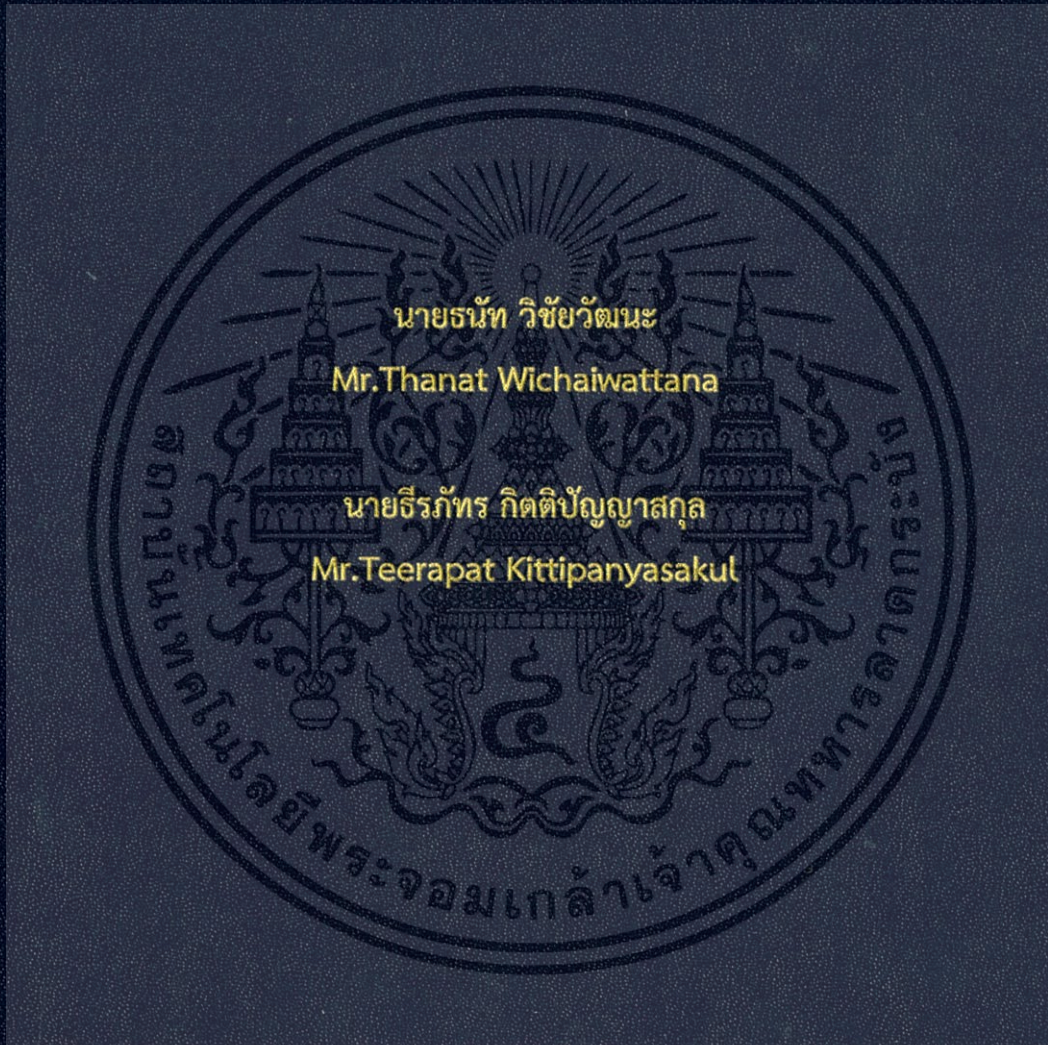


ตู้เพาะปลูก
INDOOR GROW BOX



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2557

ตู้เพาะปลูก INDOOR GROW BOX



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง ตู้เพาะปลูก

INDOOR GROW BOX

ผู้จัดทำ นาย ธนัท วิชัยวัฒน์ รหัสประจำตัว 54010579

นาย ธีรภัทร กิตติปัญญาสกุล รหัสประจำตัว 54010634

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



(อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ตู้เพาะปลูก	
นักศึกษา	นาย ธนัท วิชัยวัฒน์	รหัส 54010579
	นาย ธีรภัทร กิตติปัญญาสกุล	รหัส 54010634
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2557	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	อ.เฉลิมพันธ์ หวังวัฒนา	

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ อธิบายการออกแบบ การสร้าง และคุณสมบัติของตู้เพาะปลูก ซึ่งใช้ในการปลูกต้นไม้ขนาดเล็กในร่ม ตัวเครื่องใช้ Arduino Duemilanove Atmega328 เป็นวงจรควบคุมหลัก สามารถวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในตู้ด้วยเซนเซอร์ DHT-11 และแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD ขนาด 20x4 สามารถตั้งโปรแกรมการ เปิด-ปิดไฟ สูดน้ำรดต้นไม้อัตโนมัติ และสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ได้

Thesis Title	Indoor Grow Box
Student	Mr. Thanat Wichaiwattana ID 54010579 Mr. Teerapat Kittipanyasakul ID 54010634
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2014
Thesis Advisor	Mr. Chaleompun Wangwiwattana

Abstract

This report describes a design, construction and properties of an indoor grow box that is used to grow a small plant indoor. The device uses Arduino Duemilanove Atmega328 as a main controller. It uses DHT-11 sensor to measure temperature and humidity and display it on a 20x4 LCD. It can be programmed to turn lights on or off and control watering. It can stabilize a temperature inside the box.

กิตติกรรมประกาศ

การออกแบบวงจรและการตู้เพาะปลูก รวมถึงรายงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์เฉลิมพันธ์ หวังวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ อีกทั้งต้องกล่าวขอบคุณอาจารย์ท่านอื่นๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้คำแนะนำ และช่วยเหลือด้วยดีเสมอ



ธนัท วิชัยวัฒนะ

ธีรภัทร กิตติปัญญาสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎี.....	2
2.1 ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	2
2.2 การใช้แสงของพืช.....	3
2.3 ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช.....	4
2.4 เซนเซอร์ DHT11.....	5
2.5 I ² C LCD.....	8
2.6 RTC DS1307.....	10
2.7 Keypad.....	11
บทที่ 3 การออกแบบ.....	12
3.1 Power Supply.....	13
3.2 การเชื่อมต่อ Arduino.....	14
3.3 Schematic.....	15
3.4 Flow Charts.....	16
3.5 การออกแบบเมนูการใช้งาน.....	18
3.6 Full Code.....	22
3.7 ตู้ที่ออกแบบ.....	41
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	43
4.1 การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน.....	43
4.2 การทดลองปลูกพืชจริง.....	45
บทที่ 5 สรุป.....	46
บรรณานุกรม.....	47
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และนำมาประยุกต์ใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อให้ได้ทำการปฏิบัติงานจริง เห็นถึงปัญหา และแก้ไขปัญหาโดยใช้ความรู้และทฤษฎีที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้งาน

บทนำ

ในปัจจุบัน ในเมืองขนาดใหญ่ที่มีประชากรจำนวนมากและหนาแน่น เช่นในกรุงเทพฯ การจะมีที่อยู่อาศัยที่มีลักษณะเป็นบ้านหรือห้องพักที่มีบริเวณต้องการต้นทุนที่ค่อนข้างสูง ทำให้ที่พักอาศัยของผู้คนจำนวนมากจึงเป็นลักษณะของหอพัก อพาร์ทเมนท์ หรือคอนโดมิเนียม ซึ่งมักจะไม่มีบริเวณที่สามารถปลูกต้นไม้ได้ ประกอบกับชีวิตการทำงานในเมืองที่ต้องเร่งรีบ ทำให้ผู้คนไม่มีเวลาดูแลต้นไม้ได้อย่างสม่ำเสมอ ผู้จัดทำเห็นถึงปัญหานี้ จึงได้คิดค้นประดิษฐ์ตู้เพาะปลูก (Indoor Grow Box)

ตู้เพาะปลูกตามที่ถูกจัดทำได้ออกแบบ จะมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. มีระบบเปิด/ปิดไฟอัตโนมัติ เพื่อให้แสงสว่างกับพืชในตู้
2. มีระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยการตั้งเวลาไว้
3. มีหน้าจอLCDแสดง ความชื้นและอุณหภูมิภายในตู้, เวลา, สถานะของไฟและปั้มน้ำ

ในรายงานฉบับนี้จะกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับการสร้างตู้เพาะปลูก(Indoor Grow Box) ที่นำเสนอด้วยการออกแบบ และหลักการที่ใช้ในการสร้าง โดยบทที่สองจะกล่าวถึงทฤษฎีที่ควรรู้เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้าง และในบทที่สามจะเป็นการออกแบบวงจรที่ใช้ และส่วนประกอบต่างๆของตู้เพาะปลูก

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

การเจริญเติบโตของพืช ต้องการปัจจัยหลายประการที่สำคัญ คือ น้ำ แสง ธาตุอาหารต่างๆ พืชเป็นสิ่งมีชีวิตมีการเจริญเติบโตและดำรงชีวิตอยู่ได้ย่อมต้องการ สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม สภาพของสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

2.1.1 ดิน เป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรก ดินที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ต้องเป็นดินที่อุ้มน้ำได้ดี ร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุมาก แต่เมื่อใช้ดินปลูกไปนานๆ ดินอาจเสื่อมสภาพ เช่น หมดแร่ธาตุ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงดินให้อุดมสมบูรณ์ ได้แก่ การไถพรวน การใส่ปุ๋ย การปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

2.1.2 น้ำ มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชมาก น้ำช่วยละลายแร่ธาตุอาหารในดิน เพื่อให้รากดูดอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของลำต้นได้ และยังช่วยให้ดินมีความชุ่มชื้น พืชสดชื่นและการทำงานของกระบวนการต่างๆ ในพืชเป็นไปอย่างปกติ

2.1.3 ธาตุอาหารหรือปุ๋ย เป็นสิ่งที่ช่วยให้พืชเจริญเติบโต ดียิ่งขึ้น ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชมี 16 ธาตุ แต่ธาตุที่พืชต้องการมากและในดินมักมีไม่เพียงพอ คือ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ธาตุอาหารเหล่านี้จะต้องอยู่ในรูปสารละลายที่พืชนำไปใช้ได้และต้องมีปริมาณ ที่พอเหมาะ จึงจะทำให้การเจริญเติบโตของพืชเป็นไปด้วยดี แต่ถ้ามีไม่เพียงพอต้องเพิ่มธาตุอาหารให้แก่พืชในรูปของปุ๋ย

2.1.4 อากาศ ในอากาศมีแก๊สหลายชนิด แต่แก๊สที่พืชต้องการมากคือ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สออกซิเจน ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหารและหายใจ แก๊สทั้งสองชนิดนี้มีอยู่ในดินด้วย ในการปลูกพืชเราจึงควรทำให้ดินโปร่งร่วนซุยอยู่เสมอ เพื่อให้อาหารที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีการถ่ายเทได้

2.1.5 แสงสว่างหรือแสงแดด พืชต้องการแสงแดดมาใช้ในการสร้างอาหาร ถ้าขาดแสงแดด พืชจะแคระแกรน ใบจะมีสีเหลืองหรือขาวซีดและตายในที่สุด พืชแต่ละชนิดต้องการแสงไม่เท่ากันพืชบางชนิดต้องการแสงแดดจัด แต่พืชบางชนิดก็ต้องการแสงรำไร

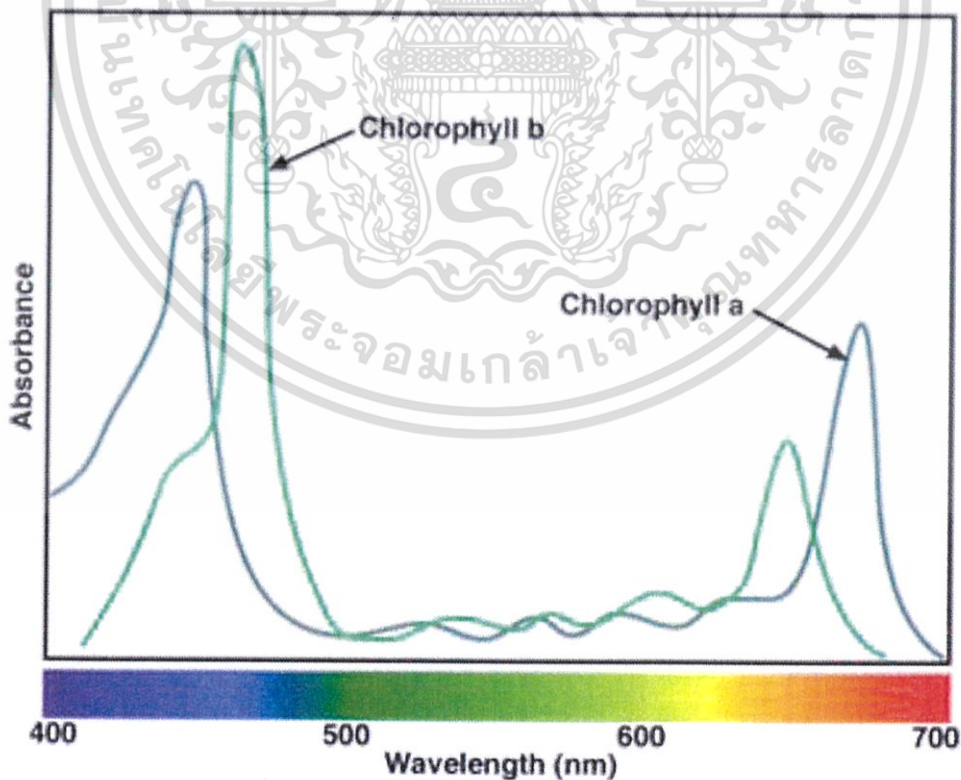
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 อุณหภูมิ มีส่วนช่วยในการงอกและเจริญเติบโตของพืชเช่นกัน จะเห็นได้ว่าพืชบางชนิดชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศหนาวเย็น แต่พืชบางชนิดก็ชอบขึ้นในที่ที่มีอากาศร้อน การนำพืชมาปลูกจึงควรเลือกชนิดที่เหมาะสมกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปตามฤดูกาล ในแต่ละท้องถิ่นด้วย

2.2 การใช้แสงของพืช

แสงสีขาวที่ตามนุษย์มองเห็น เป็นแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-800 นาโนเมตร ขณะที่พืชสามารถดูดกลืนแสงได้มากเป็นพิเศษที่ 2 ช่วงความยาวคลื่นคือ แสงช่วงความยาวคลื่นระหว่าง 400-500 นาโนเมตร ซึ่งประกอบด้วยแสงสีม่วง สีน้ำเงิน และสีเขียว กับแสงสีแดงที่มีความยาวช่วงคลื่นระหว่าง 600-800 นาโนเมตร โดยแสงสีแดงเป็นแสงที่พืชสามารถดูดกลืนไว้ได้มากที่สุด และมีอิทธิพลต่อการออกดอกของพืชด้วย ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดและสายพันธุ์จะตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นแสงแตกต่างกัน

สำหรับรังสีอัลตราไวโอเล็ตหรือรังสียูวี เป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 400 นาโนเมตร ซึ่งพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แต่อย่างไร ส่วนรังสีอินฟราเรด หรือรังสีความร้อนเป็นรังสีที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 700 นาโนเมตร พืชสามารถดูดกลืนรังสีอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นใกล้ 700-800 นาโนเมตรและนำไปใช้ประโยชน์ได้เล็กน้อย)



รูปที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นแสงที่พืชดูดกลืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตของพืช

อุณหภูมิส่งผลต่อปริมาณการผลิตพืชผล ถ้าอุณหภูมิเหมาะสมต่อความสมบูรณ์ (fertility) ของละอองเรณู (pollen) หรือเกสรตัวผู้ของพืชนั้นๆ ก็จะทำให้การผสมพันธุ์กับเกสรตัวเมียให้ดอกออกผลดี โดยละอองเรณูของพืชชนิดต่างๆ หรือชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ มีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิต่างกัน พืชที่อ่อนไหวต่ออุณหภูมิ เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงเกินกว่า 36 องศาเซลเซียส จะทำให้ความสมบูรณ์ของละอองเรณูเหลือน้อยกว่าร้อยละ 10 พืชที่ทนต่ออุณหภูมิสูง เช่น ที่อุณหภูมิสูงถึง 38 องศาเซลเซียส เรณูยังมีความสมบูรณ์เกินกว่าร้อยละ 80

2.3.1 ตัวอย่างอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อพืชบางชนิด

- กาแฟอาราบิกา สามารถเจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 15 ถึง 26 องศาเซลเซียส
- กาแฟโรบัสตาจะเจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 25 ถึง 32 องศาเซลเซียส
- ถั่วลิสง (peanut)เจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 32 ถึง 42 องศาเซลเซียส
- มะนาว (lime tree)เจริญเติบโตได้ดีระหว่างอุณหภูมิ 15 ถึง 25 องศาเซลเซียส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

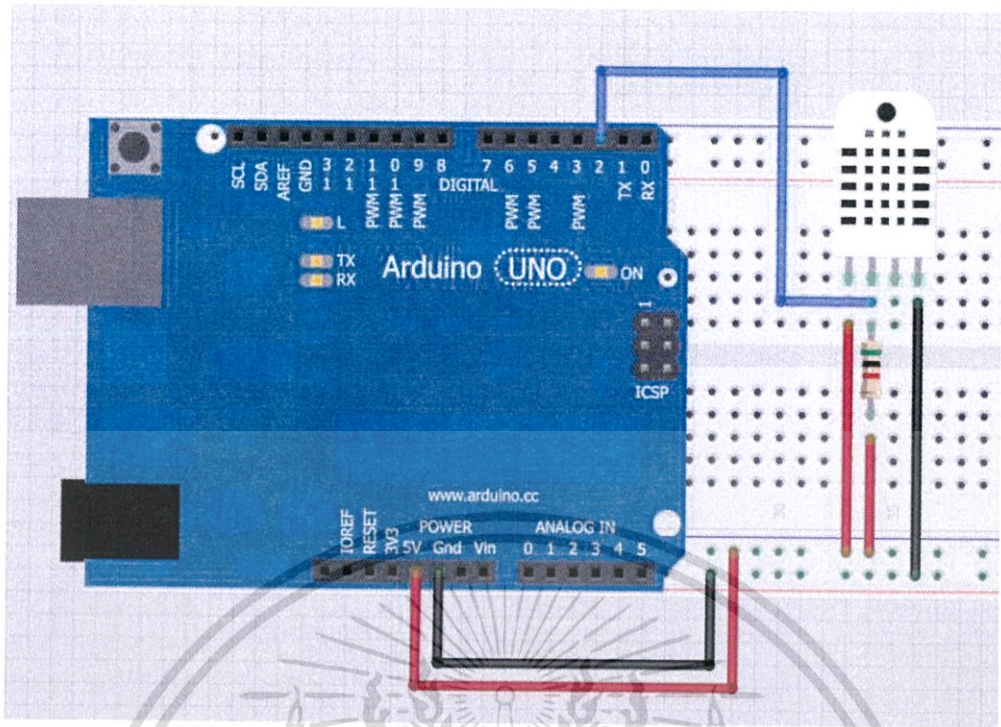
2.4 เซนเซอร์ DHT11

DHT11 เป็น sensor วัดอุณหภูมิและความชื้นและมีคุณสมบัติดังนี้

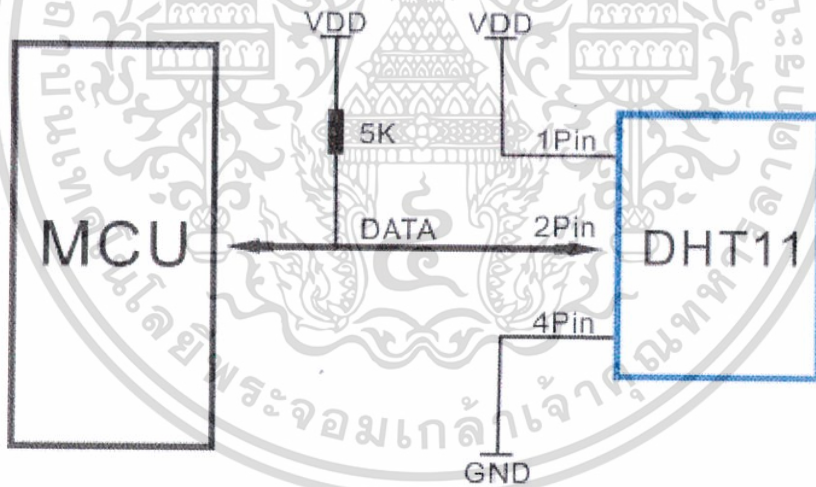
- ย่านวัดความชื้น 20-90% RH โดยมีค่าความแม่นยำ \pm 5% RH ความละเอียดในการวัด 1 % แสดงผลแบบ 8 บิต
- ย่านวัดอุณหภูมิ 0 -50 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำ \pm 2 องศาเซลเซียส ความละเอียดในการวัด 1 องศาเซลเซียส แสดงผลแบบ 8 บิต
- มี PIN 4 ขารายละเอียดดังรูป
- กินกระแส 0.5 - 2.5 mA (ขณะทำการวัดค่า) ที่ระดับแรงดัน 3 - 5.5 VDC
- อ่านค่าสัญญาณ (Sample Rate) ทุก 1 วินาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



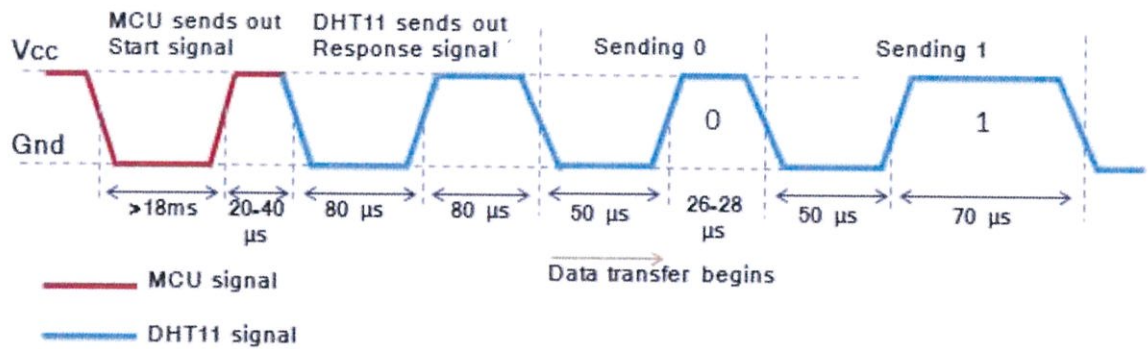
รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อระหว่าง DHT11 กับ Arduino



รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่อแบบ Single-Wire Two-Way

Arduino จะส่ง Start signal ที่เป็นแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำเป็นเวลาอย่างน้อย 18 μs ไปที่ DHT11 แล้วเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 20-40 μs เพื่อให้ DHT11 เตรียมใช้งาน เมื่อ DHT11 ได้รับสัญญาณจาก Arduino DHT11 ก็จะส่งสัญญาณตอบกลับเป็นแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำเป็นเวลา 80 μs จากนั้นจะรออีก 80 μs ก่อนที่จะส่งข้อมูลบิตแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การส่งสัญญาณ

การส่ง bit 0 DHT11 จะลดแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำเป็นเวลา 50 μs แล้วเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 25-28 μs

การส่ง bit 1 DHT11 จะลดแรงดันไฟฟ้าระดับต่ำเป็นเวลา 50 μs แล้วเพิ่มแรงดันไฟฟ้าเป็นเวลา 70 μs

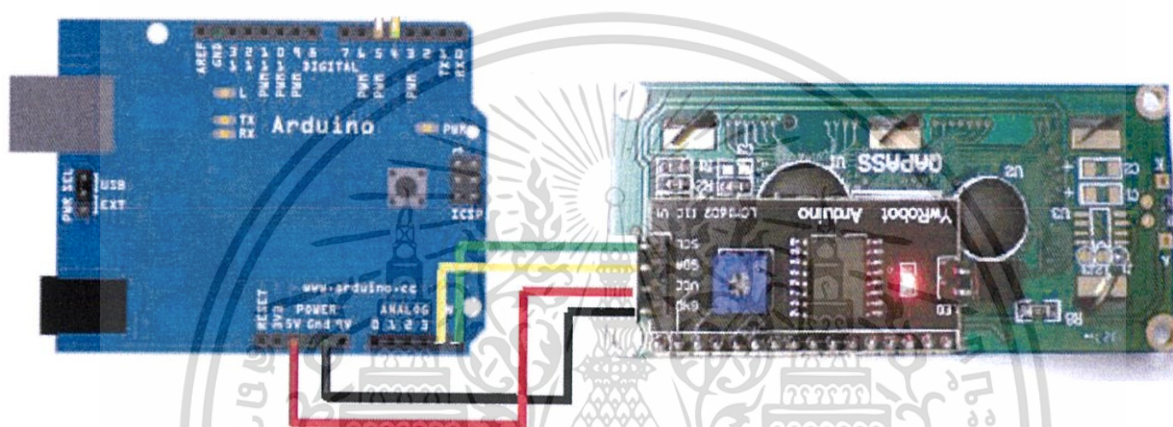
DHT 11 จะส่งข้อมูลชุดละ 40 bit ใน 40 bit จะประกอบด้วย

- 8bit integral RH data
- 8bit decimal RH data
- 8bit integral T data
- 8bit decimal T data
- 8bit check sum

หลังจากที่ DHT11 ส่งสัญญาณ Arduino ก็จะนำ bit ที่ได้ไปประมวลผล

2.5 I²C LCD

I²C ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆว่า I²C Bus (ไอ-สแควร์-ซี-บัส) เป็น การสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ serial data (SDA) และสาย serial clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวน หลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้น

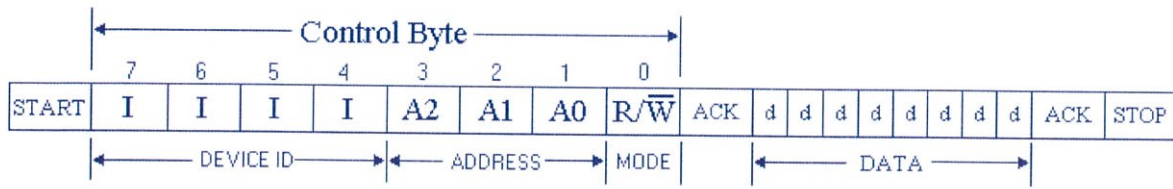


รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อหน้าจอ LCD กับ Arduino แบบ I²C

Pin No	Symbol	Description
1	GND	Ground
2	VCC	+5VDC
3	SDA	Serial Data
4	SCL	Serial Clock

ตารางที่ 2.1 ขาการเชื่อมต่อแบบ I²C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 การส่งข้อมูลแบบ I²C BUS

การรับ-ส่งข้อมูลแบบ I²C BUS MCU จะเริ่มต้นการส่งข้อมูลด้วยการ

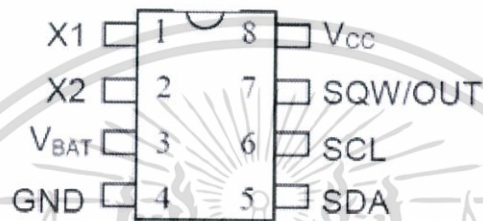
- ส่งสถานะเริ่มต้น (START Conditions) เพื่อแสดงการขอใช้บัส
- ตามด้วย รหัสควบคุม (Control Byte) ซึ่งประกอบด้วยรหัส ประจำตัวอุปกรณ์ Device ID, Device Address และ Mode ในการเขียนหรืออ่านข้อมูล
- เมื่ออุปกรณ์ รับทราบว่า MCU ต้องการ จะติดต่อกับก็ต้องส่งสถานะรับรู้ (Acknowledge) หรือแจ้งให้ MCU รับรู้ว่าข้อมูลที่ได้ส่งมามีความถูกต้อง
- และเมื่อสิ้นสุดการส่งข้อมูล MCU จะต้องส่ง สถานะสิ้นสุด (STOP Conditions) เพื่อบอกกับอุปกรณ์ว่า สิ้นสุดการใช้บัส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 RTC DS1307

RTC DS1307 คือ IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตช์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 1 และมีรายละเอียดการทำงานของขาต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.8 RTC DS1307

VCC: ใช้ต่อไฟเลี้ยง +5V

GND: ใช้ต่อกราวด์

VBAT: ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ 3V เพื่อรักษาการทำงาน ในกรณีที่ไม่มีไฟเลี้ยงจ่าย

SDA: ขารับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

SCL: ขาสัญญาณนาฬิกาสำหรับการรับส่งข้อมูลด้วยระบบบัส I2C

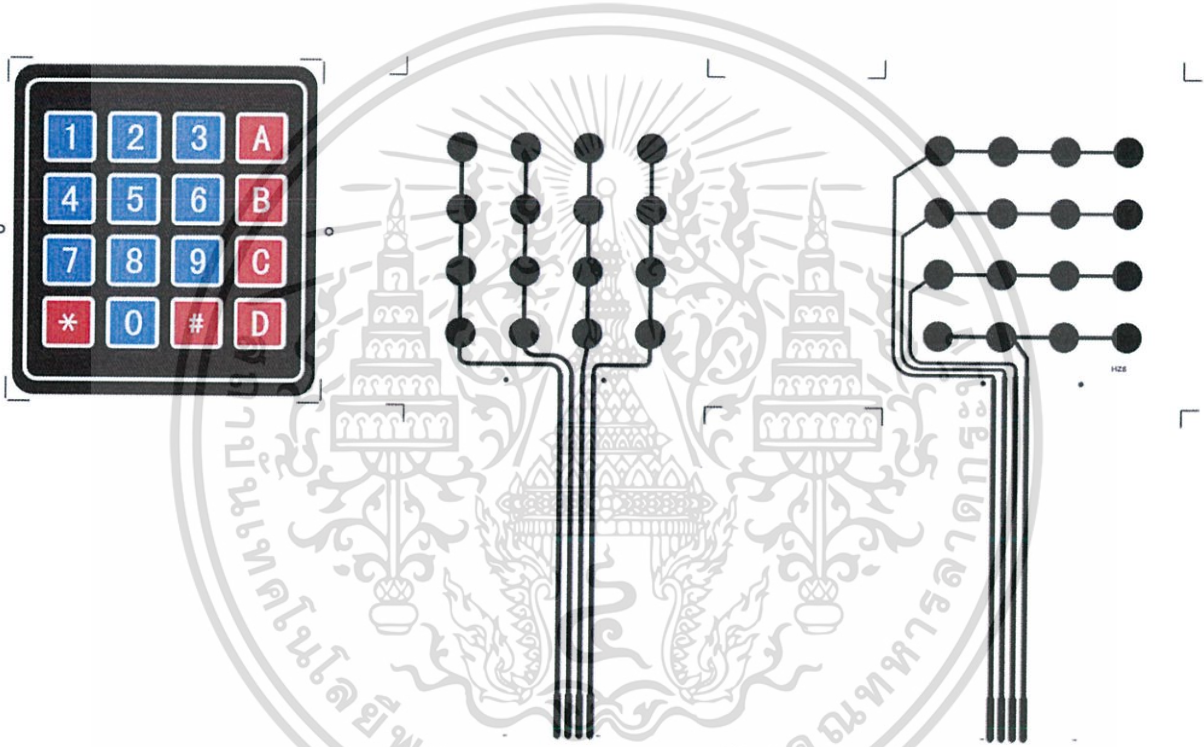
SQW/OUT: ขาเอาต์พุตสัญญาณ Square Wave สามารถเลือกความถี่ได้

X1, X2: ใช้ต่อกับคริสตอลความถี่มาตรฐาน 32.768 kHz เพื่อสร้างฐานเวลาจริงให้กับ IC

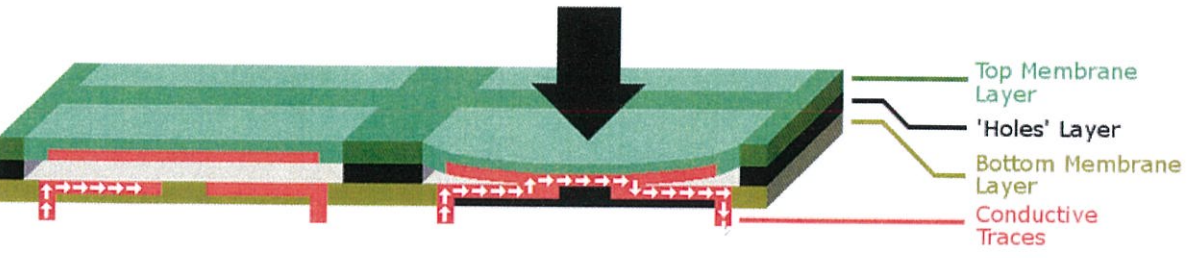
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Keypad

หลักการในการตรวจสอบใช้วิธีการ scan ไปทีละ Column จบครบทุก Column แล้วนำมาตีความว่ามีการตอบสนองออกมาเป็นแบบใดบ้าง เช่น ถ้ามีการกดเลข 1 อยู่ ในขณะที่เราจ่ายแรงดัน 5 โวลต์ไปที่ Column ที่ 1 จะมีเพียง Row แรกเท่านั้นที่จะอ่านค่า แรงดันได้ High นอกนั้นจะเป็น Low หรือ ถ้ามีการกดปุ่ม # อยู่ ขณะที่ Scan ไปแต่ละ Column นั้นจะไม่เจอแรงดัน High ที่ Row ใดเลย จนกว่าจะ Scan ไปถึง Column ที่ 3 ซึ่งจะพบว่ามีการตอบสนองกลับมาจาก Row ที่ 4 นั้นเอง ดังนั้นเมื่อพบว่าเป็นการ Scan Column ที่ 3 และมี Row 4 ตอบสนอง ก็คือปุ่ม '#' นั้นเอง



รูปที่ 2.9 การส่งสัญญาณ



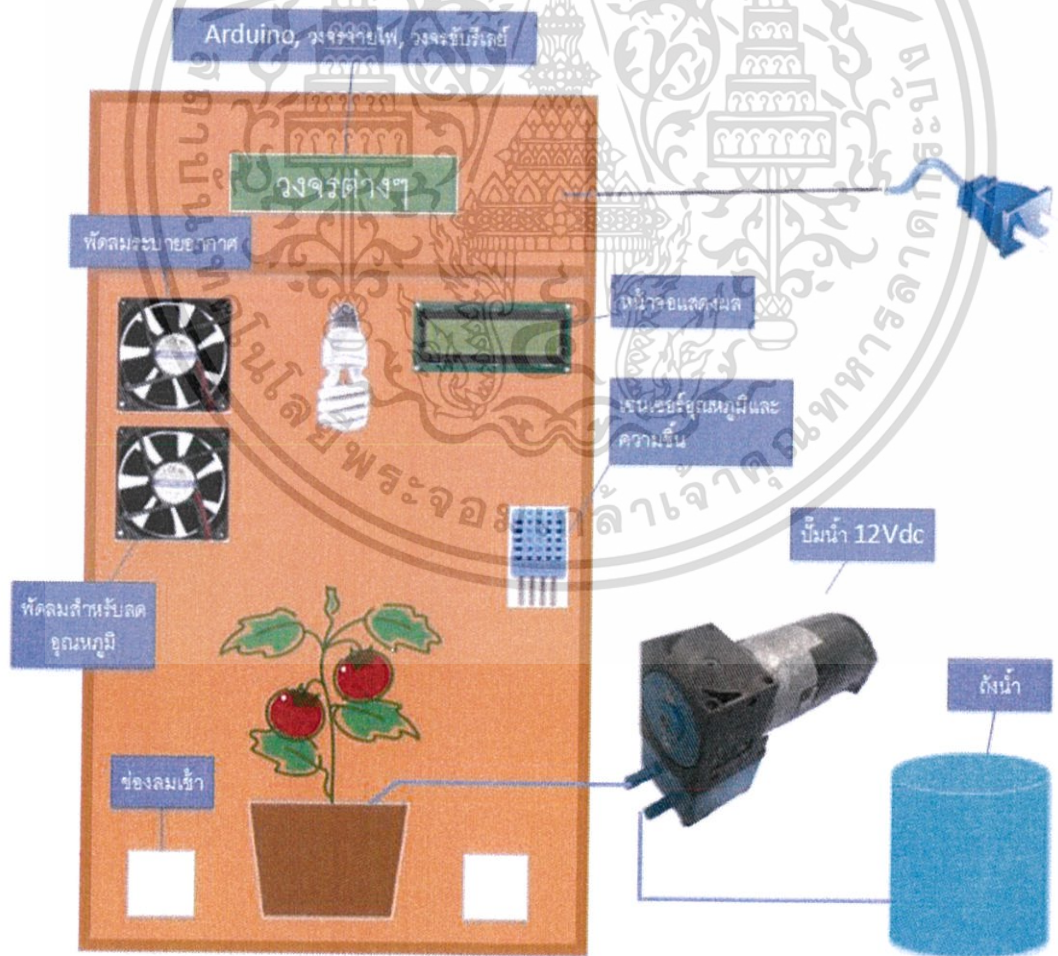
รูปที่ 2.10 การส่งสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

ในการออกแบบตู้เพาะปลูก จะมีลักษณะเป็นตู้ไม้ ความสูงประมาณ 80 เซนติเมตร ภายในวาง กระจกตันไม้ 1 กระจก ด้านบน(ภายในตู้)ติดตั้งหลอดไฟสำหรับให้แสงสว่างกับพืช มีพัดลมดูดอากาศออก 2 ตัว ตัวหนึ่งระบายอากาศตลอดเวลา อีกตัวใช้สำหรับลดอุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิสูงเกินค่าที่กำหนด ติดตั้ง เซนเซอร์ DHT11 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นไว้ภายในตู้ ส่วนบนของตู้จะเป็นส่วนที่รวมวงจรต่างๆไว้ ประกอบด้วย วงจรจ่ายไฟ, วงจรขับรีเลย์ และ Arduino ส่วนปั้มน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้ จะติดตั้งอยู่ภายนอกตู้ โดยสูบน้ำจากถังน้ำภายนอกตู้



รูปที่ 3.1 ตู้เพาะปลูกที่ออกแบบในเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

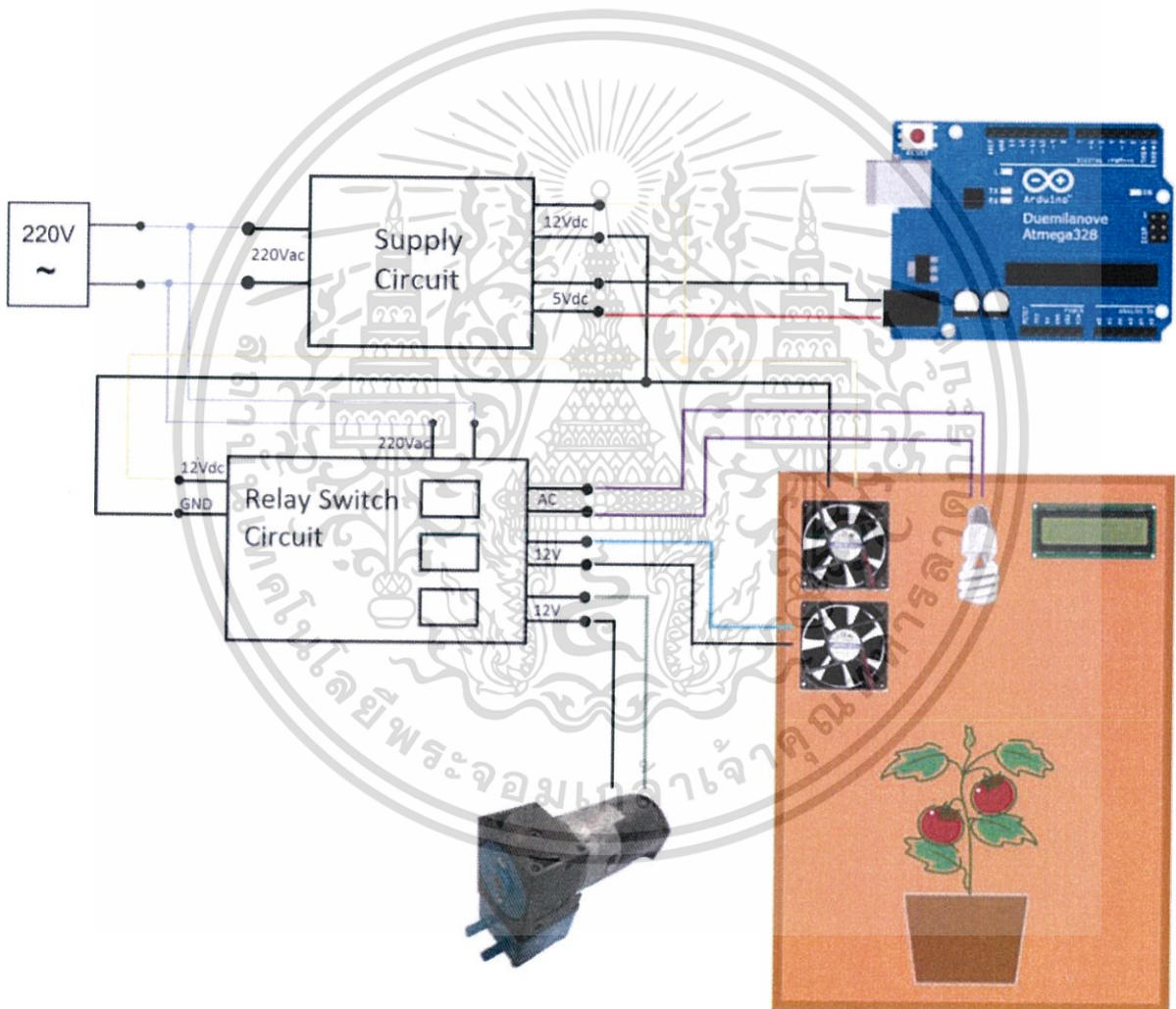
3.1 Power Supply

สำหรับไฟฟ้าที่จ่ายให้อุปกรณ์ต่างๆ ของตู้เพาะปลูก จะได้จากปลั๊กไฟบ้าน (220VAC) โดยใช้สายไฟหลักเพียงคู่เดียว แล้วสร้างวงจร Power Supply จ่ายไฟ 5VDC และ 12VDC สำหรับอุปกรณ์ภายในตู้ดังต่อไปนี้

12VDC – วงจรขั้วรีเลย์, พัดลมระบายอากาศ, พัดลมปรับอุณหภูมิ (ผ่านรีเลย์), ป้อนน้ำ (ผ่านรีเลย์)

5VDC – Arduino

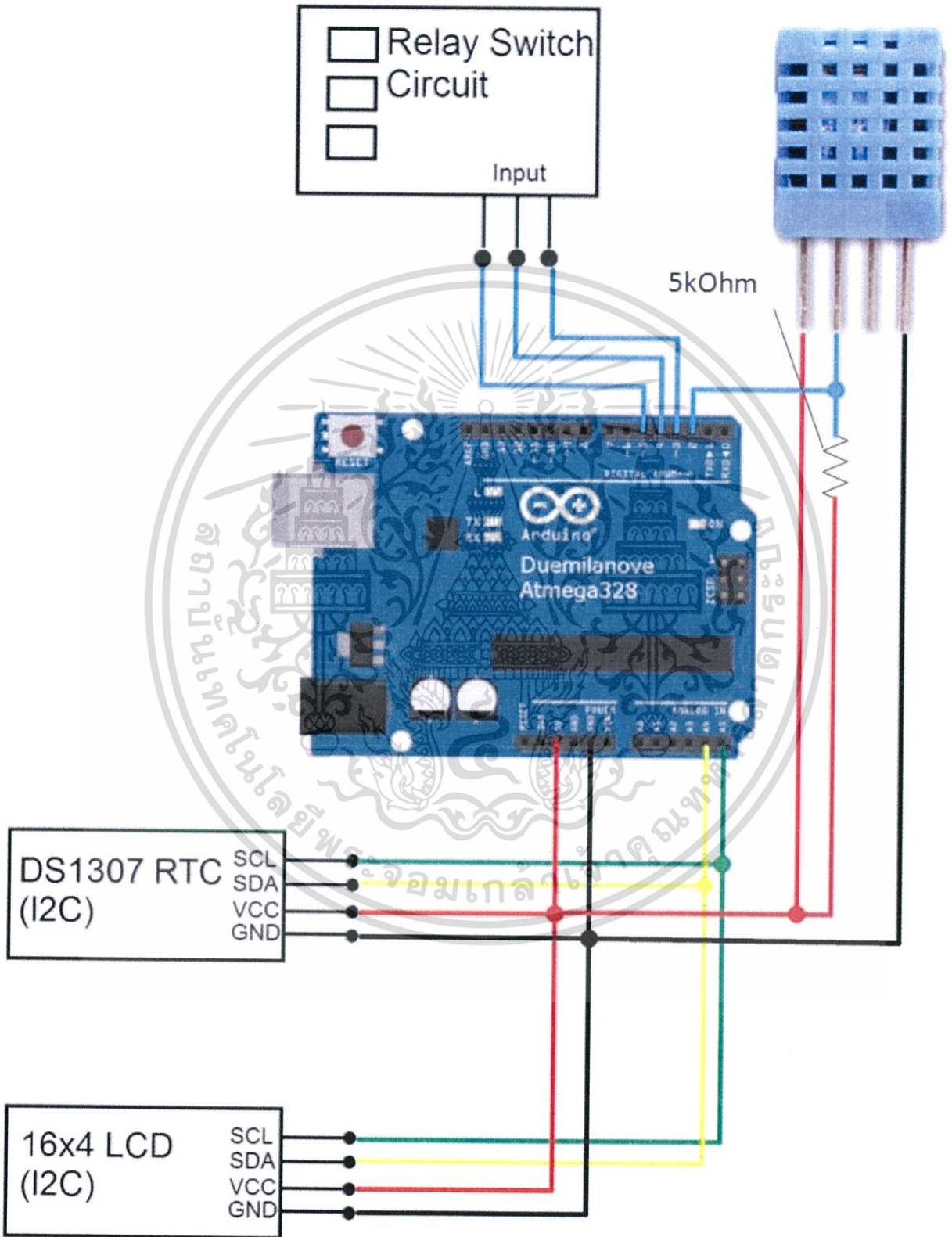
220VAC – หลอดไฟ (ผ่านรีเลย์)



รูปที่ 3.2 การจ่ายไฟเลี้ยงภายในตู้เพาะปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

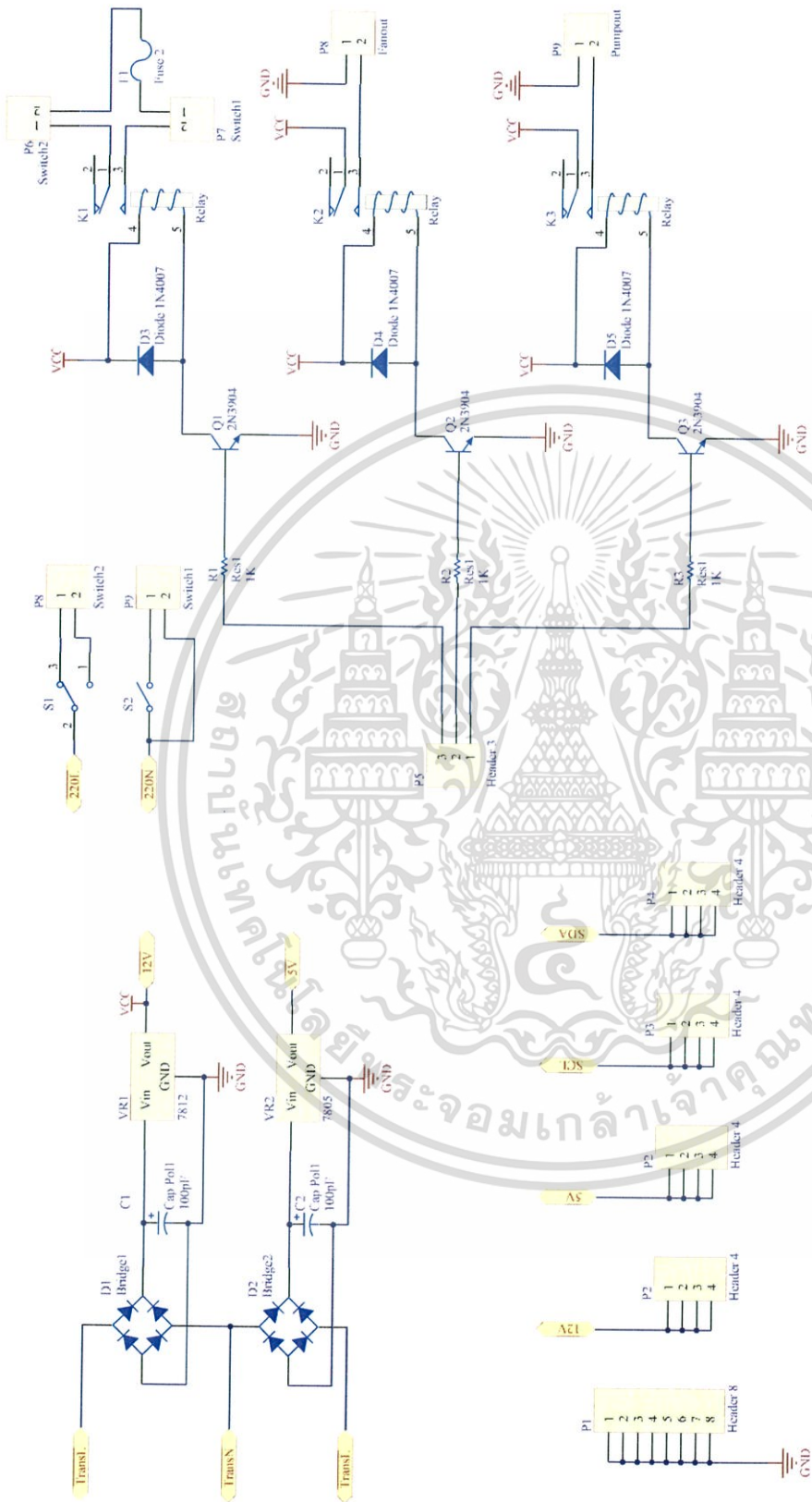
3.2 การเชื่อมต่อ Arduino



รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อ Arduino กับส่วนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

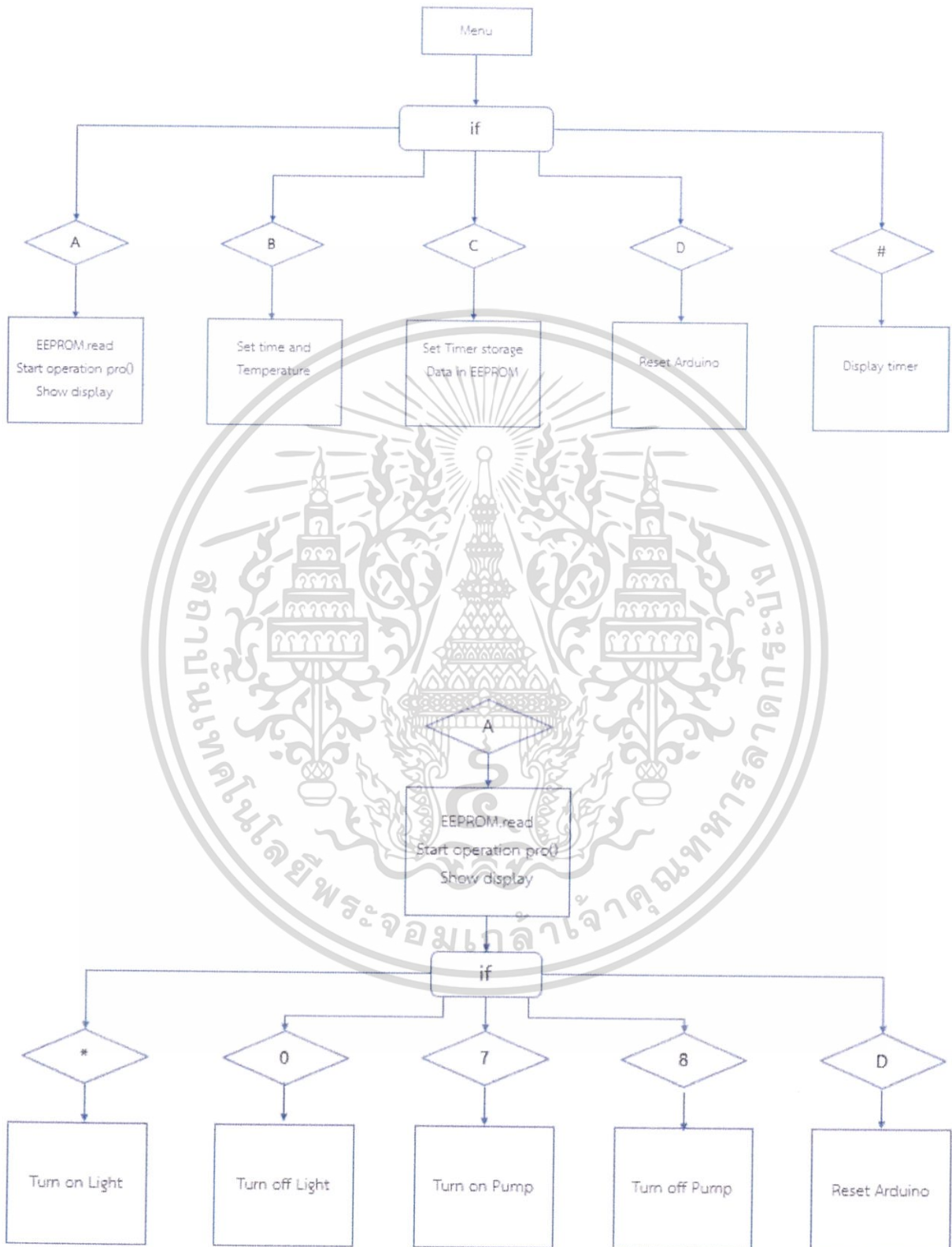
3.3 Schematic



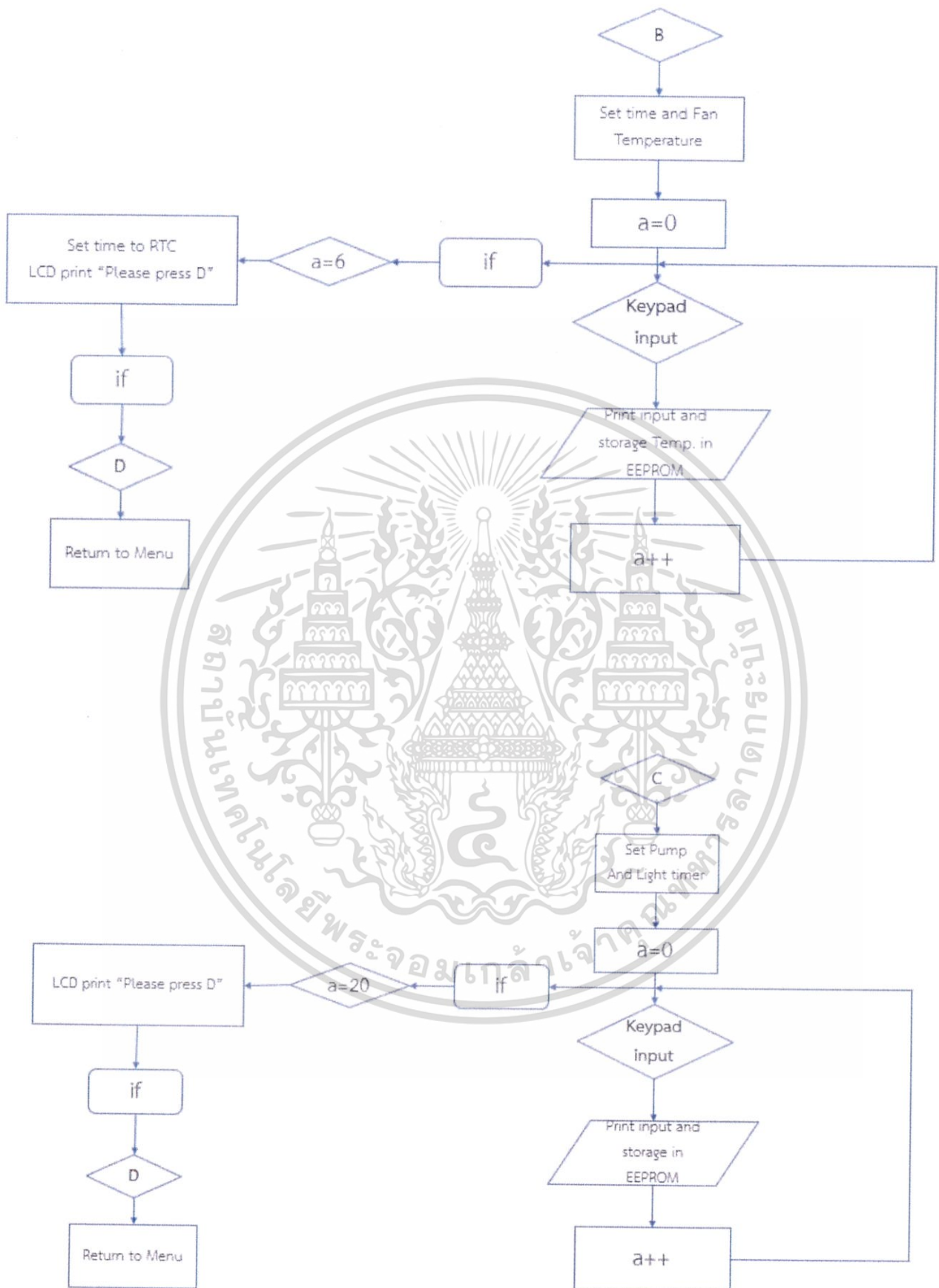
รูปที่ 3.4 Schematic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Flow Charts



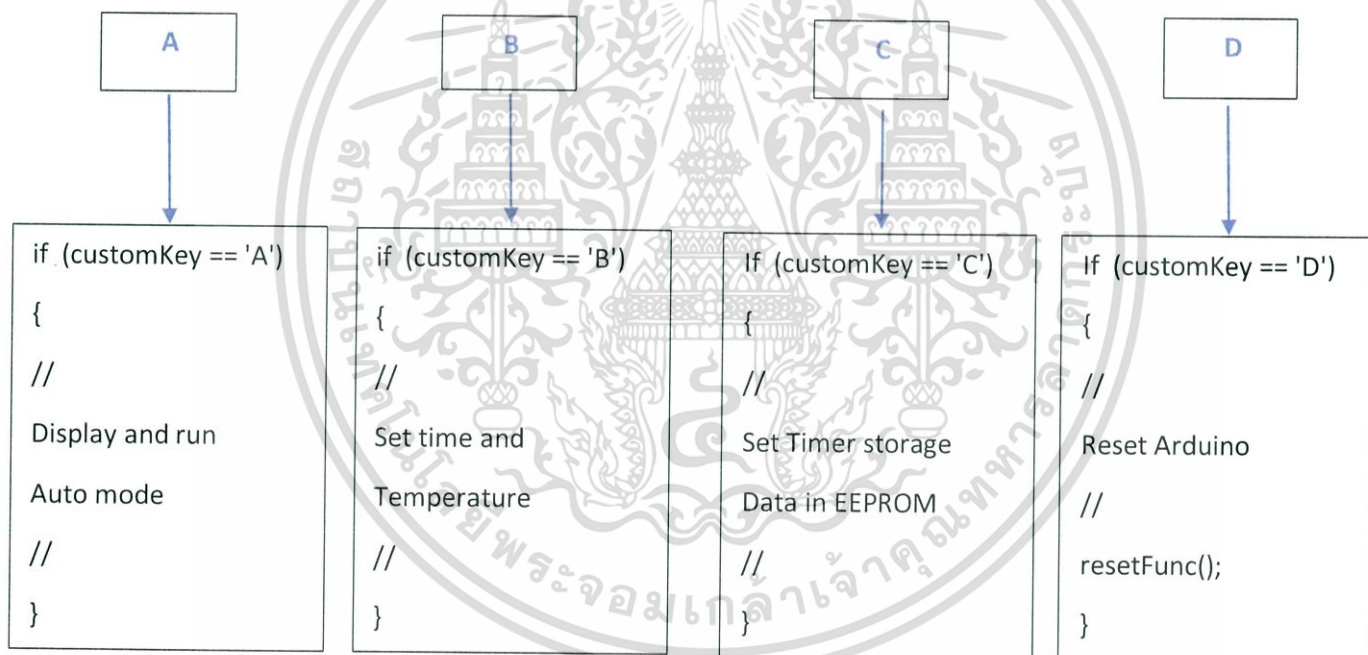
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



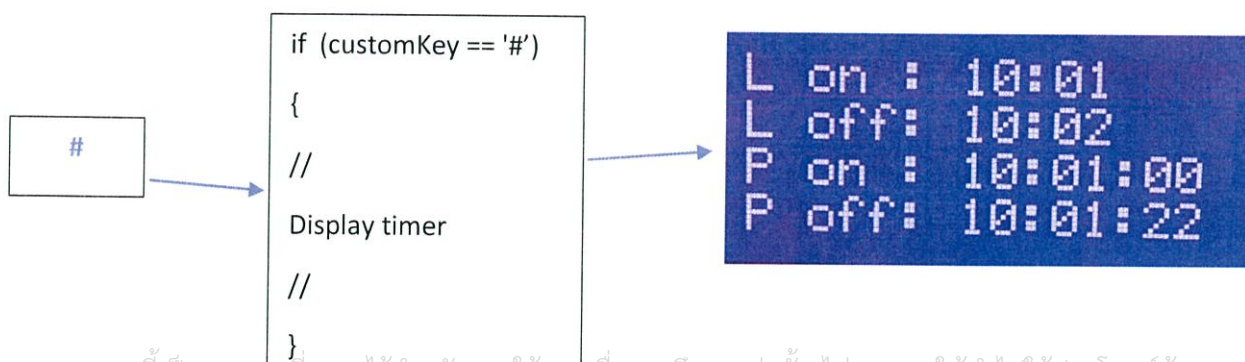
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบเมนูการใช้งาน

3.4.1 หน้า Menu

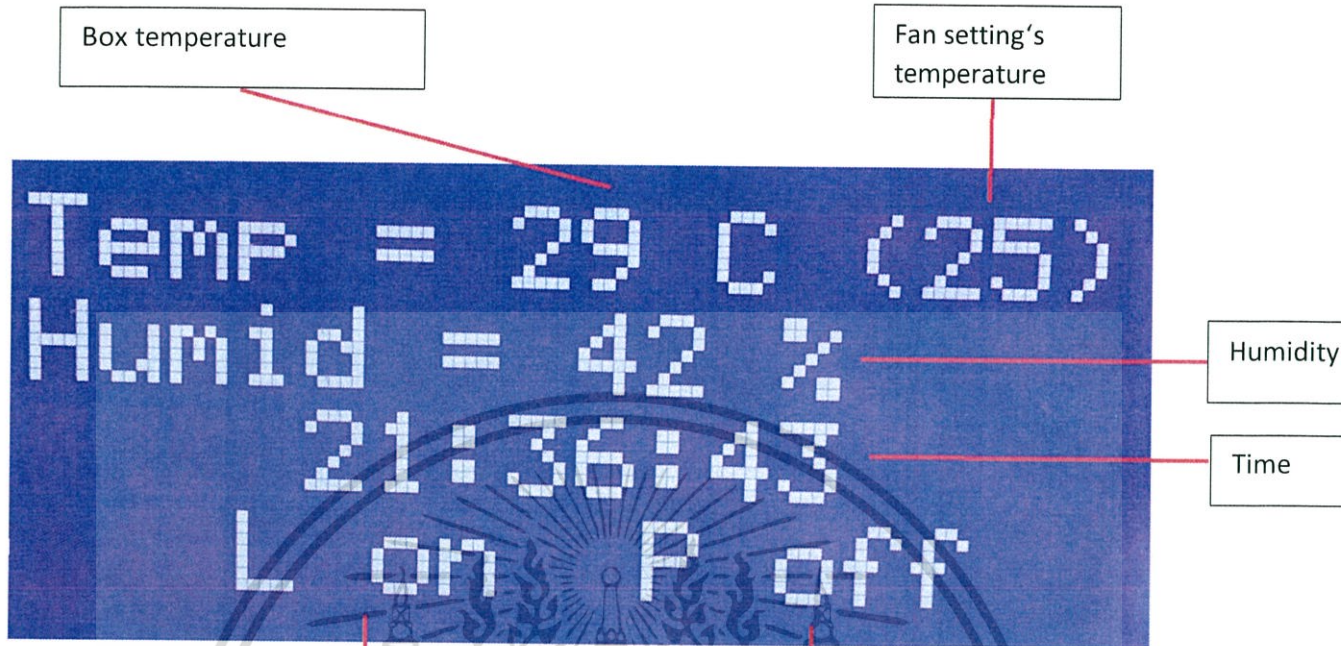


3.4.1 แสดงเวลาที่ตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 หน้าแสดงผล



```

If (customKey == '*')
{
//Turn on Lamp//
digitalWrite(light,HIGH);
lcd.setCursor(3, 3);
lcd.print("L on ");
}

```

```

If (customKey == '0')
{
//Turn off Lamp//
digitalWrite(light,LOW);
lcd.setCursor(3, 3);
lcd.print("L off");
}

```

```

If (customKey == '7')
{
//Turn on pump//
digitalWrite(pump,HIGH);
lcd.setCursor(9, 3);
lcd.print("P on ");
}

```

```

If (customKey == '*')
{
//Turn on pump//
digitalWrite(light,LOW);
lcd.setCursor(3, 3);
lcd.print("L on ");
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 หน้าตั้งเวลา และอุณหภูมิ

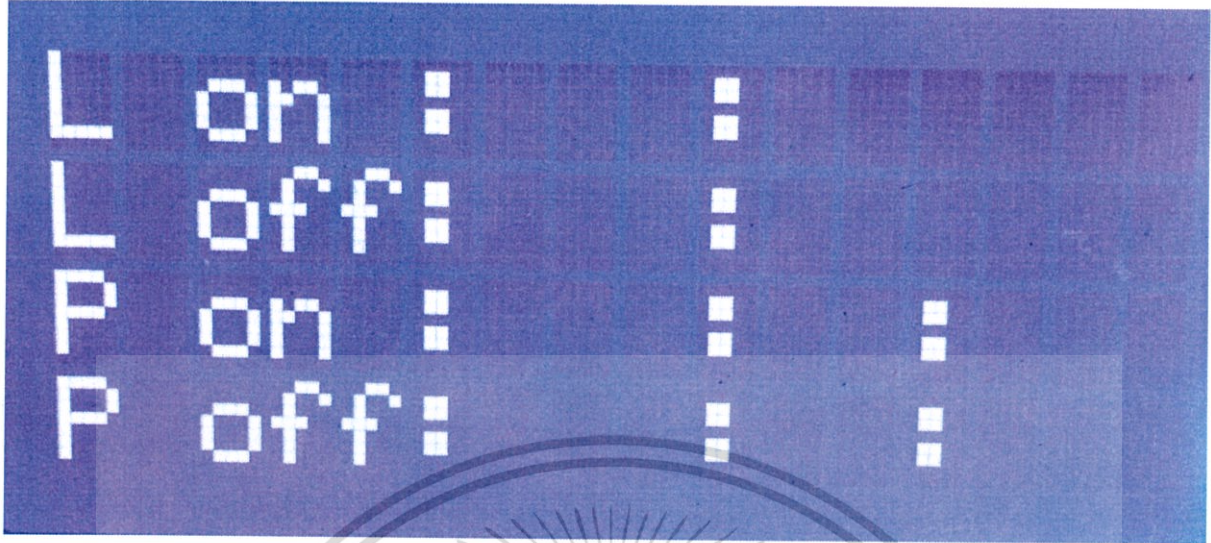


```
switch (customKey) {
    case NO_KEY:
        break;
    case '0': case '1': case '2': case '3': case '4':
    case '5': case '6': case '7': case '8': case '9': case 'D':
        .
        .
        .
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 หน้าตั้งเวลาเปิด/ปิดไฟและปั้มน้ำ



```
switch (customKey) {
    case NO_KEY:
        break;
    case '0': case '1': case '2': case '3': case '4':
    case '5': case '6': case '7': case '8': case '9': case 'D':
        .
        .
        .
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Full Code

```

#include <Keypad.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <dht11.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include "DS1307.h"
#include <EEPROM.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
#define I2C_ADDR 0x3F
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7

```

```

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
DS1307 clock;
void(* resetFunc)(void) = 0;
const byte ROWS = 4;
const byte COLS = 4;
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN, POSITIVE);
lcd.setBacklight(HIGH);
lcd.home ();

pinMode (fan, OUTPUT);
pinMode (light, OUTPUT);
pinMode (pump, OUTPUT);

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("A : Display(Run)");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("B : Set time & T");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("C : Set timer");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("D : Back to Menu");
}

void loop()
{

char customKey = customKeypad.getKey();

//-----A(Operation)-----//
if (customKey == 'A')
{
clearScreen();
delay(500);

TF[5] = EEPROM.read(1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TF[6] = EEPROM.read(2);
```

```
LO[1] = EEPROM.read(3);
```

```
LO[2] = EEPROM.read(4);
```

```
LO[3] = EEPROM.read(5);
```

```
LO[4] = EEPROM.read(6);
```

```
LF[1] = EEPROM.read(7);
```

```
LF[2] = EEPROM.read(8);
```

```
LF[3] = EEPROM.read(9);
```

```
LF[4] = EEPROM.read(10);
```

```
PO[1] = EEPROM.read(11);
```

```
PO[2] = EEPROM.read(12);
```

```
PO[3] = EEPROM.read(13);
```

```
PO[4] = EEPROM.read(14);
```

```
PO[5] = EEPROM.read(15);
```

```
PO[5] = EEPROM.read(16);
```

```
PF[1] = EEPROM.read(17);
```

```
PF[2] = EEPROM.read(18);
```

```
PF[3] = EEPROM.read(19);
```

```
PF[4] = EEPROM.read(20);
```

```
PF[5] = EEPROM.read(21);
```

```
PF[6] = EEPROM.read(22);
```

```
Serial.print(LO[1]);
```

```
Serial.print(LO[2]);
```

```
Serial.print(LO[3]);
```

```
Serial.print(LO[4]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print(LF[1]);
Serial.print(LF[2]);
Serial.print(LF[3]);
Serial.print(LF[4]);
Serial.print(PO[1]);
Serial.print(PO[2]);
Serial.print(PO[3]);
Serial.print(PO[4]);
Serial.print(PO[5]);
Serial.print(PO[6]);
Serial.print(PF[1]);
Serial.print(PF[2]);
Serial.print(PF[3]);
Serial.print(PF[4]);
Serial.print(PF[5]);
Serial.print(PF[6]);

lcd.setCursor(12, 0);
lcd.print('(');
lcd.setCursor(15, 0);
lcd.print(')');
lcd.setCursor(13, 0);
lcd.print(TF[5]) ;
lcd.print(TF[6]) ;

for (int i = 1;; i++)
{ pro();
  delay(100);
  char customKey = customKeypad.getKey();
  if

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

(customKey == 'D')
{
  resetFunc();
}
if
(customKey == '*')
{
  digitalWrite(light, HIGH);
  lcd.setCursor(3, 3);
  lcd.print("L on ");
}
if
(customKey == '0')
{
  digitalWrite(light, LOW);
  lcd.setCursor(3, 3);
  lcd.print("L off ");
}
if
(customKey == '7')
{
  digitalWrite(pump, HIGH);
  lcd.setCursor(9, 3);
  lcd.print("P on ");
}
if
(customKey == '8')
{
  digitalWrite(pump, LOW);
  lcd.setCursor(9, 3);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    lcd.print("P off");
  }
}
}
//-----B(Set Time and temp)-----//

```

```

if (customKey == 'B')
{
  clearScreen();
  delay(500);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Time");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Fan on >");
  lcd.setCursor(8, 0);
  lcd.print(':');
  lcd.setCursor(6, 0);
  char customKey = customKeypad.getKey();
  for (; 1;) {
    char customKey = customKeypad.getKey();
    switch (customKey) {
      case NO_KEY:
        break;

      case '0': case '1': case '2': case '3': case '4':
      case '5': case '6': case '7': case '8': case '9': case 'D':
        lcd.print(customKey);
        if (int(customKey) == a);
        {
          ++a;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (a == 1 && customKey != 'D' )
{
    n1 = customKey;
}
if (a == 2 && customKey != 'D')
{
    lcd.setCursor(9, 0);
    n2 = customKey;
}
if (a == 3 && customKey != 'D')
{
    n3 = customKey;
}
if (a == 4 && customKey != 'D')
{
    n4 = customKey;
    lcd.setCursor(9, 1);
}
if (a == 5 && customKey != 'D')
{
    TF[5] = customKey;
    EEPROM.write(1, TF[5]);
    clock.fillByHMS((n1 - 48) * 10 + (n2 - 48), (n3 - 48) * 10 + (n4 - 48), 00);
    clock.setTime();
}
if (a == 6 && customKey != 'D')
{
    TF[6] = customKey;
    EEPROM.write(2, TF[6]);
    lcd.setCursor(0, 3);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    lcd.print("Please press D");
  }
  if (customKey == 'D')
  {
    resetFunc();
  }
}
}
}
//-----C(Set Timer)-----//
if (customKey == 'C')
{
  clearScreen();
  delay(500);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("L on :");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("L off:  :");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("P on :  :");
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("P off:  :");
  lcd.setCursor(7, 0);
  char customKey = customKeypad.getKey();
  for (; 1;) {
    char customKey = customKeypad.getKey();
    switch (customKey) {
      case NO_KEY:
        break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

case '0': case '1': case '2': case '3': case '4':
case '5': case '6': case '7': case '8': case '9': case 'D':
  lcd.print(customKey);
  if (int(customKey) == a);
  {
    ++a;
    if (a == 1 && customKey != 'D')
    {
      LO[1] = customKey;
      EEPROM.write(3, LO[1]);
    }
    if (a == 2 && customKey != 'D')
    {
      LO[2] = customKey;
      EEPROM.write(4, LO[2]);
      lcd.setCursor(10, 0);
    }
    if (a == 3 && customKey != 'D')
    {
      LO[3] = customKey;
      EEPROM.write(5, LO[3]);
    }
    if (a == 4 && customKey != 'D')
    {
      LO[4] = customKey;
      EEPROM.write(6, LO[4]);
      lcd.setCursor(7, 1);
    }
    if (a == 5 && customKey != 'D')
    {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LF[1] = customKey;
EEPROM.write(7, LF[1]);
}
if (a == 6 && customKey != 'D')
{
  LF[2] = customKey;
  EEPROM.write(8, LF[2]);
  lcd.setCursor(10, 1);
}
if (a == 7 && customKey != 'D')
{
  LF[3] = customKey;
  EEPROM.write(9, LF[3]);
}
if (a == 8 && customKey != 'D')
{
  LF[4] = customKey;
  EEPROM.write(10, LF[4]);
  lcd.setCursor(7, 2);
}
if (a == 9 && customKey != 'D')
{
  PO[1] = customKey;
  EEPROM.write(11, PO[1]);
}
if (a == 10 && customKey != 'D')
{
  PO[2] = customKey;
  EEPROM.write(12, PO[2]);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    lcd.setCursor(10, 2);
}
if (a == 11 && customKey != 'D')
{
    PO[3] = customKey;
    EEPROM.write(13, PO[3]);
}
if (a == 12 && customKey != 'D')
{
    PO[4] = customKey;
    EEPROM.write(14, PO[4]);
    lcd.setCursor(13, 2);
}
if (a == 13 && customKey != 'D')
{
    PO[5] = customKey;
    EEPROM.write(15, PO[5]);
}
if (a == 14 && customKey != 'D')
{
    PO[6] = customKey;
    EEPROM.write(16, PO[6]);
    lcd.setCursor(7, 3);
}
if (a == 15 && customKey != 'D')
{
    PF[1] = customKey;
    EEPROM.write(17, PF[1]);
}
if (a == 16 && customKey != 'D')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
  PF[2] = customKey;
  EEPROM.write(18, PF[2]);
  lcd.setCursor(10, 3);
}
if (a == 17 && customKey != 'D')
{
  PF[3] = customKey;
  EEPROM.write(19, PF[3]);
}
if (a == 18 && customKey != 'D')
{
  PF[4] = customKey;
  EEPROM.write(20, PF[4]);
  lcd.setCursor(13, 3);
}
if (a == 19 && customKey != 'D')
{
  PF[5] = customKey;
  EEPROM.write(21, PF[5]);
}
if (a == 20 && customKey != 'D')
{
  PF[6] = customKey;
  EEPROM.write(22, PF[6]);
}
if (customKey == 'D')
{
  resetFunc();
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }
}
}
}
//-----D-----//
if (customKey == 'D')
{
    resetFunc();
}
//-----#(Show timer)-----//
if (customKey == '#')
{
    clearScreen();
    LO[1] = EEPROM.read(3);
    LO[2] = EEPROM.read(4);
    LO[3] = EEPROM.read(5);
    LO[4] = EEPROM.read(6);

    LF[1] = EEPROM.read(7);
    LF[2] = EEPROM.read(8);
    LF[3] = EEPROM.read(9);
    LF[4] = EEPROM.read(10);

    PO[1] = EEPROM.read(11);
    PO[2] = EEPROM.read(12);
    PO[3] = EEPROM.read(13);
    PO[4] = EEPROM.read(14);
    PO[5] = EEPROM.read(15);
    PO[6] = EEPROM.read(16);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PF[1] = EEPROM.read(17);
PF[2] = EEPROM.read(18);
PF[3] = EEPROM.read(19);
PF[4] = EEPROM.read(20);
PF[5] = EEPROM.read(21);
PF[6] = EEPROM.read(22);

```

```

delay(500);

```

```

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("L on : :");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("L off: :");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("P on : :");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("P off: :");
lcd.setCursor(7, 0);
lcd.print(LO[1]);
lcd.print(LO[2]);
lcd.print(':');
lcd.print(LO[3]);
lcd.print(LO[4]);
lcd.setCursor(7, 1);
lcd.print(LF[1]);
lcd.print(LF[2]);
lcd.print(':');
lcd.print(LF[3]);
lcd.print(LF[4]);
lcd.setCursor(7, 2);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.print(PO[1]);
lcd.print(PO[2]);
lcd.print(':');
lcd.print(PO[3]);
lcd.print(PO[4]);
lcd.print(':');
lcd.print(PO[5]);
lcd.print(PO[6]);
lcd.setCursor(7, 3);
lcd.print(PF[1]);
lcd.print(PF[2]);
lcd.print(':');
lcd.print(PF[3]);
lcd.print(PF[4]);
lcd.print(':');
lcd.print(PF[5]);
lcd.print(PF[6]);
}
// >>>>loop<<<<<

//-----Operation-----//
void pro()
{
  int h = dht.readHumidity();
  int t = dht.readTemperature();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Temp = ");
  lcd.print(t);
  lcd.print(" C");
  lcd.setCursor(0, 1);

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.print("Humid = ");
lcd.print(h);
lcd.print(" %");
printTime();
//-----light-----//
if (clock.hour == ((LO[1] - 48) * 10) + (LO[2] - 48) && clock.minute == ((LO[3] - 48) * 10) +
(LO[4] - 48) && clock.second == 00)
{
  digitalWrite(light, HIGH);
  lcd.setCursor(3, 3);
  lcd.print("L on ");
}
else if (clock.hour == ((LF[1] - 48) * 10) + (LF[2] - 48) && clock.minute == ((LF[3] - 48) * 10) +
(LF[4] - 48) && clock.second == 00)
{
  digitalWrite(light, LOW);
  lcd.setCursor(3, 3);
  lcd.print("L off");
}
//-----pump-----//
if (clock.hour == ((PO[1] - 48) * 10) + (PO[2] - 48) && clock.minute == ((PO[3] - 48) * 10) +
(PO[4] - 48) && clock.second == ((PO[5] - 48) * 10) + (PO[6] - 48))
{
  digitalWrite(pump, HIGH);
  lcd.setCursor(9, 3);
  lcd.print("P on ");
}
else if (clock.hour == ((PF[1] - 48) * 10) + (PF[2] - 48) && clock.minute == ((PF[3] - 48) * 10)
+ (PF[4] - 48) && clock.second == ((PF[5] - 48) * 10) + (PF[6] - 48))
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(pump, LOW);
lcd.setCursor(9, 3);
lcd.print("P off");
}

//-----Fan-----//
if (t >= (TF[5] - 48) * 10 + (TF[6] - 48))
{
digitalWrite(fan, HIGH);
}
else
{
digitalWrite(fan, LOW);
}
}
//-----Clock-----//
void printTime()
{
clock.getTime();
lcd.setCursor(4, 2);
lcd.print(clock.hour, DEC);
lcd.print(":");
lcd.print(clock.minute, DEC);
lcd.print(":");
lcd.print(clock.second, DEC);
}
void clearScreen()
{
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" ");

```

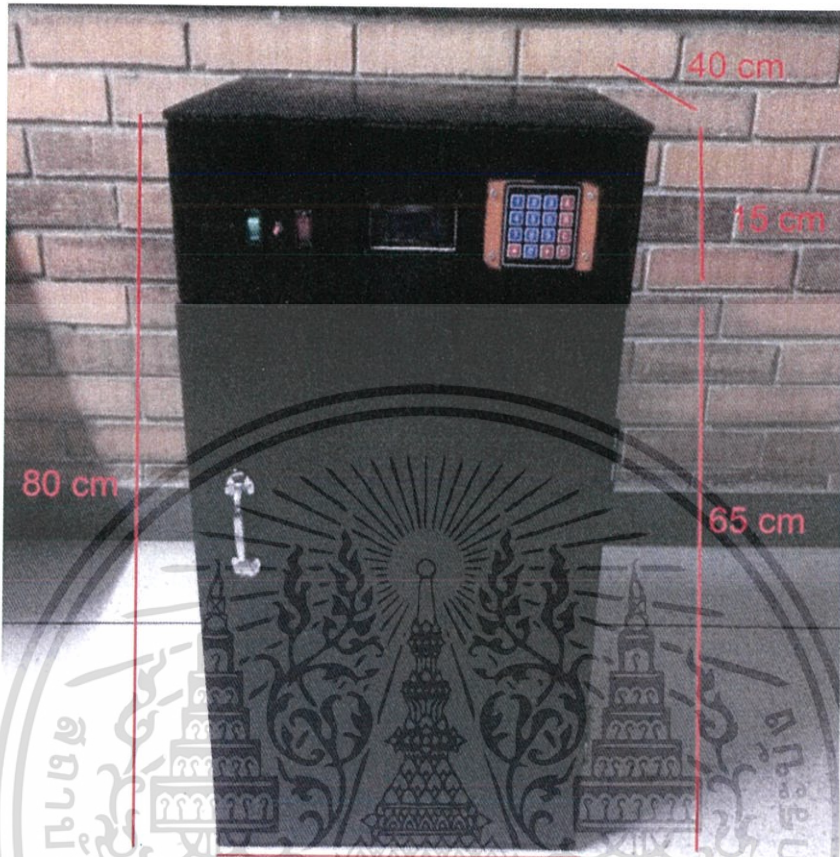
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("      ");  
lcd.setCursor(0, 2);  
lcd.print("      ");  
lcd.setCursor(0, 3);  
lcd.print("      ");  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ตู้ที่ออกแบบ



รูปที่ 3.5 Dimensions ของตู้

3.6.1 Specifications ของตู้

- ใ้ไฟ 220VAC/50Hz
- ขนาดภายในช่องปลุก กว้าง 40 cm ลึก 40 cm สูง 65 cm
- อุณหภูมิที่เซนเซอร์สามารถวัดได้ 0 - 50 องศาเซลเซียส
- ป้อนน้ำจ่ายน้ำ 5 ml/sec
- หลอดไฟ LED 3W Wave lengths 660nm+450nm (สีแดง:สีน้ำเงิน 2:1) แบบขั้วE27 3หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

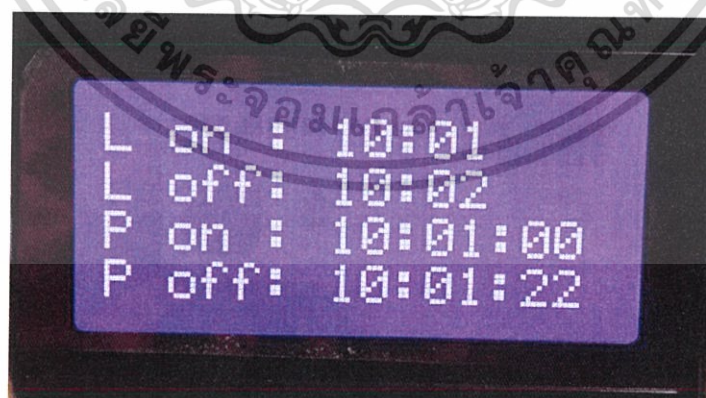
4.1 การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน

4.1.1 การตั้งเวลาและอุณหภูมิเปิดพัดลม



รูปที่ 4.1 หน้าตั้งเวลาและอุณหภูมิเปิดพัดลม

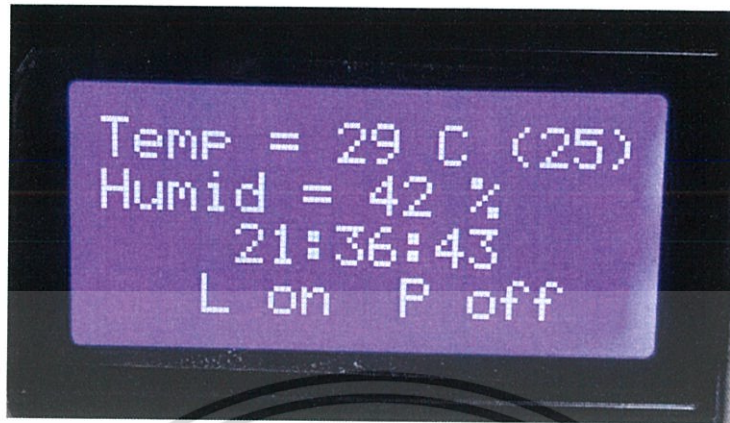
4.1.2 การตั้งเวลาเปิดปิดไฟและปั้มน้ำ



รูปที่ 4.2 หน้าตั้งเวลาเปิด/ปิดไฟและปั้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น



รูปที่ 4.3 หน้าแสดงผล

4.1.4 การจ่ายน้ำของปั๊ม

จากการทดสอบ ปั๊มสามารถจ่ายน้ำได้ที่อัตรา 5 ml/sec



รูปที่ 4.3 รูปขณะจ่ายน้ำให้ต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองปลูกพืชจริง



รูปที่ 4.4 การทดลองปลูกพืชจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุป

ตู้เพาะปลุกที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ตามคุณสมบัติที่ออกแบบไว้ครบถ้วน สามารถตั้งเวลาและอุณหภูมิสำหรับเปิดพัดลม และตั้งเวลาสำหรับเปิด/ปิดไฟและปั้มน้ำได้ผ่าน Keypad โดยจากการทดลองปลุกพืชจริง พืชที่ปลุกมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าพืชที่ปลุกไว้นอกตู้และรับแสงตามธรรมชาติ เนื่องจากสามารถให้แสงได้ที่ช่วงความยาวคลื่นและระยะเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช และสามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ โดยการตั้งค่า และต่อสายสำหรับรดน้ำไว้

จากการออกแบบและสร้างตู้เพาะปลุกขึ้น ใช้ต้นทุนในการสร้างต่ำกว่าราคาตู้สำหรับเพาะปลุกที่มีขายในท้องตลาด โดยตู้เพาะปลุกนี้มีระบบควบคุมที่สมบูรณ์กว่า และระบบที่ออกแบบยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบอื่นๆได้ด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] <https://dongsuta.wikispaces.com>
- [2] <https://sites.google.com/site/agricultureextention/home/saeng-kab-kar-ceriy-teibto-khxng-phuch>
- [3] <http://www.arduino.cc/>
- [4] <http://www.datasheetcatalog.com>
- [5] <http://www.alldatasheet.com>
- [6] <http://iusrc.org/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DHT11 Humidity & Temperature Sensor

D-Robotics UK (www.droboticonline.com)

DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output.

D-Robotics
7/30/2010

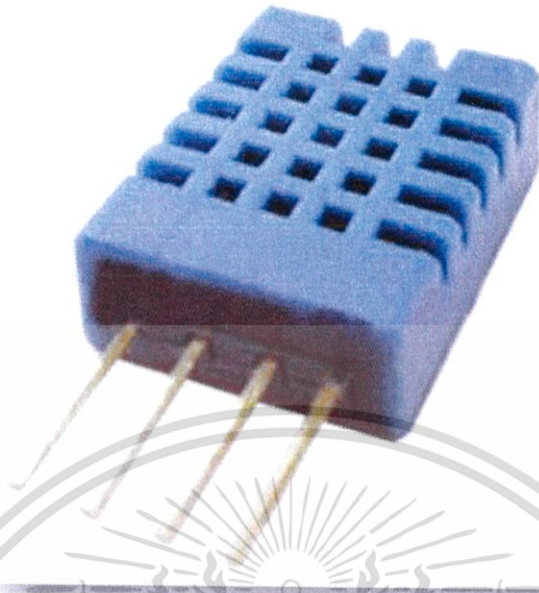
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DHT 11 Humidity & Temperature Sensor



1. Introduction

This DFRobot DHT11 Temperature & Humidity Sensor features a temperature & humidity sensor complex with a calibrated digital signal output. By using the exclusive digital-signal-acquisition technique and temperature & humidity sensing technology, it ensures high reliability and excellent long-term stability. This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness.



Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process. The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package. It is convenient to connect and special packages can be provided according to users' request.

2. Technical Specifications:

Overview:

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	± 5% RH	± 2°C	1	4 Pin Single Row

Detailed Specifications:

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Humidity				
Resolution		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
Repeatability			± 1%RH	
Accuracy	25°C		± 4%RH	
	0-50°C			± 5%RH
Interchangeability	Fully Interchangeable			
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH
	25°C	20%RH		90%RH
	50°C	20%RH		80%RH
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
Hysteresis			± 1%RH	
Long-Term Stability	Typical		± 1%RH/year	
Temperature				
Resolution		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
Repeatability			± 1°C	
Accuracy		± 1°C		± 2°C
Measurement Range		0°C		50°C
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S

3. Typical Application (Figure 1)

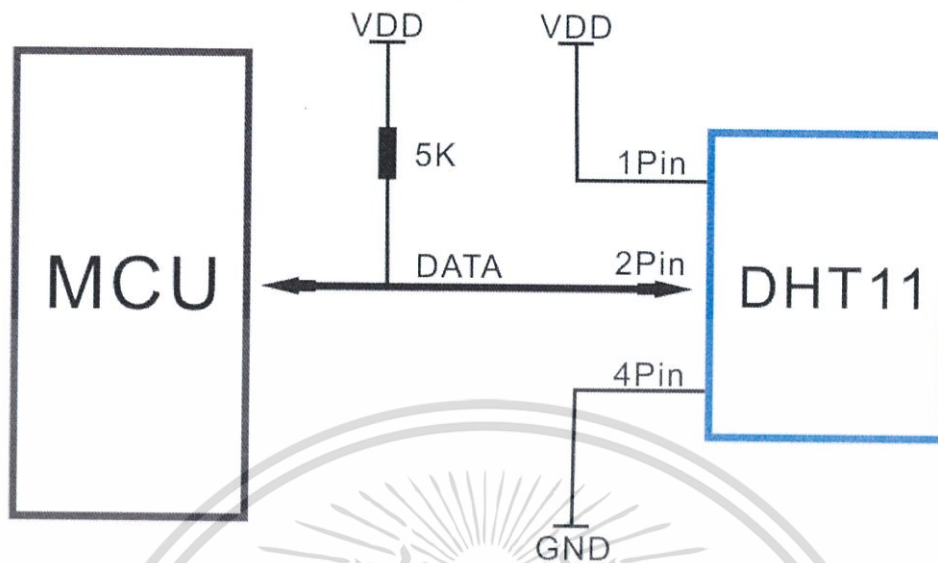


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

When the connecting cable is shorter than 20 metres, a 5K pull-up resistor is recommended; when the connecting cable is longer than 20 metres, choose a appropriate pull-up resistor as needed.

4. Power and Pin

DHT11's power supply is 3-5.5V DC. When power is supplied to the sensor, do not send any instruction to the sensor in within one second in order to pass the unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for power filtering.

5. Communication Process: Serial Interface (Single-Wire Two-Way)

Single-bus data format is used for communication and synchronization between MCU and DHT11 sensor. One communication process is about 4ms.

Data consists of decimal and integral parts. A complete data transmission is **40bit**, and the sensor sends **higher data bit** first.

Data format: 8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data + 8bit check sum. If the data transmission is right, the check-sum should be the last 8bit of "8bit integral RH data + 8bit decimal RH data + 8bit integral T data + 8bit decimal T data".

5.1 Overall Communication Process (Figure 2, below)

When MCU sends a start signal, DHT11 changes from the low-power-consumption mode to the running-mode, waiting for MCU completing the start signal. Once it is completed, DHT11 sends a response signal of 40-bit data that include the relative humidity and temperature information to MCU. Users can choose to collect (read) some data. Without the start signal from MCU, DHT11 will not give the response signal to MCU. Once data is collected, DHT11 will change to the low-power-consumption mode until it receives a start signal from MCU again.

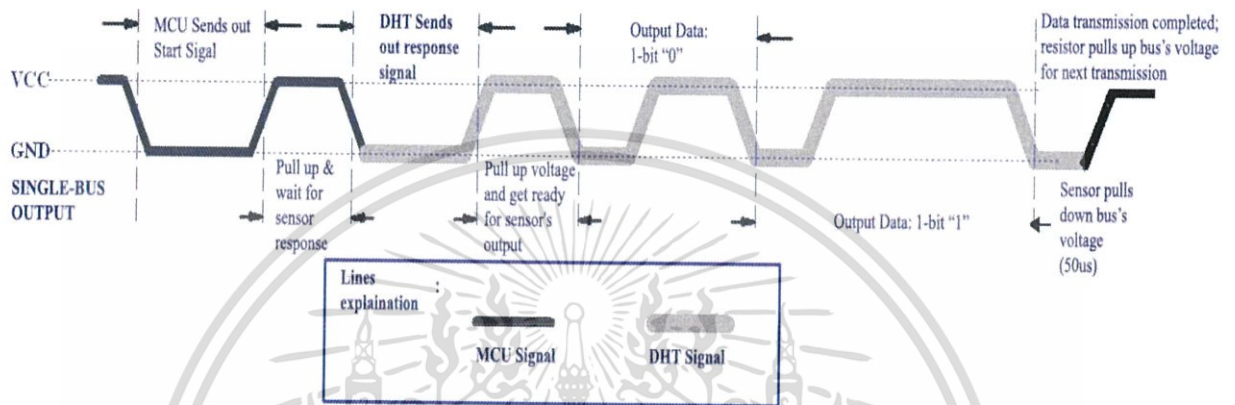


Figure 2 Overall Communication Process

5.2 MCU Sends out Start Signal to DHT (Figure 3, below)

Data Single-bus free status is at high voltage level. When the communication between MCU and DHT11 begins, the programme of MCU will set Data Single-bus voltage level from high to low and this process must take at least 18ms to ensure DHT's detection of MCU's signal, then MCU will pull up voltage and wait 20-40us for DHT's response.

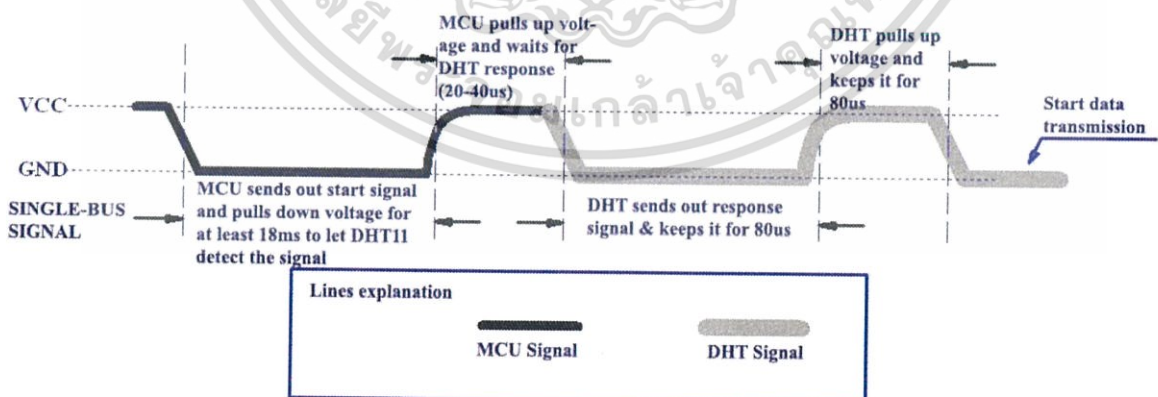


Figure 3 MCU Sends out Start Signal & DHT Responses

5.3 DHT Responses to MCU (Figure 3, above)

Once DHT detects the start signal, it will send out a low-voltage-level response signal, which lasts 80us. Then the programme of DHT sets Data Single-bus voltage level from low to high and keeps it for 80us for DHT's preparation for sending data.

When DATA Single-Bus is at the low voltage level, this means that DHT is sending the response signal. Once DHT sent out the response signal, it pulls up voltage and keeps it for 80us and prepares for data transmission.

When DHT is sending data to MCU, every bit of data begins with the 50us low-voltage-level and the length of the following high-voltage-level signal determines whether data bit is "0" or "1" (see Figures 4 and 5 below).

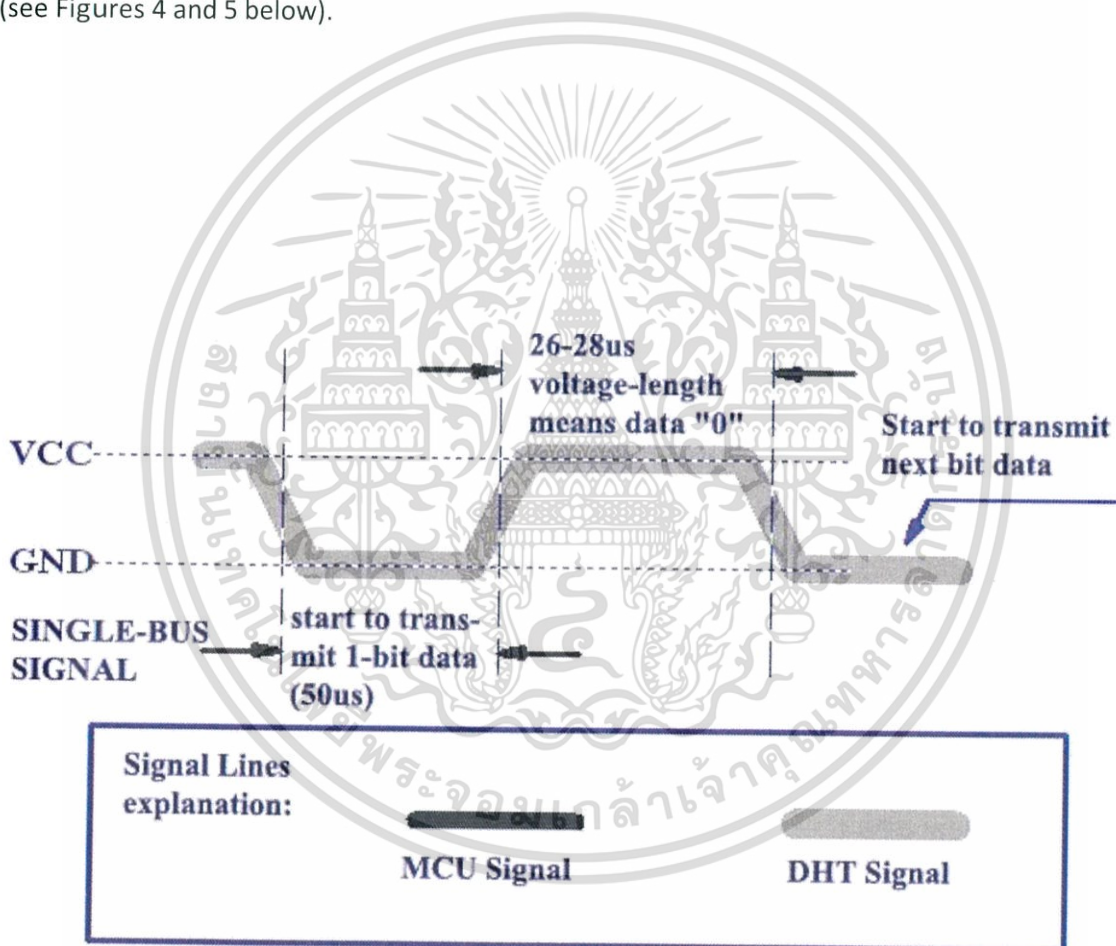


Figure 4 Data "0" Indication

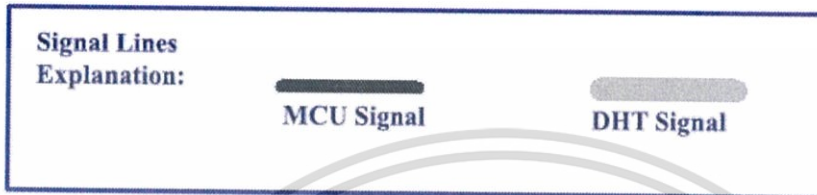
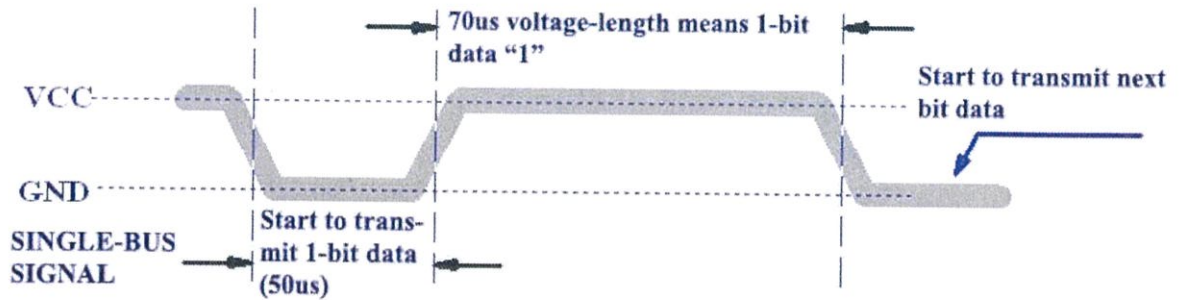


Figure 5 Data "1" Indication

If the response signal from DHT is always at high-voltage-level, it suggests that DHT is not responding properly and please check the connection. When the last bit data is transmitted, DHT11 pulls down the voltage level and keeps it for 50us. Then the Single-Bus voltage will be pulled up by the resistor to set it back to the free status.

6. Electrical Characteristics

VDD=5V, T = 25 °C (unless otherwise stated)

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
Sampling period	Second	1		

Note: Sampling period at intervals should be no less than 1 second.

7. Attentions of application

(1) Operating conditions

Applying the DHT11 sensor beyond its working range stated in this datasheet can result in 3%RH signal shift/discrepancy. The DHT11 sensor can recover to the calibrated status gradually when it gets back to the normal operating condition and works within its range. Please refer to (3) of

this section to accelerate its recovery. Please be aware that operating the DHT11 sensor in the non-normal working conditions will accelerate sensor's aging process.

(2) Attention to chemical materials

Vapor from chemical materials may interfere with DHT's sensitive-elements and debase its sensitivity. A high degree of chemical contamination can permanently damage the sensor.

(3) Restoration process when (1) & (2) happen

Step one: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 50~60Celsius, humidity <10%RH for 2 hours;

Step two: Keep the DHT sensor at the condition of Temperature 20~30Celsius, humidity >70%RH for 5 hours.

(4) Temperature Affect

Relative humidity largely depends on temperature. Although temperature compensation technology is used to ensure accurate measurement of RH, it is still strongly advised to keep the humidity and temperature sensors working under the same temperature. DHT11 should be mounted at the place as far as possible from parts that may generate heat.

(5) Light Affect

Long time exposure to strong sunlight and ultraviolet may debase DHT's performance.

(6) Connection wires

The quality of connection wires will affect the quality and distance of communication and high quality shielding-wire is recommended.

(7) Other attentions

- * Welding temperature should be bellow 260Celsius and contact should take less than 10 seconds.
- * Avoid using the sensor under dew condition.
- * Do not use this product in safety or emergency stop devices or any other occasion that failure of DHT11 may cause personal injury.
- * Storage: Keep the sensor at temperature 10-40°C, humidity <60%RH.

Declaim:

This datasheet is a translated version of the manufacturer's datasheet. Although the due care has been taken during the translation, D-Robotics is not responsible for the accuracy of the information contained in this document. Copyright © D-Robotics.

D-Robotics: www.droboticsonline.com

Email contact: d_robotics@hotmail.co.uk

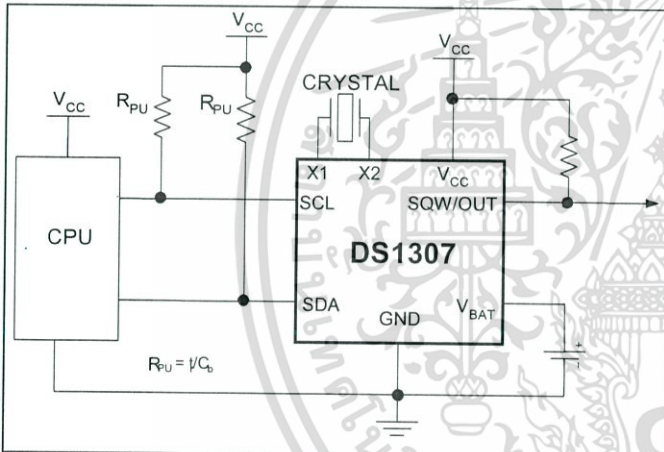
GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

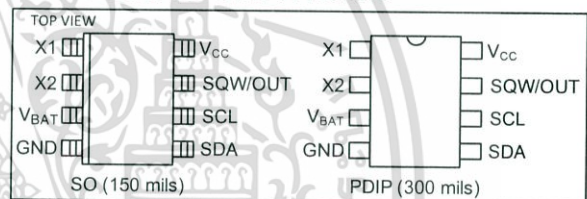
FEATURES

- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, General-Purpose RAM with Unlimited Writes
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin Plastic DIP or SO
- Underwriters Laboratories (UL) Recognized

TYPICAL OPERATING CIRCUIT



PIN CONFIGURATIONS



ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

+Denotes a lead-free/RoHS-compliant package.

*A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free package. An "N" anywhere on the top mark indicates an industrial temperature range device.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)	
Commercial	0°C to +70°C
Industrial	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range	-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads)	+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount)	Refer to the JPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

($T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V_{IH}		2.2		$V_{CC} + 0.3$	V
Logic 0 Input	V_{IL}		-0.3		+0.8	V
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = 4.5\text{V}$ to 5.5V ; $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I_{LI}		-1		1	μA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I_{LO}		-1		1	μA
Logic 0 Output ($I_{OL} = 5\text{mA}$)	V_{OL}				0.4	V
Active Supply Current ($f_{SCL} = 100\text{kHz}$)	I_{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I_{CCS}	(Note 3)			200	μA
V_{BAT} Leakage Current	I_{BATLKG}			5	50	nA
Power-Fail Voltage ($V_{BAT} = 3.0\text{V}$)	V_{PF}		$1.216 \times V_{BAT}$	$1.25 \times V_{BAT}$	$1.284 \times V_{BAT}$	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC} = 0\text{V}$, $V_{BAT} = 3.0\text{V}$; $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+70^\circ\text{C}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}			300	500	nA
V_{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I_{BAT2}			480	800	nA
V_{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I_{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}		0		100	kHz
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t _{BUF}		4.7			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD:STA}	(Note 4)	4.0			μs
LOW Period of SCL Clock	t _{LOW}		4.7			μs
HIGH Period of SCL Clock	t _{HIGH}		4.0			μs
Setup Time for a Repeated START Condition	t _{SU:STA}		4.7			μs
Data Hold Time	t _{HD:DAT}		0			μs
Data Setup Time	t _{SU:DAT}	(Notes 5, 6)	250			ns
Rise Time of Both SDA and SCL Signals	t _R				1000	ns
Fall Time of Both SDA and SCL Signals	t _F				300	ns
Setup Time for STOP Condition	t _{SU:STO}		4.7			μs

CAPACITANCE(T_A = +25°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Pin Capacitance (SDA, SCL)	C _{I/O}				10	pF
Capacitance Load for Each Bus Line	C _B	(Note 7)			400	pF

Note 1: All voltages are referenced to ground.**Note 2:** Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.**Note 3:** I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.**Note 4:** After this period, the first clock pulse is generated.**Note 5:** A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the V_{IH(MIN)} of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.**Note 6:** The maximum t_{HD:DAT} only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.**Note 7:** C_B—total capacitance of one bus line in pF.

TIMING DIAGRAM

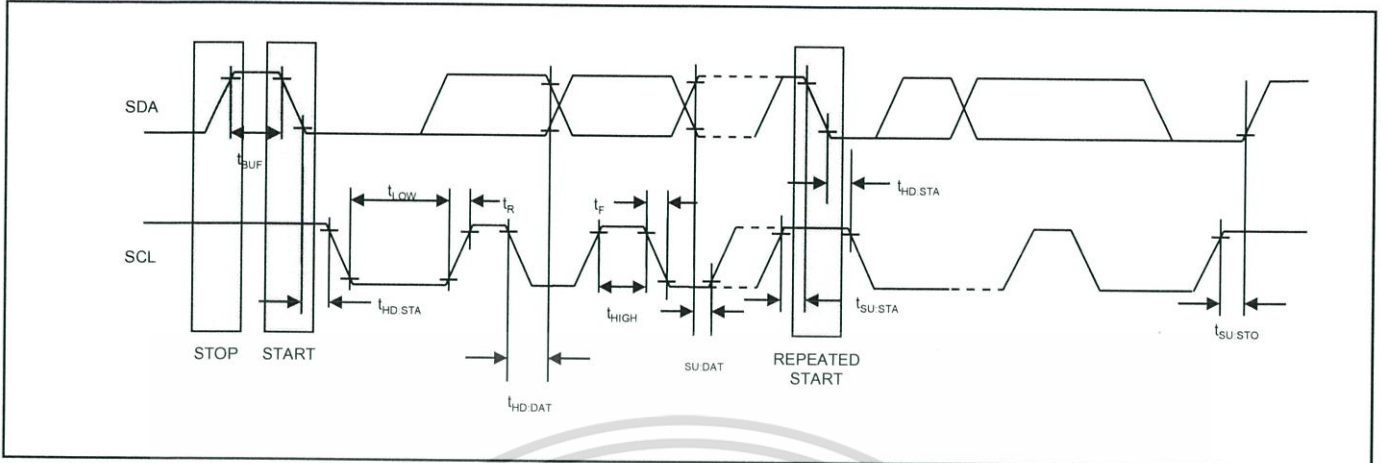
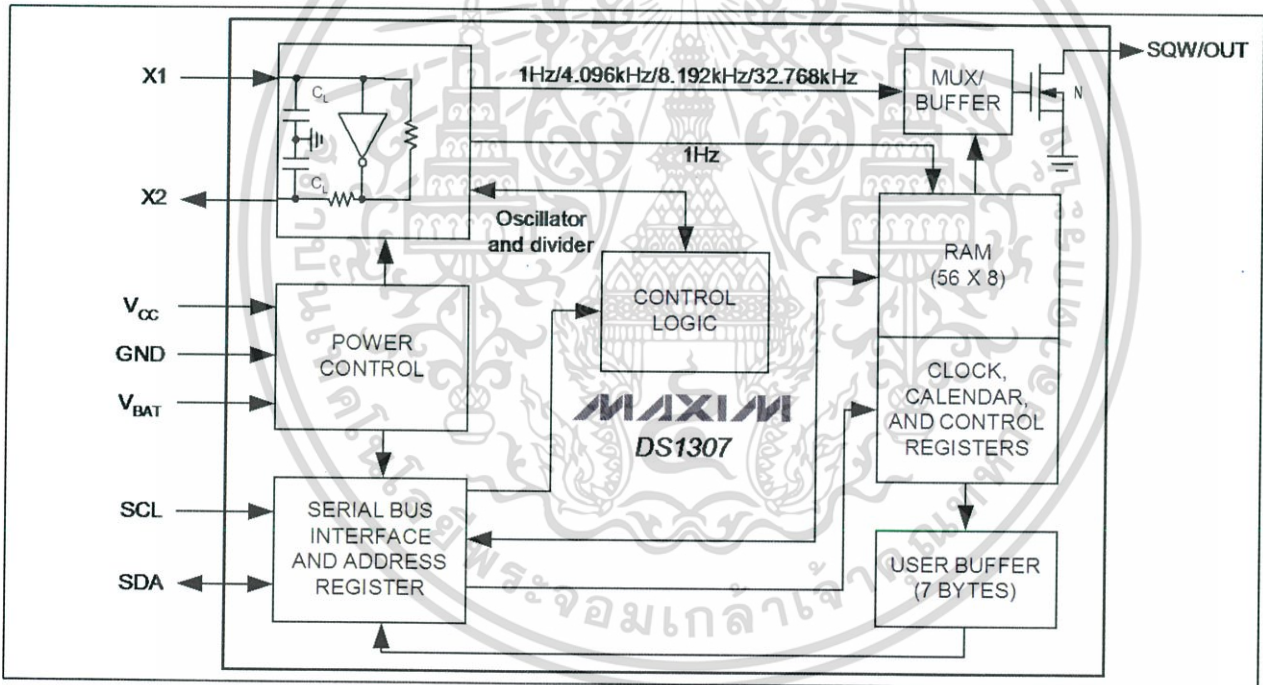
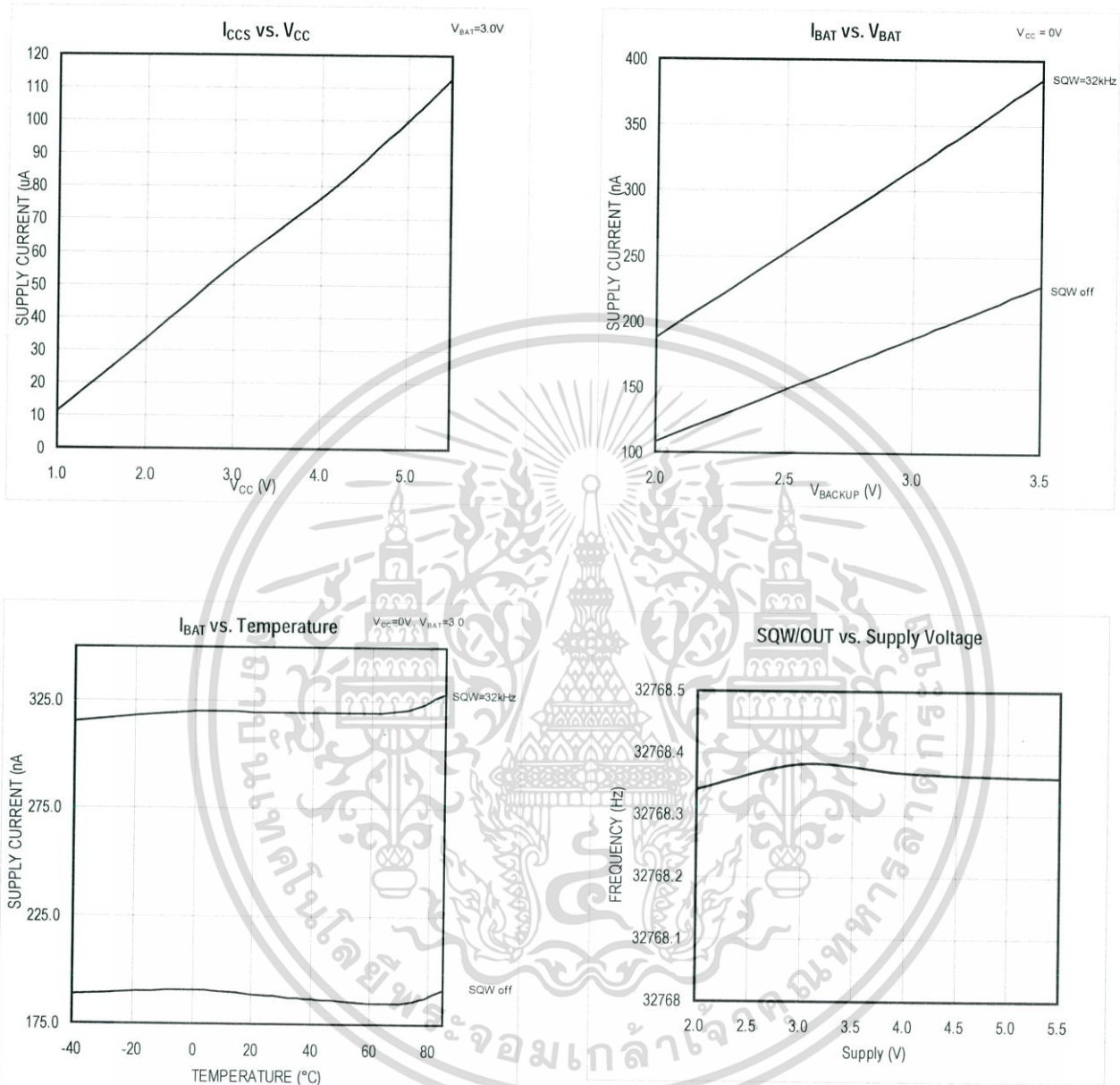


Figure 1. Block Diagram



TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5.0V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



PIN DESCRIPTION

PIN	NAME	FUNCTION
1	X1	Connections for Standard 32.768kHz Quartz Crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (C_L) of 12.5pF. X1 is the input to the oscillator and can optionally be connected to an external 32.768kHz oscillator. The output of the internal oscillator, X2, is floated if an external oscillator is connected to X1.
2	X2	Note: For more information on crystal selection and crystal layout considerations, refer to <i>Application Note 58: Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks</i> .
3	V _{BAT}	Backup Supply Input for Any Standard 3V Lithium Cell or Other Energy Source. Battery voltage must be held between the minimum and maximum limits for proper operation. Diodes in series between the battery and the V _{BAT} pin may prevent proper operation. If a backup supply is not required, V _{BAT} must be grounded. The nominal power-fail trip point (V _{PF}) voltage at which access to the RTC and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V _{BAT} nominal. A lithium battery with 48mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power at +25°C. UL recognized to ensure against reverse charging current when used with a lithium battery. Go to: www.maxim-ic.com/qa/info/ul/ .
4	GND	Ground
5	SDA	Serial Data Input/Output. SDA is the data input/output for the I ² C serial interface. The SDA pin is open drain and requires an external pullup resistor. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} .
6	SCL	Serial Clock Input. SCL is the clock input for the I ² C interface and is used to synchronize data movement on the serial interface. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} .
7	SQW/OUT	Square Wave/Output Driver. When enabled, the SQWE bit set to 1, the SQW/OUT pin outputs one of four square-wave frequencies (1Hz, 4kHz, 8kHz, 32kHz). The SQW/OUT pin is open drain and requires an external pullup resistor. SQW/OUT operates with either V _{CC} or V _{BAT} applied. The pullup voltage can be up to 5.5V regardless of the voltage on V _{CC} . If not used, this pin can be left floating.
8	V _{CC}	Primary Power Supply. When voltage is applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a backup supply is connected to the device and V _{CC} is below V _{TP} , read and writes are inhibited. However, the timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage.

DETAILED DESCRIPTION

The DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The DS1307 operates as a slave device on the I²C bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of-tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} + 0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

OSCILLATOR CIRCUIT

The DS1307 uses an external 32.768kHz crystal. The oscillator circuit does not require any external resistors or capacitors to operate. Table 1 specifies several crystal parameters for the external crystal. Figure 1 shows a functional schematic of the oscillator circuit. If using a crystal with the specified characteristics, the startup time is usually less than one second.

CLOCK ACCURACY

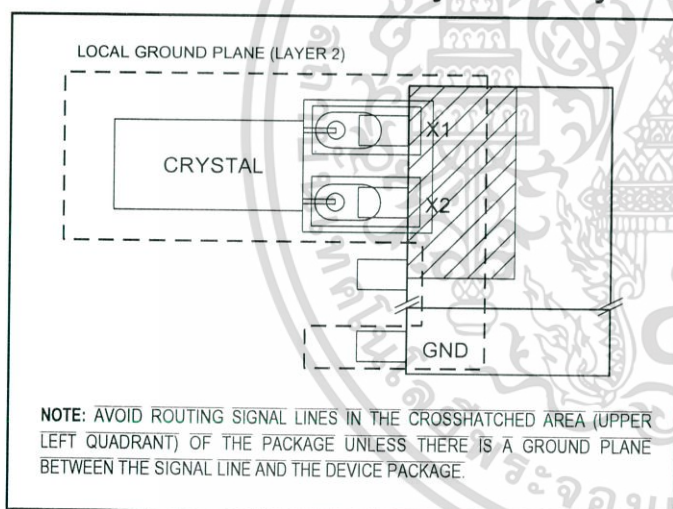
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts. External circuit noise coupled into the oscillator circuit may result in the clock running fast. Refer to Application Note 58: *Crystal Considerations with Dallas Real-Time Clocks* for detailed information.

Table 1. Crystal Specifications*

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Nominal Frequency	f_o		32.768		kHz
Series Resistance	ESR			45	k Ω
Load Capacitance	C_L		12.5		pF

*The crystal, traces, and crystal input pins should be isolated from RF generating signals. Refer to Application Note 58: *Crystal Considerations for Dallas Real-Time Clocks* for additional specifications.

Figure 2. Recommended Layout for Crystal



RTC AND RAM ADDRESS MAP

Table 2 shows the address map for the DS1307 RTC and RAM registers. The RTC registers are located in address locations 00h to 07h. The RAM registers are located in address locations 08h to 3Fh. During a multibyte access, when the address pointer reaches 3Fh, the end of RAM space, it wraps around to location 00h, the beginning of the clock space.

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. Table 2 shows the RTC registers. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. The day-of-week register increments at midnight. Values that correspond to the day of week are user-defined but must be sequential (i.e., if 1 equals Sunday, then 2 equals Monday, and so on.) Illogical time and date entries result in undefined operation. Bit 7 of Register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to 1, the oscillator is disabled. When cleared to 0, the oscillator is enabled. On first application of power to the device the time and date registers are typically reset to 01/01/00 01 00:00:00 (MM/DD/YY DOW HH:MM:SS). The CH bit in the seconds register will be set to a 1. The clock can be halted whenever the timekeeping functions are not required, which minimizes current (I_{BATDR}).

The DS1307 can be run in either 12-hour or 24-hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12-hour or 24-hour mode-select bit. When high, the 12-hour mode is selected. In the 12-hour mode, bit 5 is the AM/PM bit with logic high being PM. In the 24-hour mode, bit 5 is the second 10-hour bit (20 to 23 hours). The hours value must be re-entered whenever the 12/24-hour mode bit is changed.

When reading or writing the time and date registers, secondary (user) buffers are used to prevent errors when the internal registers update. When reading the time and date registers, the user buffers are synchronized to the internal registers on any I²C START. The time information is read from these secondary registers while the clock continues to run. This eliminates the need to re-read the registers in case the internal registers update during a read. The divider chain is reset whenever the seconds register is written. Write transfers occur on the I²C acknowledge from the DS1307. Once the divider chain is reset, to avoid rollover issues, the remaining time and date registers must be written within one second.

Table 2. Timekeeper Registers

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
00h	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00–59
01h	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00–59
02h	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours			Hours	1–12 +AM/PM 00–23	
		24	PM/ AM							
03h	0	0	0	0	0	DAY		Day	01–07	
04h	0	0	10 Date		Date			Date	01–31	
05h	0	0	0	10 Month	Month			Month	01–12	
06h	10 Year			Year				Year	00–99	
07h	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08h–3Fh									RAM 56 x 8	00h–FFh

0 = Always reads back as 0.

CONTROL REGISTER

The DS1307 control register is used to control the operation of the SQW/OUT pin.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0

Bit 7: Output Control (OUT). This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square-wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0. On initial application of power to the device, this bit is typically set to a 0.

Bit 4: Square-Wave Enable (SQWE). This bit, when set to logic 1, enables the oscillator output. The frequency of the square-wave output depends upon the value of the RS0 and RS1 bits. With the square-wave output set to 1Hz, the clock registers update on the falling edge of the square wave. On initial application of power to the device, this bit is typically set to a 0.

Bits 1 and 0: Rate Select (RS[1:0]). These bits control the frequency of the square-wave output when the square-wave output has been enabled. The following table lists the square-wave frequencies that can be selected with the RS bits. On initial application of power to the device, these bits are typically set to a 1.

RS1	RS0	SQW/OUT OUTPUT	SQWE	OUT
0	0	1Hz	1	X
0	1	4.096kHz	1	X
1	0	8.192kHz	1	X
1	1	32.768kHz	1	X
X	X	0	0	0
X	X	1	0	1

I²C DATA BUS

The DS1307 supports the I²C protocol. A device that sends data onto the bus is defined as a transmitter and a device receiving data as a receiver. The device that controls the message is called a master. The devices that are controlled by the master are referred to as slaves. The bus must be controlled by a master device that generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the I²C bus.

Figures 3, 4, and 5 detail how data is transferred on the I²C bus.

- Data transfer can be initiated only when the bus is not busy.
- During data transfer, the data line must remain stable whenever the clock line is HIGH. Changes in the data line while the clock line is high will be interpreted as control signals.

Accordingly, the following bus conditions have been defined:

Bus not busy: Both data and clock lines remain HIGH.

START data transfer: A change in the state of the data line, from HIGH to LOW, while the clock is HIGH, defines a START condition.

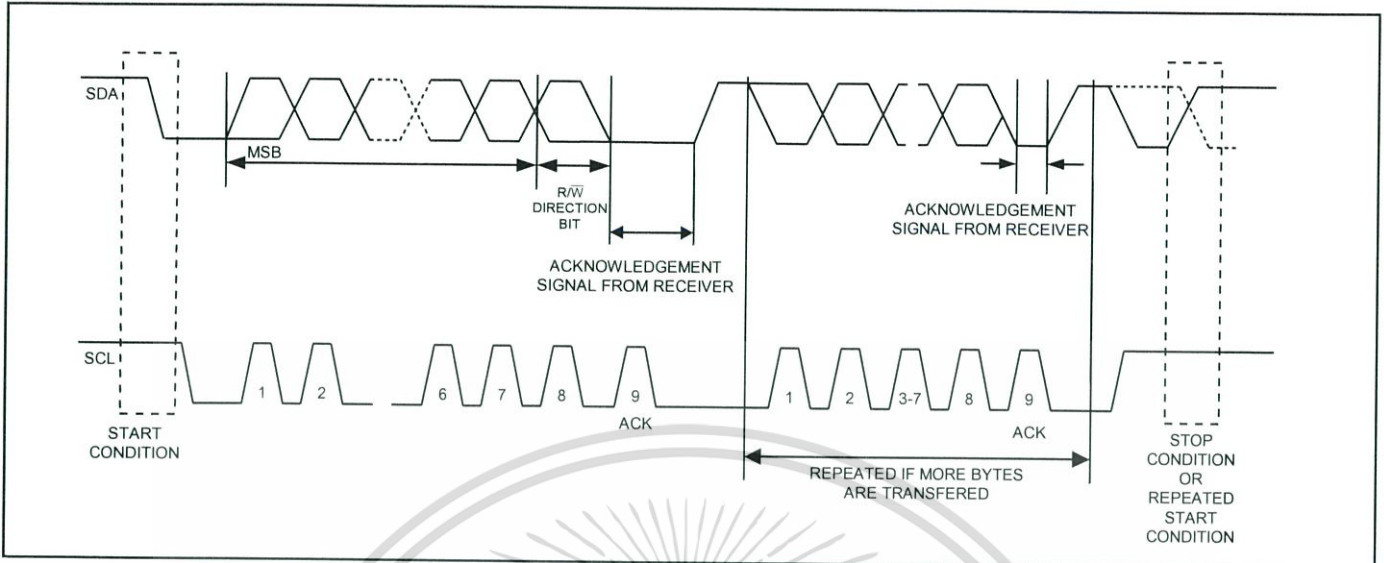
STOP data transfer: A change in the state of the data line, from LOW to HIGH, while the clock line is HIGH, defines the STOP condition.

Data valid: The state of the data line represents valid data when, after a START condition, the data line is stable for the duration of the HIGH period of the clock signal. The data on the line must be changed during the LOW period of the clock signal. There is one clock pulse per bit of data.

Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth bit. Within the I²C bus specifications a standard mode (100kHz clock rate) and a fast mode (400kHz clock rate) are defined. The DS1307 operates in the standard mode (100kHz) only.

Acknowledge: Each receiving device, when addressed, is obliged to generate an acknowledge after the reception of each byte. The master device must generate an extra clock pulse which is associated with this acknowledge bit.

A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable LOW during the HIGH period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. A master must signal an end of data to the slave by not generating an acknowledge bit on the last byte that has been clocked out of the slave. In this case, the slave must leave the data line HIGH to enable the master to generate the STOP condition.

Figure 3. Data Transfer on I²C Serial Bus

Depending upon the state of the R/w bit, two types of data transfer are possible:

1. **Data transfer from a master transmitter to a slave receiver.** The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.
2. **Data transfer from a slave transmitter to a master receiver.** The first byte (the slave address) is transmitted by the master. The slave then returns an acknowledge bit. This is followed by the slave transmitting a number of data bytes. The master returns an acknowledge bit after all received bytes other than the last byte. At the end of the last received byte, a "not acknowledge" is returned.

The master device generates all the serial clock pulses and the START and STOP conditions. A transfer is ended with a STOP condition or with a repeated START condition. Since a repeated START condition is also the beginning of the next serial transfer, the bus will not be released. Data is transferred with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 can operate in the following two modes:

1. **Slave Receiver Mode (Write Mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Hardware performs address recognition after reception of the slave address and direction bit (see Figure 4). The slave address byte is the first byte received after the master generates the START condition. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/w), which for a write is 0. After receiving and decoding the slave address byte, the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a word address to the DS1307. This sets the register pointer on the DS1307, with the DS1307 acknowledging the transfer. The master can then transmit zero or more bytes of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The register pointer automatically increments after each data byte are written. The master will generate a STOP condition to terminate the data write.
2. **Slave Transmitter Mode (Read Mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. The DS1307 transmits serial data on SDA while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (see Figure 5). The slave address byte is the first byte received after the START condition is generated by the master. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/w), which is 1 for a read. After receiving and decoding the slave address the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The register pointer automatically increments after each byte are read. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

Figure 4. Data Write—Slave Receiver Mode

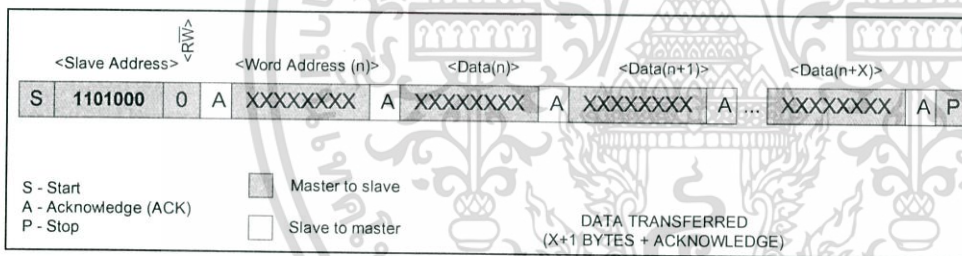


Figure 5. Data Read—Slave Transmitter Mode

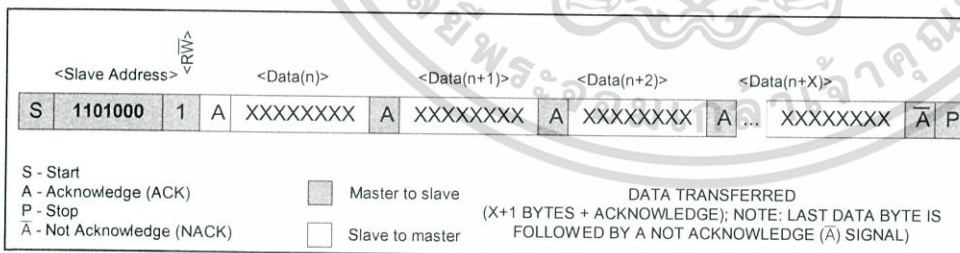
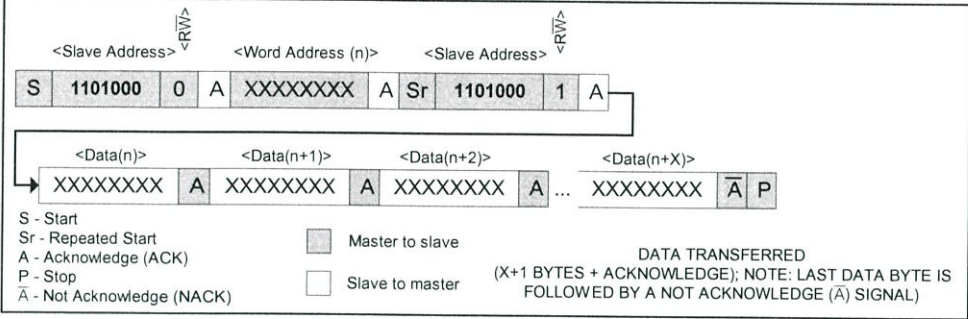


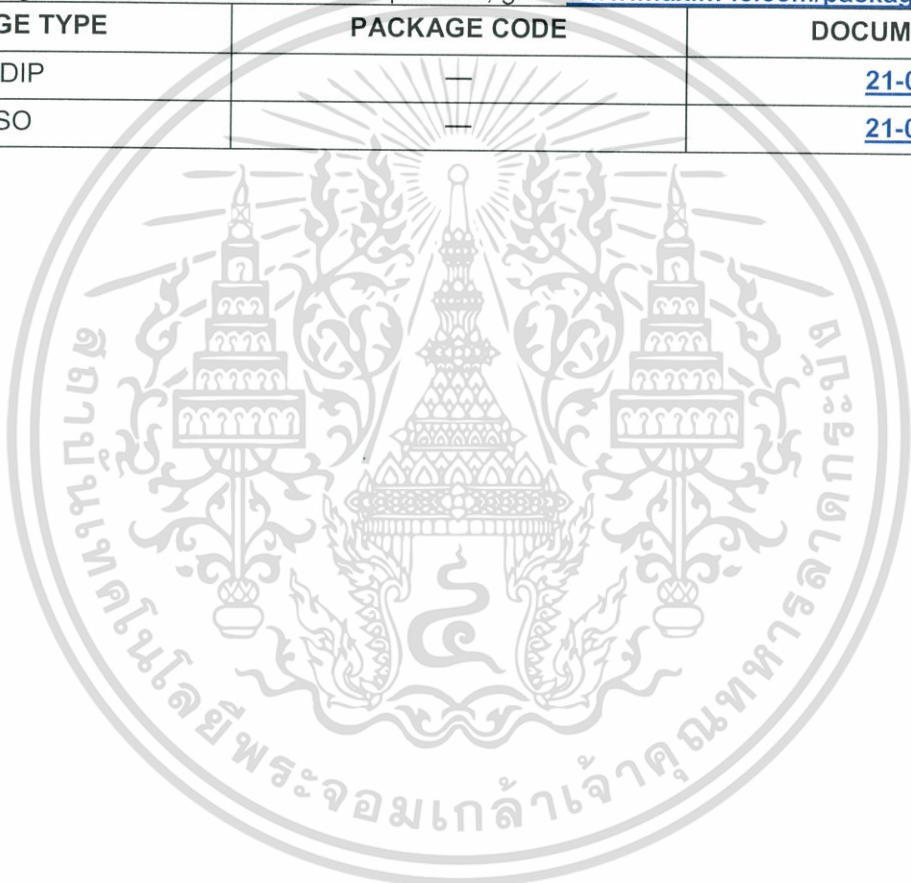
Figure 6. Data Read (Write Pointer, Then Read)—Slave Receive and Transmit



PACKAGE INFORMATION

For the latest package outline information and land patterns, go to www.maxim-ic.com/packages.

PACKAGE TYPE	PACKAGE CODE	DOCUMENT NO.
8 PDIP	—	21-0043
8 SO	—	21-0041



REVISION HISTORY

REVISION DATE	DESCRIPTION	PAGES CHANGED
100208	Moved the <i>Typical Operating Circuit</i> and <i>Pin Configurations</i> to first page.	1
	Removed the leaded part numbers from the <i>Ordering Information</i> table.	1
	Added an open-drain transistor to SQW/OUT in the block diagram (Figure 1).	4
	Added the pullup voltage range for SDA, SCL, and SQW/OUT to the <i>Pin Description</i> table and noted that SQW/OUT can be left open if not used.	6
	Added default time and date values on first application of power to the <i>Clock and Calendar</i> section and deleted the note that initial power-on state is not defined.	8
	Added default on initial application of power to bit info in the <i>Control Register</i> section.	9
	Updated the <i>Package Information</i> section to reflect new package outline drawing numbers.	13



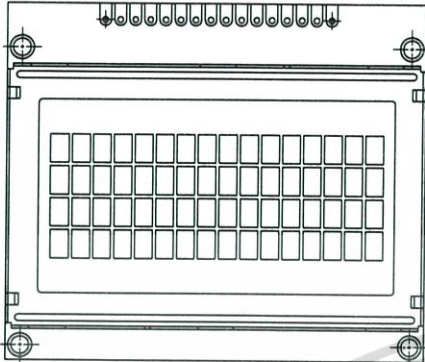
For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim Direct at 1-888-629-4642, or visit Maxim Integrated's website at www.maximintegrated.com.

Maxim Integrated cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim Integrated product. No circuit patent licenses are implied. Maxim Integrated reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time. The parametric values (min and max limits) shown in the Electrical Characteristics table are guaranteed. Other parametric values quoted in this data sheet are provided for guidance.

Maxim Integrated and the Maxim Integrated logo are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc. © 2008 Maxim Integrated Products, Inc. | 14

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16 x 4 Character LCD



FEATURES

- Type: Character
- Display format: 16 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- B/L to be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912


RoHS
COMPLIANT

MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	70.6 x 60.0	mm
Viewing Area	60.0 x 32.6	
Dot Size	0.55 x 0.55	
Dot Pitch	0.60 x 0.60	
Mounting Hole	65.6 x 50.0	
Character Size	2.95 x 4.75	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	V_{DD} to V_{SS}	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	V_I	- 0.3	-	V_{DD}	

Note

- $V_{SS} = 0\text{ V}$, $V_{DD} = 5.0\text{ V}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	V_{DD}	$V_{DD} = +5\text{ V}$	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = +3\text{ V}$	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	I_{DD}	$V_{DD} = +5\text{ V}$	-	1.65	-	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	V_{DD} to V_0	- 20 °C	5.0	5.1	5.7	V
		0 °C	4.6	4.8	5.2	
		25 °C	4.1	4.5	4.7	
		50 °C	3.9	4.2	4.5	
		70 °C	3.7	3.9	4.3	
EL Power Supply Current	I_{EL}	$V_{EL} = 110\text{ V}_{AC}$, 400 Hz	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
PROCESS COLOR						BACKLIGHT			
TN	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.



Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and/or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

Material Category Policy

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as RoHS-Compliant fulfill the definitions and restrictions defined under Directive 2011/65/EU of The European Parliament and of the Council of June 8, 2011 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (EEE) - recast, unless otherwise specified as non-compliant.

Please note that some Vishay documentation may still make reference to RoHS Directive 2002/95/EC. We confirm that all the products identified as being compliant to Directive 2002/95/EC conform to Directive 2011/65/EU.

Vishay Intertechnology, Inc. hereby certifies that all its products that are identified as Halogen-Free follow Halogen-Free requirements as per JEDEC JS709A standards. Please note that some Vishay documentation may still make reference to the IEC 61249-2-21 definition. We confirm that all the products identified as being compliant to IEC 61249-2-21 conform to JEDEC JS709A standards.