ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller

ชื่อนักศึกษา

1. นายปกรณ์	เกียรติสุข	รหัสประจำตัว	44035406
2. นายศิริชัย	สุขในธรรม	รหัสประจำตัว	44035418
3. นายสมภพ	สุขกระวัน	รหัสประจำตัว	44035421
4. นายสราวุธ	ฉลาด	รหัสประจำตัว	44035423

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์โกศล ตราชู

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์วรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....
2. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	.....
3. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
4. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....
5. อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 เวลา 13.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2545

<BT4503062>

เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืช แบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

HYDROPONICS AUTOMATIC NUTRIENT SOLUTION CONTROLLER

นายปกรณ์ เกียรติสุข
นายศิริชัย สุขในธรรม
นายสมภพ สุขกระวัน
นายสราวุธ ฉลาด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48316
วัน, เดือน, ปี 10 ต.ค. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ
Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาหลักการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือวิธีการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ได้

2) เพื่อออกแบบเครื่องควบคุมที่ใช้ในการควบคุมการปลูกพืชโดยแบบไฮโดรโปนิกส์

3) เพื่อสร้างเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

4) เพื่อทดลองเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

5) เพื่อนำเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ไปใช้แก้ปัญหาของเกษตรกร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

2) ได้ต้นแบบเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

3) ได้ผลการทดลองของเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

4) ได้ผลการทดลองของเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

5) ได้นำเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติไปในการปลูกพืชแบบงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ
นักศึกษา	นายปกรณ์ เกียรติสุข
	นายศิริชัย สุขในธรรม
	นายสมภพ สุขกระวัน
	นายสราวุธ ฉลาด
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์โกศล ตราชู
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์วรวิทย์ สมหา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งโครงงานชิ้นนี้จัดทำขึ้นเพื่อแก้ปัญหาให้กับเกษตรกรที่ทำการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ แต่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหารพืช การควบคุมความเป็นกรดด่าง และไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการดูแลพืชที่ปลูก

โครงงานนี้ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำการวัดค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร และนำค่าที่วัดได้ไปทำการควบคุมค่าความเป็นกรดด่างและค่าความเข้มข้นของสารลายธาตุอาหารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการปลูกพืชแต่ละชนิด หลังจากทำการทดสอบโดยการเปรียบเทียบกับการเติมสารละลายธาตุอาหารของเกษตรกร ซึ่งผลที่ได้คือ โครงงานนี้สามารถทำให้พืชเจริญเติบโตเร็วกว่าการเติมสารละลายธาตุอาหารของเกษตรกร ช่วยประหยัดเวลาและสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ให้กับเกษตรกรด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller
Students	Mr.Pakorn Keadtisuk
	Mr.Sirichai Suknaitum
	Mr.Sompop Sukkrawan
	Mr.Sarawut Chalard
Advisor	Mr.Koson Thachu
Co-Advisor	Mr.Worawit Somha
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	2002

ABSTRACT

This thesis presents a designing and implementation of Hydroponics Automatics Nutrient Solution Controller. This project created for solve problem of gardener who growth plant by Hydroponics method but don't have knowledge about nutrient solution , pH control and don't have enough time for attend the plant.

This project consist of circuit that used electric and electric and electronic principle for measure pH , concentration of nutrient solution then take the result to control pH and concentration of nutrient solution to appropiate for growth plant. After that testing by comparisan with addition nutrient solution by gardener. The result is this project can make the plant growth faster than addition nutrient solution by gardenner , helps gardener to save time and nutrient solution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณท่านอาจารย์โกศล ตราชู สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สำหรับคำแนะนำ แนวความคิด รวมทั้งยังให้คำแนะนำความรู้ต่าง ๆ และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมและครุศาสตร์เกษตรทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สำนักหอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา และมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 หลักการปลูกพืชไม่ใช้ดิน	3
2.1.1 เทคนิคการปลูกพืชในสารละลาย	3
2.1.2 เทคนิคการปลูกพืชในวัสดุปลูก	5
2.1.3 ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์	7
2.1.4 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช	8
2.1.5 หลักการทั่วไปของคอนดักติวิตี้	12
2.1.6 เซลล์ (Cell)	19
2.1.7 การวัดค่า pH ของสารละลาย	19
2.1.8 สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์	21
2.1.9 พีเอชเซ็นเซอร์	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	24
3.1 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล	25
3.2 ขั้นตอนการออกแบบวงจร	26
3.2.1 วงจรภาควัดค่า pH	26
3.2.2 วงจรภาควัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย	31
3.2.3 วงจรภาคขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์	39
3.2.4 วงจรภาคแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	41
3.2.5 วงจรภาควัดค่าอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช	42
3.2.6 วงจรภาคแสดงวันและเวลาการทำงาน	43
3.2.7 วงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	44
3.2.8 วงจรภาคคีย์สวิตซ์	45
3.2.9 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ	46
3.3 การออกแบบโปรแกรม	46
3.4 การออกแบบโครงสร้างส่วนเพาะปลูก	46
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	55
4.1 ผลการทดลองของวงจรภาควัดค่า pH	55
4.2 ผลการทดลองของวงจรภาคแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล	57
4.3 ผลการทดลองของวงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	61
4.4 การทำงานของเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารพืช	62
4.4.1 โหมดการทำงาน การทำงาน	63
4.4.2 วิธีการใช้งาน Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller	64
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางการแก้ไขและพัฒนา	69
5.1 บทสรุป	69
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา	70
5.3 แนวทางการพัฒนา	70
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	75
ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงาน	86
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	137
ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	142
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	178
บรรณานุกรม	185
ประวัติผู้แต่ง	186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำมาตรฐาน สำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	10
ตารางที่ 2.2 ปริมาณของกรดไนตริกที่ต้องเติมลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช	11
ตารางที่ 2.3 ค่าเอาท์พุตที่อิเล็กโทรดวัดค่าพีเอชต่อค่าพีเอชที่อุณหภูมิต่างๆ	22
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าแรงดันอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ค่า pH ต่าง ๆ	59
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าแรงดันอินพุตกับค่าดิจิตอลเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ค่า CF ต่าง ๆ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 การปลูกด้วยเทคนิค Liquid Culture	4
รูปที่ 2.2 การปลูกด้วยเทคนิค Aeroponics	4
รูปที่ 2.3 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Nutrient Film Technique	6
รูปที่ 2.4 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Substrate Culture แบบ Bag Culture	6
รูปที่ 2.5 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Substrate Culture แบบ Bed Culture	7
รูปที่ 2.6 ผลของการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น	16
รูปที่ 3.1 โฟล์วชาร์ตแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	24
รูปที่ 3.2 วงจร Non-Inverting Amplifier	27
รูปที่ 3.3 วงจร Second-order Low Pass Filter	28
รูปที่ 3.4 วงจร Inverting Amplifier	29
รูปที่ 3.5 วงจร Inverting Summing Amplifier	29
รูปที่ 3.6 วงจรภาควัดค่า pH	30
รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลซ์	32
รูปที่ 3.8 วงจร Inverting Amplifier	33
รูปที่ 3.9 วงจร Current to Voltage Converter	34
รูปที่ 3.10 วงจร Full Wave Rectifier	35
รูปที่ 3.11 วงจร Second-order Low Pass Filter	35
รูปที่ 3.12 วงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ	36
รูปที่ 3.13 วงจรภาควัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย	38
รูปที่ 3.14 วงจรขับโซลินอล์ยวาล์วและรีเลย์	39
รูปที่ 3.15 วงจร Analog to Digital Converter	41
รูปที่ 3.16 วงจรภาควัดค่าอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช	42
รูปที่ 3.17 วงจรภาคแสดงวันและเวลาทำงาน	43
รูปที่ 3.18 วงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	44
รูปที่ 3.19 วงจรภาคคีย์สวิตซ์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.20 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ	47
รูปที่ 3.21 ผังการทำงานของโปรแกรม	48
รูปที่ 3.22 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยของ Set Time	50
รูปที่ 3.23 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยของ Auto CF	51
รูปที่ 3.24 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยของ Auto pH	52
รูปที่ 3.25 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยของ Calibrate	53
รูปที่ 3.26 ผังการทำงานของโปรแกรมย่อยของการส่งถ่ายข้อมูล	54
รูปที่ 4.1 วงจรวัดค่าความเป็นกรด – เบสของสากล	56
รูปที่ 4.2 วงจร Analog to Digital Converter	57
รูปที่ 4.3 วงจรภาคการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม	62
รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลการทดลองภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม	62
รูปที่ 4.5 ปุ่มที่ใช้ควบคุมการทำงาน	63
รูปที่ 4.6 LCD แสดงผลการเปิดเครื่องในครั้งแรก	64
รูปที่ 4.7 LCD แสดงข้อความให้เลือก Function การทำงาน	64
รูปที่ 4.8 LCD แสดงข้อความให้ Calibrate ตัวเครื่อง	65
รูปที่ 4.9 LCD แสดงข้อความให้ตั้งเวลาในตัวเครื่อง	65
รูปที่ 4.10 LCD แสดงข้อความค่าที่ตั้งไว้ก่อนที่จะทำงาน	66
รูปที่ 4.11 LCD แสดงการกำหนดค่าได้โดยผู้ใช้	67
รูปที่ 4.12 LCD แสดงให้เลือกชนิดของพืชที่จะทำการปลูก	67
รูปที่ 4.13 LCD แสดงข้อมูลที่ได้ทำการตั้งค่าก่อนที่เครื่องจะทำงาน (RUN)	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ เป็นวิธีการปลูกพืชในสารละลายธาตุอาหาร จะมีผลมากกับเกษตรกรและประชาชนทั่วไป เพราะการเกิดปัญหาจากที่ทำกิน ในเรื่องของการขาดแคลนที่ดินทำกินที่กำลังลดน้อยลง ปัญหาของดินที่ไม่สามารถทำการเพาะปลูกพืชได้ ปัญหามีสารเคมีตกค้างในดินไม่สามารถทำการเกษตรได้ หรือหากทำได้ก็จะเกิดมีสารเคมีตกค้างในพืชผักและผลไม้ ซึ่งจะส่งผลไปยังผู้บริโภคได้

ปัจจุบันการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ จะมีผู้ดูแลที่มีความรู้คอยตรวจสอบและควบคุมสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมให้กับพืช ทำให้จะต้องใช้แรงงานและเสียเวลาในการตรวจสอบและควบคุม ถ้าผู้ควบคุมไม่มีความรู้หรือมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นจะมีผลทำให้พืชที่ได้รับธาตุอาหารที่ผิดพลาด พืชอาจไม่เจริญเติบโตหรือตายได้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานเครื่องควบคุมการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ มีขอบเขตของโครงงานดังนี้

1) สามารถปลูกพืชได้หลายชนิด

2) สามารถเลือกชนิดของพืชที่ไม่มีในโปรแกรมโดยการป้อนค่า pH และค่า CF ของสารละลายธาตุอาหาร

3) ใช้ไอซีคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52 เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงาน

4) สามารถเก็บข้อมูลของผลการปลูกพืชได้

5) สามารถเชื่อมต่อข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 1 บทนำเนื้อหาในส่วนของบทแรกนั้น จะเป็นการกล่าวถึง ที่มาที่ทำให้เกิดปริญญานิพนธ์เล่มนี้ขึ้นวัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการวิธีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลาย และค่าความเข้มข้นของสารละลาย (Conductivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลอง และผลการทดลอง ในการดำเนินงาน

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ปัญหา ที่เกิดในการจัดทำโครงงาน ตลอดจนแนวทางการพัฒนาโครงงานในอนาคต

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 หลักการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน หมายถึงวิธีการผลิตพืชโดยทำการปลูกในสารละลายธาตุอาหารพืช (Nutrient Solution) หรือในวัสดุปลูกที่เหมาะสม สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

2.1.1 เทคนิคการปลูกพืชในสารละลาย (Solution Culture หรือ Water Culture)

เป็นการปลูกพืชโดยปล่อยรากพืชเจริญเติบโตในสารละลายธาตุอาหารพืช โดยไม่มีวัสดุปลูกใดๆ รองรับรากพืช แบ่งออกได้หลายวิธีดังนี้

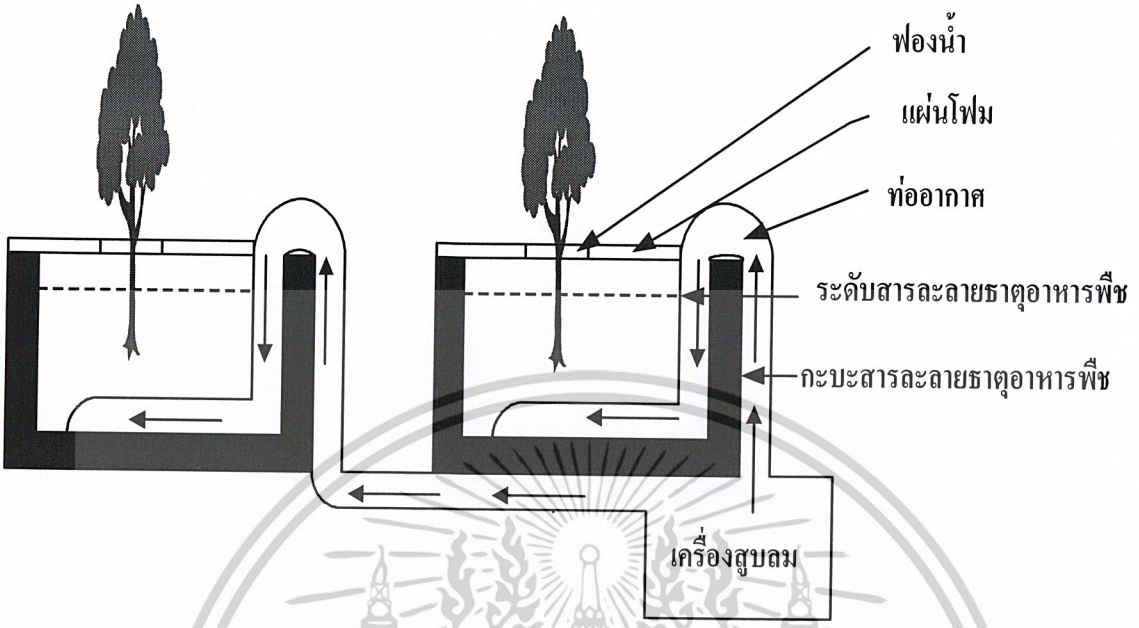
1) Liquid Culture

เป็นเทคนิคไฮโดรโปนิกส์ดั้งเดิม โดยการใช้เทคนิคนี้มีหลักการว่ารากพืชจะต้องแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช แต่ส่วนต่อระหว่างรากหรือโคน จะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่ไม่เป็นอันตรายต่อพืช (Inert Material) และยกไว้เหนือระดับน้ำมีทั้งแบบที่ใช้น้ำลึก (Deep Water Culture) ซึ่งมีระดับน้ำสูงประมาณ 8 ถึง 20 เซนติเมตร และแบบน้ำตื้น (Semi-Deep Water Culture) ซึ่งมีระดับน้ำสูงประมาณ 5 ถึง 10 เซนติเมตร มีการให้อากาศโดยการพ่นเป็นฟองที่แทรกอยู่ในสารละลายโดยใช้เครื่องสูบลม ซึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชจะหมุนเวียนอยู่ภายในภาชนะปลูก โดยการเคลื่อนไหวของฟองอากาศ (Non-Circulating System) อีกแบบหนึ่งสารละลายธาตุอาหารพืชมีการไหลหมุนเวียนออกไปนอกภาชนะปลูก ลงสู่ถังสารละลายธาตุอาหารพืชถูกสูบให้กลับสู่ภาชนะปลูกใหม่ (Circulating System) การที่สารละลายธาตุอาหารพืชไหลเวียนอย่างเหมาะสม จะช่วยเพิ่มอากาศหรือก๊าซออกซิเจนลงในสารละลายธาตุอาหารพืช รวมทั้งสะดวกต่อการปรับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช ให้เหมาะสมต่อพืชที่ปลูกอีกด้วยดังรูปที่ 2.1

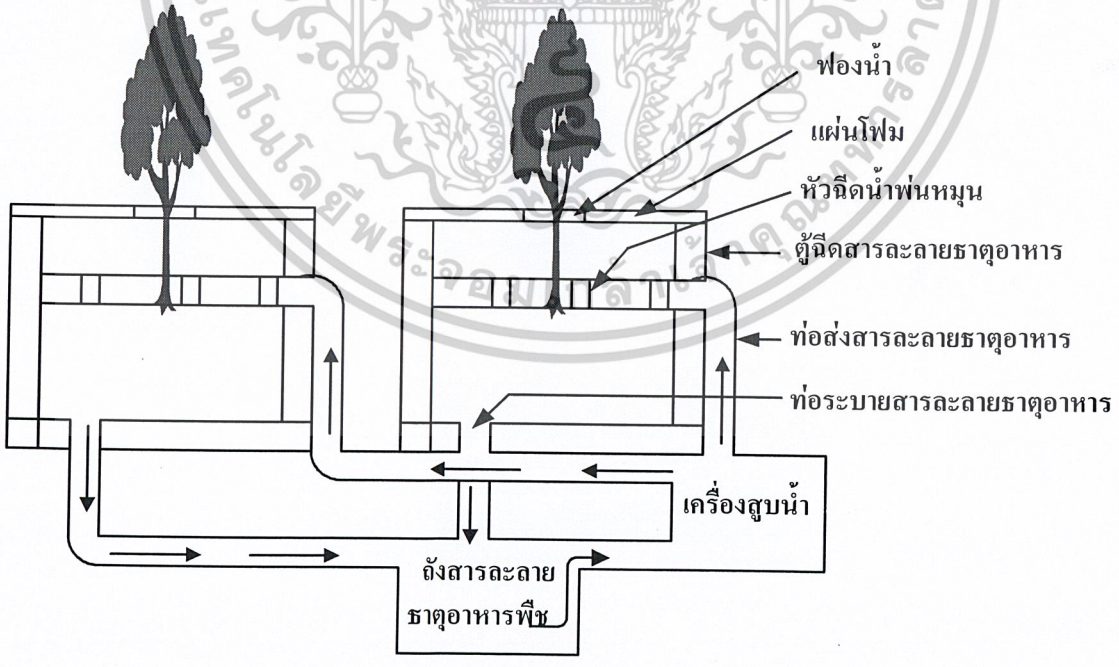
2) Aeroponics

เป็นการปลูกพืชโดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ในรูปของการพ่นเป็นหมอกหรือละอองไปยังรากพืชโดยมีการให้สารละลายธาตุอาหารพืช ที่ถูกแขวนอยู่ในอากาศในที่มืด ความบ่อยครั้งและความยาวนานของการฉีดแต่ละครั้ง อาจแตกต่างกันไปตามชนิดพืชและสภาพบรรยากาศที่ห่อหุ้มรากพืช เช่น อาจมีการฉีดสารละลายธาตุอาหารพืช 3 นาที และหยุด 1-2 นาที โดยการตั้งเวลา เพื่อให้ภายในห้องมืดคงความชุ่มชื้น 95 – 100% RH การปลูกพืชเทคนิคนี้มักใช้ศึกษาเกี่ยวกับสรีระวิทยาของพืช ข้อดีของระบบนี้คือรากแพร่กระจายได้ดี เพราะไม่มีสิ่งกีดขวางและได้รับอาหารเต็มที่ ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การปลูกด้วยเทคนิค Liquid Culture



รูปที่ 2.2 การปลูกด้วยเทคนิค Aeroponics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Nutrient Film Technique (NFT)

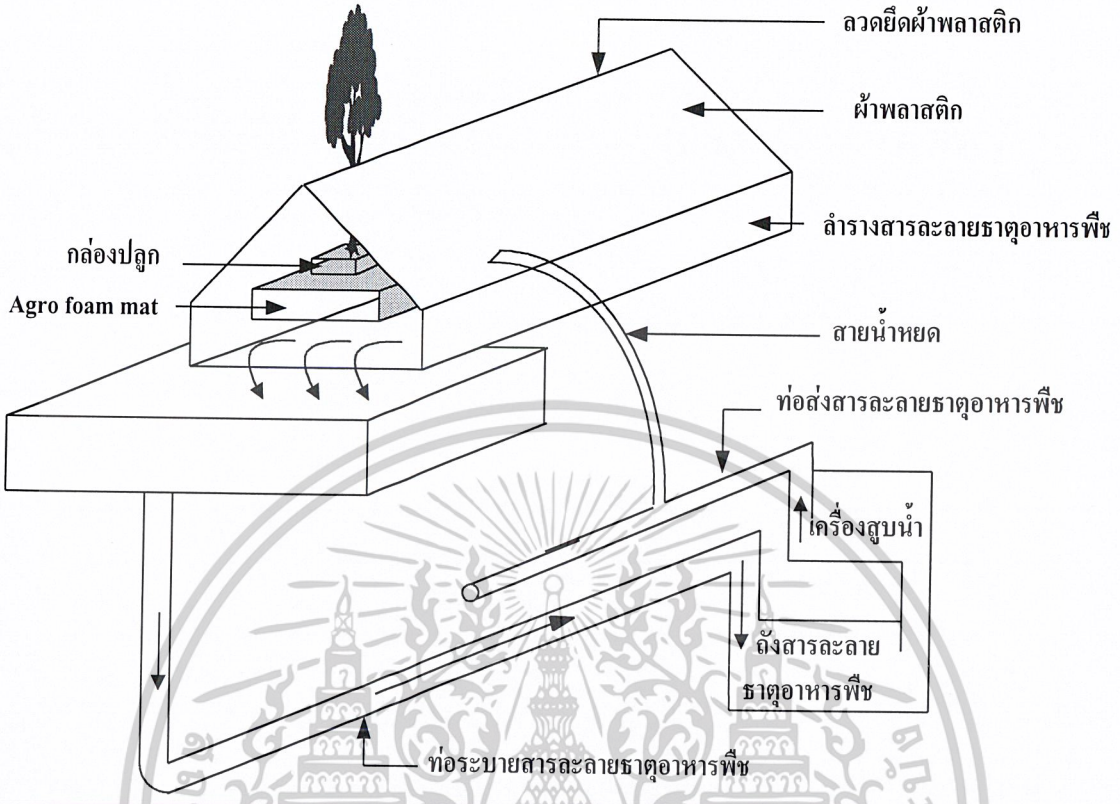
เป็นเทคนิคการปลูกพืชที่พัฒนาโดย Cooper บางทีเรียก Trough Culture, Trencdh Culturre, Gully Culture หรือ Channel Culture ซึ่งเป็น Water Culture อีกเทคนิคหนึ่งที่ได้รับความสนใจมาก มีหลักการว่ารากพืชจะแช่อยู่ในลำรางโลหะ ที่มีพลาสติกปูพื้นและใช้วัสดุห่อหุ้มต้น หรือปลูกในลำรางที่มี Polyurethane Foam รองรับพืชที่ปรับรากพืชที่ปรับความลาดเทไว้ ประมาณ 2 การใส่สารละลายธาตุอาหารพืชจะใช้เครื่องสูบน้ำดูดจากถังเก็บสารละลายธาตุอาหารพืชแล้วปล่อยให้ไหลเป็นแผ่นบาง ๆ ผ่านรากพืชด้วยอัตราความเร็ว 2 ลิตรต่อนาที รากจะได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ด้านปลายลำรางจะมีน้ำรองรับสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้แล้ว ไปรวมที่ถังเพื่อดูดกลับไปใช้ใหม่ การปลูกพืชเทคนิคนี้ต่อมาได้รับการพัฒนาให้มีวัสดุรองรับรากพืช เพื่อช่วยลดปัญหาการที่รากมีการเจริญเติบโตแล้วจับตัวเป็นแผ่นหนาแน่นทำให้เกิดการกีดขวางลำราง สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านไม่สะดวกเป็นผลให้เกิดการชะงักการเจริญเติบโตของพืช ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแท่งปลูก เช่น ร็อกวูล และมีการนำมาใช้ในการปลูกผักเป็นเชิงพาณิชย์ในหลายประเทศ (รูปที่ 2.3)

2.1.2 เทคนิคการปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate Culture หรือ Aggregate Cullture หรือ Aggregate Hydroponics)

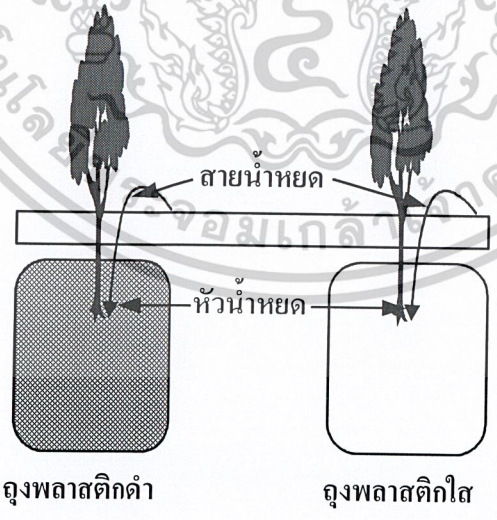
เป็นการใช้วัสดุปลูกต่าง ๆ ที่เป็นของแข็ง สำหรับให้รากยึดและค้ำจุนต้นพืช วัสดุปลูกที่ใช้ควรจะสะอาดปราศจากโรคและแมลง ไม่เป็นพิษภัยต่อการเจริญเติบโตของพืช (Sterile Material) และหาได้ง่ายในท้องถิ่นนั้น ในบ้านเราวัสดุที่หาง่าย เช่น ทราย กรวด ขี้เลื่อย แกลบ และขุยมะพร้าว เป็นต้น การใช้อาจนำเอาหลาย ๆ อย่างมาผสมกันตามอัตราส่วนที่เหมาะสม

การให้สารละลายธาตุอาหารพืชมีหลายวิธี เช่น ดูดซึม (Infiltration) แช่และระบาย (Soak and Drain หรือ Ebb and Flow) ระบบน้ำหยด (Drip Irrigation) เป็นต้น นอกจากนี้ยังนิยมใช้ปุ๋ยเม็ดด้วย เพราะสะดวกในการใช้ Resh กล่าวว่าการใช้ระบบน้ำหยดในการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารพืช ได้รับความนิยมมากสำหรับการปลูกพืชโดยใช้วัสดุปลูกประเภทขี้เลื่อยและทราย การปลูกพืชแบบ Substrate Culture อาจทำเป็นกระบะหรือแปลงปลูก (Bed Culture) หรือปลูกในถุง (Bag Culture) แบบต่าง ๆ เช่น ถุงพลาสติกดำหรือใสก็ได้ (รูปที่ 2.4) การปลูกพืชด้วยเทคนิคนี้สารละลายธาตุอาหารรดพืชที่เหลือจากการให้กับต้นพืชแล้วจะถูกระบายทิ้งไป แต่ถ้ามีการยกระดับกะบะวัสดุปลูกให้สูงพอสมควร ก็จะสามารถรองรับสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหลือทิ้งไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

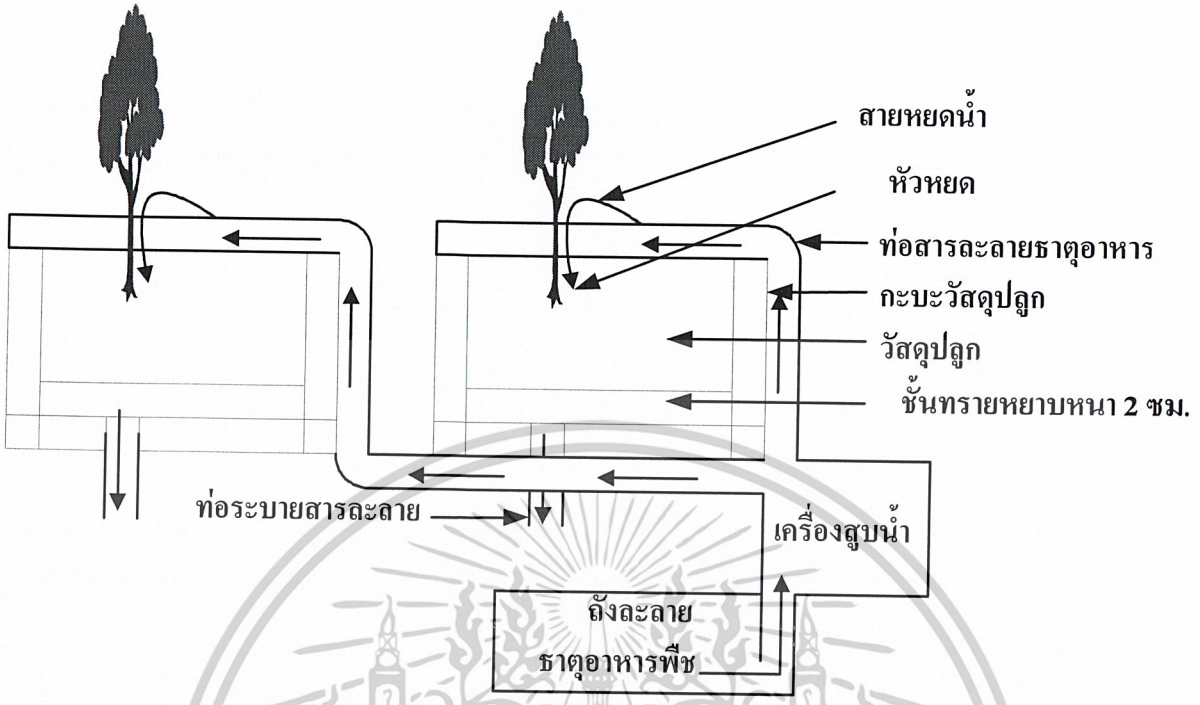


รูปที่ 2.3 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Nutrient Film Technique (NFT)



รูปที่ 2.4 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Substrate Culture แบบ Bag Culrure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การปลูกพืชด้วยเทคนิค Substrate Culture แบบ Bed Culrure

2.1.3 ปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์

1) ปัจจัยทางด้านพันธุกรรม

ยีน (Gene) เป็นตัวกำหนดลักษณะการเจริญเติบโตของพืชไม่ว่าจะเป็นส่วนของ ราก ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ ตลอดจนดอกและผลการสะสมมวลชีวภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของพืชเอง พันธุ์พืชที่จะใช้กับการปลูกด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์โดยเฉพาะยังไม่มีหรือมีน้อยมาก

2) ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

แสง ตามธรรมชาติพืชจะใช้แสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน เพื่อทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ที่ใบหรือส่วนที่มีสีเขียว โดยมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) เป็นตัวรับแสงเพื่อเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) เป็นกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) และก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชที่ปลูกในบ้านหรือในเรือนทดลอง อาจใช้แสงสว่างจากไฟฟ้าทดแทนแสงอาทิตย์ได้แต่ก็เป็นการสิ้นเปลืองและไม่สมบูรณ์เท่า

อากาศ พืชจำเป็นต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่มีอยู่ประมาณ 0.033 %ในบรรยากาศ ในการผลิตกลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์เริ่มต้นเหตุการณ์ที่พืชจะขาด CO_2 เป็นไปได้ยาก เนื่องจากมีแหล่ง CO_2 อย่างเหลือเฟือ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากโรงงานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รถยนต์ตลอดจนการผลิตไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนก๊าซออกซิเจน (O_2) พืชต้องการในกระบวนการหายใจ (Respiration) เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งถูกเก็บไว้ในรูปพลังงานเคมี ($C_6H_{12}O_6$) ให้เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนกระบวนการเมตาโบลิซึม (Metabolisms) ต่าง ๆ การหายใจของส่วนเหนือดินของพืชมักไม่มีปัญหา เพราะในบรรยากาศมี O_2 เป็นองค์ประกอบอยู่ถึง 20 % สำหรับรากพืชมักจะขาด O_2 โดยเฉพาะการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์เทคนิค Water Culture หรือ Liquid Culture จำเป็นต้องให้ O_2 ในจำนวนที่เพียงพอต่อความต้องการของพืช การให้ O_2 แก่รากพืชจะให้ในรูปของฟองอากาศที่แทรกอยู่ในสารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งให้โดยใช้เครื่องสูบลม หรือการใช้ระบบน้ำหมุนเวียน

น้ำ คุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง การปลูกพืชเพียงเล็กน้อยเพื่อการทดลองจะไม่มีปัญหาแต่การปลูกเป็นการค้าจะต้องพิจารณาเรื่องของน้ำก่อนอื่น หากใช้น้ำคุณภาพไม่ดีทั้งองค์ประกอบทางเคมีและความสะอาด จะก่อให้เกิดความล้มเหลว น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญโดยจะถูกนำไปใช้ 2 ทางคือ

ใช้เป็นองค์ประกอบของพืช พืชมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ 90 - 95% โดยน้ำหนักพืช ใช้น้ำเพื่อก่อให้เกิดกิจกรรมที่มีประโยชน์ และใช้เป็นตัวทำละลายธาตุอาหารพืช ให้อยู่ในรูปไอออนหรือสารละลายธาตุอาหารพืชโมเลกุลเล็ก เพื่อให้รากดูดกินเข้าไป ปกตินำประปาถือว่าใช้ได้ แต่สำหรับการทดลองมักใช้น้ำกลั่นหรือน้ำประปาที่ทิ้งให้คลอรีนหมดไป แหล่งของน้ำดีที่สุดสำหรับการปลูกพืชด้วยวิธี ไฮโดรโปนิกส์เป็นเชิงพาณิชย์ คือ น้ำฝนหรือน้ำจากคลองชลประทาน

วัสดุปลูก ความหมายของวัสดุปลูก หมายถึงวัตถุ (Material) ต่าง ๆ ที่เลือกสรรค์มา เพื่อใช้ปลูกพืชและทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตเป็นปกติ วัสดุดังกล่าวอาจชนิดเดียวกันหรือหลายชนิดผสมกัน ชนิดของวัสดุปลูกอาจเป็นอินทรีย์วัตถุหรืออนินทรีย์วัตถุก็ได้ โดยทั่วไปวัสดุปลูกจะมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตพืช 4 ประการ

1) ค้ำจุนส่วนของพืชที่อยู่เหนือวัสดุปลูกให้ตั้งตรงอยู่ได้

2) เก็บสำรองธาตุอาหารพืช

3) กักเก็บน้ำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืช

4) แลกเปลี่ยนอากาศระหว่างรากพืชกับบรรยากาศเหนือวัสดุปลูก

2.1.4 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช

1) คุณภาพน้ำ

ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช สิ่งแรกที่ต้องคำนึงคือคุณภาพน้ำที่ ใช้เตรียมซึ่งเป็นผู้บ่งบอกว่า การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจะประสบความสำเร็จหรือไม่ คุณภาพน้ำสำหรับการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชโดยไม่ใช้ดิน ควรอยู่ในขอบเขตมาตรฐานดังตารางที่ 2.1โดยไอออนต่าง ๆ ที่พบในน้ำมีบทบาทดังนี้

1.1)โซเดียมและคลอรีน ธาตุทั้งสองตัวนี้พืชสามารถดูดใช้ในปริมาณที่ไม่มากนักเมื่อเรานำน้ำที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) มาใช้ในระบบ Nutrient Film Technique (NFT) หรือในวัสดุปลูก จะมีการสะสมของเกลือดังกล่าว เนื่องจากพืชจะดูดใช้ในปริมาณที่น้อยซึ่งถ้ามีการสะสมเป็นปริมาณมากในวัสดุปลูกหรือในสารละลายจะเป็นพิษต่อพืช เราจำเป็นต้องใช้น้ำเปล่าชะเกลือที่สะสมออก หรือถ้าในระบบ NFT จะต้องมีการเปลี่ยนสารละลายธาตุอาหารพืชใหม่ทั้งหมดและการที่จะกำจัดเกลือทั้งสองชนิดนี้ออกจากน้ำ เป็นสิ่งที่ได้ยากและไม่คุ้มกับค่าใช้จ่าย ดังนั้นน้ำที่มีเกลือ NaCl เป็นองค์ประกอบอยู่สูง จึงไม่สามารถที่จะนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1.2) แคลเซียมและแมกนีเซียม ธาตุทั้งสองจัดเป็นธาตุอาหารพืช จึงไม่เป็นปัญหาเพียงแต่เมื่อเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชควรคำนึงถึงด้วย จะได้ไม่เกิดปัญหาของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีมากเกินพอ

1.3) กำมะถัน เป็นธาตุที่เหมือนกับโซเดียม (Na) และคลอไรด์ (Cl) คือพืชใช้ได้ในปริมาณจำกัด ดังนั้นถ้ามีปริมาณมากเกินไปในน้ำ ก็จะสะสมได้

1.4) ไบคาร์บอเนต จะทำให้ค่า pH ของน้ำและสารละลายธาตุอาหารพืชเพิ่มขึ้น ระดับ pH ของสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 5.5 – 6.0 ถ้าสูงเกินไปจะทำให้การละลายของไบคาร์บอเนตและฟอสเฟตลดลง โดยจะตกตะกอนกับแคลเซียมและแมกนีเซียม ซึ่งตะกอนนี้จะไปอุดตันหัวน้ำหยด ระบบท่อและเครื่องกรอง ทำให้ต้องล้างอยู่เสมอ นอกจากนี้จะตกตะกอนเป็นแผ่นบาง ๆ หุ้มอิเล็กโทรด (Electrodes) ของเครื่อง pH และ EC meter ถ้า pH สูงกว่า 6.0 เหล็กคีเลต (Iron chelate) เช่น Fe – EDTA, Fe – DTPA จะอยู่ในรูปที่ไม่สามารถดูดไปใช้ได้

การกำจัดหรือลดปริมาณไบคาร์บอเนตในน้ำทำได้โดยการเติมกรด ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ กรดไนตริก (HNO) บางครั้งอาจใช้กรดฟอสฟอริก (HPO) ได้ แต่ไม่นิยมเนื่องจากความสามารถในการเป็นกรดน้อยกว่าไนตริกหรืออาจใช้กรดซัลฟูริก (HSO) แต่ต้องระวังความเข้มข้นของอนุมูลซัลเฟต (SO) อาจมากเกินไปในสารละลายธาตุอาหารพืช

อย่างไรก็ตามไบคาร์บอเนตในสารละลายธาตุอาหารพืช ยังมีประโยชน์ในแง่เป็น pH – Buffer คือช่วยการยับยั้งการเปลี่ยน pH ของสารละลายธาตุไม่ให้เกิดเร็วเกินไป ดังนั้นในสารละลายควรมีไบคาร์บอเนตอยู่ประมาณ 50 มิลลิกรัมหรือ 0.8 มิลลิโมลต่อลิตร ซึ่งการสะเทือนฤทธิ์ของไบคาร์บอเนตที่มากเกินไปด้วยกรดไนตริกได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณภาพน้ำมาตรฐาน ที่ใช้สำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

Parameters	Maximum Values			
Elements	Molecular Weight	Millimole per Liter	Milligram per (ppm)	Milliquivalent Per lite
Sodium	23.0	0.5	11.5	0.5
Na^{+}	35.5	1.0	35.5	1.0
Chloride	40.1	2.0	80.2	4.0
Cl^{-}	24.3	0.5	12.2	1.0
Calcium	96.1	0.5	48.1	1.0
Ca^{-2}	61.0	4.0	244.0	4.0
Iron	55.9	0.5	28.0	1.0
Fe^{+2}	54.9	10.0	549.0	20.0
Manganese	63.5	1.0	63.5	2.0
Mn^{+2}	65.4	5.0	327.0	10.0
Copper	58.8	25.0	1470.0	75.0
Cu^{+2}	19.0	25.0	475.0	25.0
Electric Conductivity (millisiemens per cm at 25°C) มีค่าเท่ากับ 0.5				

1.5) เหล็ก ถ้ามีอยู่ในน้ำเป็นปริมาณมากจะเกิดการตกตะกอนอยู่ในรูปของ Ferr Hydroxide ($Fe(OH)_3$) ซึ่งพืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกจากนี้ที่ตะกอนที่เกิดขึ้นจะไปเคลือบ Electrode ของเครื่อง pH และ EC meter และจะไปอุดตันหัวน้ำหยด ความเข้มข้นของเหล็กที่เกิน 10 ไมโครโมลต่อลิตรโดยเฉพาะเมื่อในน้ำมีไบคาร์บอเนตมากกว่า 1 มิลลิโมลต่อลิตร จะเกิดการตกตะกอนของเหล็กเป็นคราบสีน้ำตาลแดง ตามชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือและรากพืช

1.6)จุลธาตุ (Micro Element) นอกจากที่กล่าวมาแล้วส่วนใหญ่จะเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการยกเว้นฟลูออไรด์ (Fluoride) ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช จะนำปริมาณธาตุที่มีอยู่แล้วหักออกจากที่จะต้องเติมเข้าไป ดังนั้นส่วนใหญ่จะไม่มีปัญหายกเว้นฟลูออไรด์ ถ้ามีมากเกินไปจะเป็นพิษต่อพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ปริมาณของกรดไนตริกที่ต้องเติมลงไปในสารละลายธาตุอาหารพืช 1,000 ลิตร ของสารละลายเข้มข้น 100 เท่า เพื่อทำลายฤทธิ์

ปริมาณของอนุมูลไบคาร์บอเนตในน้ำ		จำนวนที่ต้องการเอาออก	จำนวนกรดไนตริกเข้มข้น 60 % ที่ต้องใช้
มิลลิกรัมต่อลิตร	มิลลิโมห์ต่อลิตร	มิลลิกรัมต่อลิตร	ลิตรต่อ 1,000 ลิตร
50	0.8	-	-
125	2.1	75	10.54
250	4.1	200	28.11
375	6.2	325	45.67

2) การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชเข้มข้น (Stock solution)

ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช ถ้าเตรียมเป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นปกติหรือ Working Solution เลย อาจมีความผิดพลาดในการชั่งตวงสารเคมีได้ และยังต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องชั่งละเอียดที่มีราคาแพง จึงนิยมเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้นหรือ Stock Solution ก่อนเพื่อสะดวกและประหยัดเวลา ประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษาและเพิ่มประสิทธิภาพในการชั่งตวงสารเคมีที่ถูกต้อง การเตรียมสารละลายเข้มข้น (Stock Solution) นิยมทำเป็น 2 ชุด คือสารละลายเข้มข้นชุดที่ 1 มี N, P K, Mg, B, Zn, CU และ Mn และสารละลายเข้มข้นชุดที่ 2 มี Ca และ Fe 0

ก่อนการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชเข้มข้นที่ต้องคำนึงถึง

ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชที่ต้องการ

ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่ใช้เตรียม (ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ)

โดยทั่วไปน้ำจากแหล่งต่าง ๆ จะมีค่า pH สูงเนื่องจากผลของไบคาร์บอเนต (HCO_3) และบางครั้งจะมีคาร์บอเนต (CO_3^{-2}) รวมอยู่ด้วย ดังนั้นต้องเติมกรด เพื่อกำจัดไบคาร์บอเนตเหล่านี้ออกทั้งหมด หรือบางส่วน และมีผลต่อการลดค่า pH ของน้ำ การเตรียมสารละลายเข้มข้นต้องคำนึงถึงธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่จะใช้เตรียมด้วย เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาในเรื่องการมีธาตุอาหารพืชมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1) ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชใน Working Solution

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชที่สมบูรณ์ จะต้องมีธาตุอาหารพืชสมดุลย์และเพียงพอตามที่พืชต้องการ ซึ่งในปัจจุบันมีสูตรของสารละลายธาตุอาหารพืชมาตรฐานมากกว่าร้อยสูตร แต่สูตรแตกต่างกันไปเพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของพืช อายุ ฤดูปลูกและท้องถิ่น

2.2) ความเป็นกรด – ด่างของสารละลายธาตุอาหารพืช

จะวัดในรูปของค่า pH ซึ่งช่วง pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชส่วนใหญ่คือ 5 – 6 ถ้า pH ต่ำกว่า 4 รากพืชจะเกิดอันตราย และถ้าสูงกว่า 7 การดูดกิน ฟอสเฟตแมงกานีส และเหล็ก จะถูกรบกวน ควรตรวจสอบระดับ pH ทุกวัน ถ้าสารละลายมีสภาพเป็นกรดจะต้องยกระดับ pH ด้วย Potassium Hydroxide (KOH) หรือ Sodium Hydroxide (NaOH) และถ้าสารละลายธาตุอาหารพืชมีสภาพเป็นด่าง ต้องลดระดับ pH ด้วย Nitric acid (HNO_3) , Phosphoric acid (H_3PO_4) , Sulphuric acid (H_2SO_4) หรือ Hydrochloric acid (HCl)

2.3) ความเข้มข้น (Concentration) ของสารละลายธาตุอาหารพืช

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช จะวัดในรูปของค่าการนำไฟฟ้า (Electrixalo Conductivity หรือ EC) มีหน่วยเป็นมิลลิโมห์ต่อเซนติเมตร (mmho/cm) หรือมิลลิซีเมนส์ (millisiemens) ต่อเซนติเมตร (mS/cm) ที่ 25 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสมสำหรับพืชส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1.5 – 3.0 mS/cm ถ้า EC สูงกว่านี้เป็นอันตรายต่อพืช จะต้องแก้ไขโดยการเจือจางสารละลายด้วยน้ำและถ้าต่ำกว่านี่จะต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารพืช

2.1.5 หลักการทั่วไปของคอนดัคติวิตี้

ค่าคอนดัคติวิตี้ หมายถึง ค่าความนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในสารละลายแต่ละชนิด ในการวัดคอนดัคติวิตี้ นั้นจะใช้พื้นฐานจากกฎของโอห์มคือ

$$E = IR \tag{2.1}$$

จะเห็นว่าเมื่อต่อแรงดันไฟฟ้า (E) เข้ากับตัวนำไฟฟ้าจะเกิดกระแส (I) ไหล ซึ่งจะมีกระแสไหลมากหรือน้อย จะขึ้นอยู่กับความต้านทาน (R) แต่สำหรับคอนดัคติวิตี้ (G) จะมี

$$G = \frac{1}{R} \tag{2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเรานำค่า G ไปแทนในสูตร (1)

$$E = \frac{1}{G} \tag{2.3}$$

$$G = \frac{1}{E} \tag{2.4}$$

จะเห็นได้ว่าเมื่อต่อแรงดันไฟฟ้า (E) ให้กับแผ่นอิเล็กโทรด (Electrode) 2 แผ่น ที่วางขนานกันและจุ่มอยู่ในของเหลว จะทำให้กระแส (I) ไหลผ่านระหว่างแผ่นซึ่งเหมือนกับกรณีกระแสไหลผ่านตัวนำโลหะ แต่ในตัวนำโลหะนั้นกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนสำหรับตัวนำของเหลวนั้น กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของอิออน

แสดงว่าจำนวนอิออนในสารละลายเพิ่มขึ้น ทำให้การเคลื่อนที่ของอิออนต่อหน่วยเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าคอนดัคติวิตี้ของสารละลายนั้นมีค่ามากขึ้น ในทางกลับกันถ้าจำนวนอิออนในสารละลายลดลง จะทำให้ค่าคอนดัคติวิตี้ของสารละลายนั้นมีค่าลดลงด้วย สำหรับหน่วยที่ใช้วัดคอนดัคติวิตี้ คือ ซีเมนส์ (Siemens) ซึ่ง 1 ซีเมนส์ เท่ากับ 1/โอห์ม

1) ปัจจัยในการวัด คอนดัคติวิตี้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าค่าคอนดัคติวิตี้จะขึ้นอยู่กับจำนวนอิออนในสารละลายจากสมการของการวัดคอนดัคติวิตี้ คือ

$$G = \alpha \times C \times N \times F \times (I_+ + I_-) \tag{2.5}$$

C = การรวมตัวของของเหลว (Concentration of Liquid)

N = วาเรนซี่ของอิออน (Varency of Ion)

F = ค่าคงที่ 96463 คูลอมบ์ (Faraday Constant)

I_+ = การเปลี่ยนแปลงของอิออนบวก (Mobility of Positive Ion)

I_- = การเปลี่ยนแปลงของอิออนลบ (Mobility of Negative Ion)

α = ขั้นของการแยกตัว (Degree of Dissociation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสูตร(5)จะเห็นว่าค่าของคอนดัคติวิตี้ จะแปรผันตรงกับปริมาณของ $(I_+ + I_-)$ ซึ่งเป็นค่าผลรวม Mobility ของอิออนและยังขึ้นอยู่กับค่า Degree Of Dissociation อีกด้วยซึ่งค่าผลรวม Mobility และ Degree Of Dissociation เป็นปัจจัยสำคัญในการวัด คอนดัคติวิตี้

2) ผลของอุณหภูมิต่อค่าคอนดัคติวิตี้

นอกจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้ว อุณหภูมิก็มีผลต่อการวัดคอนดัคติวิตี้อีกด้วย ซึ่งค่า Mobility จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเช่นกัน

2.1) คุณสมบัติของการวัดคอนดัคติวิตี้

จากที่ผ่านมาเราได้กล่าวถึงแท่งอิเลคโทรด ซึ่งเป็นแผ่นโลหะ 2 แผ่น ถ้าเรากำหนดให้ในสารละลายมีพื้นที่หน้าตัด "A" ระยะทางระหว่างแผ่นโลหะ "L" จะได้สมการที่ 2.5 และ 2.6

$$G = \frac{KA}{L} \tag{2.6}$$

$$K = \frac{GL}{A} \tag{2.7}$$

G = ความนำไฟฟ้า (Conductance)

P = ความนำจำเพาะ (Specific Conductivity)

A = พื้นที่ของอิเลคโทรด (Area Of Electrode)

L = ระยะห่างระหว่างอิเลคโทรด (Distance Between Electrode)

2.2) การวัดคอนดัคติวิตี้

ใช้หลักการกระแสไหลผ่านเซลล์ (Cell) ของคอนดัคติวิตี้แบบ 2 อิเลคโทรด เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับแรงดันตกคร่อมระหว่างเซลล์ และค่าคอนดักติวิตี้ของของเหลว ที่ต้องการวัด

$$I_{Cell} = G_{Cell} \times V_{Cell} \tag{2.8}$$

ค่ากระแสที่ไหลผ่านเซลล์ จะเป็นตัวกำหนด Output โดยจะผ่านตัวแปลงสัญญาณ (Signal Converter) สำหรับการออกแบบเซลล์ วัดจะขึ้นอยู่กับ Cell Constant และสภาวะต่าง ๆ ของขบวนการผลิต เช่น ความดัน , อุณหภูมิ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะออกแบบเซลล์เป็นแบบทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) Cell Constant ของการวัด คอนดัคติวิตี้

พิจารณาจากสูตร

$$K = \frac{GL}{A} \tag{2.9}$$

$$C = \frac{L}{A} \tag{2.10}$$

จะเห็นว่า ความนำจำเพาะ (Specific Conductivity (K)) ถูกกำหนดด้วยค่า G, L/A เราเรียกว่า Cell Constant (C) โดยที่ค่าของ C มีหน่วยคือ cm^{-1}

จะเห็นว่ามีค่า Cell Constant ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับ พื้นที่หน้าตัดและระยะระหว่าง อิเลคโทรด เมื่อมีแรงดันตกคร่อมระหว่างแผ่นโลหะทำให้อิออนเคลื่อนที่และมีความเข้มข้นของสนามไฟฟ้าด้วย ถ้าพื้นที่หน้าตัดของโลหะมีมากก็จะทำให้ค่าคอนดัคติวิตี้ มากขึ้นด้วย

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเพิ่มระยะทางระหว่างแผ่นโลหะให้มากขึ้น ก็จะทำให้ความเข้มข้นของสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นโลหะต่อหน่วยเวลาลดลงก็จะทำให้ค่าคอนดัคติวิตี้ลดลงเราจึงกล่าวได้ค่าคอนดัคติวิตี้ ขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัดและระยะทางระหว่างแผ่นโลหะ

2.4) ผลกระทบของการเกิดภาวะโพลาไรซ์เซชั่น (Polarization)

สาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อความเที่ยงตรงในการวัดค่าความนำทางไฟฟ้าก็คือผลกระทบที่เกิดจากการเกิดภาวะโพลาไรซ์เซชั่น

อย่างไรก็ตามเป็นการยากมากที่เราจะทำการกำจัดผลกระทบจากการเกิดขบวนการโพลาไรซ์เซชั่นไม่ให้มีผลกระทบกับเครื่องมือวัดความนำ หลายครั้งสิ่งที่เกิดขึ้นอยู่เสมอก็คือ เราใส่ค่าเซลล์คอนสแตนท์ (Cell Constant)ไม่เหมาะสมก็จะเป็นสาเหตุให้เครื่องมือวัดความนำไม่มีความเที่ยงตรงที่พอดี

2.5) การเกิดโพลาไรซ์เซชั่น

เมื่อเราป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เข้าไปที่ขั้วอิเลคโทรดก็คือแผ่นเพลทสองแผ่น ดังรูปที่ 2.6(ก) จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นระหว่างแผ่นเพลททั้งสองแผ่น ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะทำให้อิออนที่อยู่ในสารละลายก็จะปล่อยพลังงานไปยังแผ่นเพลททั้งสองข้าง อิออนบวกจะเคลื่อนตัวเข้าไปหาแผ่นเพลทที่ต่ออยู่กับขั้วลบ และอิออนก็จะถูกดูดให้เข้าไปหาแผ่นเพลทที่ต่ออยู่กับขั้วบวก ดังรูปที่ 2.6(ก) , 2.6(ข) , 2.6(ค) และ 2.6(ง)

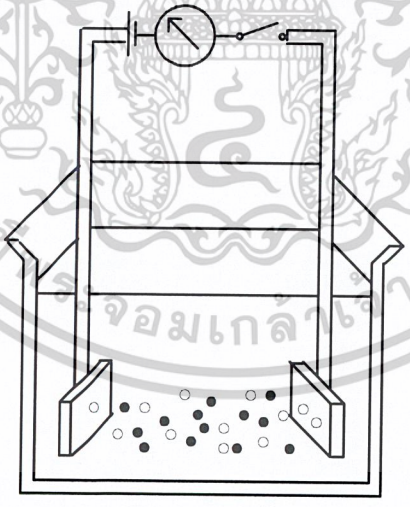
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.7(ค) และ 2.7(ง) หลังจากที่เราต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับแผ่นเพลทที่ใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าแล้วนั้นผลจากการเกิดโพลาไรซ์เซชั่นจะทำให้แผ่นเพลททั้งสอง มีความต้านทาน Rp เกิดขึ้นที่บริเวณพื้นที่ด้านหน้าของแผ่นเพลท และของเหลวที่เราวัดก็จะมีค่าความต้านทาน Rc เฉพาะตัวมันอยู่ จากความต้านทาน Rp และ Rc ในวงจรจะทำให้กระแสลดลงจนอาจจะลดลงจนเป็นศูนย์

2.6) การลดหรือการป้องกันผลกระทบที่เกิดจากขบวนการโพลาไรซ์เซชั่น

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ผลของการเกิดขบวนการโพลาไรซ์เซชั่น จะทำให้ประสิทธิภาพในการวัดค่าความนำของอุปกรณ์ที่ใช้วัดลดน้อยลง และทำให้ขาดความเที่ยงตรงในการวัดไม่ดีพอ ทำให้เกิดค่าความผิดพลาดในการวัด แต่เราสามารถที่จะลดผลกระทบที่เกิดจากการเกิดขบวนการโพลาไรซ์เซชั่น ได้โดย

ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) แทนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ความแรงการเกิดโพลาไรซ์เซชั่นก็จะลดลงแต่ลดลงเป็นการชั่วคราว หลังจากนั้นก็จะเกิดขึ้นมาอีกเหมือนครั้งแรก ถ้านำเอาแหล่งจ่ายไฟ เอซี (AC) มาแทนแหล่งจ่ายไฟดีซี (DC) กระแสที่ไหลระหว่างอิเลคโทรดก็จะเป็นตัวทำให้ตัวเก็บประจุ Rc ปล่อยพลังงาน (Discharged) อีกข้อหนึ่งสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าความนำทางไฟฟ้าก็คือ ค่าความนำที่วัดได้นี้ จะมาจากพลังงานแหล่งจากไฟฟ้า

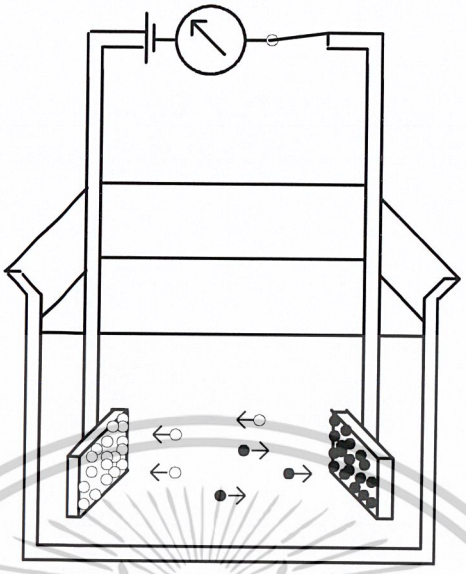


(ก) ก่อนการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

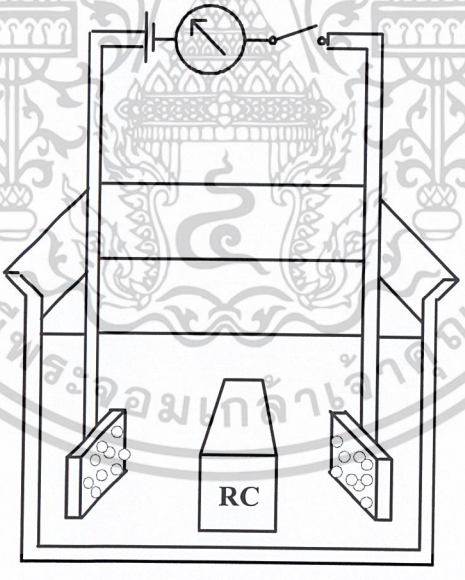
รูปที่ 2.6 ผลของการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



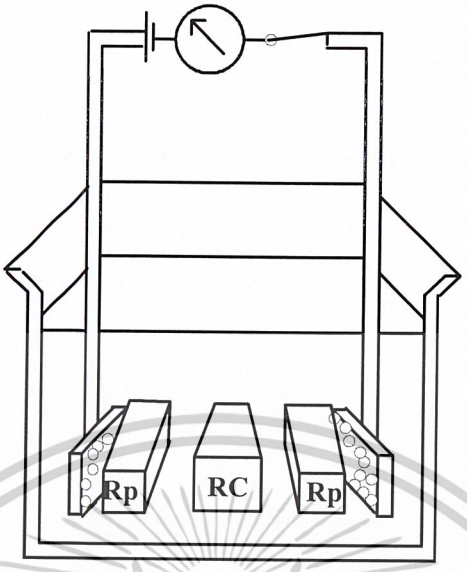
(ข) ทำการป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง



(ค) ค่าความต้าน Rc ก่อนการป้อนแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 2.6 (ต่อ) ผลของการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
48316



(ง) ค่าความต้าน Rp ขณะป้อนแรงดันไฟฟ้า

รูปที่ 2.6 (ต่อ) ผลของการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น

กระแสสลับ (AC) นั้นเอง อย่างไรก็ตาม ผลกระทบที่เกิดจากขบวนการโพลาไรซ์เซชั่นก็ไม่สามารถที่จะให้หมดไปโดยสิ้นเชิงได้

ทำได้โดยเลือกใช้ค่าเซลล์คอนสแตนท์ (Cell Constant) ที่เหมาะสมและถูกต้อง

การเลือกใช้ค่าเซลล์คอนสแตนท์ (Cell Constant) ที่ถูกต้องนี้จะทำให้การวัดค่าความนำไฟฟ้ามีค่าเที่ยงตรงมากขึ้น

ทำได้โดยเลือกค่าความเข้มของกระแสที่อยู่ระหว่างอิเลคโทรด

เมื่อทำการวัดของเหลวที่มีค่าความนำสูง ๆ จากเหตุผลดังกล่าวมันเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้ค่าคงที่สูง ๆ

$$\frac{\textit{ระยะห่างระหว่างเพลท}}{\textit{พื้นที่เพลท}} = \frac{L}{A} \qquad (2.11)$$

ซึ่งจะทำให้ขบวนการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น ไม่เกิดขึ้นอีก การแก้ไขสามารถทำได้โดยทำให้ผิวของอิเลคโทรดที่ใช้ในการวัดมีผิวขรุขระ ทำการเคลือบสารแพลทินัมโทรดด้วยสารแพลทินัมดำ ใช้แผ่นโรเดียม (Rhodium) มาทำเป็น อิเลคโทรด และใช้หลักการ 4 อิเลคโทรด (Fout Electrode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มค่าอิเลคโทรดจาก 2 อิเลคโทรดเป็น 4 อิเลคโทรดก็เพื่อที่จะลดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดย ผลกระทบจากการเกิดโพลาไรซ์เซชั่น หรืออาจจะเกิดจากอุปกรณ์ไม่เหมาะสมกัน และอาจจะเกิดจากความสกปรกของของเหลวที่เราต้องการวัด วิธีการก็คือ ใช้อิเลคโทรด 4 ตัวเป็นตัววัดจากหลักการดังกล่าวเครื่องมือวัด สามารถใช้ได้กับของเหลวที่มีความนำไฟฟ้าสูง ๆ และของเหลวที่มีความสกปรกมาก ๆ เพราะว่าจะมีความต้านทานสูง

2.1.6 เซลล์ (Cell)

เซลล์สำหรับการวัดสภาพนำไฟฟ้าสามารถออกแบบได้หลายชนิด ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่งแต่ละชนิดจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ คือ ขั้ว 2 ขั้วที่มีขนาดเท่ากันวางขนานกัน

แน่นอนมีรูปทางเรขาคณิตที่เหมือนกัน เนื่องจากระยะห่างของขั้วทั้งสองคงที่ ดังนั้นค่าความต้านทานหรือสภาพนำไฟฟ้าจะไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ต้องการจะวัด แต่จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นตามปกติค่าความต้านทานที่วัดได้อยู่ระหว่าง 500- 1000 โอห์ม ดังนั้นการวัดค่าสภาพนำไฟฟ้าของสารละลายที่มีค่าต่ำเซลล์ควรจะมีพื้นที่ของขั้ว (A) มาก ๆ และขั้วทั้งสองควรอยู่ใกล้ ๆ กัน (ค่า L ควรมีค่าน้อยมาก) ดังนั้น ลักษณะของเซลล์ที่ใช้สามารถออกแบบได้หลายชนิดแล้วแต่บริษัทผู้ผลิตและงานที่ใช้

2.1.7 การวัดค่า pH ของสารละลาย

ในการวัด pH สารละลายหรือวัดปริมาณไอออนไฮโดรเจน ยังไม่มีขั้วไฟฟ้าใดเหมาะเท่ากับขั้วไฟฟ้าเยื่อแก้วในการเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน โดยเฉพาะการผลิตในรูปของขั้วไฟฟ้ารวมกับขั้วไฟฟ้าอ้างอิง ทำให้สะดวกต่อการใช้ ข้อดีของขั้วไฟฟ้าเยื่อแก้วในการใช้วัด pH ของสารละลายอยู่ที่คุณสมบัติของเยื่อแก้วที่ไม่ถูกรบกวนด้วยสภาวะต่าง ๆ ของสารละลายตัวอย่าง เช่น สภาวะของโปรตีน แก๊ส หรือแม้แต่การมีสารที่สามารถถูกออกซิไดส์ หรือรีดิวซ์ ร่วมด้วย ตลอดจนสารละลายที่หนืด ข้น เหนียว ก็ยังใช้ขั้วไฟฟ้าเยื่อแก้วได้

การใช้ค่าของ pH เป็นค่าบ่งบอกความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย โดยการวัดค่าศักย์โดยตรงตามเทคนิควิธีโพเทนซิโอมิเตอร์ แทนถือเป็นเทคนิควิธีที่ธรรมดาที่สุดที่เป็นที่คุ้นเคยแทบทุกห้องปฏิบัติการทั่วโลก ดังนั้นเพื่อให้การวัดค่า pH ของสารละลายบ่งบอกความเป็นกรดด่างได้ถูกต้องเหมือนกันทั่วโลก จะต้องมีการกำหนดสื่อความหมายของ pH ที่เป็นที่ยอมรับและใช้เหมือนกันทุกห้องปฏิบัติการ

1) การนิยามการวัด pH

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติ (NIST) องค์กรลักษณะเดียวกันในประเทศต่าง ๆ และ IUPAC ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการสื่อความหมายคำว่า pHให้ใช้ได้เหมือนกันทั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โลก เพื่อให้ค่า pH ที่วัดได้ ณ ห้องปฏิบัติการหนึ่งไม่ต่างไปจากค่าที่วัดได้จากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ โดยได้กำหนดนิยามของการวัด pH ของสารละลายว่า การที่จะรู้ค่า pH ของสารละลายที่ต้องการต้องทำการเทียบมาตรฐานของเครื่องโดยตรง ด้วยสารละลายมาตรฐานของบัฟเฟอร์ก่อนการวัดศักย์โดยตรง เพื่อหา pH ของสารละลายนั้น

จากความหมายของการกำหนดนิยามของการวัด pH ข้างต้น ได้ความสัมพันธ์ของศักย์ กับค่า pH เมื่อใช้สารละลายมาตรฐานของบัฟเฟอร์ได้ว่า

$$pH_s = \frac{K - E_U}{0.0952} \tag{2.12}$$

เมื่อ E_s แทนศักย์เซลล์ จากการวัด pH ของสารละลายมาตรฐานของบัฟเฟอร์ ในทำนองเดียวกันนี้ การวัดศักย์เซลล์ เมื่อจุ่มขั้วไฟฟ้าในสารละลายตัวอย่างได้ความสัมพันธ์ดังสมการ

$$pH_U = \frac{K - E_U}{0.0952} \tag{2.13}$$

เมื่อ E_V แทนสารละลายตัวอย่างที่ต้องการวัดค่า pH โดยการหักลบสมการ (2.11) จากสมการ (2.12) ได้ว่า

$$pH_U = pH_s = \frac{E_U - E_s}{0.0952} \tag{2.14}$$

สมการ (2.13) แสดงผลของค่า pH ของสารละลายตัวอย่าง จากการเทียบมาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ สมการนี้จึงเป็นสมการแสดงความหมายของการวัด pH ที่เป็นที่เข้าใจตรงกันและยอมรับให้ใช้เหมือนกันทั่วโลก

ในการหักลบสมการ (2.11) จากสมการ (2.12) กล่าวในอีกลักษณะหนึ่งเป็นการหาค่า K จากสมการ (2.11) เพื่อแทนในสมการ (2.12) โดยค่า K จากสมการ (2.11) เขียนแทนสมการเป็น

$$K = E_s + 0.0952\, pH_s \tag{2.15}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่าเป็นความหมายของการหักลบค่า K หรือการแทนที่ค่า K ผลลัพธ์ความสัมพันธ์ตามสมการ (2.13) จะถูกต้องได้ ต่อเมื่อ K ของสารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์และสารละลายตัวอย่างเป็นค่าเดียวกัน หรือมีค่าเท่ากัน

2.1.8 สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์

นอกจากกำหนดนิยามของการวัด pH ของสารละลาย สถาบัน NIST และ IUPAC ยังได้กำหนดมาตรฐานของสารละลายบัฟเฟอร์ ที่ใช้ในการเทียบมาตรฐาน ตามนิยามที่กำหนดขึ้นด้วยสารละลายมาตรฐานเหล่านี้ต้องถูกเตรียมอย่างถูกต้อง โดยใช้หน่วยเป็นโมลาล (โมลของสาร/kg. ของตัวทำลาย) และต้องได้รับการตรวจสอบ pH โดยใช้ซิลเวอร์-ซิลเวอร์คลอไรด์เป็นขั้วไฟฟ้าอ้างอิง คู่กับขั้วไฟฟ้าไฮโดรเจนเป็นขั้วไฟฟ้าใช้งาน

2.1.9 พีเอชเซ็นเซอร์

พีเอชเซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี ที่สร้างแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนกับค่าพีเอชของสารละลายที่นำไปวัด

ส่วนพีเอชมิเตอร์ก็ใช้หลักการที่กล่าวมา คือใช้หลักการวัดค่าความเป็นกรดหรือด่างที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ซึ่งก็ใช้หลักการทางเคมีไฟฟ้าเหมือนกัน หลังจากนั้นก็นำค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นมาระหว่างอิเล็กโทรดอ้างอิง (Reference Electrode) กับอิเล็กโทรดวัด (Sensing Electrode) ไปขยาย ปรับสภาพ และแสดงผลต่อไป

1) วิธีการวัดค่าพีเอชแบบใช้อิเล็กโทรดแก้ว

ภายในโพรบแก้วจะประกอบด้วยสารละลาย 2 ชนิด เมื่อสารละลาย 2 ตัวที่แตกต่างกันถูกใส่ลงในด้านทั้งสองของเมมเบรนแก้ว จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับความแตกต่างของพีเอชระหว่างสารละลายทั้งสอง และตกคร่อมทั้งสองด้านของเมมเบรน

ข้อดีของการวัดด้วยวิธีนี้ได้แก่

1) ย่านการวัดกว้าง (ไม่มีปัญหาช่วงพีเอช 0-14)

2) ให้ผลการตอบสนองที่รวดเร็ว (วัดในช่วงเวลาสั้น ๆ)

3) การปฏิบัติงานง่าย การวัดต่อเนื่องทำได้ง่าย

4) การผลิตซ้ำดี พร้อมกับมีความผิดพลาดโดยผู้ปฏิบัติงานน้อย

5) ความผิดพลาดเนื่องจากผลของเกลือและโปรตีนต่ำกว่าวิธีการอื่นๆ (วิธีการวัดแบบอื่นๆไม่สามารถวัดสารตัวอย่างที่ประกอบด้วยสสารแบบซิไดซิงและรีดิวซิงได้)

2) ส่วนประกอบและการทำงานของอิเล็กโทรดวัดและอิเล็กโทรดอ้างอิง

2.1) ขั้ววัด (Sensor Electrode)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ส่วนประกอบและการทำงานของอิเล็กโทรดวัดและอิเล็กโทรดอ้างอิง

2.1) ขั้ววัด (Sensor Electrode)

โดยปกติอิเล็กโทรดวัดจะทำจากแก้ว ขั้ววัดจะมีกระเปาะแก้วบางๆ เพื่อให้ไวต่อออออน ภายในอิเล็กโทรดจะบรรจุสารละลายกันชนที่เรียกว่าบัฟเฟอร์ (Buffer) ซึ่งมีค่าพีเอชคงที่ (ประมาณพีเอช 7) สารละลายนี้ได้แก่ KCl อิ่มตัว ในสารละลายดังกล่าวจะมีขั้วไฟฟ้าซึ่งทำด้วยเงิน (Silver) ฉาบด้วยซิลเวอร์คลอไรด์จุ่มอยู่

ตารางที่ 2.3 ค่าทางเอาต์พุตที่อิเล็กโทรดวัดค่าพีเอชต่อค่าพีเอชที่อุณหภูมิต่างๆ

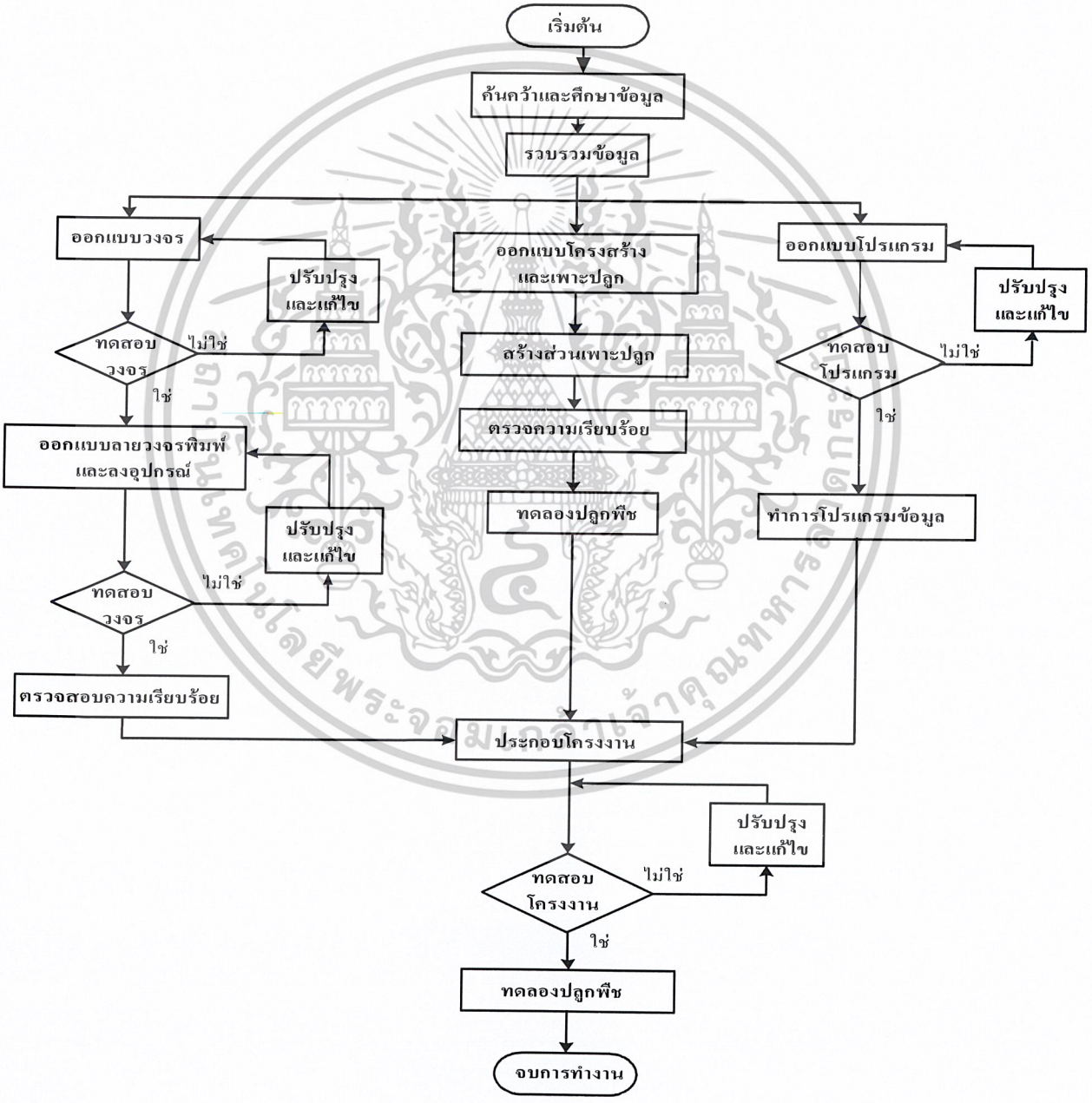
PH	MV
0	+414.0
1	+354.9
2	+295.8
3	+236.6
4	+177.5
5	+118.3
6	+59.15
7	0
8	-59.15
9	-118.3
10	-177.5
11	-236.6
12	295.8
13	-354.9
14	-414.0

(ที่มา : จากบริษัท TBI-Bailey Controls จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

การดำเนินการสร้างเครื่องควบคุมการปลูกพืชไฮโดรโปรนิกส์แบบอัตโนมัติสามารถสร้างผังการทำงาน (Flowchart) ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังงานขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ขั้นค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการสร้างชิ้นงานนั้น การรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันการสร้างชิ้นงานจะเป็นการลดความผิดพลาดในการทำงานและทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถออกแบบวงจรได้สะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา และลดต้นทุน ในการดำเนินงานโครงงานนี้ก็เหมือนกัน ได้ทำการรวบรวมทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องด้านวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และทางด้านเกษตรกรรมในส่วนของการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์ ที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 2 ต่อไปนี้จะนำทฤษฎีและหลักการที่ได้มาทำการออกแบบโครงงานตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 1 เพื่อให้ได้โครงงานที่ออกแบบสมบูรณ์มากที่สุด

สำหรับขั้นตอนในการดำเนินงานจำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสร้างโครงงานที่ทำงานได้จริง เช่น วงจรการใช้งานต่างๆ ต้องเป็นวงจรที่ใช้ทำงานได้จริง อุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นของที่มีขายและหาง่าย ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจข้อมูลเพื่อให้การออกแบบได้เหมาะสมกับโครงการ

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการรวบรวมเนื้อหา

1) สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

2) ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีแห่งชาติ

3) วารสารต่างๆทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในขั้นตอนนี้ทำให้ได้ข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการสร้างโครงงานอันได้แก่ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1) หลักการปลูกพืชด้วยวิธีไฮโดรโปนิกส์

2) หลักการทำงานของเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH Meter)

3) หลักการทำงานของเครื่องวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย (CF Meter)

4) การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ MCS - 51

5) หลักการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้

6) หลักการเตรียมสารละลายธาตุอาหารของพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบวงจร

ในการออกแบบโครงงานนี้ จะใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวไว้แล้ว มาใช้ในการออกแบบวงจรในแต่ละภาค โดยจะแบ่งเป็นภาคต่างๆ ดังนี้

3.2.1 วงจรภาควัดค่า pH (pH Meter)

เครื่องวัดค่า pH (pH Meter) ตามมาตรฐานจะสามารถวัดได้ย่าน 0-14 แต่ในโครงงานนี้จะใช้วัดในย่าน 2-12 ทั้งนี้เพื่อความเที่ยงตรงในการวัด เพราะการใช้งานจริง จะใช้แค่ช่วงประมาณ 4-8 เท่านั้น ส่วนประกอบของวงจรที่ใช้ในภาคเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-เบส มีดังต่อไปนี้

1) วงจรขยายแบบไม่กลับขั้วสัญญาณ (Non-inverting Amplifier)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนแรกที่ทำการรับสัญญาณที่ได้จากหัวโพรบ (pH Probe) ที่มีขนาดของสัญญาณต่ำมากๆ ประมาณ ± 320 MV มาทำการขยายก่อนในภาคแรก เกณฑ์การขยายของวงจรนี้จะต้องปรับขนาดของสัญญาณให้ได้ออกมามีค่า ± 3.2 V (เปรียบค่าจาก pH10) จะต้องการแรงดัน +3.2 โวลต์ และที่ pH4จะต้องการแรงดัน –3.2 โวลต์ คือ

$$A_V = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

$$= \frac{3.2}{320 \times 10^{-3}} = 10$$

กำหนดให้ $R_f = 30\,k\Omega$

$$R_1 = 30\ k\Omega$$

$$R_f = [A_V - 1] \times R_{in}$$

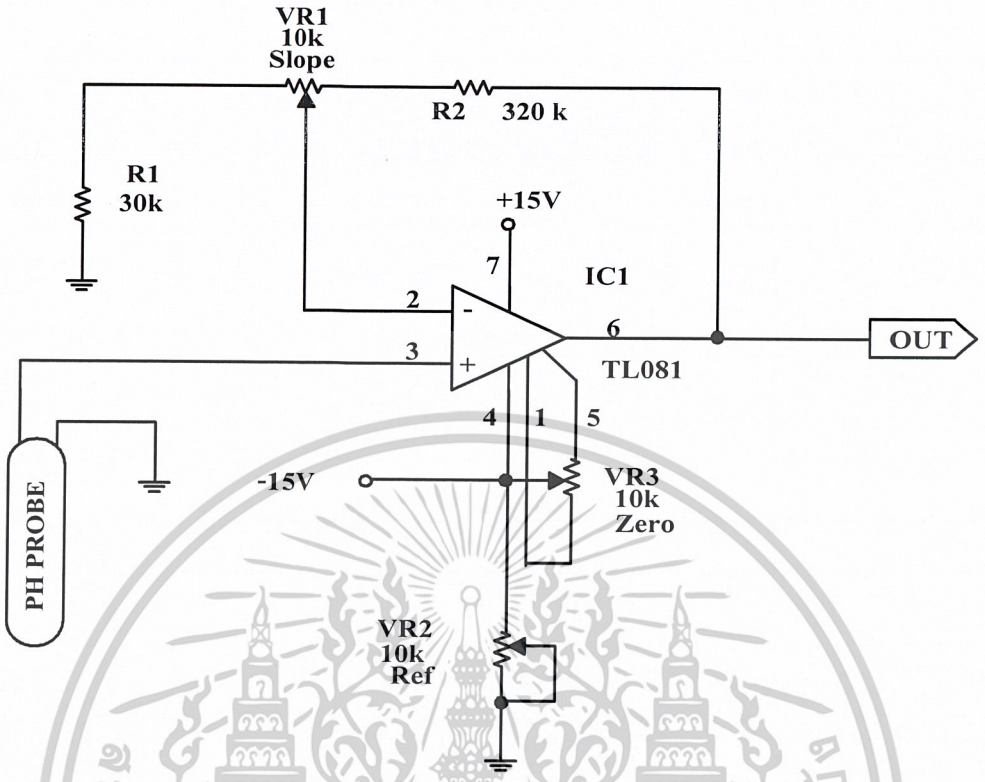
$$= [10 - 1] \times 30 \times 10^3$$

$$= 9 \times 30 \times 10^3$$

$$= 270\ k\Omega$$

เลือกใช้ VR1 ที่เป็นตัวต้านทานแบบปรับค่า 10 $k\Omega$และR2 ตัว ใช้ตัวต้านทานค่า 320kΩ ต่ออนุกรมกัน เพื่อความละเอียดในการปรับขนาดของสัญญาณ โดยเกณฑ์ที่ปรับได้จะมีย่านที่แคบลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจร Non – Inverting Amplifier

2) วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับสองแบบบัตเตอร์เวิร์ธ

(Second-order Butterworth Low Pass Filter)

สัญญาณที่ได้จากหัวโพรบ (pH Probe) จะเป็นสัญญาณไซน์ที่ปนมากับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง จึงต้องทำการกรองเอาสัญญาณไซน์ออกให้เหลือแต่สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่ความถี่ตัดเท่ากับ 3.3 HZ และมีเกณฑ์การขยายเท่ากับ 1

กำหนดให้

$$A_0 = 1$$

$$R_3 = R_4$$

$$\alpha = 1.414$$

$$C_1 = 0.1\,\mu F$$

$$C_2 = \frac{C_1 \alpha^2}{4}$$

$$= 0.1 \times 10^{-6} \times 1.414^2$$

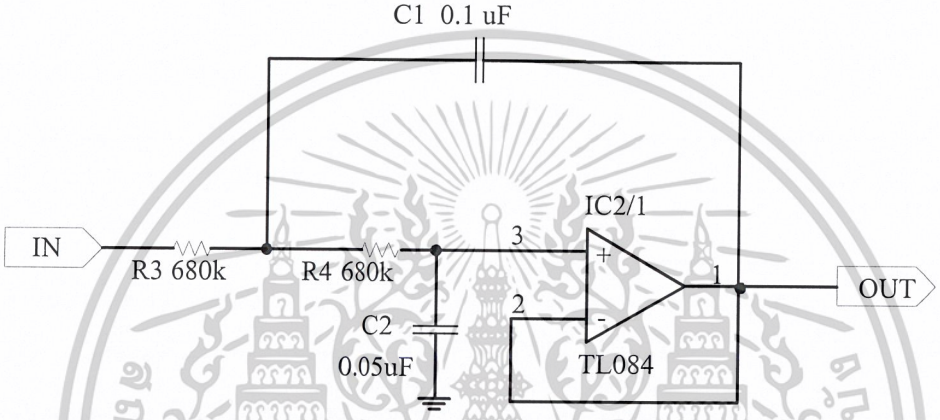
$$= 0.049 \times 10^{-6} \cong 0.05\,\mu F$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R = \frac{1}{2nf\sqrt{C_1 C_2}}$$

$$= \frac{1}{2\pi \times 3.3 \times \sqrt{0.1 \times 10^{-6} \times 0.05 \times 10^{-6}}}$$

$$= 682.05 \times 10^{3} \cong 680\ k\Omega$$



รูปที่ 3.3 วงจร Second – order Low Pass Filter

3) วงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ (Inverting Amplifier)

วงจรนี้จะทำการขยายสัญญาณหลังจากผ่านวงจร Low Pass Filter มาแล้ว โดยจะทำการขยายสัญญาณทั้งด้านบวกและด้านลบ ให้อยู่ในช่วง –2.5 ถึง 2.5 โวลต์ ทำให้ได้เกณฑ์เท่ากับ 1

$$A_v = \frac{2.5}{3.2} = 0.781$$

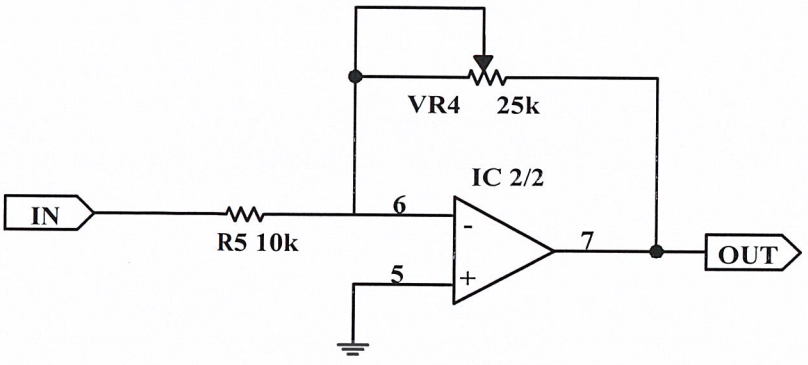
กำหนดค่า $R_5 = 10\ k\Omega$

$$VR_4 = 0.781 \times 10 \times 10^{3}$$

$$= 7.8\ k\Omega$$

เลือกใช้ค่า VR_4 เท่ากับ $25\ k\Omega$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจร Inverting Amplifier

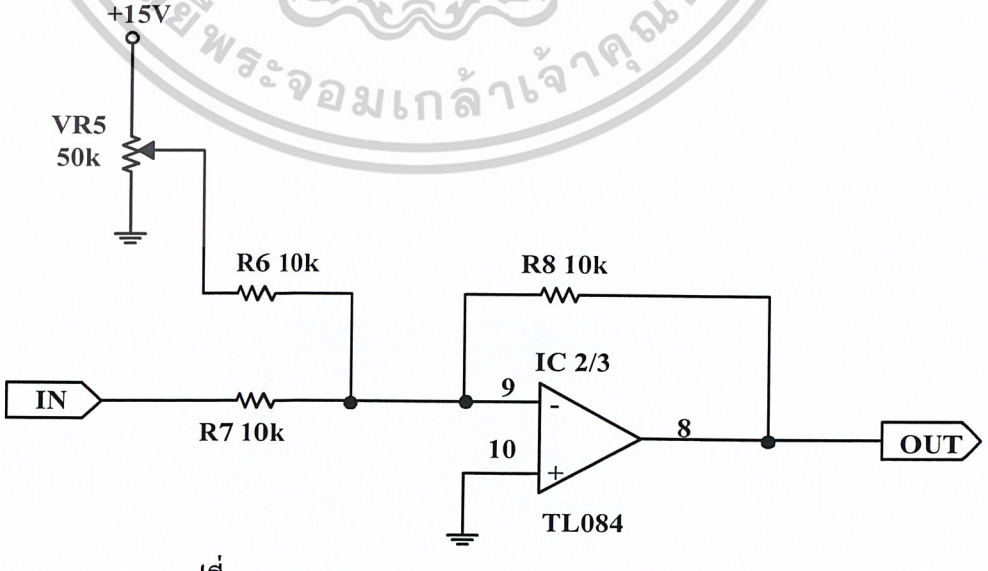
4) วงจรขยายผลรวมแบบกลับขั้วสัญญาณ (Inverting Summing Amplifier)

วงจรนี้จะทำการนำสัญญาณที่ได้มาแปลงให้อยู่ในช่วง –2.5 ถึง 2.5 โวลต์ มาทำการรวมเข้ากับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงค่า 2.5 โวลต์ เพื่อทำการยกระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วงแรงดัน 0-5 โวลต์ แล้วป้อนให้แก่วงจร ADC โดยจะให้มีเกณฑ์การขยายเท่ากับ 1

$$A_V = -\left(\frac{R_3}{R_1}e_{in1} + \frac{R_3}{R_2}e_{in2}\right)$$

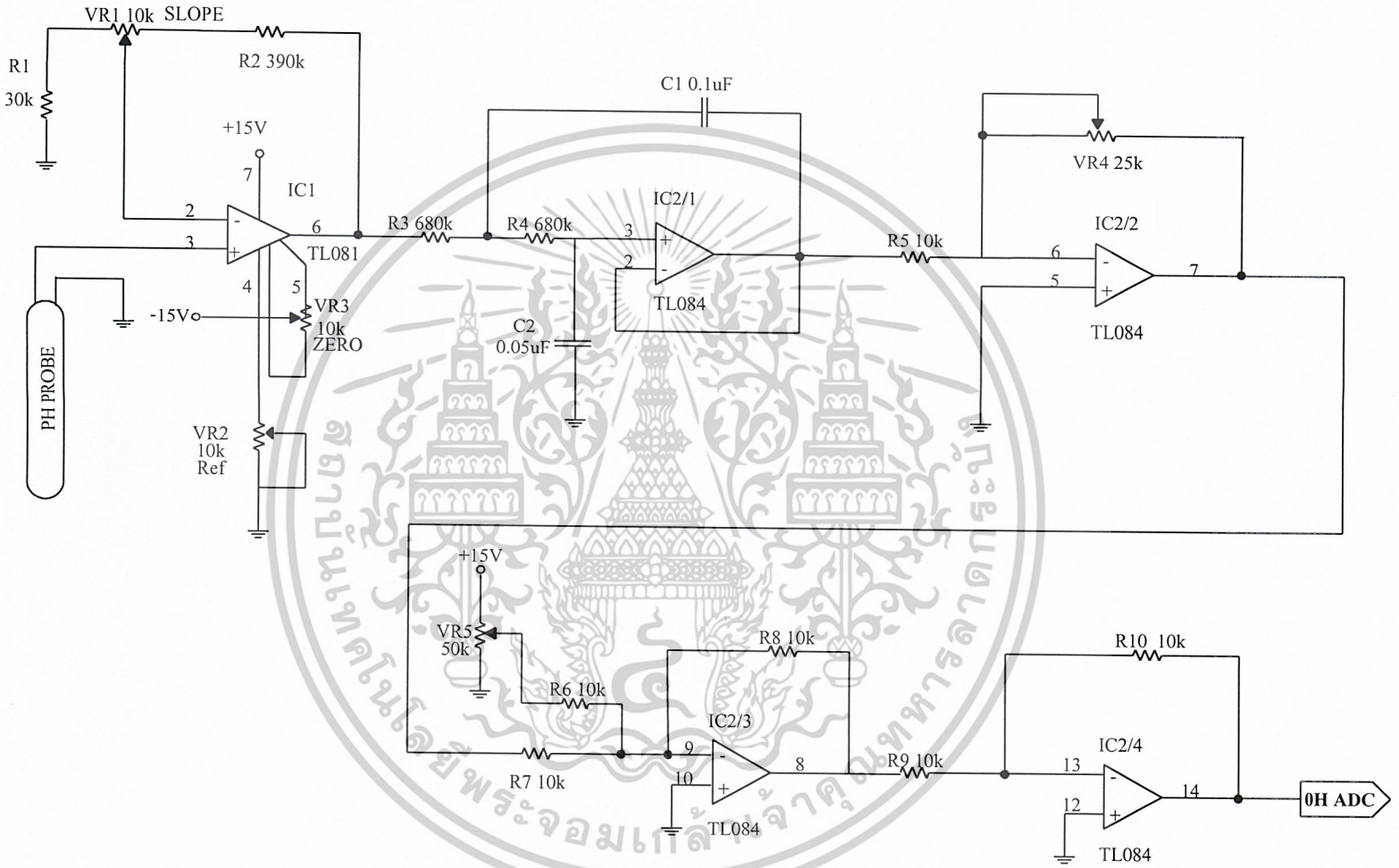
กำหนดให้ $R_6 = R_7 = R_8 = 10k\Omega$

$$A_V = -(e_{in1} + e_{in2})$$



รูปที่ 3.5 วงจร Inverting Summing Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 วงจรภาควัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3.2.2 วงจรภาควัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย (CF Meter)

เครื่องวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายตามมาตรฐาน จะมีช่วงการวัดอยู่ในช่วง 0-100 CF แต่ที่ใช้ในโครงงานนี้จะใช้ช่วงในการวัดอยู่ที่ 0-50 CF เพื่อความเที่ยงตรงในการวัด โดยที่ค่า 1 CF จะมีค่าเท่ากับ 0.1 mS/cm ของเครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้า (EC Meter)

ส่วนประกอบของเครื่องวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ส่วนดังต่อไปนี้

1) วงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์

วงจรอะสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ที่ใช้ไอซี 555 ทำได้โดยต่อขา 2 (Trigger Input) เข้ากับขา 6 (Threshold) ซึ่งต่อ C_A อยู่เพื่อให้แรงดันที่เปลี่ยนแปลงของ C_A ป้อนเข้ากระตุ้นการทำงานของวงจรแทนสัญญาณกระตุ้นภายนอก และเพิ่ม R_B อนุกรมกับ R_A เป็นตัวต้านทานที่ใช้ในการเก็บและคายประจุของ C_A โดยต่อเข้ากับขา 7 (Discharge) การทำงานของวงจรเมื่อ V_{CA} ต่ำกว่า $\frac{1}{3}V_{CC}$ แรงดันที่ขาลบของออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 2 จะต่ำกว่าแรงดันที่ขาบวก (เพราะ $V_{C3} = \frac{1}{3}V_{CC}$) เอาต์พุตของออปแอมป์ตัวที่ 2 จะเป็น High และฟลิปฟลอปจะอยู่ในสภาวะเซตทำให้ $\overline{Q}$ เป็น Low ขณะนี้ Q1 จะ Off และ C_A จะทำการเก็บประจุผ่าน R_A และ R_B เมื่อ C_A เก็บประจุจนแรงดันเท่ากับ $\frac{2}{3}V_{CC}$ ที่ขาบวกของออปแอมป์เปรียบเทียบแรงดันตัวที่ 1 (ต่อกับ C_A ที่ขา 6) จะมีแรงดันต่ำกว่าที่ขาลบ($\frac{2}{3}V_{CC}$)เอาต์พุตของออปแอมป์ ตัวที่ 1 จะเป็น High ทำให้สถานะของฟลิปฟลอปเป็นรีเซตผลคือ $\overline{Q}$ = High และทรานซิสเตอร์ Q1= on ทำให้ C_A คายประจุผ่าน Q1 ที่ R_B และ C_A จะคายประจุจนกระทั่งแรงดัน $V_{CA} = \frac{1}{3}V_{CC}$ ที่จุดนี้เอาต์พุตของออปแอมป์ตัวที่ 2 เป็น High ทำให้เอาต์พุตของฟลิปฟลอปเป็น Low ทรานซิสเตอร์ Q1 จะ Off อีกครั้ง กระบวนการนี้จะเกิดต่อเนื่องตลอดไป

ในโครงการนี้จะใช้ ไอซี 555 ในการกำเนิดสัญญาณพัลซ์โดยให้มีค่า Duty Cycle เท่ากับ 50 %

$$t_1 = 0.693\ R_A C$$

กำหนดให้ $V_R = 51\,k\Omega$, $C_2 = 0.01\mu F$

$$t_1 = 0.693 \times 51 \times 10^3 \times 0.01 \times 10^{-6}$$

$$= 353.43\ \mu S$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \left[\frac{VR_1 R_1}{VR_1 + R_2} \right] C_2 \ell n \left[\frac{R_1 - 2VR}{2R_1 - VR_1} \right]$$

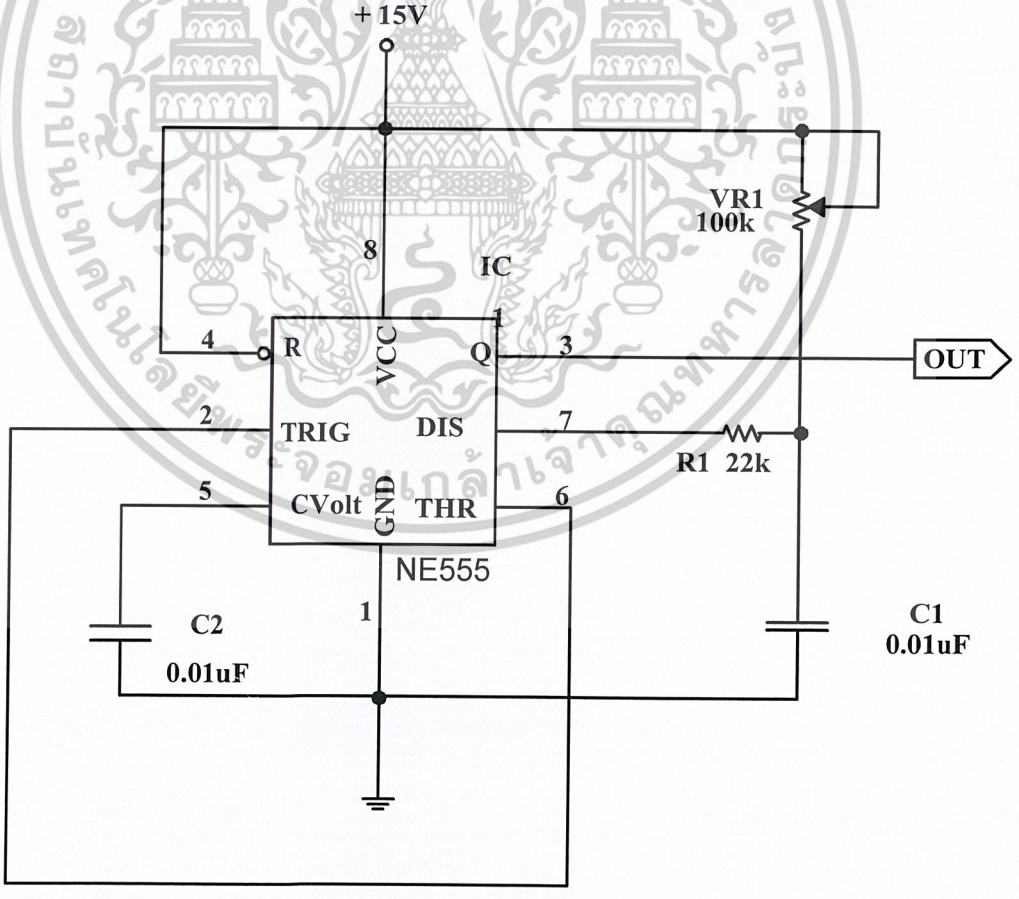
กำหนดให้ $R_1 = 22\,k\Omega$

$$t_2 = \left[\frac{(51\times10^3)\times(22\times10^3)}{(51\times10^3)+(22\times10^3)} \right] 0.01\times10^{-6} \ell n \left[\frac{(22\times10^3)-(2\times50\times10^3)}{(2\times22\times10^3)-(51\times10^3)} \right]$$

$$= 374.42\ \mu S$$

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{(353.43\times10^3)+(374.42\times10^6)}$$

$$= 1.373\ kHz$$



รูปที่ 3.7 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ (Inverting Amplifier)

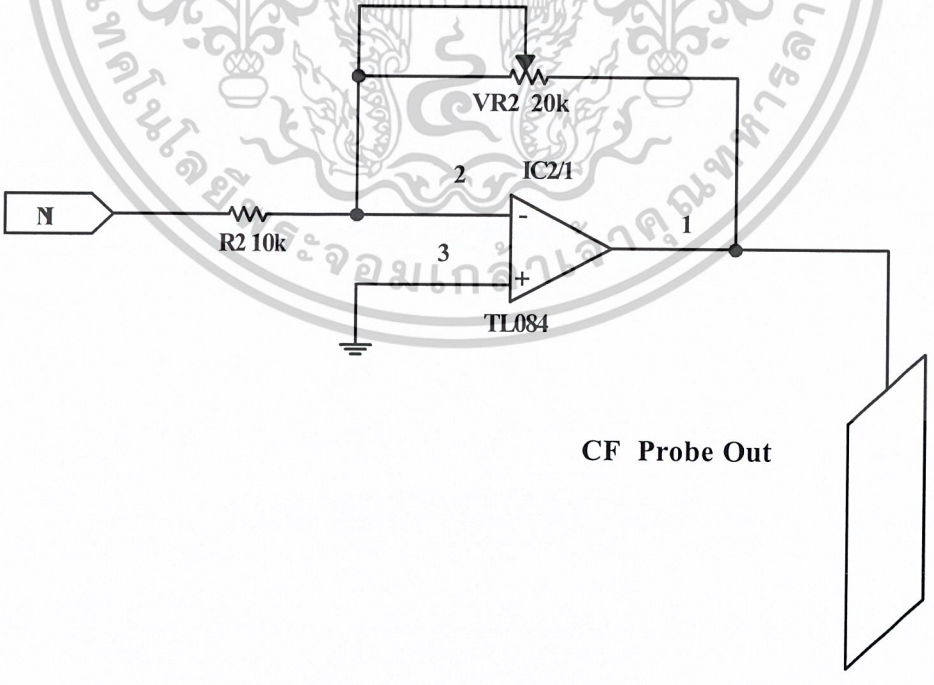
วงจร Inverting Amplifier ชุดนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการส่งสัญญาณออกทางหัวโพรบ (EC Probe) เพื่อนำไปวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย จากเดิมวงจรกำเนิดสัญญาณพัลซ์จะผลิตสัญญาณพัลซ์ออกมาที่ความถี่ 1.373 kHz และมีแรงดัน +15 โวลต์ ซึ่งจะเป็นแรงดันไฟบวก ในการเดินทางของอิเล็กตรอนจะเดินทางในรูปของแรงดันไฟลบ จึงมีการเปลี่ยนสัญญาณจากแรงดันไฟบวกให้อยู่ในรูปของแรงดันไฟลบ คือ –1 โวลต์ เพื่อส่งออกทางด้านหัวโพรบ วงจรนี้จะเป็นการลดทอนสัญญาณลงจาก +15 โวลต์ ให้เหลือ –1 โวลต์

$$GAIN : A_V = \frac{V_{lode}}{e_{in}} = -\frac{1}{15} = -0.15$$

จาก $A_V = -\frac{VR_2}{R_2}$

กำหนดให้ $R_2 = 10\,k\Omega$

$$VR_2 = -A_V R_2$$
$$= -(0.5)(10 \times 10^3)$$
$$= 1.5\,k\Omega$$

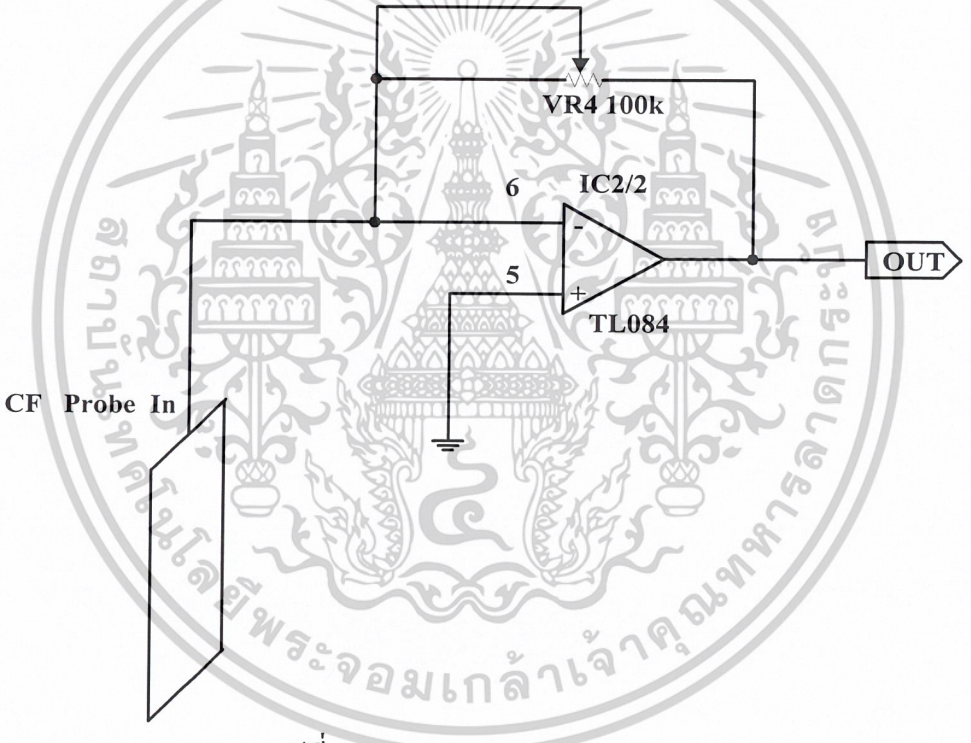


รูปที่ 3.8 วงจร Inverting Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) วงจรแปลงกระแสไฟฟ้าของหัวโพรบ (Current to Voltage Converter)

ในส่วนนี้จะเป็นด้านรับของหัวโพรบ (EC Probe) ที่จะรับกระแสไฟฟ้าที่ถูกส่งออกมาทางด้านหัวส่งผ่านสารละลายออกมา กระแสไฟฟ้าที่ผ่านสารละลายจะมาเข้าที่หัวรับโพรบ จะมีค่ากระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน หากสารละลายมีความเข้มข้นน้อย กระแสไฟฟ้าที่รับได้ก็จะมีค่าน้อยย่านในการเลือกรับกระแสไฟฟ้าก็ขึ้นอยู่กับตัวต้านทาน VR_4 ที่ใช้เป็นเกณฑ์ ในการเลือกจึงใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ เพื่อความเหมาะสม และเป็นการ Calibrate เครื่องวัดด้วย เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการวัด โดยจะทำการปรับที่ค่าความเข้มข้นสูงสุด คือ 50 CF ให้สามารถแปลงกระแสไฟฟ้าออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าได้ 0.5 โวลต์

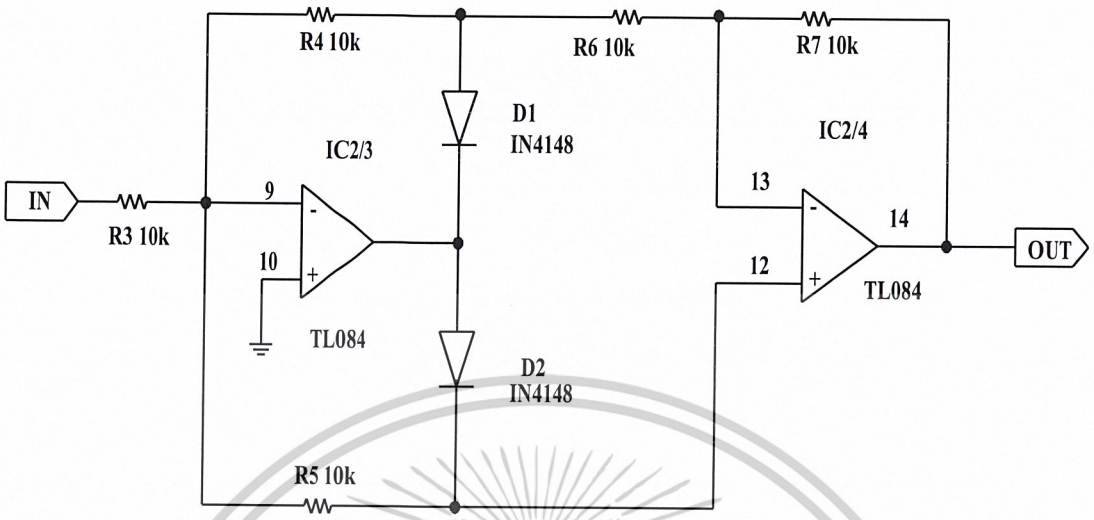


รูปที่ 3.9 วงจร Current to Voltage Converter

4) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full wave Rectifier)

วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นนี้จะมีลักษณะคล้ายกับวงจร Inverting Amplifier ซึ่งจะมีการทำงานที่สลับกันในช่วงของสัญญาณที่เป็นบวกและลบ และมีอัตราขยาย (Gain)มีค่าเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

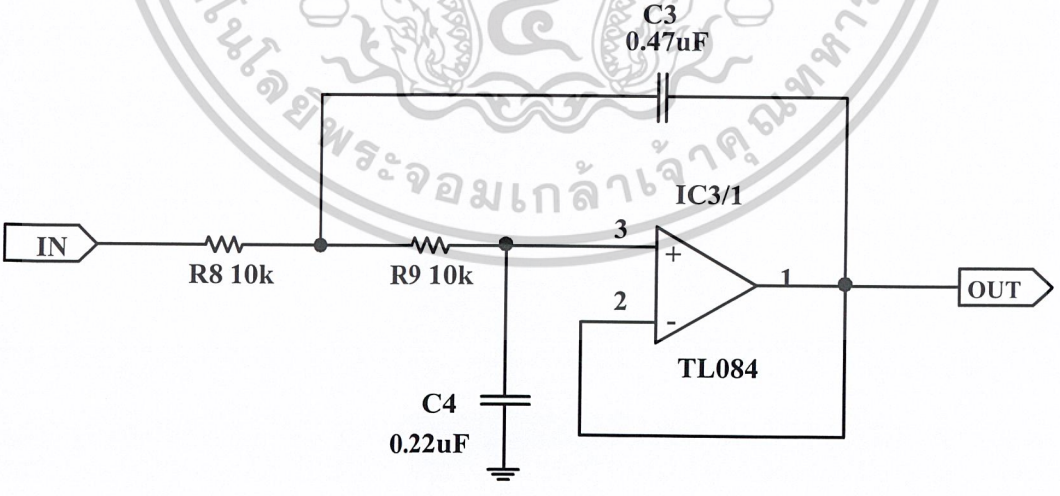


รูปที่ 3.10 วงจร Full Wave Rectifier

5) **วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับสองแบบบัตเตอร์เวิร์ธ**

(Second-order Butterworth Low Pass Filter)

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านอันดับสองแบบบัตเตอร์เวิร์ธ จะใช้วงจรของ Sallkey Unity Gain Filter เพื่อให้อัตราขยายเป็น 1 โดยจะมีค่าความถี่คัทออฟที่ 50 Hz



รูปที่ 3.11 วงจร Second-order Low Pass Filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A_0 = 1$$

$$R_1 = R_2 = R$$

กำหนดให้ $\alpha = 1.414$

$$C_1 = 047\ \mu F$$

จะได้

$$C_2 = \frac{C_1}{4}\alpha^2 = \frac{(0.47 \times 10^6)1.414^2}{4}$$

$$= 0.23\ \mu F$$

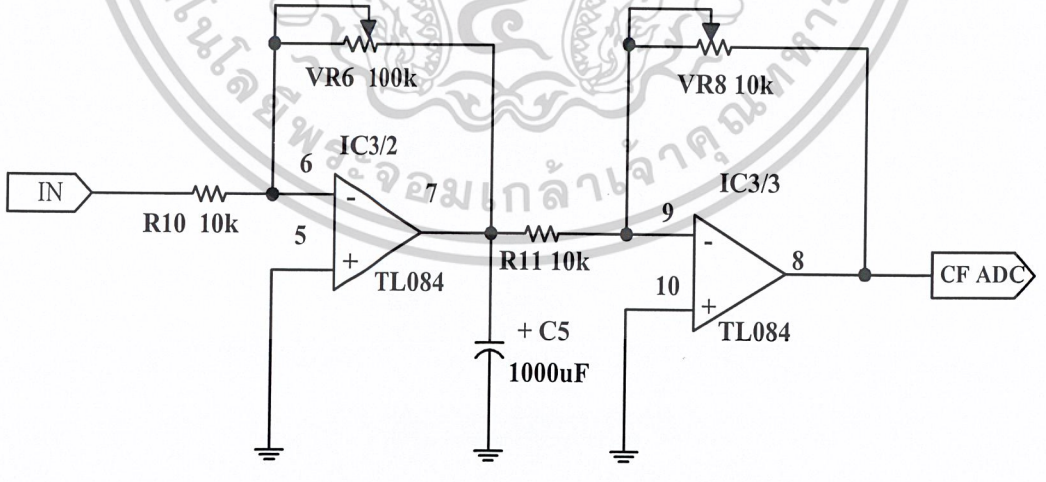
$$R = \frac{1}{2\pi f_0 \sqrt{C_1 C_2}}$$

$$= \frac{1}{2\pi(50)\sqrt{(047 \times 10^{-6})(0.22 \times 10^{-6})}}$$

$$= 9.89\ k\Omega$$

6) วงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ (Inverting Amplifier)

ในชุดนี้จะประกอบด้วยวงจร Inverting Amplifier 2 ชุดด้วยกัน โดยชุดแรกจะทำการขยายสัญญาณขึ้นมาเพียงเล็กน้อยก่อนแล้วจึงมาทำการขยายอีกครั้งหนึ่ง เพื่อทำให้มีความละเอียดมากขึ้น



รูปที่ 3.12 วงจรขยายแบบกลับขั้วสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจร Inverting Amplifier ชุดแรกจะใช้เกณฑ์ในการขยายในย่านต่ำๆ คือ

$$A_V = \frac{0.1}{0.5} = 0.2$$

กำหนดให้ $R_i = 10\,k\Omega$

$$R_f = -A_V R_i$$
$$= 50 \times 1 \times 10^3$$
$$= 2\,k\Omega$$

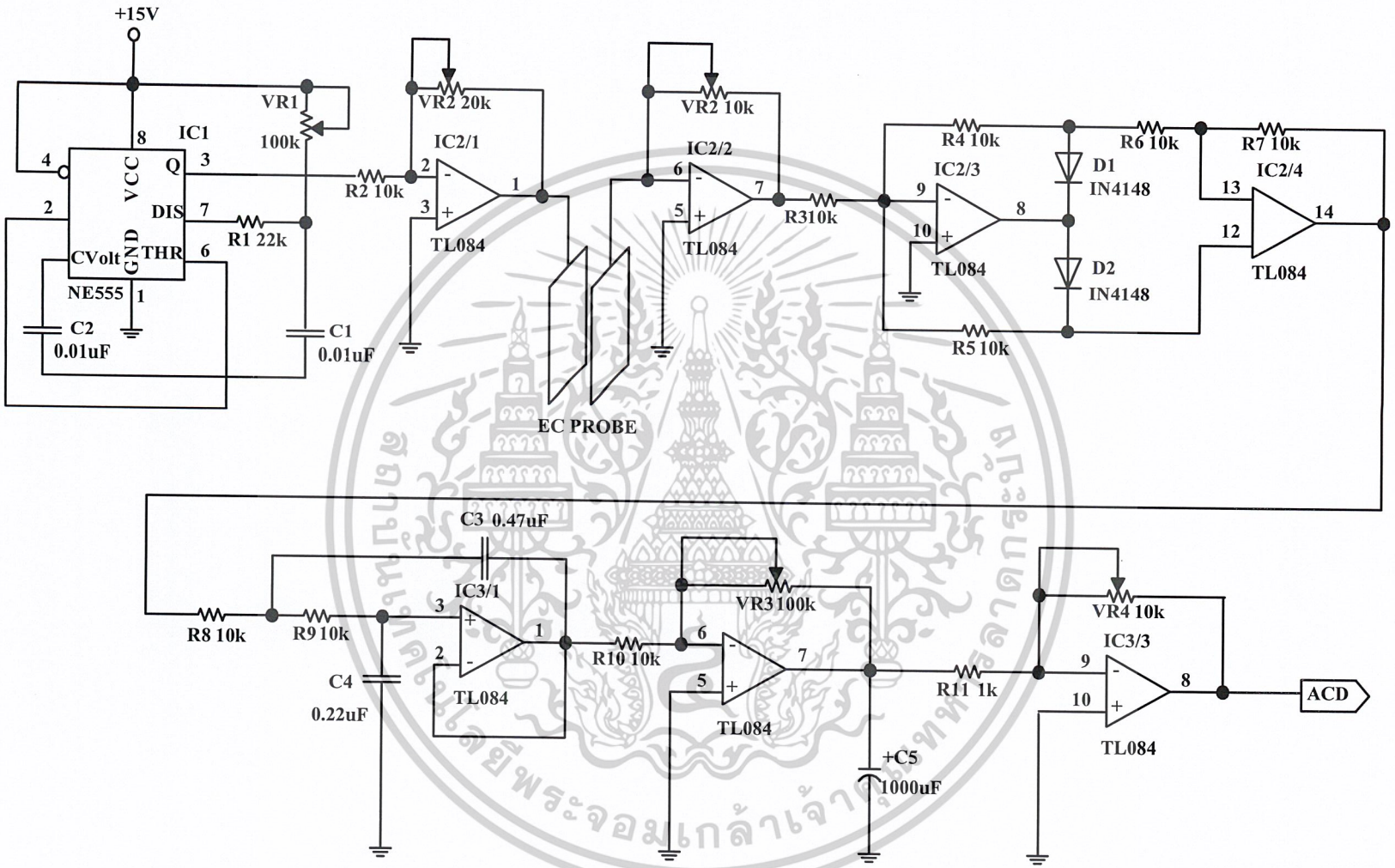
ส่วนวงจร Inverting Amplifier ชุดที่ 2 จะเป็นตัวปรับระดับแรงดันให้ได้ช่วง 0-5 โวลต์ เพื่อปรับให้เข้ากับวงจร ADC

$$A_V = \frac{5}{0.1} = 50$$

กำหนดให้ $R_i = 1\,k\Omega$

$$R_f = 50 \times 1 \times 10^3$$
$$= 50\,k\Omega$$

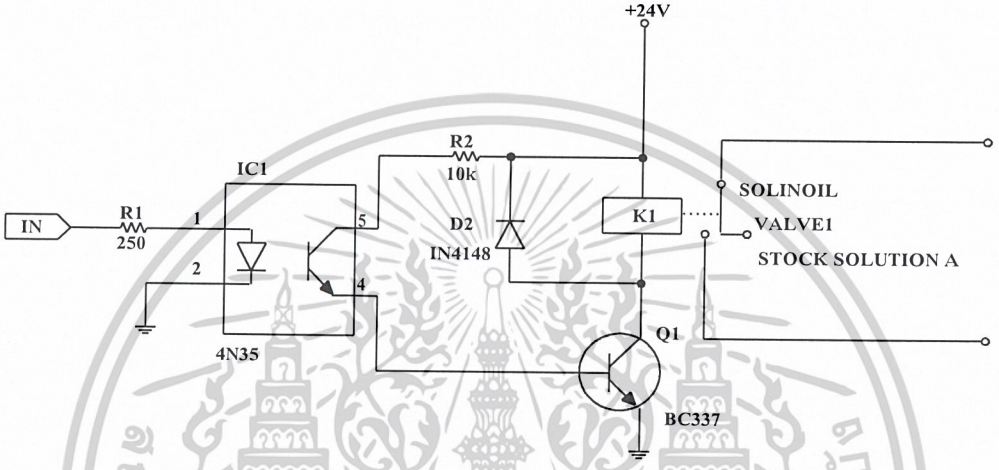
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



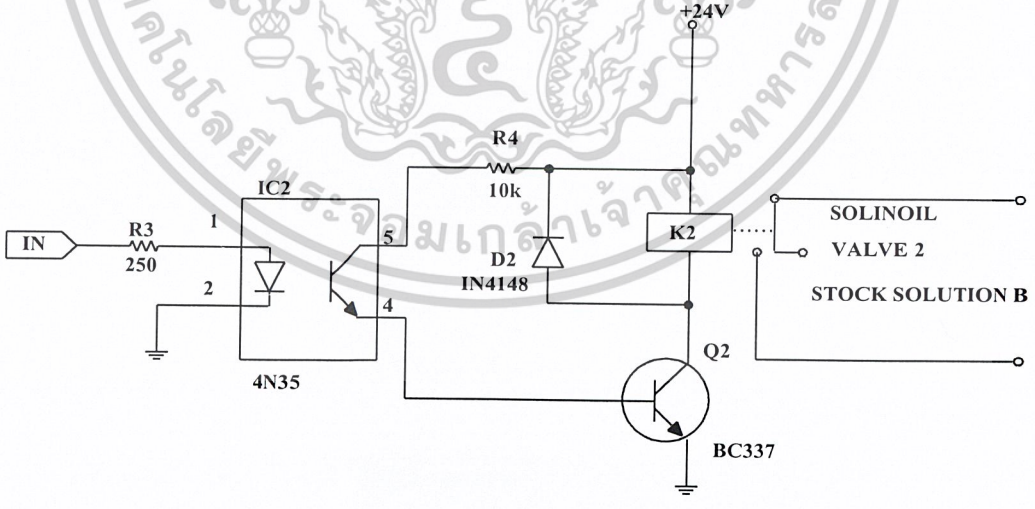
รูปที่ 3.13 วงจรภาควัดค่าความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืช

3.2.3 วงจรภาคขับโซลินอยล์วาล์วและรีเลย์

เป็นวงจรขับโซลินอยล์วาล์ว และรีเลย์ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ซึ่งจะได้รับสัญญาณ ควบคุมมาจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และในส่วนของการกำหนดพอร์ตของโซลินอยล์วาล์วที่ควบคุม ปุ๋ยสูตรA ,ปุ๋ยสูตรB ,กรด และเบส โดยใช้ทรานซิสเตอร์ BC337 กระแสทีใช้ขับรีเลย์



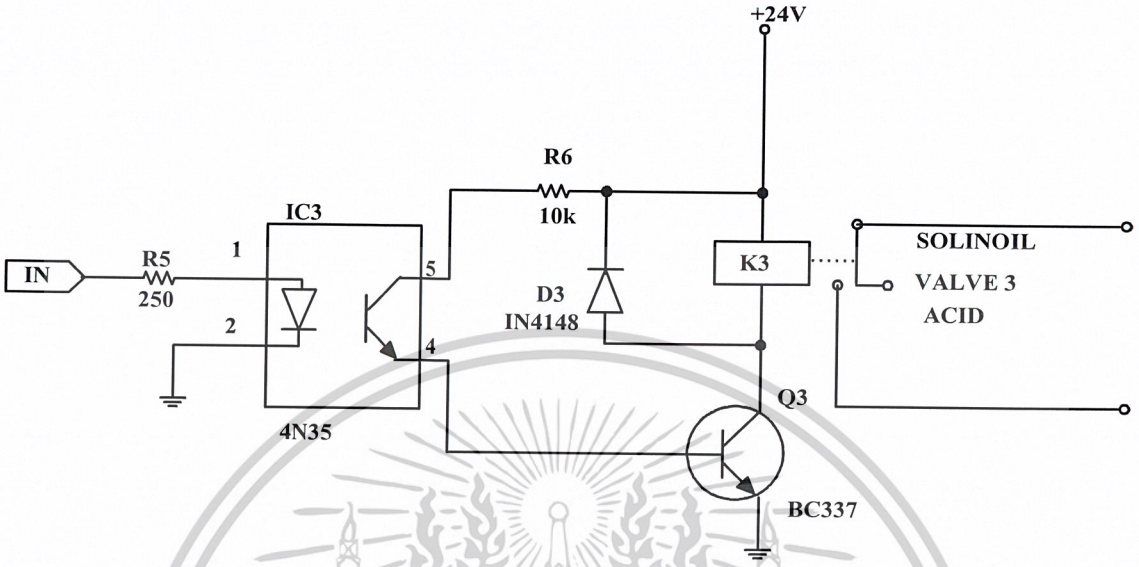
(ก) วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมปุ๋ยสูตร A



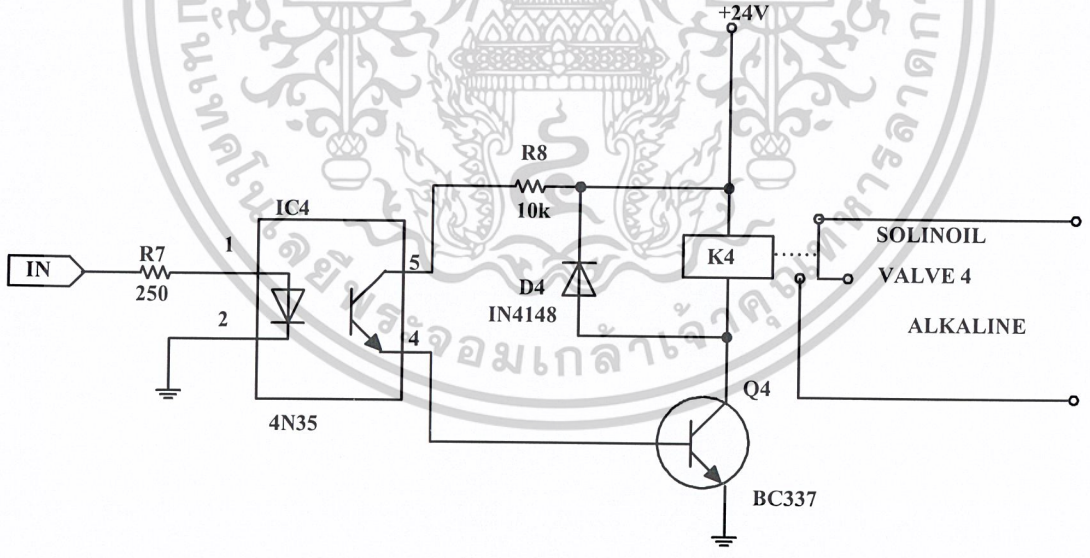
(ข) วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมปุ๋ยสูตร B

รูปที่ 3.14 วงจรขับโซลินอล์ยวาล์วและรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมกรด



(ง) วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมเบส

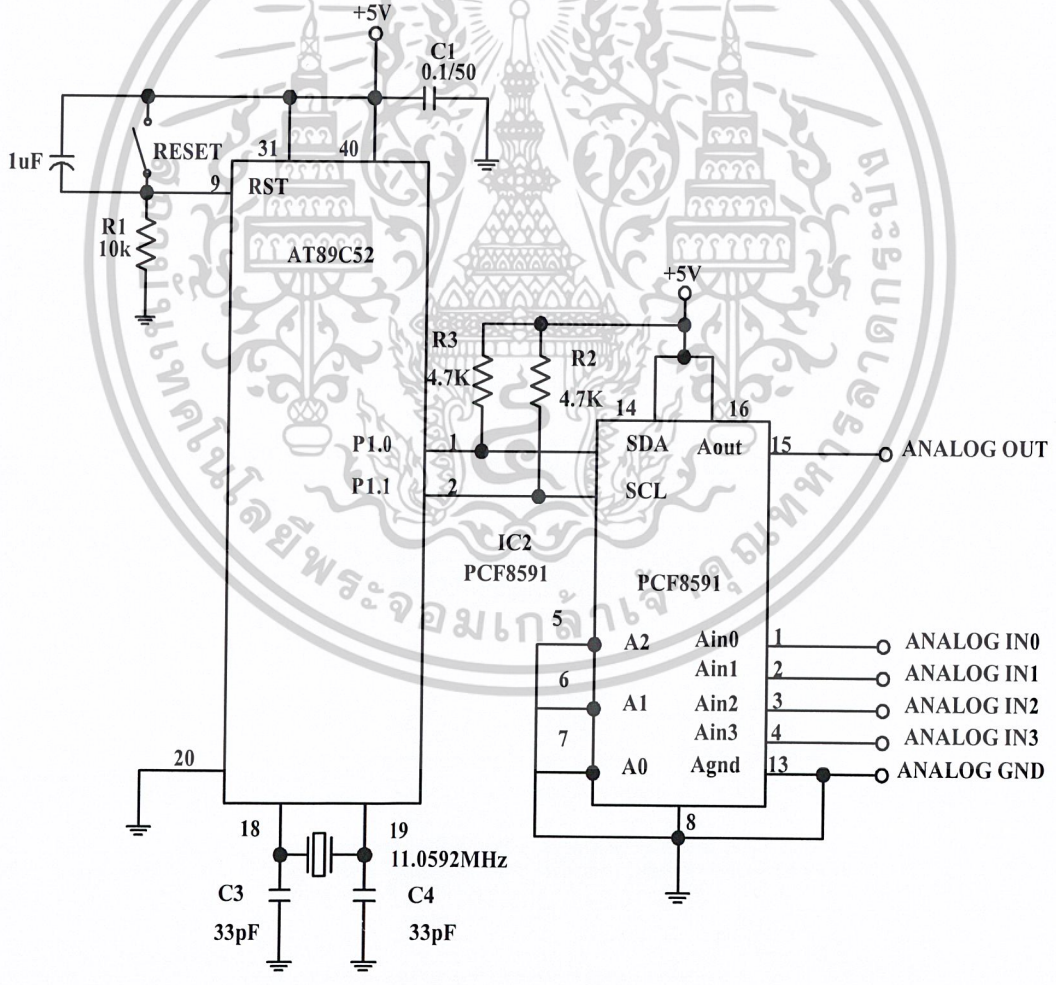
รูปที่ 3.14 **(ต่อ)** วงจรขับโซลินอล์ยวาล์วและรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 วงจรภาคแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

(Analog to Digital Converter)

วงจร ADC จะใช้ไอซีเบอร์ ADC เบอร์ PCF8591โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ I^2C เป็นตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล วงจรนี้จะมีค่าแรงดันที่เป็นแอนะลอกจาก pH meter และ CF meter เข้ามาปรับเปลี่ยนแรงดันนั้นให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต ดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 ซึ่งค่าจาก pH meter จะแยกออกจากกัน เป็น 2 อินพุต ซึ่งไอซีเบอร์นี้สามารถรับอินพุตได้ถึง 8 อินพุต แต่ที่ใช้ในที่นี้จะใช้อินพุต In-2 รับค่าแรงดันของ CF meter และ In-3 รับค่าแรงดันของ pH meter โดยจะมีการเลือกรับอินพุตได้ ซึ่งสามารถกำหนดจากการเลือกที่ PORT 1 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ที่ PC0 และ PC1

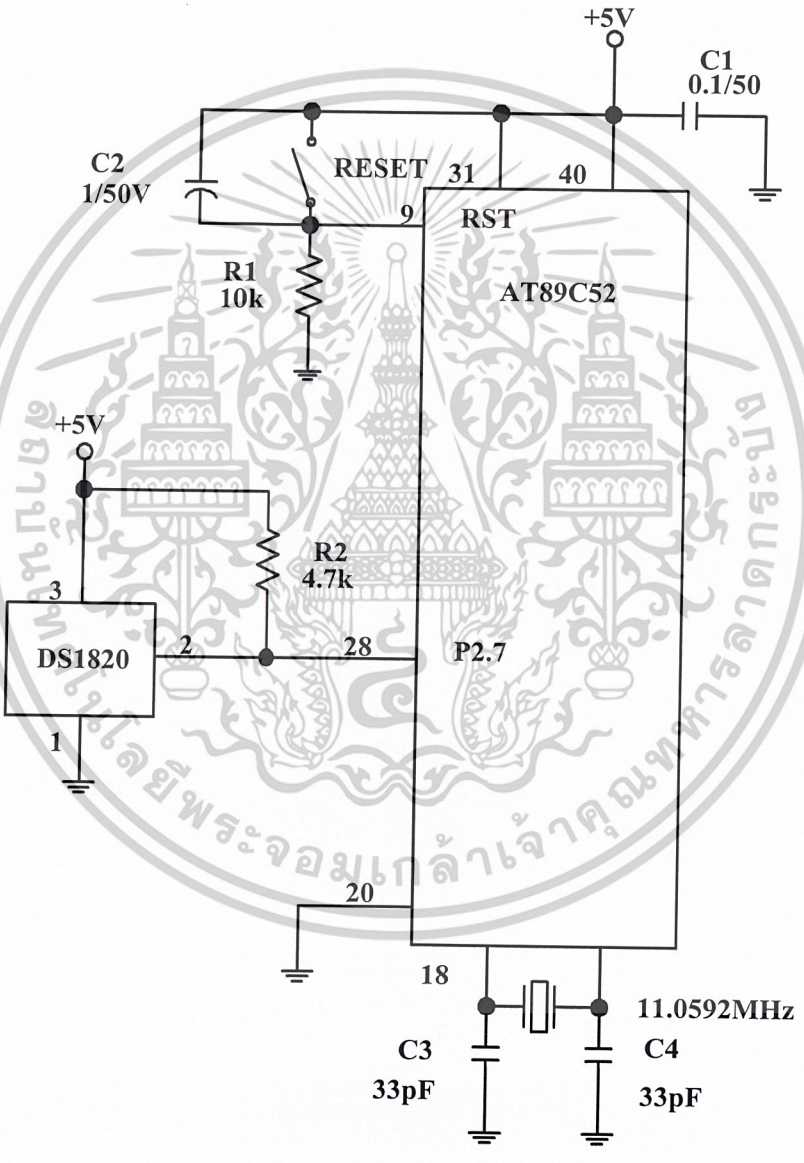


รูปที่ 3.15 วงจร Analog to digital Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 วงจรภาควัดค่าอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช

ในวงจรนี้จะใช้ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820 เป็นตัวจับอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช ดังแสดงดังรูป ในการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เราจะใช้ขาพอร์ตเพียง 1 ขาเท่านั้นสำหรับการเชื่อมต่อกับ DS1820 โดยต้องมีตัวต้านทานค่า 4.7 kΩ ต่อกับพูลอัปกับไฟเลี้ยง +5V โดยจะใช้แบบการติดต่อมาตรฐานระบบบัสหนึ่งสายของดัลลัส ดังแสดงในรูปที่ 3.16

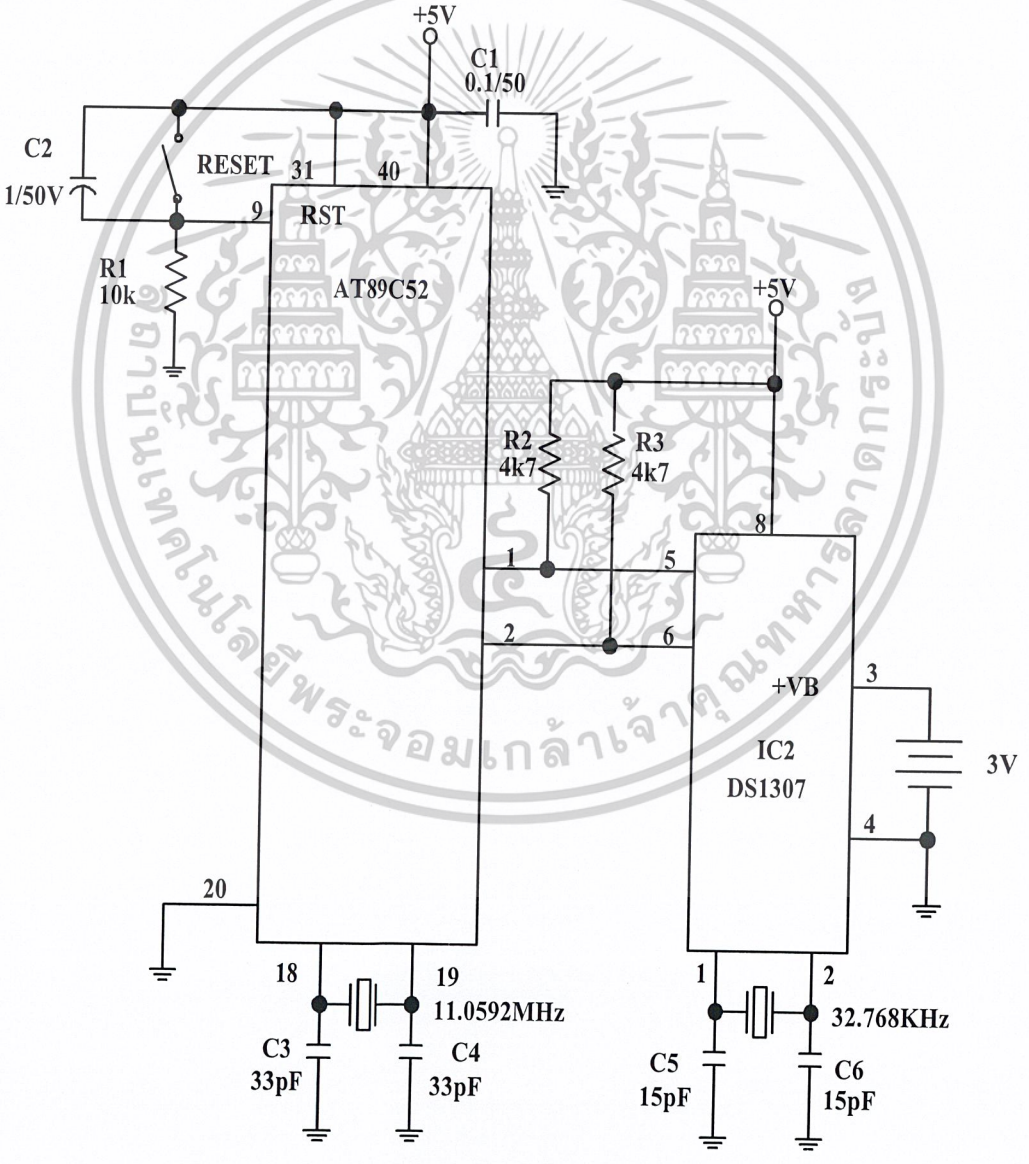


รูปที่ 3.16 วงจรภาควัดค่าอุณหภูมิของสารละลายธาตุอาหารพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 วงจรภาคแสดง วัน และเวลาการทำงาน

วงจรภาคแสดงวันและเวลา วงจรนี้จะใช้ไอซี.เบอร์ DS1307 ซึ่งจะทำการสร้างฐานเวลาให้แก่ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเวลาทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นค่าของเวลาที่ละเอียดถึงหลักวินาที จากรูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อจะเห็นได้ว่ามีลักษณะการต่อเหมือนกับอุปกรณ์บนระบบบัส I^2C โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น ในการต่อใช้งานไอซีเบอร์ DS-1307 จำเป็นต้องต่อแบตเตอรี่ไว้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะใช้งานหรือไม่ เพื่อรักษาการทำงานของวงจรภายใน DS-1307 ให้ยังคงทำงานต่อเนื่องไป ดังแสดงในรูปที่ 3.17

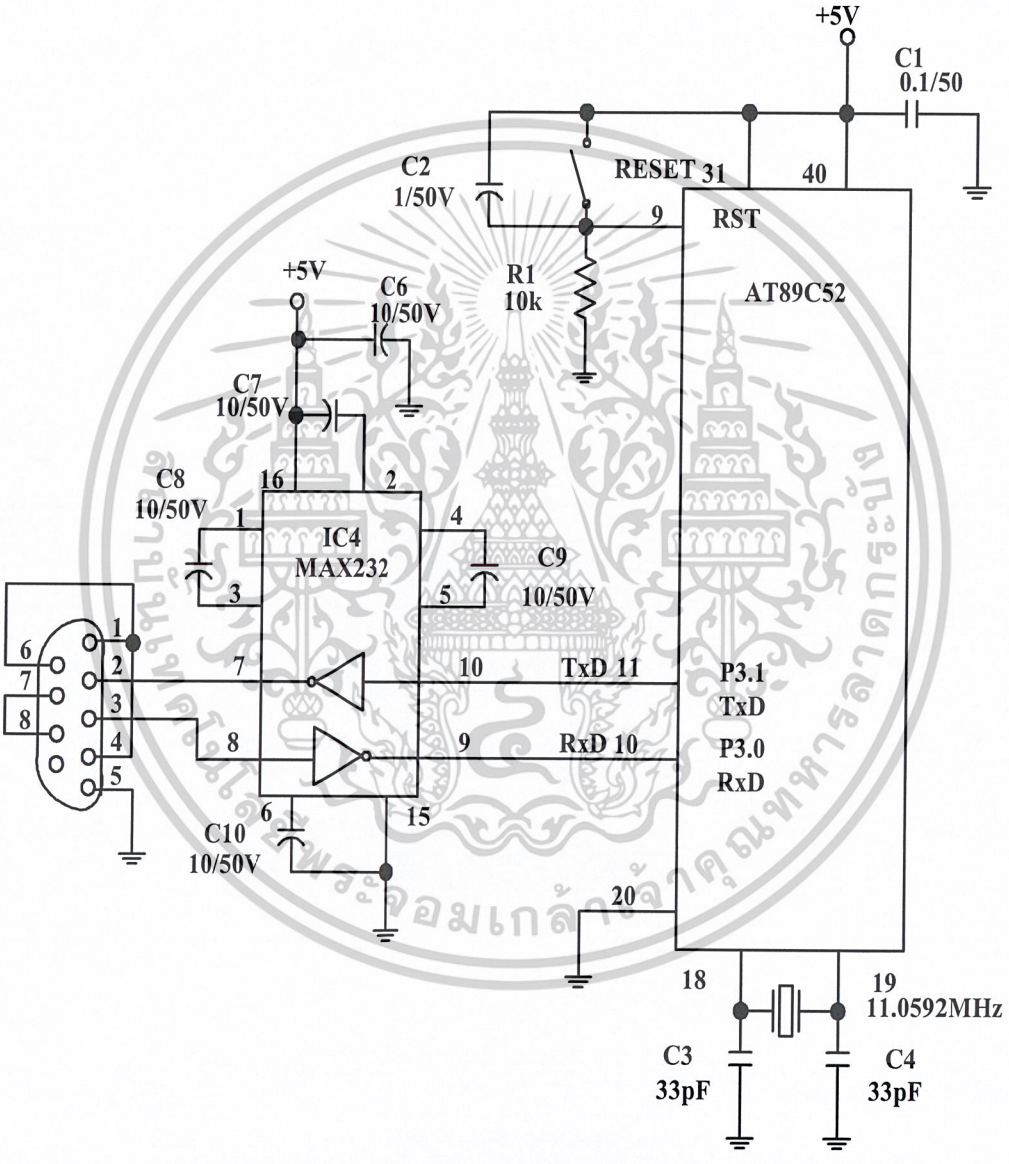


รูปที่ 3.17 วงจรภาคแสดงวัน เวลาทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7 วงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

วงจรนี้จะใช้ไอซี.เบอร์ MAX232 ซึ่งเป็นไอซี.สำเร็จรูปทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 โดยอินพุตของ AT89C52 จะเป็นพอร์ต P3.1 และ P3.2 ดังรูปที่ 3.18

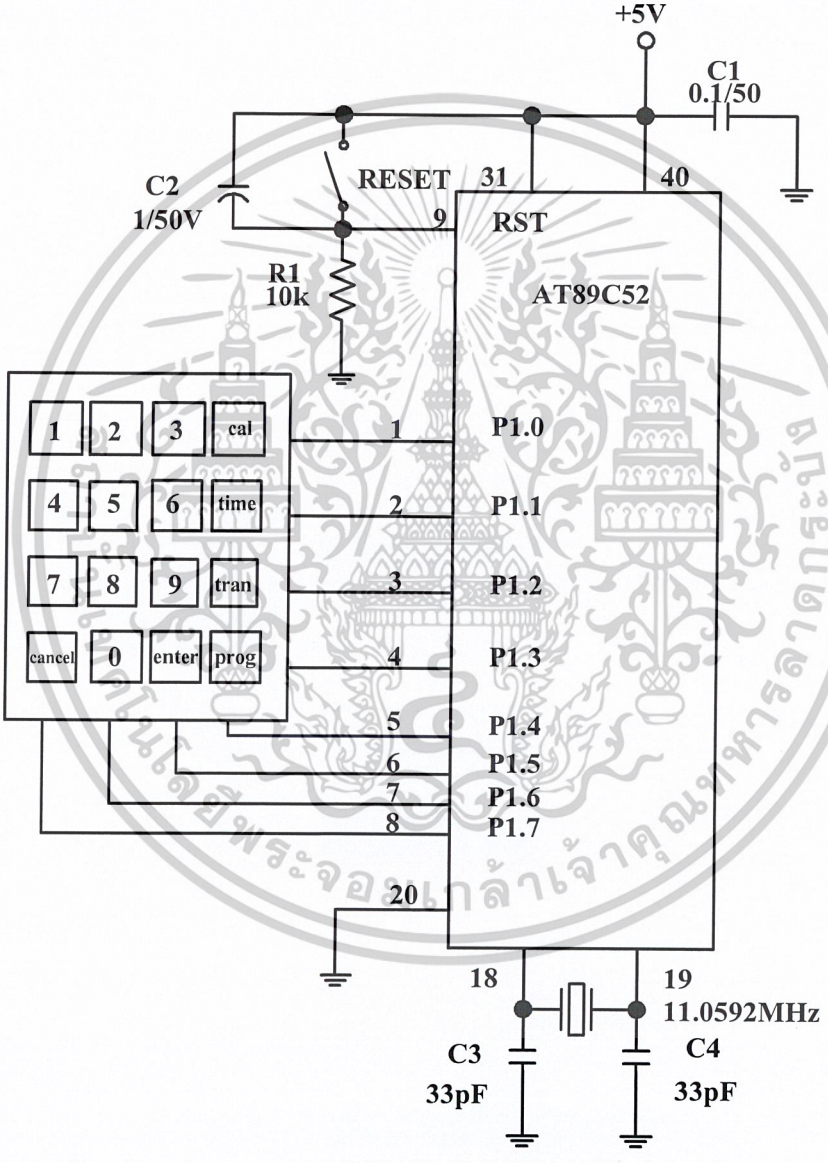


รูปที่ 3.18 วงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 วงจรภาคคีย์สวิตช์ (Key Switch)

วงจรนี้จะใช้ให้ได้เป็นรหัสขนาด 4 บิต เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งจะต่อเข้าที่พอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 โดยตรง โดยใช้พอร์ตอินพุต P1.0, P1.1, P1.2 P1.3, P1.4, P1.5, P1.6, P1.7 ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 วงจรภาคคีย์สวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.9 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

ภาคแหล่งจ่ายไฟจะประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟจำนวน 3 ชุด คือ แหล่งจ่ายไฟ +24 โวลต์, $\pm$ 15 โวลต์ และแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ เพื่อจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรภาคต่างๆ ในโครงงานนี้

1) วงจรแหล่งจ่ายไฟ +24 โวลต์

แหล่งจ่ายไฟชุดนี้จะจ่ายแรงดันไฟฟ้า + 24 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 500 มิลลิแอมป์ ซึ่งจะเป็นไฟเลี้ยงให้แก่วงจรขับรีเลย์และโซลินอยล์วาล์ว

2) วงจรแหล่งจ่ายไฟ $\pm$ 15 โวลต์

แหล่งจ่ายไฟชุดนี้จะจ่ายแรงดันไฟฟ้า $\pm$ 15 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 1.5 แอมป์ ซึ่งจะเป็นไฟเลี้ยงให้แก่วงจรเครื่องวัด pH และเรื่องวัดค่าความเข้มของสารละลาย

3) วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดัน +5 โวลต์

แหล่งจ่ายไฟชุดนี้จะจ่ายแรงดันไฟฟ้า +5 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 1.5 แอมป์ ซึ่งจะเป็นไฟเลี้ยงให้แก่วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรคีย์สวิทช์ วงจรแสดงผล บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังแสดงในรูปที่ 3.20

3.3 การออกแบบโปรแกรม

ขั้นตอนของการออกแบบโปรแกรมของโครงงานนี้ จะเริ่มจากการเขียนโฟล์วชาร์ตของโปรแกรมที่ต้องการ โดยจะมีขั้นตอนการเขียน จะเริ่มจากโปรแกรมหลักที่เป็นแกนหลักจากนั้นก็จะแบ่งโปรแกรมออกเป็นการทำงานของแต่ละส่วน แยกกันทำงาน

3.4 การออกแบบโครงสร้างส่วนเพาะปลูก

ในส่วนของโครงสร้างส่วนเพาะปลูก จะเป็นส่วนที่ใช้สำหรับปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์ ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้ชุดของส่วนเพาะปลูกที่มีขนาดเล็กในการเพาะปลูกประกอบด้วยส่วนต่างๆ

โครงสร้างหลักของส่วนเพาะปลูกจะประกอบด้วย

1) รางปลูก ขนาด 8 หลุม ยาว 2 เมตร จำนวน 4 ราง

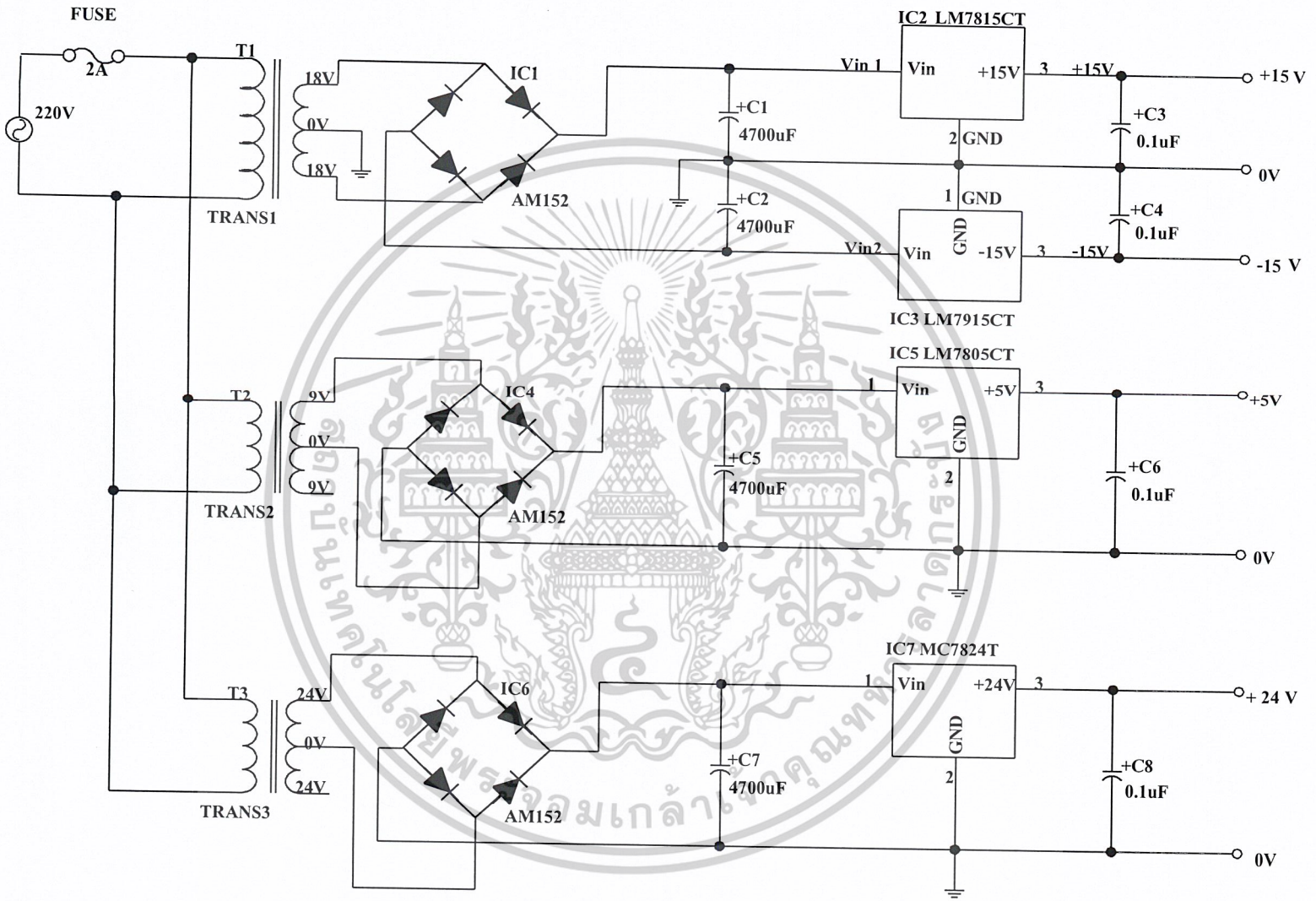
2) รางรวบรวมน้ำ ยาว 1 เมตร จำนวน 1 ราง

3) ท่อนอลูมิเนียมแนวหัวราง ขนาด 1 นิ้ว ยาว 1 เมตร จำนวน 2 ท่อน

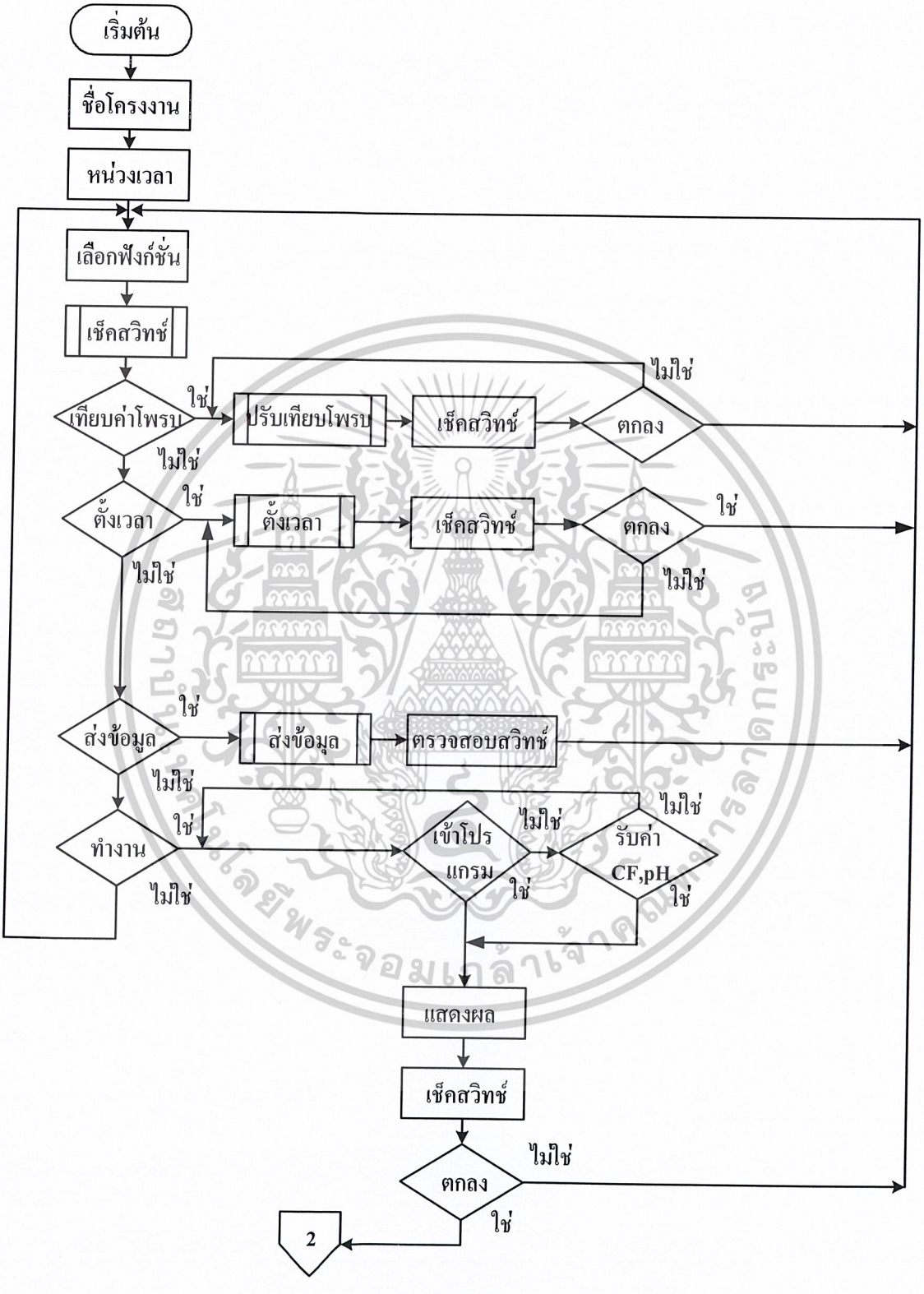
4) ท่อนอลูมิเนียมแนวตามยาวราง ขนาด 1 นิ้ว ยาว 1 เมตร จำนวน 2 ท่อน

5) สายรัดราง จำนวน 8 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

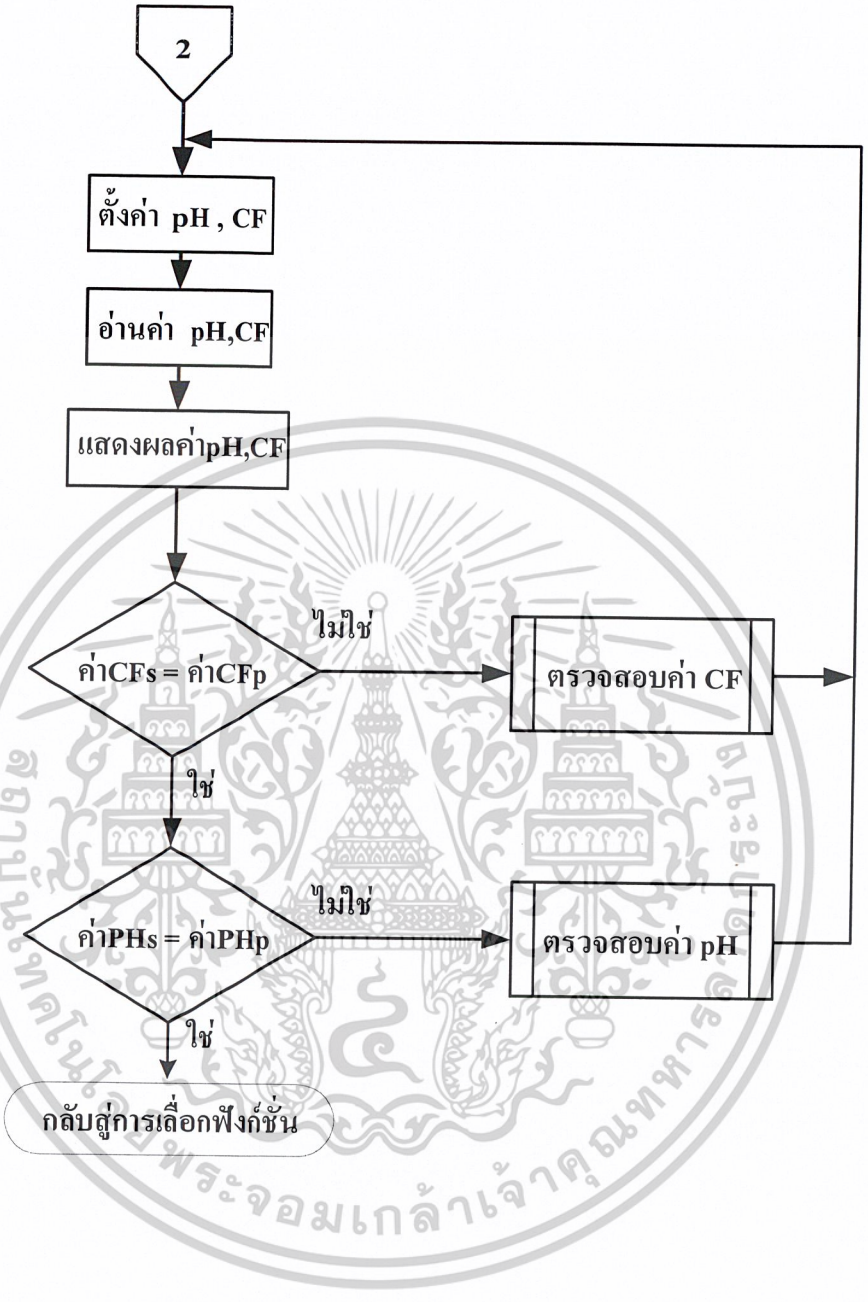


รูปที่ 3.20 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ



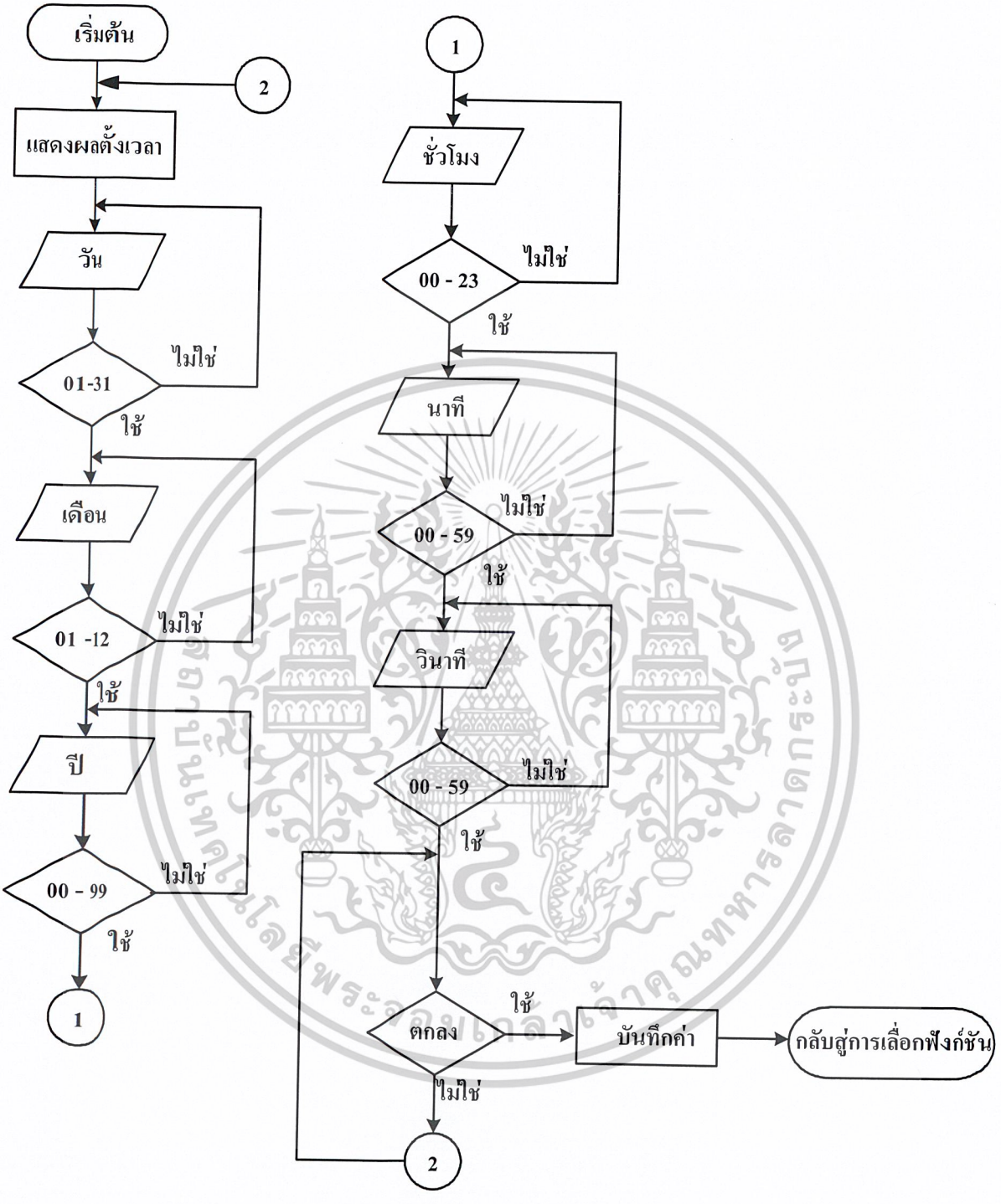
รูปที่ 3.21 ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



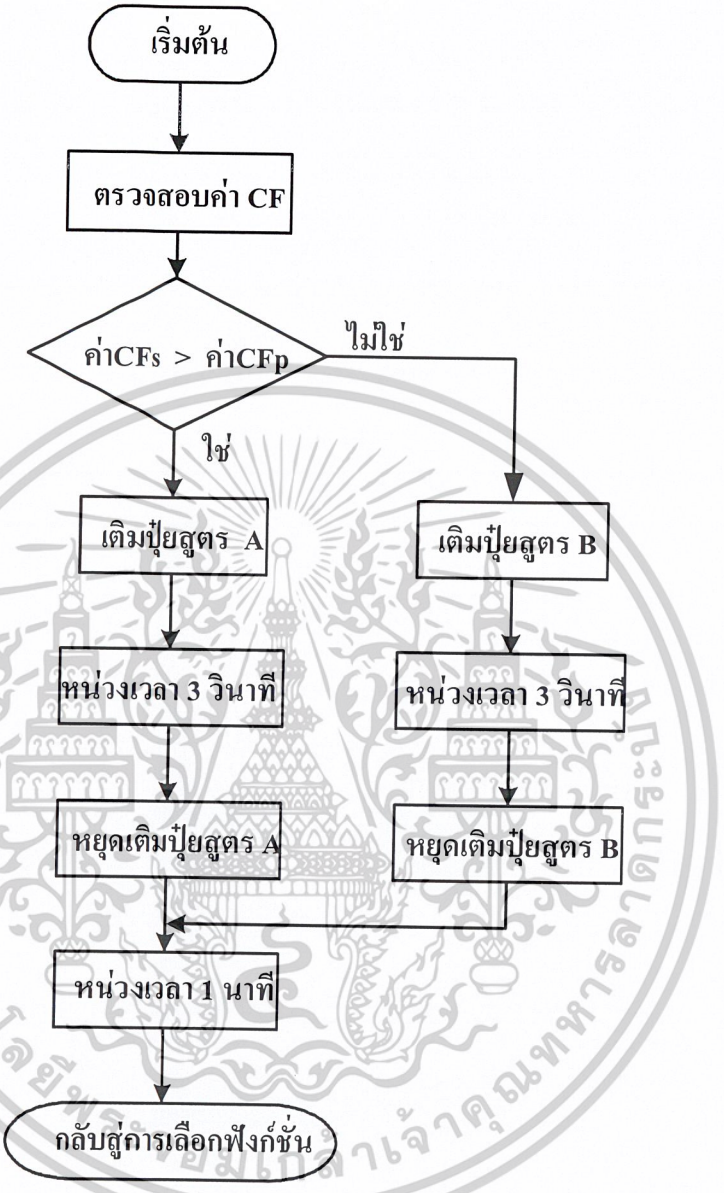
รูปที่ 3.21 (ต่อ) ผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



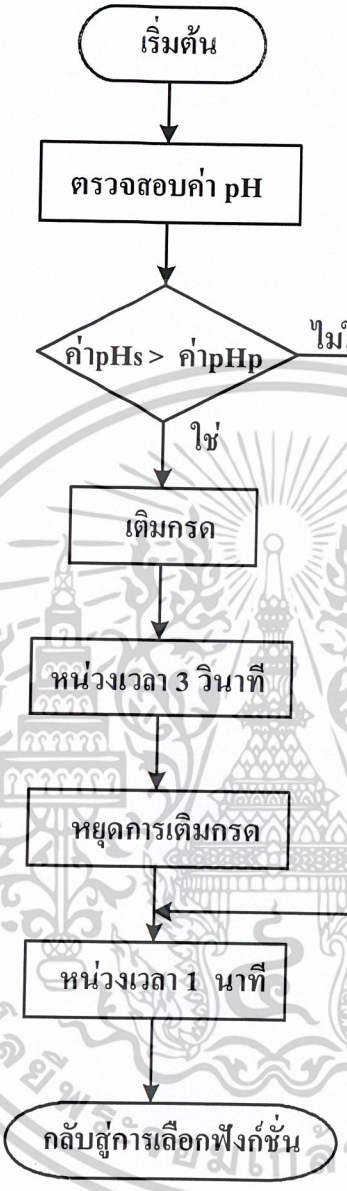
รูปที่ 3.22 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยของการตั้งเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



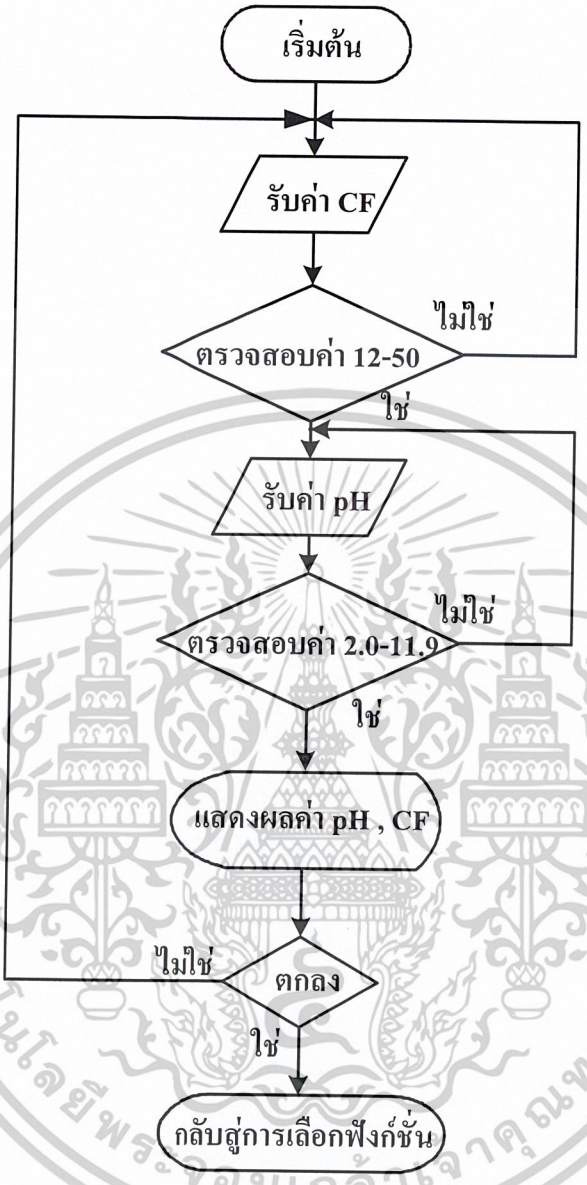
รูปที่ 3.23 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยของการตรวจสอบค่า CF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



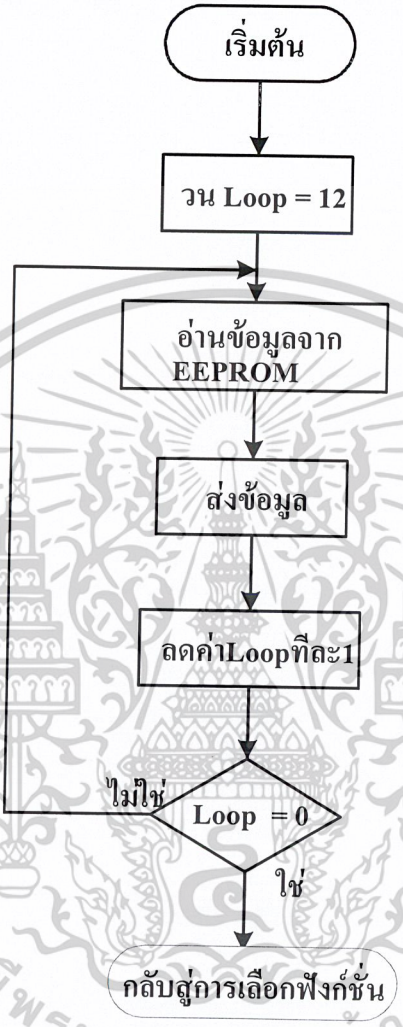
รูปที่ 3.24 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยของการตรวจสอบค่า pH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยของการปรับเทียบโพรบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.26 ผังการทำงานโปรแกรมย่อยของการส่งถ่ายข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองของวงจรภาควัดค่า pH

จากรูปที่ 4.1 วงจรวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย สามารถแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุตที่วัดได้จาก pH Probe แต่ละภาคได้ดังนี้

จ่ายแรงดันที่ด้านบวกให้วงจรผลที่ได้มีดังนี้

พิจารณาจ่ายแรงดันไฟฟ้า 290 mV เข้าไปยังภาคแรกของวงจร แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด A ได้แรงดันขยายเท่ากับ 2.823 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคแรก 2.823 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สอง แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด B ได้แรงดันขยายเท่ากับ 2.823 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สอง 2.823 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สาม แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด C ได้แรงดันขยายเท่ากับ -2.40 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สาม –2.40 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สี่ แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด D ได้แรงดันขยายเท่ากับ 0 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สี่ 0 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่ห้า แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด E ได้แรงดันขยายเท่ากับ 0 V

จ่ายแรงดันที่ด้านลบให้วงจรผลที่ได้มีดังนี้

พิจารณาจ่ายแรงดันไฟฟ้า -290 mV เข้าไปยังภาคแรกของวงจร แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด A ได้แรงดันขยายเท่ากับ –2.823 V

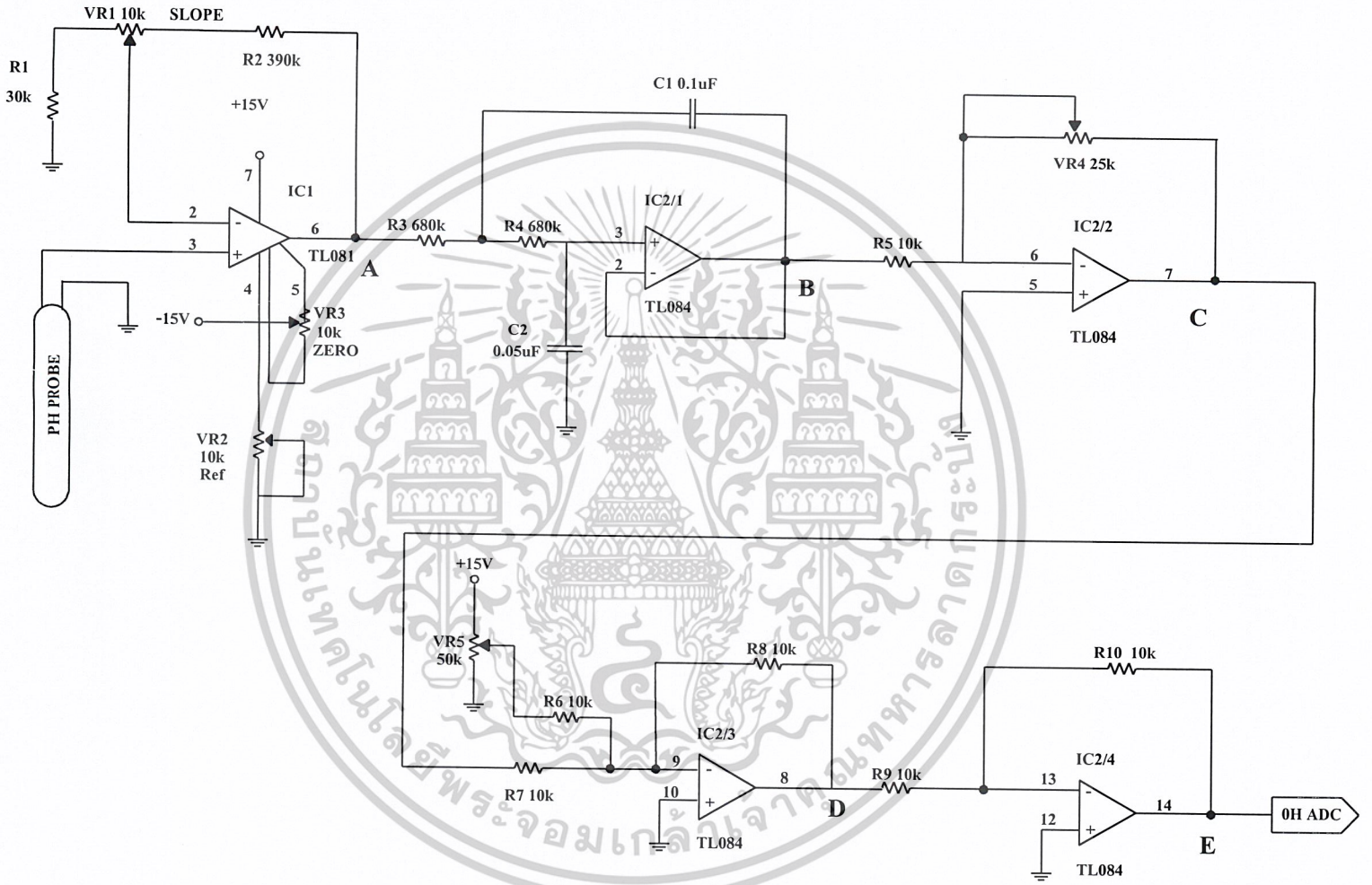
จากแรงดันเอาต์พุตในภาคแรก -2.823 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สอง แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด B ได้แรงดันขยายเท่ากับ -2.72 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สอง –2.72 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สาม แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด C ได้แรงดันขยายเท่ากับ 2.091 V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สาม 2.091 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่สี่ แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด D ได้แรงดันขยายเท่ากับ -4.5V

จากแรงดันเอาต์พุตในภาคที่สี่ –4.5 V เข้ามายังวงจรขยายภาคที่ห้า แล้วอ่านค่าเอาต์พุตที่จุด E ได้แรงดันขยายเท่ากับ 4.5 V

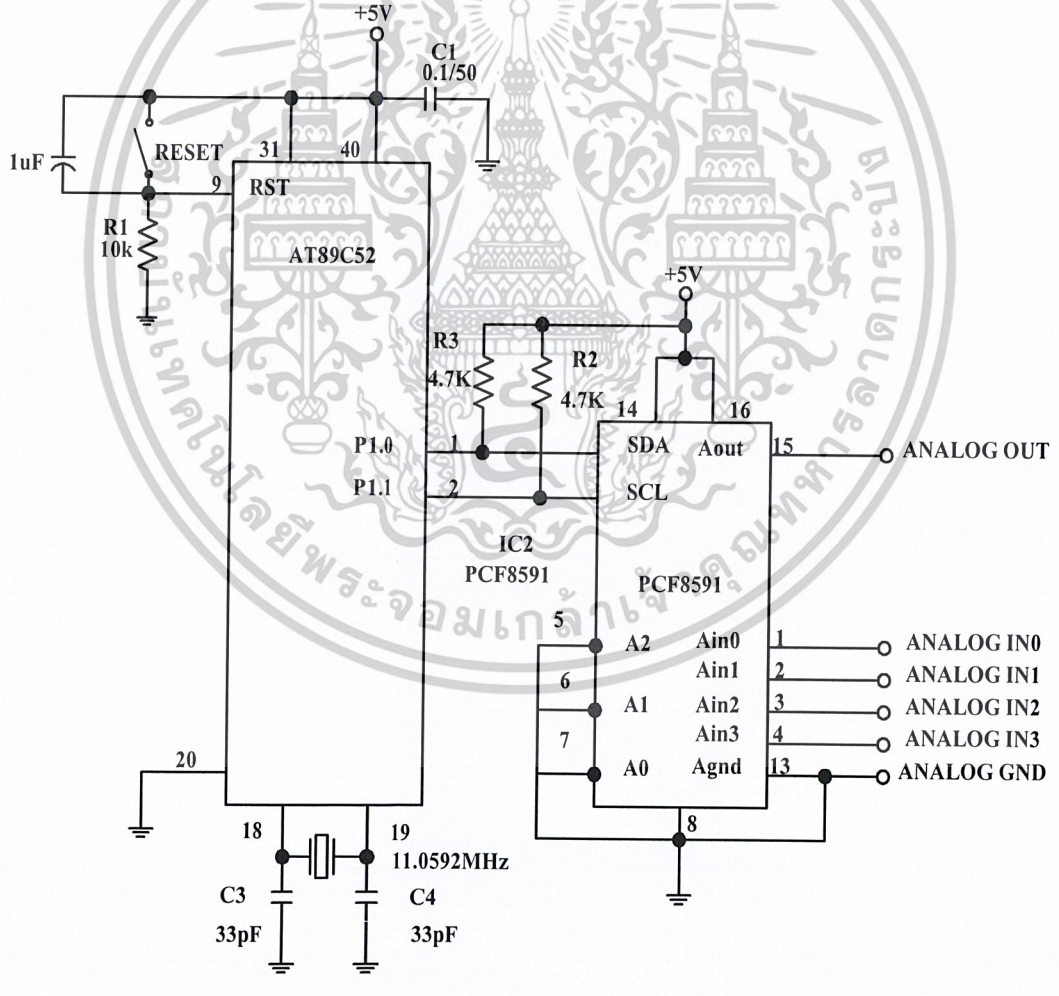
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

4.2 ผลการทดลองของวงจรภาคแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter)

วงจร ADC จะใช้ไอซีเบอร์ ADC เบอร์ PCF8591โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ I^2C เป็นตัวแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล วงจรนี้จะมีค่าแรงดันที่เป็นแอนะลอกจาก pH meter และ CF meter เข้ามาปรับเปลี่ยนแรงดันนั้นให้เป็นสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิต ดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 ซึ่งค่าจาก pH meter จะแยกออกจากกัน เป็น 2 อินพุต ซึ่งไอซีเบอร์นี้สามารถรับอินพุตได้ถึง 8 อินพุต แต่ที่ใช้ในที่นี้จะใช้อินพุต In-2 รับค่าแรงดันของ CF meter และ In-3 รับค่าแรงดันของ pH meter โดยจะมีการเลือกรับอินพุตได้ ซึ่งสามารถกำหนดจากการเลือกที่ PORT 1 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ที่ PC0 และ PC1



รูปที่ 4.2 วงจร Analog to digital Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าแรงดันอินพุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ค่า pH ต่างๆ

pH	Voltage (V)	Data (Hex)
2.0	0	00
2.1	0.05	02
2.2	0.1	05
2.3	0.15	07
2.4	0.2	0A
2.5	0.25	0C
2.6	0.3	0F
2.7	0.35	11
2.8	0.4	14
2.9	0.45	16
3.0	0.5	19
3.1	0.55	1C
3.2	0.6	1E
3.3	0.65	21
3.4	0.7	23
3.5	0.75	26
3.6	0.8	28
3.7	0.85	2B
3.8	0.9	2D
3.9	0.95	30
4.0	1.0	33
4.1	1.05	35
4.2	1.1	38
4.3	1.15	3A
4.4	1.2	3D

PH	Voltage (V)	Data (Hex)
4.5	1.25	3F
4.6	1.3	42
4.7	1.35	44
4.8	1.4	47
4.9	1.45	49
5.0	1.5	4C
5.1	1.55	4E
5.2	1.6	91
5.3	1.65	93
5.4	1.7	96
5.5	1.75	99
5.6	1.8	9B
5.7	1.85	9E
5.8	1.9	A0
5.9	1.95	A3
6.0	2.0	A5
6.1	2.05	A8
6.2	2.1	AA
6.3	2.15	AD
6.4	2.2	AF
6.5	2.25	B2
6.6	2.3	B5
6.7	2.35	B7
6.8	2.4	BA
6.9	2.45	BC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าแรงดันอินพุตของวงจร Analog to Digital ที่ค่า pH ต่าง ๆ

pH	Voltage (V)	Data (Hex)
7.0	2.5	7F
7.1	2.55	82
7.2	2.65	84
7.3	2.65	87
7.4	2.7	89
7.5	2.75	8C
7.6	2.8	8E
7.7	2.85	91
7.8	2.9	93
7.9	2.95	96
8.0	3.0	99
8.1	3.05	9B
8.2	3.1	A0
8.3	3.15	A3
8.4	3.2	A5
8.5	3.25	A8
8.6	3.3	AA
8.7	3.35	AD
8.8	3.4	AF
8.9	3.45	B2
9.0	3.5	B5
9.1	3.55	B7
9.2	3.6	BA
9.3	3.65	BC
9.4	3.7	BF
9.5	3.75	C1

PH	Voltage (V)	Data (Hex)
9.6	3.8	C1
9.7	3.85	C4
9.8	3.9	C6
9.9	3.95	C9
10.0	4.0	CC
10.1	4.05	CE
10.2	4.1	D1
10.3	4.15	D3
10.4	4.2	D6
10.5	4.25	D8
10.6	4.3	DB
10.7	4.35	DD
10.8	4.4	E0
10.9	4.45	E2
11.0	4.5	E5
11.1	4.55	E8
11.2	4.6	EA
11.3	4.65	ED
11.4	4.7	EF
11.5	4.75	F2
11.6	4.8	F4
11.7	4.85	F7
11.8	4.9	F9
11.9	4.95	FC
12.0	5.0	FF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าแรงดันอินพุตกับค่าดิจิตอลเอาต์พุตของวงจรแปลงสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอลที่ค่า CF ต่าง ๆ

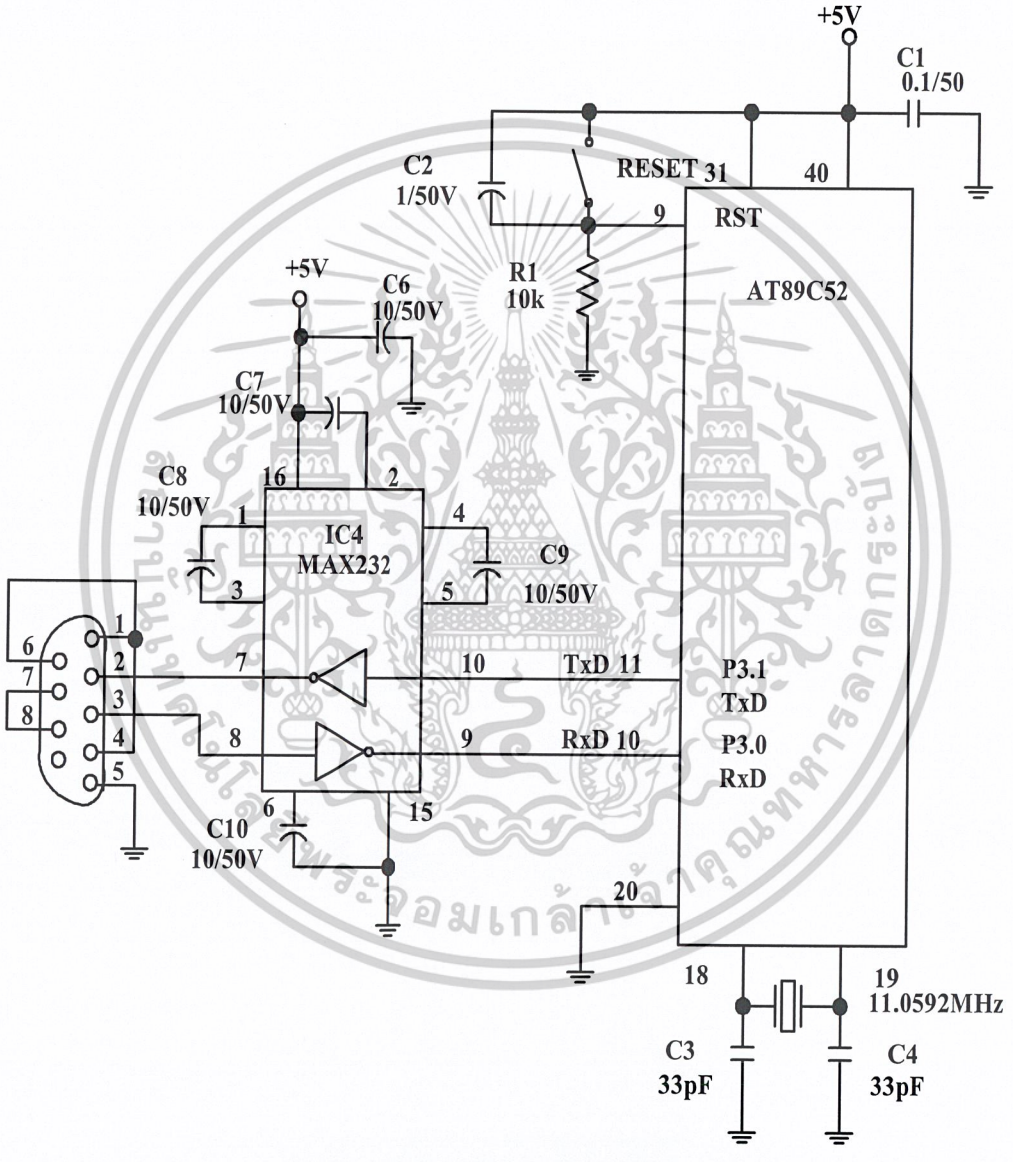
ค่า CF	Voltage (V)	Data (Hex)
0	0	00
1	0.1	05
2	0.2	0A
3	0.3	0F
4	0.4	14
5	0.5	19
6	0.6	1E
7	0.7	23
8	0.8	28
9	0.9	2D
10	1.0	33
11	1.1	38
12	1.2	3D
13	1.3	42
14	1.4	47
15	1.5	4C
16	1.6	51
17	1.7	56
18	1.8	5B
19	1.9	60
20	2.0	66
21	2.1	6B
22	2.2	70
23	2.3	75
24	2.4	7A

ค่า CF	Voltage (V)	Data (Hex)
25	2.5	7F
26	2.6	84
27	2.7	89
28	2.8	8E
29	2.9	93
30	3.0	99
31	3.1	9E
32	3.2	A3
33	3.3	A8
34	3.4	AD
35	3.5	B2
36	3.6	B7
37	3.7	BC
38	3.8	C1
39	3.9	C6
40	4.0	CC
41	4.1	D1
42	4.2	D6
43	4.3	DB
44	4.4	E0
45	4.5	E5
46	4.6	EA
47	4.7	EF
48	4.8	F4
49	4.9	F9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

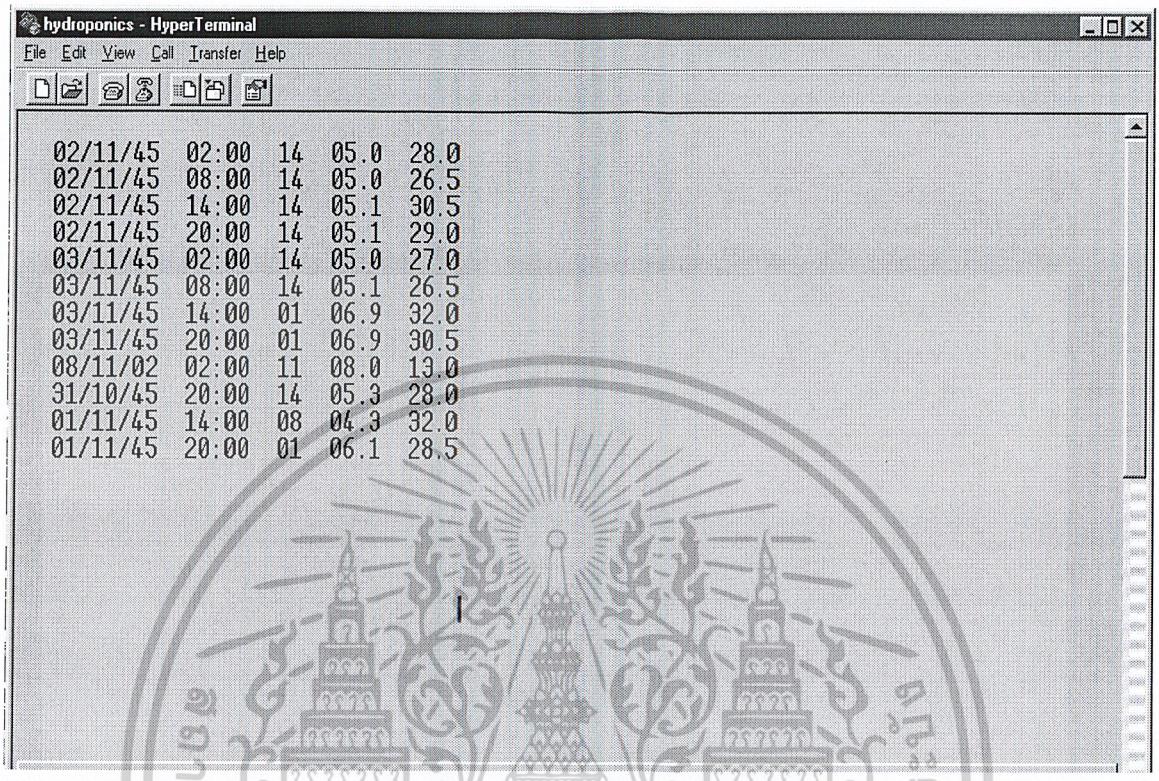
4.3 ผลการทดลองของวงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

วงจรนี้จะใช้ไอซี.เบอร์ MAX232 ซึ่งเป็นไอซี.สำเร็จรูปทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารและส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 โดยอินพุตของ AT89C52 จะเป็นพอร์ต P3.1 และ P3.2 ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 วงจรภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

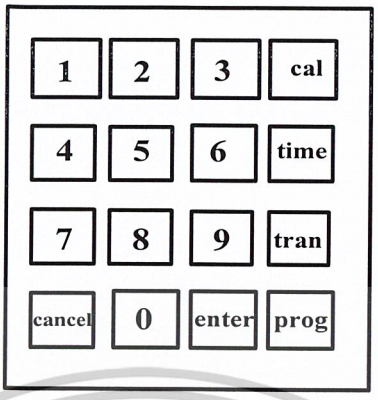


รูปที่ 4.4 หน้าจอแสดงผลการทดลองภาคการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม

4.4 การทำงานของเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ (Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำหน้าที่ควบคุม สภาพความเป็นกรด และด่าง (pH) และค่าความเข้มข้นของสารละลาย (CF) ในการปลูกพืช โดยปกติแล้วแต่ละชนิดจะมีความต้องการค่า CF และ pH ที่แตกต่างกันออกไป เครื่องนี้จะควบคุมค่า pH และ CF ให้อยู่ในย่านที่กำหนด (ตามที่พืชแต่ละชนิดต้องการ) อยู่ตลอดเวลา ค่าความผิดพลาดของการควบคุมค่า pH บวกลบ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และการควบคุมค่า CF บวกลบ 1 เปอร์เซ็นต์ และจะมีตัววัดอุณหภูมิ โดยใช้ไอซีเบอร์ DS-1820 เป็นตัววัดอุณหภูมิในบริเวณที่ทำการปลูกอยู่ด้วยปุ่มที่ใช้ในการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ปุ่มที่ใช้ควบคุมการทำงาน

1) ปุ่ม 0 – 9 เป็นปุ่มใช้งานทำหน้าที่เป็นตัวเลขตามปกติ

2) ปุ่ม Cancel เป็นปุ่มที่ทำหน้าที่ยกเลิกการทำงาน

3) ปุ่ม Enter เป็นปุ่มที่ทำหน้าที่ยืนยันการทำงาน

4) ปุ่ม Calibrate เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Calibrate

5) ปุ่ม Settime เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Settime

6) ปุ่ม Transfer เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Transfer

7) ปุ่ม Prog / Run เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Program / Run

4.4.1 Function ทำงาน

1) Calibrate เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการปรับแต่ง Probe pH และ Probe EC โดยที่จะต้องนำสารละลายที่ทราบค่า pH และ EC ที่แน่นอนมาทำการปรับเทียบกับค่าที่อ่านได้จาก Probe pH และ EC ของเครื่อง ค่า pH และค่า EC ของสารละลายที่ทราบค่าจะเป็น Test Variable (TV) ค่า pH และ EC ของสารละลายที่อ่านได้จาก probe จะเป็น Measurement Variable (MV)

2) Settime เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการกำหนดฐานเวลาให้กับเครื่อง เพื่อที่จะให้เครื่องอ้างอิงเวลาจากค่าที่เราทำการ SET เข้าไปที่ RTC

3) Transfer เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ใน EEPROM ส่งออกไปให้กับ Computer เพื่อที่จะดูค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Prog / Run เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการกำหนดค่า pH และ EC ที่จะใช้ในการควบคุมหรือ Set Variable (SV) จะมีวิธีการกำหนด 4 แบบ ตามลักษณะพืชที่ต้องการปลูก คือ Broccoli Letuce , Parsley , Roses

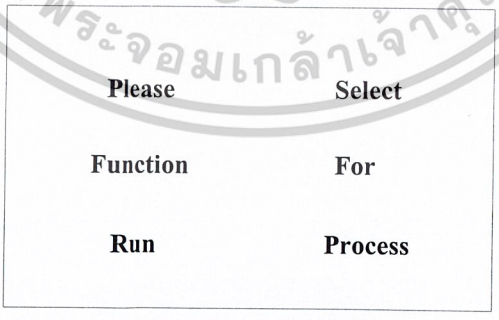
หลังการกำหนดค่า (SV) แล้ว เมื่อยืนยันเครื่องจะทำงานทันที

4.4.2 วิธีการใช้งาน Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller

1) เมื่อเราทำการเปิดเครื่องขึ้นมาในครั้งแรกที่ LCD จะแสดง TITLE ของเครื่องออกมาประมาณ 3 วินาที

รูปที่ 4.6 LCD แสดงผลขณะเปิดเครื่องในครั้งแรก

2) หลังจากนั้นก็จะแสดงข้อความ ให้เลือก Function ที่ต้องการใช้งาน



รูปที่ 4.7 LCD แสดงข้อความให้เลือก Function การทำงาน

ซึ่งฟังก์ชั่นการใช้งานของเครื่อง จะมีอยู่ด้วยกัน 4 Function คือ Calibrate, Settime , Transfer Data , Program / Run

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ในกรณีเริ่มต้นเราควรที่จะทำการ Calibrate โพรบ เป็นอันดับแรก เพื่อให้ความผิดพลาดในการควบคุมน้อยที่สุด โดยนำสารละลายที่ทราบค่า pH , CF มาใช้โพรบ pH , EC จุ่มลงไปเพื่อทำการ Calibrate Probe จากนั้นกด Function Calibrate LCD จะแสดงข้อความ

Calibration	
Test	**Value**
Probe	**CF=_ _**
Probe	**PH=_ _._**

รูปที่ 4.8 LCD แสดงข้อความให้ Calibrate ตัวเครื่อง

4) จากนั้นเราต้องการทำการใส่ค่า pH และ CF ของสารละลาย ลงไปในเครื่องข้อมูลที่ป้อนลงไปจะเป็น Test Variable (TV) โดยที่ค่าของ CF จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 12–50 และค่า pH จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 2.0–11.5 เมื่อทำการป้อนข้อมูลแล้ว ทำการยืนยันโดยการกดปุ่ม Enter

5) เวลาที่เครื่องทำงานจะต้องตรวจสอบดู เวลาของเครื่องที่แสดงอยู่ตรงกับความจริงหรือไม่

ถ้าไม่ตรงก็ควรจะทำการ SET ให้ตรงเสียก่อนเพื่อใช้ในการอ้างอิง การทำงานของเครื่องการตั้งเวลาทำได้โดยปุ่ม Settime เมื่อกดแล้ว LCD จะแสดง

New	**dd/mm/yy**
date	**_ _/_ _/_ _**
New	**hr/mi/se**
Time	**_ _/_ _/_ _**

รูปที่ 4.9 LCD แสดงข้อความให้ตั้งเวลาในตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ทำการป้อนค่า ให้กับเครื่องโดยเริ่มการป้อน วันที่ , เดือน ,ปี , ชั่วโมง ,นาที ,วินาที ตามลำดับ ในการป้อนค่า จะมีเงื่อนไขดังนี้

สามารถใส่ค่า dd อยู่ในช่วงระหว่าง 01 – 31 (วันที่)

สามารถใส่ค่า mm อยู่ในช่วงระหว่าง 01 – 12 (เดือน)

สามารถใส่ค่า yy อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 99 (ปี)

สามารถใส่ค่า hr อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 23 (ชั่วโมง)

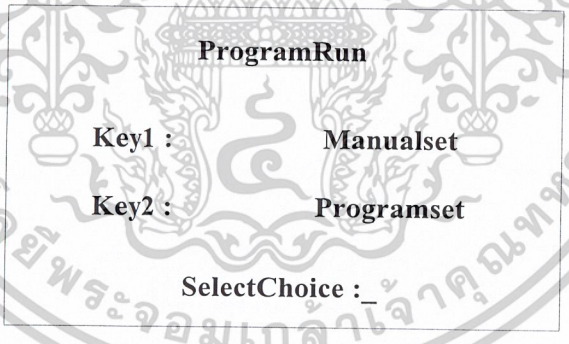
สามารถใส่ค่า mi อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 59 (นาที)

สามารถใส่ค่า se อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 59 (วินาที)

เมื่อทำการใส่ครบหมดแล้ว จะต้องทำการยืนยันเวลาที่ตั้งไว้อีกครั้ง โดยกด Enter ข้อมูลที่ตั้งไว้จะถูกเก็บไว้ใน RTC

ถ้าเราทำการกด Cancel ข้อมูลที่ตั้งไว้จะไม่ได้ใช้งาน ไม่ถูกบันทึกใน RTC

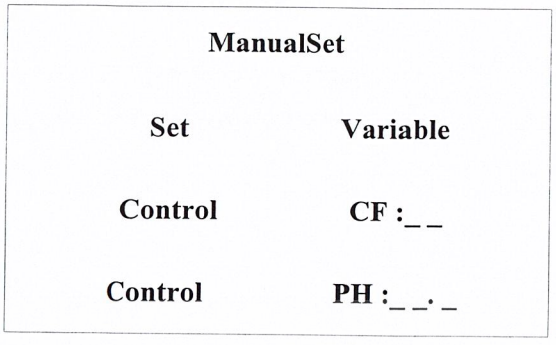
Program / Run หลังจากที่ทำการ Calibrate และ Settime เสร็จแล้ว จะต้องกดปุ่ม Prog / Run เพื่อทำการกำหนดค่า CF และ pH ลงในโปรแกรม ก่อนที่จะทำการ Run ต่อไป เมื่อทำการกดแล้ว LCD จะแสดง



รูปที่ 4.10 LCD แสดงข้อความค่าที่ตั้งไว้ก่อนที่จะทำงาน

ใน Program / Run จะสามารถกำหนดค่า pH และ CF ได้ 2 แบบโดยที่ กด 1 เป็นการกำหนดค่า CF , pH แบบกำหนดเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 LCD แสดงการกำหนดค่าได้โดยผู้ใช้

ค่า EC ที่สามารถจะกำหนดได้อยู่ระหว่าง 12 – 50

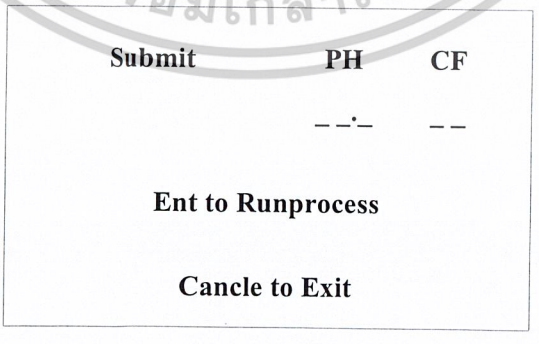
ค่า pH ที่สามารถจะกำหนดได้อยู่ระหว่าง 2.0 – 11.9

8) เมื่อใส่ค่าต่าง ๆ ครบแล้ว ทำการยืนยันโดยการกด Enter ค่า SV ก็จะถูกบันทึกลงในโปรแกรมรอการสั่ง Run ต่อไป

9) กด 2 เป็นการกำหนดค่า CF, pH จากการเลือกชนิดของพืช ในเครื่องนี้มีพืชในโปรแกรมอยู่ 4 ชนิดคือ

Broccoli, Parsley, Letuce , Roses

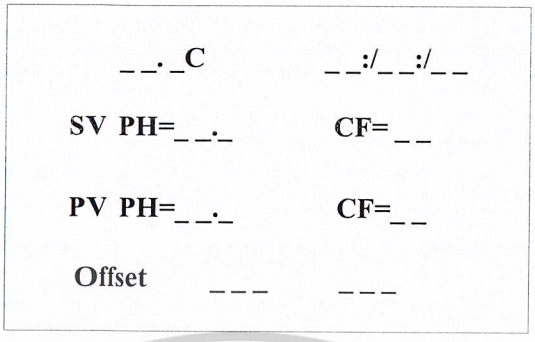
ถ้าต้องการปลูกพืชชนิดใด สามารถเลือกหมายเลข แล้วจึงทำการกด Enter หลังจากนั้นที่ทำการเลือกค่า pH , CF ที่จะควบคุม จาก Manual Set หรือ Program Set แล้วเมื่อทำการยืนยันจะเข้าสู่การ Run Program



รูปที่ 4.12 LCD แสดงการให้เลือกชนิดของพืชที่จะทำการปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการ Run แล้ว LCD จะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 4.13 LCD แสดงข้อมูลก่อนที่จะทำงาน (RUN)

ค่า SV (Set Variable) เป็นค่า CF และ pH ที่เราต้องการควบคุมให้ได้ตามนี้

ค่า PV (Process Variable) เป็นค่าที่ CF และ pH ที่เราได้จากกระบวนการจริง ๆ (จากโพรบ)

ค่า Off set จะเป็นค่าที่บอกถึงความแตกต่างระหว่างค่า SV และ PV จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1) ถ้าค่า Offset เป็นบวก หมายความว่า SV > PV

2) ถ้าค่า Offset เป็นลบ หมายความว่า SV < PV

และเครื่องจะทำการปรับค่า pH เมื่อ Offset ของ pH > 0.3

เครื่องจะทำการปรับค่า CF เมื่อ Offset ของ CF> 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

กระบวนการการดำเนินงานเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

5.1 บทสรุป

ในช่วงระยะเวลาแรกได้ศึกษาวิธีการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ ซึ่งได้แหล่งข้อมูลมาจากห้องสมุดมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี และหนังสือเรื่อง “การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน” ของ ผศ.ดร.อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งทำให้ทราบวิธีการปลูกพืช และเข้าใจถึงธรรมชาติของการปลูกพืช และปัจจัยที่มีอิทธิพลของการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์นี้ และต่อมาได้ จัดซื้ออุปกรณ์การปลูก และวัสดุปลูกจากบริษัท เฟรชกาเด้น จำกัด และช่วงต่อมาได้ทำการศึกษาการทำงานของเครื่องมือวัดค่า pH และ CF ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากภาควิชาไม่มีเครื่องมือนี้ จึงได้ทำหนังสือจากภาควิชาเพื่อขอใช้เครื่องมือของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ สามารถที่จะควบคุมและช่วยลดความยุ่งยากของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ได้เป็นอย่างดี โดยจะมีการวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย (CF) และค่าความเป็นกรด,เบส (pH) จากนั้นจะทำการปรับค่า CF , pH ให้น้ำสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกมีค่าตรงตามที่กำหนดไว้ หรือตรงตามชนิดของพืชที่มีอยู่ในโปรแกรม เครื่องมีหน้าจอแสดงผลการทำงาน ข้อจำกัดของเครื่องควบคุมการปลูกพืชไฮโดรโปนิกส์แบบอัตโนมัติ คือ พืชที่ปลูกในแต่ละครั้งต้องเป็นพืชชนิดเดียวกันทั้งหมดหรือต้องเป็นพืชที่กำหนดค่า CF และ pH ที่เท่ากันจึงจะทำให้การปลูกในครั้งนั้น ๆ ได้ผลดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

1) ปัญหา เครื่องมือที่ใช้ในภาควิชาเช่น เครื่องวัดค่า pH และ EC ไม่มีในภาควิชา

แนวทางการแก้ไข จัดยืมเครื่องมือที่ต้องการจากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมผ่านไปยังภาคครุศาสตร์เกษตร หรือคณะอื่นๆภายในสถาบัน

2) ปัญหา หัววัด pH จะวัดผิดพลาดมากเมื่อใช้ไปเป็นเวลานาน ๆ เนื่องจากมีตะไคร่น้ำเกาะ

แนวทางการแก้ไข หลังจากการวัดทุกครั้งต้องมีการล้าง หรือนำมาแช่ในน้ำกลั่น (DI) ไม่ควรปล่อยให้หัววัดแช่ในสารละลายที่ใช้ปลูกตลอดเวลา

5.3 แนวทางการพัฒนา

เนื่องจากเครื่องควบคุมสารละลายการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ มีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน จึงมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาดังนี้

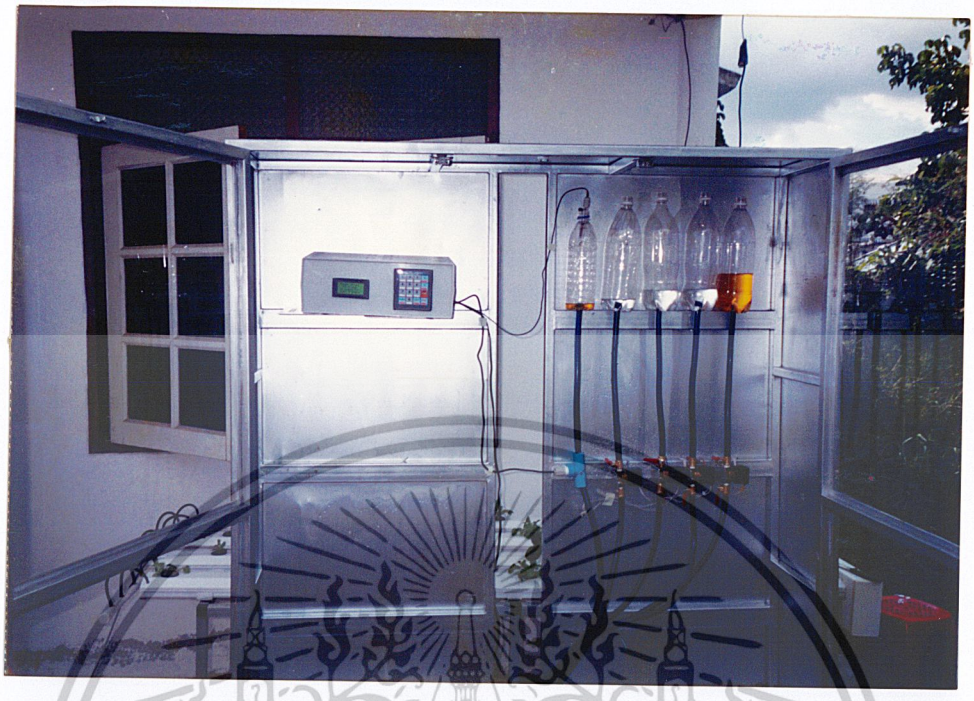
1) จัดทำชุดแขนกล เมื่อถึงเวลาวัดก็จะให้แขนกลจับหัว pH มาวัด และเมื่อปรับสภาพน้ำเรียบร้อยแล้ว ก็ให้ชุดแขนกลยกหัว pH ไปแช่ในน้ำกลั่น (DI)

2) จัดทำชุดควบคุมการทำงานของเครื่องผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ INTERNET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 เครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

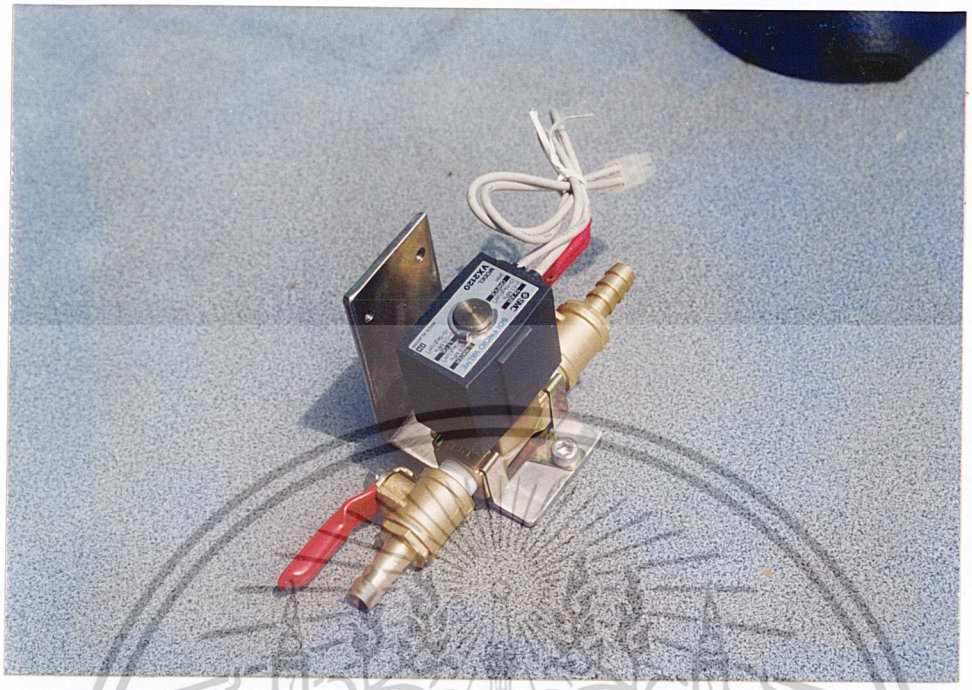
รูปที่ ก.2 รางที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 พืชที่ได้รับการปลูกด้วยเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารจนมีอายุครบ 2 สัปดาห์

รูปที่ ก.4 ปุ๋ยที่ใช้ในการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.5 โซลินอยด์วาล์วที่ใช้ในการเปิดปิดสารละลายธาตุอาหารพืช

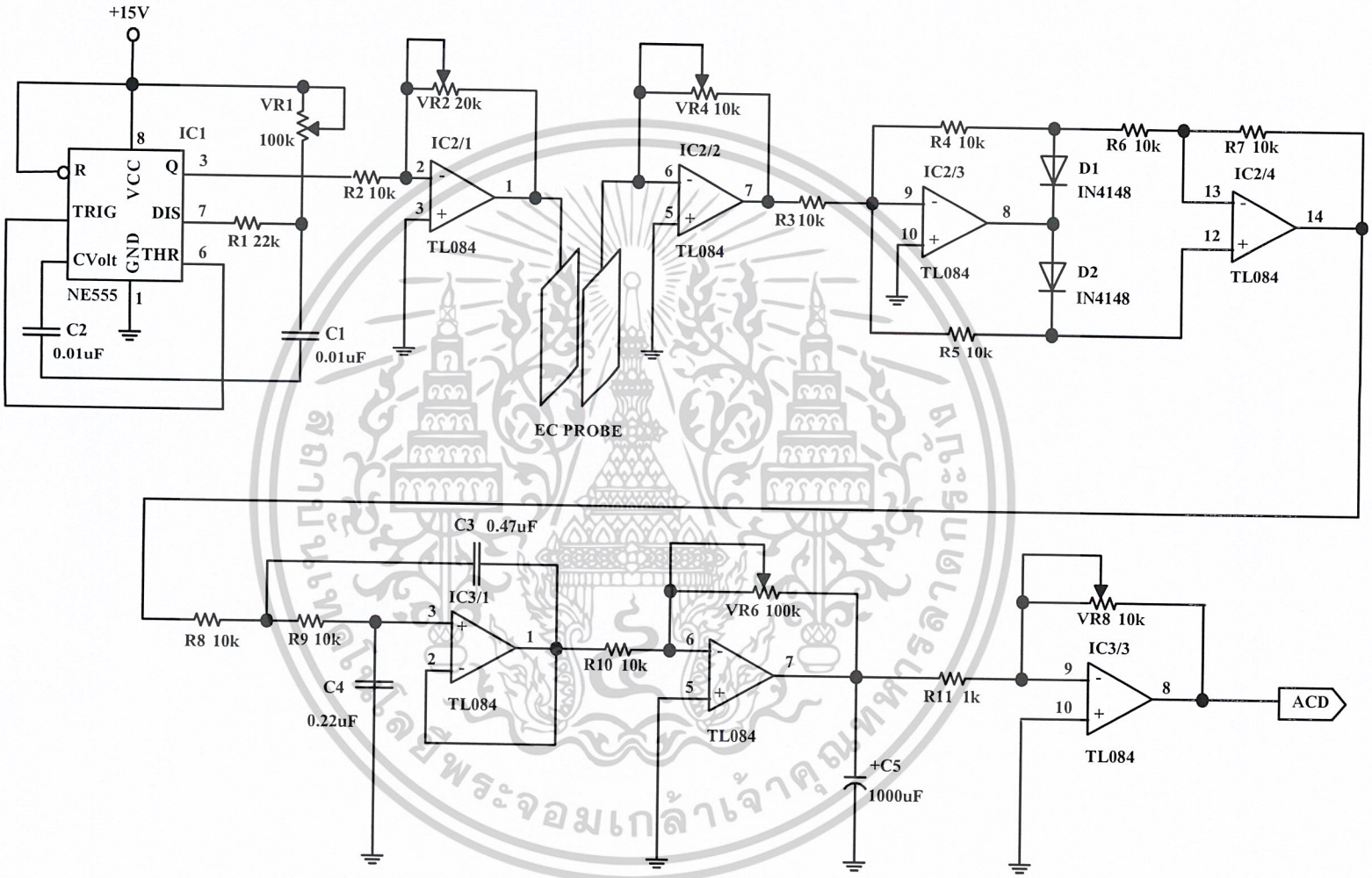
รูปที่ ก.6 คีย์สวิตซ์และจอแสดงผลการทำงานของเครื่องควบคุมสารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

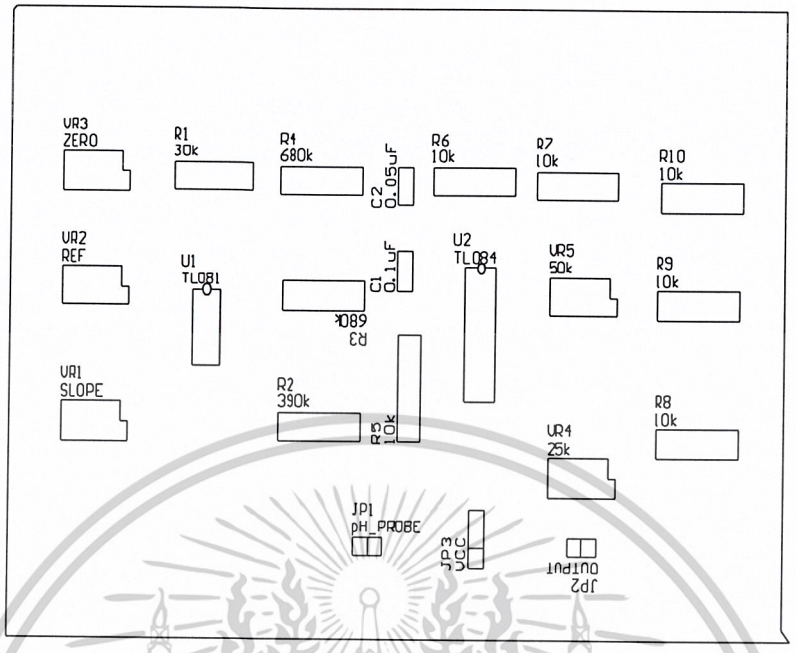
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

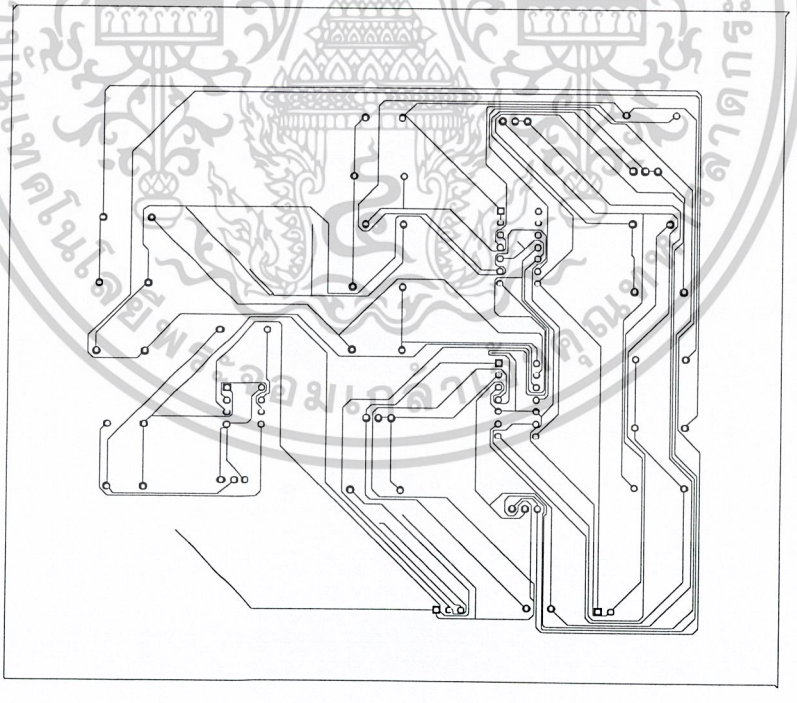
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรวัดค่าความเข้มข้นของสารละลายธาตุ

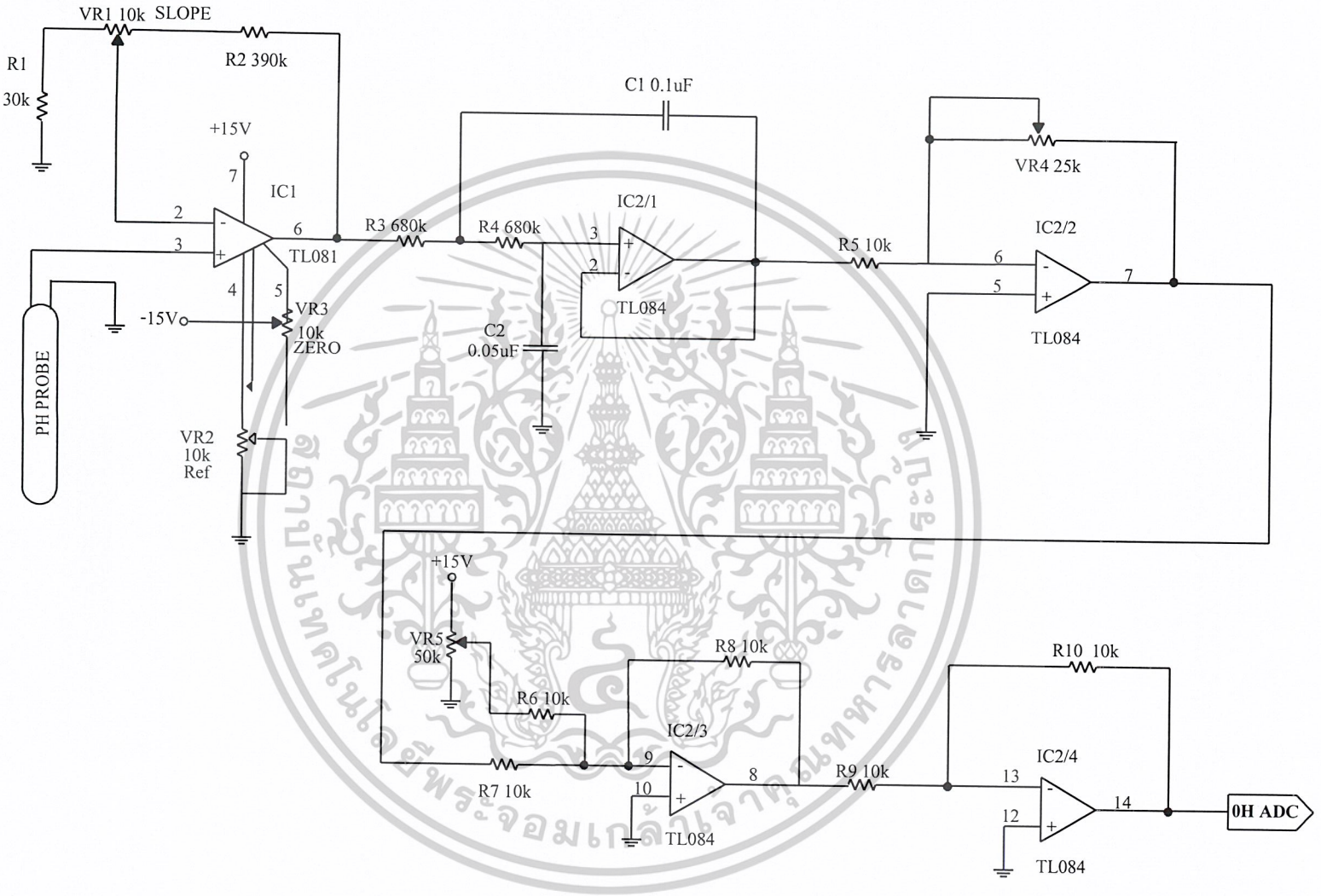


รูปที่ ข.2 ลายการวางอุปกรณ์บนลายวงจรพิมพ์ของวงจรวัดค่าความเข้มข้นสารละลายธาตุอาหาร

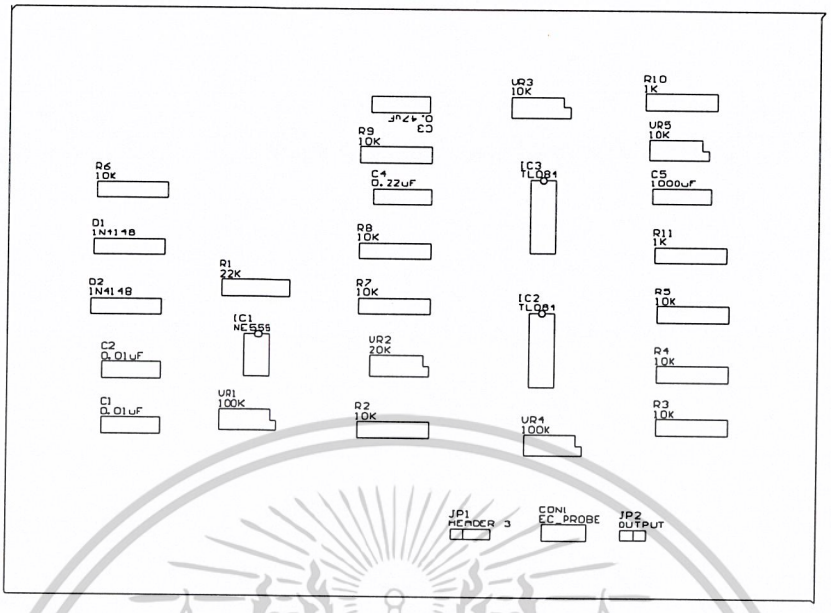


รูปที่ ข.3 ลายวงจรพิมพ์ของภาควัดค่า EC

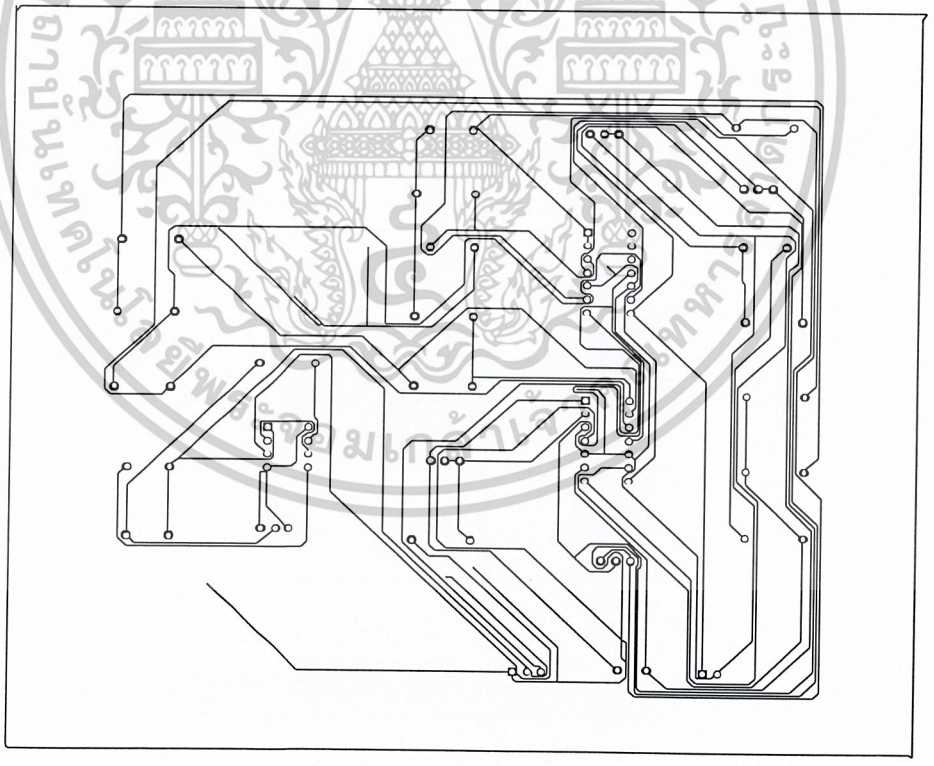
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 วงจรวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

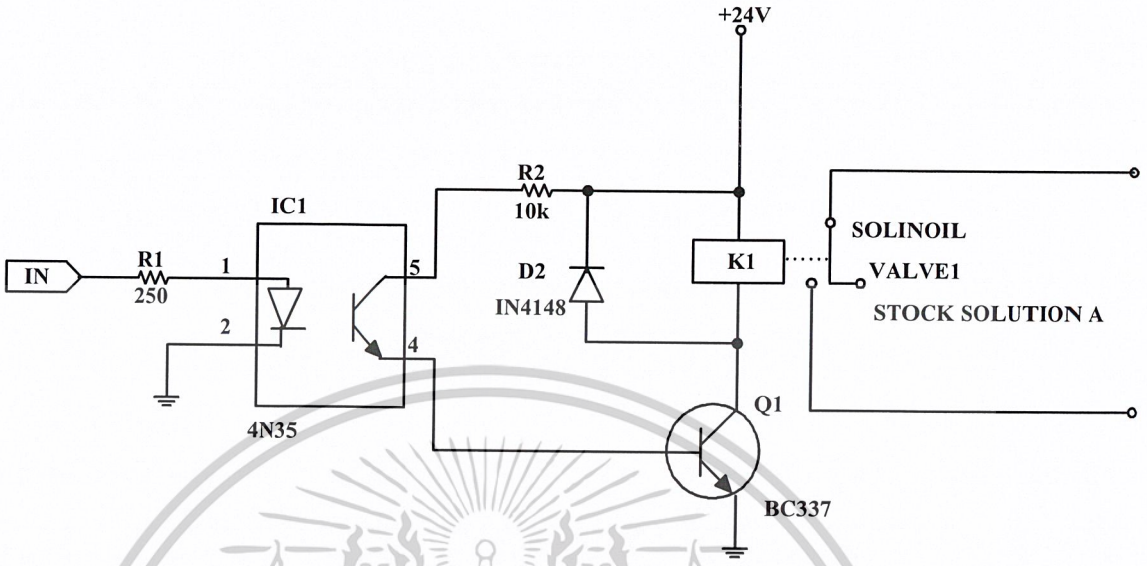


รูปที่ ข.5 ลายการวางอุปกรณ์บนลายวงจรพิมพ์ของวงจรการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

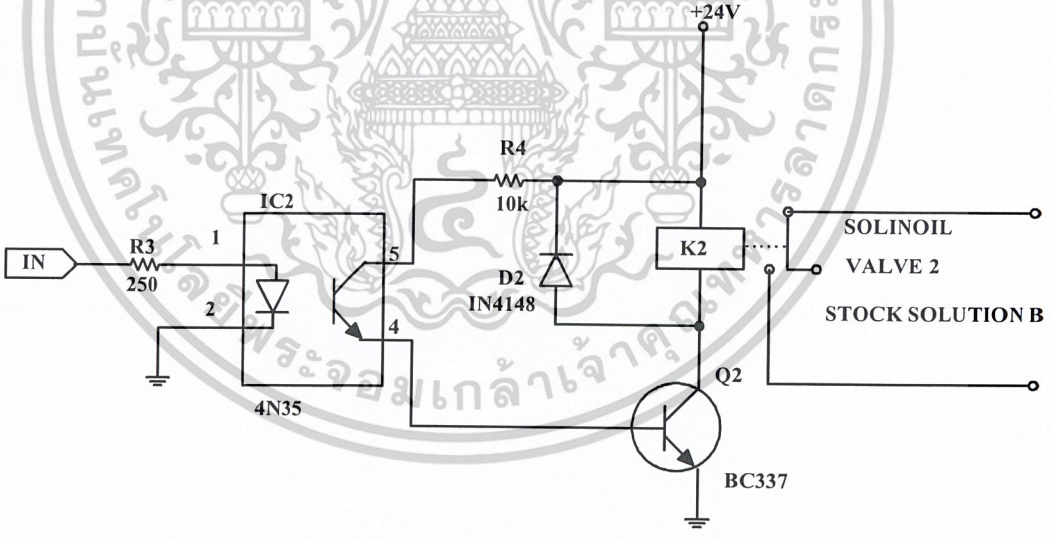


รูปที่ ข.6 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

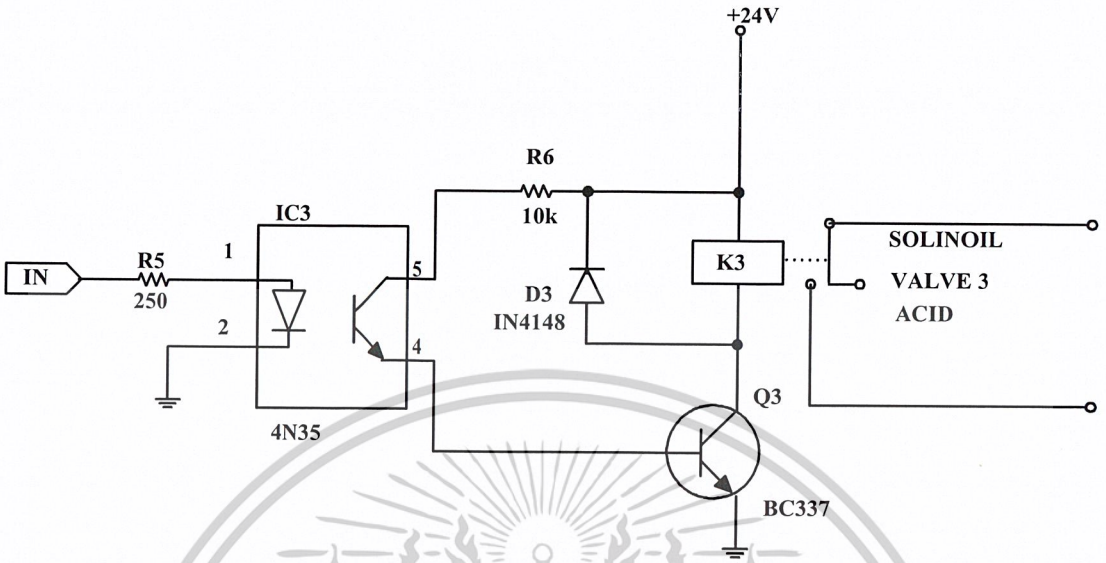


รูปที่ ข.7 วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมปุ๋ยสูตร A

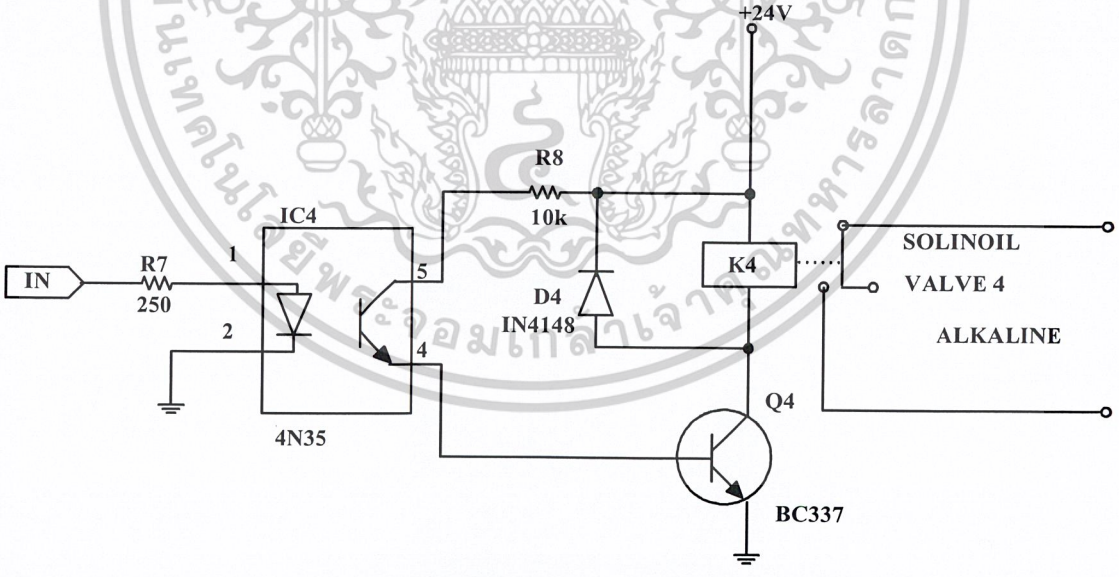


รูปที่ ข.8 วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมปุ๋ยสูตร B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

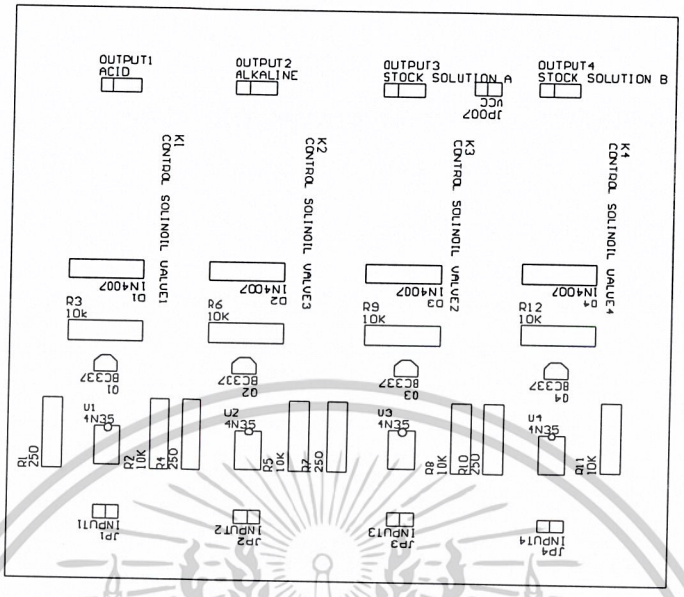


รูปที่ ข.9 วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมกรด

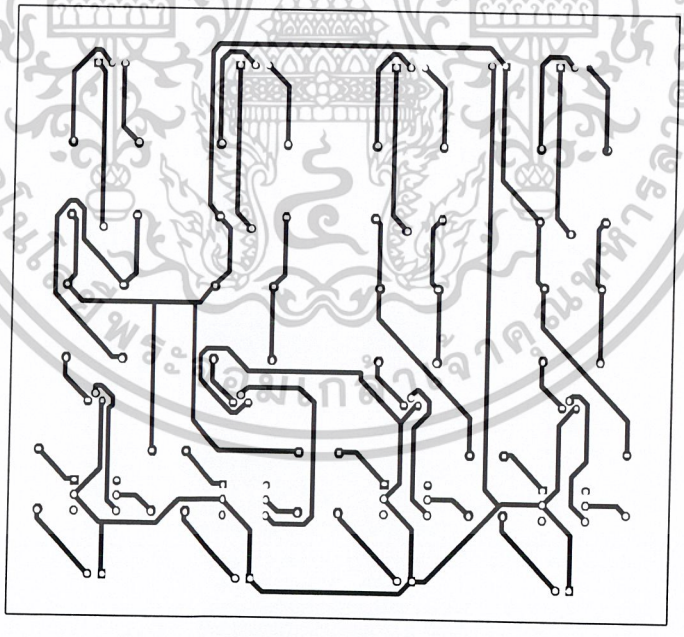


รูปที่ ข.10 วงจรขับโซลินอยด์วาล์วและรีเลย์เพื่อเติมเบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

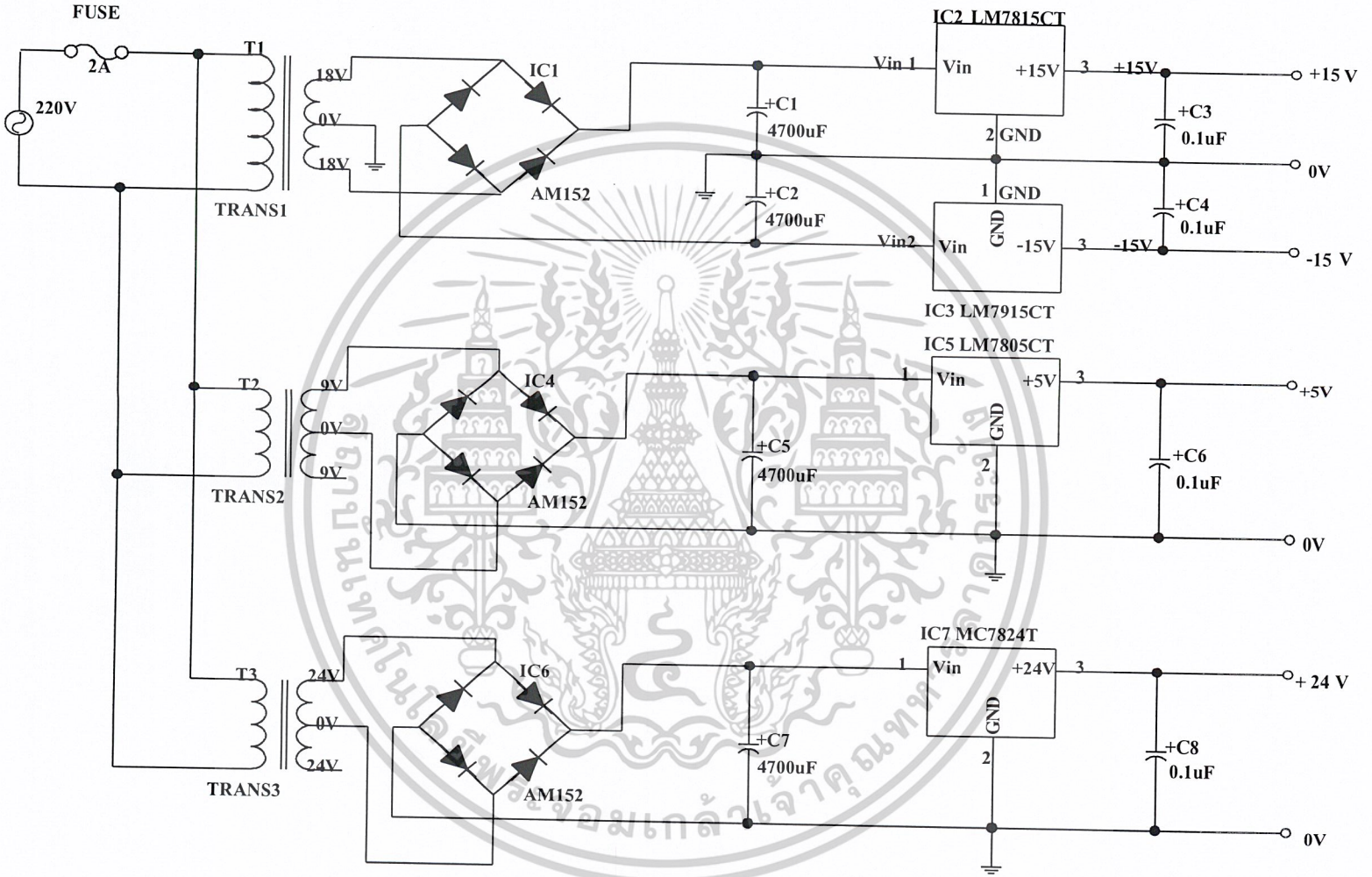


รูปที่ ข.11 ลายการวางอุปกรณ์บนลายวงจรพิมพ์ของภาคขับโซลินอยด์วาล์ว

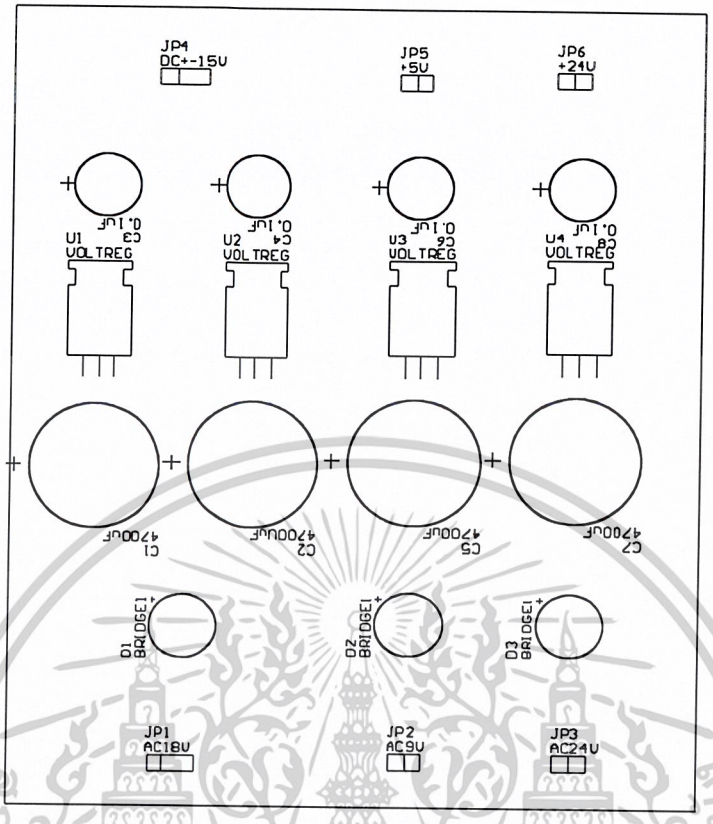


รูปที่ ข.12 ลายวงจรพิมพ์ของภาคขับโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

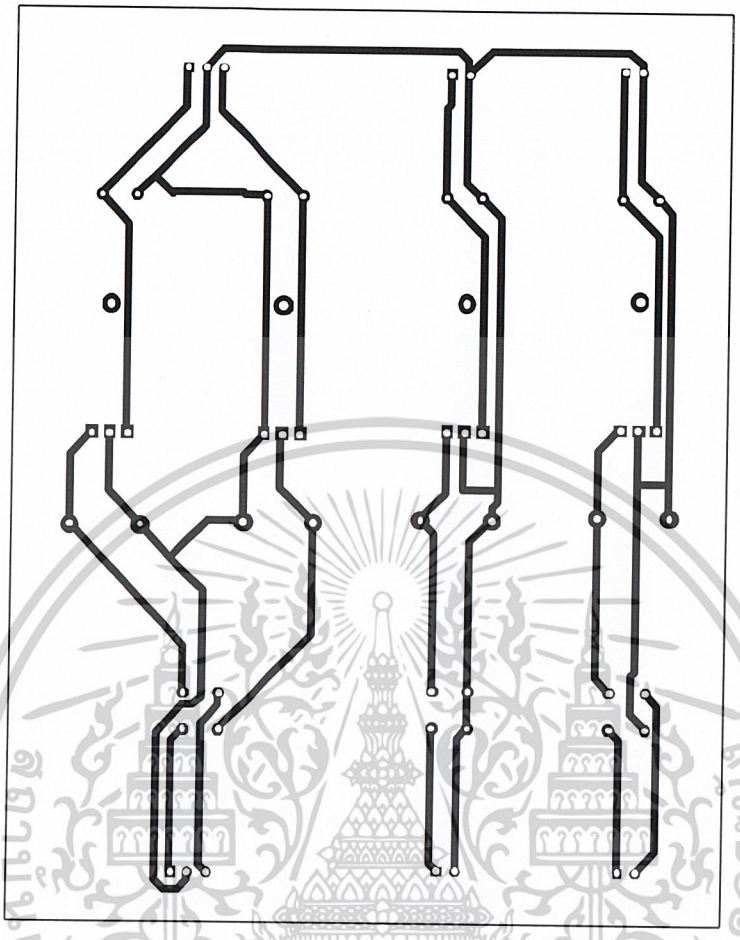


รูปที่ ข.13 วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ ข.14 ลายการวางอุปกรณ์บนลายวงจรพิมพ์ของภาคแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.15 ลายวงจรพิมพ์ของภาคแหล่งจ่ายไฟ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ORG     0000H
                JMP     MAIN

LCD_DATA        EQU     P0

ONEWIRE         EQU     P3.3

CS              EQU     P2.7
SK              EQU     P2.6
DI              EQU     P2.5
DO              EQU     P2.4
SDA             BIT     P3.4
SCL             BIT     P3.5
EN              BIT     P3.6
RS              BIT     P3.7

NUM_0           EQU     20H
NUM_1           EQU     21H
GOTO_ROW        EQU     22H
GOTO_COL        EQU     23H
DD              EQU     24H
MM              EQU     25H
YY              EQU     26H
HOUR            EQU     27H
MIN             EQU     28H
SEC             EQU     29H
DAY             EQU     2AH
CONTROL         EQU     2BH
TEMP            EQU     2CH
CF_T            EQU     2DH
NUM_2           EQU     2EH

SIGN            BIT     7FH
CF_FLAG         BIT     7EH
PH_FLAG         BIT     7DH
EXIT_FLAG       BIT     7CH

LINE            EQU     30H
I2C_ADDR        EQU     31H
I2C_DATA        EQU     32H
I2C_ACK         EQU     33H
PH_REAL_T       EQU     34H
PH_FLOT_T       EQU     35H
AD_DATA         EQU     36H
CHANNAL         EQU     37H
IN_PH           EQU     38H
IN_CF           EQU     39H
PH_REAL_M       EQU     3AH
PH_FLOT_M       EQU     3BH
CF_M            EQU     3CH
SELECT          EQU     3DH
AUX             EQU     3EH
TEMP_R_P        EQU     3FH

TEMP_F_P        EQU     40H
PH_REAL_S       EQU     41H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PH_FLOT_S       EQU     42H
CF_S            EQU     43H
PH_REAL_P       EQU     44H
PH_FLOT_P       EQU     45H
CF_P            EQU     46H
OFFSET_R        EQU     47H
OFFSET_F        EQU     48H
CF_OFFSET       EQU     4FH
CONTROL8591     EQU     4AH
INDICATOR       EQU     4BH

DD_BUFFER       EQU     50H
MM_BUFFER       EQU     51H
YY_BUFFER       EQU     52H
HR_BUFFER       EQU     53H
MI_BUFFER       EQU     54H
CF_BUFFER       EQU     55H
PH_R_BUFFER     EQU     56H
PH_F_BUFFER     EQU     57H
T_R_BUFFER      EQU     58H
T_F_BUFFER      EQU     59H

RTC_ID          EQU     11010000B
PCF8591_ID      EQU     10010000B

;*********************************************
;               TABLE LCD EDITER
;*********************************************
;xxxxx           DB      '0123456789ABCDEF'
TITLE1_1:       DB      ' ** ******* **  '
TITLE1_2:       DB      '   Hydroponic   '
TITLE1_3:       DB      '  Auto Control  '
TITLE1_4:       DB      ' ** ******* **  '
TITLE2_1:       DB      ' Please Select  '
TITLE2_2:       DB      '   Functions    '
TITLE2_3:       DB      ' On Keypad For  '
TITLE2_4:       DB      ' Start Process  '
SETTIME1_1:     DB      ' New  dd/mm/yy  '
SETTIME1_2:     DB      ' Date __/__/__  '
SETTIME1_3:     DB      ' New  hr:mi:se  '
SETTIME1_4:     DB      ' Time __:__:__  '
SETTIME2_1:     DB      ' Date  /  /     '
SETTIME2_2:     DB      ' Time  :  :     '
SETTIME2_3:     DB      ' Ent to Settime '
SETTIME2_4:     DB      ' Can to Exit fuc'
SHOW_TIME1_1:   DB      '                '
SHOW_TEMP:      DB      ' Temp :   . ',0DFH,'C '
CARIBRATE1_1:   DB      '  Calibrations  '
CARIBRATE1_2:   DB      '   Test Value   '
CARIBRATE1_3:   DB      ' Probe CF=__    '
CARIBRATE1_4:   DB      ' Probe PH=__._  '
CARIBRATE2_1:   DB      '   . ',0DFH,'C __:__:__'
CARIBRATE2_2:   DB      'TV PH=__._ CF=__'
CARIBRATE2_3:   DB      'MV PH=__._ CF=__'
CARIBRATE2_4:   DB      'Status          '
RUNPROG1_2:     DB      'SV PH=__._ CF=__'
RUNPROG1_3:     DB      'PV PH=__._ CF=__'
RUNPROG1_4:     DB      'Diff            '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PROGRAM1_1:     DB      '* Program..Run *'
PROGRAM1_2:     DB      'Key1:Manual  Set'
PROGRAM1_3:     DB      'Key2:Program Set'
PROGRAM1_4:     DB      ' Select Key :   '
PROG_SET1_1:    DB      '   Type   PH  CF'
PROG_SET1_2:    DB      '1.Broccoli5.8 21'
PROG_SET1_3:    DB      '2.Letuce  6.2  8'
PROG_SET1_4:    DB      '3.Parsley 6.0 13'
PROG_SET1_5:    DB      '4.Roses   5.5 20'
PROG_SET1_6:    DB      ' Select Type:   '
MAN_SET1_1:     DB      '   Manual Set   '
MAN_SET1_2:     DB      '   Set Value    '
MAN_SET1_3:     DB      'Control CF=  __ '
MAN_SET1_4:     DB      'Control PH= __._'
SUMMING1_1:     DB      ' Submit  PH  CF '
SUMMING1_2:     DB      '          __._ __'
SUMMING1_3:     DB      ' Ent Run System '
TRANFER1_1:     DB      ' Tranfering     '

MAIN:           MOV     P0,#0
                MOV     P1,#0FFH
                MOV     P2,#00000000B
                MOV     P3,0FFH
                SETB    ONEWIRE
                CLR     CS
                CLR     SK
                CLR     DI
                MOV     TMOD,#021H
                MOV     TH1,#0FDH
                MOV     TL1,#0FDH
                MOV     SCON,#040H

                CALL    INT_LCD

                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#TITLE1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#TITLE1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#TITLE1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#TITLE1_4
                CALL    WRLINE

                CALL    DELAY6

MAIN1:          MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#TITLE2_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#TITLE2_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#TITLE2_3
                CALL    WRLINE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#TITLE2_4
                CALL    WRLINE

SCAN:           CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,CARIBART
                JMP     SCAN

CARIBART:       CJNE    A,#0AH,SETTIME
                CALL    CARIBARTION
                JMP     MAIN1

SETTIME:        CJNE    A,#0BH,PROGRUN
                CALL    SET_TIME
                JMP     MAIN1

PROGRUN:        CJNE    A,#0FH,TRANFER
                CALL    PROG_RUN
                JMP     MAIN1

TRANFER:        CJNE    A,#0EH,SCAN
                CALL    READ_EEP
                JMP     MAIN1

;***********************************************
;               FUNCTION PROGRAM&RUN
;***********************************************
PROG_RUN:
                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#PROGRAM1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#PROGRAM1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#PROGRAM1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#PROGRAM1_4
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

PROG_RUN1:      CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_1KEY
                JB      EXIT_FLAG,PROG_RUN3
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    CHK_0C_0D

                CJNE    A,#0CH,CONFRAM_OK
PRO_RUN2:       MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#' '
                CALL    WRITE_CHAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     PROG_RUN1

PROG_RUN3:      RET

CONFRAM_OK:     MOV     R0,#03H
                MOV     A,SELECT
                CJNE    A,#00H,CONFRAM_OK1
                JMP     PRO_RUN2

CONFRAM_OK1:    CALL    CHK2CHOICE
                JNC     PRO_RUN2
                MOV     A,SELECT
                CJNE    A,#01H,PROG_SET
                JMP     MAN_SET


;*********************************************
;               TYPE & CF PH IN PRORRAM
;*********************************************

PROG_SET:
                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_1
                CALL    WRLINE
LOOP_P0:        MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_6
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

                MOV     R1,#064H
PROG_LOOP1:     MOV     R2,#0FFH
PROG_LOOP2:     MOV     SELECT,#0H
                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,PROG_LOOP3
                RET
PROG_LOOP3:     CJNE    A,#01H,PROG_LOOP4
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT
PROG_LOOP4:     CJNE    A,#02H,PROG_LOOP5
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT
PROG_LOOP5:     CJNE    A,#03H,PROG_LOOP6
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT
PROG_LOOP6:     CJNE    A,#04H,PROG_DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT


WR_SELECT:      ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    CHK_0C_0D

                CJNE    A,#0CH,WR_SELECT11
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#' '
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

PROG_DELAY:     DJNZ    R2,PROG_LOOP2
                DJNZ    R1,PROG_LOOP1
                JMP     NEXT_PROG

WR_SELECT11:    JMP     WR_SELECT1

NEXT_PROG:
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_4
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#PROG_SET1_5
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

                MOV     R1,#064H
PROG_LOOP11:    MOV     R2,#0FFH
PROG_LOOP22:    MOV     SELECT,#0H
                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,PROG_LOOP33
                RET

PROG_LOOP33:    CJNE    A,#01H,PROG_LOOP44
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT2
PROG_LOOP44:    CJNE    A,#02H,PROG_LOOP55
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT2
PROG_LOOP55:    CJNE    A,#03H,PROG_LOOP66
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT2
PROG_LOOP66:    CJNE    A,#04H,PROG_DELAY1
                MOV     SELECT,A
                JMP     WR_SELECT2

WR_SELECT2:     ADD     A,#30H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    CHK_0C_0D

                CJNE    A,#0CH,WR_SELECT1
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#' '
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     PROG_DELAY1

PROG_DELAY1:    DJNZ    R2,PROG_LOOP22
                DJNZ    R1,PROG_LOOP11

                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,LOOP_P
                RET
LOOP_P:         JMP     PROG_SET

CHK2CHOICE:     MOV     A,SELECT
                CLR     C
                SUBB    A,R0
                RET

WR_SELECT1:     MOV     A,SELECT
TYPE01:         CJNE    A,#01H,TYPE02
                CALL    CLRSCR
                MOV     PH_REAL_S,#05H
                MOV     PH_FLOT_S,#08H
                MOV     CF_S,#21H
                JMP     SUMMING

TYPE02:         CJNE    A,#02H,TYPE03
                MOV     PH_REAL_S,#06H
                MOV     PH_FLOT_S,#02H
                MOV     CF_S,#08H
                JMP     SUMMING

                RET

TYPE03:         CJNE    A,#03H,TYPE04
                MOV     PH_REAL_S,#06H
                MOV     PH_FLOT_S,#00H
                MOV     CF_S,#13H
                JMP     SUMMING

                RET

TYPE04:         MOV     PH_REAL_S,#05H
                MOV     PH_FLOT_S,#05H
                MOV     CF_S,#20H
                JMP     SUMMING

                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CHK_0C_0D:      CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,CHK_0C_0D_1
                JMP     CHK_0C_0D
CHK_0C_0D_1:    CJNE    A,#0CH,CHK_0C_0D_2
                RET
CHK_0C_0D_2:    CJNE    A,#0DH,CHK_0C_0D
                RET

GET_1KEY:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,GET_1KEY1
                JMP     GET_1KEY

GET_1KEY1:      CJNE    A,#0CH,GET_1KEY2
                SETB    EXIT_FLAG
                RET
GET_1KEY2:
                MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,#0AH
                JNC     GET_1KEY
                MOV     A,B
                MOV     SELECT,A

                RET

;*********************************************
;               MANUAL SET CF PH
;*********************************************
MAN_SET:        MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#MAN_SET1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#MAN_SET1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#MAN_SET1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#MAN_SET1_4
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#0CH
                MOV     GOTO_ROW,#3
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

RE_MAN_CF:      CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JNB     EXIT_FLAG,MAN_CF_1
                RET

MAN_CF_1:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,MAN_CF_P
                JMP     MAN_CF_1

MAN_CF_P:       CJNE    A,#0CH,MAN_CF_E
MAN_CF_C:       MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_MAN_CF

MAN_CF_E:       CJNE    A,#0DH,MAN_CF_1
                MOV     R1,#51H
                MOV     R0,#12H
                CALL    CHECK_PH_CF
                JC      MAN_CF_C
                MOV     A,B
                MOV     CF_S,A

                MOV     GOTO_COL,#0CH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

RE_MAN_PH:      CALL    GET_NUM2
                MOV     GOTO_COL,#0FH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                CALL    GET_POINT
                MOV     PH_FLOT_S,B

MAN_PH_1:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,MAN_PH_P
                JMP     MAN_PH_1

MAN_PH_P:       CJNE    A,#0CH,MAN_PH_E
MAN_PH_C:       MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0FH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_MAN_PH

MAN_PH_E:       CJNE    A,#0DH,MAN_PH_1
                MOV     R1,#12H
                MOV     R0,#02H
                CALL    CHECK_PH_CF
                JC      MAN_PH_C
                MOV     A,B
                MOV     PH_REAL_S,A
                JMP     SUMMING
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
;                SUMMING
;************************************************
SUMMING:        CALL    CLRSCR
                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#SUMMING1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#SUMMING1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#SUMMING1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#SETTIME2_4
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#08H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_REAL_S
                CALL    HEX2LCD1
                MOV     GOTO_COL,#0BH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_FLOT_S
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     GOTO_COL,#0DH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,CF_S
                CALL    HEX2LCD
                CALL    CURSER_OFF

                CALL    CHK_0C_0D
                CJNE    A,#0CH,START
                RET

;************************************************
;                START CONTROL
;************************************************
START:          CALL    CLRSCR
                CALL    EEP_EN
                MOV     A,#03FH
                CALL    EEP_ERASE
                MOV     A,#03FH
                MOV     R0,#00H
                MOV     R1,#00H
                CALL    WR_EEP
                CALL    EEP_DS
                CLR     CS
                CLR     SK
                CLR     DI

RUNPROG1:
                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#CARIBRATE2_1
                CALL    WRLINE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#RUNPROG1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#RUNPROG1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#RUNPROG1_4
                CALL    WRLINE

RUN_DISP:       CLR     EXIT_FLAG
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    DIFF_PH_DISP
                CALL    ON_OFF_PH
                JB      EXIT_FLAG,TEST22
                CALL    DIFF_CF_DISP
                CALL    ON_OFF_CF
                JB      EXIT_FLAG,TEST22

                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,TEST11
                RET
TEST11:         JMP     RUN_DISP

TEST22:         RET


;************** SUBB AUTO PH CF********************

DIFF_PH_DISP:   CALL    ALU_SUBB
                MOV     GOTO_COL,#05H
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                JNB     SIGN,N_SIGN
                MOV     A,#'-'
                CALL    WRITE_CHAR

N_SIGN:         MOV     A,#' '
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#06H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,OFFSET_R
                CALL    HEX2LCD1
                MOV     GOTO_COL,#08H
                CALL    GOTOXY

                MOV     A,#'.'
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,OFFSET_F
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

                RET

ON_OFF_PH:      MOV     R0,OFFSET_R
                MOV     R1,OFFSET_F
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,R0
                CJNE    A,#0,ON_OFF_PH1
                MOV     A,R1
                CLR     C
                SUBB    A,#04H
                JNC     ON_OFF_PH1
                RET

ON_OFF_PH1:
BASS:           JNB     SIGN,N_BASS
                SETB    P2.0
                CALL    DELAY_3S
                CLR     P2.0

                CALL    DELAY_30S
                RET

N_BASS:         SETB    P2.1
                CALL    DELAY_3S
                CLR     P2.1
                CALL    DELAY_30S
                RET

DIFF_CF_DISP:   CALL    ALU_SUBB_CF
                MOV     GOTO_ROW,#4
                MOV     GOTO_COL,#0DH
                CALL    GOTOXY
                JNB     SIGN,N_SING_CF
                MOV     A,#'-'
                CALL    WRITE_CHAR

N_SING_CF:      MOV     A,#' '
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,CF_OFFSET
                CALL    HEX2LCD
                RET

ON_OFF_CF:      MOV     A,CF_OFFSET
                MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                CJNE    A,#0,ON_OFF_CF1
                MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                CLR     C
                SUBB    A,#04H
                JNC     ON_OFF_CF1
                RET

ON_OFF_CF1:
TYPE_A:         JNB     SIGN,TYPE_B
                SETB    P2.2
                CALL    DELAY_3S
                CLR     P2.2
                CALL    DELAY_30S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

TYPE_B:         SETB    P2.3
                CALL    DELAY_3S
                CLR     P2.3
                CALL    DELAY_30S
                RET

SHOW_RUN_DISP:  JNB     EXIT_FLAG,SHOW_RUN_DISP1
                RET

SHOW_RUN_DISP1: CALL    RTC_RD
                CALL    READ_TEMP
                CALL    READ_PH_CF
                CALL    DIFF_PH_DISP
                CALL    DIFF_CF_DISP

                MOV     GOTO_COL,#0H
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_TEMP1
                MOV     GOTO_COL,#04H
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_TEMP2

                MOV     GOTO_COL,#08H
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_HOUR
                MOV     GOTO_COL,#0BH
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_MIN
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_SEC

                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_REAL_S
                CALL    HEX2LCD1
                MOV     GOTO_COL,#09H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_FLOT_S
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,CF_S
                CALL    HEX2LCD

                MOV     GOTO_COL,#06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     GOTO_ROW,#3
                CALL    GOTOXY
                CALL    DELAY

                MOV     DPTR,#TABLE_PH
                MOV     A,IN_PH
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    DISP_PH
                MOV     PH_REAL_P,A
                MOV     PH_FLOT_P,R0

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#3
                CALL    GOTOXY
                MOV     DPTR,#TABLE_CF
                MOV     A,IN_CF
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     CF_P,A
                CALL    HEX2LCD

                CALL    CHK_SAVE

                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,SHOW_RUN_DISP2
                SETB    EXIT_FLAG
SHOW_RUN_DISP2: RET

CHK_SAVE:       MOV     A,HOUR
CHK_HOUR1:      CJNE    A,#08H,CHK_TIME_EXIT
                JMP     CHK_MIN
CHK_HOUR2:      CJNE    A,#14H,CHK_HOUR3
                JMP     CHK_MIN
CHK_HOUR3:      CJNE    A,#20H,CHK_HOUR4
                JMP     CHK_MIN
CHK_HOUR4:      CJNE    A,#02H,CHK_TIME_EXIT
                JMP     CHK_MIN

CHK_MIN:        MOV     A,MIN
                CJNE    A,#00H,CHK_MIN1
                MOV     A,SEC
                CJNE    A,#00H,CHK_TIME_EXIT
                CALL    SAVE_DATA
CHK_TIME_EXIT:  RET

SAVE_DATA:      MOV     A,#03FH
                CALL    RD_EEP
                MOV     INDICATOR,R1        ;BYTE 128
                MOV     A,INDICATOR
                CJNE    A,#03CH,SAVE_DATA1
                MOV     INDICATOR,#00H

SAVE_DATA1:     CALL    EEP_EN
                CALL    DELAY
                MOV     A,INDICATOR
                CALL    EEP_ERASE
                MOV     A,INDICATOR
                MOV     R0,DD
                MOV     R1,MM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT
        MOV     A,INDICATOR
        INC     A
        MOV     INDICATOR,A

        CALL    EEP_ERASE
        MOV     A,INDICATOR
        MOV     R0,YY
        MOV     R1,HOUR
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT
        MOV     A,INDICATOR
        INC     A
        MOV     INDICATOR,A

        CALL    EEP_ERASE
        MOV     A,INDICATOR
        MOV     R0,MIN
        MOV     R1,CF_P
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT
        MOV     A,INDICATOR
        INC     A
        MOV     INDICATOR,A

        CALL    EEP_ERASE
        MOV     A,INDICATOR
        MOV     R0,PH_REAL_P
        MOV     R1,PH_FLOT_P
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT
        MOV     A,INDICATOR
        INC     A
        MOV     INDICATOR,A

        CALL    EEP_ERASE
        MOV     A,INDICATOR
        MOV     R0,TEMP_R_P
        MOV     R1,TEMP_F_P
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT
        MOV     A,INDICATOR
        INC     A
        MOV     INDICATOR,A

        MOV     A,#03FH
        CALL    EEP_ERASE
        MOV     A,#03FH
        MOV     R0,INDICATOR
        MOV     R1,INDICATOR
        CALL    WR_EEP
        CALL    WAIT

        CALL    EEP_DS

        CALL    DELAY_100ms
        CALL    DELAY_100ms
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms
                CALL    DELAY_100ms

                RET

READ_EEP:       SETB    EA
                SETB    ES
                SETB    TR1
                CALL    CLRSCR
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#TRANFER1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     GOTO_COL,#0BH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'.'
                CALL    WRITE_CHAR

                CALL    DELAY

                MOV     GOTO_COL,#0CH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'.'
                CALL    WRITE_CHAR

                CALL    DELAY

                MOV     GOTO_COL,#0DH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'.'
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     R3,#0CH
                MOV     INDICATOR,#0
RD_EEP_LOOP:    MOV     A,INDICATOR
                CALL    RD_EEP
                MOV     A,R0
                CJNE    A,#0FFH,READ_EEP1
                JMP     T00

READ_EEP1:      MOV     DD_BUFFER,R0
                MOV     MM_BUFFER,R1

                MOV     A,INDICATOR
                INC     A
                MOV     INDICATOR,A
                CALL    RD_EEP
                MOV     YY_BUFFER,R0
                MOV     HR_BUFFER,R1

                MOV     A,INDICATOR
                INC     A
                MOV     INDICATOR,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    RD_EEP
                MOV     MI_BUFFER,R0
                MOV     CF_BUFFER,R1

                MOV     A,INDICATOR
                INC     A
                MOV     INDICATOR,A
                CALL    RD_EEP
                MOV     PH_R_BUFFER,R0
                MOV     PH_F_BUFFER,R1

                MOV     A,INDICATOR
                INC     A
                MOV     INDICATOR,A
                CALL    RD_EEP
                MOV     T_R_BUFFER,R0
                MOV     T_F_BUFFER,R1

                MOV     A,INDICATOR
                INC     A
                MOV     INDICATOR,A

                CALL    TEST_DISPLAY
                DJNZ    R3,RD_EEP_LOOP

                CLR     TR1
                CLR     EA
                CLR     ES

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'.'
                CALL    WRITE_CHAR

T00:            CALL    DELAY_1s
                RET

TEST_DISPLAY:
                MOV     A,#' '
                CALL    TX_CHAR

                MOV     A,DD_BUFFER
                CALL    RS232

                MOV     A,#'/'
                CALL    TX_CHAR

                MOV     A,MM_BUFFER
                CALL    RS232

                MOV     A,#'/'
                CALL    TX_CHAR

                MOV     A,YY_BUFFER
                CALL    RS232

                MOV     A,#' '
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,HR_BUFFER
CALL    RS232

MOV     A,#':'
CALL    TX_CHAR

MOV     A,MI_BUFFER
CALL    RS232

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,CF_BUFFER
CALL    RS232

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,PH_R_BUFFER
CALL    RS232

MOV     A,#'.'
CALL    TX_CHAR

MOV     A,PH_F_BUFFER
ADD     A,#30H
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#' '
CALL    TX_CHAR

MOV     A,T_R_BUFFER
CALL    RS232

MOV     A,#'.'
CALL    TX_CHAR

MOV     A,T_F_BUFFER
ADD     A,#30H
CALL    TX_CHAR

MOV     A,#00AH
CALL    TX_CHAR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,#00DH
                CALL    TX_CHAR

                RET

RS232:          MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ADD     A,#30H
                CALL    TX_CHAR
                MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                CALL    TX_CHAR
                RET

;***********************************************
;               FUNCTION CARIBARTION
;***********************************************
CARIBARTION:    MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#CARIBRATE1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#CARIBRATE1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#CARIBRATE1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#CARIBRATE1_4
                CALL    WRLINE

                MOV     GOTO_COL,#0AH
                MOV     GOTO_ROW,#3
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

RE_CAR_CF:      CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,CAR_CF_0

CAR_CF_1:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,CAR_CF_P
                JMP     CAR_CF_1
CAR_CF_0:       RET

CAR_CF_P:       CJNE    A,#0CH,CAR_CF_E
CAR_CF_C:       MOV     GOTO_COL,#0AH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0AH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_CAR_CF

CAR_CF_E:       CJNE    A,#0DH,CAR_CF_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R1,#51H
                MOV     R0,#12H
                CALL    CHECK_PH_CF
                JC      CAR_CF_C
                MOV     A,B
                MOV     CF_T,A

                MOV     GOTO_COL,#0AH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON

RE_CAR_PH:      CALL    GET_NUM2
                MOV     GOTO_COL,#0DH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                CALL    GET_POINT
                MOV     PH_FLOT_T,B

CAR_PH_1:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,CAR_PH_P
                JMP     CAR_PH_1

CAR_PH_P:       CJNE    A,#0CH,CAR_PH_E
CAR_PH_C:       MOV     GOTO_COL,#0AH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0DH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     GOTO_COL,#0AH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_CAR_PH

CAR_PH_E:       CJNE    A,#0DH,CAR_PH_1
                MOV     R1,#12H
                MOV     R0,#02H
                CALL    CHECK_PH_CF
                JC      CAR_PH_C
                MOV     A,B
                MOV     PH_REAL_T,A


                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#CARIBRATE2_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#CARIBRATE2_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#CARIBRATE2_3
                CALL    WRLINE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#CARIBRATE2_4
                CALL    WRLINE

TEST:           CALL    RTC_RD
                CALL    READ_TEMP
                MOV     GOTO_COL,#0H
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_TEMP1
                MOV     GOTO_COL,#04H
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_TEMP2

                MOV     GOTO_COL,#08H
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_HOUR
                MOV     GOTO_COL,#0BH
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_MIN
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                CALL    DISP_SEC

                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_REAL_T
                CALL    HEX2LCD1
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,PH_FLOT_T
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,CF_T
                CALL    HEX2LCD

                CALL    READ_PH_CF
                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#3
                CALL    GOTOXY
                CALL    DELAY

                MOV     DPTR,#TABLE_PH
                MOV     A,IN_PH
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    DISP_PH
                MOV     PH_REAL_M,A
                MOV     PH_FLOT_M,R0


                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                MOV     DPTR,#TABLE_CF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,IN_CF
                MOVC    A,@A+DPTR
                MOV     CF_M,A
                CALL    HEX2LCD
                CALL    DELAY

                CALL    CHK_CAR

                CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0CH,TEST1

                RET

TEST1:          JMP     TEST

;*********************************************
;               CHECK CARIBARTION
;*********************************************
CHK_CAR:
CHK_CAR_PH:     MOV     A,PH_REAL_T
                CJNE    A,PH_REAL_M,PH_NO_OK
                MOV     A,PH_FLOT_T
                CJNE    A,PH_FLOT_M,PH_NO_OK
                MOV     GOTO_COL,#08H
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'O'
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,#'K'
                CALL    WRITE_CHAR

CHK_CAR_CF:     MOV     A,CF_T
                CJNE    A,CF_M,CF_NO_OK
                MOV     GOTO_ROW,#4
                MOV     GOTO_COL,#0EH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'O'
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,#'K'
                CALL    WRITE_CHAR
                RET

PH_NO_OK:       MOV     GOTO_COL,#08H
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'N'
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,#'O'
                CALL    WRITE_CHAR
                JMP     CHK_CAR_CF


CF_NO_OK:       MOV     GOTO_COL,#0EH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#'N'
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,#'O'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    WRITE_CHAR
                RET

CHECK_PH_CF:    MOV     A,NUM_0
                SWAP    A
                ORL     A,NUM_1
                MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,R1
                JNC     CAR_PH_CF1
                CLR     C
                MOV     A,B
                SUBB    A,R0
                RET
CAR_PH_CF1:     SETB    C
                RET

;*********************************************
;               FUNCTION SETTIME
;*********************************************
SET_TIME:       MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#SETTIME1_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#SETTIME1_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#SETTIME1_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#SETTIME1_4
                CALL    WRLINE


;-----------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY

RE_DATE:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_DATE1
                JMP     DATE_1
RE_DATE1:       RET

DATE_1:         CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,DATE_P
                JMP     DATE_1

DATE_P:         CJNE    A,#0CH,KEY_E
DATE_C:         MOV     GOTO_COL,#06H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#06H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_DATE

KEY_E:          CJNE    A,#0DH,DATE_1
                MOV     R1,#32H
                CALL    CHECK_NUM
                JNC     DATE_C
                MOV     A,B
                CJNE    A,#0,KEY_E1
                JMP     DATE_C

KEY_E1:         MOV     DD,A

;-------------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#09H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY

RE_MONTH:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_MONTH1
                JMP     MONTH_1
RE_MONTH1:      RET

MONTH_1:        CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,MONTH_P
                JMP     MONTH_1

MONTH_P:        CJNE    A,#0CH,KEY_E_MONTH
MONTH_C:        MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_MONTH

KEY_E_MONTH:    CJNE    A,#0DH,MONTH_1
                MOV     R1,#13H
                CALL    CHECK_NUM

                JNC     MONTH_C
                MOV     A,B
                CJNE    A,#0,KEY_E_MONTH1
                JMP     MONTH_C
KEY_E_MONTH1:   MOV     MM,A

;-------------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    GOTOXY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RE_YEAR:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_YEAR1
                JMP     YEAR_1
RE_YEAR1:       RET


YEAR_1:         CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,YEAR_P
                JMP     YEAR_1

YEAR_P:         CJNE    A,#0CH,KEY_E_YEAR
YEAR_C:         MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_YEAR

KEY_E_YEAR:     CJNE    A,#0DH,YEAR_1
                MOV     R1,#00H
                CALL    CHECK_NUM
                MOV     A,B
                MOV     YY,A

;-----------------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY

RE_HOUR:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_HOUR1
                JMP     HOUR_1
RE_HOUR1:       RET


HOUR_1:         CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,HOUR_P
                JMP     HOUR_1

HOUR_P:         CJNE    A,#0CH,KEY_E_HOUR
HOUR_C:         MOV     GOTO_COL,#06H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#06H
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_HOUR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KEY_E_HOUR:     CJNE    A,#0DH,HOUR_1
                MOV     R1,#24H
                CALL    CHECK_NUM

                JNC     HOUR_C
                MOV     A,B
                MOV     HOUR,A

;-------------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#09H
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY

RE_MIN:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_MIN1
                JMP     MIN_1
RE_MIN1:        RET

MIN_1:          CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,MIN_P
                JMP     MIN_1

MIN_P:          CJNE    A,#0CH,KEY_E_MIN
MIN_C:          MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_MIN

KEY_E_MIN:      CJNE    A,#0DH,MIN_1
                MOV     R1,#60H
                CALL    CHECK_NUM

                JNC     MIN_C
                MOV     A,B
                MOV     MIN,A

;-------------------------------------------------
                CALL    CURSER_ON
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                MOV     GOTO_ROW,#4
                CALL    GOTOXY

RE_SEC:
                CLR     EXIT_FLAG
                CALL    GET_NUM2
                JB      EXIT_FLAG,RE_SEC1
                JMP     SEC_1
RE_SEC1:        RET

SEC_1:          CALL    SCAN_KEY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CJNE    A,#0FFH,SEC_P
                JMP     SEC_1

SEC_P:          CJNE    A,#0CH,KEY_E_SEC
SEC_C:          MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    GOTOXY
                CALL    CURSER_ON
                JMP     RE_SEC

KEY_E_SEC:      CJNE    A,#0DH,SEC_1
                MOV     R1,#60H
                CALL    CHECK_NUM

                JNC     SEC_C
                MOV     A,B
                MOV     SEC,A
;-----------------------------------------------

                MOV     LINE,#1
                MOV     DPTR,#SETTIME2_1
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#2
                MOV     DPTR,#SETTIME2_2
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#3
                MOV     DPTR,#SETTIME2_3
                CALL    WRLINE
                MOV     LINE,#4
                MOV     DPTR,#SETTIME2_4
                CALL    WRLINE
                CALL    DISP_TIME


CONF_SET_SCAN:  CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,CONF_SET_CAN
                JMP     CONF_SET_SCAN
CONF_SET_CAN:   CJNE    A,#0CH,CONF_SET_ENT
                RET     MAIN1
CONF_SET_ENT:   CJNE    A,#0DH,CONF_SET_SCAN
                CALL    RTC_WR
                RET

;************************************************
;               DISPLAY TEMPERATURE
;************************************************
DISP_TEMP1:     MOV     A,TEMP
                CLR     C
                RRC     A
                MOV     LCD_DATA,A
                CALL    HEX3LCD
                RET

DISP_TEMP2:     MOV     A,TEMP
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JNB     ACC.0,WRITE_0C
                MOV     A,#'5'
                JMP     WRITE_NEXT
WRITE_0C:       MOV     A,#'0'
WRITE_NEXT:     CALL    WRITE_CHAR
                CALL    CURSER_OFF
                RET

;************************************************
;               DISPLAY TIMMER
;************************************************
DISP_TIME:      MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#1
                CALL    DISP_DD
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    DISP_MM
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    DISP_YY
                MOV     GOTO_COL,#06H
                MOV     GOTO_ROW,#2
                CALL    DISP_HOUR
                MOV     GOTO_COL,#09H
                CALL    DISP_MIN
                MOV     GOTO_COL,#0CH
                CALL    DISP_SEC
                RET

DISP_DD:        CALL    GOTOXY
                MOV     A,DD
                CALL    HEX2LCD
                RET
DISP_MM:        CALL    GOTOXY
                MOV     A,MM
                CALL    HEX2LCD
                RET
DISP_YY:        CALL    GOTOXY
                MOV     A,YY
                CALL    HEX2LCD
                RET
DISP_HOUR:      CALL    GOTOXY
                MOV     A,HOUR
                CALL    HEX2LCD
                RET
DISP_MIN:       CALL    GOTOXY
                MOV     A,MIN
                CALL    HEX2LCD
                RET
DISP_SEC:       CALL    GOTOXY
                MOV     A,SEC
                CALL    HEX2LCD
                CALL    CURSER_OFF
                RET

;************************************************
;               HEX TO ASCI
;************************************************
HEX2LCD:        MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SWAP    A
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                RET

;************************************************
;               HEX TO ASCI
;************************************************
HEX2LCD1:       MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                CJNE    A,#0,HEX2LCD1_1
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                JMP     HEX2LCD1_2

HEX2LCD1_1:     ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
HEX2LCD1_2:     MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                RET

;************************************************
;               CONVERT PH
;************************************************
DISP_PH:
CONV_PH:

                MOV     B,#64H
                DIV     AB
                MOV     R3,A
                MOV     A,B
                MOV     B,#0AH
                DIV     AB
                MOV     R4,A
                MOV     R0,B

                MOV     NUM_0,R3
                MOV     NUM_1,R4

                MOV     A,R3
                CJNE    A,#0,CONV_PH1
                MOV     A,#20H
                CALL    WRITE_CHAR
                JMP     CONV_PH2
CONV_PH1:       ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

CONV_PH2:       MOV     A,R4
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,#'.'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,R0
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR

                MOV     A,NUM_0
                ANL     A,#0FH
                SWAP    A
                MOV     B,A
                MOV     A,NUM_1
                ANL     A,#0FH
                ORL     A,B

                RET

;************************************************
; HEX Code to show LCD
; I/P:            LCD_DATA
;************************************************
HEX3LCD:        PUSH    07H
                PUSH    06H
                PUSH    ACC
                MOV     A,LCD_DATA
                MOV     B,#100
                DIV     AB
                ADD     A,#030H
                CJNE    A,#030H,HEX2_LCD_NX
                MOV     A,#' '
HEX2_LCD_NX:    MOV     LCD_DATA,A
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,B
                MOV     B,#10
                DIV     AB
                MOV     R6,A
                ADD     A,#030H
                MOV     LCD_DATA,A
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,B
                MOV     R7,A
                ADD     A,#030H
                MOV     LCD_DATA,A
                CALL    WRITE_CHAR
                POP     ACC
                POP     06H
                POP     07H
                RET

;************************************************
;               CHECK CONDITION
;************************************************
CHECK_NUM:      MOV     A,NUM_0
                SWAP    A
                ORL     A,NUM_1
                MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,R1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
;                CHECK NUM ONLY
;************************************************
GET_NUM2:       CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,GET_NUM2_1
                JMP     GET_NUM2

GET_NUM2_1:     CJNE    A,#0CH,KEY_P
                SETB    EXIT_FLAG
                RET

KEY_P:          MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,#0AH
                JNC     GET_NUM2
                MOV     A,B
                MOV     NUM_0,A
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    KEY_OFF
                CALL    DELAY

KEY_P1:         CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,KEY_P2
                JMP     KEY_P1

KEY_P2:         MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,#0AH
                JNC     KEY_P1
                MOV     A,B
                MOV     NUM_1,A
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    KEY_OFF
                CALL    CURSER_OFF
                CALL    DELAY
                RET

GET_POINT:
KEY_P3:         CALL    SCAN_KEY
                CJNE    A,#0FFH,KEY_P4
                JMP     KEY_P3

KEY_P4:         MOV     B,A
                CLR     C
                SUBB    A,#0AH
                JNC     KEY_P3
                MOV     A,B
                ADD     A,#30H
                CALL    WRITE_CHAR
                CALL    KEY_OFF
                CALL    CURSER_OFF
                CALL    DELAY
                RET

;************************************************
;               GOTO POSITION LCD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
;GOTO_COL <-- X POSITION
;GOTO_ROW <-- Y POSITION

GOTOXY:         MOV     A,#10000000B
                ADD     A,GOTO_COL
                MOV     R0,GOTO_ROW
GOTO_L1:        CJNE    R0,#1,GOTO_L2
                ADD     A,#00H
                JMP     EXIT_GOTO
GOTO_L2:        CJNE    R0,#2,GOTO_L3
                ADD     A,#40H
                JMP     EXIT_GOTO
GOTO_L3:        CJNE    R0,#3,GOTO_L4
                ADD     A,#10H
                JMP     EXIT_GOTO
GOTO_L4:        ADD     A,#50H
EXIT_GOTO:      CALL    INS_LCD
                RET

CLOCK:          SETB    SK
                CALL    WAIT
                CLR     SK
                CALL    WAIT
                RET
;-------------------------------------------------
EEP_EN:         CLR     SK
                SETB    CS
                SETB    DI
                CALL    CLOCK
                MOV     A,#30H
                MOV     R4,#08
EN_1:           RLC     A
                MOV     DI,C
                CALL    CLOCK
                DJNZ    R4,EN_1
                CLR     CS
                RET

;-------------------------------------------------
EEP_DS:         CLR     SK
                SETB    CS
                SETB    DI
                CALL    CLOCK
                MOV     A,#00H
                MOV     R4,#08
DS_1:           RLC     A
                MOV     DI,C
                CALL    CLOCK
                DJNZ    R4,DS_1
                CLR     CS
                RET
;-------------------------------------------------
EEP_ERASE:      CLR     SK
                SETB    CS
                SETB    DI
                CALL    CLOCK
                ORL     A,#0C0H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     R4,#08
ER_1:           RLC     A
                MOV     DI,C
                CALL    CLOCK
                DJNZ    R4,ER_1
                CLR     CS
                CALL    CLOCK
                SETB    CS
;--------------FROM TIMING-------------------------
BUSY:           CALL    CLOCK
                SETB    DO
                JNB     DO,BUSY
                CLR     CS
                RET
;-------------------------------------------------
WR_EEP:         CLR     SK
                SETB    CS
                SETB    DI
                CALL   CLOCK
                ORL    A,#40H
                CALL   SHIFT_OUT
                MOV    A,R0
                CALL   SHIFT_OUT
                MOV    A,R1
                CALL   SHIFT_OUT
                CLR    CS
                CALL   CLOCK
                SETB   CS
BUSY_W:         CALL   CLOCK
                SETB    DO
                JNB    DO,BUSY_W
                CLR    CS
                RET
;---------------------------------------
SHIFT_OUT:      MOV   R4,#08
SHO_0:          RLC    A
                MOV    DI,C
                CALL    CLOCK
                DJNZ   R4,SHO_0
                RET
;-------------READ-EEPROM-----------------------
;  A=ADDRESS  , R0=DATA1
RD_EEP:
                ;CLR     EA
                ;CLR     ES
                ;CLR     TR1
                CLR     SK
                SETB    CS
                SETB    DI
                CALL    CLOCK
                ORL     A,#80H
                CALL    SHIFT_OUT
                CALL    SHIFT_IN
                MOV     R0,A
                CALL    SHIFT_IN
                MOV     R1,A
                CLR     CS
                CALL    WAIT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
;-------------------------------------------------------
SHIFT_IN:       MOV     R4,#8
SH_1:           CALL    CLOCK
                MOV    C,DO
                RLC     A
                DJNZ    R4,SH_1
                RET

;*************************************************
;               SCAN KEY MATRIX
;*************************************************
SCAN_KEY:       MOV      A,#0FFH
                MOV      P1,#0FFH
SCAN_C1:        CLR      P1.4
KEY_1:          JB       P1.0,KEY_2
                MOV      A,#01H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_2:          JB       P1.1,KEY_3
                MOV      A,#02H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_3:          JB       P1.2,KEY_CAR
                MOV      A,#03H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_CAR:        JB       P1.3,SCAN_C2
                MOV      A,#0AH
                JMP      EXIT_KEY
SCAN_C2:        SETB     P1.4
                CLR      P1.5
KEY_4:          JB       P1.0,KEY_5
                MOV      A,#04H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_5:          JB       P1.1,KEY_6
                MOV      A,#05H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_6:          JB       P1.2,KEY_SET
                MOV      A,#06H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_SET:        JB       P1.3,SCAN_C3
                MOV      A,#0BH
                JMP      EXIT_KEY
SCAN_C3:        SETB     P1.5
                CLR      P1.6
KEY_7:          JB       P1.0,KEY_8
                MOV      A,#07H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_8:          JB       P1.1,KEY_9
                MOV      A,#08H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_9:          JB       P1.2,KEY_MAN
                MOV      A,#09H
                JMP      EXIT_KEY
KEY_MAN:        JB       P1.3,SCAN_C4
                MOV      A,#0EH
                JMP      EXIT_KEY
SCAN_C4:        SETB     P1.6
                CLR      P1.7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
KEY_CAN:        JB      P1.0,KEY_0
                MOV     A,#0CH
                JMP     EXIT_KEY
KEY_0:          JB      P1.1,KEY_ENT
                MOV     A,#00H
                JMP     EXIT_KEY
KEY_ENT:        JB      P1.2,KEY_PROG
                MOV     A,#0DH
                JMP     EXIT_KEY
KEY_PROG:       JB      P1.3,KEY_C0
                MOV     A,#0FH
                JMP     EXIT_KEY
KEY_C0:         SETB    P1.7

EXIT_KEY:       CJNE    A,#0FFH,KEYPRESS
                RET
KEYPRESS:       CALL    KEY_OFF
                RET

KEY_OFF:        MOV     P1,#0FH

                JNB     P1.0,KEY_OFF
                JNB     P1.1,KEY_OFF
                JNB     P1.2,KEY_OFF
                JNB     P1.3,KEY_OFF
                MOV     P1,#0FFH
                RET

;***********************************************
;               ALU_SUBB PH
;INPUT   :      R0 = PH_REAL_S
;               R1 = PH_FLOT_S
;               R3 = PH_REAL_P
;               R4 = PH_FLOT_P
;OUTPUT :        OFF SET REAL PH
;               OFF SET FLOT PH
;               SIGN: BIT FLUG
;***********************************************

ALU_SUBB:
                MOV     R0,PH_REAL_S
                MOV     R1,PH_FLOT_S
                MOV     R3,PH_REAL_P
                MOV     R4,PH_FLOT_P

                MOV     A,R0
                MOV     AUX,R3
                CJNE    A,AUX,ALU_1
                JMP     EQUAL
ALU_1:          CLR     C
                SUBB    A,R3
                JNC     POSITIVE

                MOV     A,R3
                CLR     C
                SUBB    A,R0
                JNC     NEGATIVE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JMP     EQUAL

POSITIVE:       MOV     A,R4
                MOV     AUX,R1
                CJNE    A,AUX,POSIT1
                CALL    P_SUBB_N
                JMP     END_ALU

POSIT1:         CLR     C
                SUBB    A,R1
                JNC     POSIT2
                CALL    P_SUBB_N
                JMP     END_ALU

POSIT2:         CALL    P_SUBB_G
                JMP     END_ALU

NEGATIVE:       MOV     A,R1
                MOV     AUX,R4
                CJNE    A,AUX,NAGAT1
                CALL    N_SUBB_N
                JMP     END_ALU

NAGAT1:         CLR     C
                SUBB    A,R4
                JNC     NEGAT2
                CALL    N_SUBB_N
                JMP     END_ALU

NEGAT2:         CALL    N_SUBB_G
                JMP     END_ALU

EQUAL:          MOV     A,R4
                CLR     C
                SUBB    A,R1
                JNC     EQUAL1
                CALL    P_SUBB_N
                JMP     END_ALU

EQUAL1:         CALL    N_SUBB_N
                JMP     END_ALU


P_SUBB_N:       CLR     SIGN
                MOV     A,R0
                CLR     C
                CLR     PSW.6
                SUBB    A,R3
                CJNE    A,#00H,P_SUBB_N1
                JMP     P_SUBB_N2

P_SUBB_N1:      CALL    CHK_OVER
P_SUBB_N2:      MOV     OFFSET_R,A
                MOV     A,R1
                CLR     C
                SUBB    A,R4
                MOV     OFFSET_F,A
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P_SUBB_G:       CLR     SIGN
                MOV     A,R1
                ADD     A,#10H
                CLR     C
                SUBB    A,R4
                CALL    CHK_OVER
                MOV     OFFSET_F,A

                DEC     R0
                CJNE    R0,#0FH,P_SUBB_G4
                MOV     A,#09H
                MOV     R0,#09H
                JMP     P_SUBB_G5

P_SUBB_G4:      MOV     A,R0
P_SUBB_G5:      CLR     C
                CLR     PSW.6
                SUBB    A,R3
                CJNE    A,#00H,P_SUBB_G1
                JMP     P_SUBB_G2

P_SUBB_G1:      CALL    CHK_OVER
P_SUBB_G2:      MOV     OFFSET_R,A
                RET

N_SUBB_N:       MOV     A,R0
                MOV     B,R3
                MOV     R3,A
                MOV     R0,B
                MOV     A,R1
                MOV     B,R4
                MOV     R4,A
                MOV     R1,B
                CALL    P_SUBB_N
                SETB    SIGN
                RET

N_SUBB_G:       MOV     A,R0
                MOV     B,R3
                MOV     R3,A
                MOV     R0,B
                MOV     A,R1
                MOV     B,R4
                MOV     R4,A
                MOV     R1,B
                CALL    P_SUBB_G
                SETB    SIGN
                RET

CHK_OVER:       MOV     B,A
                JB      PSW.6,SUBB06
                ANL     A,#00001111B
                CLR     C
                SUBB    A,#10
                JNC     SUBB06
                MOV     A,B
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

SUBB06:         MOV     A,B
                CLR     C
                SUBB    A,#06H
                RET

END_ALU:        MOV     R0,PH_REAL_S
                MOV     R1,PH_FLOT_S
                MOV     R3,PH_REAL_P
                MOV     R4,PH_FLOT_P
                MOV     A,R0
                MOV     AUX,R3
                CJNE    A,AUX,END_ALU1
                MOV     A,R1
                MOV     AUX,R4
                CJNE    A,AUX,END_ALU1
                CLR     SIGN

END_ALU1:       RET

ALU_SUBB_CF:    MOV     R1,CF_S
                MOV     R2,CF_P

                MOV     A,R1
                MOV     AUX,R2
                CJNE    A,AUX,ALU_SUBB_CF1
                MOV     CF_OFFSET,#00H
                CLR     SIGN
                RET

ALU_SUBB_CF1:   CLR     C
                SUBB    A,R2
                JNC     P_SUBB_N_CF1
                CALL    N_SUBB_N_CF
                RET
P_SUBB_N_CF1:   CALL    P_SUBB_N_CF
                RET

P_SUBB_N_CF:    CLR     SIGN
                MOV     A,R1
                CLR     C
                CLR     PSW.6
                SUBB    A,R2
                CALL    CHK_OVER_CF
                MOV     CF_OFFSET,A
                RET

N_SUBB_N_CF:    SETB    SIGN
                MOV     A,R2
                CLR     C
                CLR     PSW.6
                SUBB    A,R1
                CALL    CHK_OVER_CF
                MOV     CF_OFFSET,A
                RET

CHK_OVER_CF:    MOV     B,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                JB      PSW.6,SUBB06_CF
                ANL     A,#00001111B
                CLR     C
                SUBB    A,#10
                JNC     SUBB06_CF
                MOV     A,B
                RET

SUBB06_CF:      MOV     A,B
                CLR     C
                SUBB    A,#06H
                RET

;***********************************************
;               WRITE LINE 16*4
;***********************************************
WRLINE:         MOV     A,LINE
LINE1:          CJNE    A,#1,LINE2
                MOV     A,#80H
                JMP     SET_LINE
LINE2:          CJNE    A,#2,LINE3
                MOV     A,#0C0H
                JMP     SET_LINE
LINE3:          CJNE    A,#3,LINE4
                MOV     A,#90H
                JMP     SET_LINE
LINE4:          MOV     A,#0D0H

SET_LINE:       CALL    INS_LCD

                MOV     R0,#10H

LOOP:           MOV     A,#00H
                MOVC    A,@A+DPTR
                CALL    OUT_LCD
                INC     DPTR
                DJNZ    R0,LOOP
                RET

;***********************************************
;               INITIAL&INSTRUCTION LCD
;***********************************************
INT_LCD:        MOV     A,#06H
                CALL    INS_LCD
                MOV     A,#0FH
                CALL    INS_LCD
                MOV     A,#14H
                CALL    INS_LCD
                MOV     A,#38H
                CALL    INS_LCD
CLRSCR:         MOV     A,#01H
                CALL    INS_LCD
                CALL    DELAY
                RET

INS_LCD:        CLR     RS
                MOV     LCD_DATA,A
                SETB    EN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    WAIT
                CLR     EN
                RET

;************************************************
;               WRITE CHARACTER
;************************************************
WRITE_CHAR:     CALL    OUT_LCD
                RET

OUT_LCD:        SETB    RS
                MOV     LCD_DATA,A
                SETB    EN
                CALL    WAIT
                CLR     EN
                RET

;************************************************
;               CURSER ON OFF CLEAR SCREEN
;************************************************
CURSER_ON:      PUSH    ACC
                CALL    WAIT
                MOV     A,#0FH
                CALL    INS_LCD
                POP     ACC
                RET

CURSER_OFF:     CALL    WAIT
                MOV     A,#0CH
                CALL    INS_LCD
                RET

;************************************************
;               READ A/D 2 CHANNAL
;************************************************
READ_PH_CF:     MOV     CHANNAL,#0
                MOV     R1,#IN_PH
                MOV     R4,#2

CONVERSION_LOOP:MOV     A,CHANNAL
                MOV     CONTROL,A
                CALL    PCF8591_WR
                CALL    PCF8591_RD
                CALL    PCF8591_RD
                MOV     @R1,AD_DATA
                INC     R1
                INC     CHANNAL
                DJNZ    R4,CONVERSION_LOOP
                RET

;************************************************
;               I2C PCF8591 Read
;************************************************
PCF8591_RD:     MOV     I2C_ADDR,#PCF8591_ID+1
                CALL    I2C_SLAVE

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     AD_DATA,I2C_DATA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    I2C_NACK_BIT

                CALL    I2C_STOP
                RET

;************************************************
;               I2C PCF8591 Write
;************************************************
PCF8591_WR:     MOV     I2C_ADDR,#PCF8591_ID
                CALL    I2C_SLAVE

                MOV     I2C_DATA,CONTROL
                CALL    I2C_DATA_WR

                CALL    I2C_STOP
                RET

;************************************************
; HEX Code to show LCD
; I/P:          LCD_DATA
;************************************************
HEX2LCD_AD:     ;PUSH    ACC
                MOV     A,LCD_DATA
                MOV     B,A
                ANL     A,#0F0H
                SWAP    A
                ADD     A,#30H
                MOV     R0,A
                CALL    HEX_CHK
                CALL    WRITE_CHAR
                MOV     A,B
                ANL     A,#0FH
                ADD     A,#30H
                MOV     R0,A
                CALL    HEX_CHK
                CALL    WRITE_CHAR
                RET


HEX_CHK:        CLR     C
                SUBB    A,#03AH
                JNC     HEX_CHK1
                MOV     A,R0
                RET

HEX_CHK1:       MOV     A,R0
                ADD     A,#7
                RET

;************************************************
;               I2C RTC Read
;************************************************
RTC_RD:         MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID

                CALL    I2C_SLAVE

                MOV     I2C_DATA,#000H
                CALL    I2C_DATA_WR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID+1
                CALL    I2C_SLAVE
                CALL    I2C_DATA_RD

                MOV     SEC,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     MIN,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     HOUR,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     DAY,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     DD,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     MM,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     YY,I2C_DATA
                CALL    I2C_ACK_BIT

                CALL    I2C_DATA_RD
                MOV     CONTROL,I2C_DATA
                CALL    I2C_NACK_BIT

                CALL    I2C_STOP
                RET

;************************************************
; I2C RTC Write
;************************************************
RTC_WR:         MOV     I2C_ADDR,#RTC_ID
                CALL    I2C_SLAVE

                MOV     I2C_DATA,#000H
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,SEC
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,MIN
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,HOUR
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,DAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,DD
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,MM
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,YY
                CALL    I2C_DATA_WR

                MOV     I2C_DATA,CONTROL
                CALL    I2C_DATA_WR

                CALL    I2C_STOP
                RET

;***********************************************
; I2C Data Write
; I/P:          I2C_DATA
; Reserve:      R0
;***********************************************
I2C_DATA_WR:    PUSH    ACC
                SETB    I2C_ACK
                MOV     A,I2C_DATA
                MOV     R0,#008
I2C_DATA_WR_1:  RLC     A
                MOV     SDA,C
                CALL    I2C_CLK
                DJNZ    R0,I2C_DATA_WR_1
                SETB    SDA
                CALL    I2C_DELAY
                SETB    SCL
                CALL    I2C_DELAY
                JB      SDA,I2C_DATA_WR_2
                CLR     I2C_ACK
I2C_DATA_WR_2:  CLR     SCL
                POP     ACC
                RET

;***********************************************
; I2C Data Read
; O/P:          I2C_DATA
; Reserve:      R0
;***********************************************
I2C_DATA_RD:    PUSH    ACC
                CLR     A
                MOV     R0,#008
I2C_DATA_RD_1:  CALL    I2C_DELAY
                SETB    SCL
                CALL    I2C_DELAY
                MOV     C,SDA
                RLC     A
                CLR     SCL
                DJNZ    R0,I2C_DATA_RD_1
                MOV     I2C_DATA,A
                POP     ACC
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
; I2C Slave Connect
; I/P:             I2C_ADDR
; O/P Flag: I2C_ACK
; Reserve:       R0
;************************************************
I2C_SLAVE:        PUSH    ACC
                  SETB    I2C_ACK
                  MOV     A,I2C_ADDR
                  CALL    I2C_START
                  MOV     R0,#008
I2C_SLAVE_1:      RLC     A
                  MOV     SDA,C
                  CALL    I2C_CLK
                  DJNZ    R0,I2C_SLAVE_1

                  SETB    SDA
                  CALL    I2C_DELAY
                  SETB    SCL
                  CALL    I2C_DELAY
                  JB      SDA,I2C_SLAVE_2
                  CLR     I2C_ACK
I2C_SLAVE_2:      CLR     SCL
                  POP     ACC
                  RET

;************************************************
; I2C Start Condition
;************************************************
I2C_START:        JNB     SCL,I2C_START_1
                  CLR     SCL

I2C_START_1:      SETB    SDA
                  SETB    SCL

                  CALL    I2C_DELAY
                  CLR     SDA
                  CALL    I2C_DELAY
                  CLR     SCL
                  RET

;************************************************
; I2C Stop Condition
;************************************************
I2C_STOP:         JNB     SCL,I2C_STOP_1
                  CLR     SCL

I2C_STOP_1:       CLR     SDA
                  CALL    I2C_DELAY
                  SETB    SCL
                  CALL    I2C_DELAY
                  SETB    SDA
                  RET

;************************************************
; I2C Clock
;************************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
I2C_CLK:          CALL    I2C_DELAY
                  SETB    SCL
                  CALL    I2C_DELAY
                  CLR     SCL
                  RET

;************************************************
; I2C Acknowledge
;************************************************
I2C_ACK_BIT:      CLR     SDA
                  CALL    I2C_DELAY
                  CALL    I2C_CLK
                  SETB    SDA
                  RET

;************************************************
; I2C Not Acknowledge
;************************************************
I2C_NACK_BIT:     SETB    SDA
                  CALL    I2C_DELAY
                  CALL    I2C_CLK
                  SETB    SCL
                  RET

;************************************************
;               TIME SLOT SUB PROGRAM
;************************************************
READ_TEMP:
                  MOV     A,#0CCH
                  CALL    WRITE_BYTE
                  MOV     A,#044H
                  CALL    WRITE_BYTE

                  JNB     ONEWIRE,$

                  CALL    RESET_PULSE
                  CALL    PRESENCE

                  MOV     A,#0CCH
                  CALL    WRITE_BYTE

                  mov     A,#0BEH
                  CALL    WRITE_BYTE

                  CALL    READ_BYTE
                  MOV     TEMP,A

                  CLR     C
                  RRC     A
                  MOV     B,#100
                  DIV     AB
                  MOV     A,B
                  MOV     B,#10
                  DIV     AB
                  ANL     A,#0FH
                  SWAP    A
                  ADD     A,B
                  MOV     TEMP_R_P,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                MOV     A,TEMP
                JNB     ACC.0,DOT0C
                MOV     TEMP_F_P,#05H
                JMP     READ_TEMP1
DOT0C:          MOV     TEMP_F_P,#00H

READ_TEMP1:     CALL    RESET_PULSE
                CALL    PRESENCE
                RET

READ_BYTE:
                MOV     R3,#8
READ1:          CLR     ONEWIRE
                NOP
                NOP
                SETB    ONEWIRE
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                MOV     C,ONEWIRE
                MOV     R2,#15
                DJNZ    R2,$
                RRC     A
                DJNZ    R3,READ1
                RET

WRITE_BYTE:
                MOV     R3,#8
WRITE:          RRC     A
                JC      WRITE1
                CLR     ONEWIRE
                MOV     R2,#15
                DJNZ    R2,$
                SETB    ONEWIRE
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                DJNZ    R3,WRITE
                RET

WRITE1:
                CLR     ONEWIRE
                NOP
                NOP
                NOP
                NOP
                SETB    ONEWIRE
                MOV     R2,#15
                DJNZ    R2,$
                DJNZ    R3,WRITE
                RET

RESET_PULSE:
                CLR     ONEWIRE

                MOV     R2,#250
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R2,$

                SETB    ONEWIRE

                MOV     R2,#10
                DJNZ    R2,$
                RET

PRESENCE:       JB      ONEWIRE,$
                JNB     ONEWIRE,$
                RET

TX_TEXT:        CLR     TI
TX_LOOP:        CLR     A
                MOVC    A,@A+DPTR
                INC     DPTR
                CJNE    A,#0FFH,TX_LOOP1
                RET
TX_LOOP1:       MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI
                JMP     TX_LOOP

TX_CHAR:        CLR     TI
                MOV     SBUF,A
                JNB     TI,$
                CLR     TI
                RET
;***********************************************
;               ALL DELAY
;***********************************************
DELAY:          MOV     R2,#0FFH
DLY:            MOV     R3,#0FFH
                NOP
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R2,DLY
                RET
I2C_DELAY:      MOV     R3,#00CH
I2C_DELAY_1:     NOP
                NOP
                DJNZ    R3,I2C_DELAY_1
                RET

DELAY_10ms:     MOV     R3,#010
DELAY_10ms_1:   MOV     R4,#0E6H
DELAY_10ms_2:   NOP
                NOP
                DJNZ    R4,DELAY_10ms_2
                DJNZ    R3,DELAY_10ms_1
                RET

DELAY_100ms:    MOV     R3,#100
DELAY_100ms_1:  MOV     R4,#0E6H
DELAY_100ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ    R4,DELAY_100ms_2
                DJNZ    R3,DELAY_100ms_1
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
DELAY_1s:       MOV     R2,#100
DELAY_1s_1:     CALL    DELAY_10ms
                DJNZ    R2,DELAY_1s_1
                RET

DELAY6:         CALL    DELAY_1S
                CALL    DELAY_1S
                RET

DELAY_3S:
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP
                CALL    SHOW_RUN_DISP

                RET

DELAY_30S:      CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S
                CALL    DELAY_3S

                RET


WAIT:           PUSH    03H
                MOV     R3,#50h
                DJNZ    R3,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                POP     03H
                RET

HEADER_TEXT:    DB      '  Hydroponic Auto Control Report
',00AH,00DH
                DB      '   Date     Time    CF    PH    Temp
',00AH,00DH
                DB      ' dd/mm/yy  hr:mi   __   __._
',0DFH,'C',00AH,00DH,0FFH


                        ;0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   A
B   C   D   E   F
TABLE_PH:       DB
14H,14H,15H,15H,16H,16H,17H,17H,17H,18H,18H,18H,19H,19H,1AH,1AH
                DB
1BH,1BH,1BH,1CH,1CH,1DH,1DH,1DH,1EH,1EH,1EH,1FH,1FH,1FH,20H,20H
                DB
21H,21H,22H,22H,22H,23H,23H,24H,24H,24H,25H,25H,26H,26H,26H,27H
                DB
27H,27H,28H,28H,29H,29H,29H,2AH,2AH,2BH,2BH,2BH,2CH,2CH,2DH,2DH
                DB
2DH,2EH,2EH,2FH,2FH,2FH,30H,30H,31H,31H,31H,32H,32H,33H,33H,33H
                DB
34H,34H,35H,35H,35H,36H,36H,37H,37H,37H,38H,38H,39H,39H,39H,3AH
                DB
3AH,3AH,3BH,3BH,3BH,3CH,3CH,3DH,3DH,3DH,3EH,3EH,3FH,3FH,3FH,40H
                DB
40H,41H,41H,41H,42H,42H,43H,43H,43H,44H,44H,45H,45H,45H,46H,46H
                DB
46H,47H,47H,48H,48H,48H,49H,49H,4AH,4AH,4AH,4BH,4BH,4CH,4CH,4CH
                DB
4DH,4DH,4EH,4EH,4EH,4FH,4FH,4FH,50H,50H,51H,51H,51H,52H,52H,53H
                DB
53H,53H,54H,54H,55H,55H,55H,56H,56H,57H,57H,57H,58H,58H,59H,59H
                DB
59H,5AH,5AH,5AH,5BH,5BH,5CH,5CH,5CH,5DH,5DH,5EH,5EH,5EH,5FH,5FH
                DB
60H,60H,60H,61H,61H,62H,62H,62H,63H,63H,63H,64H,64H,65H,65H,65H
                DB
66H,66H,67H,67H,67H,68H,68H,69H,69H,69H,6AH,6AH,6BH,6BH,6BH,6CH
                DB
6CH,6DH,6DH,6DH,6EH,6EH,6EH,6FH,6FH,70H,70H,70H,71H,71H,72H,72H
                DB
72H,73H,73H,74H,74H,74H,75H,75H,76H,76H,76H,77H,77H,77H,78H,78H
                                    ;2                  6                   B
F

TABLE_CF:       DB
00H,00H,00H,01H,01H,01H,01H,01H,02H,02H,02H,02H,02H,03H,03H,03H
                DB
03H,03H,04H,04H,04H,04H,04H,05H,05H,05H,05H,05H,06H,06H,06H,06H
                DB
06H,07H,07H,07H,07H,07H,08H,08H,08H,08H,08H,09H,09H,09H,09H,09H
                DB
10H,10H,10H,10H,10H,10H,11H,11H,11H,11H,11H,12H,12H,12H,12H,12H
                DB
13H,13H,13H,13H,13H,14H,14H,14H,14H,14H,15H,15H,15H,15H,15H,16H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    DB
16H,16H,16H,16H,17H,17H,17H,17H,17H,18H,18H,18H,18H,18H,19H,19H
                    DB
19H,19H,19H,20H,20H,20H,20H,20H,20H,21H,21H,21H,21H,21H,22H,22H
                    DB
22H,22H,22H,23H,23H,23H,23H,23H,24H,24H,24H,24H,24H,25H,25H,25H
                    DB
25H,25H,26H,26H,26H,26H,26H,27H,27H,27H,27H,27H,28H,28H,28H,28H
                    DB
28H,29H,29H,29H,29H,29H,30H,30H,30H,30H,30H,30H,31H,31H,31H,31H
                    DB
31H,32H,32H,32H,32H,32H,33H,33H,33H,33H,33H,34H,34H,34H,34H,34H
                    DB
35H,35H,35H,35H,35H,36H,36H,36H,36H,36H,37H,37H,37H,37H,37H,38H
                    DB
38H,38H,38H,38H,39H,39H,39H,39H,39H,40H,40H,40H,40H,40H,40H,41H
                    DB
41H,41H,41H,41H,42H,42H,42H,42H,42H,43H,43H,43H,43H,43H,44H,44H
                    DB
44H,44H,44H,45H,45H,45H,45H,45H,46H,46H,46H,46H,46H,47H,47H,47H
                    DB
47H,47H,48H,48H,48H,48H,48H,49H,49H,49H,49H,49H,49H,50H,50H,50H



                    END
```

รูปที่ ค.1 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรวัดค่าความเข้มข้นของสารละลาย

ชื่ออุปกรณ์	เบอร์ / ค่า	จำนวน (ตัว)
1. ไอซี		
IC1	NE 555	1
IC2,IC3	TL084	2
2. ไดโอด		
D1 , D2	1N4148	2
3. ตัวต้านทาน		
VR1,VR6	100K	2
VR3,VR4,VR5	10K	3
VR2	20K	1
R1	22K	1
R2,R,3,R4,R5,	10K	9
R6,R7,R8, R9,R10		
R11	1K	1
4. ตัวเก็บประจุ		
C1 , C2	0.01 μF	1
C3	0.47 μF	1
C4	0.22 μF	1
C5	1000μF	1
5. หัววัด EC	-	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรวัดค่าความเป็นกรด - ด่าง

ชื่ออุปกรณ์	เบอร์ / ค่า	จำนวน (ตัว)
1. ไอซี		
IC1	TL081	1
IC2	TL084	1
2. ตัวต้านทาน		
VR1,VR2,VR3	10K	3
VR4	25K	1
VR5	50K	1
R1,	30K	1
R2	390K	1
R3,R4,	680K	2
R5,R6,R7,R8,R9,R10	10K	6
3. ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 μF	1
C2	0.05μF	1
4. หัววัด pH	-	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

ชื่ออุปกรณ์	เบอร์ / ค่า	จำนวน (ตัว)
1. ไอซี		
IC1,IC2 ,IC3,IC4	4N35	4
2. ไดโอด		
D1,D2,D3,D4	1N4148	4
3. ตัวต้านทาน		
R1,R,3,R5,R7	250	4
R2,R,4,R6,R8	10K	1
4. ตัวเก็บประจุ		
C1 , C2	0.02 μF	2
C3	0.47 μF	1
C4	0.22 μF	1
C5	4700 μF	1
5. โซลินอยด์วาล์ว	24VDC	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	เบอร์ / ค่า	จำนวน (ตัว)
1. ไอซี		
IC1, ,IC4, IC6	AM152	3
IC2	LM8715	1
IC3	LM7915	1
IC5	LM7805	1
IC7	NC7824	1
2. ตัวเก็บประจุ		
C1,C2,C5,C7	4700uF	4
C3,C4,C6,C8	0.1uF	4
3. หม้อแปลงไฟฟ้า	3 A	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1307
64 X 8 Serial Real Time Clock

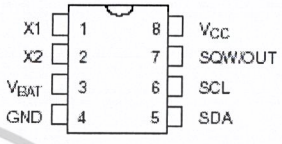
FEATURES

- Real time clock 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 nonvolatile RAM for data storage
- 2–wire serial interface
- Programmable squarewave output signal
- Automatic power fail detect and switch circuitry
- Consumes less than 500 nA in battery backup mode at 25°C
- Optional industrial temperature range –40°C to +85°C (IND)
- Available in 8–pin DIP or SOIC

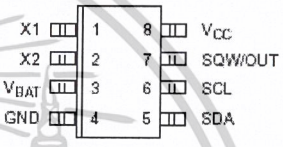
ORDERING INFORMATION

DS1307	Serial Timekeeping Chip; 8–pin DIP
DS1307Z	Serial Timekeeping Chip; 8–pin SOIC (150 mil)
DS1307N	8–pin DIP (IND)
DS1307ZN	8–pin SOIC (IND)

PIN ASSIGNMENT



DS1307 8–PIN DIP (300 MIL)



DS1307Z 8–PIN SOIC (150 MIL)

PIN DESCRIPTION

V_{CC}	– Primary Power Supply
X1, X2	– 32.768 KHz Crystal Connection
V_{BAT}	– +3 Volt Battery Input
GND	– Ground
SDA	– Serial Data
SCL	– Serial Clock
SQW/OUT	– Square wave/Output Driver

DESCRIPTION

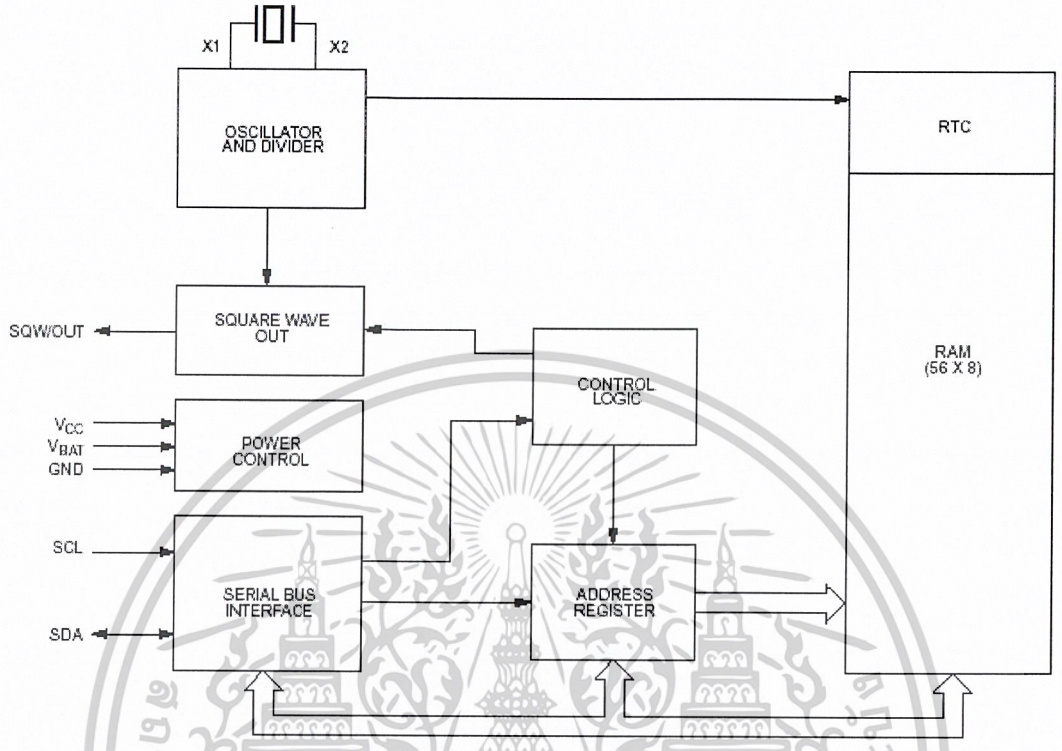
The DS1307 Serial Real Time Clock is a low power full BCD clock calendar plus 56 bytes of nonvolatile SRAM. Address and data are transferred serially via a 2–wire bi–directional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with less 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 which detects power failures and automatically switches to the battery supply.

OPERATION

The DS1307 operates as a slave device on the serial 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 Real Time Clock. The following paragraphs describe the function of each pin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 BLOCK DIAGRAM Figure 1



SIGNAL DESCRIPTIONS

V_{CC}, GND – DC power is provided to the device on these pins. V_{CC} is the +5 volt input. When 5 volts are applied within normal limits, the device is fully accessible and data can be written and read. When a 3-volt battery is connected to the device and V_{CC} is below 1.25 x V_{BAT}, reads and writes are inhibited. However, the Timekeeping function continues unaffected by the lower input voltage. As V_{CC} falls below V_{BAT} the RAM and timekeeper are switched over to the external 3 volt battery.

V_{BAT} – Battery input for any standard 3 volt lithium cell or other energy source. Battery voltage must be held between 2.5 and 3.5 volts for proper operation. The nominal write protect trip point voltage at which access to the real time clock and user RAM is denied is set by the internal circuitry as 1.25 x V_{BAT} nominal. A Lithium battery with 35 mAh or greater will back up the DS1307 for more than 10 years in the absence of power.

SCL (Serial Clock Input) – SCL is used to synchronize data movement on the serial interface.

SDA (Serial Data Input/Output) – SDA is the input/output pin for the 2–wire serial interface. The SDA pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

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 (1 Hz, 4 KHz, 8 KHz, 32 KHz). The SQW/OUT pin is open drain which requires an external pull–up resistor.

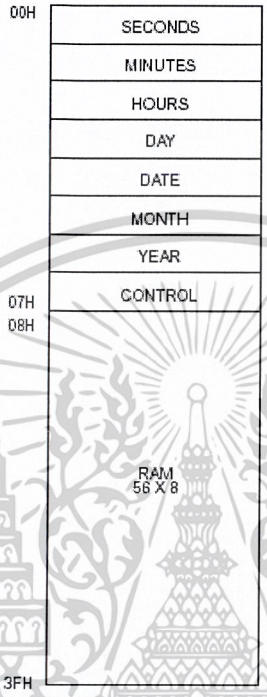
X1, X2 – Connections for a standard 32.768 KHz quartz crystal. The internal oscillator circuitry is designed for operation with a crystal having a specified load capacitance (CL) of 12.5 pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTC AND RAM ADDRESS MAP

The address map for the RTC and RAM registers of the DS1307 is shown in Figure 2. The real time clock 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.

DS1307 ADDRESS MAP Figure 2



CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. The real time clock registers are illustrated in Figure 3. 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 Binary–Coded Decimal (BCD) format. Bit 7 of Register 0 is the Clock Halt (CH) bit. When this bit is set to a one, the oscillator is disabled. When cleared to a zero, the oscillator is enabled.

The DS1307 can be run in either 12–hour or 24–hour mode. Bit 6 of the hours register is defined as the 12– 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 (20–23 hours).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307 TIMEKEEPER REGISTERS Figure 3

	BIT7							BIT0	
00H	CH	10 SECONDS			SECONDS				00–59
	X	10 MINUTES			MINUTES				00–59
	X	12/24	10 HR A/P	10 HR	HOURS				01–12 00–23
	X	X	X	X	X	DAY			1–7
	X	X	10 DATE		DATE				01–28/29 01–30 01–31
	X	X	10 MONTH		MONTH				01–12
	10 YEAR				YEAR				00–99
07H	OUT	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0	

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	X	X	SQWE	X	X	RS1	RS0

OUT (Output control): 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.

SQWE (Square wave Enable): This bit when set to a logic 1 will enable the oscillator output. The frequency of the square wave output depends on the value of the RS0 and RS1 bits.

RS (Rate Select): These bits control the frequency of the square wave output when the square wave output has been enabled. Table 1 lists the square wave frequencies that can be selected with the RS bits.

SQUAREWAVE OUTPUT FREQUENCY Table 1

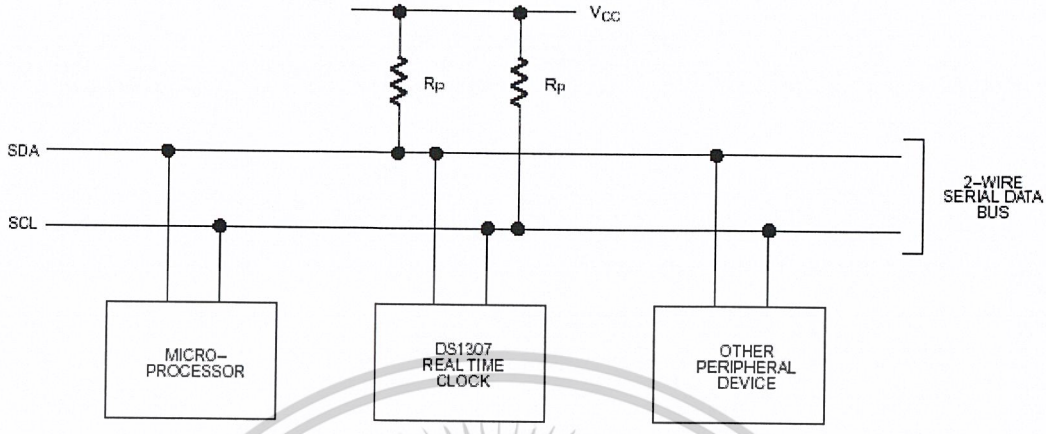
RS1	RS0	SQW OUTPUT FREQUENCY
0	0	1 Hz
0	1	4 KHz
1	0	8 KHz
1	1	32 KHz

2–WIRE SERIAL DATA BUS

The DS1307 supports a bi–directional 2–wire bus and data transmission 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 slaves. The bus must be controlled by a master device which generates the serial clock (SCL), controls the bus access, and generates the START and STOP conditions. The DS1307 operates as a slave on the 2–wire bus. A typical bus configuration using this 2–wire protocol is show in Figure 4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL 2–WIRE BUS CONFIGURATION Figure 4



The following bus protocol has been defined (see Figure 5).

- Data transfer may 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 line 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 the START and the 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.

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.

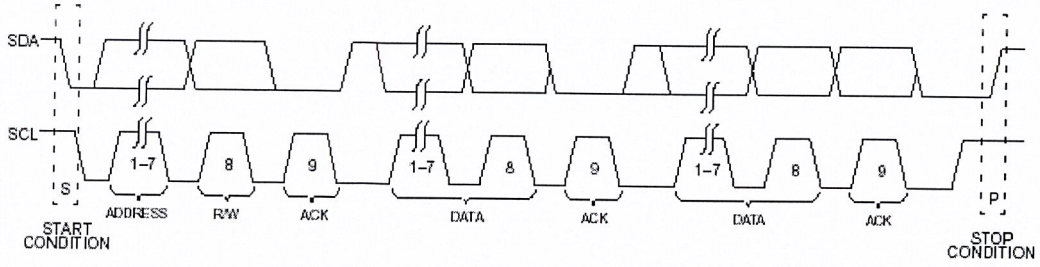
A device that acknowledges must pull down the SDA line during the acknowledge clock pulse in such a way that the SDA line is stable low during the high period of the acknowledge related clock pulse. Of course, setup and hold times must be taken into account. When receiving data from a slave a master 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.

DATA TRANSFER

Figures 5, 6, and 7 detail how data transfer is accomplished on the 2–wire bus. Depending on the state of the R/$\overline{W}$ bit in the transmission protocols as shown in Figures 6 and 7, two types of data transfer are possible:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA TRANSFER ON 2–WIRE SERIAL BUS Figure 5



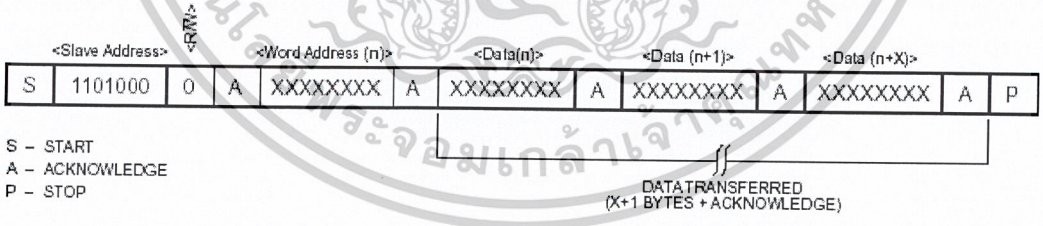
1. Data transfer from a master transmitter to a slave receiver. The first byte transmitted by the master is the slave address. Next follows a number of data bytes. The slave returns an acknowledge bit after each received byte. Data is transfered with the most significant bit (MSB) first.
2. Data transfer 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 of 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 transfered with the most significant bit (MSB) first.

The DS1307 may operate in the following two modes:

1. Slave receiver mode (DS1307 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. Address recognition is performed by hardware after reception of the slave address and direction bit (See Figure 6). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W\) which for a write is a 0. After receiving and decoding the address byte the DS1307 outputs an acknowledge on the SDA line. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a register address to the DS1307 This will set the register pointer on the DS1307. The master will then begin transmitting each byte of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The master will generate a stop condition to terminate the data write.

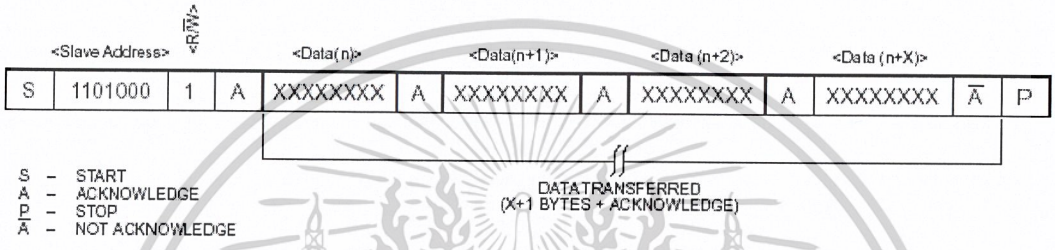
DATA WRITE – SLAVE RECEIVER MODE Figure 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Slave transmitter mode (DS1307 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. Serial data is transmitted on SDA by the DS1307 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 7). The address byte is the first byte received after the start condition is generated by the master. The address byte contains the 7 bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit (R/W\) which for a read is a 1. After receiving and decoding the address byte the DS1307 inputs an acknowledge on the SDA line. 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 DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

DATA READ – SLAVE TRANSMITTER MODE Figure 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.5V to +7.0V
Operating Temperature	0°C to 70°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

The Dallas Semiconductor DS1307 is built to the highest quality standards and manufactured for long term reliability. All Dallas Semiconductor devices are made using the same quality materials and manufacturing methods. However, standard versions of the DS1307 are not exposed to environmental stresses, such as burn–in, that some industrial applications require. Products which have successfully passed through this series of environmental stresses are marked IND or N, denoting their extended operating temperature and reliability rating. For specific reliability information on this product, please contact the factory at (972) 371–4448.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(0°C to 70°C)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}	2.2		V_{CC}+0.3	V	1
Logic 0	V_{IL}	–0.3		+0.8	V	1
V_{BAT} Battery Voltage	V_{BAT}	2.5		3.5	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Leakage	I_{LI}			1	µA	10
I/O Leakage	I_{LO}			1	µA	11
Logic 0 Output	V_{OL}			0.4	V	2
Active Supply Current	I_{CCA}			1.5	mA	9
Standby Current	I_{CCS}			200	µA	3
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I_{BAT1}		300	500	nA	4
Battery Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32 KHz)	I_{BAT2}		480	800	nA	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(0°C to 70°C; V_{CC}=4.5V to 5.5V)

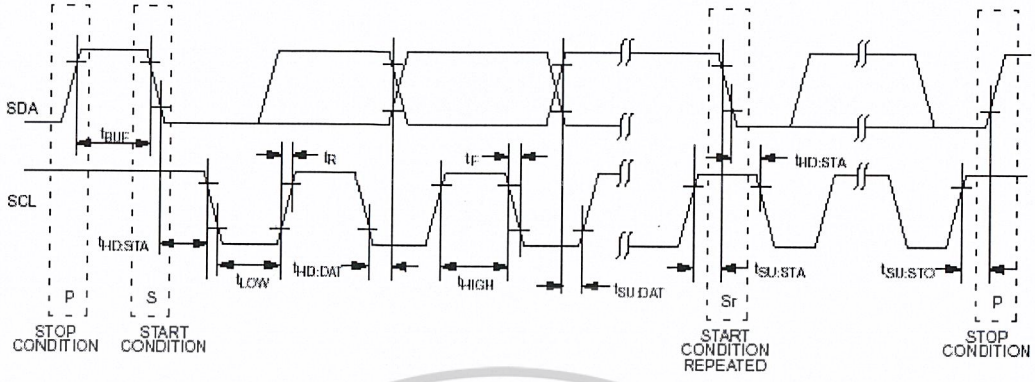
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
SCL Clock Frequency	f_{SCL}	0		100	KHz	
Bus Free Time Between a STOP and START Condition	t_{BUF}	4.7			µs	
Hold Time (Repeated) START Condition	$t_{HD:STA}$	4.0			µs	5
LOW Period of SCL Clock	t_{LOW}	4.7			µs	
HIGH Period of SCL Clock	t_{HIGH}	4.0			µs	
Set–up Time for a Repeated START Condition	$t_{SU:STA}$	4.7			µs	
Data Hold Time	$t_{HD:DAT}$	0			µs	6, 7
Data Set–up Time	$t_{SU:DAT}$	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	
Set–up Time for STOP Condition	$t_{SU:STO}$	4.7			µs	
Capacitive Load for each Bus Line	C_B			400	pF	8
I/O Capacitance	$C_{I/O}$		10		pF	
Crystal Capacitance			12.5		pF	

NOTES:

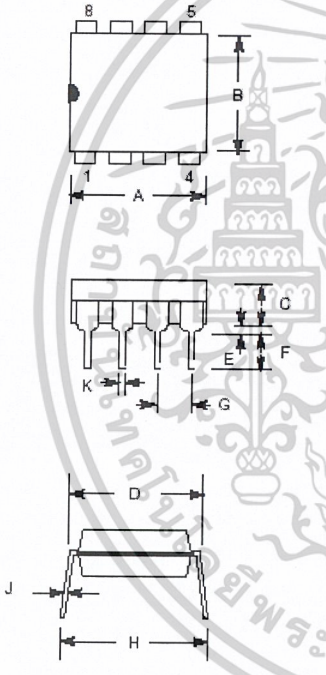
1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic zero voltages are specified at a sink current of 5 mA at V_{CC}=4.5V, V_{OL}=GND for capacitive loads.
3. I_{CCS} specified with V_{CC}=5.0V and SDA, SCL=5.0V.
4. V_{CC}=0V, V_{BAT}=3V.
5. After this period, the first clock pulse is generated.
6. A device must internally provide a hold time of at least 300 ns for the SDA signal (referred to the V_{IHMIN} of the SCL signal) in order to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.
7. The maximum $t_{HD:DAT}$ has only to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.
8. C_B – total capacitance of one bus line in pF.
9. I_{CCA} – SCL clocking at max frequency = 100 KHz.
10. SCL only.
11. SDA and SQW/OUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM



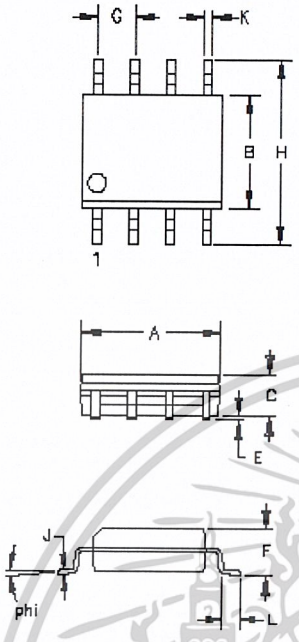
DS1307 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8–PIN DIP



PKG	8–PIN	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.360 9.14	0.400 10.16
B IN. MM	0.240 6.10	0.260 6.60
C IN. MM	0.120 3.05	0.140 3.56
D IN. MM	0.300 7.62	0.325 8.26
E IN. MM	0.015 0.38	0.040 1.02
F IN. MM	0.120 3.04	0.140 3.56
G IN. MM	0.090 2.29	0.110 2.79
H IN. MM	0.320 8.13	0.370 9.40
J IN. MM	0.008 0.20	0.012 0.30
K IN. MM	0.015 0.38	0.021 0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS1307Z 64 X 8 SERIAL REAL TIME CLOCK 8–PIN SOIC (150 MIL)



PKG	8–PIN (150 MIL)	
DIM	MIN	MAX
A IN. MM	0.188 4.78	0.196 4.98
B IN. MM	0.150 3.81	0.158 4.01
C IN. MM	0.048 1.22	0.062 1.57
E IN. MM	0.004 0.10	0.010 0.25
F IN. MM	0.053 1.35	0.069 1.75
G IN. MM	0.050 BSC 1.27 BSC	
H IN. MM	0.230 5.84	0.244 6.20
J IN. MM	0.007 0.18	0.011 0.28
K IN. MM	0.012 0.30	0.020 0.51
L IN. MM	0.016 0.41	0.050 1.27
phi	0°	8°

56–G2008–001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

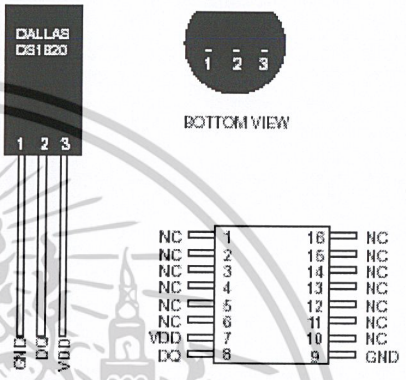
DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1820
1–Wire™ Digital Thermometer

FEATURES

- Unique 1–Wire™ interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line
- Zero standby power required
- Measures temperatures from –55°C to +125°C in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is –67°F to +257°F in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9–bit digital value.
- Converts temperature to digital word in 200 ms (typ.)
- User–definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



DS1820
PR35 PACKAGE
See Mech. Drawings Section

DS1820S
16–PIN SSOP
See Mech. Drawings Section

PIN DESCRIPTION

GND	–	Ground
DQ	–	Data In/Out
V_{DD}	–	Optional V_{DD}
NC	–	No Connect

DESCRIPTION

The DS1820 Digital Thermometer provides 9–bit temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS1820 over a 1–Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS1820. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS1820 contains a unique silicon serial number, multiple DS1820s can exist on the same 1–Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and in process monitoring and control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED PIN DESCRIPTION

PIN 16–PIN SSOP	PIN PR35	SYMBOL	DESCRIPTION
9	1	GND	**Ground.**
8	2	DQ	**Data Input/Output pin.** For 1–Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
7	3	V_{DD}	**Optional V_{DD} pin.** See "Parasite Power" section for details of connection.

DS1820S (16–pin SSOP): All pins not specified in this table are not to be connected.

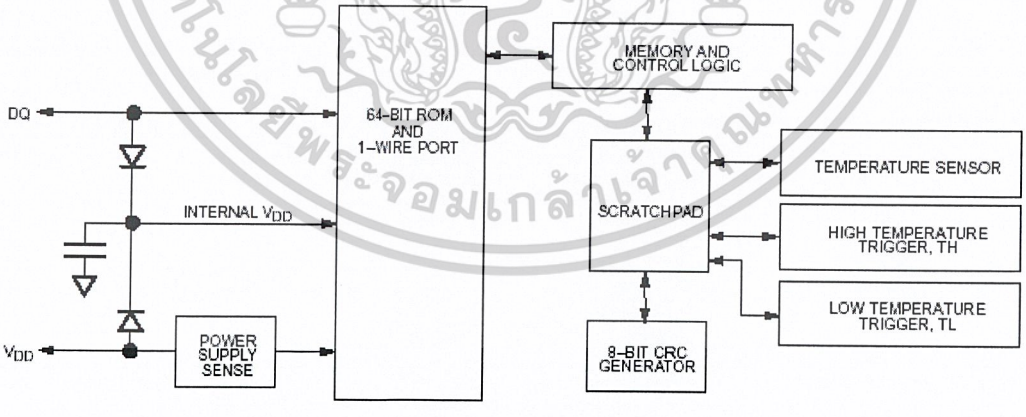
OVERVIEW

The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS1820. The DS1820 has three main data components: 1) 64–bit lasered ROM, 2) temperature sensor, and 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL. The device derives its power from the 1–Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1–Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS1820 may also be powered from an external 5 volts supply.

Communication to the DS1820 is via a 1–Wire port. With the 1–Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64–bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1–Wire line as well as indicate to the Bus Master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

One control function command instructs the DS1820 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS1820's scratchpad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of one byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS1820, these registers may be used as general purpose user memory. Writing TH and TL is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

DS1820 BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARASITE POWER

The block diagram (Figure 1) shows the parasite powered circuitry. This circuitry "steals" power whenever the I/O or V_{DD} pins are high. I/O will provide sufficient power as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the section titled "1–Wire Bus System"). The advantages of parasite power are two–fold: 1) by parasiting off this pin, no local power source is needed for remote sensing of temperature, and 2) the ROM may be read in absence of normal power.

In order for the DS1820 to be able to perform accurate temperature conversions, sufficient power must be provided over the I/O line when a temperature conversion is taking place. Since the operating current of the DS1820 is up to 1 mA, the I/O line will not have sufficient drive due to the 5K pull–up resistor. This problem is particularly acute if several DS1820's are on the same I/O and attempting to convert simultaneously.

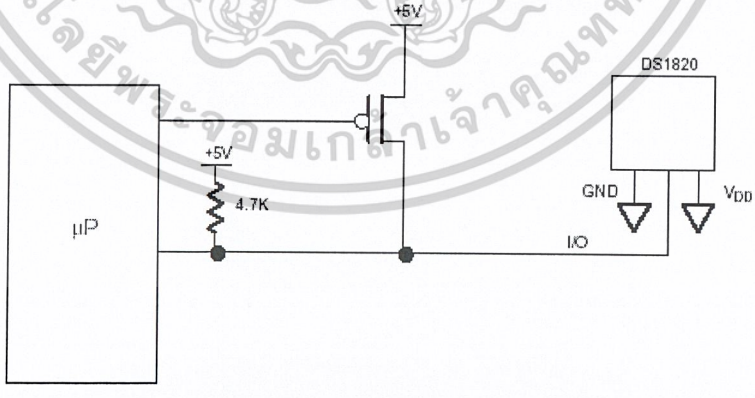
There are two ways to assure that the DS1820 has sufficient supply current during its active conversion cycle. The first is to provide a strong pull–up on the I/O line whenever temperature conversions or copies to the E^2 memory are taking place. This may be accomplished by using a MOSFET to pull the I/O line directly to the power supply as shown in Figure 2. The I/O line must be switched over to the strong pull–up within 10 µs maximum after issuing any protocol that involves copying to the E^2 memory or initiates temperature conversions. When using the parasite power mode, the V_{DD} pin must be tied to ground.

Another method of supplying current to the DS1820 is through the use of an external power supply tied to the V_{DD} pin, as shown in Figure 3. The advantage to this is that the strong pull–up is not required on the I/O line, and the bus master need not be tied up holding that line high during temperature conversions. This allows other data traffic on the 1–Wire bus during the conversion time. In addition, any number of DS1820's may be placed on the 1–Wire bus, and if they all use external power, they may all simultaneously perform temperature conversions by issuing the Skip ROM command and then issuing the Convert T command. Note that as long as the external power supply is active, the GND pin may not be floating.

The use of parasite power is not recommended above 100°C, since it may not be able to sustain communications given the higher leakage currents the DS1820 exhibits at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that V_{DD} be applied to the DS1820.

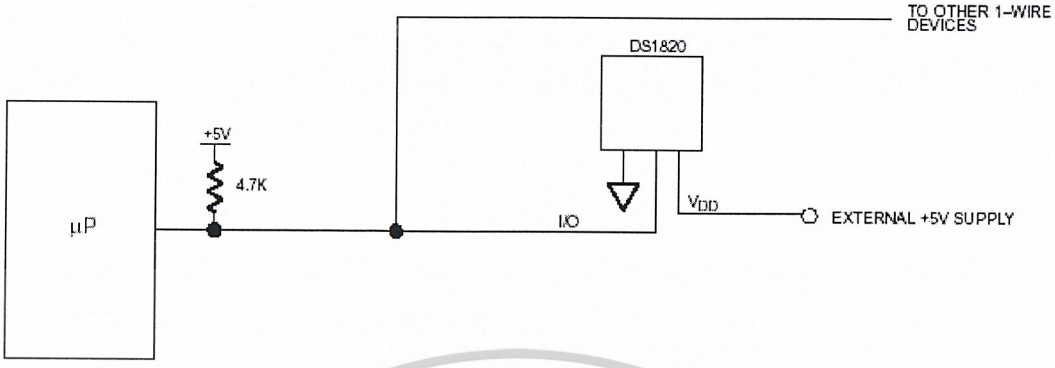
For situations where the bus master does not know whether the DS1820's on the bus are parasite powered or supplied with external V_{DD}, a provision is made in the DS1820 to signal the power supply scheme used. The bus master can determine if any DS1820's are on the bus which require the strong pull–up by sending a Skip ROM protocol, then issuing the read power supply command. After this command is issued, the master then issues read time slots. The DS1820 will send back "0" on the 1–Wire bus if it is parasite powered; it will send back a "1" if it is powered from the V_{DD} pin. If the master receives a "0", it knows that it must supply the strong pull–up on the I/O line during temperature conversions. See "Memory Command Functions" section for more detail on this command protocol.

STRONG PULL–UP FOR SUPPLYING DS1820 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USING V_{DD} TO SUPPLY TEMPERATURE CONVERSION CURRENT Figure 3



OPERATION – MEASURING TEMPERATURE

The DS1820 measures temperature through the use of an on–board proprietary temperature measurement technique. A block diagram of the temperature measurement circuitry is shown in Figure 4.

The DS1820 measures temperature by counting the number of clock cycles that an oscillator with a low temperature coefficient goes through during a gate period determined by a high temperature coefficient oscillator. The counter is preset with a base count that corresponds to –55°C. If the counter reaches zero before the gate period is over, the temperature register, which is also preset to the –55°C value, is incremented, indicating that the temperature is higher than –55°C.

At the same time, the counter is then preset with a value determined by the slope accumulator circuitry. This circuitry is needed to compensate for the parabolic behavior of the oscillators over temperature. The counter is then clocked again until it reaches zero. If the gate period is still not finished, then this process repeats.

The slope accumulator is used to compensate for the non–linear behavior of the oscillators over temperature, yielding a high resolution temperature measurement. This is done by changing the number of counts necessary for the counter to go through for each incremental degree in temperature. To obtain the desired resolution, therefore, both the value of the counter and the number of counts per degree C (the value of the slope accumulator) at a given temperature must be known.

Internally, this calculation is done inside the DS1820 to provide 0.5°C resolution. The temperature reading is provided in a 16–bit, sign–extended two's complement reading. Table 1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially over the 1–Wire interface. The DS1820 can measure temperature over the range of –55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

Note that temperature is represented in the DS1820 in terms of a $^1/_2$°C LSB, yielding the following 9–bit format:

MSB								LSB
1	1	1	0	0	1	1	1	0

= –25°C

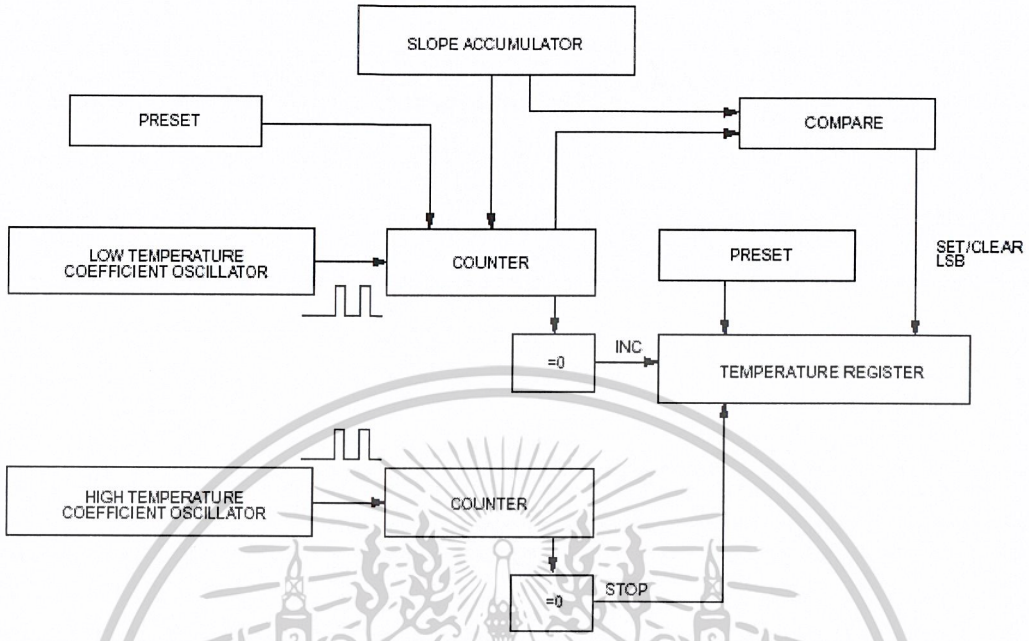
The most significant (sign) bit is duplicated into all of the bits in the upper MSB of the two–byte temperature register in memory. This "sign–extension" yields the 16–bit temperature readings as shown in Table 1.

Higher resolutions may be obtained by the following procedure. First, read the temperature, and truncate the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP_READ. The value left in the counter may then be read. This value is the count remaining (COUNT_REMAIN) after the gate period has ceased. The last value needed is the number of counts per degree C (COUNT_PER_C) at that temperature. The actual temperature may be then be calculated by the user using the following:

$$\text{TEMPERATURE} = \text{TEMP_READ} - 0.25 + \frac{(\text{COUNT_PER_C} - \text{COUNT_REMAIN})}{\text{COUNT_PER_C}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY Figure 4



TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS Table 1

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	00000000 11111010	00FA
+25°C	00000000 00110010	0032h
+1/2°C	00000000 00000001	0001h
+0°C	00000000 00000000	0000h
–1/2°C	11111111 11111111	FFFFh
–25°C	11111111 11001110	FFCEh
–55°C	11111111 10010010	FF92h

OPERATION – ALARM SIGNALING

After the DS1820 has performed a temperature conversion, the temperature value is compared to the trigger values stored in TH and TL. Since these registers are 8–bit only, the 0.5°C bit is ignored for comparison. The most significant bit of TH or TL directly corresponds to the sign bit of the 16–bit temperature register. If the result of a temperature measurement is higher than TH or lower than TL, an alarm flag inside the device is set. This flag is updated with every temperature measurement. As long as the alarm flag is set, the DS1820 will respond to the alarm search command. This allows many DS1820s to be connected in parallel doing simultaneous temperature measurements. If somewhere the temperature exceeds the limits, the alarming device(s) can be identified and read immediately without having to read non–alarming devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

64–BIT LASERED ROM

Each DS1820 contains a unique ROM code that is 64–bits long. The first eight bits are a 1–Wire family code (DS1820 code is 10h). The next 48 bits are a unique serial number. The last eight bits are a CRC of the first 56 bits. (See Figure 5.) The 64–bit ROM and ROM Function Control section allow the DS1820 to operate as a 1–Wire device and follow the 1–Wire protocol detailed in the section "1–Wire Bus System". The functions required to control sections of the DS1820 are not accessible until the ROM function protocol has been satisfied. This protocol is described in the ROM function protocol flowchart (Figure 6). The 1–Wire bus master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. After a ROM functions sequence has been successfully executed, the functions specific to the DS1820 are accessible and the bus master may then provide and one of the six memory and control function commands.

CRC GENERATION

The DS1820 has an 8–bit CRC stored in the most significant byte of the 64–bit ROM. The bus master can compute a CRC value from the first 56–bits of the 64–bit ROM and compare it to the value stored within the DS1820 to determine if the ROM data has been received error–free by the bus master. The equivalent polynomial function of this CRC is:

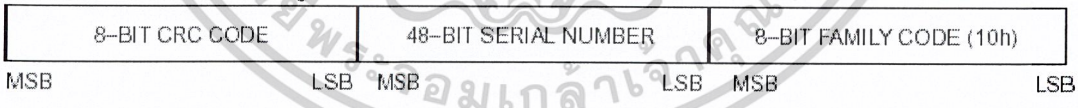
$$CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

The DS1820 also generates an 8–bit CRC value using the same polynomial function shown above and provides this value to the bus master to validate the transfer of data bytes. In each case where a CRC is used for data transfer validation, the bus master must calculate a CRC value using the polynomial function given above and compare the calculated value to either the 8–bit CRC value stored in the 64–bit ROM portion of the DS1820 (for ROM reads) or the 8–bit CRC value computed within the DS1820 (which is read as a ninth byte when the scratchpad is read). The comparison of CRC values and decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS1820 that prevents a command sequence from proceeding if the CRC stored in or calculated by the DS1820 does not match the value generated by the bus master.

The 1–Wire CRC can be generated using a polynomial generator consisting of a shift register and XOR gates as shown in Figure 7. Additional information about the Dallas 1–Wire Cyclic Redundancy Check is available in Application Note 27 entitled "Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Products".

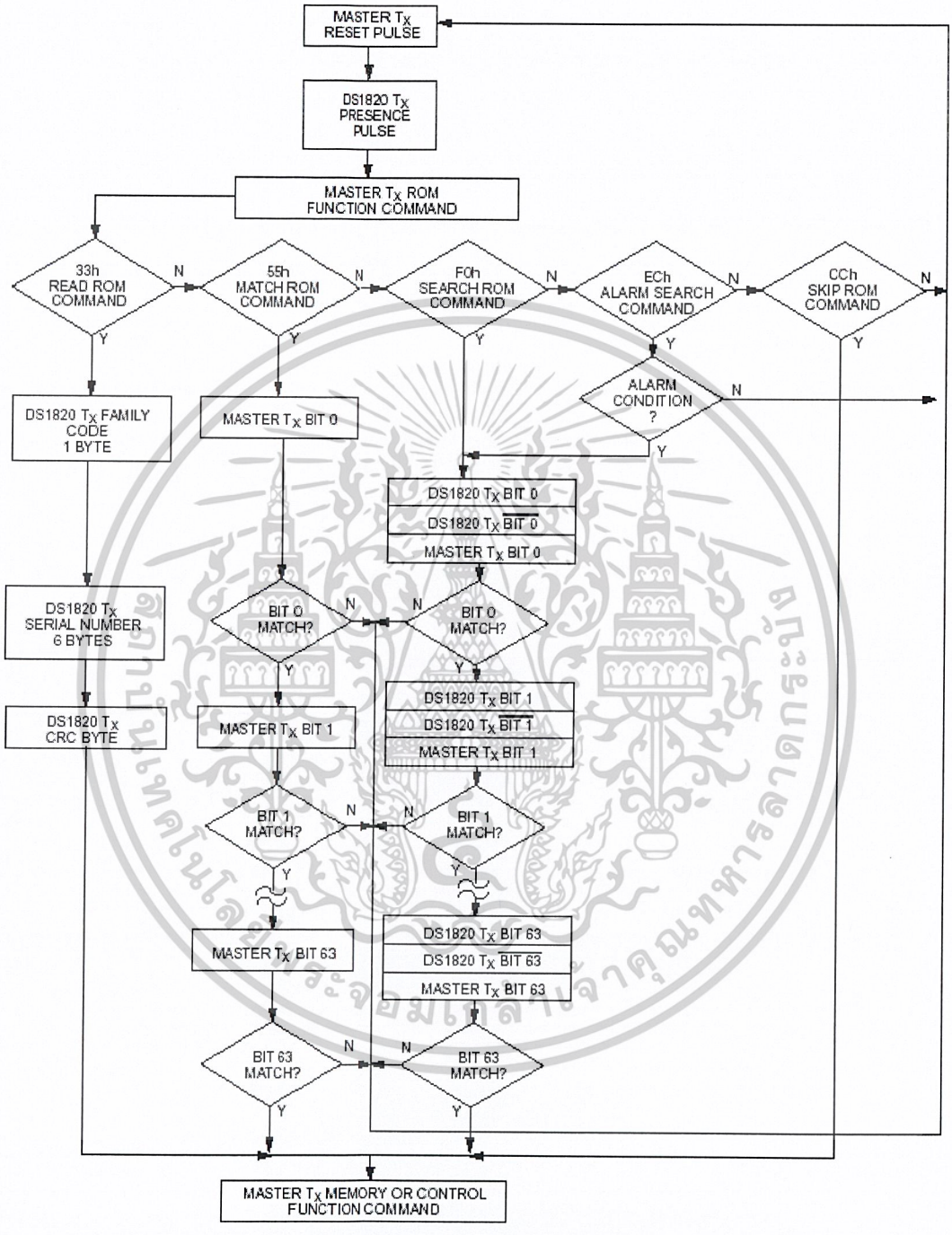
The shift register bits are initialized to zero. Then starting with the least significant bit of the family code, one bit at a time is shifted in. After the 8th bit of the family code has been entered, then the serial number is entered. After the 48th bit of the serial number has been entered, the shift register contains the CRC value. Shifting in the eight bits of CRC should return the shift register to all zeros.

64–BIT LASERED ROM Figure 5



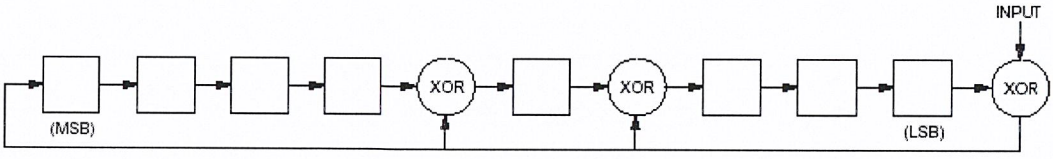
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM FUNCTIONS FLOW CHART Figure 6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1–WIRE CRC CODE Figure 7



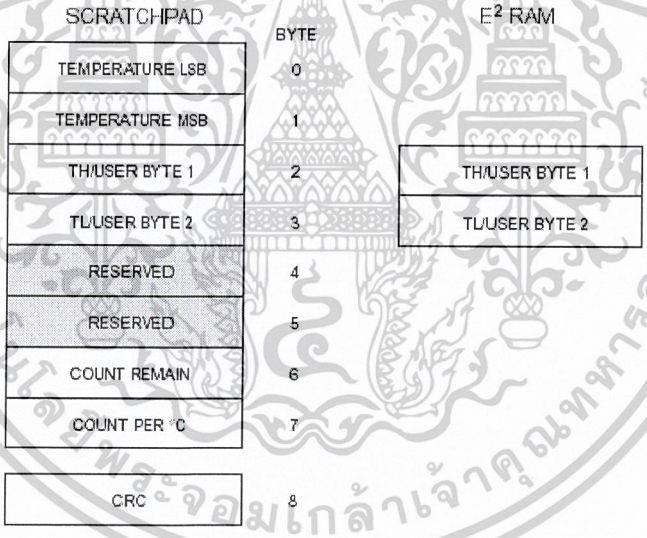
MEMORY

The DS1820's memory is organized as shown in Figure 8. The memory consists of a scratchpad RAM and a nonvolatile, electrically erasable (E^2) RAM, which stores the high and low temperature triggers TH and TL. The scratchpad helps insure data integrity when communicating over the 1–Wire bus. Data is first written to the scratchpad where it can be read back. After the data has been verified, a copy scratchpad command will transfer the data to the nonvolatile (E^2) RAM. This process insures data integrity when modifying the memory.

The scratchpad is organized as eight bytes of memory. The first two bytes contain the measured temperature information. The third and fourth bytes are volatile copies of TH and TL and are refreshed with every power–on reset. The next two bytes are not used; upon reading back, however, they will appear as all logic 1's. The seventh and eighth bytes are count registers, which may be used in obtaining higher temperature resolution (see "Operation–measuring Temperature" section).

There is a ninth byte which may be read with a Read Scratchpad command. This byte contains a cyclic redundancy check (CRC) byte which is the CRC over all of the eight previous bytes. This CRC is implemented in the fashion described in the section titled "CRC Generation".

DS1820 MEMORY MAP Figure 8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

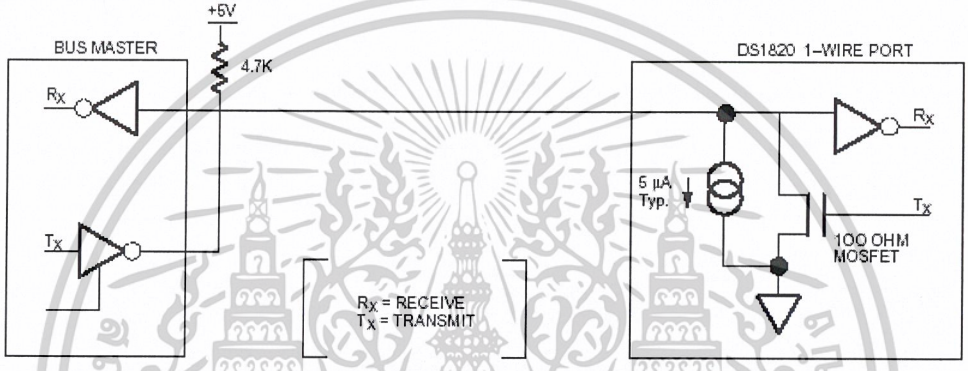
1–WIRE BUS SYSTEM

The 1–Wire bus is a system which has a single bus master and one or more slaves. The DS1820 behaves as a slave. The discussion of this bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1–Wire signaling (signal types and timing).

HARDWARE CONFIGURATION

The 1–Wire bus has only a single line by definition; it is important that each device on the bus be able to drive it at the appropriate time. To facilitate this, each device attached to the 1–Wire bus must have open drain or 3–state outputs. The 1–Wire port of the DS1820 (I/O pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in Figure 9. A multidrop bus consists of a 1–Wire bus with multiple slaves attached. The 1–Wire bus requires a pullup resistor of approximately 5KΩ.

HARDWARE CONFIGURATION Figure 9



The idle state for the 1–Wire bus is high. If for any reason a transaction needs to be suspended, the bus MUST be left in the idle state if the transaction is to resume. Infinite recovery time can occur between bits so long as the 1–Wire bus is in the inactive (high) state during the recovery period. If this does not occur and the bus is left low for more than 480 µs, all components on the bus will be reset.

TRANSACTION SEQUENCE

The protocol for accessing the DS1820 via the 1–Wire port is as follows:

- Initialization
- ROM Function Command
- Memory Function Command
- Transaction/Data

INITIALIZATION

All transactions on the 1–Wire bus begin with an initialization sequence. The initialization sequence consists of a reset pulse transmitted by the bus master followed by presence pulse(s) transmitted by the slave(s).

The presence pulse lets the bus master know that the DS1820 is on the bus and is ready to operate. For more details, see the "1–Wire Signaling" section.

ROM FUNCTION COMMANDS

Once the bus master has detected a presence, it can issue one of the five ROM function commands. All ROM function commands are 8–bits long. A list of these commands follows (refer to flowchart in Figure 6):

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Read ROM [33h]

This command allows the bus master to read the DS1820's 8–bit family code, unique 48–bit serial number, and 8–bit CRC. This command can only be used if there is a single DS1820 on the bus. If more than one slave is present on the bus, a data collision will occur when all slaves try to transmit at the same time (open drain will produce a wired AND result).

Match ROM [55h]

The match ROM command, followed by a 64–bit ROM sequence, allows the bus master to address a specific DS1820 on a multidrop bus. Only the DS1820 that exactly matches the 64–bit ROM sequence will respond to the following memory function command. All slaves that do not match the 64–bit ROM sequence will wait for a reset pulse. This command can be used with a single or multiple devices on the bus.

Skip ROM [CCh]

This command can save time in a single drop bus system by allowing the bus master to access the memory functions without providing the 64–bit ROM code. If more than one slave is present on the bus and a read command is issued following the Skip ROM command, data collision will occur on the bus as multiple slaves transmit simultaneously (open drain pulldowns will produce a wired AND result).

Search ROM [F0h]

When a system is initially brought up, the bus master might not know the number of devices on the 1–Wire bus or their 64–bit ROM codes. The search ROM command allows the bus master to use a process of elimination to identify the 64–bit ROM codes of all slave devices on the bus.

Alarm Search [ECh]

The flowchart of this command is identical to the Search ROM command. However, the DS1820 will respond to this command only if an alarm condition has been encountered at the last temperature measurement. An alarm condition is defined as a temperature higher than TH or lower than TL. The alarm condition remains set as long as the DS1820 is powered up, or until another temperature measurement reveals a non–alarming value. For alarming, the trigger values stored in EEPROM are taken into account. If an alarm condition exists and the TH or TL settings are changed, another temperature conversion should be done to validate any alarm conditions.

Example of a ROM Search

The ROM search process is the repetition of a simple 3–step routine: read a bit, read the complement of the bit, then write the desired value of that bit. The bus master performs this simple, 3–step routine on each bit of the ROM. After one complete pass, the bus master knows the contents of the ROM in one device. The remaining number of devices and their ROM codes may be identified by additional passes.

The following example of the ROM search process assumes four different devices are connected to the same 1–Wire bus. The ROM data of the four devices is as shown:

ROM1	00110101...
ROM2	10101010...
ROM3	11110101...
ROM4	00010001...

The search process is as follows:

1. The bus master begins the initialization sequence by issuing a reset pulse. The slave devices respond by issuing simultaneous presence pulses.
2. The bus master will then issue the Search ROM command on the 1–Wire bus.
3. The bus master reads a bit from the 1–Wire bus. Each device will respond by placing the value of the first bit of their respective ROM data onto the 1–Wire bus. ROM1 and ROM4 will place a 0 onto the 1–Wire bus, i.e., pull it low. ROM2 and ROM3 will place a 1 onto the 1–Wire bus by allowing the line to stay high. The result is the logical AND of all devices on the line, therefore the bus master sees a 0. The bus master reads another bit. Since the Search ROM data command is being executed, all of the devices on the 1–Wire bus respond to this second read by placing the complement of the first bit of their respective ROM data onto the 1–Wire bus. ROM1 and ROM4 will place a 1 onto the 1–Wire, allowing the line to stay high. ROM2 and ROM3 will place a 0 onto the 1–Wire, thus it will be pulled low. The bus master again observes a 0 for the complement of the first ROM data bit. The bus master has determined that there are some devices on the 1–Wire bus that have a 0 in the first position and others that have a 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The data obtained from the two reads of the 3–step routine have the following interpretations:

00 There are still devices attached which have conflicting bits in this position.

01 All devices still coupled have a 0–bit in this bit position.

10 All devices still coupled have a 1–bit in this bit position.

11 There are no devices attached to the 1–Wire bus.

4. The bus master writes a 0. This deselects ROM2 and ROM3 for the remainder of this search pass, leaving only ROM1 and ROM4 connected to the 1–Wire bus.
5. The bus master performs two more reads and receives a 0–bit followed by a 1–bit. This indicates that all devices still coupled to the bus have 0's as their second ROM data bit.
6. The bus master then writes a 0 to keep both ROM1 and ROM4 coupled.
7. The bus master executes two reads and receives two 0–bits. This indicates that both 1–bits and 0–bits exist as the third bit of the ROM data of the attached devices.
8. The bus master writes a 0–bit. This deselects ROM1 leaving ROM4 as the only device still connected.
9. The bus master reads the remainder of the ROM bits for ROM4 and continues to access the part if desired. This completes the first pass and uniquely identifies one part on the 1–Wire bus.
10. The bus master starts a new ROM search sequence by repeating steps 1 through 7.
11. The bus master writes a 1–bit. This decouples ROM4, leaving only ROM1 still coupled.
12. The bus master reads the remainder of the ROM bits for ROM1 and communicates to the underlying logic if desired. This completes the second ROM search pass, in which another of the ROMs was found.
13. The bus master starts a new ROM search by repeating steps 1 through 3.
14. The bus master writes a 1–bit. This deselects ROM1 and ROM4 for the remainder of this search pass, leaving only ROM2 and ROM3 coupled to the system.
15. The bus master executes two read time slots and receives two zeros.
16. The bus master writes a 0–bit. This decouples ROM3, and leaving only ROM2.
17. The bus master reads the remainder of the ROM bits for ROM2 and communicates to the underlying logic if desired. This completes the third ROM search pass, in which another of the ROMs was found.
18. The bus master starts a new ROM search by repeating steps 13 through 15.
19. The bus master writes a 1–bit. This decouples ROM2, leaving only ROM3.
20. The bus master reads the remainder of the ROM bits for ROM3 and communicates to the underlying logic if desired. This completes the fourth ROM search pass, in which another of the ROMs was found.

Note the following:
The bus master learns the unique ID number (ROM data pattern) of one 1–Wire device on each ROM Search operation. The time required to derive the part's unique ROM code is:

$$960\ \mu s + (8 + 3 \times 64)\ 61\ \mu s = 13.16\ ms$$

The bus master is therefore capable of identifying 75 different 1–Wire devices per second.

I/O SIGNALING

The DS1820 requires strict protocols to insure data integrity. The protocol consists of several types of signaling on one line: reset pulse, presence pulse, write 0, write 1, read 0, and read 1. All of these signals, with the exception of the presence pulse, are initiated by the bus master.

The initialization sequence required to begin any communication with the DS1820 is shown in Figure 11. A reset pulse followed by a presence pulse indicates the DS1820 is ready to send or receive data given the correct ROM command and memory function command.

The bus master transmits (TX) a reset pulse (a low signal for a minimum of 480 µs). The bus master then releases the line and goes into a receive mode (RX). The 1–Wire bus is pulled to a high state via the 5K pull–up resistor . After detecting the rising edge on the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I/O pin, the DS1820 waits 15–60 µs and then transmits the presence pulse (a low signal for 60–240 µs).

MEMORY COMMAND FUNCTIONS

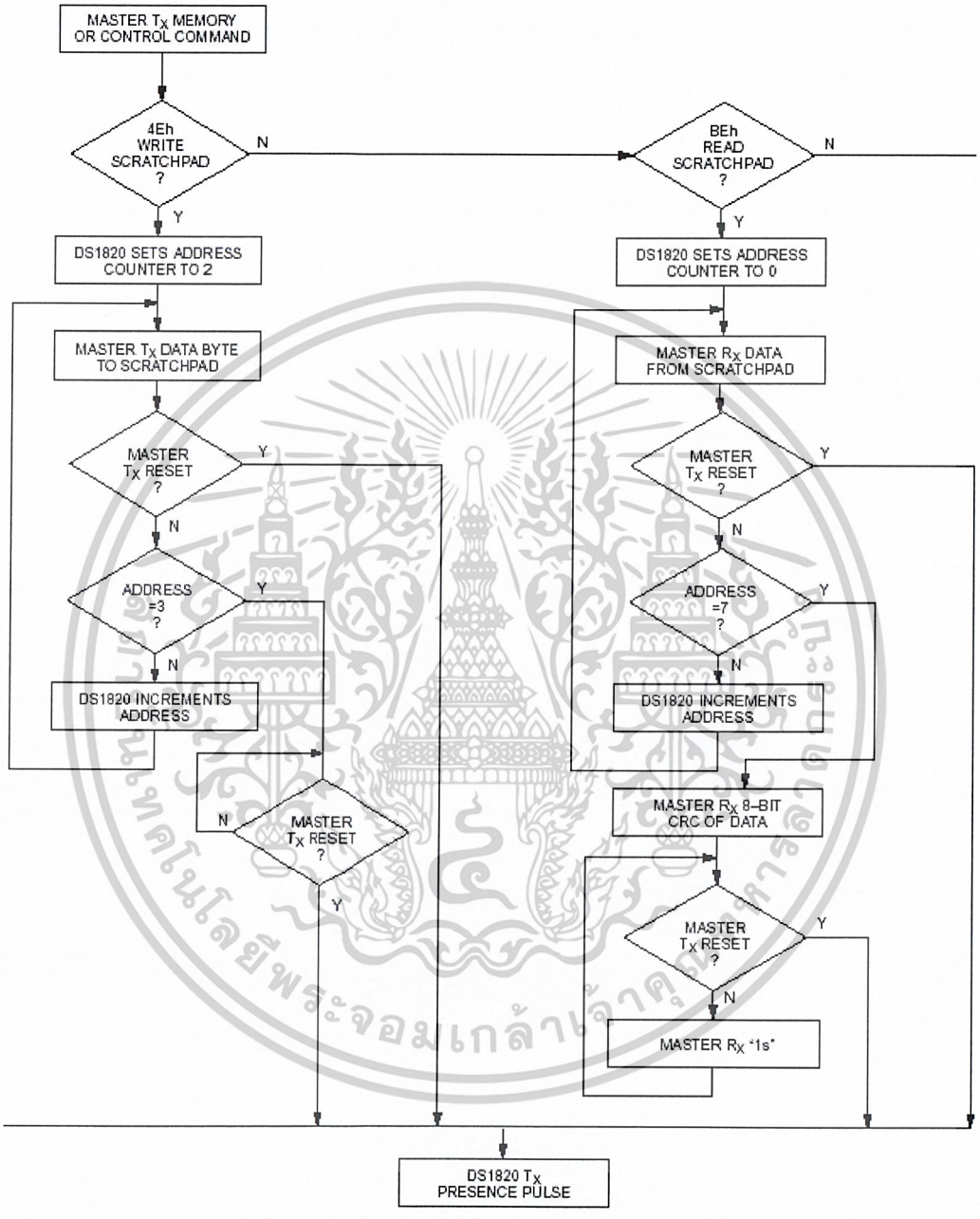
The following command protocols are summarized in Table 2, and by the flowchart of Figure 10.

Write Scratchpad [4Eh]

This command writes to the scratchpad of the DS1820, starting at address 2. The next two bytes written will be saved in scratchpad memory, at address locations 2 and 3. Writing may be terminated at any point by issuing a reset.

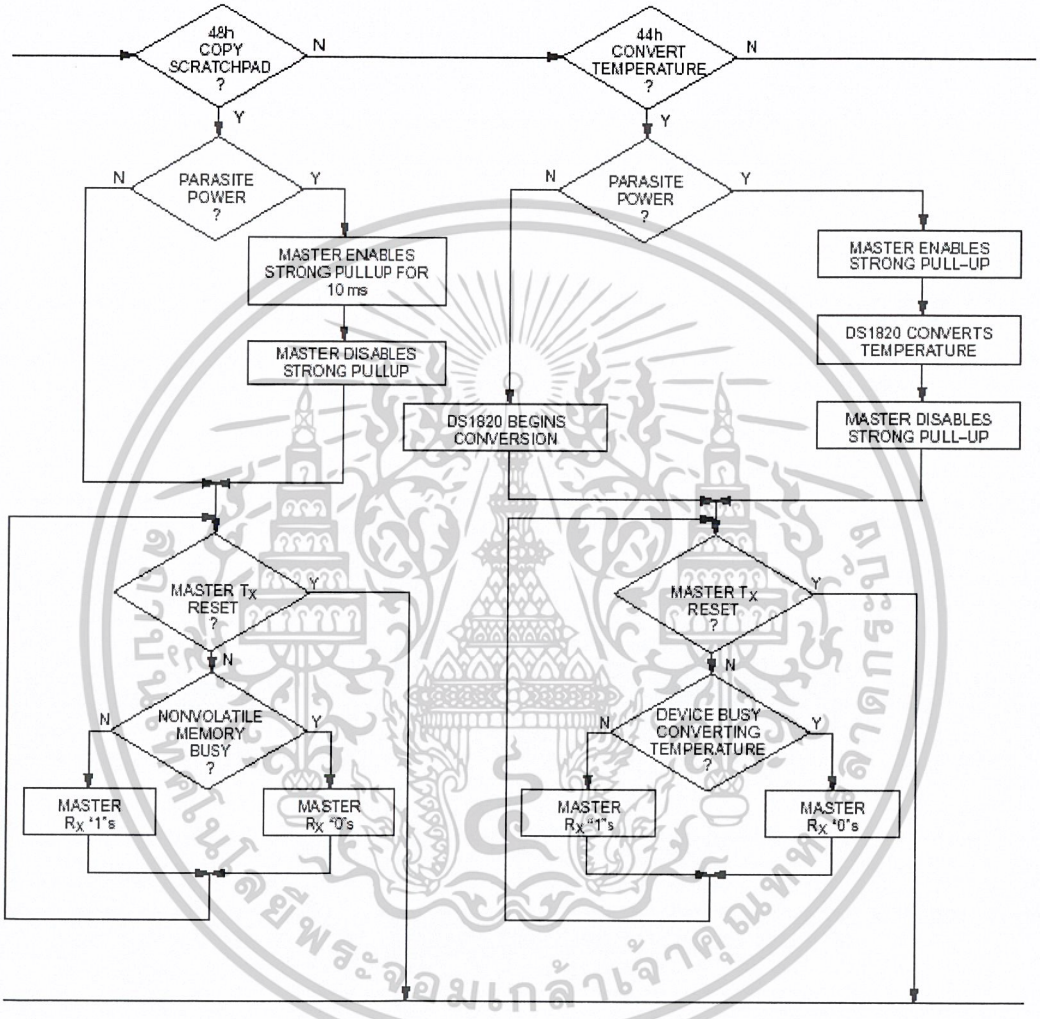
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTIONS FLOW CHART Figure 10



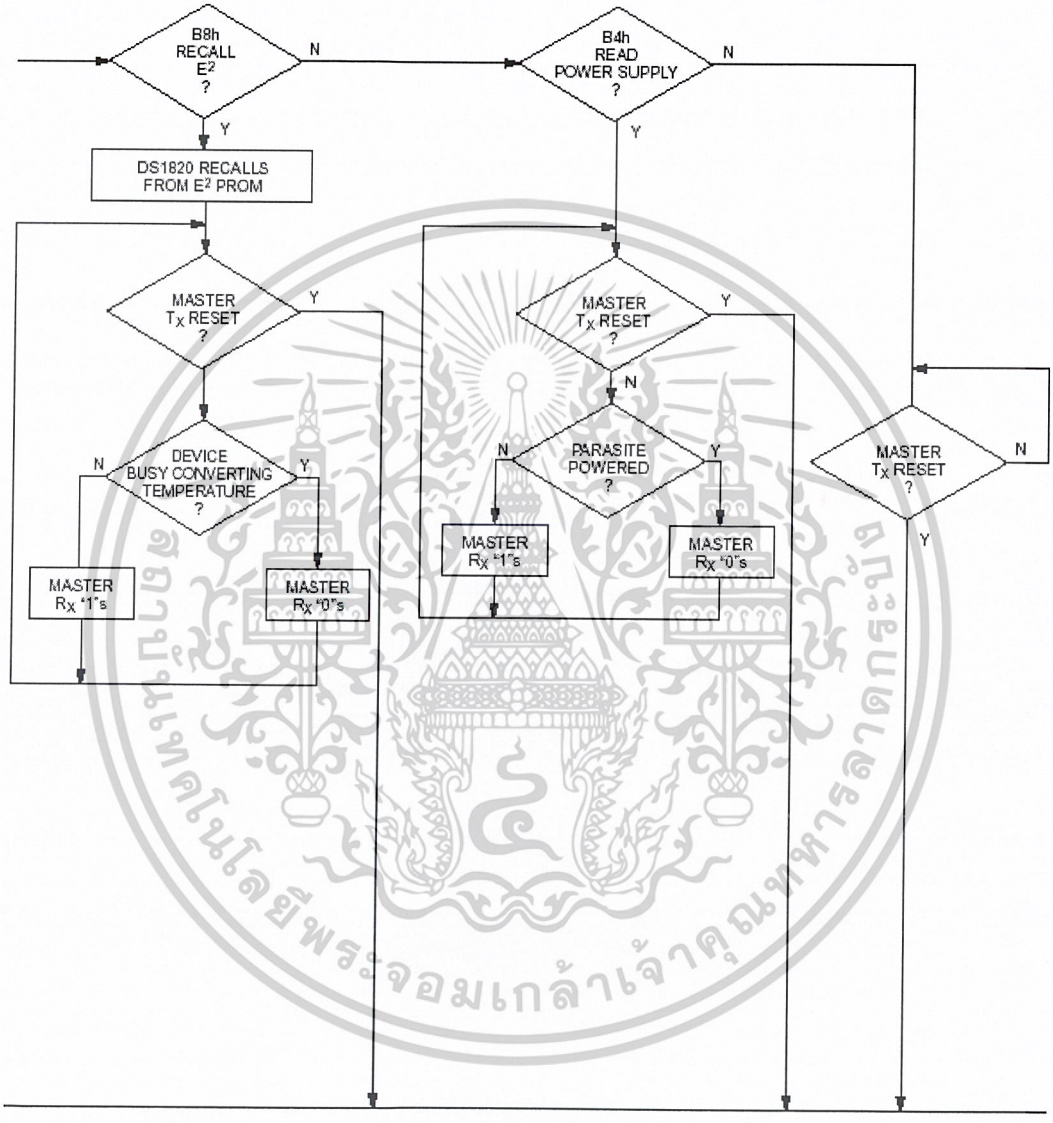
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTIONS FLOW CHART Figure 10 (cont'd)



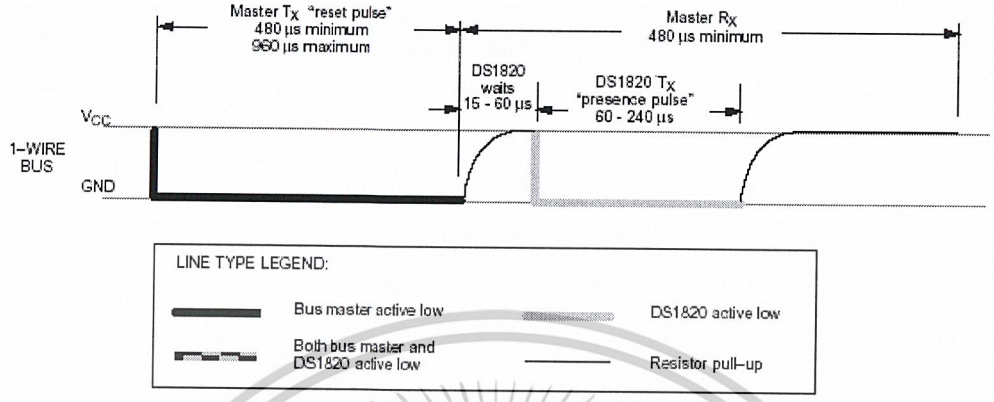
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTIONS FLOW CHART Figure 10 (cont'd)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INITIALIZATION PROCEDURE "RESET AND PRESENCE PULSES" Figure 11



DS1820 COMMAND SET Table 2

INSTRUCTION	DESCRIPTION	PROTOCOL	1–WIRE BUS AFTER ISSUING PROTOCOL	NOTES
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	<read temperature busy status>	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads bytes from scratchpad and reads CRC byte.	BEh	<read data up to 9 bytes>	
Write Scratchpad	Writes bytes into scratchpad at addresses 2 and 3 (TH and TL temperature triggers).	4Eh	<write data into 2 bytes at addr. 2 and addr. 3>	
Copy Scratchpad	Copies scratchpad into nonvolatile memory (addresses 2 and 3 only).	48h	<read copy status>	2
Recall E^2	Recalls values stored in nonvolatile memory into scratchpad (temperature triggers).	B8h	<read temperature busy status>	
Read Power Supply	Signals the mode of DS1820 power supply to the master.	B4h	<read supply status>	

NOTES:

1. Temperature conversion takes up to 500 ms. After receiving the Convert T protocol, if the part does not receive power from the V_{DD} pin, the I/O line for the DS1820 must be held high for at least 500 ms to provide power during the conversion process. As such, no other activity may take place on the 1–Wire bus for at least this period after a Convert T command has been issued.
2. After receiving the Copy Scratchpad protocol, if the part does not receive power from the V_{DD} pin, the I/O line for the DS1820 must be held high for at least 10 ms to provide power during the copy process. As such, no other activity may take place on the 1–Wire bus for at least this period after a Copy Scratchpad command has been issued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Read Scratchpad [BEh]
This command reads the contents of the scratchpad. Reading will commence at byte 0, and will continue through the scratchpad until the 9th (byte–8, CRC) byte is read. If not all locations are to be read, the master may issue a reset to terminate reading at any time.

Copy Scratchpad [48h]
This command copies the scratchpad into the E^2 memory of the DS1820, storing the temperature trigger bytes in nonvolatile memory. If the bus master issues read time slots following this command, the DS1820 will output "0" on the bus as long as it is busy copying the scratchpad to E^2; it will return a "1" when the copy process is complete. If parasite powered, the bus master has to enable a strong pull–up for at least 10 ms immediately after issuing this command.

Convert T [44h]
This command begins a temperature conversion. No further data is required. The temperature conversion will be performed and then the DS1820 will remain idle. If the bus master issues read time slots following this command, the DS1820 will output "0" on the bus as long as it is busy making a temperature conversion; it will return a "1" when the temperature conversion is complete. If parasite powered, the bus master has to enable a strong pullup for 500 ms immediately after issuing this command.

Recall E2 [B8h]
This command recalls the temperature trigger values stored in E^2 to the scratchpad. This recall operation happens automatically upon power–up to the DS1820 as well, so valid data is available in the scratchpad as soon as the device has power applied. With every read data time slot issued after this command has been sent, the device will output its temperature converter busy flag "0"=busy, "1"=ready.

Read Power Supply [B4h]
With every read data time slot issued after this command has been sent to the DS1820, the device will signal its power mode: "0"=parasite power, "1"=external power supply provided.

READ/WRITE TIME SLOTS
DS1820 data is read and written through the use of time slots to manipulate bits and a command word to specify the transaction.

Write Time Slots
A write time slot is initiated when the host pulls the data line from a high logic level to a low logic level. There are two types of write time slots: Write One time slots and Write Zero time slots. All write time slots must be a minimum of 60 µs in duration with a minimum of a one µs recovery time between individual write cycles.

The DS1820 samples the I/O line in a window of 15 µs to 60 µs after the I/O line falls. If the line is high, a Write One occurs. If the line is low, a Write Zero occurs (see Figure 12).

For the host to generate a Write One time slot, the data line must be pulled to a logic low level and then released, allowing the data line to pull up to a high level within 15 µs after the start of the write time slot.

For the host to generate a Write Zero time slot, the data line must be pulled to a logic low level and remain low for 60 µs.

Read Time Slots
The host generates read time slots when data is to be read from the DS1820. A read time slot is initiated when the host pulls the data line from a logic high level to logic low level. The data line must remain at a low logic level for a minimum of one µs; output data from the DS1820 is valid for 15 µs after the falling edge of the read time slot. The host therefore must stop driving the I/O pin low in order to read its state 15 µs from the start of the read slot (see Figure 12). By the end of the read time slot, the I/O pin will pull back high via the external pull–up resistor. All read time slots must be a minimum of 60 µs in duration with a minimum of a one µs recovery time between individual read slots.

Figure 13 shows that the sum of T_{INIT}, T_{RC}, and T_{SAMPLE} must be less than 15 µs. Figure 14 shows that system timing margin is maximized by keeping T_{INIT} and T_{RC} as small as possible and by locating the master sample time towards the end of the 15 µs period.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTION EXAMPLE Table 3
Example: Bus Master initiates temperature conversion, then reads temperature (parasite power assumed).

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Reset pulse (480–960 µs).
RX	Presence	Presence pulse.
TX	55h	Issue "Match ROM" command.
TX	<64–bit ROM code>	Issue address for DS1820.
TX	44h	Issue "Convert T" command.
TX	<I/O LINE HIGH>	I/O line is held high for at least 500 ms by bus master to allow conversion to complete.
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse.
TX	55h	Issue "Match ROM" command.
TX	<64–bit ROM code>	Issue address for DS1820.
TX	BEh	Issue "Read Scratchpad" command.
RX	<9 data bytes>	Read entire scratchpad plus CRC; the master now recalculates the CRC of the eight data bytes received from the scratchpad, compares the CRC calculated and the CRC read. If they match, the master continues; if not, this read operation is repeated.
TX	Reset	Reset Pulse.
RX	Presence	Presence pulse, done.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTION EXAMPLE Table 4
Example: Bus Master writes memory (parasite power and only one DS1820 assumed).

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse.
TX	CCh	Skip ROM command.
TX	4Eh	Write Scratchpad command.
TX	<2 data bytes>	Writes two bytes to scratchpad (TH and TL).
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse.
TX	CCh	Skip ROM command.
TX	BEh	Read Scratchpad command.
RX	<9 data bytes>	Read entire scratchpad plus CRC. The master now recalculates the CRC of the eight data bytes received from the scratchpad, compares the CRC and the two other bytes read back from the scratchpad. If data match, the master continues; if not, repeat the sequence.
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse.
TX	CCh	Skip ROM command.
TX	48h	Copy Scratchpad command; after issuing this command, the master must wait 6 ms for copy operation to complete.
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse, done.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY FUNCTION EXAMPLE Table 5
Example: Temperature conversion and Interpolation (external power supply and only one DS1820 assumed).

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Reset pulse.
TR	Presence	Presence pulse.
TX	CCh	Skip ROM command.
TX	44h	Convert T command.
RX	<1 data byte>	Read busy flag eight times. The master continues reading one byte (or bit) after another until the data is FFh (all bits 1).
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse.
TX	CCh	Skip ROM command.
TX	BEh	Read Scratchpad command.
RX	<9 data bytes>	Read entire scratchpad plus CRC. The master now recalculates the CRC of the eight data bytes received from the scratchpad and compares both CRCs. If the CRCs match, the data is valid. The master saves the temperature value and stores the contents of the count register and count per °C register as COUNT_REMAIN and COUNT_PER_C, respectively.
TX	Reset	Reset pulse.
RX	Presence	Presence pulse, done.
–	–	CPU calculates temperature as described in the data sheet for higher resolution.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	–0.5V to +7.0V
Operating Temperature	–55°C to +125°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	I/O Functions	2.8	5.0	5.5	V	1, 2
		±½°C Accurate Temperature Conversions	4.3		5.5		
Data Pin	I/O		–0.5		+5.5	V	2
Logic 1	V_{IH}		2.0		V_{CC}+0.3	V	2, 3
Logic 0	V_{IL}		–0.3		+0.8	V	2, 4

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=3.6V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	t_{ERR}	–0°C to +70°C			±½	°C	
		–55°C to 0°C and +70°C to +125°C		See Typical Curve			1, 9, 10
Input Logic High	V_{IH}		2.2		5.5	V	2, 3
Input Logic Low	V_{IL}		–0.3		+0.8	V	2, 4
Sink Current	I_L	$V_{I/O}$=0.4V	–4.0			mA	2
Standby Current	I_Q			200	350	nA	8
Active Current	I_{DD}			1	1.5	mA	5, 6
Input Load Current	I_L			5		µA	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

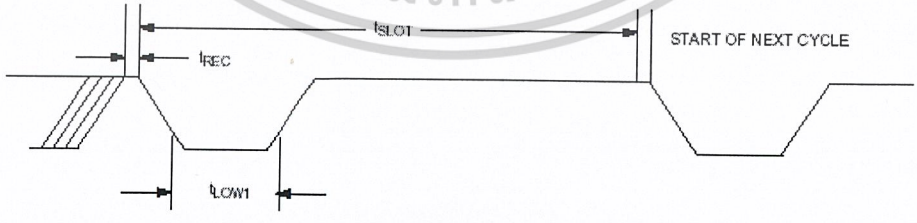
AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: (–55°C to +125°C; V_{DD}=3.6V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}		200	500	ms	
Time Slot	t_{SLOT}	60		120	µs	
Recovery Time	t_{REC}	1			µs	
Write 0 Low Time	t_{LOW0}	60		120	µs	
Write 1 Low Time	t_{LOW1}	1		15	µs	
Read Data Valid	t_{RDV}			15	µs	
Reset Time High	t_{RSTH}	480			µs	
Reset Time Low	t_{RSTL}	480		4800	µs	
Presence Detect High	t_{PDHIGH}	15		60	µs	
Presence Detect Low	t_{PDLOW}	60		240	µs	
Capacitance	$C_{IN/OUT}$			25	pF	

NOTES:

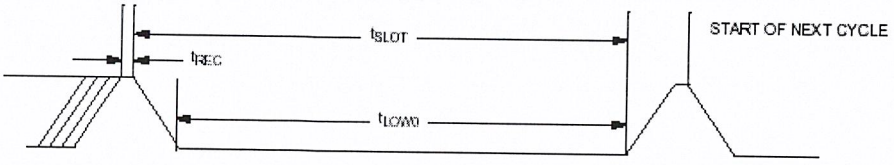
1. Temperature conversion will work with ±2°C accuracy down to V_{DD} = 3.4 volts.
2. All voltages are referenced to ground.
3. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
4. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.
5. I_{DD} specified with V_{CC} at 5.0 volts.
6. Active current refers to either temperature conversion or writing to the E^2 memory. Writing to E^2 memory consumes approximately 200 µA for up to 10 ms.
7. Input load is to ground.
8. Standby current specified up to 70°C. Standby current typically is 5 µA at 125°C.
9. See Typical Curve for specification limits outside the 0°C to 70°C range. Thermometer error reflects sensor accuracy as tested during calibration.
10. Typical accuracy curve valid for 4.3V ≤ V_{DD} ≤ 5.5V.

1–WIRE WRITE ONE TIME SLOT

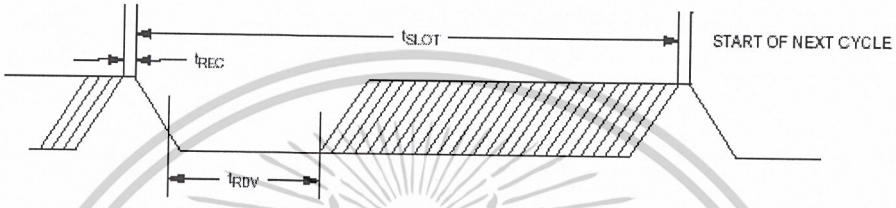


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

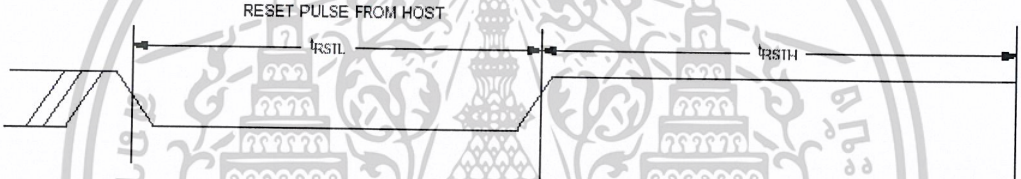
1–WIRE WRITE ZERO TIME SLOT



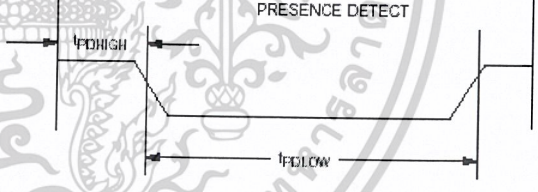
1–WIRE READ ZERO TIME SLOT



1–WIRE RESET PULSE



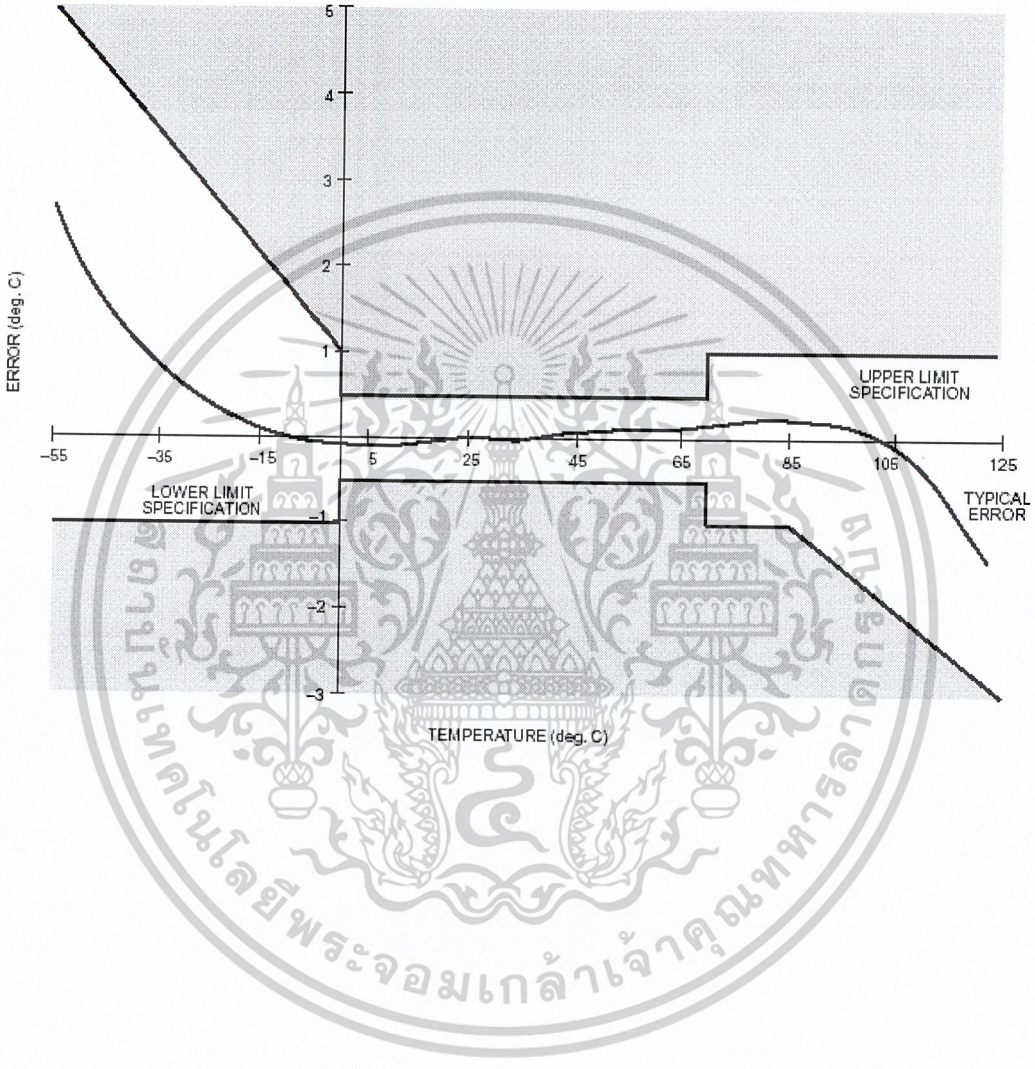
1–WIRE PRESENCE DETECT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CURVE

DS1820 DIGITAL TERMOMETER AND THERMOSTAT
TEMPERATURE READING ERROR



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

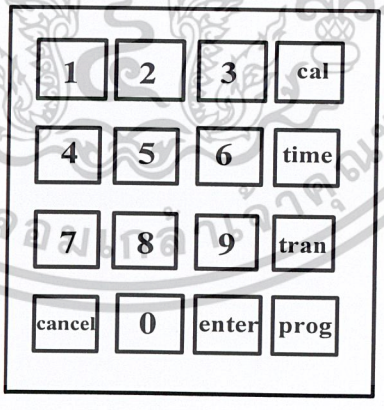
คู่มือการใช้งาน

เครื่องควบคุมสารละลายการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ

Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller

1) การทำงานของเครื่องควบคุมสารละลายธาตุอาหารการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ควบคุมอัตโนมัติ(Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller)

เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำหน้าที่ควบคุม สภาพความเป็นกรด และด่าง (pH) และค่าความเข้มข้นของสารละลาย (CF) ในการปลูกพืช โดยปกติแล้วแต่ละชนิดจะมีความต้องการค่า CF และ pH ที่แตกต่างกันออกไป เครื่องนี้จะควบคุมค่า pH และ CF ให้อยู่ในย่านที่กำหนด (ตามที่พืชแต่ละชนิดต้องการ) อยู่ตลอดเวลา ค่าความผิดพลาดของการควบคุมค่า pH บวกลบ 0.1 เปอร์เซ็นต์ และการควบคุมค่า CF บวกลบ 1 เปอร์เซ็นต์ และจะมีตัววัดอุณหภูมิ โดยใช้ไอซีเบอร์ DS-1820 เป็นตัววัดอุณหภูมิในบริเวณที่ทำการปลูกอยู่ด้วยปุ่มที่ใช้ในการควบคุม



รูปที่ ฉ.1 ปุ่มที่ใช้ควบคุมการทำงาน

1) ปุ่ม 0 – 9 เป็นปุ่มใช้งานทำหน้าที่เป็นตัวเลขตามปกติ

2) ปุ่ม Cancel เป็นปุ่มที่ทำหน้าที่ยกเลิกการทำงาน

3) ปุ่ม Enter เป็นปุ่มที่ทำหน้าที่ยืนยันการทำงาน

4) ปุ่ม Calibrate เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Calibrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ปุ่ม Settime เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Settime

6) ปุ่ม Transfer เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Transfer

7) ปุ่ม Prog / Run เป็นปุ่มทำหน้าที่เป็น Function Program / Run

2) Function ทำงาน

1) Calibrate เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการปรับแต่ง Probe pH และ Probe EC โดยที่จะต้องนำสารละลายที่ทราบค่า pH และ EC ที่แน่นอนมาทำการปรับเทียบกับค่าที่อ่านได้จาก Probe pH และ EC ของเครื่อง ค่า pH และค่า EC ของสารละลายที่ทราบค่าจะเป็น Test Variable (TV) ค่า pH และ EC ของสารละลายที่อ่านได้จาก Probe จะเป็น Measurement Variable (MV)

2)Settime เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการกำหนดฐานเวลาให้กับเครื่อง เพื่อที่จะให้เครื่องอ้างอิงเวลาจากค่าที่เราทำการ SET เข้าไปที่ RTC

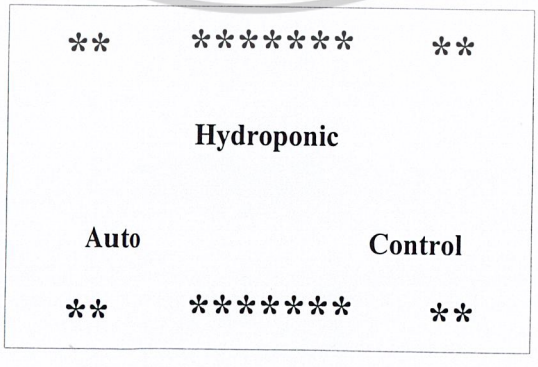
3)Transfer เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ใน EEPROM ส่งออกไปให้กับ Computer เพื่อที่จะดูค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ย้อนหลัง

4) Prog / Run เป็นฟังก์ชั่นที่ใช้ในการกำหนดค่า pH และ EC ที่จะใช้ในการควบคุมหรือ Set Variable (SV) จะมีวิธีการกำหนด 4 แบบ ตามลักษณะพืชที่ต้องการปลูก คือ Broccoli Letuce , Parsley , Roses

หลังการกำหนดค่า (SV) แล้ว เมื่อยืนยันเครื่องจะทำงานทันที

3) วิธีการใช้งาน Hydroponics Automatic Nutrient Solution Controller

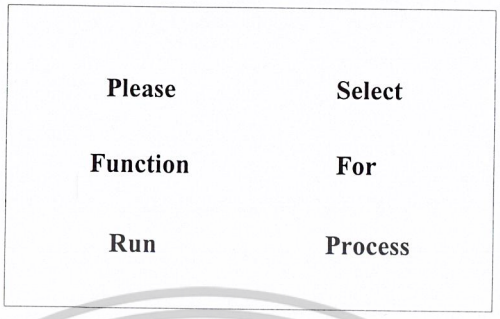
1) เมื่อเราทำการเปิดเครื่องขึ้นมาในครั้งแรกที่ LCD จะแสดง TITLE ของเครื่องออกมาประมาณ 3 วินาที



รูปที่ ฉ.2 LCD แสดงผลขณะเปิดเครื่องในครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

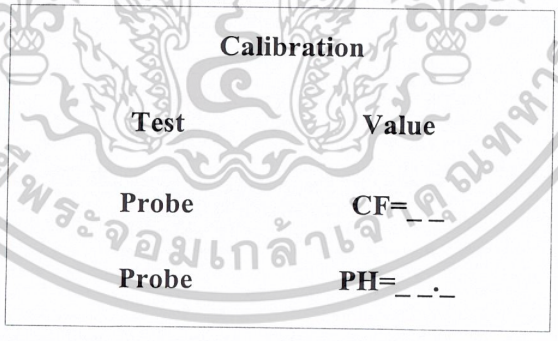
2) หลังจากนั้นก็จะแสดงข้อความ ให้เลือก Function ที่ต้องการใช้งาน



รูปที่ ฉ.3 LCD แสดงข้อความให้เลือก Function การทำงาน

ซึ่งฟังก์ชั่นการใช้งานของเครื่อง จะมีอยู่ด้วยกัน 4 function คือ Calibrate, Settime , Transfer Data , Program / Run

3) ในกรณีเริ่มต้นเราควรที่จะทำการ Calibrate โพรบ เป็นอันดับแรก เพื่อให้ความผิดพลาดในการควบคุมน้อยที่สุด โดยนำสารละลายที่ทราบค่า pH , CF มาใช้โพรบ pH , EC จุ่มลงไปเพื่อทำการ Calibrate Probe จากนั้นกด Function Calibrate LCD จะแสดงข้อความ



รูปที่ ฉ.4 LCD แสดงข้อความให้ Calibrate ตัวเครื่อง

4) จากนั้นเราต้องการทำการใส่ค่า pH และ CF ของสารละลาย ลงไปในเครื่องข้อมูลที่ป้อน ลงไปจะเป็น Test Variable (TV) โดยที่ค่าของ CF จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 12 – 50 และค่า pH จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 2.0 – 11.5 เมื่อทำการป้อนข้อมูลแล้ว ทำการยืนยันโดยการกดปุ่ม Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เวลาที่เครื่องทำงานจะต้องตรวจสอบดู เวลาของเครื่องที่แสดงอยู่ตรงกับความจริงหรือไม่ ถ้าไม่ตรงก็ควรจะทำการ SET ให้ตรงเสียก่อนเพื่อใช้ในการอ้างอิง การทำงานของเครื่อง การตั้งเวลาทำได้โดยปุ่ม Settime เมื่อกดแล้ว LCD จะแสดง

New	**dd/mm/yy**
date	_ _/_ _/_ _
New	**hr/mi/se**
Time	_ _/_ _/_ _

รูปที่ ฉ.5 LCD แสดงข้อความให้ตั้งเวลาในตัวเครื่อง

6) ทำการป้อนค่า ให้กับเครื่องโดยเริ่มการป้อน วันที่ , เดือน ,ปี , ชั่วโมง ,นาที ,วินาที ตามลำดับ ในการป้อนค่า จะมีเงื่อนไขดังนี้

สามารถใส่ค่า dd อยู่ในช่วงระหว่าง 01 – 31 (วันที่)

สามารถใส่ค่า mm อยู่ในช่วงระหว่าง 01 – 12 (เดือน)

สามารถใส่ค่า yy อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 99 (ปี)

สามารถใส่ค่า hr อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 23 ชั่วโมง)

สามารถใส่ค่า mi อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 59 (นาที)

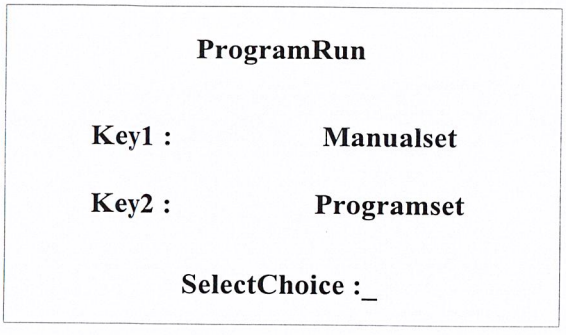
สามารถใส่ค่า se อยู่ในช่วงระหว่าง 00 – 59 (วินาที)

เมื่อทำการใส่ครบหมดแล้ว จะต้องทำการยืนยันเวลาที่ตั้งไว้อีกครั้ง โดยกด Enter ข้อมูลที่ตั้งไว้จะถูกเก็บไว้ใน RTC

ถ้าเราทำการกด Cancel ข้อมูลที่ตั้งไว้จะไม่ได้ใช้งานไม่ถูกบันทึกใน RTC

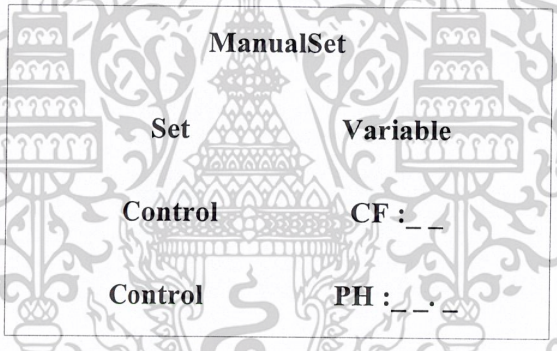
Program / Run หลังจากที่ทำการ Calibrate และ Settime เสร็จแล้ว จะต้องกดปุ่ม Prog / Run เพื่อทำการกำหนดค่า CF และ pH ลงในโปรแกรม ก่อนที่จะทำการ Run ต่อไป เมื่อทำการกดแล้ว LCD จะแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ฉ.6 LCD แสดงข้อความค่าที่ตั้งไว้ก่อนที่จะทำงาน

ใน Program / Run จะสามารถกำหนดค่า pH และ CF ได้ 2 แบบโดยที่ กด 1 เป็นการกำหนดค่า CF , pH แบบกำหนดเอง



รูปที่ ฉ.7 LCD แสดงการกำหนดค่าได้โดยผู้ใช้

ค่า EC ที่สามารถจะกำหนดได้อยู่ระหว่าง 12 – 50

ค่า pH ที่สามารถจะกำหนดได้อยู่ระหว่าง 2.0 – 11.9

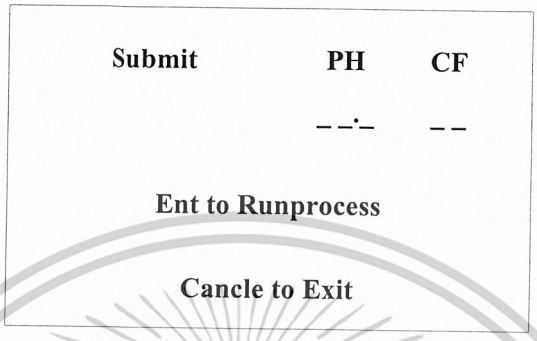
8) เมื่อใส่ค่าต่าง ๆ ครบแล้ว ทำการยืนยันโดยการกด Enter ค่า SV ก็จะถูกบันทึกลงในโปรแกรมรอการสั่ง Run ต่อไป

9) กด 2 เป็นการกำหนดค่า CF, pH จากการเลือกชนิดของพืช ในเครื่องนี้มีพืชในโปรแกรมอยู่ 4 ชนิดคือ

Broccoli, Parsley, Letuce , Roses

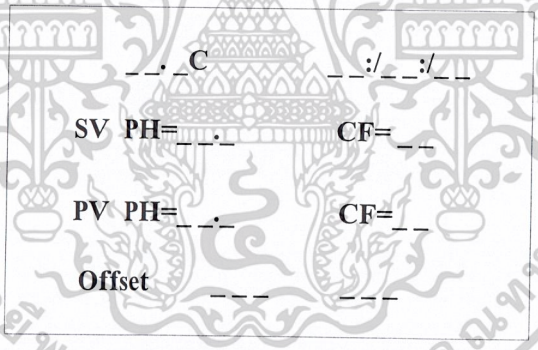
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการปลูกพืชชนิดใด สามารถเลือกหมายเลข แล้วจึงทำการกด Enter หลังจากนั้นที่ทำการเลือกค่า pH , CF ที่จะควบคุม จาก Manual Set หรือ Program Set แล้วเมื่อทำการยืนยันจะเข้าสู่การ Run Program



รูปที่ ฉ.8 LCD แสดงการให้เลือกชนิดของพืชที่จะทำการปลูก

เมื่อทำการ Run แล้ว LCD จะแสดงข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ ฉ.9 LCD แสดงข้อมูลก่อนที่จะทำงาน (RUN)

ค่า SV (Set Variable) เป็นค่า CF และ pH ที่เราต้องการควบคุมให้ได้ตามนี้

ค่า PV (Process Variable) เป็นค่าที่ CF และ pH ที่เราได้จากกระบวนการจริง ๆ (จากโพรบ)

ค่า Off Set จะเป็นค่าที่บอกถึงความแตกต่างระหว่างค่า SV และ PV จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1) ถ้าค่า Offset เป็นบวก หมายความว่า SV > PV

2) ถ้าค่า Offset เป็นลบ หมายความว่า SV < PV

และเครื่องจะทำการปรับค่า pH เมื่อ Offset ของ pH > 0.3

เครื่องจะทำการปรับค่า CF เมื่อ Offset ของ CF> 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระบวน วัฒนปรีชานนท์ . , “การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์” . **นสพ.กสิกร** ปีที่ 64 , ฉบับที่ 2 : หน้า 117-120 ; มีนาคม – เมษายน 2534.

ชัยพฤกษ์ สงวนทรัพยากร. “สูตรอาหารสำหรับการเลี้ยงพืชในน้ำยา” . **วารสารพืชสวน.** ปีที่ 21 ฉบับที่ 8 : หน้า 33-37 ; 2531

ธัชพงษ์ นิลอุบล. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ เล่ม 1** . กรุงเทพ ฯ : บริษัท เอ็นแอนด์ จำกัด , 2541.

ธีระพล ประมวลกิจจา. “ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponic) หรือการเพาะปลูกไร้ดิน”**อุตสาหกรรมสาร.** ปีที่ 11 , ฉบับที่ 32 : หน้า 59 – 62 ; 2532.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. “วิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน”.**วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** ปีที่ 8 (ฉบับที่ 1) : หน้า 29 – 39 ; 2533

Automic Leow Chuan Tse. “Hydroponics : Soil-less cultvation of Planta” . **Singapore Scientist.** No.64 : pp 24 – 30

D.Johnson , Curtis. **Process Control Instrumentation Technology.** U.S.A.:Upper Saddle River,1977

Havant. “Research into waste Recycling”.**Water Research News.** No.4 ; February 1982.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมภพ สุขกระวัน
วัน เดือน ปี เกิด	24 กันยายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดศรีสะเกษ
ภูมิลำเนา	39/1 หมู่ 9 ต.ศรีสะอาด อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ 33140
ที่อยู่ปัจจุบัน	39/1 หมู่ 9 ต.ศรีสะอาด อ.ขุขันธ์ จ.ศรีสะเกษ 33140
โทรศัพท์	0-4564-1508

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านตะเคียนบังอิง จ.ศรีสะเกษ
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านกันทรารมย์ จ.ศรีสะเกษ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยการอาชีพศรีสะเกษ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	ไม่มีความหวัง พลังก็หมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายปกรณ์ เกียรติสุข
วัน เดือน ปี เกิด	9 มีนาคม พ.ศ.2524
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ภูมิลำเนา	44 ม.6 ต.บ้านปึก อ.เมือง จ.ชลบุรี 20130
ที่อยู่ปัจจุบัน	44 ม.6 ต.บ้านปึก อ.เมือง จ.ชลบุรี 20130
โทรศัพท์	0-3876-5212

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลชลบุรี จ.ชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนชลราษฎร์อำรุง จ.ชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	อดีตไม่สำคัญ ปัจจุบันสำคัญกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายศิริชัย สุขในธรรม
วัน เดือน ปี เกิด	11 มีนาคม พ.ศ.2523
สถานที่เกิด	จังหวัดชลบุรี
ภูมิลำเนา	72 ม.4 ต.บ้านบึง อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี 20170
ที่อยู่ปัจจุบัน	184/2 ม.1 ต.ชุมแสง อ.วังจันทร์ จ.ระยอง 21210
โทรศัพท์	0-3844-5768

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัฒนดรุณวิทย์ จ.ชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จ.ระยอง
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวังจันทร์วิทยา จ.ระยอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสราวุธ ฉลาด
วัน เดือน ปี เกิด	11 พฤศจิกายน พ.ศ.2522
สถานที่เกิด	จังหวัดระยอง
ภูมิลำเนา	102 ต.ทางเกวียน อ.แกลง จ.ระยอง 21110
ที่อยู่ปัจจุบัน	102 ต.ทางเกวียน อ.แกลง จ.ระยอง 21110
โทรศัพท์	0-3867-1988

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดสารนาถธรรมาราม จ.ระยอง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนแกลงวิทยสถาวร จ.ระยอง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมาบตาพุด
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคระยอง
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ผลงานที่ได้รับ -

คติพจน์ ไม่มีใครกำหนดอนาคตเราได้ นอกจากตัวของเราเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้