สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร

Soil humidity meter for agriculture

โดย

นาย ธีรกานต์ ทั่งนาค

นางสาว กรวิการ์ ขุนแก้ว

ส.ม.
ธ 621 ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82962
วัน,เดือน,ปี 30 ก.ค. 2551

b 11958200
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร

Soil humidity meter for agriculture

โดย

นาย ธีรกานต์ ทั่งนาค รหัส 48015165

นางสาว กรวิการ์ ขุนแก้ว รหัส 48015194

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์สำหรับ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร(Soil humidity meter for agriculture)

ผู้จัดทำ

นาย ธีรกานต์ ทั่งนาค รหัส 48015165

นางสาว กรวิการ์ ขุนแก้ว รหัส 48015194

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร

นาย ธีรกานต์ ทั่งนาค รหัส 48015165
นางสาว กรวิการ์ ขุนแก้ว รหัส 48015194
รศ. ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงงานเครื่องวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตรนี้ประกอบด้วย ตัวตรวจจับความชื้นซึ่งออกแบบให้เป็นตัวเก็บประจุนำมาประกอบเข้ากับวงจรออสซิลเลเตอร์สำหรับผลิตความถี่ จากนั้นนำสัญญาณความถี่ส่งให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 คำนวณค่ามาเป็นความชื้นเป็นเปอร์เซ็นต์และแสดงผลทางจอ LCD ซึ่งเครื่องวัดความชื้นจะมีปุ่มกดเพื่อให้เกษตรกรสามารถที่จะป้อนข้อมูลทางการเกษตรเกี่ยวกับพืชพันธุ์ที่ต้องการจะปลูก เพื่อตั้งค่าลักษณะของดินที่ทำการเพาะปลูก ใช้สำหรับช่วยในการให้น้ำกับพืชพันธุ์ที่ได้ระบุไว้ โดยอาจจะกำหนดเป็นสัญญาณเตือนสำหรับเกษตรกรหรือใช้ประกอบกับการให้น้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งมีประโยชน์สำหรับเกษตรกรในหลายด้าน และยังทำให้ประหยัดน้ำในการทำการเกษตรได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Soil humidity meter for agriculture

Mr. Teerakan Tangnak ID. 48015165
Miss. Kornwika Kunkaew ID. 48015194
Assoc.Prof. Khanittha Saetang Advisor
Educational Year 2007

Abstract

Soil–Humidity measurement design for agricultural purposes consists of humidity detector designed to collect charges in a capacitor form, assembling with oscillator circuit to produce frequency. The frequency sent to MCS-51 microcontroller to calculate the percentage of the soil humidity. The result is shown on LCD monitor that the farmer can key the information concerning the corps he wants to harvest in order to set up the characteristics of the soil. The device can also assist in watering the identified plants; it can be warning system or automatic watering. This benefits in many ways and helps save water as well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1 การตรวจวัดสภาพแวดล้อมเพื่อการเกษตร.....1

บทที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช.....2

2.1 คุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช.....2

2.1.1 องค์ประกอบของดิน.....2

2.1.2 สถานะของดิน.....3

2.1.3 เนื้อดิน.....3

2.2 คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของพืช.....5

2.2.1 ลักษณะของน้ำในดิน.....5

2.2.2 ชนิดของน้ำในดิน.....5

2.2.3 ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน.....5

2.2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดิน.....6

2.2.5 ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืช.....6

2.2.6 การตรวจสอบความชื้นในดิน.....7

2.3 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช.....7

2.3.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช.....7

2.3.2 การหาค่า % ความชื้น.....7

บทที่ 3 กระบวนการออกแบบ.....8

3.1 วงจรวัดความชื้นในดิน.....8

3.2 วงจรสร้างความถี่โดยใช้ไอซีเบอร์LM555.....9

3.3 ทฤษฎีพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....16

3.4 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....16

3.5 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-51.....17

3.6 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท.....19

3.7 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุท.....19

3.8 การติดต่อกับโมดูล LCDของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....23
4.1 การแสดงผลการทำงานของโปรแกรมผ่านทางจอ LCD..... 23
4.2 กราฟการแสดงผลของการวัดความชื้น.....30
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง..... 32
ภาคผนวก ก. สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ.....33
ภาคผนวก ข โปรแกรมการทำงานของเครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร.....35
ภาคผนวก ค. ดาต้าชีทที่สำคัญ.....67
อ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
การตรวจวัดสภาพแวดล้อมเพื่อการเกษตร

ในปัจจุบันประเทศไทยถือเป็นประเทศกำลังพัฒนาทั้งทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมแต่ว่าการเกษตรก็ยังทำรายได้ให้ประเทศมากมายและในการที่จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรของเราได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานจะมีปัจจัยหลายๆ อย่างที่มาควบคุมผลผลิตการเกษตรของเราได้ผลตามที่ต้องการ สภาวะแวดล้อมขณะที่ทำการเกษตรจะเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรกรรมเราได้ผลออกมาดีที่สุดยกตัวอย่างเช่นความชื้นจะส่งผลเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช ดินที่มีความชื้นและชนิดที่แตกต่างกันจะส่งผลเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืช และในสภาวะปัจจุบันการขาดแคลนน้ำเป็นสิ่งสำคัญถ้าเราทราบความชื้นในดินก็จะทำให้เราสามารถควบคุมการรดน้ำซึ่งจะช่วยประหยัดน้ำและรายจ่ายของเกษตรกรได้อีกด้วย ปุ๋ยจะช่วยให้พืชเจริญเติบโตและติดดอกออกผลได้มากขึ้น ดังนั้นในการทำการเกษตรจึงควรที่จะต้องมีเครื่องมือมาตรฐานมาทำการวัดเพื่อตรวจสอบซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์ที่นำมาทำการวัดมาตรฐานเหล่านี้จะถูกนำเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งนอกจากมีราคาแพงแล้วหาซื้อได้ยากซ้ำยังมีคุณสมบัติที่ไม่ตรงกับความต้องการของเกษตรกร ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้คิดเครื่องมือที่นำมาตรวจสอบสภาวะแวดล้อมทางการเกษตรหลักๆ ที่มีผลต่อพืชโดยที่สามารถทำได้ในราคาที่ไม่แพงจนเกินไปและสามารถทำได้เองโดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และยังสามารถกำหนดคุณสมบัติของตัวอุปกรณ์ตามความต้องการของผู้ใช้ได้ โดยโครงงานฉบับนี้ได้เสนอการทำเครื่องมือวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตรขึ้น

ในการทำเครื่องวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตร โดยเริ่มจากการออกแบบวงจรต่าง ๆ ได้แก่ วงจรผลิตความถี่ เมื่อทำการปรับแต่งค่าของวงจรต่างๆ ให้มีความถูกต้องแล้วหลังจากนั้นก็จะทำการกัด Printed circuit board และเตรียมในส่วนของการประมวลผลโดยจะมีการนำความถี่ไปเข้ายังไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 เพื่อทำการนับสัญญาณและจะแสดงผลออกทางจอ LCD และส่งข้อมูลแบบขนานเพื่อเตรียมนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช

เนื่องจากเราทำการปลูกพืชบนดินและทำการให้น้ำเพื่อให้พืชได้เจริญเติบโต ดังนั้นจึงจำเป็นที่ควรทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างดิน น้ำ และพืช ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบให้น้ำ ที่จะกล่าวถึงคือ

2.1 คุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

2.2 คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของพืช

2.3 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

2.1 คุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

เนื่องจากดินเปรียบเสมือนถังน้ำหรือที่เก็บกักน้ำโดยธรรมชาติให้แก่พืชนำไปใช้ โดยรากของพืชจะดูดเอาความชื้นในดินไปใช้อีกทอดหนึ่ง น้ำที่เก็บให้พืชนำไปใช้นี้จะขึ้นอยู่กับช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่เป็นของแข็ง ซึ่งช่องว่างเหล่านี้ถ้าไม่มีน้ำบรรจุอยู่ก็จะมีอากาศเข้าไปแทนที่

คุณสมบัติที่สำคัญของดินที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของน้ำของพืชที่สำคัญคือ

2.1.1 องค์ประกอบของดิน ดินมีองค์ประกอบ 4 ส่วน อนินทรียวัตถุ อินทรียวัตถุ น้ำและอากาศ องค์ประกอบของดินแต่ละส่วนมีประโยชน์ต่อการผลิตพืช ดังนี้

1.) อนินทรียวัตถุ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของดิน เกิดจากการสลายของหินและแร่ต่าง ๆ ออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ดินแต่ละแห่งจะมีขนาดของอนินทรียวัตถุและชนิดของแร่ธาตุแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการย่อยสลายที่เกิดขึ้นแต่ละชนิดของดินและแร่ธาตุต้นกำเนิดดิน

2.) อินทรียวัตถุ ในดินประกอบด้วยซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยแล้ว ที่กำลังถูกย่อยสลายสารที่หลงเหลือจากการย่อยสลายดังกล่าว และสารที่ได้จากการสังเคราะห์ของจุลินทรีดิน สารต่าง ๆ เหล่านี้รวมเรียกว่า ฮิวมัส ซึ่งเป็นสารแขวนลอยสีดำหรือสีน้ำตาล มีคุณสมบัติในการดูดยึดน้ำและแร่ธาตุพืชได้สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ อินทรียวัตถุทำให้ดินร่วนโปร่ง มีการระบายน้ำและอากาศดี เป็นที่มาของธาตุอาหารและพืชหลายชนิดเช่น ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ทำให้ได้ฮิวมัสเพิ่มขึ้นอีก

3.) น้ำ น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืช น้ำในดินนอกจากจะเป็นแหล่งที่รากพืชดูดขึ้นมาหล่อเลี้ยงต้นพืชแล้ว ยังช่วยในการละลายธาตุอาหารในดินให้อยู่ในสภาพที่พืชสามารถนำไปใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) อากาศ ช่องว่างระหว่างเม็ดดินส่วนที่ไม่มีน้ำอยู่จะเป็นที่อยู่ของอากาศ รากพืชใช้ออกซิเจนในการหายใจเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงานที่ใช้ในการดูดน้ำและธาตุอาหาร โดยทั่วไปแล้วอากาศในดินมีออกซิเจนน้อยกว่าอากาศบนดิน ดังนั้นการถ่ายเทอากาศของดินจึงมีความจำเป็น ดินที่มีการถ่ายเทอากาศน้อยจะมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ถ้ามีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงร้อยละ 10 จะทำให้การทำงานของรากพืชถูกจำกัด นอกจากนี้ออกซิเจนยังมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรียดินอีกด้วย

2.1.2 สถานะของดิน ดินมีส่วนประกอบ 4 อย่างคือ อินทรียวัตถุ อนินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศ จากส่วนประกอบดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 3 สถานะคืออนินทรียวัตถุกับอนินทรียวัตถุรวมกันเป็นส่วนของของแข็งหรือสถานะของแข็ง ที่เหลือจะเป็นช่องว่างและช่องเหล่านั้นจะเป็นที่อยู่ของของเหลวซึ่งเป็นสถานะของน้ำหรือสารละลายที่อยู่ในดินและก๊าซคือส่วนที่เป็นอากาศ ที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินที่มิได้เป็นของเหลว

2.1.3 เนื้อดิน เนื้อดินเป็นคุณสมบัติของดินที่บ่งถึงความหยาบหรือความละเอียดของดิน เนื้อดินหมายถึง สัดส่วนของอนุภาคอนินทรียวัตถุของดิน หรือคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวกับเม็ดดิน 3 ชนิด ได้แก่ เม็ดทราย (sand) เม็ดซิลท์หรือทรายแป้ง (silt) และเม็ดดินเหนียว (clay) ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน

ดินที่มีอนุภาคของทรายเป็นประกอบมากกว่าเรียกว่า ดินเนื้อหยาบ และดินที่มีอนุภาคดินเหนียวเป็นส่วนประกอบมากเรียกว่าดินเนื้อละเอียด จะมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีกว่าดินทรายซึ่งมีคุณสมบัติให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย มีการระบายน้ำดีแต่อุ้มน้ำไว้ได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ประเภทของเนื้อดิน ข้อดีและข้อเสียของเนื้อดินแต่ละกลุ่ม

กลุ่มของเนื้อดิน	ประเภทของเนื้อดิน		ข้อดีและข้อเสียของเนื้อดินแต่ละกลุ่ม	
	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาไทย	ข้อดี	ข้อเสีย
1. ดินเนื้อหยาบ	1. Sand	ดินทราย	1. ไถพรวนง่าย	1. อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้น้อย 2. ระบายน้ำได้เร็วเกินไป
	2. Loamy sand	ดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินร่วน		
2. ดินร่วน	3. Sandy loam	ดินร่วนปนทราย	1. ไถพรวนง่าย 2. อุ้มน้ำและแร่ธาตุอาหารได้มากพอสมควร 3. ระบายน้ำและอากาศดีพอสมควร 4. เหมาะแก่การปลูกพืช	1. ธาตุอาหารถูกชะล้างได้ง่าย 2. ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ
	4. Loam	ดินร่วน		
	5. Silt loam	ดินร่วนปนซิลท์หรือดินร่วนปนตะกอนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง		
	6. Silt	ทรายแป้งหรือซิลท์หรือดินตะกอน		
	7. Sandy clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทราย		
	8. Clay loam	ดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนปนดินเหนียว		
3. ดินเนื้อละเอียด	9. Silty clay loam	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง หรือดินร่วนเหนียวปนซิลท์หรือดินร่วนหรือเหนียวปนตะกอน	1. อุ้มน้ำและธาตุอาหารได้มาก 2. ความอุดมสมบูรณ์ของดินสูง	1. ระบายน้ำและอากาศไม่ดี 2. ไถพรวนยาก
	10. Sandy clay	ดินเหนียวปนทราย		
	11. Silty clay	ดินเหนียวปนทรายแป้งหรือดินเหนียวปนซิลท์หรือดินเหนียวปนตะกอน		
	12. Clay	ดินเหนียว		

2.2 คุณสมบัติของน้ำที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของพืช

2.2.1 ลักษณะของน้ำในดิน ปกติแล้วน้ำอยู่ในดินได้เพราะคุณสมบัติของโมเลกุลของน้ำสามารถยึดติดกันเองได้ และสามารถเกาะติดกับผิวของสารอื่นได้ดี เมื่อฝนตกหรือเมื่อให้น้ำแก่ผิวดิน น้ำจะซึมเข้าไปอยู่ระหว่างเม็ดดินและยึดติดกับเม็ดดินด้วยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของน้ำกับเม็ดดิน การที่จะทำให้น้ำในดินเคลื่อนที่หรือดูดน้ำออกจากดินจึงต้องใช้แรงมาก ขนาดของแรงจะอยู่ในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแรงดึงขนาดต่างๆ กัน และจะขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดิน คือ ถ้าดินยิ่งมีความชื้นมากเท่าใดน้ำที่เกาะอยู่รอบๆ เม็ดดินก็จะหนามากขึ้น

2.2.2 ชนิดของน้ำในดิน หากน้ำเข้าไปแทนที่อากาศจนเต็มทุกช่อง ถือว่าดินนั้นเป็นดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำหรืออิ่มน้ำ และน้ำที่อยู่ในช่องว่างนั้นทั้งหมดจะเป็นปริมาตรสูงสุดที่ดินจะเก็บกักเอาไว้ได้ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของน้ำตามความสามารถของดินที่ยึดน้ำไว้ได้ 3 ชนิดตามระดับของน้ำที่ถูกดินดูดยึดไว้ตั้งแต่ชั้นนอกเข้าไปถึงชั้นในที่ติดกับเม็ดดินคือ

1.) น้ำอิสระ (Gravitation water or Free water) เนื่องจากสสารทุกอย่างที่อยู่บนผิวโลกจะถูกแรงดึงดูดของโลกกระทำอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งน้ำที่ขังอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินด้วย น้ำชนิดนี้ถ้าหากอยู่ในดินนานนอกจากจะเป็นอันตรายต่อพืชคือจะทำให้พืชขาดอากาศสำหรับหายใจจึงต้องหาทางระบายออกแล้วยังเป็นตัวการชะล้างแร่ธาตุอาหารพืชให้สูญเสียไปจากดิน

2.) น้ำซับ (Capillary water) น้ำซับมีความสำคัญต่อพืช เนื่องจากส่วนใหญ่ของน้ำที่พืชดูดเข้าไปใช้มาจากน้ำซับ น้ำซับจะคงอยู่ระหว่างเม็ดดิน ไม่ถูกแรงดึงลงไปสู่ชั้นดินข้างล่าง โดยเฉพาะอิทธิพลความหนาของชั้นน้ำภายในช่องว่างของดิน หากหนามากจะเคลื่อนที่ได้ง่าย แต่ถ้าบางมากจะถูกยึดติดกับอนุภาคของดิน ดังนั้นเนื้อดินจึงมีความสำคัญเช่น ดินที่มีเนื้อละเอียด จะมีช่องว่างมากกว่าดินที่เนื้อหยาบแต่ช่องว่างมักจะมีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำถูกจำกัด การเคลื่อนที่ในแนวนอนของน้ำซับจึงมีไม่มากดังนั้นในการให้น้ำแก่พืช ที่ปลูกในดินเนื้อละเอียด จึงต้องให้ใกล้กับราก ในเขตแห้งแล้งพืชหลายชนิดจะใช้น้ำจากบริเวณนี้เนื่องจากมีรากลึก แต่การที่พืชจะหยั่งรากได้ลึกนั้น ดินชั้นล่างต้องมีอากาศพอเพียงกับการหายใจของรากด้วย

3.) น้ำเยื่อ (Hygroscopic water) น้ำเยื่อเป็นน้ำที่เกาะแน่นกับอนุภาคดินจะไม่แยกออกจากดินง่าย ๆ ยกเว้นแห้งแล้งมาก ๆ จึงมีประโยชน์ต่อพืชน้อย

2.2.3 ระดับความชื้นที่สำคัญของดิน จากชนิดของน้ำในดินทำให้สามารถนำมาพิจารณาระดับความชื้นที่สำคัญภายในดินตามลักษณะของน้ำหรือความชื้นที่อยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน

1.) จุดความชื้นอิ่มน้ำหรือจุดความชื้นเมื่อดินอิ่มน้ำ (Water Saturated) เป็นชั้นของน้ำในดินที่เกิดขึ้นเมื่อปริมาณช่องว่างระหว่างเม็ดดินทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยน้ำ อาจจะมีอากาศอยู่บ้างภายในช่องว่างขนาดเล็ก ๆ แต่ก็เป็นปริมาณน้อยมากถ้าดินมีความสามารถระบายน้ำได้ดีแล้ว ปริมาณน้ำที่อยู่ในช่องว่างขนาดใหญ่ก็จะเคลื่อนที่ลงไปข้างล่างเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกภายในเวลาไม่นานนัก

2.) ความชื้นชลประทานหรือความจุความชื้นในสนาม (Field capacity) คือจำนวนน้ำที่คงค้างอยู่ในดิน หลังจากน้ำซึมไหลผ่านไปแล้ว และยังไม่มีการสูญเสียน้ำจากดินด้วยกระบวนการอื่น ๆ น้ำใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของความจุความชื้นในสนามเป็นน้ำที่ถูกดูดซับอยู่ในรูปน้ำซับและอยู่ในช่องว่างต่าง ๆ ในดิน ค่าความจุความชื้นในสนามเป็นดัชนีชี้ให้เห็นว่าดินสามารถรับน้ำได้สูงสุดเท่าใดและยังใช้คำนวณหาค่าน้ำชลประทานให้แก่พืชได้

3.) จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent Wilting Point) คือความชื้นในดินเมื่อพืชไม่สามารถดูดมาใช้ให้เพียงพอสำหรับการคายน้ำและพืชเริ่มเหี่ยวเฉาอย่างถาวร อาการเหี่ยวเฉาของพืชอาจเกิดขึ้นได้หลายครั้งเรียกว่าเหี่ยวเฉาชั่วคราวก่อนที่จะถึงจุดที่พืชเหี่ยวเฉาถาวร ตามปกติพืชจะโดนน้ำส่งที่ต้นตลอดเวลา หากไม่มีฝนตกลงมาความชื้นในดินก็จะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงจุดหนึ่ง อัตราการดูดน้ำจะน้อยกว่าอัตราการคายน้ำ ทำให้สมดุลของน้ำในต้นพืชเป็นลบ พืชจะแสดงอาการตอบสนองโดยการเหี่ยวของใบ และปากใบ เพื่อช่วยระงับการสูญเสียน้ำอาการนี้เรียกว่าการเหี่ยวเฉาชั่วคราว (Temporary wilting) เพราะตราบใดที่พืชยังมีน้ำเพียงพอสมดุลน้ำในพืชก็จะกลับมาเป็นปกติได้อีกในเวลาเย็นหรือกลางคืน แต่หากในเวลากลางวันพืชยังได้รับแสงจ้าเหมือนเดิมการเหี่ยวของพืชจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่สามารถคืนสู่สภาพปกติได้ ภาวะนี้เรียกวา จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Permanent wilting) ไม้ยืนต้นและไม้ล้มลุกที่เกิดกรเหี่ยวอย่างถาวรจะตายใน 2 อาทิตย์แต่ไม้พุ่มและหญ้าจะทนได้ดีกว่า

4.) ความชื้นเมื่ออบแห้งหมายถึง ปริมาณความชื้นในดินภายหลังถูกอบไว้ที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลากว่า 15 ชั่วโมงจะกระทั่งไม่มีไม่มีน้ำระเหยออกจากดินและนิยมใช้น้ำหนักดินอบแห้งเป็นหลักสำหรับคำนวณหาค่าต่าง ๆ

2.2.4 ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินหมายถึง ความสามารถที่ดินสามารถเก็บน้ำหรืออุ้มน้ำไว้ให้แก่พืชดูดกินคือน้ำหรือความชื้นที่อยู่ระหว่างระดับความชื้นในดินที่ความชื้นชลประทานกับจุดเหี่ยวเฉาถาวร หรือความชื้นในสภาพที่อินถูกยึดไว้ด้วยแรงดึงความชื้นเป็นความชื้นที่มีประโยชน์ในปริมาณสูงสุดของความชื้นที่ดินสามารถดูดยึดไว้เป็นประโยชน์ต่อพืช

2.2.5 ความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชหรือความชื้นที่พืชสามารถดูดเอาไป ความชื้นในดินที่เป็นประโยชน์ที่พืชสามารถดูดเอาไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้แก่ น้ำซับ

2.2.6 การตรวจสอบความชื้นในดิน

1.) การวัดความชื้นในดินโดยการชั่งน้ำหนัก เป็นวิธีที่จะหาว่าความชื้นของดินในขณะนั้นลดลงถึงจุดที่ต้องการให้น้ำแล้วหรือยังการตรวจทำโดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ ในรากและที่จุดต่าง ในพื้นที่เพาะปลูกมาชั่งแล้วอบให้แห้งในเตาอบแล้วชั่งอีกครั้งน้ำหนักของดินที่หายไปในการชั่งทั้งสองครั้งจะเป็นน้ำหนักของน้ำที่อยู่ในขณะเก็บตัวอย่าง

2.) การวัดความชื้นโดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.) แบบวัดแรงดึงความชื้นของดิน (Tensiometer)

(2.) แบบวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุพรุนหรือแท่งวัดความชื้น (Moisture Block)

(3.) แบบวัดการกระจายของนิวตรอน (Neutron Moisture Meter)

3.) การวัดความชื้นในดินโดยดูลักษณะและความรู้สึกสัมผัส

2.3 คุณสมบัติของพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้องการน้ำของพืช

2.3.1 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Evapotraspiration or Consumptive Use) หมายถึงน้ำทั้งหมดที่สูญเสียไปจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศซึ่งประกอบด้วย

1.) การระเหย (Evaporation, E)

2.) การคายน้ำ (Transpiration, T)

2.3.2 ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้น้ำของพืช

1.) สภาพดิน

2.) พืช

3.) สภาพภูมิอากาศรอบ ๆ ต้นพืช

4.) การจัดการเพาะปลูก

2.3.2 การหาค่า % ความชื้น ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้(กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม[1])

$$w = \frac{W_w}{W_s} x100\%$$

$$m = \frac{M_w}{M_s} x100\%$$

โดย

w คือปริมาณน้ำ (Water content)

m คือปริมาณความชื้น (Moisture content)

W_w คือน้ำหนักของน้ำ

W_s คือน้ำหนักของเม็ดดิน

M_w คือ มวลของน้ำ

M_s คือ มวลของเม็ดดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
กระบวนการออกแบบ

เครื่องมือวัดความชื้นในดิน เราจะใช้หลักการที่ว่าดินที่มีความชื้นต่างกันจะมีค่าไดอิเล็กตริกต่างกันทำให้ค่าของตัวเก็บประจุเปลี่ยนและเรานำค่าของตัวเก็บประจุที่เปลี่ยนแปลงนี้ไปใช้ในวงจรกำเนิดความความถี่โดยใช้ LM 555 และนำความถี่ที่ได้นี้มาป้อนเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เพื่อทำการนับความถี่ แล้วคำนวณเป็นค่าความชื้นออกมาด้วยการเขียนโปรแกรมการคำนวณปริมาณน้ำที่ต้องการจะรดว่ามีเพียงพอหรือไม่กับความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดและ เมื่อพืชต้องการน้ำหรือไม่น้ำในปริมาณที่เพียงพอแล้วก็จะมีสัญญาณเตือนดังขึ้น

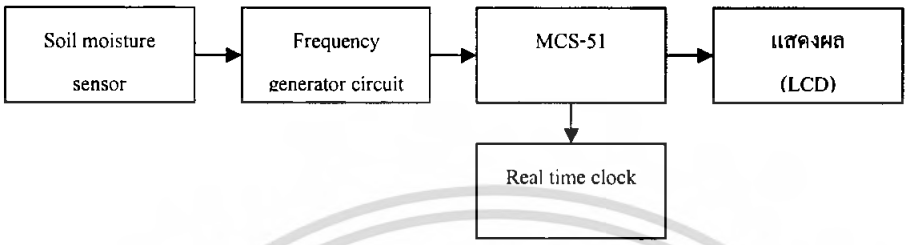
ในส่วนของการแสดงผลและการส่งข้อมูลแบบขนาน การแสดงผลจะใช้การแสดงผลผ่านทางหน้าจอ LCD

3.1 วงจรวัดความชื้นในดิน

หลักการทำงานของวงจรวัดความชื้นในดิน ตัวเซ็นเซอร์จะอาศัยหลักการของสารไดอิเล็กตริกในตัวเก็บประจุ ซึ่งจะมีแท่งเหล็กวางขนานกันเพื่อให้ทำงานเป็นตัวเก็บประจุ 1 ตัว โดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าของตัวเก็บประจุได้โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่าของสารไดอิเล็กตริก ซึ่งเมื่อความชื้นเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าของสารไดอิเล็กตริกเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วย เมื่อสารไดอิเล็กตริกเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้ค่าตัวเก็บประจุเกิดการเปลี่ยนแปลงจากนั้นจะใช้ LM555 ทำหน้าที่ในการกำเนิดสัญญาณความถี่ โดยเมื่อค่าตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลงจะทำให้ความถี่จาก LM555 เปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นจะทำการส่งสัญญาณความถี่มาให้ MCS-51 เพื่อทำการนับความถี่และเก็บค่าเพื่อที่จะนำไปคำนวณหาค่าความชื้นเพื่อที่จะได้ทราบว่าพืชแต่ละชนิดต้องการน้ำในปริมาณเท่าใด ซึ่งจะมีเสียงเตือนดังขึ้นเมื่อพืชต้องการน้ำและเมื่อพืชได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

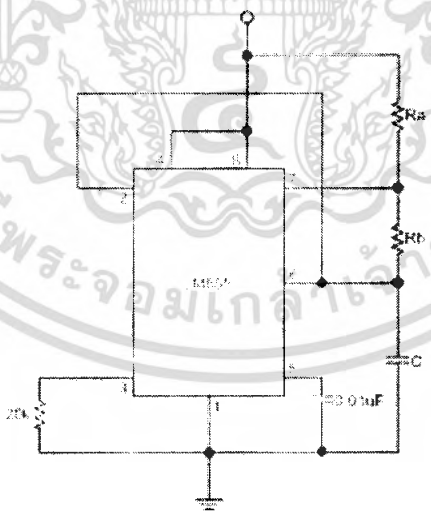
Block diagram ของวงจรวัดความชื้นในดิน



รูปที่ 3.1 Block diagram ของวงจรวัดความชื้นในดิน

3.2 วงจรสร้างความถี่โดยใช้ไอซีเบอร์LM555

LM555 เป็นอุปกรณ์ที่สำหรับผลิตความถี่ ซึ่งในการใช้งาน แบบอะสเตเบิล ความถี่จะถูกควบคุมโดยค่าความต้านทานภายนอกสองค่าและค่าตัวเก็บประจุ วงจรจะถูกทริกกำเนิดเป็นสัญญาณความถี่ค่าหนึ่งแปรไปตามค่าของตัวเก็บประจุที่ใช้เป็นตัวตรวจจับความชื้น และทางด้านเอาท์พุทของวงจรจะสามารถจ่ายกระแสได้ 200 mA โดยตัว LM555 ที่เรานำมาใช้งานในโหมดอะสเตเบิลยังสามารถปรับค่า duty cycle ได้ และยังมีเสถียรภาพต่ออุณหภูมิสูงโดยมีค่าเสถียรภาพมากกว่า 0.005% ต่อ องศาเซลเซียส โดยมีวิธีคำนวณค่าความถี่ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



รูปที่ 3.2วงจรสร้างความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = \frac{1}{t} = \frac{1.44}{(R_a + 2R_b)C}$$

โดยเมื่อค่าไดอิเล็กตริกของตัวเก็บประจุมีค่าเปลี่ยนไป(ความชื้นในดินเปลี่ยนไป) ซึ่งจากการทำการทดลองโดยการนำดินไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน ซึ่งจะทำให้ได้ดินแห้งที่ความชื้น 0% ซึ่งแต่ละชนิดของดินจะนำไปอบจำนวน 2 ครั้งเมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันหลังจากนั้นจะนำดินแห้ง (ความชื้น 0%) มาทำการวัดหาค่าแรงดันอ้างอิง ในการทดลองหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยการเติมน้ำเข้าไปโดยการวัดปริมาตรน้ำแล้วเติมน้ำเข้าไปคลุกเคล้าให้ทั่วแล้วทำการวัดค่าความถี่ที่ความชื้นต่าง ๆ (ในที่นี้ใช้ 0-100%)

ซึ่งจากการทำการทดลองเก็บค่าต่างๆ ได้ผลการทดลองดังตารางต่างๆ ดังนี้

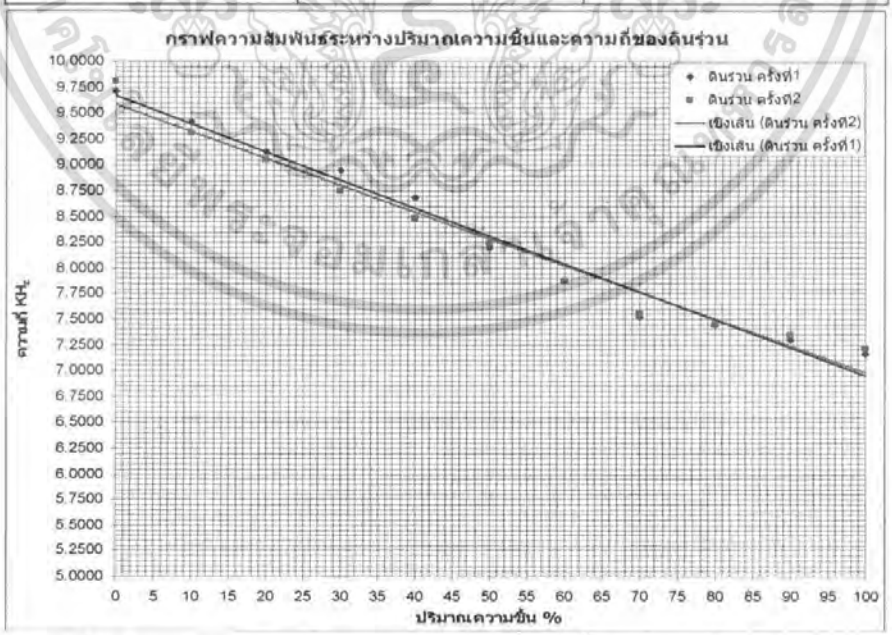
ตารางที่ 2 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินร่วน(ครั้งที่ 1)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
627.9919	0	9.7162
647.5939	10	9.4221
668.3126	20	9.1300
681.3729	30	8.9550
702.5474	40	8.6851
744.0909	50	8.2002
774.5135	60	7.8781
811.2122	70	7.5217
819.4370	80	7.4462
836.1349	90	7.2975
852.6207	100	7.1564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

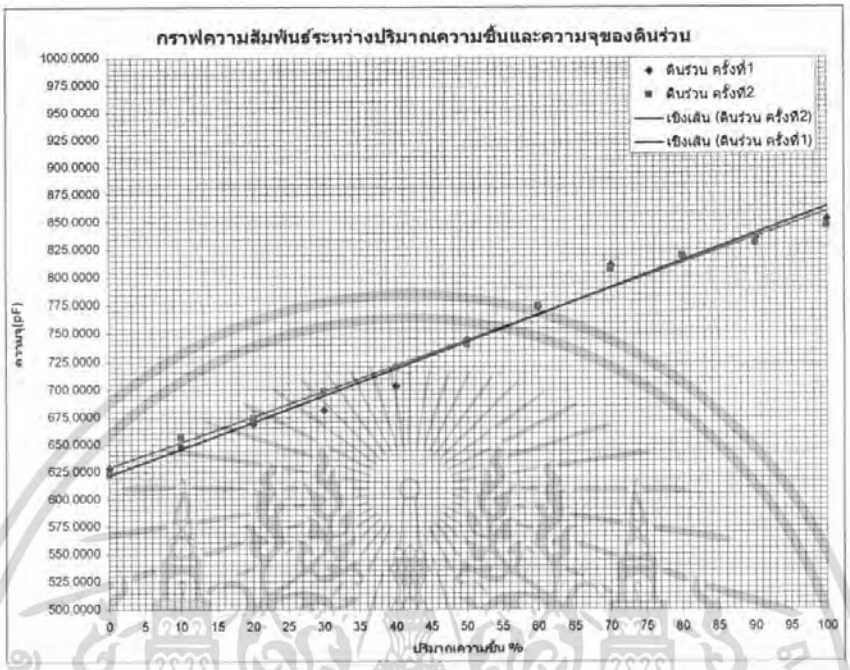
ตารางที่ 3 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินร่วน(ครั้งที่ 2)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
622.1394	0	9.8076
655.4055	10	9.3098
673.6844	20	9.0572
697.6554	30	8.7460
719.4716	40	8.4808
740.0209	50	8.2453
774.8577	60	7.8746
808.0002	70	7.5516
819.3493	80	7.4470
830.6485	90	7.3457
846.3057	100	7.2098



รูปที่ 3.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความถี่ของดินร่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับค่าความจุของดินร่วน

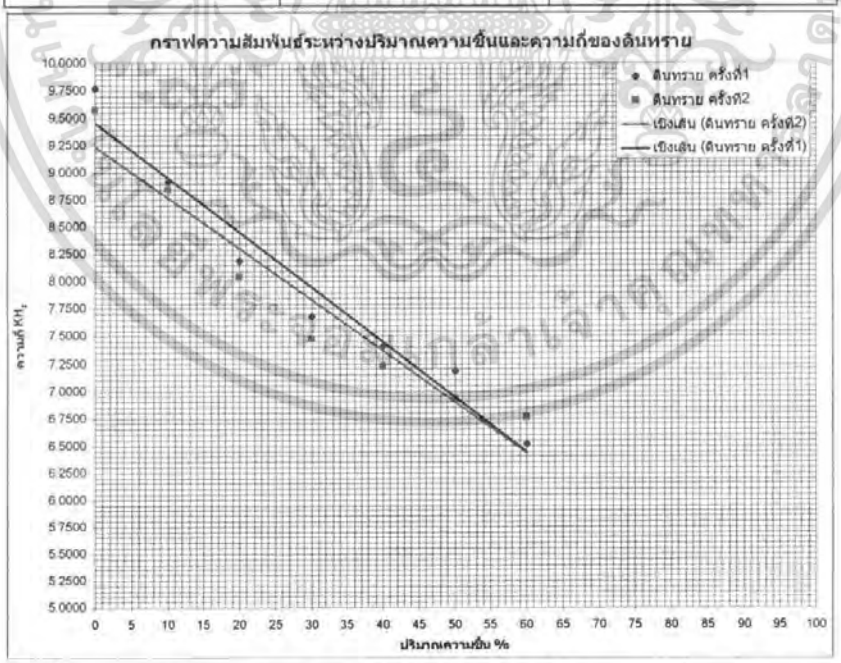
ตารางที่ 3 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินทราย (ครั้งที่ 1)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
624.176	0	9.7756
684.131	10	8.9189
745.336	20	8.1865
797.722	30	7.6489
823.641	40	7.4082
849.238	50	7.1849
936.877	60	6.5128
-	70	-
-	80	-
-	90	-
-	100	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

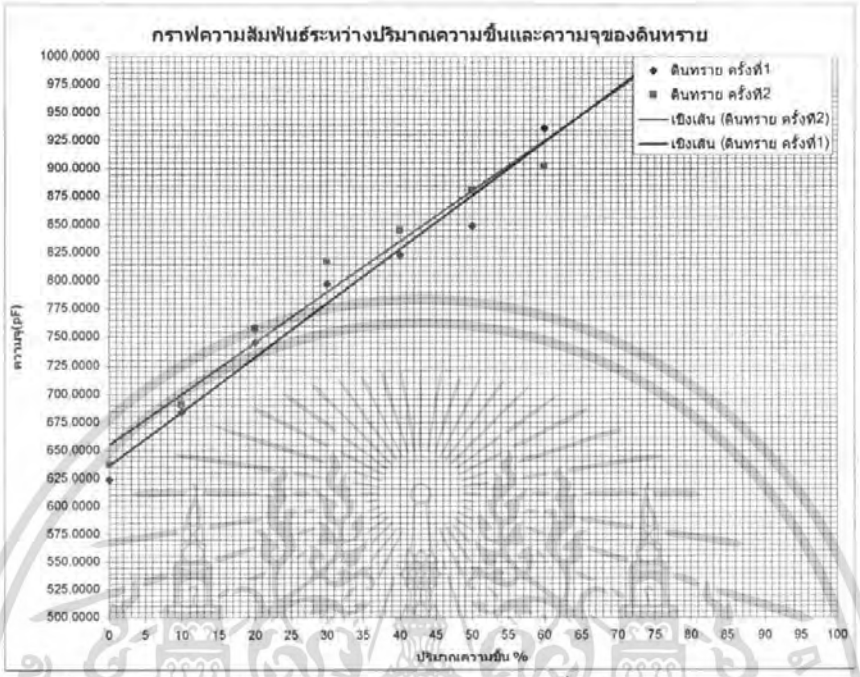
ตารางที่ 4 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินทราย (ครั้งที่ 2)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
637.373	0	9.5732
690.159	10	8.8410
758.201	20	8.0476
816.674	30	7.4714
845.168	40	7.2195
880.133	50	6.9327
902.444	60	6.7613
-	70	-
-	80	-
-	90	-
-	100	-



รูปที่ 3.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความถี่ของดินทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความจุของดินทราย

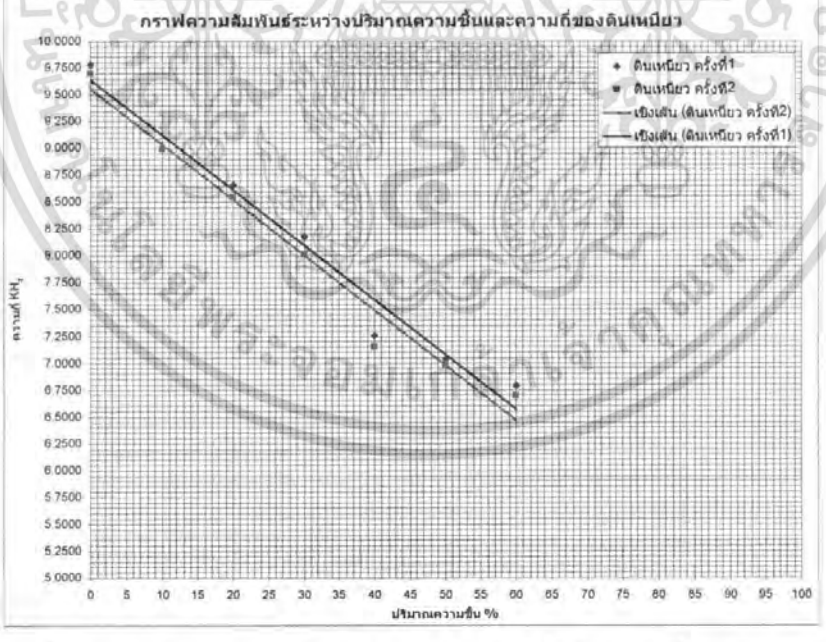
ตารางที่ 5 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินเหนียว (ครั้งที่ 1)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
623.595	0	9.7847
677.334	10	9.0084
705.031	20	8.6545
746.093	30	8.1782
840.512	40	7.2595
867.174	50	7.0363
898.695	60	6.7895
-	70	-
-	80	-
-	90	-
-	100	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

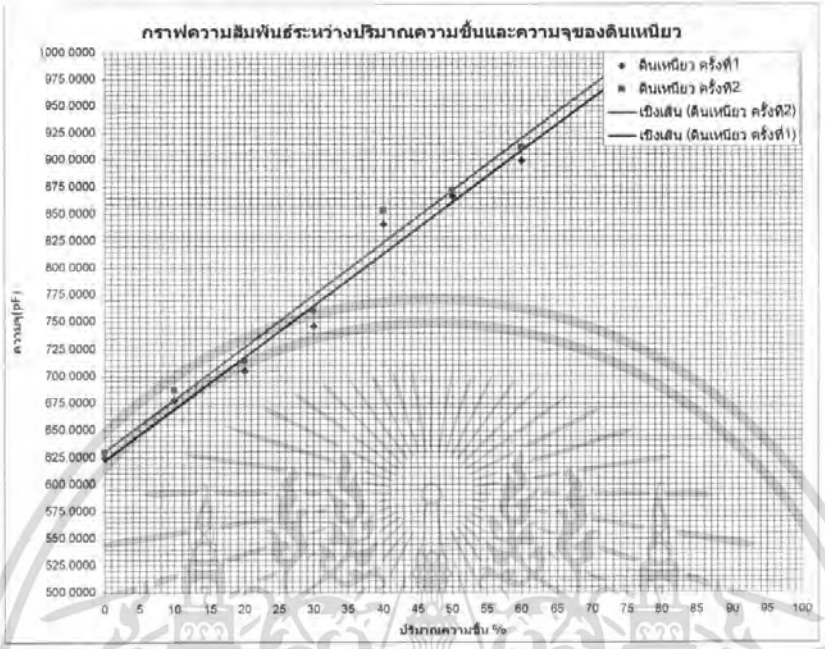
ตารางที่ 6 ค่าของความถี่ที่ได้ ที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่าง ๆ ของดินเหนียว (ครั้งที่ 2)

ค่าความจุ(pF)	เปอร์เซ็นความชื้น(%)	ค่าความถี่ที่ได้(KHz)
629.410	0	9.6943
686.177	10	8.8923
714.041	20	8.5453
761.199	30	8.0159
853.563	40	7.1485
871.769	50	6.9899
911.626	60	6.6932
-	70	-
-	80	-
-	90	-
-	100	-



รูปที่ 3.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับความถี่ของดินเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นและค่าความจุของดินเหนียว

จากค่าทั้งหมดจากตารางเมื่อนำมาวาดกราฟจะได้ว่าลักษณะเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่มีต่อความถี่ที่ได้นั้นมีลักษณะเป็นเชิงเส้น ซึ่งค่าที่ได้เลือกนำไปใช้โดยการเลือกค่าที่อยู่ในกราฟแล้วนำมาหาความชัน โดยมีสูตรที่ใช้ในการหาคือ $Y = MX + C$ ซึ่ง

ดินร่วนจะใช้ความชันที่ 27

ดินทรายใช้ความชันที่ 50

และดินเหนียวจะใช้ความชันที่ 51

3.3 ทฤษฎีพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นชื่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบหนึ่งที่บรรจุความสามารถมากมาย ไม่ว่าจะเป็นหน่วยประมวลผลหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกวงจรรับสัญญาณอินพุทวงจรขับสัญญาณออกทางเอาท์พุทหน่วยความจำวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี โดยช่วยลดจำนวนของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

และขนาดของระบบลงในขณะที่มีขีดความสามารถสูงขึ้นดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้นิยมในการควบคุม โดยสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อกำหนดรูปแบบการควบคุมได้อย่างอิสระ

3.4 คุณสมบัติไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียู 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้เป็นพันครั้ง
- สายอินพุทและเอาท์พุทมีจำนวน 32 เส้นใช้เลือกแอดเดรสแยกต่างหากจากกันได้
- มีแรมบรรจุภายในขนาด 128 ไบต์ หรือ 256 บิต
- วงจรตั้งเวลา/วงจรนับมีขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- กำหนดเป็น UART(Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) ส่งข้อมูลอนุกรมได้สองทิศทาง
- อินเทอร์รัปต์ แบ่งเป็น 2 ระดับจาก 5 หรือ 6 แหล่ง
- มีสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัว
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในขนาด 4 หรือ 8 กิโลไบต์
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- คำสั่งทั้งหมดมี111คำสั่ง
- ทำงานด้วยเลขฐานสิบ และเลขฐานสิบหก
- ในเบอร์ AT89C2051, AT89C1051, จะลดขนาดลงเหลือแค่ 20 ขาโดยมี ROM ภายในจำนวน 2 กิโลไบต์ และ 1 กิโลไบต์ ตามลำดับ โดยจะไม่มี Port 0 ,Port 2 ,ALE, PSEN, EA และ RD เนื่องจากได้อัดโปรแกรมไว้ในตัวแล้วขาเหล่านี้จะไม่ได้ใช้งาน

3.5 โครงสร้างสถาปัตยกรรมของ MCS-51

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51มีดังนี้

- ขาVss (ขา20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขาVcc (ขา40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสไฟตรงขนาด 5โวลต์
- ขาพอร์ต 0 (ขา 32-39) มี 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 0 ขนาด 8 บิต(P0.0-P0.7) แบบOpen drain Bi-directional พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุททั่วไปได้และใช้ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย

82962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขาพอร์ต 1 (ขา1-8) มี 8 ขาใช้สำหรับพอร์ต 1 (P1.0-P1.7)สามารถใช้เป็นอินพุท และเอาท์พุท พอร์ตทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท ต้องโหลดค่า ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตนี้
- ขาพอร์ต 2 (ขา21-28) มี 8 ขาใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 2 ขนาด8 (P2.0-P2.7) มีโครงสร้างคล้ายพอร์ต 0 โดยมี FET ตัวล่างตัวเดียวส่วนด้านบนใช้ความต้านทานพูลอัพแทน พอร์ตนี้ทำงานได้สองหน้าที่คือ สามารถใช้เป็น แอดเดรสบัส ขนาด 8 บิต(A8-A15) และเป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุทใช้งานทั่วไป เมื่อจะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท ต้องส่ง ลอจิก "1" มาที่พอร์ตนี้ก่อนเพื่อบังคับให้ FETอยู่ในสภาวะ off
- ขาพอร์ต 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ต 3 (P3.0-3.7) ขนาด 8 บิต พอร์ตนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุท เอาท์พุทพอร์ตทั่วไปได้ นอกจากนี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังนี้

  ขาP3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

  ขาP3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

  ขาP3.2 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

  ขาP3.3 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

  ขาP3.4 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

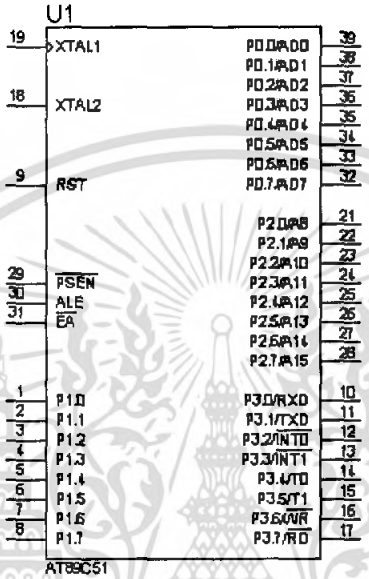
  ขาP3.5 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

  ขาP3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับเก็บภายนอกชิป

  ขาP3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลจากหน่วยความจำสำหรับเก็บภายนอกชิป
- ขา RT (ขา9) ใช้สำหรับการรีเซ็ทวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่
- ขา ALE/PROG (ขา30) เป็นขาใช้สำหรับส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการแลตซ์ค่าแอดเดรสไบต์ต่ำ (Address Latch Enable) พอร์ต 0 ในการติดต่อหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมหรือข้อมูลภายนอก สัญญาณนี้จะแอคทีฟทุก ๆ 2 ครั้งใน 1 แมชชีนไซเคิล
- ขา PSEN (ขา 29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบ เพื่ออ่านคำสั่งจากโปรมแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป (Program Strobe Enable)สัญญาณนี้จะส่งออกมาสองครั้งในแต่ละแมชชีนไซเคิลแต่ถ้าเป็นการอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายในจะไม่มีสัญญาณออกที่ขานี้
- ขา EA/Vpp (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ภายในชิปหรือภายนอกชิป หากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึง ให้ใช้โปรแกรมที่อยู่ภายนอก หากขานี้มีสถานะเป็น 1 หมายถึงบังคับให้ MCS-51ใช้โปรมแกรมจากหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมภายในชิป ส่วน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำโปรแกรมสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิปให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา XTAL1(ขา19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา XTAL2 (ขา 18) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาท์พุทออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างแต่ละขาของMCS-51

3.6 การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุท

การใช้งานพอร์ตเป็นการอินพุทข้อมูลนั้นก่อนอื่นจะต้องส่งข้อมูลค่า "1" ออกมาที่บิตของพอร์ตก่อนเพื่อนหยุดการทำงานของทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทของบิตนั้น ทำให้ขาสัญญาณของบิตถูกต่อเข้ากับตัวต้านทาน ซึ่งทำหน้าที่ Pull-up ภายใน ซึ่งมีผลให้บิตนั้น ๆ ของพอร์ต 1 , 2 และ 3 มีสภาวะลอจิกสูง ตัวต้านทานเหล่านี้มีค่าประมาณ 50K ซึ่งเป็นค่าที่สูงมาก ทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถขับสัญญาณของพอร์ตเหล่านี้เป็นลอจิกต่ำได้ง่าย สำหรับบิทของพอร์ต 0 นั้นแม้ว่าจะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกับบิตของพอร์ตอื่น ๆ แต่เนื่องจากการที่ไม่มีตัวต้านทาน ทำหน้าที่ Pull-up ภายในไว้ทำให้เมื่อทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทนั้นหยุดทำงาน ก็จะเป็นผลให้ขาสัญญาณนี้อยู่ในสภาวะ High Impedance แทน

3.7 การใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 0 ให้กับแต่ละบิตของพอร์ตทุกพอร์ต ข้อมูลนี้จะถูกส่งให้กับฟลิปฟลอป ซึ่งจะค้างค่านี้เอาไว้และมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณเอาท์พุทนั้นทำงาน ดังนั้นขาสัญญาณก็จะมีสภาวะเป็นลอจิกต่ำด้วย ส่วนการส่งข้อมูลที่มีค่าเป็น 1 ออกมานั้นในกรณีที่เป็นการทำงานในแต่ละบิต พอร์ต 1 , 2 หรือ 3 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับสัญญาณจะเป็นสภาวะอิมพีแดนซ์สูงแทน เนื่องจากไม่มีตัวต้านทานภายในเชื่อมต่ออยู่นั่นเอง ดังนั้นในการใช้งานพอร์ต 0 เป็นการเอาท์พุทข้อมูล จึงจำเป็นต้องใช้ตัวต้านทานภายนอก Pull-up สัญญาณไว้กับไฟเลี้ยงแทน

3.8 การติดต่อกับโมดูล LCDของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

โมดูล LCD เป็นอุปกรณ์แสดงผลแบบหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำมาเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับในบทนี้จะนำเสนอการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์LCD กับโมดูล LCD แบบอักษรขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด ด้วยโปรแกรมภาษา C โดยโมดูล LCD ที่ใช้เป็นโมดูล LCDมาตรฐานที่ใช้ชิปเบอร์ HD44870 หรือเทียบเท่าเป็นตัวควบคุมการทำงาน

ข้อมูลเบื้องต้น ของโมดูล LCD

ในรูป แสดงการจัดขาของโมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด

V_{SS} (ขา 1) : ต่อกราวด์

V_{DD} (ขา 2) : ต่อ ไฟเลี้ยง +5V

V_O (ขา 3) : เป็นขาอินพุทรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

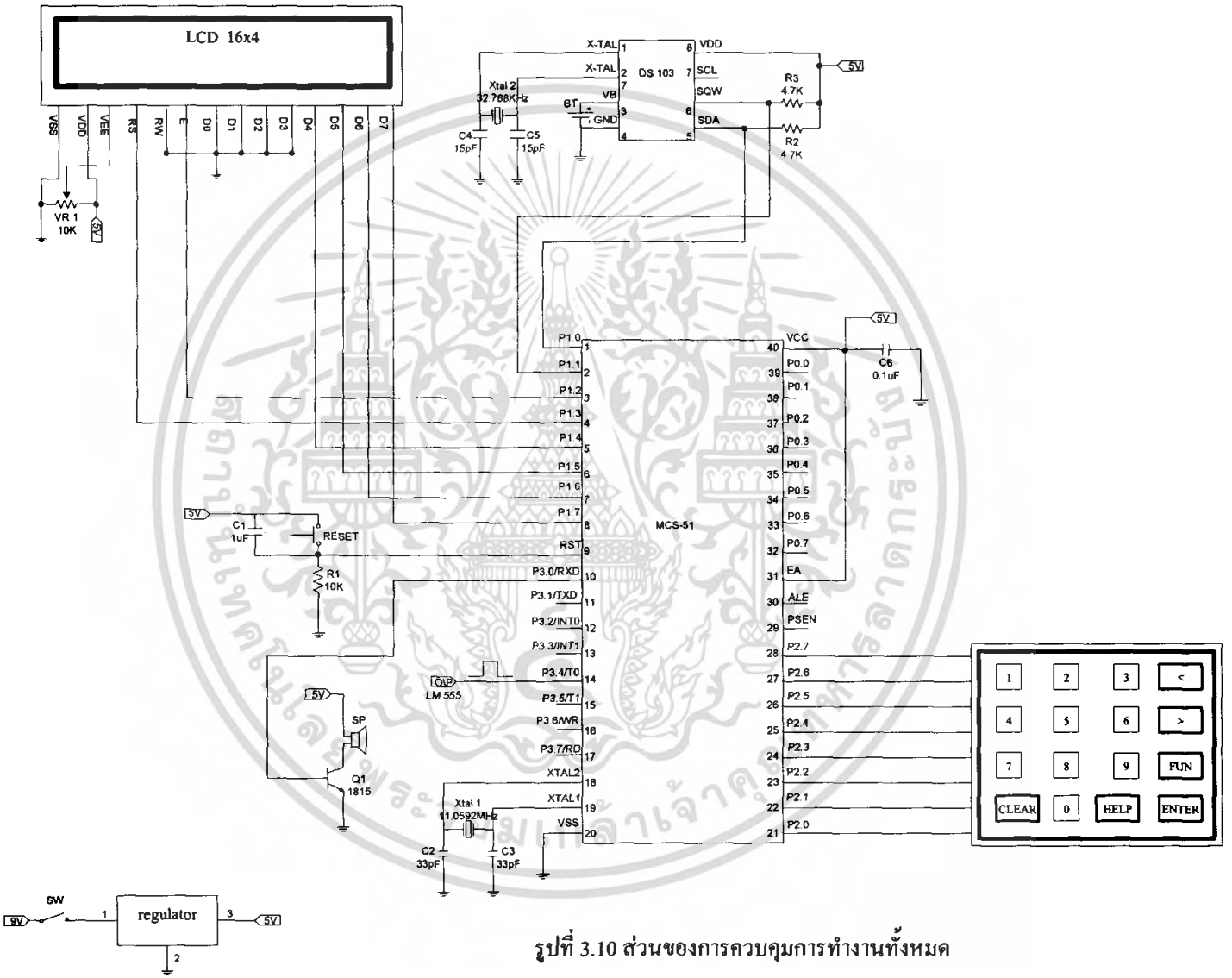
R_S (ขา 4) : เป็นขาอินพุทใช้แยกชนิดของข้อมูลที่ประมวลผลว่าเป็นคำสั่งหรือเป็นข้อมูล โดยถ้าขานี้เป็น “0” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าเป็น “1” ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลแสดงผล

R/W (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ โมดูล LCD ถ้าเป็น “0” เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น “1” จะเป็นการอ่านข้อมูล

E(ขา 6) : เป็นขาสำหรับรับสัญญาณพัลส์เอ็นเอเบิลโมดูล LCD ให้ทำงาน

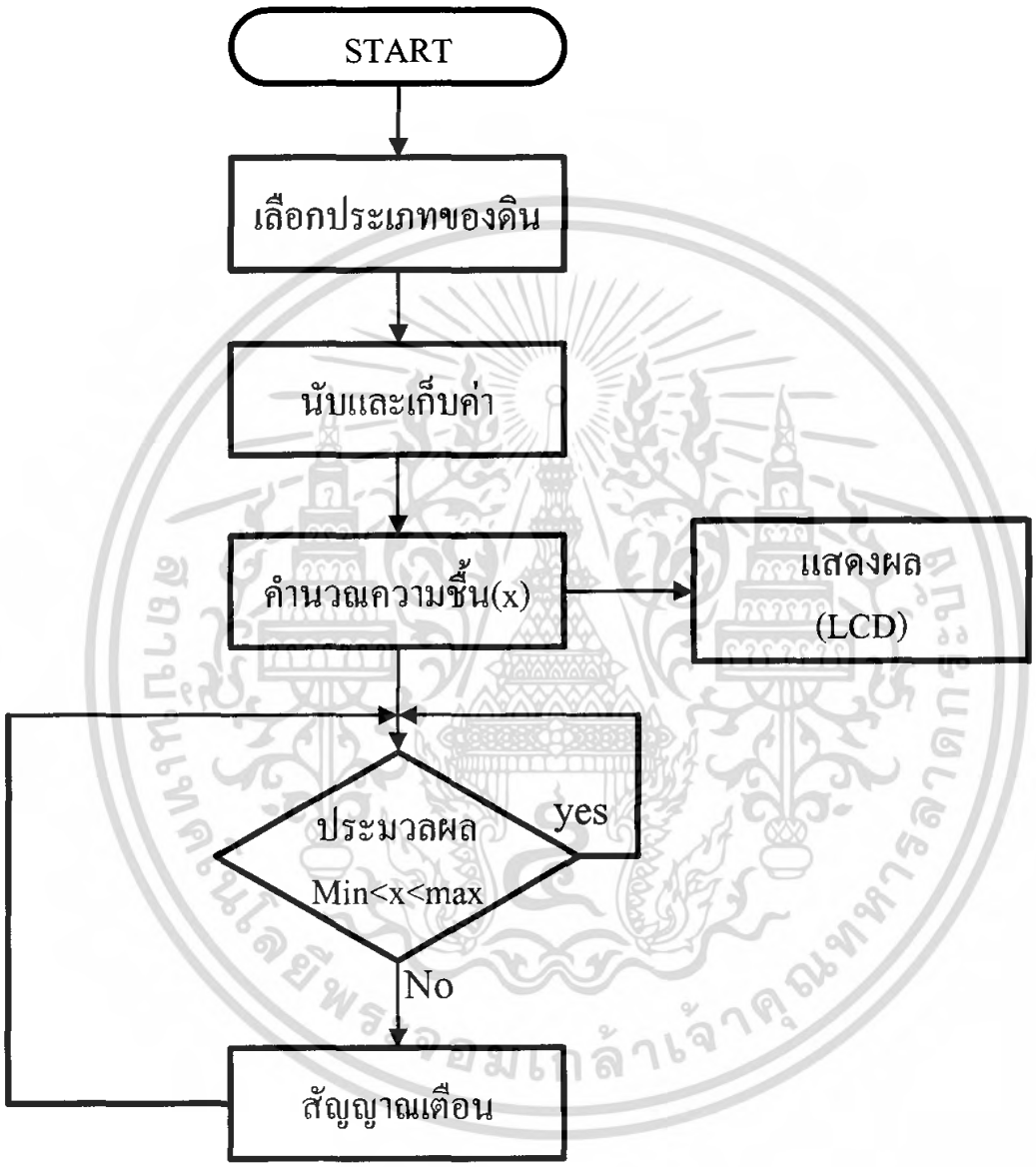
D0-D7 (ขา 7-14) : เป็นขาข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ส่วนของการควบคุมการทำงานทั้งหมด

Flow Chart การทำงานของเครื่องวัดความชื้นในดิน



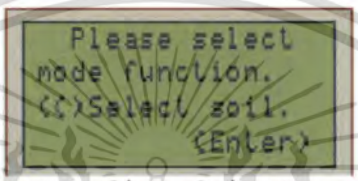
รูปที่ 3.11 Flow Chart การทำงานของเครื่องวัดความชื้นในดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

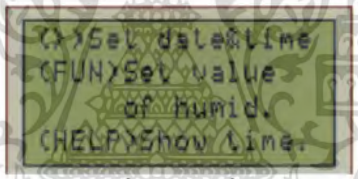
4.1 ผลการทดลอง การแสดงผลการทำงานของโปรแกรมผ่านทางจอ LCD

1. เมื่อทำการเปิดเครื่องจะมีข้อความปรากฏที่หน้าจอคือ



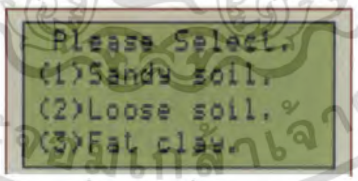
รูปที่ 4.1 ข้อความที่ปรากฏเมื่อทำการเปิดเครื่อง

หลังจากนั้นเมื่อทำการกด(Enter) ก็จะมีข้อความที่เหลือสำหรับให้ตั้งค่าต่าง ๆ อีก ดังรูป



รูปที่ 4.2 ข้อความที่ปรากฏเมื่อทำการกด(Enter)

2. เมื่อทำการกด (<) Select soil เพื่อทำการเลือกชนิดของดินซึ่งจะมีข้อความปรากฏที่หน้าจอคือ



รูปที่ 4.3 ข้อความที่ปรากฏเมื่อทำการกด(<) Select soil

ซึ่งจะมีลักษณะของดินให้เลือกคือ

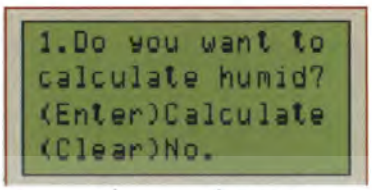
(1) Sandy soil คือ ดินทราย

(2) Loose soil คือ ดินร่วน

(3) Fat soil คือ ดินเหนียว

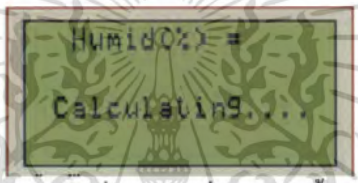
เมื่อทำการเลือกชนิดของดินโดยทำการกดที่ตัวเลข 1, 2, 3 ที่อยู่ตรงปุ่มกด เช่นถ้าหากได้ทำการกดปุ่มเลข 1 ก็จะมีข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



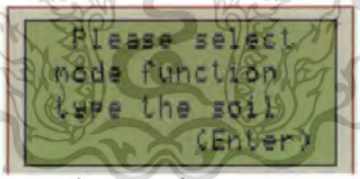
รูปที่ 4.4 ข้อความที่ปรากฏเมื่อได้เลือกชนิดของดิน

หลังจากนั้นถ้าหากต้องการที่จะตั้งค่าความชื้นก็ให้กด Enter แต่ถ้าหากไม่ต้องการไม่ต้องการก็ให้กด Clear เมื่อทำการกด Enter จะมีข้อความปรากฏที่หน้าจอคือ



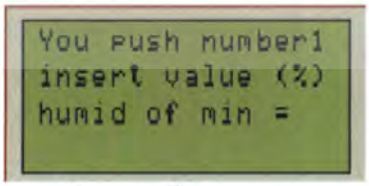
รูปที่ 4.5 ข้อความที่ปรากฏเมื่อทำการตั้งค่าความชื้น

ซึ่งหน้าจอนี้จะให้ผู้ใช้ได้ทำการใส่เปอร์เซ็นต์ความชื้นที่เหมาะสมกับดินแต่ละชนิด และถ้าหากว่ายังไม่ได้เลือกประเภทของดิน เมื่อกดปุ่ม Set value of humid จะแสดงหน้าจอดังนี้ เพื่อที่จะให้กลับไปเลือกประเภทของดินก่อน



รูปที่ 4.6 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดปุ่ม Set value of humid

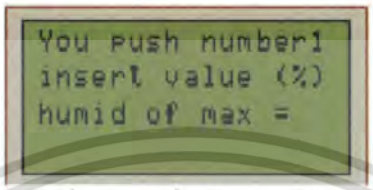
เมื่อเลือกประเภทของดินมาแล้วก็จะให้ใส่ค่าของความชื้นที่ต่ำที่สุด



รูปที่ 4.7 ข้อความที่ปรากฏเมื่อต้องการใส่ค่าความชื้นต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นเมื่อใส่ค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นที่ต่ำที่สุดแล้วก็กด Enter ก็จะเข้าสู่หน้าจอต่อไปคือให้ใส่ค่าของความชื้นที่มากที่สุด



รูปที่ 4.8 ข้อความที่ปรากฏเมื่อต้องการใส่ค่าความชื้นสูงสุด

เมื่อทำการใส่ค่าของความชื้นที่มากที่สุดแล้วก็ทำการกด Enter หลังจากนั้นเครื่องก็จะทำการคำนวณค่าของเปอร์เซ็นต์ความชื้นว่าความชื้นในขณะที่ทำการวัดมีค่าเท่าใด ถ้าหากว่ามีค่าน้อยกว่าค่า min และมากกว่าค่า max ตัวเครื่องก็จะทำการเตือนด้วยเสียงโดยอัตโนมัติ และจะขึ้นหน้าจอดังนี้

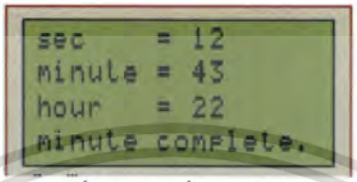
รูปที่ 4.9 ข้อความที่ปรากฏเมื่อตัวเครื่องทำการเตือนด้วยเสียง

แต่ถ้าหากว่าค่าของเปอร์เซ็นต์ความชื้นมากกว่าค่า min และน้อยกว่าค่า max จะไม่มีเสียงเตือนเนื่องจากค่าของเปอร์เซ็นต์ความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนดซึ่งจะปรากฏหน้าจอดังนี้

รูปที่ 4.10 ข้อความที่ปรากฏเมื่อค่าความชื้นอยู่ในช่วงที่กำหนด

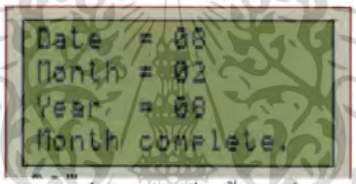
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปุ่ม(>) Set date & time ซึ่งจะเป็นปุ่มที่ให้สำหรับตั้งเวลา และวันที่ ซึ่งถ้าหากจะตั้งวันที่ก็จะเริ่มต้นด้วยการตั้งวินาที นาที และชั่วโมง ซึ่งภายในตัวโปรแกรมจะมีตัวเทียบกับฐานเวลาจริงอยู่



รูปที่ 4.11 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดปุ่ม(>) Set date & time

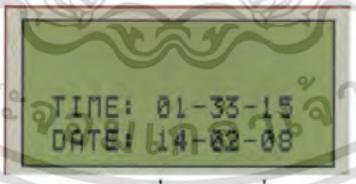
เมื่อตั้งเวลาเรียบร้อยแล้วต่อมาก็จะเข้าสู่การตั้งวันที่ เดือนและปี คศ.



รูปที่ 4.12 ข้อความที่ปรากฏเมื่อตั้งวันที่ เดือน และปี คศ.

ซึ่งหากว่าไม่ทราบว่าเป็นวันที่ เดือน คศ. และเวลาเท่าใด ก็จะมีปุ่ม Help ซึ่งได้บอกไว้โดยได้เทียบจากฐานเวลาจริง (Real Time Clock)

4. ปุ่ม Help เมื่อต้องการดูเวลา และวันที่และเมื่อต้องการที่จะออกให้ทำการกด Clear ค้างไว้



รูปที่ 4.13 ข้อความที่ปรากฏเมื่อกดปุ่ม Help

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่7 ความชื้นที่ได้จากการวัดและได้จากการคำนวณโดยใช้เครื่องของดินร่วน

ครั้งที่	ความชื้นที่ได้จากการคำนวณ	ความชื้นที่ได้จากการวัด	%ความผิดพลาด
0	0	0	0
1	10	11	10
2	20	20	0
3	30	31	3.33
4	40	41	2.5
5	50	51	2
6	60	60	0
7	70	71	1.42
8	80	80	0
9	90	90	0
10	100	100	0
ค่าเฉลี่ย			1.75%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่8 ความชื้นที่ได้จากการวัดและได้จากการคำนวณโดยใช้เครื่องของดินทราย

ครั้งที่	ความชื้นที่ได้จากการคำนวณ	ความชื้นที่ได้จากการวัด	% ความผิดพลาด
0	0	0	0
1	10	11	10
2	20	20	0
3	30	31	3.33
4	40	41	2.5
5	50	51	2
6	60	60	0
7	70		
8	80		
9	90		
10	100		
ค่าเฉลี่ย			2.54%

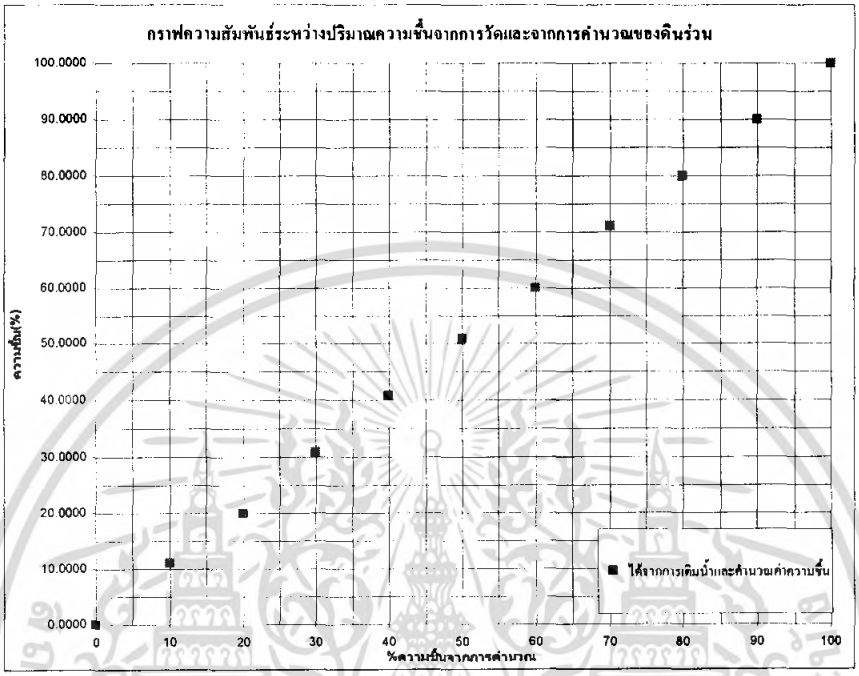
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่9 ความชื้นที่ได้จากการวัดและได้จากการคำนวณโดยใช้เครื่องของดินเหนียว

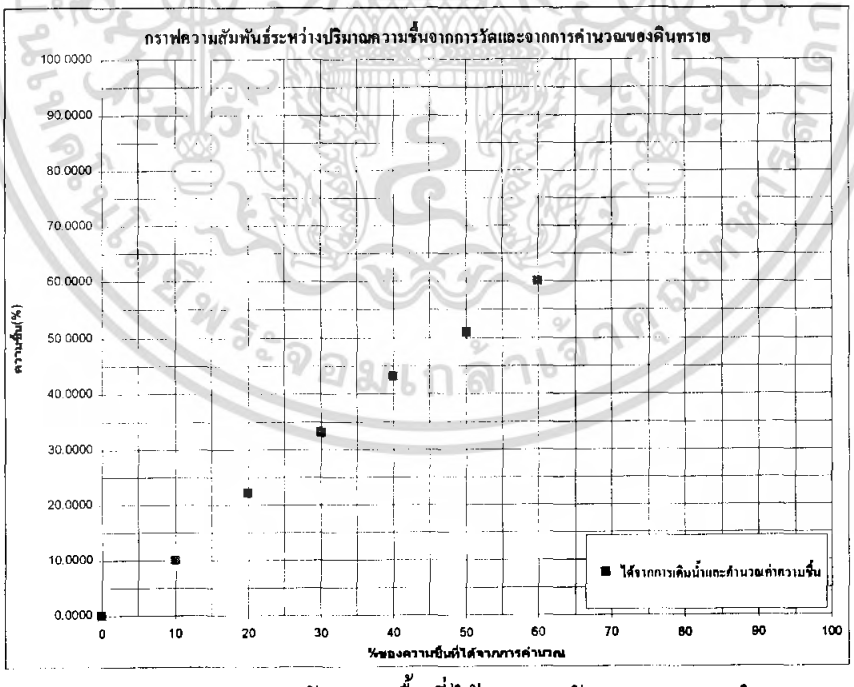
ครั้งที่	ความชื้นที่ได้จากการคำนวณ	ความชื้นที่ได้จากการวัด	% ความผิดพลาด
0	0	0	0
1	10	10	0
2	20	20	0
3	30	31	3.33
4	40	40	0
5	50	51	2
6	60	61	1.66
7	70		
8	80		
9	90		
10	100		
ค่าเฉลี่ย			0.99%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 กราฟการแสดงผลของการวัดความชื้นจากที่ทำการวัดและที่ได้จากการคำนวณ

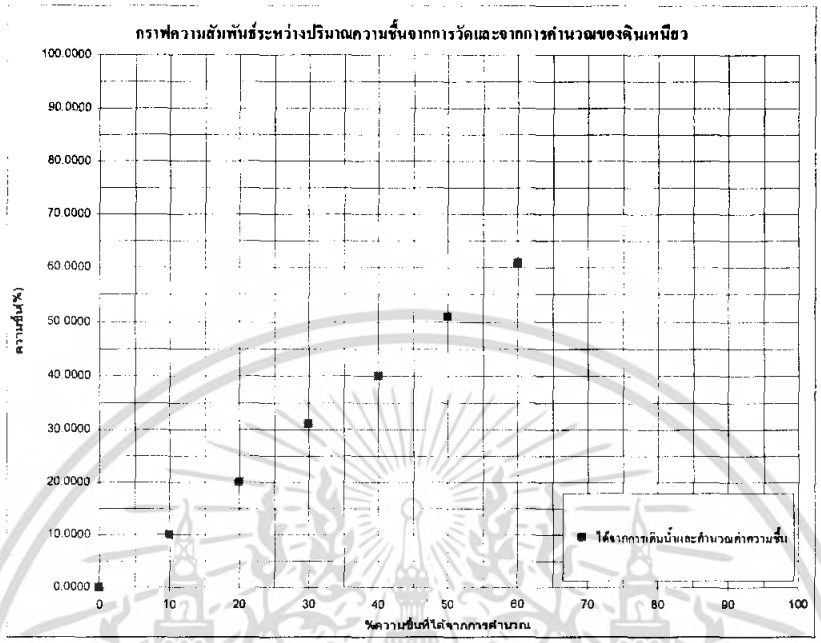


รูปที่ 4.14 กราฟการแสดงผลของการวัดความชื้นที่ได้จากการวัดและจากการคำนวณของดินร่วน



รูปที่ 4.15 กราฟการแสดงผลของการวัดความชื้นที่ได้จากการวัดและจากการคำนวณของดินทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟการแสดงผลของการวัดความชื้นที่ได้จากการวัดและที่ได้จากการคำนวณของดินเหนียว

ตารางที่ 10 ค่าของความชื้นที่ทำการวัดดินที่ระยะต่าง ๆ

ระยะของดินที่ทำการวัด(cms)	% ความชื้นที่ได้
5	4
10	5
15	12
20	17
25	23
30	26
35	30
40	32
45	33

จากกราฟจะได้ว่า ที่ดินในระยะต่าง ๆ กันจะทำได้ค่าของความชื้นที่ไม่เท่ากันในขณะที่ทำการวัดที่ความชื้นเดียวกัน เพราะระยะที่ทำการปักแท่งเหล็กลงไปในดินมีความสำคัญมากดังนั้นจึงควรปักไว้ในระยะที่ได้กำหนดไว้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

เครื่องมือวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตรจะมีประโยชน์แก่เกษตรกรมากเนื่องจากทำให้เกษตรกรได้ประหยัดน้ำ ประหยัดเวลา และตัวเครื่องวัดความชื้นเพื่อการเกษตรนี้ จากลักษณะของตัวเครื่องแล้วเกษตรสามารถทำได้โดยง่าย ราคาถูก และยังสามารถใช้งานได้จริงและมีความเที่ยงตรงที่สูงอีกด้วย

จากการทำการทดลองโดยเปลี่ยนจากดินร่วนมาเป็นดินทราย และดินเหนียวค่าความชื้นที่ใช้วัดจะไม่ถึง 100% แต่จะอยู่ที่ 60% เนื่องจากลักษณะของดินทรายจะไม่กักเก็บน้ำทำให้น้ำไหลลงสู่ด้านล่างเร็วและจะทำให้เกิดน้ำท่วมส่วนดินเหนียวนั้นลักษณะของเนื้อดินจะมีความละเอียดมากดังนั้นน้ำที่ซึมเข้าไปภายในช่องว่างก็จะยากด้วยจึงทำให้ความชื้นที่ได้ไม่ถึง 100% เช่นกัน ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นจะเหมือนกับดินทรายคือน้ำจะท่วมก่อนที่จะถึงความชื้นที่ 100% เช่นเดียวกัน

ส่วนการแสดงผลที่เกิดขึ้นที่หน้าจอของ LCD นั้นปรากฏว่าจากการคำนวณความชื้นของเครื่องมือวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตรนี้ผลที่ออกมามีความใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการเติมน้ำที่ได้จากการคำนวณมา ซึ่งถือได้ว่า เครื่องมือวัดความชื้นในดินเพื่อการเกษตรนี้มีความแม่นยำสูงซึ่งค่าของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนี้แสดงได้ดังต่อไปนี้

ดินร่วน มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด คือ 1.75%

ดินทราย มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด คือ 2.68%

ดินเหนียว มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด คือ 0.64%

จากการทดลองมีปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ค่าความถี่ที่ได้มีค่าไม่คงที่ เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่ได้เป็นไปตามทฤษฎี แต่เมื่อทำการเปลี่ยนลักษณะการต่อวงจรจากการต่อในโฟโตบอร์ดมาเป็นการต่อลงบนแผ่นปรินซ์ทำให้ได้ค่าตามทฤษฎี เพราะว่าค่าตัวเก็บประจุในโฟโต้บอร์ดมีผลต่อความถี่ของวงจร และในการหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นนั้นจะต้องฉีดน้ำลงไปในดินซึ่งเป็นการยากที่จะทำให้ดินนั้นมีความชื้นที่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ้างอิง

1. รศ.ดิเรก ทองอร่าม ,วิทยา ตั้งก่อสกุล,นาวี จิระชีวี,รศ.ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ "การออกแบบและเทคโนโลยีการให้น้ำแก่พืช(พิมพ์ครั้งที่ 2)" ,หจก. มิตรเกษตรการตลาดและโฆษณา พิมพ์ที่ เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ,2545

2. มณเฑียร ถังศศิเทียม"กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม",สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทานในพระบรมราชูปถัมภ์,2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ

สัญลักษณ์

w	คือ	ปริมาณน้ำ (Water content)
m	คือ	ปริมาณความชื้น (Moisture content)
W_w	คือ	น้ำหนักของน้ำ
W_s	คือ	น้ำหนักของเม็ดดิน
M_w	คือ	มวลของน้ำ
M_s	คือ	มวลของเม็ดดิน
f	คือ	ความถี่(Frequency)
t	คือ	เวลา(Time)
R_a	คือ	ค่าความต้านทาน
R_b	คือ	ค่าความต้านทาน
C	คือ	ค่าตัวเก็บประจุที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
โปรแกรมการทำงานของเครื่องวัดความชื้นดินเพื่อการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include<reg51.h>
#include<lcd.h>
#include<i2c_ds1307.h>

#define keypad P2
#define speaker P3
#define ds1307 0xD0

int count = 0;
unsigned char high,low=0;
//unsigned int  high,low=0;

sbit R1 = keypad^0;
sbit R2 = keypad^1;
sbit R3 = keypad^2;
sbit R4 = keypad^3;
sbit C1  = keypad^4;
sbit C2  = keypad^5;
sbit C3  = keypad^6;
sbit C4  = keypad^7;
sbit sp = speaker^0;

void time(void) interrupt 3
{
TH1 = 0xDC;
TL1 = 0x00;
count++;
if(count>100) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TR1 = 0;
TR0 = 0;
count = 0;

high = TH0;
low  = TL0;

TH0 = 0;
TL0 = 0;
}
TR0 = 1;
TR1 = 1;
}

char scan_key(void){
unsigned char ret =0xFF;

keypad = 0xFE;
if(C1==0){
ret = 0x01;
while(C1==0){}
}
else if(C2==0){
ret = 0x02;
while(C2==0){}
}
else if(C3==0){
ret = 0x03;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(C3==0){}
}
else if(C4==0){
ret = 0x0A;
while(C4==0){}
}

keypad = 0xFD;
if(C1==0){
ret = 0x04;
while(C1==0){}
}
else if(C2==0){
ret = 0x05;
while(C2==0){}
}
else if(C3==0){
ret = 0x06;
while(C3==0){}
}
else if(C4==0){
ret = 0x0B;
while(C4==0){}
}

keypad = 0xFB;
if(C1==0){
ret = 0x07;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(C1==0){}
}
else if(C2==0){
ret = 0x08;
while(C2==0){}
}
else if(C3==0){
ret = 0x09;
while(C3==0){}
}
else if(C4==0){
ret = 0x0C;
while(C4==0){}
}

keypad = 0xF7;
if(C1==0){
ret = 0x0E;
while(C1==0){}
}
else if(C2==0){
ret = 0x00;
while(C2==0){}
}
else if(C3==0){
ret = 0x0F;
while(C3==0){}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(C4==0){
ret = 0x0D;
while(C4==0){}
}
return(ret);

} //end scan_key

unsigned char get_value(unsigned char value0,unsigned char value1){
unsigned char count;
value0 = value0 << 4;
count = value0 | value1;
return(count);
}

void delay (unsigned int sec){
unsigned int i,m ;
for(i=0;i<sec;i++){
for(m=0;m<115;m++){}
}
}

void main (void){ // start main
unsigned char push_function,push_select_soil = 0x00;
unsigned char sec,min,hour,day,month,year,blackup,fre = 0;
unsigned char mini,max,slope;
unsigned char push_sec0,push_sec1,push_sec2 = 0xFF;
unsigned char push_min0,push_min1,push_min2 = 0xFF;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char push_hour0,push_hour1,push_hour2 = 0xFF;
unsigned char push_day0,push_day1,push_day2 = 0xFF;
unsigned char push_month0,push_month1,push_month2 = 0xFF;
unsigned char push_year0,push_year1,push_year2 = 0xFF;
unsigned char push_select_san,push_select_loose,push_select_fat = 0xFF;
unsigned char push_clear_san,push_clear_loose,push_clear_fat = 0xFF;
unsigned int up,down,plus,perhumid,frequency,percomplete,humid,cut_y=0;

restart:
sp=0;
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Please select ");
lcd_put(0xC0,"mode function.  ");
lcd_put(0x90,"(<)Select soil. ");
lcd_put(0xD0,"         (Enter)");
push_year2=0x00;
while(push_year2!=0x0D){
push_year2 = scan_key();
}
push_year2=0x00;
lcd_put(0x80,"(>)Set date&time");
lcd_put(0xC0,"(FUN)Set value  ");
lcd_put(0x90,"     of humid.  ");
lcd_put(0xD0,"(HELP)Show time.");
while(1){

TMOD = 0x15;
TH1  = 0xDC;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TL1  = 0x00;
ET1  = 1;
EA   = 1;
TR0  = 1;
TR1  = 1;
TH0  = 0;
TL0  = 0;

push_function = scan_key();
/********************************* select type the soil
*********************************/
if(push_function == 0x0A){        // start push_function
push_function = 0x00;
lcd_init();
lcd_put(0x80," Please Select. ");
lcd_put(0xC0,"(1)Sandy soil.  ");
lcd_put(0x90,"(2)Loose soil.  ");
lcd_put(0xD0,"(3)Fat clay.    ");
while(1){
push_select_soil = scan_key();
if(push_select_soil == 0x01){
lcd_put(0x80,"1.Do you want to");
lcd_put(0xC0,"calculate humid?");
lcd_put(0x90,"(Enter)Calculate");
lcd_put(0xD0,"(Clear)No.      ");
while(1){
push_select_san = scan_key();
if(push_select_san == 0x0D){goto san;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(push_select_san == 0x0E){goto restart;}
}
san:
lcd_init();
while(1){
up,down,plus,perhumid,frequency,percomplete,humid=0;
push_clear_san=0x00;
slope=50;
cut_y=9500;
//high=0x22;
//low=low&0xF0;
up=high;
up=up<<8;
down=low;
plus=up|down;

if((plus>=9500)||(plus<=6375)){
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Humid(%) = 00 ");
lcd_put(0x90," Calculating.  ");
lcd_put(0x90," Calculating.. ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
lcd_put(0x90," Calculating....");
push_clear_san = scan_key();
if(push_clear_san == 0x0E){goto restart;}
}
else{
lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_put(0x90," Calculating.   ");
lcd_put(0x90," Calculating..  ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
lcd_put(0x90," Calculating....");
frequency=((cut_y-plus)/slope);

frequency=frequency+0x01;
humid=frequency/0x0A;
humid=humid<<4;
perhumid=frequency%0x0A;
percomplete=humid|perhumid;

humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);

push_clear_san = scan_key();
if(push_clear_san == 0x0E){goto restart;}
}          //end are limit
}            //end while(1)
}            // end push_select_soil == 0x01
/*****************************************************************************/
else if(push_select_soil == 0x02){
lcd_put(0x80,"2.Do you want to");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_put(0xC0,"calculate humid?");
lcd_put(0x90,"(Enter)Calculate");
lcd_put(0xD0,"(Clear)No.      ");
while(1){
push_select_loose = scan_key();
if(push_select_loose == 0x0D){goto loose;}
else if(push_select_loose == 0x0E){goto restart;}
}
loose:
lcd_init();
while(1){
up,down,plus,perhumid,frequency,percomplete,humid=0;
push_clear_loose=0x00;
slope=25;
cut_y=9500;
//high=0x22;
//low=low&0xF0;
up=high;
up=up<<8;
down=low;
plus=up|down;

if((plus>=9500)||(plus<=6950)){
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Humid(%) = 00 ");
lcd_put(0x90," Calculating.   ");
lcd_put(0x90," Calculating..  ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_put(0x90," Calculating....");
push_clear_loose = scan_key();
if(push_clear_loose == 0x0E){goto restart;}
}
else{
lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
lcd_put(0x90," Calculating.   ");
lcd_put(0x90," Calculating..  ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
lcd_put(0x90," Calculating....");
frequency=((cut_y-plus)/slope);

frequency=frequency+0x04;
humid=frequency/0x0A;
humid=humid<<4;
perhumid=frequency%0x0A;
percomplete=humid|perhumid;

humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);

push_clear_loose = scan_key();
if(push_clear_loose == 0x0E){goto restart;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
}
}
/*************************************************************************/
else if(push_select_soil == 0x03){
lcd_put(0x80,"3.Do you want to");
lcd_put(0xC0,"calculate humid?");
lcd_put(0x90,"(Enter)Calculate");
lcd_put(0xD0,"(Clear)No.     ");
while(1){
push_select_fat = scan_key();
if(push_select_fat == 0x0D){goto fat;}
else if(push_select_fat == 0x0E){goto restart;}
}
fat:
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
while(1){
push_clear_fat = scan_key();
if(push_clear_fat == 0x0E){goto restart;}
}
}
}
}       // end push_function == 0x0A
/********** Set date & time.
*************************************/
else if(push_function == 0x0B){
sec3:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
push_function = 0x00;
lcd_init();
lcd_put(0x80,"              ");
lcd_put(0x80,"sec   = ");
while(1){
push_sec0 = scan_key();
if(push_sec0 < 0x0A){goto sec0;}
}
sec0:
lcd_put(0x80,"sec   = ");
lcd_command(0x89);
lcd_text('0' + push_sec0);
while(1){
push_sec1 = scan_key();
if(push_sec1 < 0x0A){goto sec1;}
}
sec1:
lcd_put(0x80,"sec   = ");
lcd_command(0x89);
lcd_text('0' + push_sec0);
lcd_command(0x8A);
lcd_text('0' + push_sec1);
while(1){
push_sec2 = 0x00;
push_sec2 = scan_key();
if(push_sec2 == 0x0D){goto sec2;}
else if(push_sec2 == 0x0E){goto sec3;}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sec2:
sec = get_value(push_sec0,push_sec1);
if(sec >= 0x00 && sec < 0x60){
lcd_put(0xD0,"sec complete.   ");
ds1307_write(ds1307,0x00,sec);
}
else{goto sec3;}
/************  end sec  ******************************/
min4:
lcd_put(0xC0,"               ");
lcd_put(0xC0,"minute = ");
while(1){
push_min0 = scan_key();
if(push_min0 < 0x0A){goto min1;}
}
min1:
lcd_put(0xC0,"minute = ");
lcd_command(0xC9);
lcd_text('0' + push_min0);
while(1){
push_min1 = scan_key();
if(push_min1 < 0x0A){goto min2;}
}
min2:
lcd_put(0xC0,"minute = ");
lcd_command(0xC9);
lcd_text('0' + push_min0);
lcd_command(0xCA);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_text('0' + push_min1);
while(1){
push_min2 = 0x00;
push_min2 = scan_key();
if(push_min2 == 0x0D){goto min3;}
else if(push_min2 == 0x0E){goto min4;}
}
min3:
min = get_value(push_min0,push_min1);
if(min >= 0x00 && min < 0x60){
lcd_put(0xD0,"minute complete.");
ds1307_write(ds1307,0x01,min);
}
else{goto min4;}
/************ end minute ******************************/
hour4:
lcd_put(0x90,"              ");
lcd_put(0x90,"hour  = ");
while(1){
push_hour0 = scan_key();
if(push_hour0 < 0x0A){goto hour1;}
}
hour1:
lcd_put(0x90,"hour  = ");
lcd_command(0x99);
lcd_text('0' + push_hour0);
while(1){
push_hour1 = scan_key();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(push_hour1 < 0x0A){goto hour2;}
}
hour2:
lcd_put(0x90,"hour   = ");
lcd_command(0x99);
lcd_text('0' + push_hour0);
lcd_command(0x9A);
lcd_text('0' + push_hour1);
while(1){
push_hour2 = 0x00;
push_hour2 = scan_key();
if(push_hour2 == 0x0D){goto hour3;}
else if(push_hour2 == 0x0E){goto hour4;}
}
hour3:
hour = get_value(push_hour0,push_hour1);
if(hour >= 0x00 && hour < 0x24){
lcd_put(0xD0,"hour complete.  ");
ds1307_write(ds1307,0x02,hour);
delay(1000);
}
else{goto hour4;}
/************  end hour          ****************************/
day4:
lcd_init();
lcd_put(0x80,"               ");
lcd_put(0x80,"Date  = ");
while(1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
push_day0 = scan_key();
if(push_day0 < 0x0A){goto day1;}
}
day1:
lcd_put(0x80,"Date  = ");
lcd_command(0x88);
lcd_text('0' + push_day0);
while(1){
push_day1 = scan_key();
if(push_day1 < 0x0A){goto day2;}
}
day2:
lcd_ put(0x80,"Date  = ");
lcd_command(0x88);
lcd_text('0' + push_day0);
lcd_command(0x89);
lcd_text('0' + push_day1);
while(1){
push_day2 = 0x00;
push_day2 = scan_key();
if(push_day2 == 0x0D){goto day3;}
else if(push_day2 == 0x0E){goto day4;}
}
day3:
day = get_value(push_day0,push_day1);
if(day > 0x00 && day < 0x32){
lcd_put(0xD0,"Date complete.  ");
ds1307_write(ds1307,0x04,day);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else{goto day4;}
/************ end Date          ******************************/
month4:
lcd_put(0xC0,"              ");
lcd_put(0xC0,"Month = ");
while(1){
push_month0 = scan_key();
if(push_month0 < 0x0A){goto month1;}
}
month1:
lcd_put(0xC0,"Month = ");
lcd_command(0xC8);
lcd_text('0' + push_month0);
while(1){
push_month1 = scan_key();
if(push_month1 < 0x0A){goto month2;}
}
month2:
lcd_put(0xC0,"Month = ");
lcd_command(0xC8);
lcd_text('0' + push_month0);
lcd_command(0xC9);
lcd_text('0' + push_month1);
while(1){
push_month2 = 0x00;
push_month2 = scan_key();
if(push_month2 == 0x0D){goto month3;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if(push_month2 == 0x0E){goto month4;}
}
month3:
month = get_value(push_month0,push_month1);
if(month > 0x00 && month < 0x13){
lcd_put(0xD0,"Month complete. ");
ds1307_write(ds1307,0x05,month);
}
else{goto month4;}
/************  end month        ******************************/
year4:
lcd_put(0x90,"              ");
lcd_put(0x90,"Year  = ");
while(1){
push_year0 = scan_key();
if(push_year0 < 0x0A){goto year1;}
}
year1:
lcd_put(0x90,"Year  = ");
lcd_command(0x98);
lcd_text('0' + push_year0);
while(1){
push_year1 = scan_key();
if(push_year1 < 0x0A){goto year2;}
}
year2:
lcd_put(0x90,"Year  = ");
lcd_command(0x98);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_text('0' + push_year0);
lcd_command(0x99);
lcd_text('0' + push_year1);
while(1){
push_year2 = 0x00;
push_year2 = scan_key();
if(push_year2 == 0x0D){goto year3;}
else if(push_year2 == 0x0E){goto year4;}
}
year3:
year = get_value(push_year0,push_year1);
if(year >= 0x00 && year < 0xA0){
lcd_put(0xD0,"Year complete.  ");
ds1307_write(ds1307,0x06,year);
delay(1000);
goto restart;
}
else{goto year4;}
/************  end year          ******************************/

} // end  Set date & time.
/********************************** Set value of humid
************************************/
else if(push_function == 0x0C){
push_function = 0x00;
push_sec1,push_min1,push_month1,push_year2,push_year1,push_hour1,push_day1 = 0xFF;
lcd_init();
if((push_select_soil == 0x01)||(push_select_soil == 0x02)||(push_select_soil == 0x03)){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
san4:
lcd_init();
lcd_put(0x80,"You push number ");
lcd_command(0x8F);
lcd_text('0' + push_select_soil);
lcd_put(0xC0,"insert value (%)");
lcd_put(0x90,"humid of min =  ");
while(1){
push_sec1 = scan_key();
if(push_sec1 < 0x0A){goto san1;}
}
san1:
lcd_command(0xD6);
lcd_text('0'+ push_sec1);
while(1){
push_min1 = scan_key();
if(push_min1 < 0x0A){goto san2;}
}
san2:
lcd_command(0xD6);
lcd_text('0' + push_sec1);
lcd_command(0xD7);
lcd_text('0' + push_min1);
while(1){
push_month1 = 0x00;
push_month1 = scan_key();
if(push_month1 == 0x0D){goto san3;}
else if(push_month1 == 0x0E){goto san4;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
san3:
mini = get_value(push_sec1,push_min1);
lcd_init();
lcd_put(0x80,"You push number ");
lcd_command(0x8F);
lcd_text('0' + push_select_soil);
lcd_put(0xC0,"insert value (%)");
lcd_put(0x90,"humid of max =  ");
while(1){
push_hour1 = scan_key();
if(push_hour1 < 0x0A){goto san5;}
}
san5:
lcd_command(0xD6);
lcd_text('0'+ push_hour1);
while(1){
push_day1 = scan_key();
if(push_day1 < 0x0A){goto san6;}
}
san6:
lcd_command(0xD6);
lcd_text('0' + push_hour1);
lcd_command(0xD7);
lcd_text('0' + push_day1);
while(1){
push_year1 = 0x00;
push_year1 = scan_key();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(push_year1 == 0x0D){goto san7;}
else if(push_year1 == 0x0E){goto san3;}
}
san7:
max = get_value(push_hour1,push_day1);
lcd_init();
//lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
while(1){
up,down,plus,perhumid,frequency,percomplete,humid=0;
push_clear_loose=0x00;
push_year2 = 0x00;
if(push_select_soil == 0x01){
slope=50;
cut_y=9500;

up=high;
up=up<<8;
down=low;
plus=up|down;
if((plus>=9500)||(plus<=6375)){
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Humid(%) = 00 ");
lcd_put(0x90," Calculating.   ");
lcd_put(0x90," Calculating..  ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
lcd_put(0x90," Calculating....");
push_clear_loose = scan_key();
if(push_clear_loose == 0x0E){goto restart;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else{
lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
frequency=((cut_y-plus)/slope);

frequency=frequency+0x01;
humid=frequency/0x0A;
humid=humid<<4;
perhumid=frequency%0x0A;
percomplete=humid|perhumid;
if((percomplete < mini)||(percomplete > max)){
sp=1;
lcd_put(0x90,"****SPEAKER*****");
lcd_put(0xD0,"    WARNING!!!!!");
humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);

push_year2 = scan_key();
if(push_year2 == 0x0E){
push_select_soil=0x00;
slope=0;
cut_y=0;
sp=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
goto restart;
}
}
else{
sp=0;
lcd_put(0x90,"****SPEAKER*****");
lcd_put(0xD0," NO WARNING!!!!!");
humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);
push_year2 = scan_key();
if(push_year2 == 0x0E){
push_select_soil=0x00;
slope=0;
cut_y=0;
goto restart;
}//        end if
} //end else
} //end are limit
}  //push_select_soil == 0x01

else if(push_select_soil == 0x02){
slope=25;
cut_y=9500;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
up=high;
up=up<<8;
down=low;
plus=up|down;
if((plus>=9500)||(plus<=6950)){
lcd_init();
lcd_put(0x80,"  Humid(%) = 00 ");
lcd_put(0x90," Calculating.   ");
lcd_put(0x90," Calculating..  ");
lcd_put(0x90," Calculating... ");
lcd_put(0x90," Calculating....");
push_clear_loose = scan_key();
if(push_clear_loose == 0x0E){goto restart;}
}
else{
lcd_put(0x80,"  Humid(%) =    ");
frequency=((cut_y-plus)/slope);

frequency=frequency+0x04;
humid=frequency/0x0A;
humid=humid<<4;
perhumid=frequency%0x0A;
percomplete=humid|perhumid;
if((percomplete < mini)||(percomplete > max)){
sp=1;
lcd_put(0x90,"****SPEAKER*****");
lcd_put(0xD0,"    WARNING!!!!!");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);

push_year2 = scan_key();
if(push_year2 == 0x0E){
push_select_soil=0x00;
slope=0;
cut_y=0;
sp=0;
goto restart;
}
}
else{
sp=0;
lcd_put(0x90,"****SPEAKER*****");
lcd_put(0xD0," NO WARNING!!!!!");
humid=percomplete&0x00F0;
humid=humid>>4;
lcd_command(0x8D);
lcd_text('0'+humid);
humid=percomplete&0x000F;
lcd_command(0x8E);
lcd_text('0'+humid);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
push_year2 = scan_key();
if(push_year2 == 0x0E){
push_select_soil=0x00;
slope=0;
cut_y=0;
goto restart;
}//        end if
} //end else
} //end are limit
}  //push_select_soil == 0x02
else if(push_select_soil == 0x03){
slope=3;
cut_y=3;
}



} //while(1)
}          //push_select_soil == 0x01)||(push_select_soil == 0x02)||(push_select_soil == 0x03


else if((push_select_soil != 0x01)||(push_select_soil !=0x02)||(push_select_soil !=0x03)){
lcd_put(0x80,"  Please select ");
lcd_put(0xC0," mode function  ");
lcd_put(0x90," type the soil  ");
lcd_put(0xD0,"        (Enter)");
push_select_soil = 0x00;
push_year2=0x00;
while(push_year2!=0x0D){
push_year2 = scan_key();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
push_year2=0x00;
goto restart;
}
} //end push_function == 0x0C
/****************************** end set value of humid
************************************/
/********************************* Show Time
*********************************************/
else if(push_function == 0x0F){
push_function = 0x00;
lcd_init();
loop:
push_sec0 = scan_key();
if(push_sec0 != 0x0E){
sec   = ds1307_read(ds1307,0x00);
min   = ds1307_read(ds1307,0x01);
hour  = ds1307_read(ds1307,0x02);
day   = ds1307_read(ds1307,0x04);
month = ds1307_read(ds1307,0x05);
year  = ds1307_read(ds1307,0x06);

lcd_put(0x90," TIME: ");
lcd_put(0xD0," DATE: ");
lcd_command(0x9C);
lcd_text('-');
lcd_command(0x99);
lcd_text('-');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd_command(0xDC);
lcd_text('-');
lcd_command(0xD9);
lcd_text('-');

blackup = sec & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0x9D);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = sec & 0x0F;
lcd_command(0x9E);
lcd_text('0' + blackup);

blackup = min & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0x9A);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = min & 0x0F;
lcd_command(0x9B);
lcd_text('0' + blackup);

blackup = hour & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0x97);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = hour & 0x0F;
lcd_command(0x98);
lcd_text('0' + blackup);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
blackup = day & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0xD7);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = day & 0x0F;
lcd_command(0xD8);
lcd_text('0' + blackup);

blackup = month & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0xDA);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = month & 0x0F;
lcd_command(0xDB);
lcd_text('0' + blackup);

blackup = year & 0xF0;
blackup = blackup >> 4;
lcd_command(0xDD);
lcd_text('0' + blackup);
blackup = year & 0x0F;
lcd_command(0xDE);
lcd_text('0' + blackup);
goto loop;
}
else if(push_scc0 == 0x0E){goto restart;}
} //end show time
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
/*********************************************************************************
********/
}
} // end main
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค. ดาต้าชีทที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

DS1307
64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

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

FEATURES

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

Typical Operating Circuit and Pin Configurations appear at end of data sheet.

ORDERING INFORMATION

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

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

** A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free device.*

Note: *Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications known as errata. Multiple revisions of any device may be simultaneously available through various sales channels. For information about device errata, click here: www.maxim-ic.com/errata.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

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

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

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

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

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

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

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

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

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

CAPACITANCE

(T_A = +25°C)

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

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: Limits at -40°C are guaranteed by design and are not production tested.

Note 3: I_{CCS} specified with V_{CC} = 5.0V and SDA, SCL = 5.0V.

Note 4: After this period, the first clock pulse is generated.

Note 5: A device must internally provide a hold time of at least 300ns for the SDA signal (referred to the $V_{IH(MIN)}$ of the SCL signal) to bridge the undefined region of the falling edge of SCL.

Note 6: The maximum $t_{HD:DAT}$ only has to be met if the device does not stretch the LOW period (t_{LOW}) of the SCL signal.

Note 7: C_B—total capacitance of one bus line in pF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING DIAGRAM

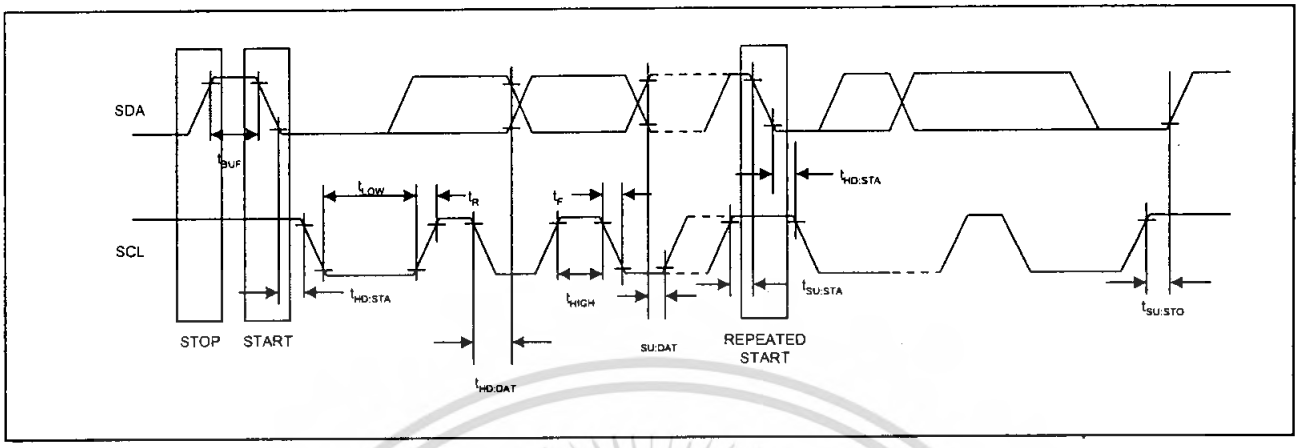
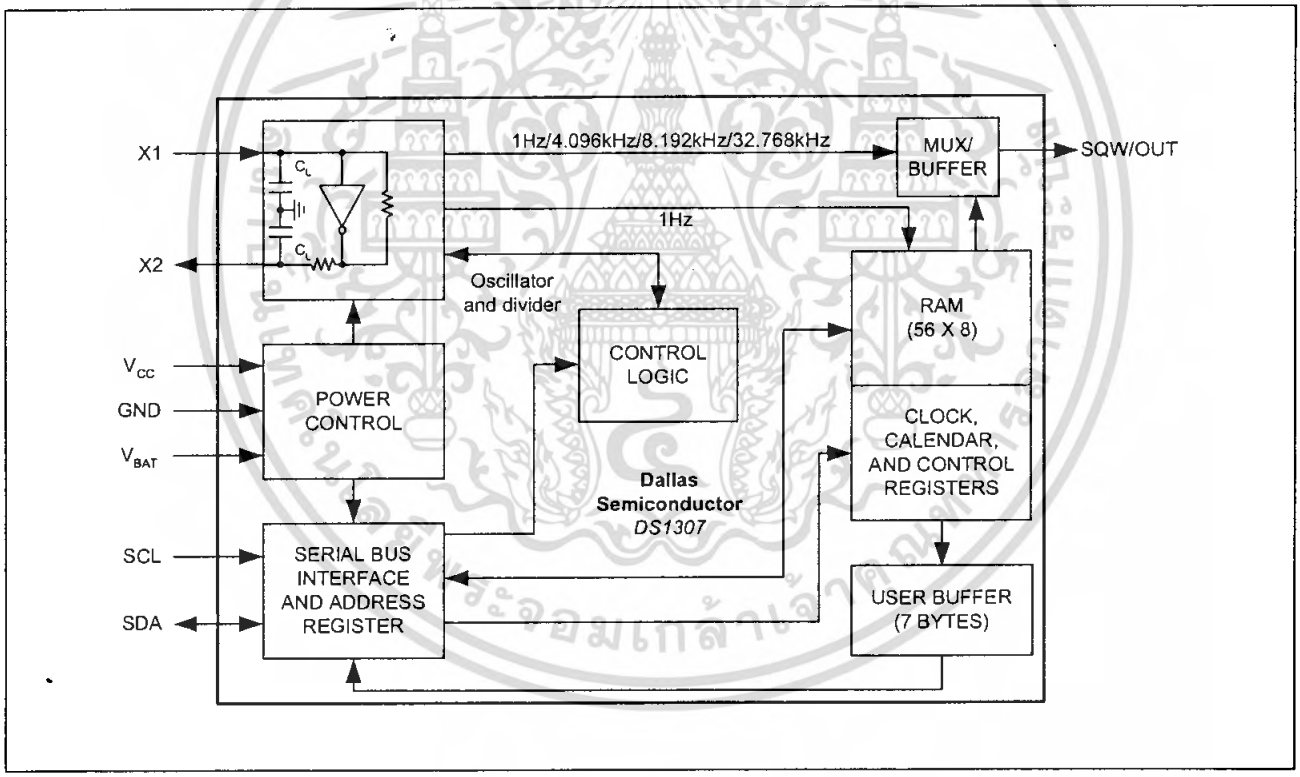


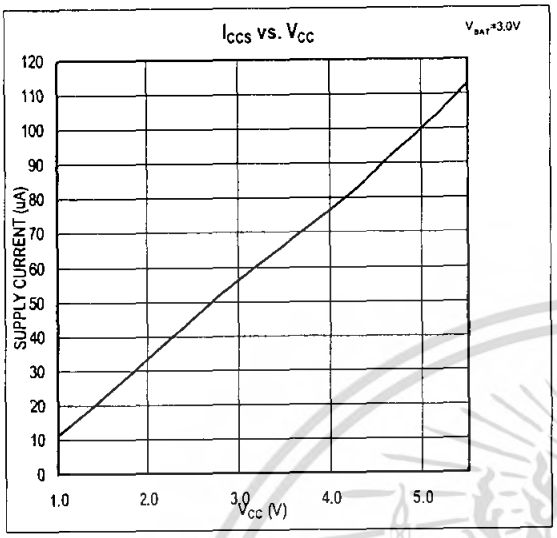
Figure 1. Block Diagram

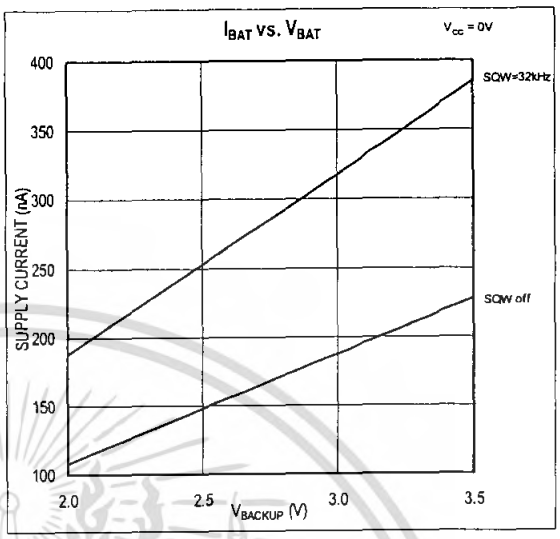


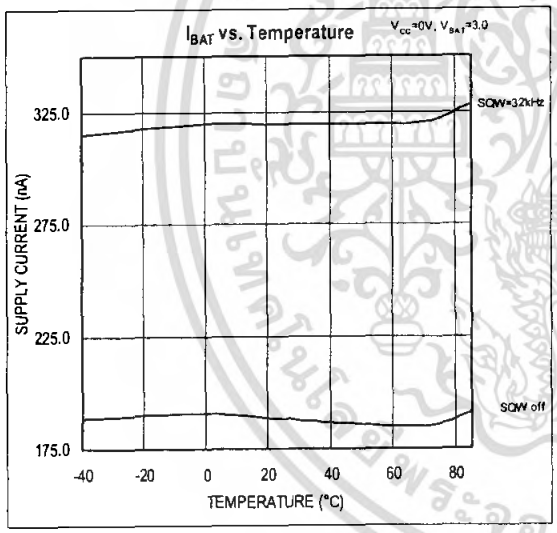
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

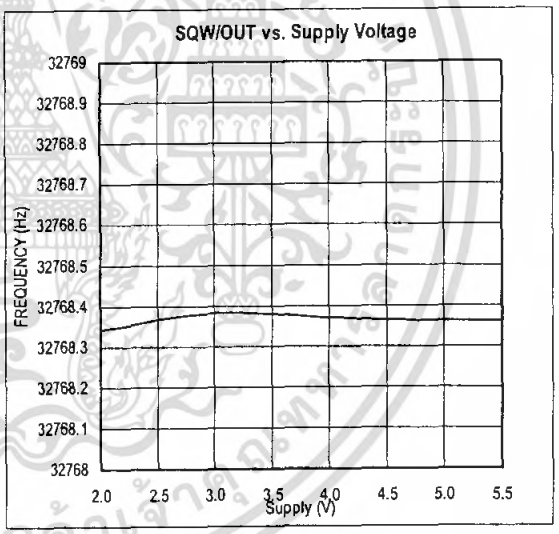
TYPICAL OPERATING CHARACTERISTICS

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









เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

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

DETAILED DESCRIPTION

The DS1307 is a low-power clock/calendar with 56 bytes of battery-backed SRAM. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The date at the end of the month is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The DS1307 operates as a slave device on the I^2C bus. Access is obtained by implementing a START condition and providing a device identification code followed by a register address. Subsequent registers can be accessed sequentially until a STOP condition is executed. When V_{CC} falls below 1.25 x V_{BAT}, the device terminates an access in progress and resets the device address counter. Inputs to the device will not be recognized at this time to prevent erroneous data from being written to the device from an out-of-tolerance system. When V_{CC} falls below V_{BAT}, the device switches into a low-current battery-backup mode. Upon power-up, the device switches from battery to V_{CC} when V_{CC} is greater than V_{BAT} +0.2V and recognizes inputs when V_{CC} is greater than 1.25 x V_{BAT}. The block diagram in Figure 1 shows the main elements of the serial RTC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OSCILLATOR CIRCUIT

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

CLOCK ACCURACY

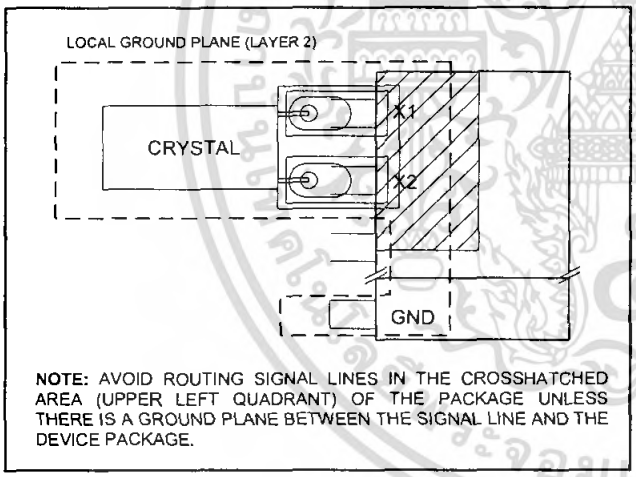
The accuracy of the clock is dependent upon the accuracy of the crystal and the accuracy of the match between the capacitive load of the oscillator circuit and the capacitive load for which the crystal was trimmed. Additional error will be added by crystal frequency drift caused by temperature shifts.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

Table 1. Crystal Specifications*

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Nominal Frequency	f_O		32.768		kHz
Series Resistance	ESR			45	kΩ
Load Capacitance	C_L		12.5		pF

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

Figure 2. Recommended Layout for Crystal



RTC AND RAM ADDRESS MAP

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLOCK AND CALENDAR

The time and calendar information is obtained by reading the appropriate register bytes. Table 2 shows the RTC registers. The time and calendar are set or initialized by writing the appropriate register bytes. The contents of the time and calendar registers are in the BCD format. The day-of-week register increments at midnight. Values that correspond to the day of week are user-defined but must be sequential (i.e., if 1 equals Sunday, then 2 equals Monday, and so on.) Illogical time and date entries result in undefined operation. Bit 7 of Register 0 is the clock halt (CH) bit. When this bit is set to 1, the oscillator is disabled. When cleared to 0, the oscillator is enabled.

Note that the initial power-on state of all registers is not defined. Therefore, it is important to enable the oscillator (CH bit = 0) during initial configuration.

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

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

Table 2. Timekeeper Registers

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

0 = Always reads back as 0.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL REGISTER

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

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

Bit 7: Output Control (OUT). This bit controls the output level of the SQW/OUT pin when the square-wave output is disabled. If SQWE = 0, the logic level on the SQW/OUT pin is 1 if OUT = 1 and is 0 if OUT = 0.

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

Bits 1, 0: Rate Select (RS1, RS0). These bits control the frequency of the square-wave output when the square-wave output has been enabled. The following table lists the square-wave frequencies that can be selected with the RS bits.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I²C DATA BUS

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

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

- Data transfer 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 is HIGH, defines a START condition.

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

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

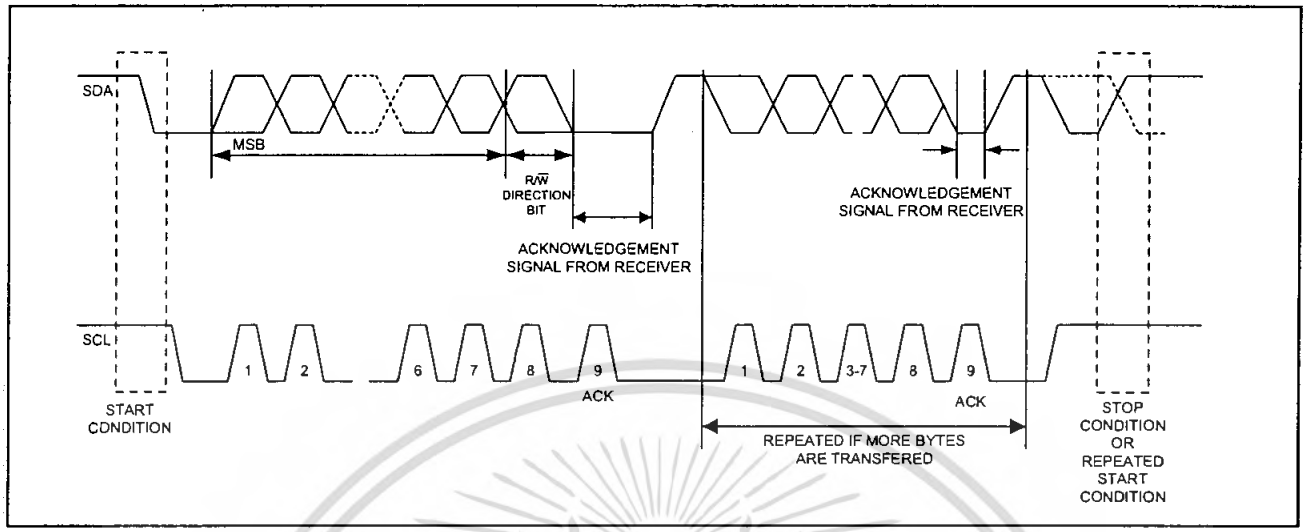
Each data transfer is initiated with a START condition and terminated with a STOP condition. The number of data bytes transferred between START and STOP conditions is not limited, and is determined by the master device. The information is transferred byte-wise and each receiver acknowledges with a ninth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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3. Data Transfer on I^2C Serial Bus



Depending upon the state of the R/$\overline{W}$ bit, two types of data transfer are possible:

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The DS1307 may operate in the following two modes:

1. **Slave Receiver Mode (Write Mode):** Serial data and clock are received through SDA and SCL. After each byte is received an acknowledge bit is transmitted. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer. Hardware performs address recognition after reception of the slave address and direction bit (see Figure 4). The slave address byte is the first byte received after the master generates the START condition. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit ($R/\overline{W}$), which for a write is 0. After receiving and decoding the slave address byte, the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. After the DS1307 acknowledges the slave address + write bit, the master transmits a word address to the DS1307. This sets the register pointer on the DS1307, with the DS1307 acknowledging the transfer. The master can then transmit zero or more bytes of data with the DS1307 acknowledging each byte received. The register pointer automatically increments after each data byte are written. The master will generate a STOP condition to terminate the data write.

2. **Slave Transmitter Mode (Read Mode):** The first byte is received and handled as in the slave receiver mode. However, in this mode, the direction bit will indicate that the transfer direction is reversed. The DS1307 transmits serial data on SDA while the serial clock is input on SCL. START and STOP conditions are recognized as the beginning and end of a serial transfer (see Figure 5). The slave address byte is the first byte received after the START condition is generated by the master. The slave address byte contains the 7-bit DS1307 address, which is 1101000, followed by the direction bit ($R/\overline{W}$), which is 1 for a read. After receiving and decoding the slave address the DS1307 outputs an acknowledge on SDA. The DS1307 then begins to transmit data starting with the register address pointed to by the register pointer. If the register pointer is not written to before the initiation of a read mode the first address that is read is the last one stored in the register pointer. The register pointer automatically increments after each byte are read. The DS1307 must receive a Not Acknowledge to end a read.

Figure 4. Data Write—Slave Receiver Mode

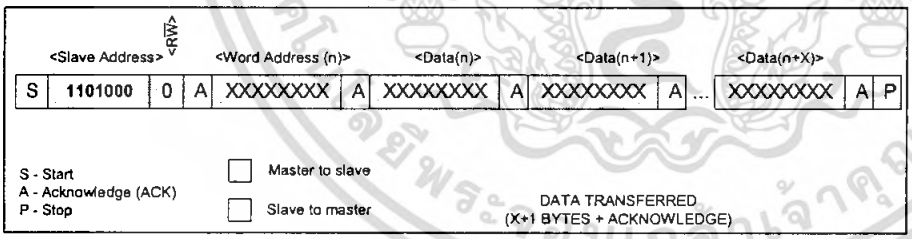
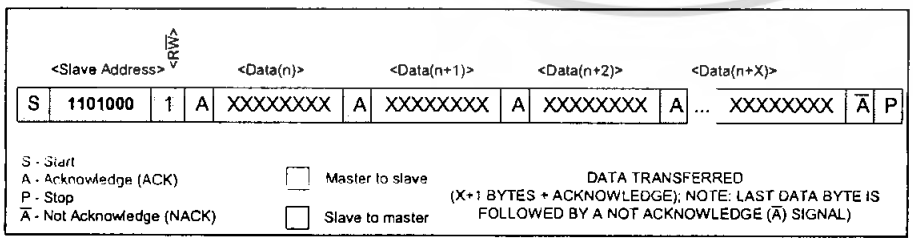
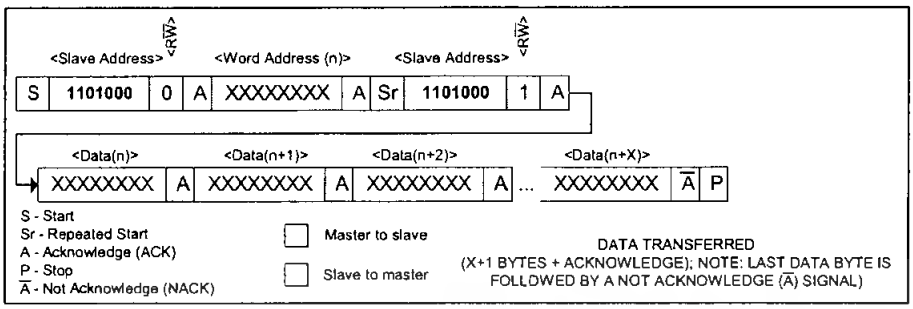


Figure 5. Data Read—Slave Transmitter Mode

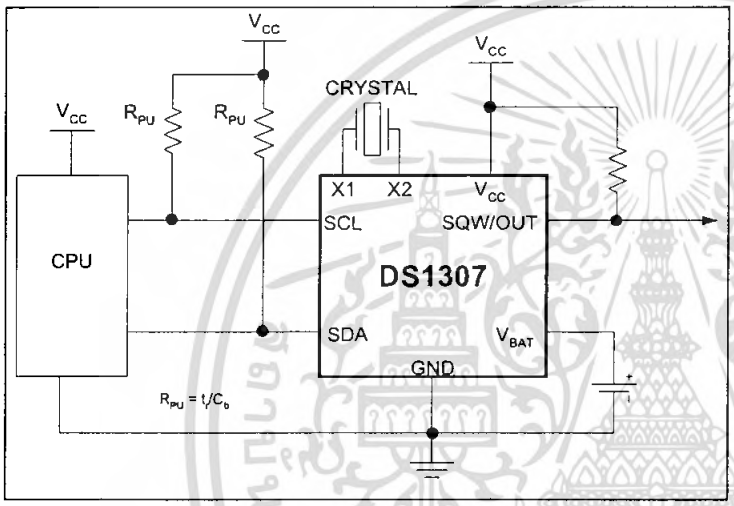


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

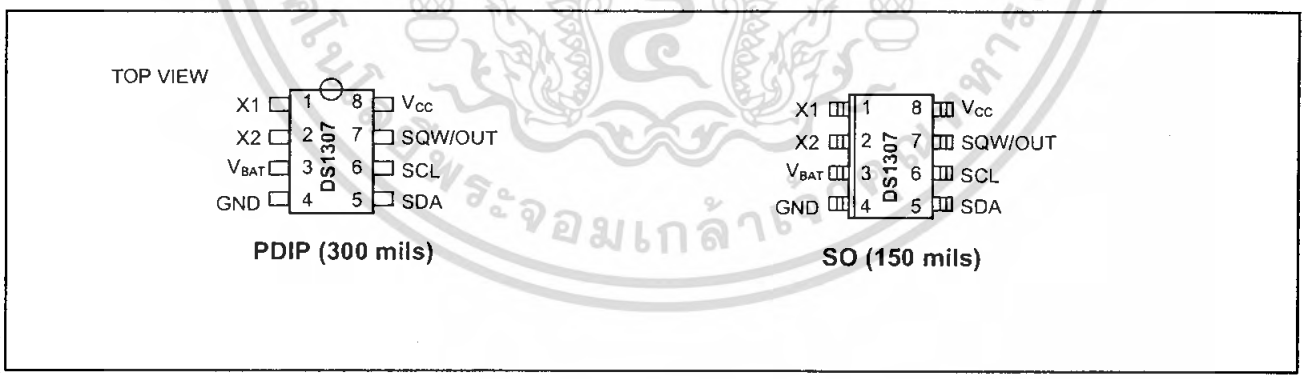
Figure 6. Data Read (Write Pointer, Then Read)—Slave Receive and Transmit



TYPICAL OPERATING CIRCUIT



PIN CONFIGURATIONS

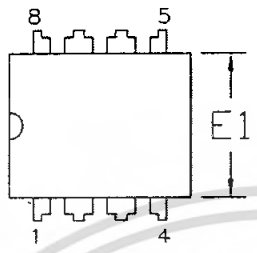


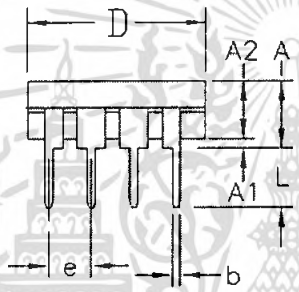
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

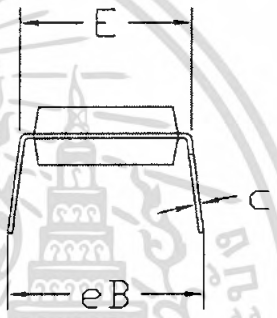
PACKAGE INFORMATION

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information, go to **www.maxim-ic.com/DallasPackInfo**.)

REVISIONS			
LTR	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
A	NEW DRAWING	12/01	







	8 PIN	
	MIN	MAX
A	–	0.170
A1	0.015	–
A2	0.115	0.195
b	0.015	0.022
c	0.008	0.012
D	0.360	0.380
E	0.300	0.325
E1	0.240	0.260
e	0.090	0.110
L	0.125	0.135
eB	–	0..430

ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES

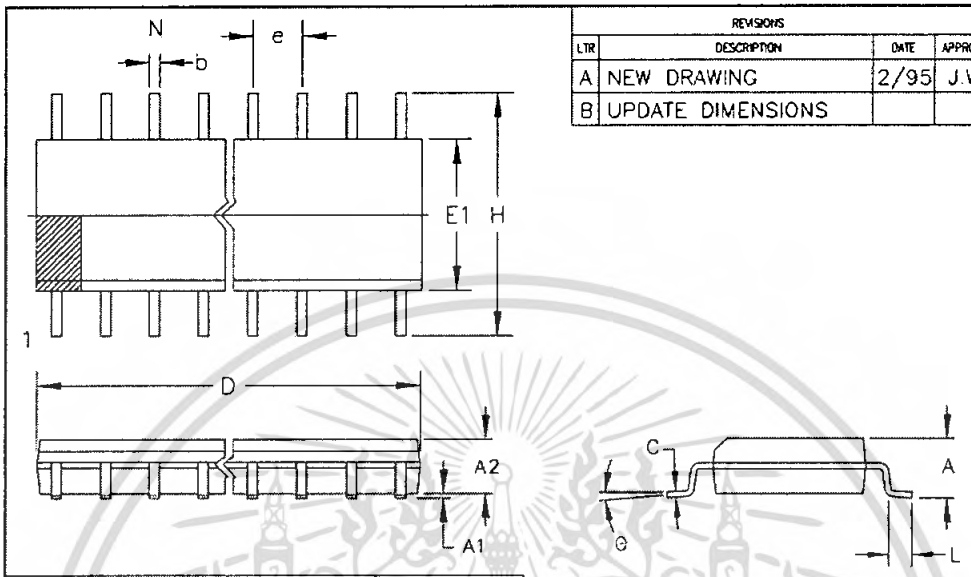
SIGNATURE	DATE	DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM	
DOC. CONTROL:			
ENGR. MGR:		TITLE: MARKETING OUTLINE, 8 LEAD PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE (0.300")	
MFG. ENGR:			
CHECKED BY: TWM	12/01	SIZE: A	FSCM NO:
DRAWN BY: JFD	12/01	PART NO.: 56-G5005-000	REV: A
DO NOT SCALE DWG.		SCALE: N/A	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE INFORMATION (continued)

(The package drawing(s) in this data sheet may not reflect the most current specifications. For the latest package outline information, go to **www.maxim-ic.com/DallasPackInfo**.)

REVISIONS			
LTR	DESCRIPTION	DATE	APPROVED
A	NEW DRAWING	2/95	J.W.
B	UPDATE DIMENSIONS		



PKG		8 PIN		14 PIN		16 PIN	
LTR		MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
A	IN.	0.053	0.069	0.053	0.069	0.053	0.069
	MM	1.35	1.75	1.35	1.75	1.35	1.75
A1	IN.	0.004	0.010	0.004	0.010	0.004	0.010
	MM	0.10	0.25	0.10	0.25	0.10	0.25
A2	IN.	0.048	0.062	0.048	0.062	0.048	0.062
	MM	1.22	1.57	1.22	1.57	1.22	1.57
b	IN.	0.012	0.020	0.012	0.020	0.012	0.020
	MM	0.030	0.51	0.30	0.51	0.30	0.51
C	IN.	0.007	0.011	0.007	0.011	0.007	0.011
	MM	0.18	0.28	0.18	0.28	0.18	0.28
D	IN.	0.188	0.196	0.337	0.344	0.386	0.393
	MM	4.78	4.98	8.56	8.74	9.80	9.98
e	IN.	.050 BSC		.050 BSC		.050 BSC	
	MM	1.27 BSC		1.27 BSC		1.27 BSC	
E1	IN.	0.150	0.158	0.150	0.158	0.150	0.158
	MM	3.81	4.01	3.81	4.01	3.81	4.01
H	IN.	0.230	0.244	0.230	0.244	0.230	0.244
	MM	5.84	6.20	5.84	6.20	5.84	6.20
L	IN.	0.016	0.050	0.016	0.050	0.016	0.050
	MM	0.41	1.27	0.41	1.27	0.41	1.27
θ		0°	8°	0°	8°	0°	8°

THE CHAMFER ON THE BODY IS OPTIONAL. IF IT IS NOT PRESENT, A TERMINAL 1 IDENTIFIER MUST BE POSITIONED SO THAT 1/2 OR MORE OF IT'S AREA IS CONTAINED IN THE HATCHED ZONE.

SIGNATURE		DATE
DOC. CONTROL:		
ENGR. MGR:		
MFG. ENGR:		
CHECKED BY:		
DRAWN BY:	M.W.C.	2/95

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

TITLE: PACKAGE OUTLINE .150" SOIC 8,14&16 LD.

SIZE	FSCM NO	PART NO.	REV
A		56-G2008-001	B

DO NOT SCALE DWG. | SCALE N/A | SHEET 1 OF 1

Maxim/Dallas Semiconductor cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim/Dallas Semiconductor product. No circuit patent licenses are implied. Maxim/Dallas Semiconductor reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time.

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2006 Maxim Integrated Products

The Maxim logo is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc. The Dallas logo is a registered trademark of Dallas Semiconductor Corporation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้