สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

GRAIN RICE MOISTURE CONTENT TESTER PROCESSING BY MICROCONTROLLER

นายประสงค์ ติรกาญจน์
นายรุ่งโรจน์ นวลมุสิงห์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42690
วัน, เดือน, ปี 6 มิ.ย. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GRAIN RICE MOISTURE CONTENT TESTER PROCESSING BY MICROCONTROLLER

Mr. PRASONG TIRAKHAN

Mr. RUNGROJANA NUANMUSINGTR

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF THE TECHNOLOGY ELECTRONICS

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์**
ชื่อนักศึกษา	**นายประสงค์ ติรกาญจน์ รหัสประจำตัว 41013298**
	นายรุ่งโรจน์ นวลมุสิงห์ รหัสประจำตัว 41013310
อาจารย์ที่ปรึกษา	**ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล**
ระดับการศึกษา	**ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต**
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชา	**เทคนิคอุตสาหกรรม**
ปีการศึกษา	**2543**

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

.....หัวหน้าภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

(ผศ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์)

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....(ประธานกรรมการ)

(ผศ.ดร. อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล)

.....(กรรมการ)

(.....)

.....(กรรมการ)

(.....)

.....(กรรมการ)

(.....)

.....(กรรมการ)

(.....)

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	GRAIN RICE MOISTURE CONTENT TESTER PROCESSING BY MICROCONTROLLER
Student	Mr. Prasong Tirakhan
	Mr. Rungrojana Nuanmusingtr
Thesis advisor	Asst.Prof.Dr. Attasit Lasakul
Level of study	Bachelor's degree of industrial technology electronics
Department	Industrial Technology
Academic Year	2000

Accepted by the Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang in partial fulfillment of the requirements for the bachelor's degree

.....Chairman
(Asst.Prof. U-thai Sritheeravirojana)

Project Report Committee

..... Advisor
(Asst.Prof.Dr. Attasit Lasakul)
..... Member
(.....)
..... Member
(.....)
..... Member
(.....)
..... Member
(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
ชื่อนักศึกษา	นายประสงค์ ติรกาญจน์ รหัสประจำตัว 41013298
	นายรุ่งโรจน์ นวลมุสิงห์ รหัสประจำตัว 41013310
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
	สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ ขอเสนอการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 อนุกรม AT89CXX รุ่น AT89C51 มาทำการประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก จากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุทางไฟฟ้าของข้าวเปลือกกับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีลักษณะเป็นเส้นตรง(บทความทางวิชาการ,รศ. สิทธิชัย โภไคยอุดม)

โครงงานนี้จึงได้ออกแบบวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่ทำงานร่วมกับค่าความจุทางไฟฟ้าของข้าวเปลือกแล้วให้สัญญาณเอาต์พุตที่มีความถี่แปรผันตามค่าความชื้นของข้าวเปลือกเป็นความสัมพันธ์ที่จะนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมเส้นตรงซึ่งเขียนด้วยภาษาแอสแซมบลี้ที่บันทึกอยู่ภายในหน่วยความจำแบบแฟลชของ AT89C51 และเพื่อความถูกต้องของค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจึงมีการชดเชยค่าอุณหภูมิของข้าวเปลือกตามตารางความชื้นสมดุล หรือตาราง EMC (equilibrium moisture content) โดยการวัดอุณหภูมิจะใช้ไอซี DS1820 เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิแล้วส่งค่าให้กับ AT89C51 ทำการคำนวณค่าชดเชยด้วยโปรแกรมชดเชยค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น จากนั้นแสดงผลบนจอLCD ชนิดโมดูล 16 ตัวอักขระ 1 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	GRAIN RICE MOISTURE CONTENT TESTER PROCESSING BY MICROCONTROLLER
Student	Mr. Prasong Tirakhan
	Mr. Rungrojana Nuanmusingtr
Thesis advisor	Asst.Prof.Dr. Attasit Lasakul
Level of study	Bachelor's degree of industrial technology electronics
Department	Industrial Technology
Academic Year	2000

ABSTRACT

This thesis proposed the using microcontroller MCS-51 series AT89CXX version AT89C51 to processing grain rice moisture content tester. The relationship between electrical capcitance and percent moisture content is linear .

The project is used astable multivibrator circuit to measure electrical capacitance of grain rice that provide output frequency depend on moisture of grain rice. The variation of frequency depend on grain rice interfaced AT89C51 then calculate with linear program is written by assembly. To adjust the accuracy of percent moisture content,it has compensate temperature of grain rice. We use the temperature sensor by IC DS 1820 to detect then transmit temperature value to port 2.8 of AT 89C51 to calculate with percent moisture content compensate program. The percent moisture content value is display on LCD module 16 character 1 line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถสำเร็จได้ ด้วยความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำ และความช่วยเหลือด้านความรู้,เครื่องมือ และอื่นๆ จาก ผศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล อาจารย์ที่ปรึษา และคณาจารย์ประจำภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพี่ๆ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นายประสงค์ ติรกาญจน์
นายรุ่งโรจน์ นวลมุสิงห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 สภาพของความชื้นในเมล็ดพันธุ์	3
2.2 วิธีการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์	3
2.3 วิธีการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ	5
2.4 การคำนวณความชื้นของเมล็ดพันธุ์	6
2.5 การวัดความชื้นข้าวเปลือกด้วยวิธี Indirect อาศัยหลักการของ Capacitance	6
2.6 ตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก	6
2.7 อลูมิเนียม	7
2.8 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ใช้ไอซี 555	8
2.9 ลักษณะของ 89C51	9
2.10 ลักษณะทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx	9
2.11 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	10
2.12 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD 13
2.14 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16x1) 13
2.15 คำสั่งควบคุมโมดูล LCD 15
2.16 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD 18
2.17 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล 19
2.18 การสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย (1-Wire™ communication protocol) 19
2.19 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS 1820 20

บทที่ 3 การสร้างและพัฒนาโปรแกรม 22
3.1 ภาคผลิตความถี่ 22
3.2 การใช้เคาน์เตอร์ 23
3.3 สมการเส้นตรงของระบบเปอร์เซ็นต์ความชื้น 24
3.4 คำสั่งควบคุมการทำงานของ DS1820 25
3.5 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมทดลองใช้งาน DS1820 26
3.6 ภาคแสดงผล 27
3.7 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมทดลองใช้งานเคาน์เตอร์ 28
3.8 โฟลวชาร์ตโปรแกรมการทำงานของโมดูล LCD 29

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 31
การทดลองที่ 4.1 ทดสอบหาลักษณะของตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก 31
การทดลองที่ 4.2 วัดค่า C_s และ R_s ของ C_{rice} 33
การทดลองที่ 4.3 ความถี่ที่สัมพันธ์กับความชื้นของข้าวเปลือก 35

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ 37
บรรณานุกรม 38
ภาคผนวก ก.รายละเอียดของวงจร 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2-1 ตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือกขนาด 10 ซม. X 10 ซม. X 2.5 ซม.	7
2-2 ไอซี 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	8
2-3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช อนุกรมAT89CXX	10
2-4 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ	14
2-5 การจัดสรรหน่วยความจำภายใน DS1820	20
3-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุทางไฟฟ้าของข้าวเปลือกกับ เปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือก	22
3-2 แสดงวงจรไอซี 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	23
3-3 แสดงการเชื่อมต่อ LCD กับ AT89C51	27
3-4 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการอินนิเชียลโมดูล LCD	29
3-5 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยส่งพัลส์อีนาเบิลให้แก่โมดูล LCD	30
4-1 รูปสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ได้จากวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์

ข้าวเปลือก คือเมล็ดพันธุ์ ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ เป็นคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่มีผลต่อการเก็บรักษาโดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์ต้องมีความชื้นไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถเก็บรักษาไว้ได้อย่างปลอดภัย ถ้าเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ที่มีความชื้นสูงเกินไป จะทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว

เนื่องจากเมล็ดพันธุ์มีการหายใจในอัตราที่สูง โรคและแมลงเข้าทำลายและเจริญได้ดี ดังนั้น การตรวจสอบความชื้นของเมล็ดพันธุ์จึงช่วยให้ทราบถึงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในการเก็บรักษาและตรวจสอบเมล็ดพันธุ์ว่า ต้องการการลดความชื้นอีกหรือไม่ ถ้าเมล็ดพันธุ์มีความชื้นสูงเกินกว่าจะเก็บรักษาได้อย่างปลอดภัย ควรนำไปอบหรือตากให้แห้งเสียก่อน อย่างไรก็ตาม ความชื้นของเมล็ดพันธุ์จะไม่ผันแปรมากนักในแต่ละวัน-คืน แต่จะผันแปรไปตามฤดูกาล ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิของบรรยากาศบริเวณรอบๆเมล็ดพันธุ์และภาชนะที่ใช้บรรจุจะควบคุมความชื้นของเมล็ดพันธุ์ และเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากและตลอดเวลาที่ยาวนาน การวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ต้องทำทันทีที่รับตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ที่ส่งเข้าทดสอบ ณ ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์

นอกจากนี้ในการซื้อขายข้าวเปลือกในประเทศไทย ได้มีการกำหนดข้อตกลงว่า ถ้าข้าวเปลือกมีความชื้นสูงกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ เกษตรกรจะถูกหักลดน้ำหนักของข้าวเปลือกเป็นจำนวนเงินต่อเกวียนละ 50 บาทโดยประมาณ(ข้อมูลปี พ.ศ.2542) ดังนั้นจึงต้องมีการวัดความชื้นของข้าวเปลือกด้วยเครื่องมือวัดที่มีความถูกต้องเพื่อหลีกเลี่ยงการหักลดที่ไม่เป็นธรรม

ในการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือก เกษตรกรส่วนใหญ่มิได้คำนึงถึงเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด ทำให้อาจเก็บเมล็ดในช่วงที่มีความชื้น 18 –40 % ซึ่งเป็นช่วงที่เมล็ดพันธุ์มีอัตราการหายใจสูง หากการเก็บโดยกองสุมและขาดการระบายอากาศที่ดีจะทำให้คุณภาพของเมล็ดต่ำและมีน้ำภายในเมล็ดมากหากจำหน่ายก็ได้ราคาต่ำ และเมล็ดในช่วงนี้จะมีความเสียหายมาก หากมีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักรจะเกิดการแตกหักได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.ส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมทางการเกษตรเพื่อสังคมเกษตรกรของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.เพื่อเป็นแนวทางลดการนำเข้าจากต่างประเทศ

3.พัฒนาเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกที่มีความเที่ยงตรงราคาถูกใช้งานง่ายเหมาะสมกับเกษตรกรไทย

4.ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์สามารถนำเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกนี้ไปทดสอบหาความชื้นได้เพื่อลดเวลาการทดสอบทางเคมี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกอาศัยหลักการของ Capacitance เป็นวิธีการวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักสด (wet basis) ของเมล็ดพันธ์โดยวิธีการทางอ้อม (Indirect Measurement) เทียบกับอุณหภูมิของเมล็ดพันธุ์ หรือใช้ตาราง Equilibrium Moisture Content (EMC) เพื่อหาความชื้นของเมล็ดพันธุ์ การใช้ตาราง EMC ได้นั้น เราจะถือว่าที่จุดสมดุล อัตราการดูดและคายน้ำของเมล็ดเท่ากัน จึงทำให้ความชื้นของเมล็ดคงที่กับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดพันธุ์ การวัดอุณหภูมิของเมล็ดพันธุ์เป็นการชดเชยเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะใช้ IC DS 1820 เป็นตัววัดอุณหภูมิของเมล็ดพันธุ์แล้วส่งข้อมูลขนาด 16 บิต ให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ชดเชยความชื้นของเมล็ดพันธุ์จากตาราง EMC ที่ได้บันทึกไว้ภายใน ROM ของ 89C51 แล้วแสดงค่าที่จอ LCD เป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่แสดงค่านี้เป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักสด (wet basis) ที่เกิดจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ ที่ได้จากค่า Capacitance ของข้าวเปลือกที่ขึ้นอยู่กับความชื้นของข้าวเปลือก เมื่อนำไปต่อเข้ากับวงจรอะสเตเบิลแล้ว ทำให้เกิดความถี่เปลี่ยนไปที่เอาท์พุทของวงจร ความถี่ที่ได้นี้จะนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมเส้นตรงของ 89C51

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.ศึกษาเครื่องวัดค่าความจุทางไฟฟ้าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้วัดค่าความจุทางไฟฟ้าข้าวเปลือก

2.ศึกษาอุปกรณ์ตรวจจับความชื้นของเมล็ดพันธ์

3.ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา assembly

4.ออกแบบตัวประจุบรรจุข้าวเปลือก

5.ทดลองวงจรอะสเตเบิลที่มีตัวประจุบรรจุข้าวเปลือกเป็นส่วนประกอบ

6.ทดลองการทำงานของไอซี DS 1820

7.เขียนโปรแกรมประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น

8.ทดลองการทำงานของระบบประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

การออกแบบเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกที่ประมวลผลค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับลักษณะของข้าวเปลือก เทคนิควิธีการวัดความชื้นเมล็ดพันธุ์ เป็นเบื้องต้น ส่วนการทำงานของระบบในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะของไมโครคอลโทรลเลอร์ 89C51 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS 1820 โมดูล LCD และวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ใช้ไอซี 555

2.1 สภาพของความชื้นในเมล็ดพันธุ์

ความชื้นหรือน้ำในเมล็ดพันธุ์แบ่งตามสถานะหรือที่อยู่ในเมล็ดได้เป็น 3 สถานะ คือ

1. น้ำที่อยู่ในสถานะเป็นองค์ประกอบของเนื้อเซลล์ และเนื้อเยื่อของต้นอ่อนและเนื้อเยื่อที่มีชีวิตในเมล็ดพันธุ์ และในสภาพที่เป็นองค์ประกอบของสารเคมีของอาหารสะสม น้ำในสภาพนี้เรียกว่า bound water ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่แยกและทำให้ออกจากเมล็ดพันธุ์ได้ยาก

2.น้ำที่อยู่ในสภาพที่เคลือบและดูดยึดกับโมเลกุลของสารประกอบต่างๆ ในเมล็ดพันธุ์ด้วยแรงของประจุไฟฟ้า (electrostatic force) และมีแรงดูดยึดแน่นพอสมควร แต่น้อยกว่าในสภาพที่ 1

3.น้ำที่อยู่ในสภาพอิสระในช่องว่างในเมล็ดพันธุ์ (intermolecular space) เรียกว่าน้ำอิสระ (free water) ซึ่งเหมือนน้ำที่บรรจุในภาชนะปิดสามารถแยกหรือทำให้ออกจากเมล็ดพันธุ์ได้ง่าย

น้ำในเมล็ดพันธุ์ 3 สภาพนี้มีการถ่ายเทกันเพียงเล็กน้อย และมีน้ำในสภาพที่ 3 หรือน้ำอิสระเท่านั้นที่มีการแลกเปลี่ยนกับความชื้นของบรรยากาศ และมีผลอย่างมากต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงถือว่าน้ำในส่วนนี้เป็นความชื้นของเมล็ดพันธุ์

2.2 วิธีการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ (Seed Moisture Determination Methods)

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์สามารถวัดหรือประเมินได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการความแม่นยำเพียงใด และอุปกรณ์ที่มีอยู่ วิธีการวัดความชื้นแบ่งได้ 2 วิธี คือ

2.1 วิธีการวัดโดยตรง (Direct Measurement)

2.2 วิธีการวัดโดยอ้อม(Indirect Measurement)

การวัดโดยตรง หรือ แบบ Direct สามารถแบ่งแยกย่อยได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 วิธีอบด้วยความร้อน (Air-oven method) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไปและระบุไว้เป็นมาตรฐานในกฎการทดสอบเมล็ดพันธุ์

หลักการวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีนี้ อาศัยความร้อนที่สม่ำเสมออบไล่ความชื้นออกจากเมล็ดให้หมดในเวลาน้อยที่สุด โดยไม่คำนึงถึงผลเสียหายที่เกิดกับต้นอ่อนจึงทำให้สามารถใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเดือดของน้ำได้ เมื่อเริ่มอบเมล็ดพันธุ์ น้ำที่อยู่ในสภาพอิสระในเมล็ดพันธุ์จะถูกไล่ออกอย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียน้ำหนักไปอย่างรวดเร็วด้วย และช้าลงเรื่อยๆจนน้ำดังกล่าวหมดไป แต่ถ้าอบเมล็ดพันธุ์ต่อไปอีกน้ำในเมล็ดพันธุ์สภาพอื่นๆ ถูกไล่ออกมา รวมทั้งสารบางอย่างที่ระเหยได้ง่าย ลักษณะดังกล่าวนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้นในเมล็ดพันธุ์ และทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น และมากกว่าความเป็นจริง เป็นผลให้การประเมินความชื้นของเมล็ดพันธุ์ผิดไปด้วย ดังนั้น การอบเมล็ดพันธุ์จึงจำเป็นต้องปรับอุณหภูมิและเวลาให้เหมาะสมกับชนิดของพืช โดยถือหลักเกณฑ์ว่า

(1) อบไล่เฉพาะความชื้นหรือน้ำที่อยู่ในสภาพอิสระในเมล็ดพันธุ์เท่านั้น

(2) ต้องไม่ทำให้องค์ประกอบอื่นๆ นอกจากน้ำถูกขับออกจากเมล็ดพันธุ์

(3) ต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีภายในเมล็ดพันธุ์

กฎการทดสอบเมล็ดพันธุ์ ได้กำหนดอุณหภูมิสำหรับอบเมล็ดพันธุ์พืชเศรษฐกิจ ส่วนใหญ่ที่ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่มีน้ำมันสูง เช่น เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง หอม กระเทียม พริก มะเขือ เป็นต้น และเมล็ดพันธุ์ไม้ยืนต้น กำหนดให้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง หรือที่ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างหนาแน่นมากอาจต้องทำการย่อยหรือบดเสียก่อนเพื่อให้ไล่น้ำออกจากเมล็ดพันธุ์ได้สะดวกยิ่งขึ้น ในกรณีที่เมล็ดพันธุ์เปียกมากๆ หรือมีความชื้นสูง อาจต้องทำการอบ 2 ครั้ง ครั้งแรกจะอบเมล็ดพันธุ์ในปริมาณมากๆ หรือตัวอย่างที่ส่งเข้ามาทั้งหมดเพื่อลดความชื้นลงให้เหลือ 12-13 เปอร์เซ็นต์ โดยอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 5-10 นาที แล้วจึงทำการอบหาความชื้นโดยวิธีการอบตามปกติอีกครั้งหนึ่ง ในทางปฏิบัติโดยทั่วๆไปจะตั้งอุณหภูมิของตู้อบไว้ที่ 105 องศาเซลเซียส และใช้เวลาอบตัวอย่างละ 16-24 ชั่วโมง

2.1.2 วิธีการกลั่นในสารเคมี เป็นการหาความชื้นโดยการกลั่นเอาความชื้นออกจากเมล็ดพันธุ์กับสารเคมีบางชนิด เช่น โทลูอีน (Toluene distillation method) หรือกลั่นในน้ำมัน (Brown Duvel method) เป็นต้น

2.1.3 วิธีของคาร์ลฟิสเชอร์ (Karl Fisher tritation method) เป็นวิธีการหาความชื้นของเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำที่สุด แต่มีวิธีการที่ยุ่งยาก เสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานานและต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญสูง ดังนั้น จึงไม่นิยมใช้หาความชื้นในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์โดยทั่วไป

2.1.4 วิธีการใช้สารดูดความชื้น เป็นการหาความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยใช้สารดูดความชื้น (desiccant material) เช่น ฟอสเฟต (P_2O_5) เม็ดซิลิกา (silica gel)

2.1.5 การใช้ปฏิกิริยาของแคลเซียมคาร์ไบด์

2.1.6 การใช้อุณหภูมิต่ำและความดัน (Freezed drying method Lyophilization)

การวัดความชื้นแบบ Indirect แบ่งได้ดังนี้

2.2.1 วิธีการวัดค่า Resistance ของเมล็ดพันธุ์

2.2.2 วิธีการวัดค่า Capacitance ของเมล็ดพันธุ์

2.2.3 วิธีการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

2.3 วิธีวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่นิยมใช้ในทางปฏิบัติ

การวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว ส่วนใหญ่เป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องใช้อุปกรณ์และค่าใช้จ่ายสูง เสียเวลานาน และต้องใช้ผู้ชำนาญพอสมควร ในการดำเนินการจึงไม่เหมาะที่จะใช้ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป ยกเว้นวิธีการอบด้วยความร้อน และการกลั่นกับสารโทลูอีน ซึ่งเป็นวิธีที่ระบุให้ใช้ในห้องปฏิบัติการตามกฎการทดสอบเมล็ดพันธุ์ ดังนั้น เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในทางปฏิบัติ จึงได้มีการค้นคิดหาวิธีและเครื่องมือขึ้นใช้ วิธีการดังกล่าวนี้อาจมีความแม่นยำไม่มากนัก แต่ก็พอจะใช้ประเมินความชื้นของเมล็ดพันธุ์ได้ดีพอสมควร ได้แก่

1. การใช้เครื่องวัดความชื้น (Moisture tester) เครื่องมือวัดความชื้นของเมล็ดพันธุ์มีหลายชนิดทั้งใช้มือหมุนและใช้ไฟฟ้า ซึ่งใช้ได้สะดวกและรวดเร็ว เช่น Steinlite Moisture Tester, Moisture Computer เป็นต้น

2. ตารางสมดุลความชื้น (Moisture equilibrium chart) เป็นการประเมินความชื้นของเมล็ดพันธุ์ โดยอาศัยคุณสมบัติของเมล็ดพันธุ์ที่สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศได้และมีความสมดุล ณ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศที่จุดใดๆ ในระดับที่เท่ากันเสมอ และถ้าอุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป 10 องศาฟาเรนไฮต์ จะทำให้ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่สมดุลกับบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป 1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น ถ้าทราบอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศสามารถประเมินความชื้นของเมล็ดพันธุ์จากตารางสมดุลความชื้นของเมล็ดพันธุ์จากตารางEquilibrium moisture content ได้ เช่น เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่เก็บไว้ในโรงเก็บที่อุณหภูมิ 77 องศาฟาเรนไฮนต์ ความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้นประมาณ 14.4 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การอบ เป็นวิธีที่ใช้หาความชื้นเมล็ดพันธุ์ในห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ และการศึกษาวิจัย เป็นวิธีที่แม่นยำพอสมควร โดยจะอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 16-24 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักค่อนข้างคงที่

2.4 การคำนวณความชื้นของเมล็ดพันธุ์

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์สามารถคำนวณได้ 2 แบบ คือ (1) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง (dry weight basis) หรือน้ำหนักหลังการอบ และ (2) เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด (wet weight basis) หรือน้ำหนักก่อนการอบ ซึ่งมีสูตรการคำนวณแตกต่างกัน ดังนี้

$$1.\ \textit{เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักแห้ง} = \frac{(\textit{น้ำหนักสด} - \textit{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\textit{น้ำหนักแห้ง}}$$

$$2.\ \textit{เปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักสด} = \frac{(\textit{น้ำหนักสด} - \textit{น้ำหนักแห้ง}) \times 100}{\textit{น้ำหนักสด}}$$

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่วัดได้โดยทั่วไปเป็น เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด (wet basis) แต่ถ้าเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นโดยน้ำหนักแห้ง ต้องระบุได้ให้ทราบด้วย

2.5 การวัดความชื้นข้าวเปลือกด้วยวิธี Indirect อาศัยหลักการของ Capacitance

หลักการทำงานของการวัดความจุไฟฟ้าของข้าวเปลือกที่บรรจุเต็มช่องว่างระหว่างแผ่นโลหะนำไฟฟ้า 2 แผ่น ซึ่งความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก จะทำให้ค่าคงตัวไดอิเล็กตริก (Dielectric Constant) เปลี่ยนและค่าความจุไฟฟ้าของแผ่นโลหะคู่ก็จะเปลี่ยนไปด้วย เราสามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงได้ด้วยวงจรวัดค่าคาปาซิแตนซ์ เช่น วงจรสะพาน (bridge circuit) หรือ วงจรโมโนสเตเบิล และวงจรอะสเตเบิล

2.6 ตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก

ตัวประจุไฟฟ้าข้าวเปลือกประกอบด้วย แผ่นอลูมิเนียมวางขนานกัน 2 แผ่น ประกอบเป็นกล่อง ดังรูปที่ 1 มีขนาด 10 ซม. X 10 ซม. X 2.5 ซม. ซึ่งจะมีปริมาตรเท่ากับ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถบรรจุข้าวเปลือกได้ประมาณ 250 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณน้ำหนักมาตรฐานสำหรับการวัดและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบหาความชื้น ก่อนการวัดแต่ละครั้งให้เขย่ากล่องให้ข้าวเปลือกเรียงตัวกันแน่น ค่าความจุไฟฟ้าของตัวประจุไฟฟ้านี้จะมีค่าดังสมการ

$$C = 0.0885 \frac{\varepsilon A}{d}$$

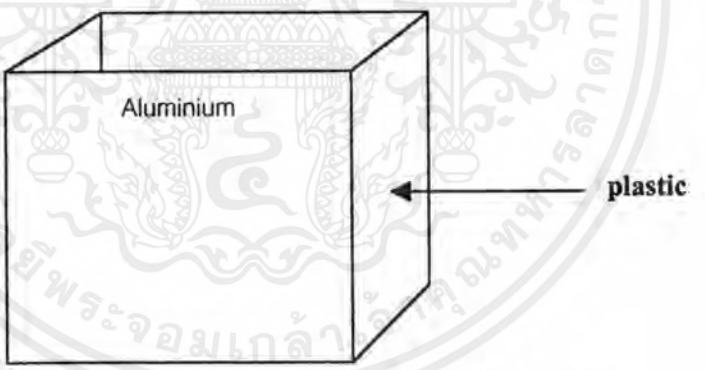
เมื่อ

C = ค่าความจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น pF

ε = ค่าคงตัวไดอิเล็กตริกของข้าวเปลือก

A = พื้นที่ของแผ่นอลูมิเนียม มีหน่วยเป็น ตารางเซนติเมตร

d = ระยะห่างระหว่างแผ่นอลูมิเนียม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร



รูปที่ 2 - 1 ตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก (C_{rice}) ขนาด 10 ซม. × 10 ซม. × 2.5 ซม.

2.7 อลูมิเนียม (Aluminium) สัญลักษณ์ Al

โดยธรรมชาติของตัวนำจะมีค่าความต้านทานจำเพาะต่ำ คือ ประมาณ 10^{-4} (Ω - m) หรือน้อยกว่านี้ เมื่อเขียนกราฟระหว่างค่าความต้านทานจำเพาะเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแล้วพบว่า เส้นกราฟเกือบจะเป็น ลิเนียร์

คุณสมบัติเฉพาะของอลูมิเนียม

- ความหนาแน่น 2.7 กรัม/ซม.^{3}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

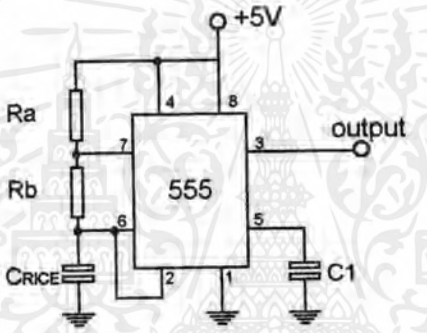
- จุดหลอมเหลว 658 °C
- ความต้านทานจำเพาะ 0.0278 Ω - มม.²/ม.

คุณสมบัติทั่วไป

อลูมิเนียมออกไซด์ เป็นวัสดุทนต่อการกัดกร่อนได้ดี น้ำหนักเบา เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี และมีราคาถูก

2.8 วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ใช้ไอซี 555

ไอซีเวลา 555 สามารถนำมาใช้ในวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ซึ่งมีลักษณะง่าย ใช้อุปกรณ์จำนวนน้อยชิ้น และมีสูตรการคำนวณที่ง่าย ลักษณะวงจรพื้นฐานแสดงดังรูปที่ 2-2



รูปที่ 2-2 ไอซี 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

จากรูปวงจรที่ 2-2 ตัวต้านทานกำหนดเวลาจะถูกแบ่งออกเป็น R_a และ R_b วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์จะทริกตัวมันเอง ความถี่ที่ผลิตได้จะมีรูปคลื่นเป็นสี่เหลี่ยม สามารถกำหนดค่าดิวตี้ไซเคิลได้ ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของตัวต้านทาน R_a R_b ความถี่ของสัญญาณเอาท์พุทหาได้จากสมการ

$$f = \frac{1.43}{(R_A + 2R_B)C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ลักษณะของ 89C51

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (flash memory) ของ Atmel Corporation มีเบอร์ขึ้นต้นด้วย AT89 เหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบนี้เพื่อการพัฒนางานวัดความชื้น มีด้วยกันหลายประการดังนี้

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลชทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้ใช้งานพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมากเนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3. ด้วยการใช้หน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

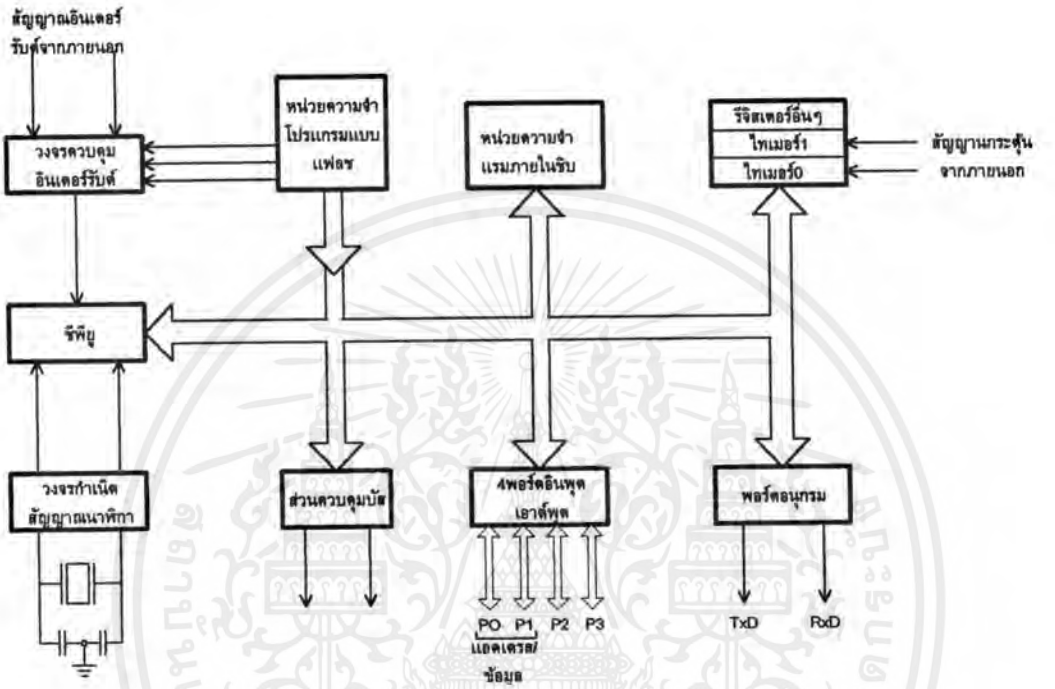
4. ชุดคำสั่งและสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่นไม่ว่าจะเป็นอินเทล, ซีเมนส์ หรือดัลลัส

2.10 ลักษณะทางเทคนิคของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในชิป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2-3 เป็นโครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89Cxx จะเห็นได้ว่า โครงสร้างของ AT89Cxx จะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 พื้นฐาน หากแตกต่างกันเฉพาะหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชที่เพิ่มเติมเข้ามา



รูปที่ 2-3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

2.11 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในภาคผนวก โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

ขา Vcc ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

ขาพอร์ต (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานให้เป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มีขา 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดใช้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย

ขาพอร์ต 2(P2.0-P2.7) มี 8 ขา และขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอินพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไปถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา $\overline{\text{INT0}}$

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา $\overline{\text{INT1}}$

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่องที่ 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่องที่ 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{WR}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{RD}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซต สถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปรกติ

ขา ALE/$\overline{\text{PROG}}$ (Address Latch Enable/Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ขาของพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีอีพรอม

ขา $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

ขา $\overline{\text{EA}}$/Vpp (External Access enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.12 รายละเอียดเกี่ยวกับโมดูล LCD

ในโมดูล LCD จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วน ดังนี้

ตัวแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวที่สามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมีมุมในการมองข้อมูลที่แสดงผลบนจอ LCD

ตัวควบคุม (controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่น ลบจอภาพ แสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอร์เซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนี้ใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์ HD44780 และ HD61830 โดย HD44780 จะใช้ควบคุม LCD แบบอักขระ ส่วน HD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

ตัวขับ (driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลที่กำหนดชิปที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ได้แก่ เบอร์ HD44100H และ MSM5259 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 โครงสร้างภายในของตัวควบคุมโมดูล LCD

ในการใช้งานโมดูล LCD จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม บล็อกไดอะแกรมภายในของชิปควบคุม LCD เบอร์ HD44780 แสดงอยู่ในภาคผนวกซึ่งใช้ในโมดูล LCD แบบอักขระประกอบด้วย

บัฟเฟอร์อินพุตเอาต์พุต เป็นส่วนที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อที่จะถ่ายทอดข้อมูลเข้าออกภายในตัวควบคุม

รีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register : IR) เป็นรีจิสเตอร์ใช้รับข้อมูลคำสั่งจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อนำไปควบคุมการแสดงผล

รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register : IS) เป็นรีจีสเตอร์ใช้รับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกเพื่อถ่ายทอดต่อไปยังหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงผล หรือนำข้อมูลไปสร้างตัวอักษรเพื่อเติมในแรมเก็บตัวอักษร

แรมเก็บข้อมูลแสดงผล (Display Data RAM : DDRAM) เป็นหน่วยความจำแรมทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์ DR ตัวควบคุมจะนำข้อมูลใน DDRAM นี้ไปเปิดตาราง (Look up-lable) ของตัวอักษรที่เก็บไว้ในหน่วยความจำรอมและแรมเก็บตัวอักษร เพื่อนำไปแสดงที่ตัวแสดงผล

รอมเก็บตัวอักษร (Charater Generator ROM : CGROM) เป็นหน่วยความจำรอมที่ใช้เก็บข้อมูลตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่สามารถอ่านออกไปแสดงที่ตัวแสดงผลได้ มีขนาด 7,200 บิต โดยจะถูกอ่านด้วยค่าของข้อมูล DDRAM

แรมเก็บตัวอักษร (Character Generator RAM : CGRAM) เป็นหน่วยความจำแรมที่ใช้เก็บอักษรที่มีการสร้างเพิ่มเติมขึ้นใหม่ ในกรณีที่ตัวอักษรใน CGROM ไม่เพียงพอ มีขนาด 512 บิต การเขียนและอ่านค่าไปใช้นั้นทำได้เช่นเดียวกับ CGROM คือ เขียนข้อมูลลงใน DDRAM แล้วตัวควบคุมจะมาอ่านค่าจาก CGRAM เอง

แฟลก BUSY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แจ้งสถานะการทำงานของตัวควบคุมให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า ตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งหรือไม่ ดังนั้นก่อนการส่งข้อมูลหรือคำสั่งมายังตัวควบคุมต้องตรวจสอบสถานะของแฟลก BUSY นี้เสียก่อน

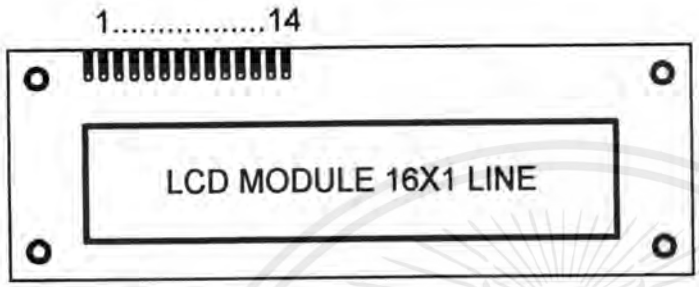
2.14 โมดูล LCD ขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด (LCD 16x1)

สำหรับโมดูล LCD ที่นำมาใช้ เป็นขนาด 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด เนื่องจากราคาถูก หาง่าย และเป็นโมดูล LCD ที่มีโครงสร้างเป็นมาตรฐาน มีผู้ผลิตหลายราย และมีการระบุเบอร์แตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามผู้ผลิต อาทิ LMO20L ของฮิตาชิ, DMC-16117A ของคอปเทร็กซ์ (Optrex) เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม คอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือเบอร์เดียวกันนั่นคือเบอร์ HD44750 ของฮิตาชิ

โมดูล LCD ขนาด 16 x 1 มีขาต่อใช้งานทั้งสิ้น 14 ขา มีการจัดขาดังในรูปที่ 2-6 สำหรับรายละเอียดการทำงานของแต่ละขามีดังนี้



ขา 1 : GND
ขา2 :+V
ขา3 : Brightness
ขา4 : RS
ขา5 : R/$\overline{W}$
ขา6 : E
ขา7-14 : D0-D7

รูปที่ 2-4 รูปร่างและการจัดขาโมดูล LCD แบบอักขระ

V_{SS} (ขา 1) : ต่อกราวด์

V_{DD} (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง + 5 โวลต์

V_O (ขา 3) : เป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นคำสั่งสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานี้เป็น "0" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นคำสั่ง แต่ถ้าขานี้เป็น "1" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

$R / \overline{W}$ (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD ถ้าเป็น "0" เป็นการกำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นการอ่านข้อมูล

E (6 ขา) : เป็นขาอีนาเบิล LCD ให้ทำงาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 คำสั่งควบคุมโมดูล LCD

ในการเขียนคำสั่งลงในตัวควบคุม แน่นอนว่าต้องกำหนดให้ขา RS และ R/W เป็น "0" แล้วเขียนคำสั่งตามไป คำสั่งควบคุมโมดูล LCD ของชิปควบคุม HD44780 ที่สำคัญมี 10 คำสั่งดังนี้

1. **คำสั่งเคลียร์ตัวแสดงผล (clear display)**

มีข้อมูลคำสั่งเป็น 01H เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลช่องว่าง หรือ space เข้าไปใน DDRAM ทั้งหมด เมื่อตัวควบคุมเอ็กซิคิวต์คำสั่งนี้ จะทำการกำหนดแอดเดรสของ DDRAM เป็น 0 เคอร์เซอร์ จะกลับไปอยู่ที่ตำแหน่งซ้ายมือสุดของจอแสดงผล แล้วเซตบิต I/D ให้เป็น "1"

2. **คำสั่ง return home**

ต้องกำหนดให้บิต 1 ของข้อมูลเป็น "1" เป็นคำสั่งให้เคอร์เซอร์เคลื่อนที่กลับไปยังตำแหน่งซ้ายสุดของจอแสดงผล แต่ข้อมูลบนจอแสดงผลไม่เปลี่ยนแปลงนั่นคือ ข้อมูลคำสั่งของคำสั่งนี้จะเป็น 02H หรือ 03H ก็ได้

3. **คำสั่งเลือกโหมดการป้อนข้อมูล (Entry mode Set)**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	0	1	I/D	S

บิต S เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดลักษณะของการแสดงผล เมื่อมีการป้อนข้อมูล ถ้าหากบิต S เป็น "1" เมื่อเกิดข้อมูลใหม่บนจอแสดงผล ตัวเคอร์เซอร์จะอยู่กับที่ แต่ตัวอักษรข้อมูลเดิมจะถูกดันไปทางซ้าย แต่ถ้าหากบิตนี้เป็น "0" เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ตัวเคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ

บิต I/D เป็นบิตที่ใช้ในการกำหนดว่า เมื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลแล้ว ทำให้แอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้นหรือลดลงหนึ่งแอสเดรส โดยถ้าบิตนี้เป็น "1" แอดเดรสของ DDRAM จะเพิ่มขึ้นแต่ถ้าเป็น "0" แอดเดรสจะลดลง

ดังนั้น ข้อมูลคำสั่งที่เกิดขึ้นสำหรับคำสั่งนี้ได้แก่ 04H-07H (4 ข้อมูลคำสั่ง) และที่ใช้บ่อยคือ 06H หมายถึง กำหนดให้เมื่อเกิดข้อมูลใหม่ เคอร์เซอร์จะเลื่อนไปทางขวามือ และแอดเดรสของ DDRAM เพิ่มขึ้น

4. **คำสั่งควบคุมการแสดงผล**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	0	1	D	C	B

บิต D ใช้ควบคุมการเปิดปิดจอแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น "1" จะเป็นการเปิดจอแสดงผล ถ้าเป็น "0" จะเป็นการปิดจอแสดงผล

บิต C ใช้ควบคุมการแสดงตัวเคอร์เซอร์บนจอแสดงผล ถ้าต้องการให้มีเคอร์เซอร์แสดงผลบนจอแสดงผล ต้องกำหนดให้บิตนี้เป็น "1" ถ้ากำหนดให้เป็น "0" จะเป็นการปิดเคอร์เซอร์ หรือไม่แสดงเคอร์เซอร์

บิต B ใช้ควบคุมการกระพริบของเคอร์เซอร์ ถ้าบิตนี้เป็น "1" เคอร์เซอร์จะกระพริบ

ดังนั้นจะมีข้อมูลคำสั่งได้ตั้งแต่ 08H-OFH (8 รูปแบบคำสั่ง) ที่ใช้บ่อยคือ 0CH เป็นการสั่งให้เปิดจอแสดงผล แต่ไม่แสดงเคอร์เซอร์ และ OFH เป็นการสั่งให้เปิดจอแสดงผล แสดงเคอร์เซอร์ และสั่งให้เคอร์เซอร์กระพริบ

5. **คำสั่งควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และข้อมูลตัวอักษร**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

การควบคุมการเลื่อนเคอร์เซอร์และตัวอักษรบนจอแสดงผลขึ้นอยู่กับการกำหนดบิต S/C และ R/L ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

S/C	R/L	ลักษณะการเลื่อน	ข้อมูลคำสั่ง
0	0	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้าย	10H-13H
0	1	เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวา	14H-17H
1	0	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางซ้าย	18H-1BH
1	1	เลื่อนตัวอักษรใหม่ไปทางขวา	1C-1FH

6. **คำสั่งกำหนดฟังก์ชันการทำงาน**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
0	0	1	DL	N	F	*	*

บิต DL ใช้กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ติดต่อส่งผ่านข้อมูล ถ้าบิตนี้เป็น "0" จะเป็นการติดต่อแบบ 4 บิต แต่ถ้าเป็น "1" จะปืนแบบ 8 บิต

บิต N ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดของการแสดงผล ถ้าเป็น "0" จะแสดงผล 1 บรรทัดถ้าเป็น "1" จะแสดง 2 บรรทัด ในกรณีที่จอแสดงผลสามารถแสดงได้มากกว่า 2 บรรทัด และต้องการให้แสดงผลมากกว่า 2 บรรทัด ก็กำหนดบิต N นี้ให้เป็น "1"

บิต F ใช้เลือกความละเอียดของตัวอักษรให้การแสดงผล ถ้าบิตนี้เป็น "0" จะเป็นการแสดงผลแบบ 5 x 7 จุด และถ้าเป็น "1" จะแสดงผลเป็นแบบ 5 x 10 จุด

ข้อมูลคำสั่งที่ใช้บ่อยคือ 38H เป็นการกำหนดให้โมดูล LCD ทำงานในแบบ 8 บิต แสดงผล 2 บรรทัด และเลือกความละเอียดเป็น 5 x 7 จุด

จุดที่น่าสังเกตคือ โมดูล LCD แบบ 16 ตัวอักษร 1 บรรทัด แม้จะมีบรรทัดการแสดงผลเพียง 1 บรรทัด แต่จะต้องกำหนด N ให้เป็น "1" เนื่องจากแอดเดรสของ DDRAM แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ 00H และ 40H

7. **คำสั่งเลือกแอดเดรสของ CGRAM**

เมื่อต้องการกำหนดแอดเดรสของ CGRAM ต้องกำหนดให้บิต 7 เป็น "0" บิต 6 เป็น "1" ส่วนอีก 6 บิตที่เหลือจะแทนด้วยค่าแอสเดรสของ CGRAM จะต้องทำการกำหนดแอดเดรสด้วยคำสั่งนี้ก่อนที่จะอ่านหรือเขียนข้อมูลให้ CGRAM โดยแอดเดรสของ CGRAM อยู่ระหว่าง 00H-3FH

8. **คำสั่งเลือกแอดเดรสของ DDRAM**

ใช้ในการเลือกแอดเดรสของ DDRAM ก่อนที่จะทำการอ่านหรือเขียนข้อมูล โดยบิต 7 ต้องเป็น "1" และข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือจะเป็นค่าแอดเดรสของ DDRAM ซึ่งแอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 8CH-0FFH ทั้งนี้จำนวนแอดเดรสยังขึ้นกับการกำหนดสถานะที่บิต N ด้วย หากบิต N เป็น "0" แอดเดรสของ DDRAM จะอยู่ระหว่าง 80H-0CFH และถ้าบิต N เป็น "1" แอดเดรสของ DDRAM จะมี 2 ช่วงคือ 8CH-87H และ 0C0H-0C7H

9. **คำสั่งอ่านแฟลก BUSY และแอดเดรส**

มีรายละเอียดของรูปแบบข้อมูลคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42690

เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านแฟลก BUSY (BF) โดยแฟลกนี้จะเป็นตัวบอกสถานะของตัวควบคุม LCD ว่าพร้อมจะรับข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้าหากบิต BF เป็น "0" แสดงว่าตัวควบคุม LCD พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง แต่ถ้าเป็น "1" แสดงว่า ขณะนี้ตัวควบคุม LCD ยังอยู่ในกระบวนการทำงานภายในหรือกำลังประมวลผลข้อมูลอยู่ ยังไม่พร้อมรับข้อมูลหรือคำสั่ง

เมื่อต้องการอ่านแฟลกต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "1" ด้วย แต่สัญญาณที่ RS ยังต้องเป็น "0" อยู่เพราะข้อมูลนี้เป็นข้อมูลคำสั่ง

นอกจากนี้ยังใช้คำสั่งอ่านข้อมูลแอดเดรสของ CGRAM และ DDRAM ด้วย โดยบิต 0 บิต 6 เป็นค่าข้อมูลของแอดเดรสที่ต้องการอ่าน

2.16 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่โมดูล LCD

ในการเขียนข้อมูลเพื่อควบคุมให้โมดูล LCD แสดงผลตามที่ผู้ใช้งานต้องการ ต้องส่งคำสั่ง (instruction) แล้วกำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อน จากนั้นจึงส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผลเนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0-D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก "0" หมายความว่า ข้อมูลที่ป้อนให้แก่โมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม หากขา RS ได้รับลอจิก "1" ข้อมูลที่ป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น "1" เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่าข้อมูลที่ปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช่คำสั่ง

ในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "1" ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ต้องการเขียนข้อมูล เมื่อกำหนดแอดเดรสและป้อนลอจิก "1" ให้ขา RS แล้ว แล้วต้องกำหนดให้ขา $R/\overline{W}$ เป็น "0" ข้อมูลที่อยู่บนบัสของข้อมูลจะถูกเขียนลงในรีจิสเตอร์ DR จากนั้นจึงถ่ายทอดลงใน DDRAM ต่อไป

2.17 จังหวะการทำงานของ LCD โมดูล

ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมีการหน่วงเวลาหลังจากที่ทำการส่งรหัสคำสั่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน LCD โมดูล แปลความหมายของรหัสคำสั่งและทำงานตามคำสั่งให้เรียบร้อยก่อน จากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป

ดังนั้น ในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD ทำการเตรียมความพร้อมหรืออินีเซียล (initial) หลังจากนั้นก็จะกำหนดลอจิกให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาที เพื่อให้คอนโทรลเลอร์ใน LCD โมดูลแปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่า ข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือเป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานในโหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD ให้รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไปโดยพัลส์ที่ป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ของขาขั้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที

ทั้งหมดที่กล่าวมาคือขั้นตอนและจังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูล LCD จะเห็นได้ว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมอินนีเซีย LCD, โปรแกรมหน่วงเวลา และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD

2.18 การสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย (1-Wire™ communication protocol)

ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบบัสหนึ่งสายอุปกรณ์มาสเตอร์จะสามารถติดต่อกับอุปกรณ์สเลฟได้ครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์สเลฟแต่ละตัวต้องมีข้อมูลกำหนดแอดเดรสเฉพาะตัว โดยจะเก็บไว้ในหน่วยความจำรอมภายในอุปกรณ์สเลฟตัวนั้น ๆ โดยปกติอุปกรณ์สเลฟในระบบบัสหนึ่งสายของดัลลัสนี้จะมีหน่วยความจำขนาด 64 บิตหรือ 8 ไบต์ สำหรับเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่สำคัญของอุปกรณ์แต่ละตัว ซึ่งประกอบด้วย

1. รหัสของตระกูล จำนวน 8 บิต
2. เลขหมายประจำตัว (serial number) จำนวน 48 บิต
3. รหัสตรวจสอบความผิดพลาด (CRC : Cyclical Redundancy Check) จำนวน 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้งานสามารถอ่านข้อมูลประจำตัวของอุปกรณ์สเลฟได้ด้วยการใช้คำสั่งอ่านหน่วยความจำรอม (Read ROM) ในกรณีที่บนสายสัญญาณมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวไม่จำเป็นต้องอ้างแอดเดรสในการติดต่อ

รูปแบบการติดต่อระบบบัสหนึ่งสายจะเริ่มต้นขึ้นเมื่ออุปกรณ์มาสเตอร์ทำการรีเซตและกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อ ถ้าหากมีอุปกรณ์สเลฟเพียงตัวเดียวสามารถข้ามขั้นตอนการติดต่อกับหน่วยความจำรอมในอุปกรณ์สเลฟได้ จะเรียกวิธีการดังกล่าว การไม่ติดต่อหน่วยความจำรอม หรือสคิปรอม (Skip ROM) จากนั้นรอการตอบรับจากอุปกรณ์สเลฟ เมื่อการตอบรับสมบูรณ์ก็จะสามารถเริ่มต้นขั้นตอนการอ่านหรือเขียนข้อมูลได้ต่อไป

2.19 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

เป็นไอซีตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้การติดต่อแบบระบบหนึ่งสาย มีขาต่อใช้งานเพียง 3 ขา คือ DQ ซึ่งเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบบัส ขาต่อไฟเลี้ยงภายใน และขากราวด์ ดังแสดงการจัดขาของไอซี DS1820 และโครงสร้างการทำงานภายในแสดงในภาคผนวก

หัวใจสำคัญของ DS1820 อยู่ที่ตัวตรวจจับอุณหภูมิและหน่วยความจำความเร็วสูงที่เรียกว่าสแครตช์แพด (scratchpad) ซึ่งมีขนาด 9 ไบต์ มีการจัดสรรหน่วยความจำนี้แสดงในรูปที่ 2-8

	ไบต์
ข้อมูลอุณหภูมิไบต์ต่ำ(TL)	0
ข้อมูลอุณหภูมิไบต์สูง	1
ข้อมูลอุณหภูมิค่าสูง	2
ข้อมูลอุณหภูมิค่าต่ำ(TL)	3
สำรองไว้	4
สำรองไว้	5
รีจิสเตอร์เก็บค่าการนับ	6
รีจิสเตอร์เก็บค่าการนับต่อ°C	7
CRC	8

รูปที่ 2-5 การจัดสรรหน่วยความจำภายใน DS1820

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อวัดอุณหภูมิได้ก็จะนำค่าที่วัดได้นี้มาเก็บไว้ในสแครตช์แพดที่ไบต์ 0 และ 1 ทั้งนี้เนื่องจากไอซี DS1820 สามารถใช้ข้อมูลของอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 16 บิต เมื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบจึงสามารถแสดงความละเอียดของค่าอุณหภูมิได้ถึง 0.5 องศาเซลเซียสและ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ โดยมีย่านวัดอุณหภูมิ –55 ถึง +125 องศาเซลเซียสหรือ –67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์โดยค่าขององศาฟาเรนไฮต์ต้องใช้การแปลงหน่วยเข้ามาช่วย ใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลประมาณ 200 มิลลิวินาที สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ และให้แจ้งเตือนเมื่อค่าของอุณหภูมิขึ้นหรือลดต่ำลงถึงค่าที่กำหนด โดยค่าอุณหภูมิที่กำหนดนี้จะเก็บไว้ที่แสครตช์แพดในไบต์ 2 และ 3

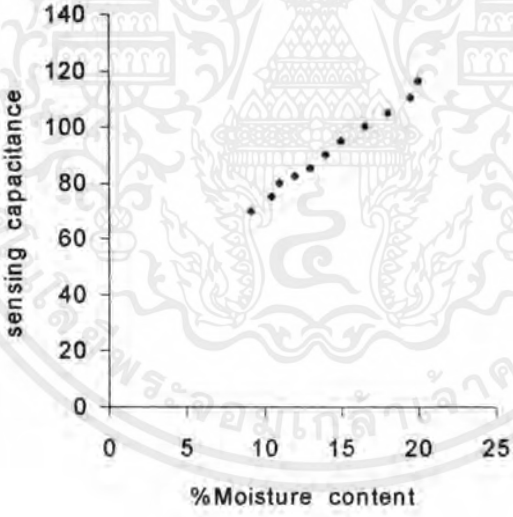
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างและพัฒนาโปรแกรม

การสร้างและออกแบบเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกที่ประมวลผลค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นด้วยไมโครคอลโทรลเลอร์ 89C51 ประกอบด้วย 4 ส่วนที่สำคัญคือ ภาคผลิตความถี่, ภาคประมวลผล, ตรวจจับอุณหภูมิ, ภาคแสดงผล ซึ่งแต่ละภาคการทำงานมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ภาคผลิตความถี่

จากบทความทางวิชาการของ รศ.สิทธิชัย โภไดยอุดม ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความจุไฟฟ้าของข้าวเปลือกและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกดังรูป

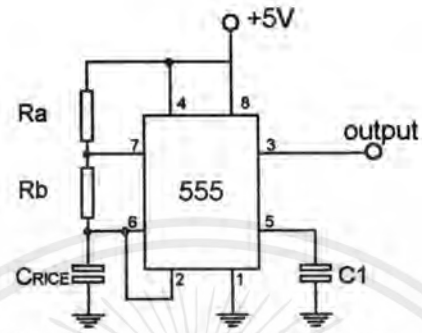


รูปที่ 3-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความจุไฟฟ้ากับเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือก

ความเป็นเชิงเส้นตรงของกราฟสามารถนำค่าความจุทางไฟฟ้าของข้าวเปลือกมาสร้างวงจรผลิตความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นของข้าวเปลือกได้นั่นคือ เลือกวงจรผลิตความถี่ชนิดอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์คือ วงจรกำเนิดสัญญาณพัลซ์รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถสร้างวงจรกำเนิดความถี่จากไอซี 555 ซึ่งมีวงจรดังนี้



รูปที่ 3-2 แสดงวงจรไอซี 555 ต่อเป็นวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

การออกแบบจะกำหนด Duty Cycle = 33 %

เลือก ย่านความถี่สูงสุด (f) = 46 KH_z (MAX)

ค่าความจุ = 47PF (Min)

จาก

Duty cycle = 33% ทำให้ทราบว่า $R_A = R_B$

$$f = \frac{1.43}{(R_A + 2R_B)C}$$

$$46KH_Z = \frac{1.43}{3R.(47PF)}$$

$$R = 220\ K\Omega$$

3.2 การใช้เคาน์เตอร์ในการทำงาน

ไอซีคอนโทรลเลอร์ 89C51 มี Timer/Counter อยู่ภายในเราสามารถใช้เคาน์เตอร์ในการนับความถี่สัญญาณสี่เหลี่ยมที่ได้จากภาคผลิตความถี่ที่เกิดจากความชื้นของข้าวเปลือกได้ โดยตั้งช่วงเวลาในการปิดเกตนับเป็นเวลา 1 วินาที โดยการเซตบิต TRO ในรีจีสเตอร์ TCON แล้วทำการวนลูปเป็นเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 วินาที จากนั้นจึงทำการปิดเกตนับ การนับสัญญาณจะกำหนดให้ปิด ITO ในรีจีสเตอร์ TCON เป็น "0" เคาน์เตอร์จะทำการนับที่ขอบขาลงของสัญญาณ

เมื่อนับความถี่ได้แล้วจะทำการนำค่าความถี่ที่ได้ไปประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นด้วยโปรแกรมเส้นตรง

3.3 สมการเส้นตรงของระบบเปอร์เซ็นต์ความชื้น (Linear Equation)

พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างความจุไฟฟ้ากับค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือก มีลักษณะเป็นเส้นตรงจะได้สมการเส้นตรงดังนี้

เมื่อกำหนดให้

X = %Moisture Content

Y = Capacitance(pF)

$$Y = A(\%X) + B$$

ที่ X = 14% Y = 90 PF และ

X = 12% Y 82.5 PF

ฉะนั้น

$$90\ PF = A(14\%) + B \quad \text{——————} \ (1)$$

$$82.5\ PF = A(12\%) + B \quad \text{——————} \ (2)$$

(1) - (2)

$$7.5\ PF = (2\%)\ A$$

$$A = \frac{7.5PF}{2\%} = 375\ PF/\%$$

หาค่าคงที่ B

$$90\ PF = 3.75\ \frac{PF}{\%}(14\%) + B$$

$$B = 90\ PF - 52.5\ PF$$

$$= 37.5\ PF$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้สมการเส้นตรงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นดังนี้

$$Y = 3.75\,(\%X) + 37.5$$

$$\%X = \frac{Y - 37.5}{3.75}$$

$$\%X = \left[\frac{Yx100}{375}\right] - 10 \qquad \text{——————} \ (3)$$

เคาน์เตอร์ภายใน 89C51 นับได้เป็นความถี่ (F) ดังนั้น การเขียนโปรแกรมเพื่อนำค่า F มาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะได้สมการใหม่ดังนี้

$$\%X = \frac{1.43}{660k\Omega(F)3.75} - 10 \qquad \text{——————} \ (4)$$

หรือ

$$\%X = \left[\frac{577}{F}\right] - 10 \qquad \text{——————} \ (5)$$

สมการที่ 5 คือสมการของระบบที่จะนำไปเขียนโปรแกรมในการคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกแล้วแสดงค่าที่จอ LCD

3.4 คำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของ DS1820

ในการติดต่อกับไอซี DS1820 จะมีคำสั่งที่ต้องส่งให้แก่ DS1820 เพื่อกำหนดรูปแบบการทำงาน คำสั่งที่ใช้มากที่สุดมีด้วยกัน 3 คำสั่งดังนี้

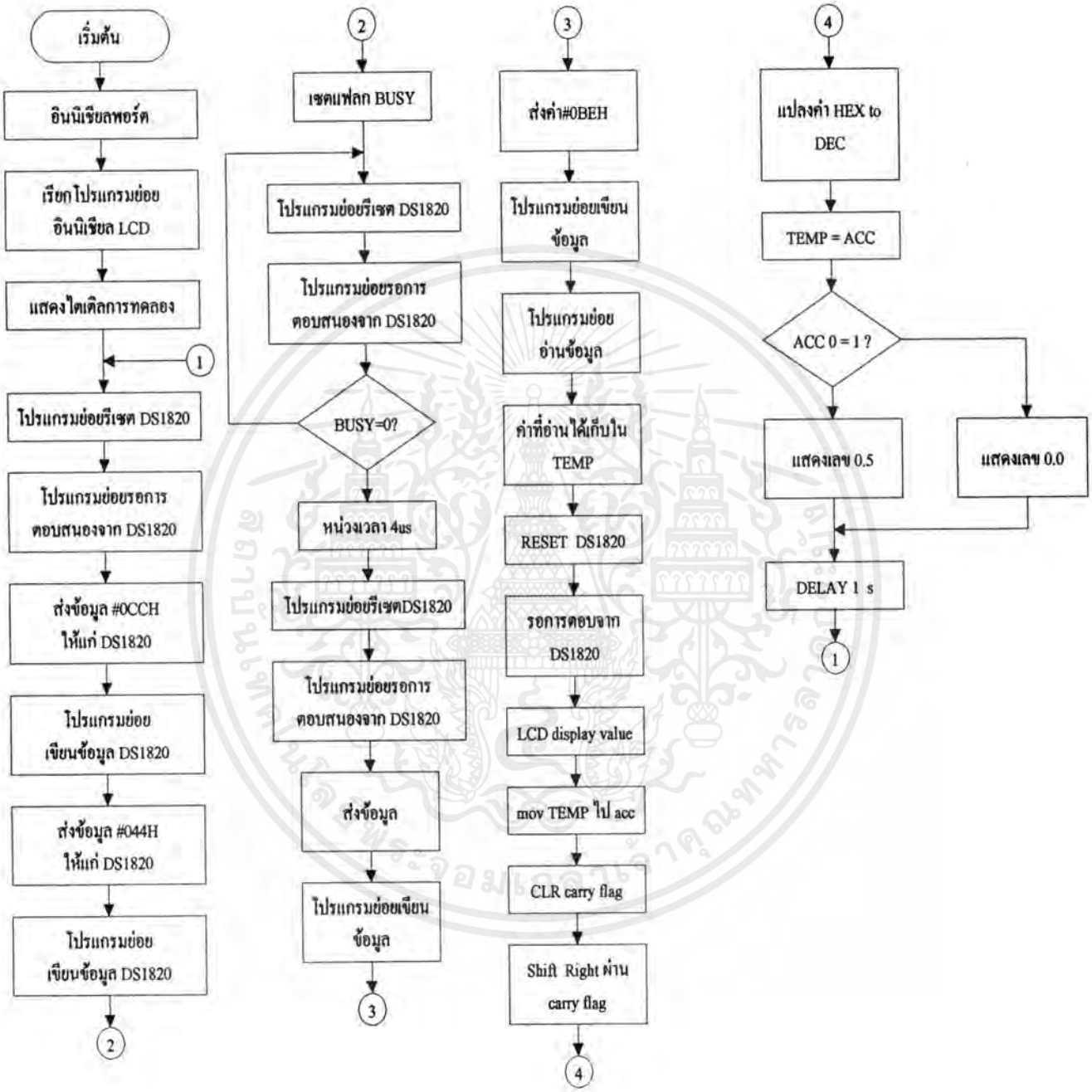
1.คำสั่งไม่ติดต่อกับหน่วยความจำรอม

2.คำสั่งแปลงอุณหภูมิ

3.คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

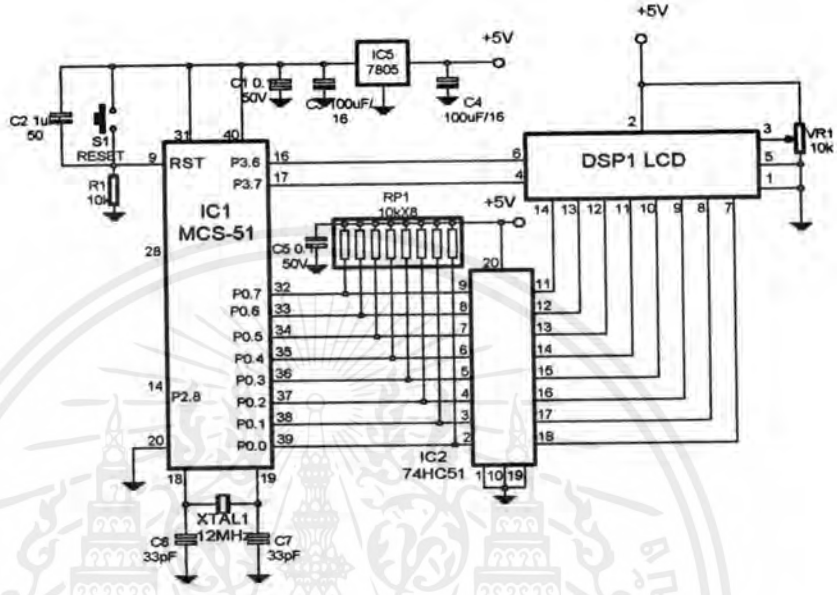
3.5 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมทดลองใช้งานไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ส่วนแสดงผล

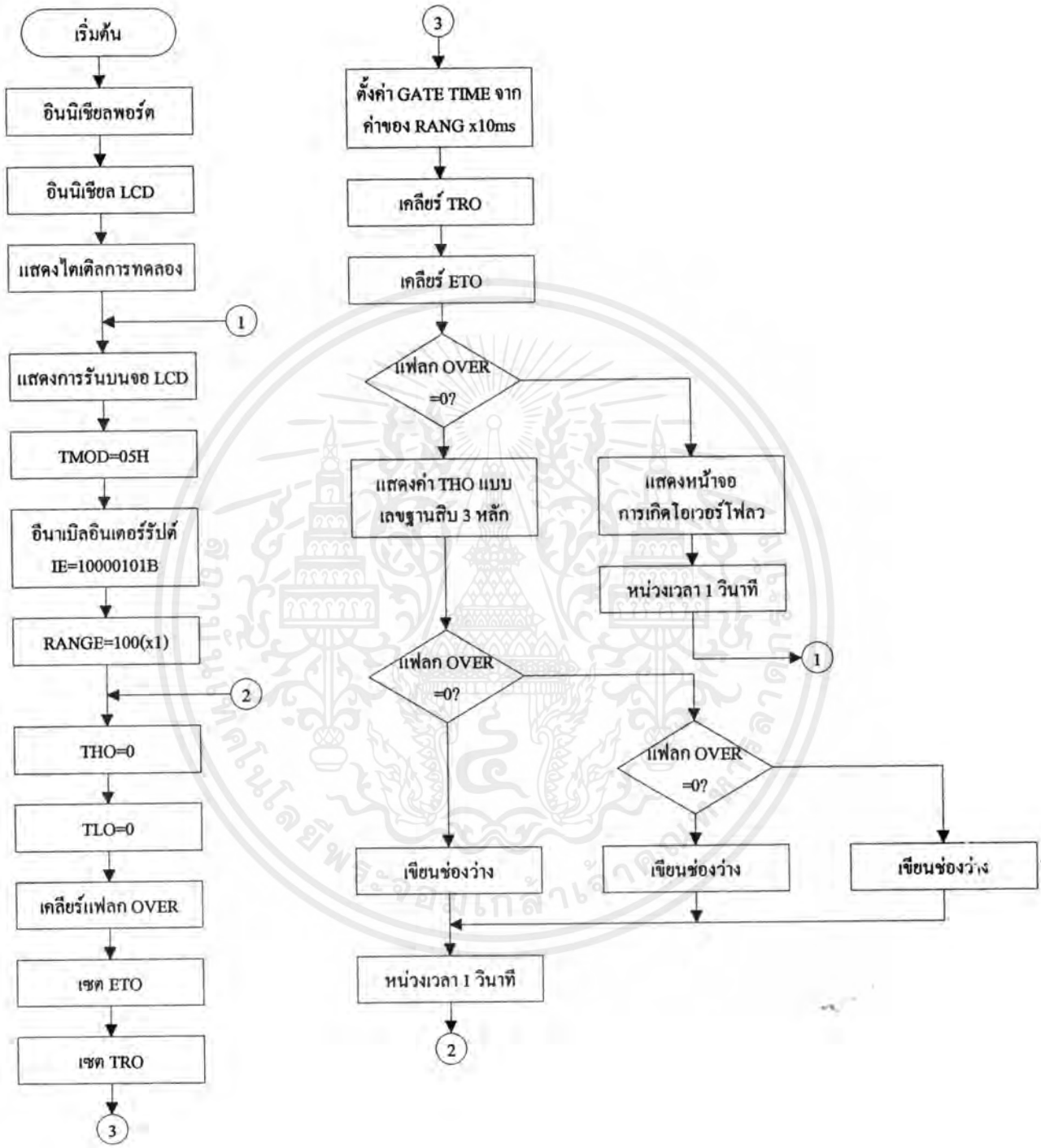
การแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวเปลือกบนจอ LCD ชนิด Module อินเตอร์เฟสกับ MCS-51 ที่ Port 0



รูปที่ 3-3 แสดงการเชื่อมต่อ LCD โมดูลกับ AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 โฟลวชาร์ตของโปรแกรมทดลองใช้งานเคาน์เตอร์



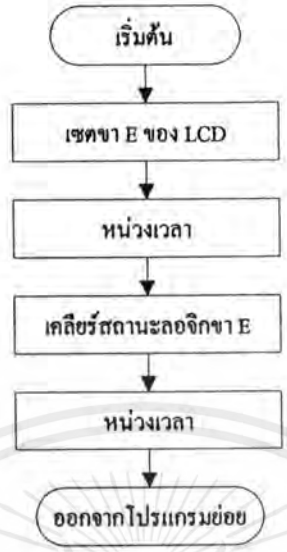
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 โฟลวชาร์ตโปรแกรมการทำงานโมดูล LCD

จังหวะในการทำงาน 1 รอบของโมดูล LCD จะเห็นได้ว่ามีโปรแกรมย่อยที่สำคัญอยู่ 3 โปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมอินนีเซีย LCD, โปรแกรมหน่วงเวลา และโปรแกรมย่อยการส่งพัลส์เพื่ออีนาเบิลโมดูล LCD

รูปที่ 3-4 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยการอินนิเซียลโมดูล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-5 โฟลวชาร์ตโปรแกรมย่อยส่งพัลส์อีนาเบิลให้แก่โมดูล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้เป็นการทดลองหาลักษณะของตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก และการทดลองวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ที่มีตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือกต่ออยู่ในวงจร

การทดลองที่ 4.1 ทดสอบหาลักษณะของตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือก

จุดประสงค์ เพื่อหาลักษณะของตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือกมีลักษณะทางไฟฟ้าเป็นจริง

การทดสอบคุณสมบัติของตัวประจุบรรจุข้าวเปลือกด้วย

HP 4194A Impedance/Gain – Phase Analyzer

ทดสอบคุณสมบัติของตัวประจุข้าวเปลือกด้วย HP 4194A โดยพิจารณาตัวประจุ(C_{rice}) เป็น Unknow แล้วทำการทดลองที่ความถี่ 100 Hz และ 100 KHz ผลการทดลองที่ได้คือ

- MKR 100 Hz

$|z| - \theta$

	MKR	100.000 Hz
	MAG	398.307 Ω
	PHASE	- 5.41723 deg
R – X		
	REAL	394.068 Ω
	IMAG	-37.1964 Ω
Ls – Rs		
	Ls	-61.8455 mH
	Rs	396.847 Ω
Ls – Q		
	Ls	-62.7541 mH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q 93.5124 m

Cs – Rs

Cs 41.0710 μf

Rs 397.735 Ω

Cs – Q

Cs 41.1330μf

Q 96.9801 m

Cs – D

Cs 40.0322μf

D 10.1137

• MKR 100 KHz

| z | - θ

MKR 100.000KHz

MAG 344.314 Ω

PHASE - 2.601191 deg

R – X

REAL 345.171Ω

IMAG -15.7178 Ω

Ls – Rs

Ls -25.09396μH

Rs 346.068 Ω

Ls – Q

Ls -25.1393 μH

Q 45.6810 m

Cs – Rs

Cs 100.251 nf

Rs 346.250 Ω

Cs – Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cs 99.5897nf

Q 46.0881 m

Cs – D

Cs 99.1821nf

D 21.6471

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองได้แสดงลักษณะของตัวประจุไฟฟ้าบรรจุข้าวเปลือกที่สร้างและออกแบบแผ่นเพลทมีความขนานกันจึงมีคุณสมบัติเป็น Capacitance เป็นจริง

ข้าวเปลือก คือ ไดอิเล็กตริกชนิดหนึ่งที่มีค่า ε แปรผันตามความชื้น

การทดลองที่ 4.2 วัดค่า Cs และ Rs ของ C rice เปรียบเทียบระหว่างข้าวเปลือกที่แห้ง และข้าวเปลือกที่มีน้ำผสมจำลองว่ามีความชื้นมาก

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาถึงความชื้นมีผลต่อค่าความจุทางไฟฟ้าของ C rice เป็นอย่างไร

วิธีการทดลอง

ต่อ 16047D TESTER FIXTURE เข้ากับ HP 4194A จากนั้นนำข้าวเปลือกที่แห้งใส่ลงไปใน C rice ให้เต็ม เลือกย่านความถี่ของ HP 4194A ตั้งแต่ 500 Hz ถึง 500 K Hz เลือกการแสดงค่าแบบ TABLE

ผลการทดลอง

N	FREQUENCY(Hz)	C_S	R_S
1	500	50.7084 PF	1.2095 M
2	10500	35.3999 PF	100.607 K
3	20500	31.7240 PF	52.1221 K
4	30500	29.9243 PF	33.6796 K
5	40500	28.8906 PF	24.4776 K
6	50500	28.1304 PF	18.2997 K
7	60500	27.6124 PF	14.6999 K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	70500	27.2130 PF	12.2486 K
9	80500	26.8294 PF	10.2819 K
10	90500	26.5400 PF	8.8773 K
11	100500	26.3380 PF	7.75365 K
12	110500	26.0394 PF	6.85542 K
13	120500	25.8114 PF	6.13560 K
14	130500	25.6106 PF	5.50026 K
15	140500	25.5490 PF	4.97806 K
16	150500	25.3478 PF	4.48200 K
17	160500	25.1527 PF	4.06178 K
18	170500	25.0734 PF	3.49600 K
19	180500	25.2221 PF	3.16610 K
20	190500	25.2103 PF	3.08759 K
21	200500	25.1176 PF	2.91844 K
22	300500	24.4927 PF	1.84184 K
23	400500	24.1802 PF	1.27968 K
24	500500	23.9867 PF	974.667 K

นำน้ำพรมลงบนข้าวเปลือกแล้วทำการวัดค่า Cs และ Rs อีกครั้ง

ผลการทดลอง

N	FREQUENCY(Hz)	C_s	R_s
1	500	22.2001μF	224.933
2	10500	2.51604μF	201.512
3	20500	1.47876μF	191.896
4	30500	1.02984μF	187.644
5	40500	749.123 nF	186.667
6	50500	601.914 nF	185.659
7	60500	505.266 nF	184.502

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	70500	433.906 nF	183.14
9	80500	440.222 nF	174.203
10	90500	401.902 nF	173.216
11	100500	368.675 nF	172.21
12	110500	340.222nF	171.232
13	120500	325.472 nF	170.18
14	130500	301.666 nF	168.841
15	140500	288.318 nF	168.239
16	150500	279.251 nF	167.372
17	160500	271.161 nF	165.876
18	170500	268.266 nF	164.82
19	180500	262.728 nF	164.269
20	190500	254.196 nF	163.207
21	200500	252.348 nF	162.411
22	300500	305.488 nF	155.657
23	400500	-688.973 nF	146.995
24	500500	-277.710 nF	145.045

สรุปผลการทดลอง

1. เมื่อพรมน้ำให้กับข้าวเปลือกเพื่อเป็นการจำลองความชื้น ค่า C s จะมีค่าเพิ่มขึ้น
2. ที่ความถี่ 400500 Hz ค่า C s มีค่าเป็นลบเกิดจากสายคีบที่ยาวเกินไปทำให้ HP4194มอง C rice เป็น Inductance (L s) ที่ความถี่สูงๆ
3. ทำการทดลองใหม่ ใช้สายที่ต่อจาก C rice ไปยัง TEST FIXTURE ให้สั้นที่สุดประมาณ 5 ซม. ค่าที่ติดลบจะไม่เกิดขึ้น

การทดลองที่ 4.3 ความถี่ที่สัมพันธ์กับความชื้นของข้าวเปลือก

จุดประสงค์ เพื่อหาย่านความถี่ที่เหมาะสมในการสร้างวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

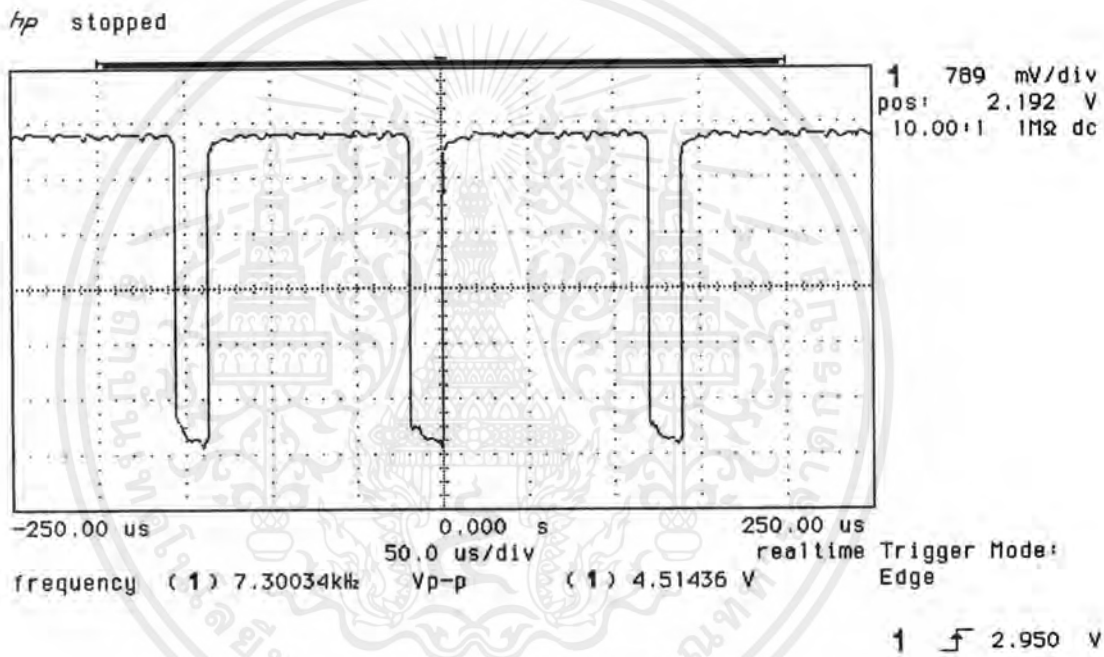
วิธีการทดลอง

1.ต่อวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์

2.วัดรูปสัญญาณด้วย HP OSCILLOSCOPE

ผลการทดลอง

1. รูปสัญญาณที่ได้จากข้าวเปลือกที่แห้งมีความถี่เท่ากับ 35.74015 KHz
2. รูปสัญญาณที่ได้จากข้าวเปลือกที่พรมน้ำ(จำลองความชื้น)มีความถี่เท่ากับ 7.30034 KHz



สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นกับความถี่ที่เกิดจาก C rice คือ ที่ความถี่ต่ำความชื้นสูง ที่ความถี่สูง ความชื้นต่ำ นั่นคือจะได้กราฟลักษณะไฮเปอร์โบลา ย่านความถี่ใช้งานตั้งแต่ 7 KHz ถึง 35 KHz นำไปออกแบบวงจรอะสเตเบิลที่เหมาะสมกับการใช้งานตลอดย่านวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์

เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกที่มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 มาทำการประมวลผลหาค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้น สามารถลดขั้นตอนการชดเชยค่าอุณหภูมิข้าวเปลือกตามตาราง EMC ได้ เพราะในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตรวจจับอุณหภูมิมีการพัฒนาคุณสมบัติการทำงานมีความเป็นลิเนียร์มากขึ้นซึ่งDS1820 คืออุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิที่โครงงานนี้ได้นำมาตรวจจับอุณหภูมิของข้าวเปลือกแทนเทอร์โมมิเตอร์ แล้วทำการส่งค่าที่วัดได้ให้ 89C51 ทำการประมวลผล

ในส่วนของวงจรอะสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ ที่ทำการวัดค่าความจุทางไฟฟ้าของข้าวเปลือกจะทำงานร่วมกับ 89C51 ด้วยความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ที่ได้จากค่า Capacitance ของ Crice กับเปอร์เซ็นต์ความชื้น (% MC) ความสามารถของวงจรให้สัญญาณรูปสี่เหลี่ยมที่กำหนดค่า Duty Cycle ได้ ทำให้การนับความถี่โดยเคาน์เตอร์ของ 89C51 สะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

ตัวประจุไฟฟ้าข้าวเปลือก(C rice) จะใช้โลหะขัดมัน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างจะต้องทำให้โลหะทั้งสองแผ่นมีขนาดที่เท่ากันและขนานกัน

แนวทางการพัฒนาและปรับปรุงต่อไป ผู้จัดทำโครงงานมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลทำงานร่วมกับวงจร ADC แล้วอินเตอร์เฟสกับ 89C51จะทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้

2. นำทฤษฎี FUZZY LOGIC มาประมวลผลความสัมพันธ์ระหว่างค่า Capacitance ของข้าวเปลือก กับ เปอร์เซ็นต์ความชื้น ก็จะทำให้ค่า %MC มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. การทำงานของโครงงานนี้ ที่ 89C51 มีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 Kbyte ไม่เพียงพอต่อการทำ Floating Point จึงควรมีการขยายหน่วยความจำโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. M.J. Lewis,Physical Properties of Foods and Food Processing System,Ellis Horwood Ltd.,Chichester(England),1987

2. Donald B. Brooker,Fred W. Bakker-Arkema,Drying and Storage of Grains and Oilseeds,An AVI Book,1992

3. รศ.สิทธิชัย โภไคยอุดม,เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก,บทความทางวิชาการ พ.ศ.2523

4. รศ.สิทธิชัย โภไคยอุดม,รศ.โกศล เพชร์สุวรรณ์, เครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือก,อิเลคทรอนิกส์ เวิลด์ ,ฉบับที่ 66 เมษายน พ.ศ.2525

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

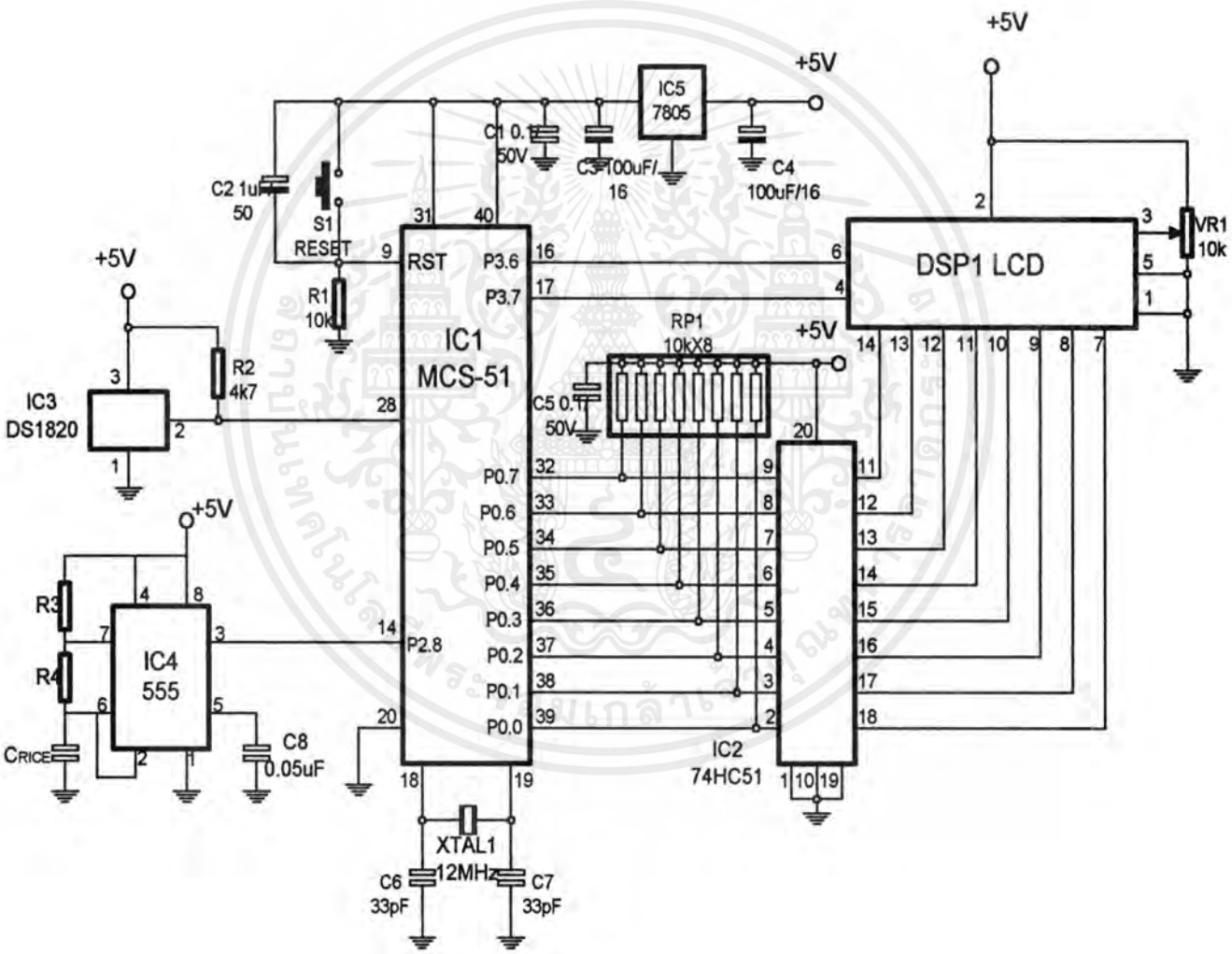
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

รายละเอียดของวงจร

1. รูปวงจรเครื่องวัดความชื้นข้าวเปลือกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

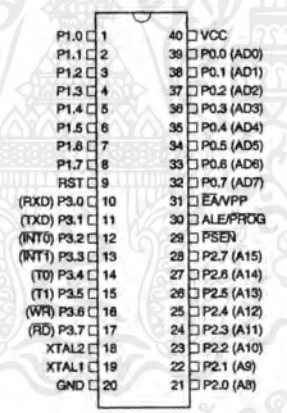
- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

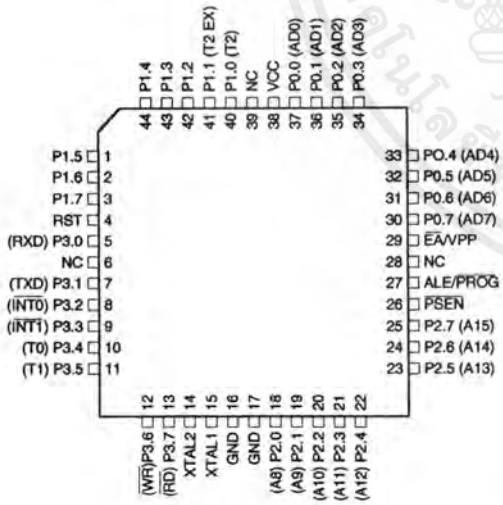
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations

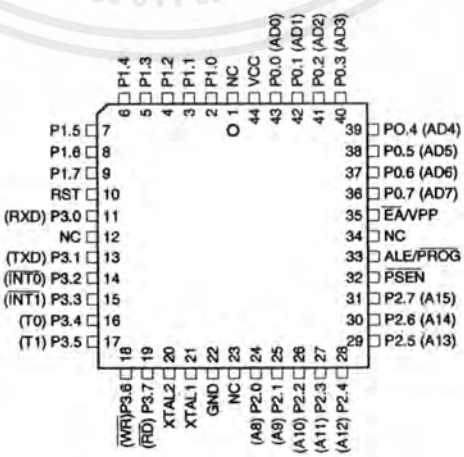
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



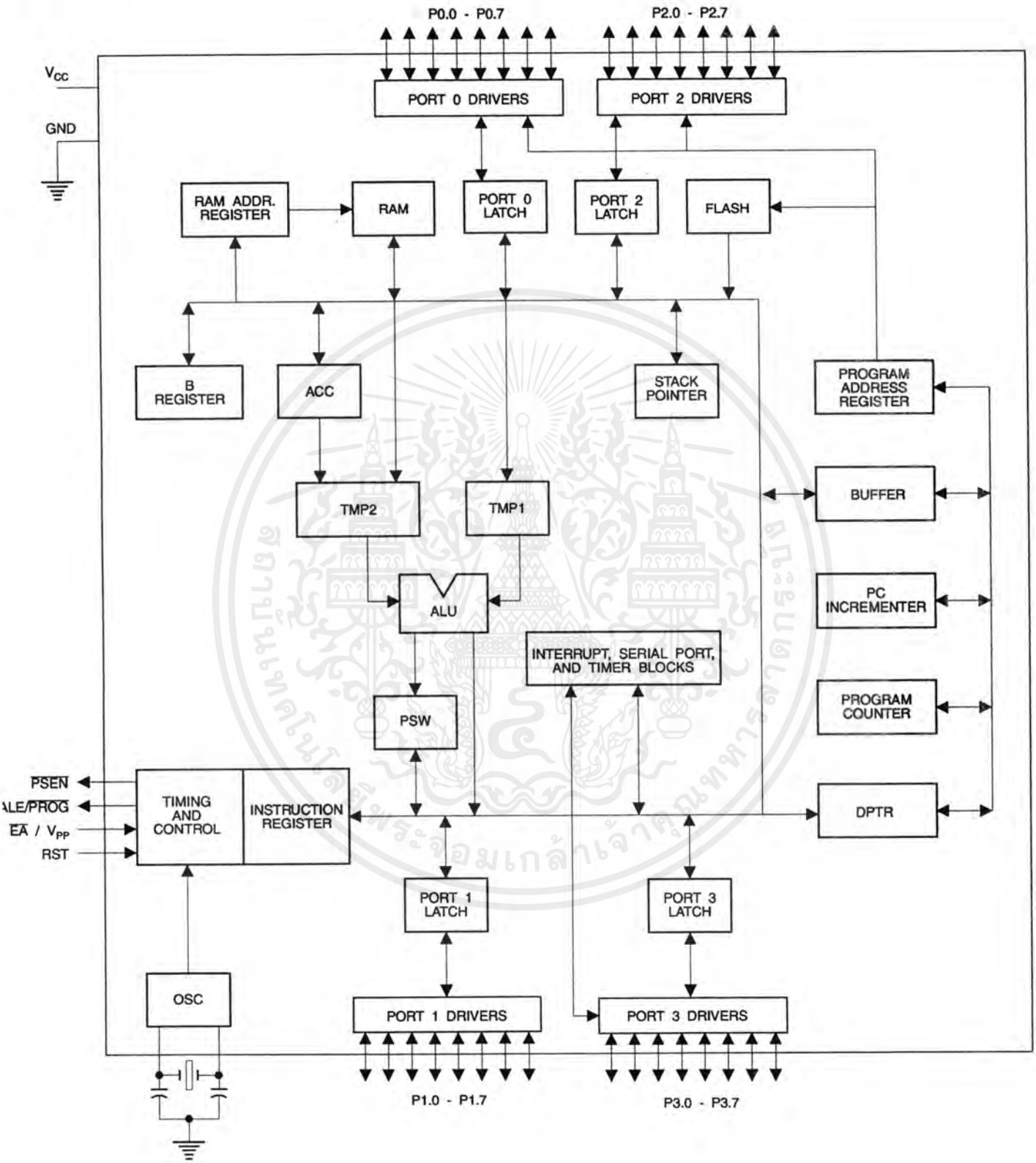
8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

Rev. 0265G–02/00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

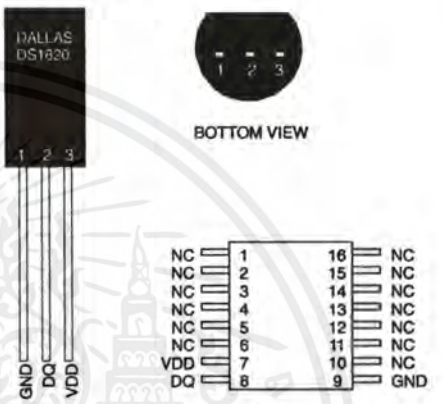
DALLAS SEMICONDUCTOR

DS1820
1–Wire™ Digital Thermometer

FEATURES

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

PIN ASSIGNMENT



DS1820
PR35 PACKAGE
See Mech. Drawings Section

DS1820S
16–PIN SSOP
See Mech. Drawings Section

PIN DESCRIPTION

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

DESCRIPTION

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED PIN DESCRIPTION

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

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

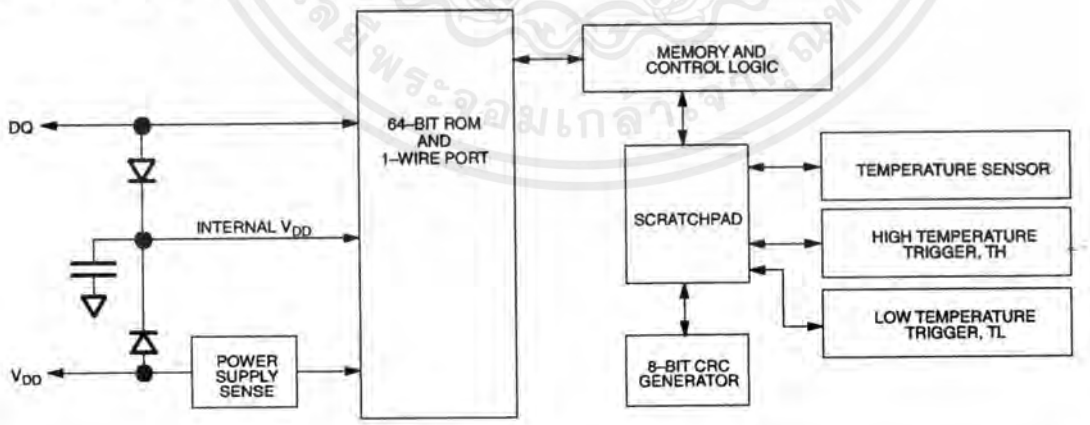
OVERVIEW

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

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

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

DS1820 BLOCK DIAGRAM Figure 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DMC161C

• Display Format(16character ×1line) • Display Fonts(5×8dots) • Driving Method(1/8D)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

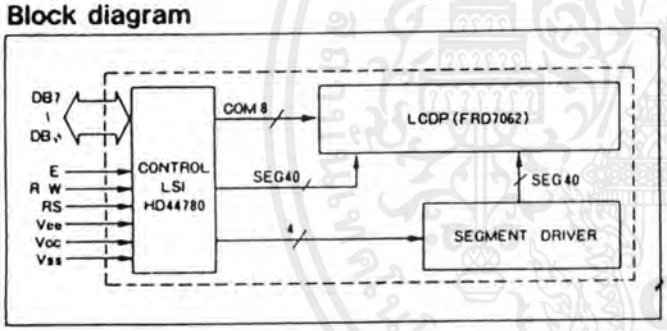
Item	Symbol	Test Condition	Standard Value			Unit
			min.	typ.	max.	
Power Supply Voltage for Logic	Vcc~Vss	—	0	—	7	V
Power Supply Voltage for LCD Drive	Vcc~Vee	—	0	—	13.5	V
Input Voltage	Vi	—	Vss	—	Vcc	V
Operating Temperature	Ta	—	0	—	+50	℃
Storage Temperature	Tstg	—	−20		+70	℃

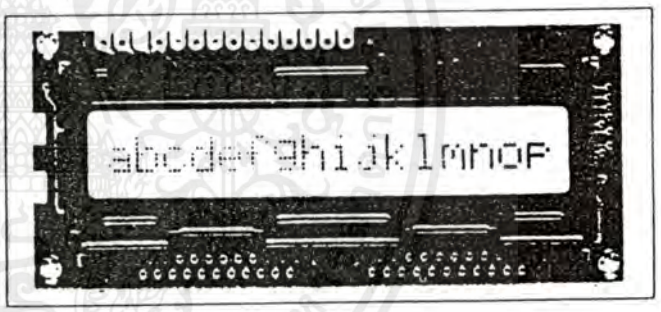
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Item	Symbol	Test Condition	Standard Value			Unit
			min.	typ.	max.	
Input "High" Voltage	V_{IH}		2.2		Vcc	V
Input "Low" Voltage	V_{IL}		−0.3		0.6	V
Output "High" Voltage	V_{OH}	$-I_{OH}$=0.205mA	2.4			V
Output "Low" Voltage	V_{OL}	I_{OH}=1.2mA			0.4	V
Power Supply Current	Icc	Vcc=5.0V		0.5	2.0	mA

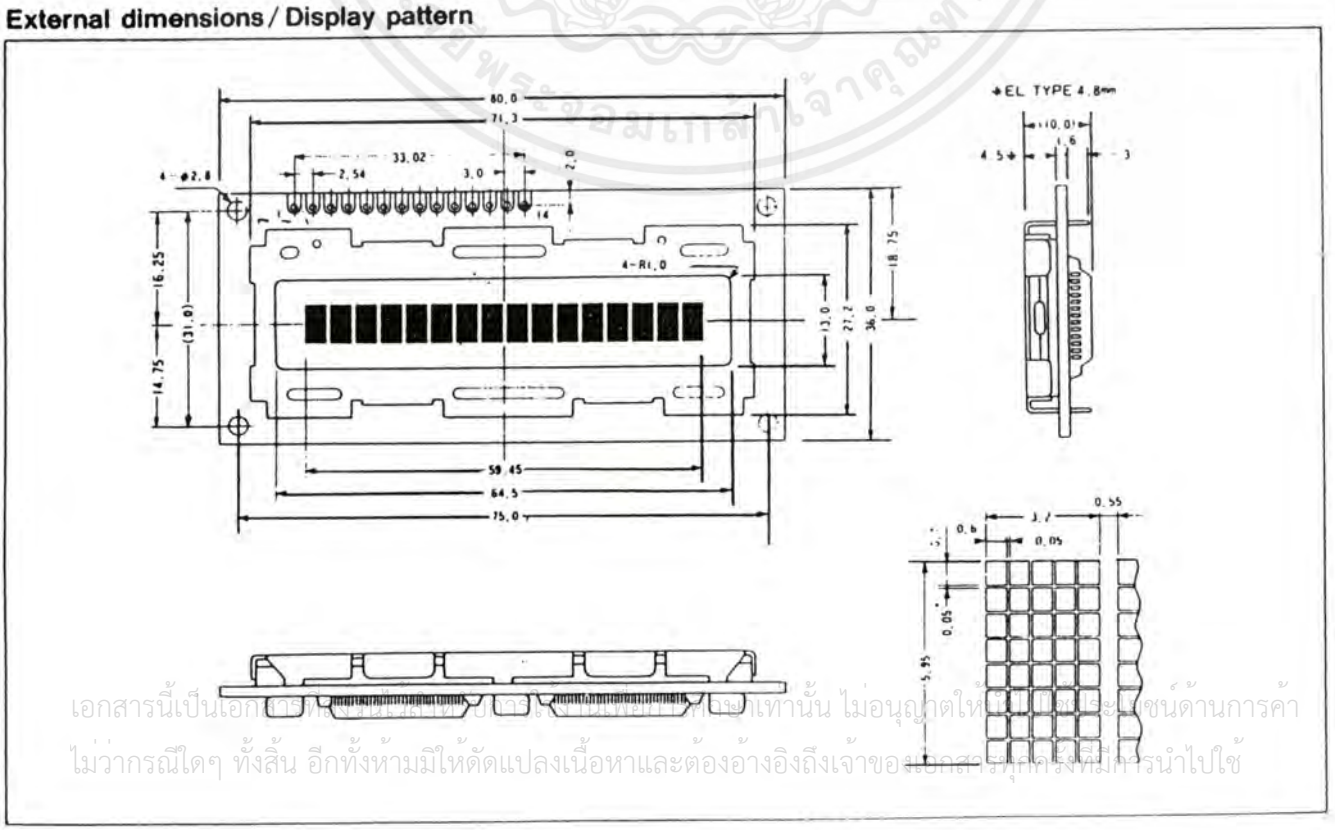
*Vcc=5.0V ± 5%, Ta=25°C

Block diagram



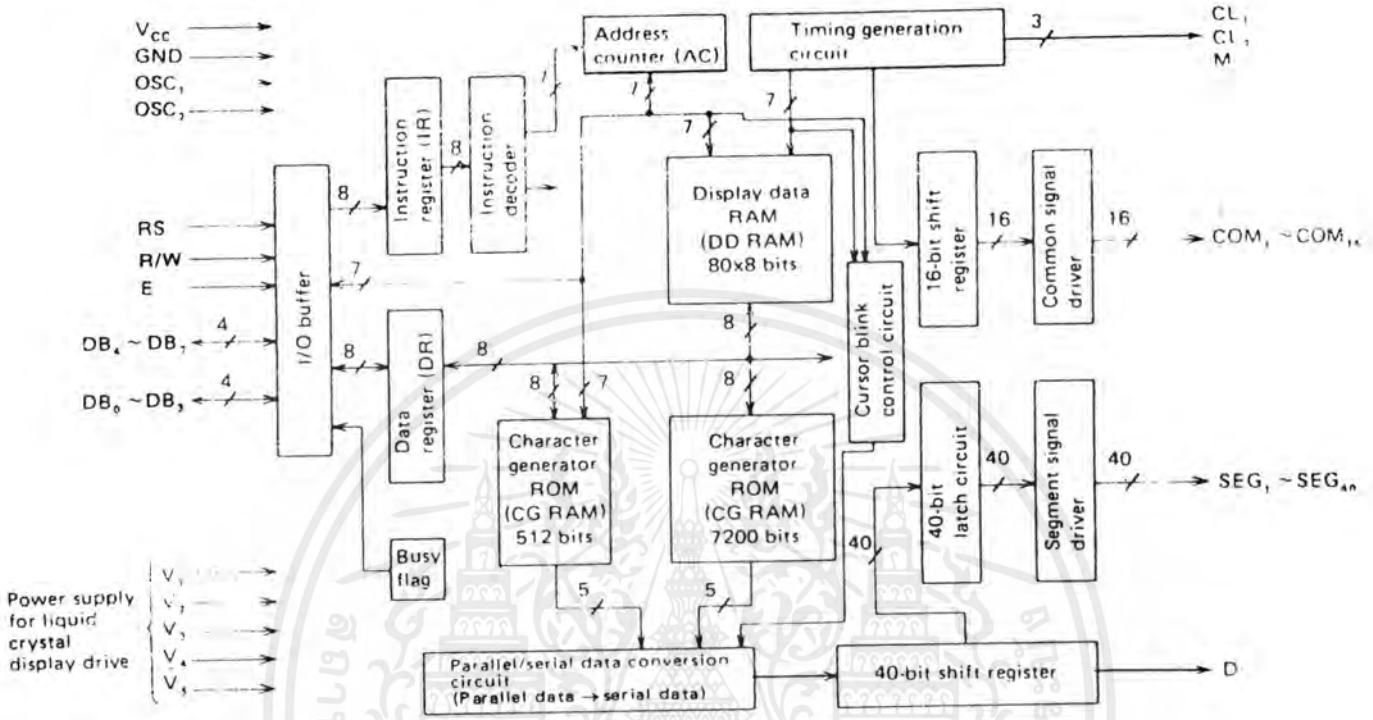


External dimensions / Display pattern

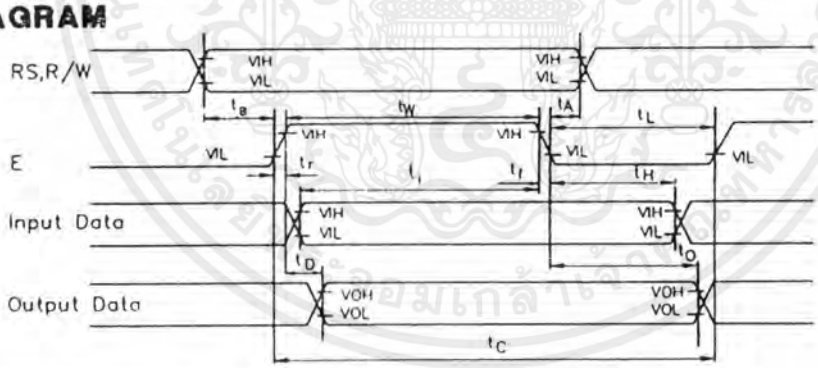


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block diagram of HD44780 interior



TIMING DIAGRAM



TIMING CHARACTERISTICS FOR ALL COMPATIBLE CONTROLLER CHIPS.

PARAMETERS \ CONTROLLERS CHIPS		SAMSUNG KS0066	HITACHI HD44780	SANYO LC7985NA	EPSON SED1278	OKI MSM6222	RECOMMENDED TIMING	UNIT
Enable Cycle Time	tC (min)	1000	1000	1000	500	667	1000	nS
Enable Pulse Width High Level	tW (min)	450	450	450	220	280	450	nS
Enable Pulse Width Low Level	tL (min)	450	450	450	220	280	450	nS
E Raise Time	tr (max)	25	25	25	25	25	25	nS
E Fall Time	tf (max)	25	25	25	25	25	25	nS
Set-up Time	tB (min)	140	140	140	40	140	140	nS
Data Set-up Time	tI (min)	195	195	195	60	180	195	nS
Data Delay Time	tD (max)	320	320	320	120	220	320	nS
Address Hold Time	tA (max)	10	10	10	10	10	10	nS
Hold Time Input Data	tH (min)	10	10	10	10	10	10	nS
Hold Time Output Data	tO (min)	20	20	20	20	20	20	nS

NOTE :

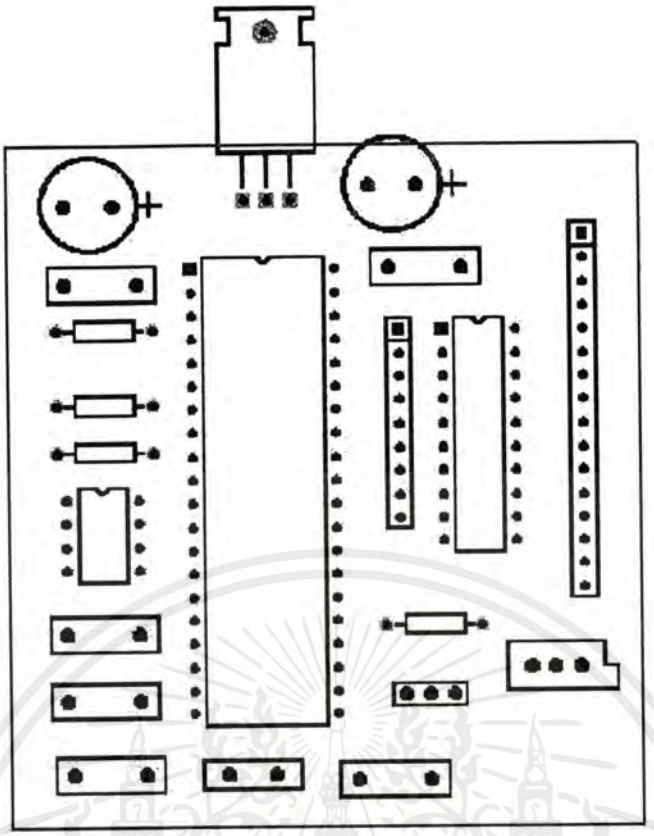
1. INITIALIZATON BY POWER ON RESET INVOLVES MANY UNSTABLE FACTORS CAUSED BY POWER SUPPLY FLUCTUATIONS. THEREFORE, INITIALISING BY INSTRUCTIONS IS STRONGLY RECOMMEDED.
2. MODULE INITIALIZATON DOES NOT AFFECT BY USING HD44100, OR KS0065, OR LC7930, OR MSM5259, OR MSM5839, OR MSM5260 DRIVER CHIPS.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

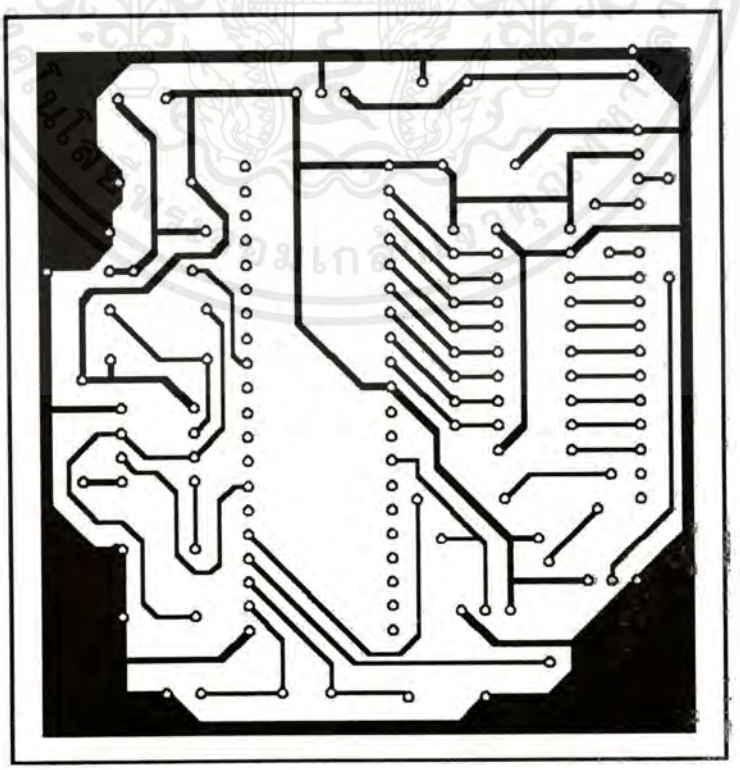
ตาราง EMC Equilibrium Moisture Content of Grains and Seeds (% wet basis)

ชนิดพืช	เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์													
	10	15	20	30	45	55	60	65	70	75	80	85	90	100
กระเจี๊ยบเขียว	3.0	----	7.2	8.3	10.0	----	11.2	12.0	----	13.4	15.0	----	----	----
กะหล่ำปลี	3.2	----	4.6	5.4	6.4	----	7.6	----	----	11.2	----	----	----	----
ข้าว	----	6.8	----	9.0	10.7	----	12.6	----	----	14.4	16.0	----	18.1	23.6
ข้าวโพดไร่	----	6.5	----	8.4	10.5	----	12.9	13.0	----	14.8	15.0	----	19.0	24.2
ข้าวโพดคั่ว	----	6.8	----	8.5	9.8	----	12.2	----	----	13.6	----	----	18.3	23.0
ข้าวโพดหวาน	3.8	----	5.8	7.0	9.0	----	10.6	11.0	----	12.8	14.0	----	----	----
ข้าวฟ่าง	----	6.4	----	8.6	10.5	----	12.0	13.0	----	15.2	----	----	18.8	21.9
ข้าวบาเรย์	----	6.0	----	8.4	10.0	----	12.1	----	----	14.4	----	----	19.5	26.8
ข้าวไรย์	----	7.0	----	8.7	10.6	----	12.2	13.0	----	14.8	----	----	20.6	26.7
ข้าวสาลี(ขาว)	----	6.7	----	8.6	9.9	----	11.8	----	----	15.0	----	----	19.7	26.3
ข้าวสาลี(คูลัม)	----	6.6	----	8.5	10.0	----	11.5	----	----	14.1	----	----	19.3	26.6
ข้าวโอตส์	----	5.7	----	8.0	9.6	----	11.8	----	----	13.8	----	----	18.5	24.1
ขิ้นไฉ่	5.8	----	7.0	7.8	9.0	----	10.4	11.0	----	12.4	14.0	----	----	----
แครอท	4.5	----	5.9	6.8	7.9	----	9.2	10.0	----	11.6	13.0	----	----	----
แตง	2.6	----	4.3	5.6	7.1	----	8.4	8.5	----	10.1	10.4	----	----	----
แตงไม	3.0	----	4.8	6.1	7.6	----	8.8	9.0	----	10.4	11.0	----	----	----
ถั่วแขก	3.0	----	4.8	6.8	9.4	----	12.0	----	----	15.0	16.0	----	----	----
ถั่วปากอ้า	4.2	----	5.8	7.2	9.3	----	11.0	----	----	14.5	----	----	----	----
ถั่วพี	5.4	----	7.3	8.6	10.1	----	11.9	12.0	----	15.0	----	----	----	----
ถั่วลิสง	----	2.6	----	4.2	5.6	----	7.2	----	----	9.8	----	----	13.0	----
ถั่วเหลือง	----	4.3	----	6.5	7.4	----	9.3	11.0	----	13.1	16.0	----	18.8	----
ทานตะวัน	----	----	----	5.1	6.5	----	8.0	----	----	10.0	----	----	15.0	----
ป่าน	----	4.4	----	5.6	6.3	----	7.9	9.0	----	10.0	12.0	----	15.2	21.4
ผักกาดขาว	2.4	----	3.4	4.6	6.3	----	7.8	----	----	9.4	----	----	----	----
ผักกาดหอม	2.8	----	4.2	5.1	5.9	----	7.1	----	----	9.6	10.0	----	----	----
ฝ้าย	2.0	----	4.5	6.0	7.3	8.8	9.1	----	10.2	----	13.2	----	18.0	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตำแหน่งการวางตัวอุปกรณ์



ลายเส้นทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้