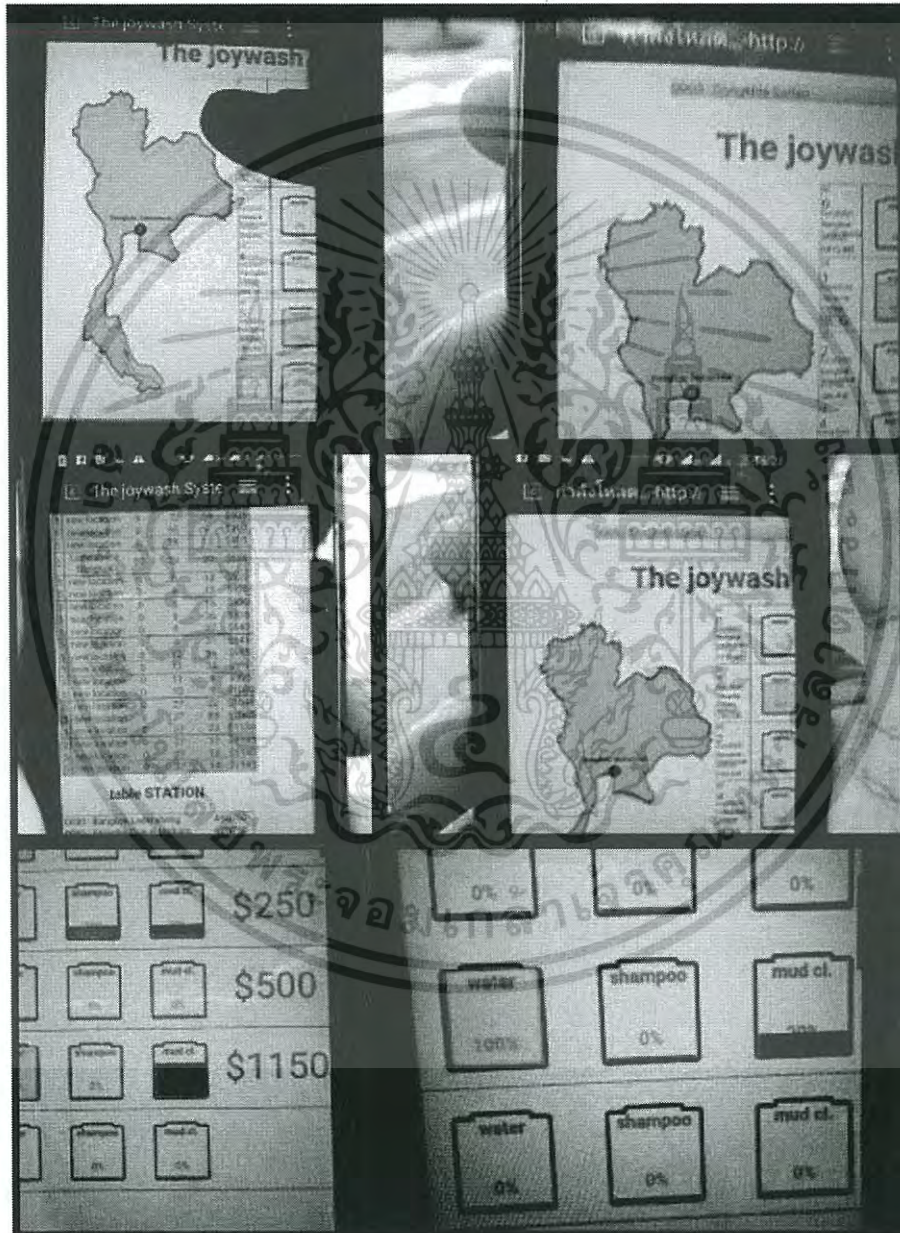


รูปที่ 4.13 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G

ทำการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G และใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เชื่อมต่อเข้าเครือข่าย ได้ผลดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การทดสอบใช้งานเครื่องล้างรถหยอดเหรียญแบบบริการตัวเอง โดยมีการแยกออกเป็น 3 ฟังก์ชันการใช้งานได้แก่ การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มแรงดันฉีดน้ำสะอาด การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟม การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G

#### 5.1 สรุปผล

ผลการทดลองใช้งานที่ 1 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มแรงดันฉีดน้ำสะอาด สรุปว่าระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำการควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มแรงดันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองใช้งานที่ 2 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟม สรุปว่าระบบไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมการเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟมได้ และค่าหน่วยเวลาสำหรับการปิดและเปิดใหม่ประมาณ 1 นาที

ผลการทดลองใช้งานที่ 3 การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G สรุปว่าไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายโดยการเริ่มทำงานให้เปิด Webpage ที่มี Server side PHP-Script

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

การทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมเปิด-ปิดปั๊มฉีดโฟม พบว่าระบบมีค่าหน่วยเวลาสำหรับการปิดและเปิดใหม่ประมาณ 1 นาที การพัฒนาระบบให้สามารถลดค่าหน่วยเวลาลงได้ จะช่วยให้การใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น และการทดลองใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลสถานะการทำงานของเครื่องเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายด้วยโมดูล 3G อาจจะพัฒนาให้สามารถส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วมากขึ้น

## บรรณานุกรม

Davis, R. S. (2004). *C++ For Dummies*. 5<sup>th</sup> Ed. Indianapolis, Indiana.: Wiley Publishing, 2004.

Dallas SEMICONDUCTOR. *DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock*. Retrieved from [www.maxim-ic.com](http://www.maxim-ic.com).

ON SEMICONDUCTOR. *2N7000G Small Signal MOSFET 200 mAmps, 60 Volts*. Retrieved from <http://www.onsemi.com>.

Texas Instruments Incorporated. *uA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATION*. Texas.: Texas Instrument, 2004.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### Webpage Source Code

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang = "th">
<head>
<?php
    set_time_limit (3600);
    function serverrun(){$rst="Server is running.."; return $rst;}
    function fnphp1(){$rst=$_SERVER['PHP_SELF'];return $rst;}
    function fnphp2(){$rst=$_SERVER['SERVER_NAME']; return $rst;}
    function fnphp3(){$rst=$_SERVER['HTTP_HOST'];return $rst;}
    function fnphp4(){$rst=$_SERVER['HTTP_REFERER']; return $rst;}
    function fnphp5(){$rst=$_SERVER['HTTP_USER_AGENT'];return $rst;}
    $host = "103.4.219.206";
    $port = 1024;
    $spawn = "";
    $input = "";
    $socket=socket_create(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if ($socket==false)
    {die("Could not create socket");}
    else
    {$rtn="Socket created...ok!";}
    $result = socket_bind($socket,$host,$port);
    if ($result==false){
        socket_close($socket);
        die("Could not bind to socket");}
    else
    {$rtn="Socket bind at PORT: ".$port." URL: ".$host.".....ok!";}
    $result = socket_listen($socket,3);
    if ($result==false){
        socket_close($socket);
        die("Could not set up socket listener");}
    else
    {$rtn="Socket listening...ok!";}
    $result = socket_accept($socket);
    $spawn=$result;
    if ($result==false){
        socket_close($socket);
        die("Could not accept incoming connection");}
    else
        {$rtn="Socket accept...ok!";}
    $result = socket_read($spawn,128,PHP_NORMAL_READ);
    $input = str_replace("\n", ' ', $result);
    $input = str_replace("\r", ' ', $input);
    $contents = $input;
    $fp = fopen("data.txt","wb");
    fwrite($fp,$contents);
    fclose($fp);
    socket_close($socket);
    //insert data into database
    $pollfields = explode(' ', $contents);
    $servername = "localhost";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

$username = "thejoywash_1";
$password = "98e217d84f";
$dbname = "thejoywash_001";
// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}
$C="";
$Q="";
$sql = "SELECT * FROM STATUS WHERE ID=".$pollfields[0]." AND
DATE=".$pollfields[6]." AND TIME=".$pollfields[7]."";
$result = $conn->query($sql);
$numrec0 = $result->num_rows;
$rst=0;
if ($numrec0 == 0)
{
    $dat=$pollfields[0].$C.$Q.$pollfields[1].$Q.$C.$pollfields[2].$C.$pollfields[3].
    $C.$pollfields[4].$C.$pollfields[5].$C.$Q.$pollfields[6].$Q.$C.$Q.$pollfields[7]
    .$Q.$C.$pollfields[8].$C.$pollfields[9];
    $sql = "INSERT INTO STATUS
    (ID,LOCATION,STATUS,LIQUID1,LIQUID2,LIQUID3,
    DATE,TIME,TOTAL,LOC) VALUES (".$dat.)";
    $rst=$conn->query($sql);
}
Sidlist=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
$namelist=['0','0','0','0','0','0','0','0','0','0'];
$sonoff=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
$liq1=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
$liq2=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
$liq3=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
$totmoney=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
//load database data into data100
$sql = "SELECT * FROM STATUS";
$result5 = $conn->query($sql);
$count5 = $result5->num_rows;
$data100="";
$databse1="<body><font size=16 face='Arial Rounded MT' color=green>";
$databse1.="<h2 align=center>table STATUS</h2>";
$databse1.="<table border=1 bgcolor=#c6c6cc align=center>";
$databse1.="<tr><td align=center width=300px>ID".
    "</td><td align=center width=900px>Name".
    "</td><td align=center width=300px>Water".
    "</td><td align=center width=300px>Shampoo".
    "</td><td align=center width=300px>Liquid".
    "</td><td align=center width=300px>Total".
    "</td></tr>";
while ($row5 = $result5->fetch_assoc()) {
    $s0=$row5['ID'];
    $s1=$row5['LOCATION'];
    $s2=$row5['STATUS'];
    $s3=$row5['LIQUID1'];
    $s4=$row5['LIQUID2'];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    $s5=$row5['LIQUID3'];
    $s6=$row5['DATE'];
    $s7=$row5['TIME'];
    $s8=$row5['TOTAL'];
    $s9=$row5['LOC'];
    $data100.=$s0."_".$s1."_".$s2."_".$s3."_".$s4."_".$s5."_".$s6."_".$s7."_".$s8."_".$s9."/";
    $database1.="<tr><td align=center >".$s0.
        "</td><td align=center >".$s1.
        "</td><td align=center >".$s3.
        "</td><td align=center >".$s4.
        "</td><td align=center >".$s5.
        "</td><td align=center >".$s8.
        "</td></tr align=center >";
}
$database1.="</table>";
//load database data into data100
$sql = "SELECT distinct ID FROM STATUS ORDER BY ID ASC";
$result2 = $conn->query($sql);
$stacount = $result2->num_rows;
$a=0;
while ($row = $result2->fetch_assoc()) {
    $sql = "SELECT NAME FROM STATION WHERE ID=".$row['ID'];
    $result3 = $conn->query($sql);
    $row3 = $result3->fetch_assoc();
    $idlist[$a]=$row['ID'];
    $namelist[$a]=$row3['NAME'];
    $sql = "SELECT STATUS,LIQUID1,LIQUID2,LIQUID3,TOTAL FROM STATUS
    WHERE ID=".$row['ID'] . " order by DATE desc,TIME desc;";
    $result4 = $conn->query($sql);
    $row4 = $result4->fetch_assoc();
    $sonoff[$a]=$row4['STATUS'];
    $liq1[$a]=$row4['LIQUID1'];
    $liq2[$a]=$row4['LIQUID2'];
    $liq3[$a]=$row4['LIQUID3'];
    $totmoney[$a]=$row4['TOTAL'];
    $a++;
}
$conn->close();
//build recent data for all station
$Xpos0 = 0;
$Ypos0 = 0;
$Name0 = "";
$Xpos1 = 0;
$Ypos1 = 0;
$Xpos2 = 0;
$Ypos2 = 0;
$numrec2 = 0;
$servername = "localhost";
$username = "thejoywash_1";
$password = "98e217d84f";
$dbname = "thejoywash_001";
// Create connection
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
// Check connection

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}
$pollfields = explode(' ', $contents);
$sql = "select * from STATION where ID=".$pollfields[0];
$result = $conn->query($sql);
$numrec2 = $result->num_rows;
while ($row = $result->fetch_assoc()) {
    $Xpos0=$row['X'];
    $Ypos0=$row['Y'];
    $Name0=$row['NAME'];
}
//find all station is has data
$idx=['1','2','3','4','5','6','7','8','9','10'];
$sql = "SELECT distinct ID FROM STATUS order by ID asc";
$result2 = $conn->query($sql);
$numrec3 = $result2->num_rows;
$a=0;
$idx0="";
$databse1.="<h2 align=center>table STATION</h2>";
$databse1.="<table border=1 align=center>";
while ($row = $result2->fetch_assoc()) {
    $sql = "SELECT NAME FROM STATION WHERE ID=".$row['ID'];
    $result3 = $conn->query($sql);
    $row3 = $result3->fetch_assoc();
    $idx[$a]=sprintf("%04u : %s",$row['ID'],$row3['NAME']);
    $sql = "select * from STATION where ID=".$row['ID'];
    $result6 = $conn->query($sql);
    $row6 = $result6->fetch_assoc();
    $databse1.="<tr><td width=1500px>". $idx[$a]."</td>";
    $databse1.="<td>". $row6['X']. "</td>";
    $databse1.="<td>". $row6['Y']. "</td></tr>";
    $a++;
}
}
$conn->close();
$databse1.="</table>";
function fnIDX(){
    $GLOBALS['i']=0;
    $j=$GLOBALS['i'];
    $rst=$GLOBALS['idx'][$j];//$rst=$GLOBALS['idx0'];
    return $rst;}
function dbase2(){return $GLOBALS['numrec2'];}
function phpdata(){return $GLOBALS['input'];}
function readfile1()
{
    $contents = "0";
    $fname = "data.txt";
    $myfile = @fopen($fname, "r");
    if($myfile!=FALSE)
    {
        $contents = fread($myfile,filesize($fname));
        fclose($myfile);
    }
    return $contents;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function dbase1(){
    return $GLOBALS['numrec0'];
}
function fnGX(){
    $rst=$GLOBALS['Xpos0'];
    return $rst;}
function fnGY(){
    $rst=$GLOBALS['Ypos0'];
    return $rst;}
function fnNAME(){
    $rst=$GLOBALS['Name0'];
    return $rst;}
$database1.="<h2 align=center>***end***</h2>";
$database1.="</font></body>";
?>
<script type="text/javascript">
    window.onload = myFunction;
    function myFunction(){
        var thaimap = [
[-193,-664],[-183,-666],[-174,-672],[-173,-678],[-176,-682],[-178,-688],[-182,-694],[-172,-690],[-163,-688],
[-157,-690],[-149,-688],[-146,-700],[-140,-700],[-128,-690],[-127,-679],[-118,-679],[-111,-693],[-105,-691],
[-99,-679],[92,-671],[88,-669],[86,-671],[90,-647],[94,-644],[97,-642],[99,-628],[94,-619],[93,-612],
[-84,-608],[77,-611],[66,-608],[59,-615],[57,-619],[44,-619],[34,-614],[28,-614],[26,-617],[21,-614],
[-24,-607],[30,-605],[29,-596],[26,-585],[25,-572],[15,-566],[18,-561],[21,-559],[22,-554],[25,-550],
[-27,-535],[24,-531],[43,-508],[36,-499],[32,-495],[33,-487],[31,-482],[32,-475],[37,-461],[44,-456],
[-49,-442],[47,-437],[50,-426],[35,-414],[30,-416],[24,-422],[14,-434],[4,-439],[1,-439],[7,-444],[6,-450],[11,-
456],[21,-458],[26,-469],[37,-468],[44,-477],[49,-482],[56,-483],[65,-474],[76,-467],[85,-461],[93,-462],[98,-
458],[95,-452],[103,-447],[107,-450],[107,-450],[116,-460],[131,-465],[136,-463],[140,-468],[140,-477],[147,-
482],[147,-489],[159,-493],[157,-499],[157,-504],[169,-506],[183,-504],[196,-497],[204,-496],[208,-491],[214,-
497],[223,-489],[230,-474],[241,-462],[246,-451],[258,-440],[277,-424],[290,-414],[294,-405],[292,-388],[288,-
364],[292,-321],[308,-303],[318,-293],[324,-283],[350,-280],[345,-267],[358,-251],[371,-250],[372,-236],[367,-
221],[361,-222],[357,-217],[361,-211],[370,-213],[370,-208],[363,-205],[359,-201],[359,-192],[367,-185],[373,-
182],[371,-178],[367,-179],[367,-168],[363,-162],[365,-151],[366,-140],[359,-133],[348,-123],[336,-122],[331,-
122],[333,-115],[332,-108],[324,-108],[317,-119],[317,-127],[300,-130],[284,-126],[259,-120],[248,-128],[232,-
121],[208,-121],[198,-127],[178,-122],[157,-122],[130,-107],[124,-86],[117,-81],[111,-65],[95,-56],[97,-47],[89,-
43],[78,-43],[78,-
34],[78,11],[91,7],[92,18],[91,37],[101,44],[110,56],[118,61],[110,69],[110,84],[120,100],[105,90],[99,84],[99,93],[78
,82],[68,71],[30,35],[8,44],[31,36],[53,42],[61,36],[53,24],[59,16],[50,6],[55,-1],[50,-13],[56,-21],[46,-28],[
54,-36],[84,-42],[110,-42],[129,-32],[141,-21],[141,-14],[129,1],[139,26],[139,47],[137,73],[137,86],[
152,103],[152,116],[174,153],[185,185],[187,210],[205,228],[211,244],[205,253],[217,253],[220,260],[
214,267],[218,279],[219,318],[207,344],[213,352],[211,363],[199,364],[192,366],[184,362],[184,357],[
175,360],[171,355],[156,355],[152,368],[149,384],[145,421],[133,441],[126,443],[126,435],[121,435],[
104,517],[111,519],[114,509],[114,498],[128,501],[128,517],[125,527],[115,542],[110,542],[106,550],[
101,561],[91,560],[89,558],[95,550],[101,547],[105,533],[103,523],[84,563],[66,578],[41,586],[22,585],[
14,584],[1,589],[21,618],[45,641],
[55,649], [50,656],[38,668],[36,681],[26,689],[11,684],[5,672],[8,674],[16,678],[20,683],[28,684],[29,693],[
37,700],
[-43,697],[45,690],[54,685], [-50,680],[48,676],[41,671],[40,655],[43,651],[36,646],[44,641],[63,643],
[-69,633],[69,626],[75,618],[83,623],[96,615], [-111,614],[115,602],[123,598],[130,606],[132,624],
[-155,595],[174,580],[173,557],[184,555],[188,546],[183,537],[191,538],[195,543],[206,534],[209,509],[
224,496],[226,514],[231,523],[231,493],[226,479],[239,485],[244,472],[258,471],[259,453],[263,445],[
271,446],[271,437],[286,446],[286,456],[291,462],[295,459],[300,456],[304,456],[308,424],[304,411],[
302,395],[301,381],[292,383],[288,375],[292,369],[297,360],[289,365],[289,348],[283,338],[275,328],[
279,319],[272,311],[282,311],[270,305],[270,299],[278,305],[270,293],[255,259],[248,239],[249,230],[

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

251,223],[ -227,210],[ -229,201],[ -220,194],[ -209,184],[ -197,163],[ -190,158],[ -192,149],[ -186,146],[ -186,137],[ -182,134],[ -177,137],[ -173,129],[ -170,124],[ -168,117],[ -173,114],[ -176,109],[ -175,100],[ -180,98],[ -176,86],[ -184,83],[ -184,75],[ -190,68],[ -188,60],[ -190,48],[ -191,41],[ -204,24],[ -213,3],[ -214,-13],[ -208,-24],[ -209,-55],[ -215,-72],[ -219,-82],[ -233,-100],[ -264,-125],[ -275,-147],[ -292,-167],[ -298,-200],[ -295,-210],[ -287,-215],[ -281,-209],[ -279,-212],[ -278,-220],[ -269,-223],[ -265,-215],[ -265,-233],[ -266,-250],[ -260,-270],[ -262,-290],[ -250,-294],[ -243,-289],[ -237,-298],[ -229,-310],[ -233,-320],[ -243,-321],[ -254,-308],[ -258,-322],[ -260,-331],[ -268,-346],[ -272,-351],[ -265,-361],[ -269,-371],[ -277,-381],[ -288,-383],[ -295,-402],[ -337,-446],[ -341,-463],[ -335,-475],[ -346,-496],[ -345,-504],[ -354,-511],[ -358,-496],[ -365,-508],[ -362,-515],[ -371,-525],[ -355,-520],[ -341,-526],[ -334,-527],[ -332,-542],[ -337,-556],[ -344,-562],[ -329,-573],[ -325,-590],[ -329,-608],[ -321,-615],[ -320,-621],[ -312,-621],[ -314,-627],[ -306,-627],[ -309,-633],[ -306,-641],[ -302,-637],[ -298,-638],[ -292,-633],[ -291,-628],[ -281,-630],[ -272,-629],[ -264,-630],[ -259,-629],[ -251,-635],[ -243,-634], [ -237,-639],[ -223,-633],[ -219,-651],[ -217,-666],[ -208,-670];

```

var mapcanvas = document.getElementById('mapcanvas');
var context = mapcanvas.getContext("2d");
context.lineWidth=20;
context.fillStyle='#acf';
context.strokeStyle = '#00f';
context.beginPath();
var offx=500;
var offy=750;
var scl=1;
for (j=0; j<thaimap.length-2-1; j+=2)
{
    k = j + 1;
    context.arcTo(scl*thaimap[j][0]+offx , scl*thaimap[j][1]+offy ,
    scl*thaimap[k][0]+offx , scl*thaimap[k][1]+offy , 0);
}
context.arcTo(scl*thaimap[k][0]+offx , scl*thaimap[k][1]+offy ,
scl*thaimap[0][0]+offx , scl*thaimap[0][1]+offy , 0);
context.closePath();
context.stroke();
context.fill();
var cr = 1;
var width = mapcanvas.width;
var height = mapcanvas.height;
var wid3 = width/3;
var objwid = 100;
var spc1 = (wid3-objwid)/2;
var wid8 = (width-2*spc1)/8;
y0 = 3*hei3 / 4;
var x0 = spc1 + wid8/2;
var fillcir = ['#f00', '#0f0', '#f0f', '#ff0', '#40f', '#0ff', '#faa', '#aaf'];
var functxt = ["MUD", "FOAM1", "FOAM2", "WATER", "F4", "F5", "F6", "F7"];
var rd = 22;
var numrec2 = "<?php echo dbase2();?>";
var x = "<?php echo fnGX();?>";
var y = "<?php echo fnGY();?>";
var name1 = "<?php echo fnNAME();?>";
var lst = document.getElementById("ArSelect0");
//var option = document.createElement("option");
//option.text = "my message";
//lst.add(option, lst[0]);
var numrec3=Number("<?php echo $numrec3; ?>");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

for (k = 0; k < numrec3; k++) {
    var option = document.createElement("option");
    if (k==0){option.text = "<?php echo $idx[0];?>";}
    if (k==1){option.text = "<?php echo $idx[1];?>";}
    if (k==2){option.text = "<?php echo $idx[2];?>";}
    if (k==3){option.text = "<?php echo $idx[3];?>";}
    if (k==4){option.text = "<?php echo $idx[4];?>";}
    if (k==5){option.text = "<?php echo $idx[5];?>";}
    if (k==6){option.text = "<?php echo $idx[6];?>";}
    if (k==7){option.text = "<?php echo $idx[7];?>";}
    if (k==8){option.text = "<?php echo $idx[8];?>";}
    if (k==9){option.text = "<?php echo $idx[9];?>";}
    if (k==10){option.text = "<?php echo $idx[10];?>";}
    if (k==11){option.text = "<?php echo $idx[11];?>";}
    if (k==12){option.text = "<?php echo $idx[12];?>";}
    if (k==13){option.text = "<?php echo $idx[13];?>";}
    if (k==14){option.text = "<?php echo $idx[14];?>";}
    if (k==15){option.text = "<?php echo $idx[15];?>";}
    if (k==16){option.text = "<?php echo $idx[16];?>";}
    if (k==17){option.text = "<?php echo $idx[17];?>";}
    if (k==18){option.text = "<?php echo $idx[18];?>";}
    if (k==19){option.text = "<?php echo $idx[19];?>";}
    lst.add(option, lst[0]);
}

var drawRoundedRect = function(ctx, x, y, w, h, cr, bcol ,liwid ) {
    ctx.lineWidth=liwid;
    ctx.fillStyle=bcol;
    ctx.beginPath();
    ctx.moveTo(x + w / 5, y);
    var coverh = w/20;
    ctx.arcTo(x + w/5 , y , x + w/5 , y - coverh , cr);
    ctx.arcTo(x + w/5 , y - coverh , x + 4*w/5 , y - coverh , cr);
    ctx.arcTo(x + 4*w/5 , y - coverh , x + 4*w/5 , y , cr);
    ctx.arcTo(x + 4*w/5 , y , x + w , y , cr);
    ctx.arcTo(x + w , y , x + w , y + h , cr);
    ctx.arcTo(x + w , y + h , x , y + h , cr);
    ctx.arcTo(x , y + h , x , y , cr);
    ctx.arcTo(x , y , x + w , y , cr);
    ctx.closePath();
    ctx.stroke();
    ctx.fill(); };

var drawRoundedRect2 = function(ctx, x0, y0, w0, h, cr, bcol ,liwid ) {
    var spc0 = 0.025 * w0;
    var x = x0 + spc0;
    var w = w0 - 2*spc0;
    var y = y0 - spc0;
    ctx.lineWidth = liwid;
    ctx.fillStyle = bcol;
    ctx.beginPath();
    ctx.moveTo(x + w0 / 2, y);
    ctx.arcTo(x + w, y, x + w, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x + w, y + h, x, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x, y + h, x, y, cr);
    ctx.arcTo(x, y, x + w, y, cr);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        ctx.closePath();
        ctx.stroke();
        ctx.fill(); };
var drawRoundedRect3 = function(ctx, x, y, w, h, cr, bcol ,liwid ) {
    ctx.lineWidth=liwid;
    ctx.fillStyle=bcol;
    ctx.beginPath();
    ctx.moveTo(x + w / 5, y);
    ctx.arcTo(x + w, y, x + w, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x + w, y + h, x, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x, y + h, x, y, cr);
    ctx.arcTo(x, y, x + w, y, cr);
    ctx.closePath();
    ctx.stroke();
    ctx.fill();
};
var drawRoundedRect4 = function(ctx, x, y, w,w2, h, cr, bcol ,liwid ) {
    ctx.lineWidth=liwid;
    ctx.fillStyle=bcol;
    ctx.beginPath();
    var spc1 = (w2 - w) / 2;
    ctx.moveTo(x + w2 / 2, y);
    ctx.arcTo(x + w + spc1, y, x + w2, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x + w2, y + h, x, y + h, cr);
    ctx.arcTo(x, y + h, x + (w2-w), y, cr);
    ctx.arcTo(x + spc1, y, x + w + spc1, y, cr);
    ctx.closePath();
    ctx.stroke();
    ctx.fill();
};
var data100="<?php echo $data100;?>";
var lst5= document.getElementById("ArSelect5");
Arraydbdata=data100.split('/');
for (ai = 0; ai<Arraydbdata.length; ai++){
    var option5 = document.createElement("option");
    var stmp=Arraydbdata[ai];
    var res = stmp.split("_").join("\t");
    option5.text =res;
    lst5.add(option5, lst5[0]);
}
var liquid = [0,0,0];
var sta = 0;
//var Datinfile = "<?php echo readfile1();?>";
var Datinfile = "<?php echo phpdata();?>";
if (Datinfile != "0")
{
    var array = Datinfile.split('_');
    var onoff = document.getElementById("ON");
    liquid[0] = array[3];
    liquid[1] = array[4];
    liquid[2] = array[5];
    sta = array[9];
    if (array[2]='1')
    {onoff.innerText="On-Line..";}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
{onoff.innerText="Off-Line..";}
var lenlst=document.getElementById("ArSelect1").length;
var exist=0;
for (i = 0; i<lenlst; i++)
{
if (Datinfile==document.getElementById("ArSelect1").options[i].text)
{exist=1;}
}
if (exist == 0)
{
var numrec = "<?php echo dbase1();?>";
var lst = document.getElementById("ArSelect1");
var option = document.createElement("option");
option.text = Datinfile;
lst.add(option, lst[0]);
}
}

for (i = 0; i < 1; i++)
{
context.fillStyle = fillcir[i];
context.lineWidth = 10;
context.strokeStyle = '#000';
context.font = "bold 32px TAHOMA";
context.beginPath();
context.arc(x, y, rd , 0, 360, false);
context.fill();
context.stroke();
tx = name1;//functxt[i];
w = context.measureText(tx).width / 2;
context.fillText(tx, x-w , y-rd*2);
};
var onoff=["OFFLINE","ONLINE"];
var stacount=Number("<?php echo $stacount;?>");
for (var cvi=0;cvi<6;cvi++)
{
var canvas = document.getElementById('mycanvas'+cvi);
var ctx = canvas.getContext('2d');
if (cvi<stacount){
if (cvi==0){
var staid=Number("<?php echo $idlist[0];?>");
var staname="<?php echo $namelist[0];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[0];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[0];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[0];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[0];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[0];?>");
}
if (cvi==1){
var staid=Number("<?php echo $idlist[1];?>");
var staname="<?php echo $namelist[1];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[1];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[1];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[1];?>");
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var staliq3=Number("<?php echo $liq3[1];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[1];?>");
}
if (cvi==2){
var staid=Number("<?php echo $idlist[2];?>");
var staname="<?php echo $namelist[2];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[2];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[2];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[2];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[2];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[2];?>");
}
if (cvi==3){
var staid=Number("<?php echo $idlist[3];?>");
var staname="<?php echo $namelist[3];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[3];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[3];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[3];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[3];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[3];?>");
}
if (cvi==4){
var staid=Number("<?php echo $idlist[4];?>");
var staname="<?php echo $namelist[4];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[4];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[4];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[4];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[4];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[4];?>");
}
if (cvi==5){
var staid=Number("<?php echo $idlist[5];?>");
var staname="<?php echo $namelist[5];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[5];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[5];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[5];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[5];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[5];?>");
}
if (cvi==6){
var staid=Number("<?php echo $idlist[6];?>");
var staname="<?php echo $namelist[6];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[6];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[6];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[6];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[6];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[6];?>");
}
if (cvi==7){
var staid=Number("<?php echo $idlist[7];?>");
var staname="<?php echo $namelist[7];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[7];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[7];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[7];?>");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var staliq3=Number("<?php echo $liq3[7];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[7];?>");
}
if (cvi==8){
var staid=Number("<?php echo $idlist[8];?>");
var staname="<?php echo $namelist[8];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[8];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[8];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[8];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[8];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[8];?>");
}
if (cvi==9){
var staid=Number("<?php echo $idlist[9];?>");
var staname="<?php echo $namelist[9];?>";
var staonoff=Number("<?php echo $onoff[9];?>");
var staliq1=Number("<?php echo $liq1[9];?>");
var staliq2=Number("<?php echo $liq2[9];?>");
var staliq3=Number("<?php echo $liq3[9];?>");
var totmoney=Number("<?php echo $totmoney[9];?>");
}
var idobj = document.getElementById('id'+cvi);
idobj.innerHTML = staid;
var idobj = document.getElementById('loc'+cvi);
idobj.innerHTML = staname;
var idobj = document.getElementById('on'+cvi);
idobj.innerHTML = onoff[staonoff];
var idobj = document.getElementById('tot'+cvi);
idobj.innerHTML = "$"+totmoney;
liqlist = [staliq1,staliq2,staliq3];
} else {liqlist = [100,100,100];}
var cr = 1;
var width = canvas.width;
var height = canvas.height;
var wid3 = width/3;
var objwid = 100;
var spc1 = (wid3-objwid)/2;
var Collevels = ["#afa", '#f33', '#540'];
var levels = [0, 0, 0];
var tankid = ["tank0","tank1","tank2"];
var tankname = ["water","shampoo","mud cl."];
var Htank = 100;
var y0 = height -Htank-spc1/2;
var spc0 = 0;
var spc2 = spc0/2;
var hei2 = Htank+2*spc1+objwid/5;
var hei3 = height - hei2;
//var answer = 0;
for (i = 0; i < 3; i++)
{
x = spc1+wid3*i;
//var answer = Math.floor(Math.random() * 10)*5+10;
answer=Math.min(25,liqlist[i])*4;
drawRoundedRect(ctx, x, y0 , objwid , Htank , cr ,'###' ,8);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        drawRoundedRect2(ctx, x, y0 + answer , objwid , Htank -answer ,
        cr ,Collevels[i] ,1);
        levels[i] = (Htank -answer)/Htank*100;
        ctx.beginPath();
        ctx.fillStyle = '#db9';
        ctx.font = "bold 20px TAHOMA";
        var tx = levels[i].toFixed(0)+"%";
        var w = ctx.measureText(tx).width / 2;
        ctx.fillText(tx, x+objwid /2-w , height-spc1*1);
        ctx.fillStyle = '#00f';
        ctx.font = "bold 20px TAHOMA";
        tx = tankname[i];
        w = ctx.measureText(tx).width / 2;
        ctx.fillText(tx, x+objwid /2-w , height-Htank );
    };
}
setTimeout(function(){ location.reload(); },10000);
}
</script>
</form>
<style type="text/css">
#mycanvas {border:0px solid;}
</style>
<title>The joywash System</title>
<meta charset="UTF-8"/>
</head> <!--bgcolor="#a646aa"-->
<body STYLE="color:blue;font-family : Arial Rounded MT;"> <!--bgcolor="#F6F6FF"--
>
<table border="0" cellspacing="1" cellpadding="1" align="center">
<tr>
<td colspan=3 align="center" style=color:blue;font-size:600%;width:1500px;>
<SELECT NAME=MACHINECODE id="ArSelect0" style="color:blue;font-
size:50%;width:1500px;"> </SELECT>
</td>
</tr>
<tr>
<td colspan=3 align=center>
<h1 style="color:blue;font-size:800%;height:100px;">The joywash System</h1>
</td>
</tr>
<tr>
<td style="width:900px;"><canvas id="mapcanvas" width=900, height=1500></canvas></td>
</tr>
<table border="1" align="center">
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id0" style=font-size:300%;height:43px;color:green;>--</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc0" style=font-size:175%;height:43px;color:green;>--</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>
<div id="on0" style=font-size:200%;height:43px;color:red;>--</div>
</td>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas0"
style=height:250px; width=500,height=250></canvas></td>
<td id="tot0" align=center width=500 style=font-
size:750%;height:250px;>$150</td>
</tr>
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id1" style=font-size:300%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc1" style=font-size:175%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>
<div id="on1" style=font-size:200%;height:43px;color:red;>-</div>
</td>
<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas1"
style=height:250px; width=500,height=250></canvas></td>
<td id="tot1" align=center width=500 style=font-size:750%;height:250px;>
</td>
</tr>
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id2" style=font-size:300%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc2" style=font-size:175%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>
<div id="on2" style=font-size:200%;height:43px;color:red;>-</div>
</td>
<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas2"
style=height:250px; width=500,height=250></canvas></td>
<td id="tot2" align=center width=500 style=font-size:750%;height:250px;>
</td>
</tr>
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id3" style=font-size:300%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc3" style=font-size:175%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>
<div id="on3" style=font-size:200%;height:43px;color:red;>-</div>
</td>
<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas3"
style=height:250px; width=500,height=250></canvas></td>
<td id="tot3" align=center width=500 style=font-size:750%;height:250px;>
</td>
</tr>
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id4" style=font-size:300%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc4" style=font-size:175%;height:43px;color:green;>-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<div id="on4" style=font-size:200%;height:43px;color:red;-</div>
</td>
<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas4"
style=height:250px; width=500,height=250></canvas></td>
<td id="tot4" align=center width=500 style=font-size:750%;height:250px;>
</td>
</tr>
<tr>
<td style=width:400px;>
<div style=font-size:200%;height:43px;>id:</div>
<div id="id5" style=font-size:300%;height:43px;color:green;-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;>location:</div>
<div id="loc5" style=font-size:175%;height:43px;color:green;-</div>
<div style=font-size:200%;height:43px;> status:</div>
<div id="on5" style=font-size:200%;height:43px;color:red;-</div>
</td>
<td align=center style=height:250px;> <canvas id="mycanvas5"
style=height:250px; width=500,height=250;></canvas></td>
<td id="tot5" align=center width=500 style=font-size:750%;height:250px;>
</td>
</tr>
</table>
</td>
</tr>
<td id="ON" colspan="3" align="left" STYLE="color:red; font-size : 60pt">Off-Line</td>
<tr>
<td colspan="3" align="center" STYLE=font-size:32pt;height:30px;> </td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3" align="left" style="color:blue;font-size:300%;">data entry:</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3" align="center"><SELECT name=listbox size=1 id="ArSelect1"
style=color:blue;font-size:250%;width:2200px; ></SELECT></td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3" align="center" STYLE=font-size:32pt;height:30px;> </td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3" align="center"> </td>
</tr>
<tr>
<td colspan="3" align="center"><SELECT name=listbox size=1 id="ArSelect5"
style=color:blue;font-size:250%;width:2000px; ></SELECT></td>
</tr>
</table>
<?php echo $database1;?>
</body>
</form>
</head>
</html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

## Arduino Source code

```

#include "pgmspace.h"
#include <Wire.h> // Required for I2C communication
#include "PCF8574.h" // Required for ... all
#include "LiquidCrystal_I2C.h"
#include "LedControl.h"
#include <RealTimeClockDS1307.h>
char formatted[] = "00-00-00 00:00:00x";
char* h1 = formatted+9;
char* h2 = formatted+10;
char* m1 = formatted+12;
char* m2 = formatted+13;
#include <EEPROM.h>
int EEaddr=0;
int Totmoney=0;
char curday=0;
char curmonth=0;
char* cd1 = formatted+6;
char* cd2 = formatted+7;
char* cm1 = formatted+3;
char* cm2 = formatted+4;
char* cy1 = formatted+0;
char* cy2 = formatted+1;
int EEday=0;
int monmonth=0;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x39,16,2); // 39 set the LCD address to 0x20 for a 16 chars and 2 line display
LedControl lc = LedControl(12,11,10,1);
PCF8574 expander5; // Create object from PCF8574 class
PCF8574 expander4; // Create object from PCF8574 class
PCF8574 expander3; // Create object from PCF8574 class
PCF8574 expander2; // Create object from PCF8574 class
PCF8574 expander1; // Create object from PCF8574 class
char cprt[48] = "*****";
char tempstr[48] = "*****";
const int PROGMEM buzzer = 16;
const int PROGMEM coin = 2;
String Li01[5]={"", "", "", "", ""};
char cursav=0;
long timeshow=0;
char col_dig[4] = { 7 , 1 , 6 , 2 };
const int PROGMEM binnum[33] =
{B1111101,B1001000,B11110001,B11101001,B11001100,B10101101,B10111101,B1001001,B11
11101,B11101101,B11011101,B11111101,B110101,B11111101,B10110101,B10010101,B10};
char c7[5] = {'0','0','0','0','0'};
void write4(int n)
{
  sprintf(c7,"%4u",n % 10000);
  for (int i = 0;i<4;i++){
    lc.setColumn(0,col_dig[3-i],pgm_read_word(&(binnum[max(0,c7[i]-48)])));
  }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
}
int Tblink = true;
void writeX(char* c,char pt)
{char dot=0;
  char dot4[4]={0,0,0,0};
  if (Tblink!=Tblink)dot=B10;
  pt==1?dot4[1]=dot:dot4[2]=dot;
  for (char i=0;i<4;i++){
    lc.setColumn(0,col_dig[3-i],pgm_read_word(&(binnum[max(0,c[i]-48)]))|dot4[i]);
  }
}
int datalength=0;
int si=0;
void savelist(){
  if (cursav>=5){print2line();}
  memcpy((void *)Li01[cursav].c_str(),cppt,16);
  cursav++; //print2line();
}
const String PROGMEM CommandList[21]= { "",
  "",
  "AT+CPIN?",
  "AT+CMGF=1",
  "AT+CPMS=\"SM\", \"SM\", \"SM\"",
  "AT+CNMI=2,1",
  "AT+CMGS=\"+660860000000\"",
  "SelfServiceCarWash:",
  "",
  "\x1A",
  "", //10
  "11",
  "AT", //12
  "AT+NETOPEN=\"TCP\",1024",
  "AT+TCPCONNECT=\"103.4.219.206\",1024",
  "AT+TCPWRITE=128",
  "****data****", //16
  "AT+NETCLOSE",
  "AT",
  "AT",
  "AT"
};

```

```

const char string_0[] PROGMEM = "*****STOP*****";
const char string_1[] PROGMEM = "Water+Mud Clean";
const char string_2[] PROGMEM = "Foam#1 Pump";
const char string_3[] PROGMEM = "Foam#2 Pump";
const char string_4[] PROGMEM = "Water#2 Pump";
const char string_5[] PROGMEM = "Relay#5";
const char string_6[] PROGMEM = "Relay#6";
const char string_7[] PROGMEM = "Relay#7";
const char string_8[] PROGMEM = "TheJoyWash";
const char string_9[] PROGMEM = "=====";
const char string_10[] PROGMEM = "by Arak Rompa";
const char string_11[] PROGMEM = "***Hi! Welcome!***";

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

const char string_12[] PROGMEM = "Resetting 3G Module...";
const char string_13[] PROGMEM = "%c%c%c%c";
const char string_14[] PROGMEM = "%02u-%02u %4u $%-4u";
const char string_15[] PROGMEM = "%02u-%02u $%-4u";
const char string_16[] PROGMEM = "$%u %s\x1A";
const char string_17[] PROGMEM = "%04u_";
const char string_18[] PROGMEM = "%16s_";
const char string_19[] PROGMEM = "%1u_%2u_%2u_%2u_";
const char string_20[] PROGMEM = "%c%c%c%c%c%c%c_";
const char string_21[] PROGMEM = "%c%c%c%c%c%c%c_";
const char string_22[] PROGMEM = "%4u_%04u_\\r\\n\\0";
const char string_23[] PROGMEM = "";
const char string_24[] PROGMEM = "";
const char string_25[] PROGMEM = "";
const char string_26[] PROGMEM = "";
const char string_27[] PROGMEM = "";
const char string_28[] PROGMEM = "";
const char string_29[] PROGMEM = "";
const char string_30[] PROGMEM = "";
const char string_31[] PROGMEM = "";
const char string_32[] PROGMEM = "";

const char string_33[] PROGMEM = "PB DONE";
const char string_34[] PROGMEM = "";
const char string_35[] PROGMEM = "READY";
const char string_36[] PROGMEM = "OK";
const char string_37[] PROGMEM = "OK";
const char string_38[] PROGMEM = "OK";
const char string_39[] PROGMEM = "";
const char string_40[] PROGMEM = "";
const char string_41[] PROGMEM = ">";
const char string_42[] PROGMEM = "OK";
const char string_43[] PROGMEM = ">";
const char string_44[] PROGMEM = "11";
const char string_45[] PROGMEM = "PB DONE";
const char string_46[] PROGMEM = "OK";
const char string_47[] PROGMEM = "OK";
const char string_48[] PROGMEM = "";
const char string_49[] PROGMEM = "";
const char string_50[] PROGMEM = "OK";
const char string_51[] PROGMEM = "OK";
const char string_52[] PROGMEM = "OK";
const char string_53[] PROGMEM = "OK";
const char* const string_table[] PROGMEM = {string_0,
string_1, string_2, string_3, string_4, string_5,
string_6, string_7, string_8, string_9, string_10,
string_11, string_12, string_13, string_14, string_15,
string_16, string_17, string_18, string_19, string_20,
string_21, string_22, string_23, string_24, string_25,
string_26, string_27, string_28, string_29, string_30,
string_31, string_32, string_33, string_34, string_35,
string_36, string_37, string_38, string_39, string_40,
string_41, string_42, string_43, string_44, string_45,
string_46, string_47, string_48, string_49, string_50,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        string_51, string_52, string_53 };
void load_str_tbl(int i){ strcpy_P(cpvt, (char*)pgm_read_word(&(string_table[i])));}
void load_H(int i){ strcpy_P(tempstr, (char*)pgm_read_word(&(string_table[i])));}
char * load_F(int i){
    load_H(i);
    return tempstr;
}
int cmdi=0;
int ATListi=0;
void serialEvent() {
    char char1=0;
    load_H(33+ATListi);
    if (tempstr==""){cmdi=1;return;}
    while (Serial.available()) {
        char1 = (char)Serial.read();
        if ((char1==13)||((char1==10)||((datalength>14)))
        {if (datalength>0){ //check ans
            savelist();
            if (strstr(cpvt,tempstr)){cmdi=1;}
            if (strstr(cpvt,"ERROR")){cmdi=1;}
            memset(cpvt,32,16);
            datalength=0;
            return;
        }
        }
        else {
            cpvt[datalength]=char1;
            datalength++;}
        }
    return;
}
void addlist(char * text1){
    memset(cpvt,32,16);
    int l=min(strlen(text1),16);
    strncpy(cpvt,text1,l);
    savelist();
}
void print2line()
{if (cursav<2)return;
    lcd.clear();
    for (int i=0;i<2;i++){
        lcd.setCursor(0,i);
        lcd.printstr(Li01[i].c_str());}

    for (int i=0;i<4;i++){Li01[i]=Li01[i+1];}
    cursav--;
}
void BledOff(){
    for (int i=1;i<8;i+=2){
        expander3.digitalWrite(i,LOW);}
    expander4.digitalWrite(7,LOW);
}
int funcx=0;
void loadFlash(char n){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

funcx=n;
load_str_tbl(funcx); savelist();
}
void PrintFlash(char n){
load_str_tbl(n); savelist();
}
void setup()
{ long baudrate=115200;
  expander1.begin(0x21);
  expander1.clear();
  pinMode(buzzer,OUTPUT);
  tone(buzzer,440);
  delay(50);
  noTone(buzzer);
  lc.shutdown(0,false);
  lcd.init(); // initialize the lcd
  lcd.backlight();

  /* Set the brightness to a medium values */
  lc.setIntensity(0,8);
  /* and clear the display */
  lc.clearDisplay(0);
  write4(0);
  PrintFlash(9);
  PrintFlash(8);
  PrintFlash(9);
  PrintFlash(10);
  pinMode(coin,INPUT);
  Serial.begin(baudrate);
  expander1.begin(0x21);expander1.clear();
  for (int i=0;i<8;i++){expander1.pinMode(i,OUTPUT);}
  expander1.clear();
  expander2.begin(0x23);expander2.clear();
  for (int i=0;i<8;i++){expander2.pinMode(i,INPUT_PULLUP);}
  expander2.pinMode(5,OUTPUT); //Coin switch on/off
  expander2.pinMode(6,OUTPUT); //3G Switch reset
  expander2.digitalWrite(5,LOW);
  expander2.digitalWrite(6,HIGH);
  expander3.begin(0x20);expander3.clear(); //8574AP 38-3F
  expander4.begin(0x22);expander4.clear();
  for (int i=0;i<8;i+=2){
  expander3.pinMode(i,INPUT_PULLUP);
  expander3.pinMode(i+1,OUTPUT);
  expander4.pinMode(i,INPUT_PULLUP);
  expander4.pinMode(i+1,OUTPUT);
  }

  //ultrasonic
  pinMode(5,OUTPUT);//ultrasonic trig
  pinMode(6,INPUT);
  pinMode(7,INPUT);
  //PIR
  pinMode(8,INPUT);
  expander5.begin(0x24);expander5.clear();
  for(int i=0;i<8;i++) {expander5.pinMode(i,OUTPUT);}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    expander5.clear();
    for(int i=1;i<4;i++){expander5.digitalWrite(i,HIGH);}
    BledOff();
}
int btlst[5]={7,5,1,3,7};
void Bblink1(int i) {
    if (i<4)
    {
        expander3.blink(btlst[i],5,500);
        expander3.digitalWrite(btlst[i],LOW);
    }
    else
    {
        expander4.blink(btlst[i],5,500);
        expander4.digitalWrite(btlst[i],LOW);
    }
}
void Bled1(int i,int state) {
    i<4?expander3.digitalWrite(btlst[i],state):expander4.digitalWrite(btlst[i],state);
}
void Btoggle(int i) {
    i<4?expander3.toggle(btlst[i]):expander4.toggle(btlst[i]);
}
int bbtn=0;
void CheckButton1() {
    int x3=(expander3.read()&0x55);
    int x4=(expander4.read()&0x55);
    bbtn=(x3<<1)|x4;
}
int Reset3Gi=0;
void Reset3G_Module() {
    if (Reset3Gi==5)expander2.digitalWrite(6,LOW);
    if (Reset3Gi==1)expander2.digitalWrite(6,HIGH);
    Reset3Gi--;
}
int zmon=0;
int ATendi=0;
int sendATcommand2() {
    if (ATListi<=ATEndi){
        ATListi++;
        memset(cpvt,32,16);
        if (ATListi==9){sprintf(cpvt,load_F(16),zmon,formatted);}
        else sprintf(cpvt,"%s",CommandList[ATListi].c_str());
        savelist();
        if ((ATListi==8)&&(ATListi==9)){Serial.print(cpvt);}
        else {Serial.println(cpvt);}
        cmdi=0;
    }
    return(ATListi);
}
int distance[3]={0,0,0};
int distmax[3]={0,20,20};
int sendATcommand3() {
    if (ATListi<=ATEndi){

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ATListi++;
memset(cpvt,32,16);
sprintf(cpvt,"%s",CommandList[ATListi].c_str());
savelist();
if (ATListi==16){
    sprintf(cpvt,"%04u_",5);
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%s_", "new location");
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%u_%02u_%02u_%02u_",1,min(100,distance[0]),min(100,distance[1]),
    min(100,distance[2]));
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%c%c%c%c%c%c_",*cy1,*cy2,*cm1,*cm2,*cd1,*cd2);
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%c%c%c%c%c%c_",*h1,*h2,*m1,*m2,'0','0');
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%04u_%04u_\r\n",zmon,1);
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%31s", "");
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%31s", "");
    Serial.print(cpvt);
    sprintf(cpvt,"%30s\r\n", "");
    Serial.print(cpvt);
}
else {Serial.println(cpvt);}
cmdi=0;
}
return(ATListi);
}
long time0=millis();
long time1=time0;
int statebtn0=HIGH;
long Totcoin=0;//10;
int EEcoin=0;//100;
int p_state=HIGH;
int npulse=0;
int hcount=0;
int Totttime=0;//10;
int Timedif=0;
int ultra_id=0;
int PIR_state=LOW;
int PIR_val=LOW;
int BUZZ_BLK=false;
int SHELF_OPEN=LOW;
int BlinkLed=false;
int TimeFactor=18;
int lessMoney=true;
int StartEEadr=0;
int LevelOn=true;

void RecalTime(int factor1) {
    float fcoin=0;
    fcoin=((float)Totttime)/TimeFactor;//totcoin

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Totcoin=(int)fcoin;
TimeFactor=factor1;
Tottime=fcoin*TimeFactor;
}
int stepCnt60=0;
int step60=false;
int stepCnt5=0;
int step5=false;
int step100=0;
int stepCnt10=0;
int step400=0;
int stepCnt20=0;
int duration=0;
int r=0;
int r0=r;
void setuptcp(char i1,char i2){
  PrintFlash(12);
  //SHELF_OPEN=HIGH;
  Reset3Gi=5;
  ATListi=i1;//12;//0;
  ATendi=i2;//18;//9;
  cmdi=0;
  zmon=0;
  for (EEday=0;EEday<=31;EEday++){
    EEaddr=(StartEEadr*31+EEday)*2-1;
    EEPROM.get(EEaddr,monmonth);
    int monget=monmonth&0x000F;
    if(curmonth==monget){
      int mon1=monmonth>>4;
      zmon+=mon1;
    }
  }
}
void cmdmultitask(){
  if (Reset3Gi>0)Reset3G_Module();
  serialEvent();
  //check answer
  if (cmdi==1){if (sendATcommand3()==ATendi){Reset3Gi=5;}}
}
void loop(){
  step60=false;
  step100=false;
  step400=false;
  time1=millis();
  Timedif=time1-time0;
  if (Timedif>=15) {
    time0=time1;
    stepCnt20+=Timedif;
    if (stepCnt20>=199)
    { //step400
      stepCnt20=0;step400=true;
      stepCnt10++;
      if (stepCnt10>=5)
      {stepCnt10=0;step100=true;stepCnt60++;stepCnt5++;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    if (stepCnt5>=5){stepCnt5=0;step5=true;}
    if (stepCnt60>=59){stepCnt60=0;step60=true;}
  }
}
}
if (digitalRead(coin))
{if(!p_state){noTone(buzzer);
  p_state=true;
  EEcoin++;
  Totcoin++;
  Tottime=Totcoin*TimeFactor;
  write4(Totcoin);}
}
else { p_state=LOW;
  tone(buzzer,440);
}
if (step400){
  CheckButton1();
  if (step100)
  { //noTone(buzzer);
    cmdmultitask();
    print2line();
    //ultrasonic
    ultra_id==2?ultra_id=1:ultra_id=2;
    digitalWrite(5,LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(5,HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(5,LOW);
    duration=pulseIn(ultra_id+5,HIGH);
    distance[ultra_id]=duration/58;
    if(distance[ultra_id]<distmax[ultra_id])
      {expander5.digitalWrite(ultra_id,HIGH);}
    else
      {expander5.digitalWrite(ultra_id,LOW);}
    LevelOn=! (expander2.digitalRead(1)); //tank water
    if (LevelOn)
      {expander2.digitalWrite(5,HIGH);
        expander5.digitalWrite(3,HIGH);
      }
    else
      {//tone(buzzer,523);
        expander2.digitalWrite(5,LOW);
        expander5.digitalWrite(3,LOW);
      }
  }
}
if (funcx!=0){
  BledOff();
  Bled1(0,statebtn0);
  Bled1(funcx,statebtn0);
  statebtn0=!statebtn0;
  noTone(buzzer);
  if (step100)
    { if (Tottime<=10)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    { tone(buzzer,880);
      if (Tottime<=0){bbtn=0x80;step60=false;}
    }
    if (!LevelOn)bbtn=0x80;
    Tottime--;
    Totcoin=Tottime/TimeFactor;}
    sprintf(cpvt,"%4u",(int)(((float)Tottime*10)/TimeFactor));
    writeX(cpvt,2);

switch (bbtn) {
  case 0x80:
    expander1.clear();
    loadFlash(0);
    tone(buzzer,523);
    delay(500);
    noTone(buzzer);
    break;}
}
else {
  if (BlinkLed) {
    if (Tottime<=0)
    { if (step60)
      { BlinkLed=false;
        BledOff();
        expander1.digitalWrite(7,LOW);
      }
      else
      { expander1.digitalWrite(7,HIGH);
        Bled1(r,HIGH);
        Bled1(r0,LOW);
        r0=r;
        r<7?r++:r=0;
      }
    }
  }
  else {
    BledOff();
    if (EEcoin>0){Bled1(1,HIGH);}
  }
}
if (Tottime>0) { // has money
//if (Totcoin>=10)lessMoney=false;
switch (bbtn) {
  case 0:
    break;
  case 0x80:
    break;
  default:
    if (EEcoin>0) {
      if (curday!=EEPROM.read(0)) {
        EEPROM.write(0,curday);
        Totmoney=0;
        monmonth=curmonth;
        EEPROM.put(EEaddr,monmonth);
      } else {
        EEPROM.get(EEaddr,monmonth);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Totmoney=monmonth>>4;
  }
  Totmoney+=EEcoin;
  monmonth=(Totmoney<<4)+curmonth;
  EEcoin=0;
  EEPROM.put(EEaddr,monmonth);
  setuptcp(12,18);
} // money minimum 5 baht
if (Totcoin>=5)lessMoney=false;
if (lessMoney)break;
if (bbtn!=0)tone(buzzer,880);
switch (bbtn)
{ case 0x20:
  expander1.digitalWrite(0,HIGH);
  expander1.digitalWrite(4,HIGH);
  loadFlash(1);
  RecalTime(18);
  break;
case 0x02:
  expander1.digitalWrite(1,HIGH);
  expander1.digitalWrite(2,HIGH);
  loadFlash(2);
  RecalTime(12);
  break;
case 0x08:
  expander1.digitalWrite(1,HIGH);
  expander1.digitalWrite(3,HIGH);
  loadFlash(3);
  RecalTime(12);
  break;
case 0x40:
  expander1.digitalWrite(0,HIGH);
  loadFlash(4);
  RecalTime(18);
  break;
case 0x10:
  expander1.digitalWrite(0,HIGH);
  expander1.digitalWrite(4,HIGH);
  expander1.digitalWrite(5,HIGH);
  loadFlash(5);
  RecalTime(18);
  break;
case 0x01:
  expander1.digitalWrite(6,HIGH);
  loadFlash(6);
  RecalTime(18);
  break;
case 0x04:
  expander1.digitalWrite(7,HIGH);
  loadFlash(7);
  RecalTime(18);
  break; }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

