

สำนักหอสมุด

เครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง

ICE CRYSTAL MAKER MACHINE

นายชยพล บรรจง รหัส 55363865
นายดกภัยดิพงษ์ คำเขียว รหัส 55364244
นายสุกฤษฎี บุญญาวัฒน์ฤกษ์ รหัส 55364343

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน..... 20 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน..... 151149339
เลขเรียกหนังสือ.....

ป/ร
๕189๓
๒๕๕๘

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2558



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ	เครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	
ผู้ดำเนินโครงการ	นายชยพล บรรจง	รหัส 55363865
	นายลัทธิพิงษ์ คำเขียว	รหัส 55364053
	นายสุกฤษฎี บุญญาวัฒน์ฤกษ์	รหัส 55364343
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร.สรารุณี วัฒนวงศ์พิทักษ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2558	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(ดร.สรารุณี วัฒนวงศ์พิทักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ
(ดร.ปิยนัย ภาชนะพรรณ)

ชื่อหัวข้อโครงการงาน	เครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง
ผู้ดำเนินโครงการงาน	นายชยพล บรรจง รหัส 55363865 นายลัทธ์ติพงษ์ คำเขียว รหัส 55364244 นายสุกฤษฎี บุญญาวัฒนฤกษ์ รหัส 55364343
ที่ปรึกษาโครงการงาน	ดร.สรวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์อาคูโน ซึ่งเครื่องนี้สามารถกวนได้อย่างอัตโนมัติ ตั้งค่าเริ่มต้นของอุณหภูมิสารละลายได้และสามารถตั้งเวลาที่ใช้ในการกวนสารละลายซึ่งประกอบด้วย น้ำ ก้อนน้ำแข็งบดและเกลือสมุทร ยิ่งไปกว่านั้น เครื่องนี้มีหลอดแอลอีดีและบัสเซอร์ที่ใช้ในการแสดงสถานะการทำงานของเครื่องและแจ้งเตือนเมื่อเครื่องได้ทำงานเสร็จสิ้นได้ โดยหลักการของการทำเกลือค้ำน้ำแข็งนั้นจะมีพื้นฐานมาจากสมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative Property) หรือเป็นการลดลงของอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง โดยการเติมตัวทำละลาย (Solute) เช่น ก้อนน้ำแข็งบด ลงในตัวถูกละลาย (Solvent) เช่น เกลือสมุทร จะได้สารละลายที่มีจุดเยือกแข็งต่ำลงซึ่งขึ้นอยู่กับสัดส่วนของเกลือที่เติมเข้าไป ด้วยเหตุนี้ เครื่องค้ำน้ำแข็งในสารละลายก็จะมีค่าความเย็นจัดต่ำกว่าจุดเยือกแข็งหลายองศาเซลเซียส โดยที่ไม่เกิดการแข็งตัวจากการทดลอง ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งคอลลิเกทีฟ สามารถทำให้อุณหภูมิจึงของสารละลายมีอุณหภูมิลดลงต่ำถึง -5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังพบว่า สัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างเกลือกับน้ำแข็งจะมีสัดส่วนอยู่ที่ 1 ต่อ 2 ซึ่งสัดส่วนนี้จะให้ต้นทุนที่ประหยัดที่สุดในการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในเครื่องค้ำ

Project title Ice Crystal Maker Machine
Name Mr. Chayaphon Banchong ID. 55363865
Mr. Luktipong Kumkeow ID. 55364244
Mr. Sukit Boonyawattanalerk ID. 55364343
Project adviser Dr. Sarawut Wattanawongpitak
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2015

Abstract

This thesis presents the ice crystal maker machine controlled by Arduino microcontroller. This machine can automatically stir, initial setting of the solution's temperature and can set the timer for stirring the solution: water, crushed ice, and salt. Moreover, this machine also has the led indicators and buzzer for displaying the operation status and alarming when operation has finished. The principle to make ice crystals is based on colligative property or freezing point depression by adding a solute, such as a crushed ice, in a solvent, such as salt. The mixed solution will depress the freezing point in proportion to how much salt is added. Consequently, the soft drink can be supercooled to many degrees below the freezing point without actually freezing. From the experimental results, beyond colligative freezing point, the temperature of the mixed solution can be reduced below $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Furthermore, It can be found that the appropriate mixture ratio of salt and crushed ice is 1:2. This ratio is the most economical ratio for producing ice crystals in a soft drink.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบิดามารดาซึ่งมีส่วนช่วยในด้านกำลังใจและส่วนช่วยในด้านกำลังใจที่ทำให้ฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ให้ผ่านไปได้อย่างราบรื่น

ขอขอบพระคุณ ดร.สราวุฒ วัฒนวงศ์พิทักษ์ สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง รวมถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ รวมถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแบตเตอรี่ ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.ปิยนัย ภาชนะพรรณ สำหรับคำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง รวมถึงข้อมูลและทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งได้นำมาประกอบในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายที่สุด ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณผู้ที่มีพระคุณที่ไม่ได้กล่าวถึงทุกท่าน ที่ต่างมีส่วนร่วมในการชี้แนะ ให้ข้อมูลและให้ความรู้เกี่ยวกับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงออกมาตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการมา ณ ที่นี้ด้วย

นายชยพล บรรจง

นายถัณฑ์ติพงษ์ คำเขียว

นายสุกฤษฎี บุญญาวัฒนฤกษ์

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สมบัติคอลลิกทีฟ.....	4
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	5
2.3 รีเลย์.....	10
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	12
2.5 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี.....	15
2.6 บัสเซอร์.....	20
2.7 ตัวรับรู้อุณหภูมิ.....	20
2.8 แบตเตอรี่.....	22
2.9 แผงวงจรทอนระดับแรงดัน KIS3R33S.....	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3	ขั้นตอนในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	
3.1	การออกแบบส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	28
3.2	การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	29
3.3	การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	31
3.4	การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	33
3.5	การจัดหาอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์	41
3.6	การสร้างเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	42
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
4.1	การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของเกลือ น้ำแข็ง และน้ำเปล่า	44
4.2	การทดลองปริมาณส่วนผสมและระยะเวลาการทำเกลือน้ำแข็งในเครื่องต้ม	46
4.3	ตารางสรุปผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม	57
4.4	การทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์	58
บทที่ 5	สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการดำเนินงาน	61
5.2	ปัญหาและอุปสรรคในการจัดทำโครงงาน	62
5.3	ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงาน	62
	เอกสารอ้างอิง	63
	ภาคผนวก ก รายละเอียดของ ATMEGA328	65
	ภาคผนวก ข รายละเอียดของ DS18B20	72
	ภาคผนวก ค รายละเอียดข้อมูลของแบตเตอรี่ NS12-5	77
	ภาคผนวก ง โปรแกรมการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	80
	ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	88
	ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ฟังก์ชันการทำงานในแต่ละขาของแอลซีดี.....17
2.2	สัญลักษณ์ขาของไอพูซี.....18
2.3	ข้อดีและข้อเสียของเบตเตอรี่ตะกั่วกรด.....25
4.1	ผลการทดลองอัตราส่วนเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบด.....45
4.2	ผลการทดลองปริมาณน้ำเปล่าส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ.....45
4.3	ประเภทเครื่องดื่มกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4.....47
4.4	การทดลองผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเบียร์ลีโอ ขนาด 630 มิลลิลิตร.....49
4.5	การทดลองผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเบียร์ช้าง ขนาด 320 มิลลิลิตร.....51
4.6	การทดลองผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเพนต้าฟาจิบ 250 มิลลิลิตร.....53
4.7	การทดลองผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร.....55
4.8	ตารางสรุปผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการทำงานของเครื่อง ผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม.....58

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	เปลือกหรือโครงของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง6
2.2	ขั้วแม่เหล็กที่สร้างจากการพันขดลวด6
2.3	โรเตอร์.....6
2.4	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.....8
2.5	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน8
2.6	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม ขนานสั้น9
2.7	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม ขนานยาว.....9
2.8	หลักการการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง10
2.9	สัญลักษณ์ภายใน โครงสร้างของรีเลย์10
2.10	สภาวะการทำงานของรีเลย์11
2.11	แผงวงจรรีเลย์ ควบคุมเปิด/ปิด รีเลย์ได้ 2 ช่อง ใช้ไฟฟ้า 5 โวลต์12
2.12	ตำแหน่งขาของ ATmega32815
2.13	หลักการการทำงานของแอลซีดี16
2.14	หน้าจอแสดงผลแอลซีดี.....16
2.15	ไอพูซี18
2.16	การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแอลซีดี19
2.17	การเชื่อมต่อระหว่างไอพูซีกับแอลซีดี19
2.18	บัสเซอร์20
2.19	ตัวรับรู้อุณหภูมิใช้ไอซีหมายเลข DS18B20 แบบกันน้ำได้.....21
2.20	องค์ประกอบพื้นฐาน และหลักการการทำงานของเบตเตอรี่.....22
2.21	โครงสร้างของเซลล์แบบตะกั่วกรด แผ่นขั้วลบและขั้วบวกจะวางสลับกัน23
2.22	เบตเตอรี่แบบปิดผนึกที่มีวาล์วระบายความดันหรือวอร์แอลเอ26
2.23	เบตเตอรี่แบบปิดผนึกหรือเอสแอลเอ27
2.24	แผงวงจรทอนระดับแรงดัน27
3.1	ส่วนประกอบและหลักการการทำงานของเครื่องผลิตแก๊สน้ำแข็ง28
3.2	แผนผังขั้นตอนการทำงาน30
3.3	การออกแบบตัวถังใส่เครื่องคิมและการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ31

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4	ภาพการออกแบบแบนทวน.....32
3.5	ภาพตัวถังสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและแผงสวิทช์ควบคุม.....32
3.6	ภาพตัวถังใส่เครื่องต้มเมื่อปิดฝาถัง.....32
3.7	การเชื่อมต่อวงจรของหน้าจอแสดงผลแอลซีดีกับแผงวงจรอาดูโน่.....33
3.8	การเชื่อมต่อวงจรของบัสเซอร์กับแผงวงจรอาดูโน่.....34
3.9	การเชื่อมต่อวงจรของตัวรับรู้อุณหภูมิกับแผงวงจรอาดูโน่.....35
3.10	การเชื่อมต่อวงจรของรีเลย์กับแผงวงจรอาดูโน่.....36
3.11	การเชื่อมต่อวงจรของไฟสถานะกับแผงวงจรอาดูโน่.....37
3.12	การเชื่อมต่อวงจรของสวิทช์ควบคุมกับแผงวงจรอาดูโน่.....38
3.13	การเชื่อมต่อวงจรของแผงวงจรทอนระดับแรงดันกับแผงวงจรอาดูโน่.....39
3.14	การเชื่อมต่อวงจรรวมของเครื่องผลิตเกลือคั้นน้ำแข็ง.....40
3.15	ภาพตัวถังและภายใน.....42
3.16	ภาพแบนทวน.....42
3.17	ภาพแผงสวิทช์ควบคุม.....43
3.18	เครื่องผลิตเกลือคั้นน้ำแข็ง.....43
4.1	กราฟแสดงการเพิ่มปริมาณน้ำเปล่าส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ.....46
4.2	ปริมาณเกลือคั้นน้ำแข็งในขวดที่เวลา 13 14 และ 15 นาที ตามลำดับ.....50
4.3	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกลือคั้นน้ำแข็ง ของเบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร.....50
4.4	ปริมาณเกลือคั้นน้ำแข็งในขวดที่เวลา 11 และ 12 นาที ตามลำดับ.....52
4.5	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกลือคั้นน้ำแข็ง ของเบียร์ซ้าง 320 มิลลิลิตร.....52
4.6	ปริมาณเกลือคั้นน้ำแข็งในขวดที่เวลา 10 นาที.....54
4.7	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกลือคั้นน้ำแข็ง ของแฟนต้าฟ้าจิบ 250 มิลลิลิตร.....54
4.8	ปริมาณเกลือคั้นน้ำแข็งในขวดที่เวลา 15 นาที.....56
4.9	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกลือคั้นน้ำแข็ง ของเป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร.....56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10	กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 12 โวลต์.....59
4.11	กราฟการคายประจุของแบตเตอรี่ NS12-5.....59
4.12	กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์60



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากผู้คนส่วนมากนิยมสังสรรค์กันในช่วงเทศกาลต่างๆหรือตามโอกาสพิเศษด้วยการดื่มเครื่องดื่มเย็นๆและนอกจากเครื่องดื่มที่เย็นแล้วหากเย็นจัดจนมีสภาพเป็นเกล็ดน้ำแข็งแล้วจะมีรสชาติสัมผัสที่พิเศษกว่าเครื่องดื่มที่เย็นเพียงอย่างเดียว ซึ่งการที่เครื่องดื่มจะกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็งได้นั้นต้องแช่อยู่ในอุณหภูมิที่ต่ำมาก ๆ ต้องใช้ระยะเวลาในการทำเครื่องดื่มเกล็ดน้ำแข็งนานและยากต่อการหาซื้อมาดื่ม เมื่อออกนอกสถานที่แล้วยิ่งทำได้ยากยิ่งกว่า ดังนั้นโครงการนี้จึงสนใจที่จะศึกษาและสร้างเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง ในการผลิตเกล็ดน้ำแข็งในเครื่องดื่มประเภทเบียร์และน้ำอัดลมได้ อีกทั้งใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงจากแบตเตอรี่ที่ติดอยู่กับตัวเครื่อง สามารถนำไปใช้งานได้ทุกสถานที่ตามต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

สร้างเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งในเครื่องดื่มประเภทเบียร์และน้ำอัดลมได้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1) เครื่องสามารถผลิตเกล็ดน้ำแข็งได้ครั้งละ 1 ขวด สำหรับเครื่องดื่มประเภทต่าง ๆ ดังนี้
 - กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้แก่ เบียร์ขวดขนาดระหว่าง 500 ถึง 630 มิลลิลิตร
 - กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้แก่ เบียร์ขวดขนาดระหว่าง 320 ถึง 330 มิลลิลิตร
 - กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ได้แก่ น้ำอัดลมขวดแก้วฝาจีบขนาด 250 มิลลิลิตร
 - กลุ่มตัวอย่างที่ 4 ได้แก่ น้ำอัดลมขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร
- 2) เครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งสามารถใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์และไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์
- 3) เครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งแสดงเวลาในการทำงานและอุณหภูมิภายในตัวถังเป็นตัวเลขบนหน้าจอแสดงผลแอลซีดี
- 4) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2558					พ.ศ. 2559				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1) ออกแบบโครงสร้างและการทำงานของระบบ										
2) สร้างเครื่องผลิตเกลือ น้ำแข็ง										
3) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตเกลือ น้ำแข็ง										
4) ทดสอบการทำงานและปรับปรุงชิ้นงาน										
5) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญาานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องผลิตเกลือ น้ำแข็งที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเพิ่มความสะดวกและรวดเร็วในการผลิตเกลือ น้ำแข็งในเครื่องต้มเบียร์และน้ำอัดลมได้ ตอบสนองกลุ่มคนที่ชื่นชอบเครื่องต้มเกลือ น้ำแข็ง โดยสามารถทำได้ง่ายๆด้วยตนเองที่บ้านหรือนอกสถานที่

1.6 งบประมาณ

1) ถังสแตนเลส	2,000 บาท
2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	850 บาท
3) แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	750 บาท
4) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	600 บาท
5) แบตเตอรี่	300 บาท
6) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญาบัตร	800 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (ห้าพันสามร้อยบาทถ้วน)	<u>5,300 บาท</u>

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะรวบรวมหลักการทํางาน และทฤษฎีขององค์ประกอบที่มีความจําเป็นต่อการทำงานของเครื่องผลิตเกลือคํ้าแข็ง เนื่องจากในโครงการนี้ได้มีการใช้สมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายซึ่งเป็นกระบวนการของการทำเครื่องคํ้าเกลือคํ้าแข็งและอุปกรณ์หลายประเภทที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันและทํางานร่วมกัน ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ของอาดูโน่ ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมการทํางานของอุปกรณ์ ใช้รีเลย์ในการตัดต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อขับเคลื่อนชุดอุปกรณ์ อีกทั้งใช้ตัวรับรู้อุณหภูมิในการตรวจวัดอุณหภูมิภายในตัวถัง และใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้าให้แก่ระบบโดยใช้จอแอลอีดีเพื่อแสดงผลสถานะการทํางาน

2.1 สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative Properties)

สมบัติคอลลิเกทีฟ หมายถึงสมบัติกายภาพของสารละลายที่ขึ้นอยู่กับจำนวนอนุภาคของตัวละลาย (Solute) หรือความเข้มข้นของสารละลาย (Solution) แต่ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวละลาย ดังนั้นการที่เราใส่เกลือลงและน้ำแข็งลงไปในถังเพื่อเป็นส่วนผสมในการทำเครื่องคํ้าเกลือคํ้าแข็ง โดยเกลือจะทำให้น้ำเปล่าและน้ำแข็งที่อยู่ภายในถังมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ได้โดยที่ไม่กลายเป็นน้ำแข็ง และมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ทำให้ความเย็นถูกถ่ายเทเข้าไปสู่เครื่องคํ้ากลายเป็นเครื่องคํ้าเกลือคํ้าแข็ง เนื่องจากเกลือจะไปจับกับโมเลกุลน้ำ ทำให้เกิดเป็นสภาพของสารละลายซึ่งมีคุณสมบัติที่จุดเยือกแข็งต่ำลงกว่า 0 องศาเซลเซียสและด้วยการละลายของน้ำแข็งไปเป็นน้ำ จะต้องมีการดึงพลังงานจากสิ่งแวดล้อมโดยดึงไปเพื่อกระบวนการแยกพันธะไฮโดรเจนของโมเลกุลน้ำแข็ง ดังนั้นในการใส่เกลือลงไปทำให้จุดเยือกแข็งต่ำลง ส่งผลให้การละลายของน้ำแข็งจะต้องดึงพลังงานมากกว่าปกติ ทำให้อุณหภูมิจึงเกลือ น้ำเปล่า และน้ำแข็ง ที่รวมกันอยู่ภายในถัง มีอุณหภูมิลดลงจนติดลบ [1]

2.1.1 การเพิ่มขึ้นของจุดเดือด และการลดลงของจุดเยือกแข็ง

จากที่กล่าวมา สมบัติของตัวทำละลายบริสุทธิ์ (น้ำแข็ง) ณ ที่สภาวะหนึ่งๆ จะมีสมบัติที่แน่นอน รวมทั้งจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง แต่เมื่อมีตัวถูกละลาย (เกลือ) ที่ไม่ระเหยผสมอยู่ในสารละลาย โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ จะทำให้เกิดการลดต่ำลงของจุดเยือกแข็ง และการเพิ่มสูงขึ้นของจุดเดือดของสารละลาย

ตามสมบัติคอลลิเกทีฟ ยิ่งใส่สารลงไปในสารบริสุทธิ์มากเท่าไร จุดเยือกแข็งก็จะต่ำลงๆ นั่นหมายความว่า ถ้าเราเอาน้ำแข็งไปใส่เกลือ มันก็จำท่าละลายกัน เพราะเกลือจะไปเร่งการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งได้เร็วขึ้น ทำให้การดึงพลังงานสะสม (ความร้อนในเครื่องคีม) ได้อย่างรวดเร็ว เครื่องคีมจึงเย็นเร็ว จนถึงจุดเยือกแข็งของน้ำเกลือซึ่งต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ซึ่งสภาวะนี้จะลดลงไปจนน้ำแข็งในถังเปลี่ยนสถานะจนหมด

โดยเกลือที่เติมลงไปจะเข้าไปช่วยลดจุดเยือกแข็งของน้ำแข็ง ยิ่งใส่เกลือลงไปมากเท่าไร จุดเยือกแข็งก็จะยิ่งลดต่ำลงน้อยกว่า 0 องศาเซลเซียสมากเท่านั้น ทั้งนี้ การใส่น้ำตาลทรายก็สามารถช่วยลดอุณหภูมิของน้ำลงได้เช่นกัน แต่น้ำตาลมีราคาสูงมาก เกลือจึงเป็นส่วนผสมที่ใส่ลงไปแทน

ในถังไอศกรีมต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องมีกระบวนการถนอมไอศกรีมให้เย็นและไม่ละลาย ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการถนอมที่สามารถให้อุณหภูมิของถังมีอุณหภูมิต่ำๆ เช่น ใช้น้ำแข็ง ซึ่งอุณหภูมิต่ำกว่าที่ได้จากการใช้น้ำแข็งอย่างเดียว เราจะได้อุณหภูมิต่ำกว่าไอศกรีมประมาณ 4-5 องศาเซลเซียสเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอที่จะรักษาไอศกรีมให้คงสภาพอยู่ได้นาน แต่ถ้าเราเติมตัวถูกละลายที่ไม่แตกตัวลงไปในถัง จะทำให้ถังไอศกรีมมีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ซึ่งจะช่วยให้เราเก็บไอศกรีมได้นานขึ้น และไม่ละลายง่ายด้วย

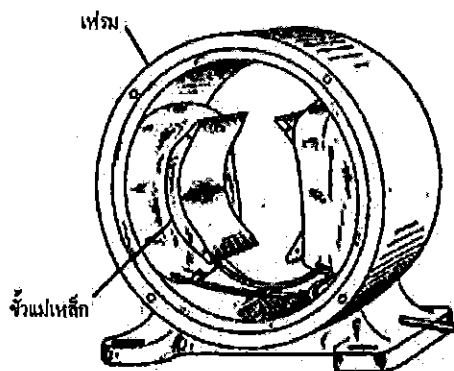
เครื่องคีมที่มีสถานะเป็นของเหลวอยู่ในสภาวะความดันสูง ของเหลวจะกลายเป็นน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งปกติ (สำหรับน้ำโดยทั่วไปคือ 0 องศาเซลเซียส) ดังนั้นเมื่อน้ำอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งปกติแล้ว แต่ยังไม่เปลี่ยนสถานะ หากเกิดการกระตุ้นเล็กน้อย เช่น การกระแทกอย่างรวดเร็ว หรือ การลดความดัน (เปิดขวด) จะทำให้เกิดการแข็งตัวอย่างฉับพลัน ที่เรียกว่าเกล็ดน้ำแข็ง [2]

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่กับที่ ประกอบด้วย

ก) เปลือกหรือ โครง (Frame) เป็นทางเดินให้กับเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่น ให้มีความแข็งแรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาเป็นรูปทรงกระบอกกลมแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



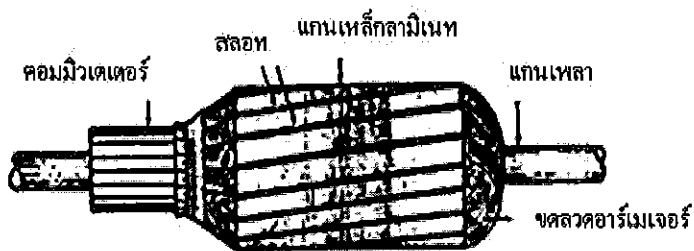
รูปที่ 2.1 เปลือกหรือ โครงของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [3]

- ข) ขั้วสนามแม่เหล็ก (Field Poles) เป็นส่วนที่ใช้ในการสร้างฟลักซ์แม่เหล็กแสดงได้ดังรูปที่ 2.2 เมื่อตัวนำในขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนตัดผ่านฟลักซ์แม่เหล็กนี้จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้น



รูปที่ 2.2 ขั้วแม่เหล็กที่สร้างจากการพันขดลวด [3]

- 2) โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดกำลังงานมีลักษณะดังรูปที่ 2.3 ซึ่งมีแกนวางอยู่ในร่องลื่น (Bearing) ประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์



รูปที่ 2.3 โรเตอร์ [3]

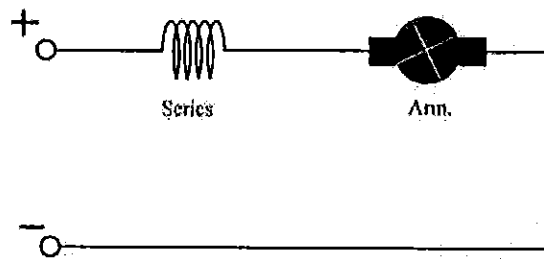
โรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

- ก) แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์ แกนเพลลานี้วางอยู่บนรองลื่นเพื่อบังคับให้หมุน โดยไม่มีการสัมผัสเพี้ยน
 - ข) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)
 - ค) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่ แต่ละซี่มีฉนวนไมกา (Mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์มีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้ยึดแน่นติดกับแกนเพลลาเป็นทรงกระบอกมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes)
 - ง) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์เมเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับารออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้น เพื่อให้เหมาะสมกับงาน
- 3) แปรงถ่าน อาจทำจากส่วนผสมของคาร์บอนกับกราไฟต์ หรือคาร์บอนกับทองแดงทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากวงจรรภายนอกส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์

2.2.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1) มอเตอร์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Motor)

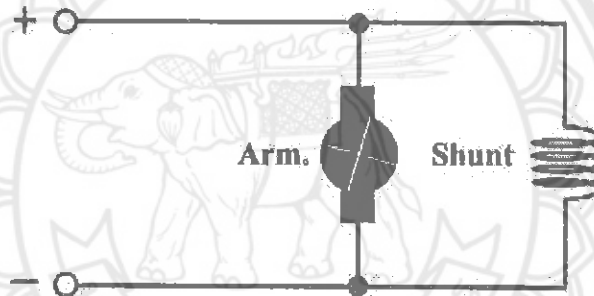
คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์มีคุณลักษณะที่ดีคือ ให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของเครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อ ไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวด ของมอเตอร์ ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลงเมื่อ ไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม [4]

2) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อขนานกับขดลวดชุดอาเมเจอร์ ดังรูปที่ 2.5 มอเตอร์แบบขนานนี้มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ส่วนมากเหมาะกับการใช้กับพัดลมเพราะต้องการความเร็วคงที่และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย

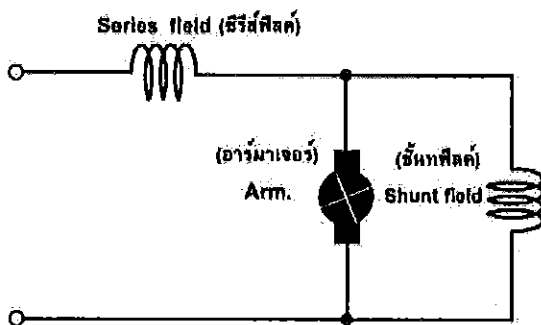


รูปที่ 2.5 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน [4]

3) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

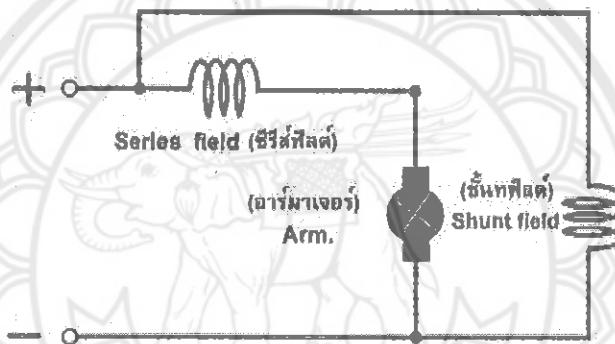
หรือเรียกว่าคอมเปา์คมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High Starting Torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่ มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานอยู่ 2 วิธี

- (ก) ต่อขดลวดแบบขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ขนานสั้น (Short Shunt Compound Motor) ดังรูปวงจรรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม ขนานสั้น [4]

(ข) ต่อขดลวดขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาร์มาเจอร์เรียกว่า ขนานยาว คอมเปาวด์มอเตอร์ (Long Shunt Motor) ดังรูปวงจร รูปที่ 2.7

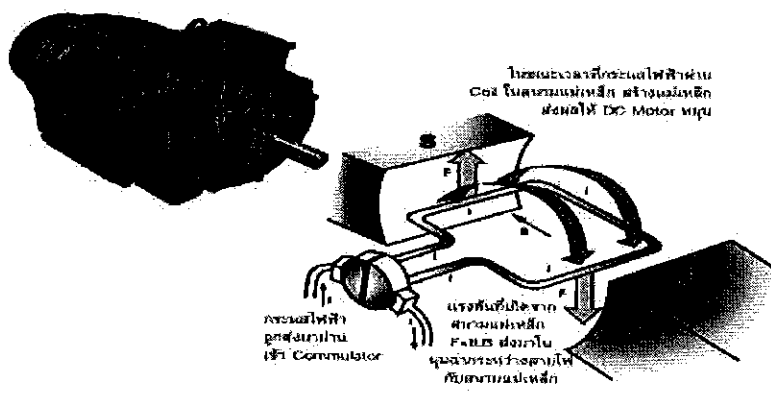


รูปที่ 2.7 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม ขนานยาว [4]

ซึ่งในโครงการนี้ได้เลือกมอเตอร์ที่มีการต่อขดลวดแบบอนุกรม เพราะการต่อแบบอนุกรมมีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดที่สูง

2.2.3 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะแปร่งผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกันและทิศทางเดียวจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับคลัตช์ลูกปืนของมอเตอร์ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิริยาต่อกันทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming Left Hand Rule) ดังรูปที่ 2.8 [4]

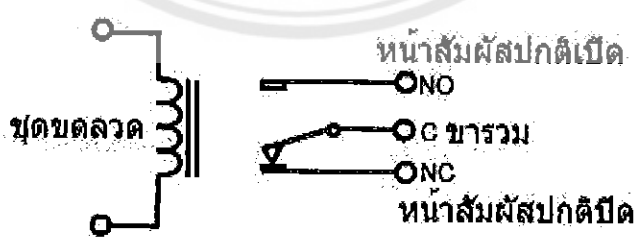


รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ที่มา: <http://www.engineerfriend.com>

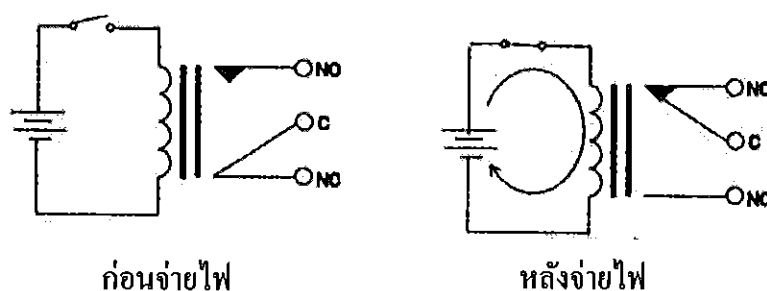
2.3 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) มีทำหน้าที่ตัดต่อวงจร เช่นเดียวกับสวิตช์ รีเลย์มีหลายชนิดและหลายขนาด ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น รีเลย์ขนาดเล็ก ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รีเลย์ขนาดใหญ่ ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น โครงสร้างภายในของรีเลย์โดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวด 1 ชุดและหน้าสัมผัส ซึ่งในหน้าสัมผัส 1 ชุด ประกอบไปด้วยหน้าสัมผัสแบบปกติปิด (Normally Close หรือ NC) และหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open หรือ NO) ในสภาวะปกติ หน้าสัมผัสแบบปกติปิดเชื่อมต่ออยู่กับขั้วรวม (C) ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ภายใน โครงสร้างของรีเลย์ [5]

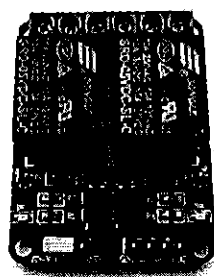
ขณะที่ยังไม่มีการจ่ายกระแสให้ขดลวดของรีเลย์ หน้าสัมผัส NC กับ C ยังต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดของรีเลย์ อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดึงหน้าสัมผัส C มาต่อกับหน้าสัมผัส NO ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจาก NO ไปยัง C ได้ และเมื่อกระแสในขดลวดหยุดไหล หน้าสัมผัส C ถูกสปริงดึงกลับไปติดกับหน้าสัมผัส NC ดังเดิม ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สถานะการทำงานของรีเลย์ [5]

ในโครงการนี้ได้เลือกใช้แผงวงจรรีเลย์ควบคุมเปิด/ปิด รีเลย์ได้ 2 ช่อง ใช้ไฟเข้า 5 โวลต์ ส่งสัญญาณควบคุมแบบ Active Low ถ้าต้องการให้รีเลย์ติดส่งสัญญาณ 0 ไป ถ้าต้องการให้ดับส่งสัญญาณ 1 ไปยังวงจรเป็นแบบแยกกราวด์ (Opto-isolated Relay) ซึ่งทำให้ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) การเชื่อมต่อมาตรฐานที่สามารถใช้ควบคุมได้โดยตรงจากไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์
- 3) ใช้ควบคุมไฟฟ้าแรงสูงได้ที่ ไฟฟ้ากระแสตรง 30 โวลต์ 10 แอมป์ และ ไฟฟ้ากระแสสลับ 250 โวลต์ 10 แอมป์
- 4) มีไฟบอกสถานะการทำงานของรีเลย์ทุกตัว
- 5) ใช้กระแสขั้วรีเลย์แต่ละตัวที่ 15-20 มิลลิแอมป์
- 6) การส่งสัญญาณควบคุมรีเลย์เป็นแบบ Active Low
- 7) วงจรขั้วรีเลย์เป็นแบบแยกกราวด์ปลอดภัยต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.11 แผงวงจรรีเลย์ ควบคุมเปิด/ปิด รีเลย์ได้ 2 ช่อง ใช้ไฟฟ้า 5 โวลต์ [6]

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำ พอร์ต (Port) อยู่ในชิปเพียงตัวเดียว ซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลางซีพียู (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ ส่วนอินพุต/เอาต์พุต บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้งานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล เป็นต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์ เต้าอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่ามีไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโปรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายหมายเลขด้วยกัน ซึ่งแต่ละหมายเลขก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้งานได้เหมาะสม

2.4.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู
- 2) หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บ โปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใด ๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานตกในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หาก ไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า หน่วยความจำอีพรอม (EEPROM: Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม
- 3) ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุตเพื่อรับสัญญาณ อาจจะช่วยการกดสวิทช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
- 4) ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (Bus) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
- 5) วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย [7]

2.4.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล AVR หมายเลข ATmega328

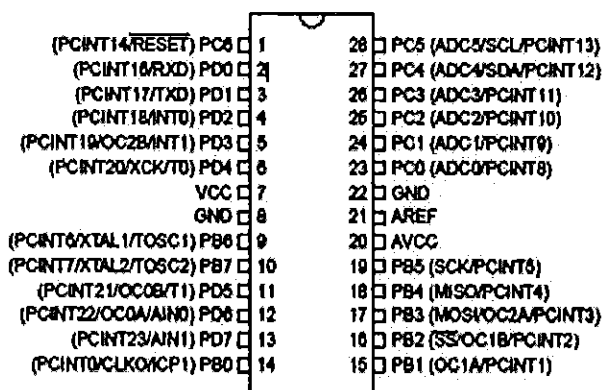
ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง โดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช โปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System Programmable [8]

คุณสมบัติของ ATmega328

1. ความกว้างของบัสข้อมูล 8 บิต
2. ค่าสูงสุดของความถี่นาฬิกา 20 เมกะเฮิร์ตซ์
3. ขนาดหน่วยความจำของโปรแกรม 32 กิโลไบต์
4. ขนาดข้อมูลใน RAM 2 กิโลไบต์
5. ความละเอียดของตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) 10 บิต
6. การจ่ายแรงดันที่ใช้งาน 1.8 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
7. ค่าสูงสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน +85 องศาเซลเซียส
8. รูปแบบการติด Through Hole
9. ประเภทข้อมูลแบบ RAM SRAM
10. ขนาดข้อมูลใน ROM 1 กิโลไบต์
11. ประเภทข้อมูลแบบ ROM EEPROM
12. ประเภทอินเตอร์เฟซ I2C SPI USART
13. ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิในการใช้งาน -40 องศาเซลเซียส
14. จำนวนช่องสัญญาณของตัวแปลงแอนะล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) 6 ช่อง
15. จำนวนขาอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต 23 I/O
16. จำนวนตัวจับเวลา/ตัวนับ 3 ตัว
17. ประเภทโปรแกรมหน่วยความจำ Flash
18. การจ่ายแรงดัน (สูงสุด) 5.5 โวลต์
19. การจ่ายแรงดัน (ต่ำสุด) 1.8 โวลต์ [9]

2.4.3 โครงสร้างภายนอกและตำแหน่งขา

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 มีจำนวน 28 ขา โดยแบ่งเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต จำนวน 23 ขา ประกอบไปด้วย PB PC PD และขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณแอนะล็อกจำนวน 2 พอร์ต คือ AREF และ AVCC ซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 2.12 [10]



รูปที่ 2.12 ตำแหน่งขาของ ATmega328 [10]

2.4.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนคำสั่งควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์

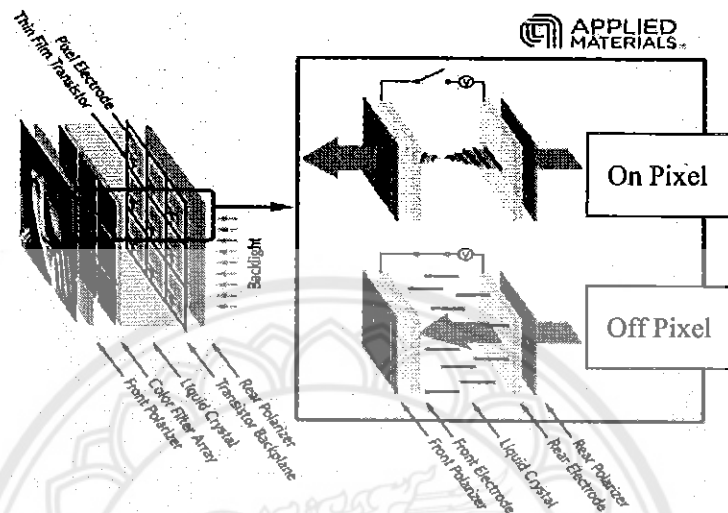
ภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งได้เช่นเดียวกับการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์คือภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ ภาษาระดับสูงเช่น ภาษาซี ข้อดีคือเขียนง่าย แก้ไขเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมได้ง่าย ส่วนข้อเสียก็คือการทำงานจะช้า ขนาดโปรแกรมที่เขียนมีขนาดใหญ่ ภาษาระดับต่ำ ซึ่งก็คือ ภาษาแอสเซมบลี ข้อดีคือ ตัวคอมไพล์ แจกฟรี ขนาดโปรแกรมหลังจากคอมไพล์แล้วมีขนาดเล็ก โปรแกรมมีความเร็ว แต่ข้อเสียก็คือเขียนยาก เพราะลักษณะภาษาไม่ค่อยสื่อความหมายแก้ไขเปลี่ยนแปลงยาก ภาษาแต่ละภาษาก็มีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันไป ซึ่งในโครงการนี้ได้เลือกใช้ภาษาซี ในการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ [11]

2.5 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี

แอลซีดี (LCD) ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งมีหลักการทำงาน คือ อาศัยของเหลวพิเศษ ที่มีคุณสมบัติการบิดแกนโพลาไรซ์ของแสง ถ้าจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไประหว่างสารเหลวโมเลกุลของมันจะบิดตัวและทำให้แสงไม่สามารถผ่านกระจกออกมาได้ ถ้าไม่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแสงจะทะลุผ่านออกมาได้

หลักการทำงานของแอลซีดีเกิดจากกระจกโพลาไรซ์ 2 แผ่น ที่มีแกนตั้งฉากกัน โดยปกติแสงจะไม่สามารถลอดผ่านออกมาได้ เมื่อนำแว่นตาโพลาไรซ์สองอันมาทำมุมตั้งฉากกัน แสงจะไม่ลอดผ่าน ต่อมามีการค้นพบว่าของเหลวชนิดหนึ่งสามารถบิดแกนโพลาไรซ์ของแสงได้ จึงนำมาปรับใช้ในการทำจอแอลซีดี

ถ้าไม่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไป สารเหลวที่วุ้นจะบิดแกนโพลาไรซ์ของแสงไป 90 องศา ทำให้แสงสามารถลอดออกมาจากกระจกโพลาไรซ์คู่นี้ได้ ในทางกลับกัน ถ้ามีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสารเหลวนี้ จะไม่เกิดการบิดตัวของแสง ทำให้แสงไม่สามารถลอดออกมาได้ ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 หลักการทำงานของแอลซีดี [12]

ปัจจุบันมีการนำหลักการนี้มาใช้หลายแบบ แบบแรกเป็นแบบง่าย ๆ คือการเอาอิเล็กทรอนิกส์ที่บังคับการทำงานของของเหลวได้นี้มาทำเป็นรูปตัวเลข ก็จะเห็นแบบที่ใช้ในเครื่องคิดเลข หรือโดยประกอบเซลล์เล็ก ๆ ขึ้นมาเป็นเมตริกซ์ ทำให้สามารถควบคุมให้เป็นตัวอักษรหรือรูปภาพเริ่มแรกนั้นที่ทำออกมาไม่ซับซ้อน ใช้ทำเครื่องคิดเลข นาฬิกา ต่อมานำมาทำเป็นจอแอลซีดี ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 หน้าจอแสดงผลแอลซีดี

ที่มา: <http://www.arduinoall.com>

2.5.1 ฟังก์ชันและคุณสมบัติ

1. Construction	COB (Chip-on-Board)
2. รูปแบบการแสดงผล	16×4 ตัวอักษร
3. ประเภทการแสดงผล	STN, Transmissive, Negative, Blue
4. ควบคุม	SPLC780D1 or equivalent controller

- | | |
|--|--|
| 5. อินเทอร์เฟซ | 8 บิตอินเทอร์เฟซแบบขนาน |
| 6. แสงไฟ | White\Side Light |
| 7. Viewing Direction | 6 O'clock |
| 8. Driving Scheme | 1/16 Duty Cycle, 1/5 Bias |
| 9. แหล่งจ่ายไฟแรงดันไฟฟ้า | 5.0 โวลต์ |
| 10. V_{LCD} ปรับสำหรับความคมชัดที่ดีที่สุด | 4.5 โวลต์ |
| 11. อุณหภูมิการใช้งาน | -10 องศาเซลเซียส ถึง +60 องศาเซลเซียส |
| 12. อุณหภูมิการเก็บรักษา | -20 องศาเซลเซียส +70 องศาเซลเซียส [13] |
- โดยหน้าจอแสดงผลแอลซีดีมีฟังก์ชันการทำงานในแต่ละขาเป็นดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ฟังก์ชันการทำงานในแต่ละขาของแอลซีดี [14]

ชื่อ	ฟังก์ชันการทำงาน	ตำแหน่งขา
Ground	กราวด์ 0 โวลต์	1
Vcc	แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย 5 โวลต์ (4.7 โวลต์ ถึง 5.3 โวลต์)	2
VEE	ปรับความคมชัดผ่านตัวแปรความต้านทาน	3
Register Select	เลือกส่งรีจิสเตอร์เมื่อมีค่าต่ำ-มีค่าสูง	4
Read/Write	เมื่อมีค่าต่ำจะเขียนรีจิสเตอร์ เมื่อมีค่าสูงจะอ่านรีจิสเตอร์	5
Enable	ส่งข้อมูลไปยังขาข้อมูลเมื่อสัญญาณพัลส์ที่ได้รับมีค่าสูงไปต่ำ	6
DB0-DB7	ขา 8 บิต	7-14
แอลซีดี+	ไฟแบคไลท์ Vcc 5 โวลต์	15
แอลซีดี-	ไฟแบคไลท์ Ground 0 โวลต์	16

2.5.2 ไอทิวซี

จอแอลซีดี ที่มีการเชื่อมต่อแบบ ไอทิวซี หรือเรียกอีกอย่างว่าการเชื่อมต่อแบบอนุกรม จะเป็นจอแอลซีดีธรรมดาทั่วไปที่มาพร้อมกับแผงวงจร ไอทิวซีบัสที่ทำให้การใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น และยังมีมาพร้อมกับตัวต้านทานแปรค่า (Variable Resister) สำหรับปรับความเข้มของจอ ในรูปแบบ ไอทิวซีจะใช้งานในการเชื่อมต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพียง 4 ขา (แบบขนาน ใช้ 16 ขา) ซึ่งทำให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น สามารถดูได้จากรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ไอทิวซี [15]

ในการควบคุมหรือสั่งงาน โดยทั่วไปจอแอลซีดี จะมีส่วนควบคุมอยู่ในตัวแล้ว ผู้ใช้สามารถส่งรหัสคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของจอแอลซีดี เช่นเดียวกับกับจอแอลซีดี แบบธรรมดา ทุดง่ายๆ คือรหัสคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมนั้นเหมือนกัน แต่ต่างกันตรงที่รูปแบบในการรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลรูปแบบไอทิวซีที่ใช้ขาเพียง 4 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อเท่านั้น แสดงดังตารางที่ 2.2

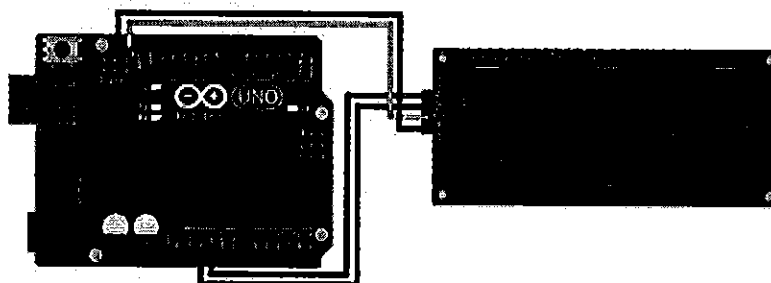
ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ขาของไอทิวซี [15]

หมายเลขขา	สัญลักษณ์	ความหมาย
1	GND	Ground
2	Vcc	+5VDC
3	SDA	Serial Data
4	SCL	Serial Clock

1. GND เป็น กราวด์ ใช้ต่อระหว่างกราวด์ของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลซีดี
2. Vcc เป็น ไฟเลี้ยงวงจรที่ป้อนให้กับแอลซีดี มีขนาด +5VDC
3. SDA เป็นขาที่ใช้ในการรับข้อมูล
4. SCL เป็นขาสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูล [15]

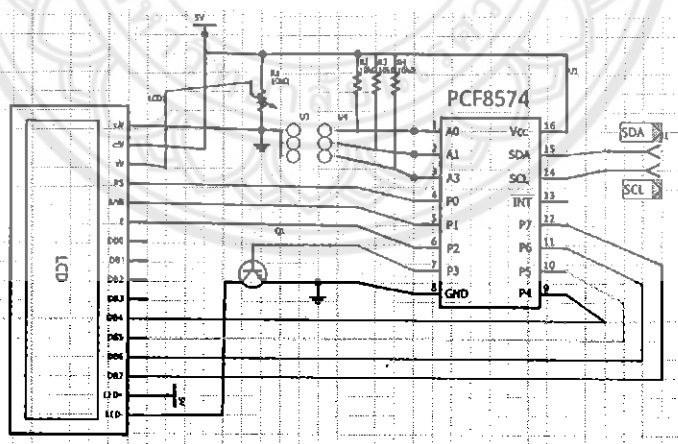
สำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับแอลซีดี ที่มีแผงวงจรไอทิวซีอยู่แล้วนั้น การส่งข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ จะถูกส่งออกมาในรูปแบบไอทิวซีไปยังแผงวงจรไอทิวซีและจะมีหน้าที่จัดการข้อมูลให้ออกมาในรูปแบบปกติ หรือแบบขนาน เพื่อใช้ใน

การติดต่อไปยังจอแอลซีดี โดยที่รหัสคำสั่งที่ใช้ในการสั่งงานจอแอลซีดียังคงไม่ต่างกับจอแอลซีดีที่เป็นแบบขนาน โดยส่วนใหญ่แผงวงจร ไอทิวซีจะเชื่อมต่อกับตัวควบคุมของจอแอลซีดี เพียง 4 บิตเท่านั้น มีการต่อไว้ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับจอแอลซีดี [15]

จากรูปที่ 2.17 จะเห็นได้ว่าจอแอลซีดี และ แผงวงจร ไอทิวซีได้มีการเชื่อมต่อขาสำหรับการรับส่งข้อมูลเป็นแบบ 4 บิต ขาที่เชื่อมต่อไว้คือ ขา P4 ต่อกับ DB4, P5 ต่อกับ DB5, P6 ต่อกับ DB6, P7 ต่อกับ DB7 และขา P2 ต่อกับ E (Enable), P1 ต่อกับ R/W, P0 ต่อกับ RS รวมไปถึงตัวต้านทานสำหรับปรับค่าความเข้มของตัวอักษร และ Switch Backlight [15]



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อระหว่างไอทิวซีกับแอลซีดี [15]

2.6 บีซเซอร์ (Buzzer)

คือลำโพงแบบแม่เหล็กหรือแบบเปียโซที่มีวงจรกำเนิดความถี่ (Oscillator) อยู่ภายในตัว เมื่อป้อนแรงดันสามารถกำเนิดเสียงได้ด้วยตัวเอง แต่ไม่สามารถเปลี่ยนความถี่เสียงได้โดย โมดูลบีซเซอร์ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 ถึง 5 โวลต์ สามารถสร้างเสียงเตือนได้อย่างง่าย ๆ เพียงแค่จ่ายไฟ เข้าไปที่ ขาอินพุต/เอาต์พุต โมดูลนี้มีทรานซิสเตอร์หมายเลข 9012 ช่วยขยายสัญญาณ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 บีซเซอร์ [16]

2.7 ตัวรับรู้อุณหภูมิ

การตรวจวัดอุณหภูมิใช้รูปแบบ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณ แอนะล็อกไปสู่สัญญาณดิจิทัล โดยสัมพันธ์กับอุณหภูมิ มีรูปแบบใหญ่ ๆ ของ ตัวรับรู้ อยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

1) เทอร์โมคัปเปิล คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็น แรงเคลื่อนไฟฟ้า ทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว มาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ที่ ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า "จุดอุณหภูมิ" ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยให้เปิดไว้ เรียกว่า "จุดอ้างอิง" หากที่ จุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแสในวงจรเทอร์โมคัปเปิล

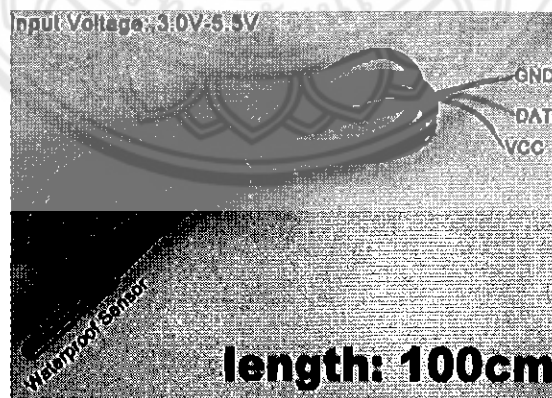
2) อาร์ทีดี (RTD: Resistance Temperature Detector) คือ ตัวตัวรับรู้อุณหภูมิที่ใช้หลักการ เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความ ต้านทานของโลหะที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก นิยม นำไปใช้ในการวัดอุณหภูมิในช่วง -270 ถึง 850 องศาเซลเซียส วัสดุที่นำมาใช้จะเป็นโลหะที่มีความ ต้านทานจำเพาะต่ำ เช่น แพลตินัม ทังสแตน และ นิกเกิล

3) เทอร์มิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์ความต้านทานชนิดที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อ ได้รับความร้อน โดยที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น กับอุณหภูมิ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

- Positive Temperature Coefficient (PTC) เป็นชนิดที่ปกติจะมีค่าความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีค่าความต้านทานสูงขึ้นตามลำดับอุณหภูมิ นำไปใช้ตรวจสอบระดับความร้อน หรือทำให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวด เช่น วงจรล้างสนามแม่เหล็กอัดโนมิตีของเครื่องรับโทรทัศน์ (Degaussing Coil) เป็นต้น
- Negative Temperature Coefficient (NTC) เป็นชนิดที่ปกติจะมีความต้านทานสูง เมื่อได้รับความร้อน ค่าความต้านทานจะต่ำลง ใช้งานด้านการตรวจสอบความร้อนเพื่อควบคุมระดับการทำงาน เช่น ในวงจรขยายเสียงที่ดีใช้ตรวจจับความร้อนที่เกิดจากการทำงานแล้วป้อนกลับไปลด การทำงานของวงจรให้น้อยลง เพื่ออุปกรณ์หลักจะไม่เกิดความร้อนมากจนเกินไป [17]

ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ ตัวรับรู้อุณหภูมิ ใช้ไอซีหมายเลข DS18B20 แบบกันน้ำได้ เหมาะสำหรับวัดอุณหภูมิในของเหลว สายยาว 100 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2.19 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 3.0 โวลต์ ถึง 5.5 โวลต์
- 2) สามารถอ่านอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -55 องศาเซลเซียส ถึง +125 องศาเซลเซียส
- 3) สายไฟสี่แฉกคือ ไฟเลี้ยง สายไฟเส้นสีดำคือกราวด์ สายไฟเส้นสีเหลืองคือข้อมูล
- 4) ตัวรับรู้อุณหภูมิที่ทำจากสแตนเลสซึ่งมีขนาด กว้าง 6 มิลลิเมตรและ ยาว 45 มิลลิเมตร [18]

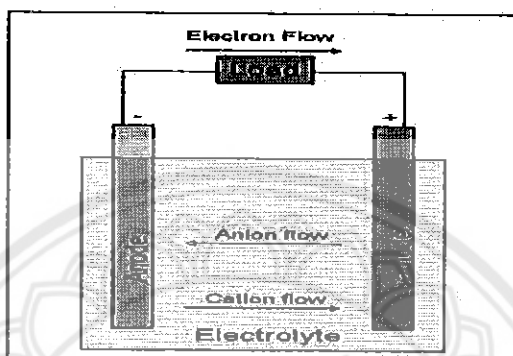


รูปที่ 2.19 ตัวรับรู้อุณหภูมิใช้ไอซีหมายเลข DS18B20 แบบกันน้ำได้

ที่มา: <http://www.arduino.in.th>

2.8 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ (Battery) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมีให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte Solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้ รูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 องค์ประกอบพื้นฐาน และหลักการทำงานของแบตเตอรี่ [19]

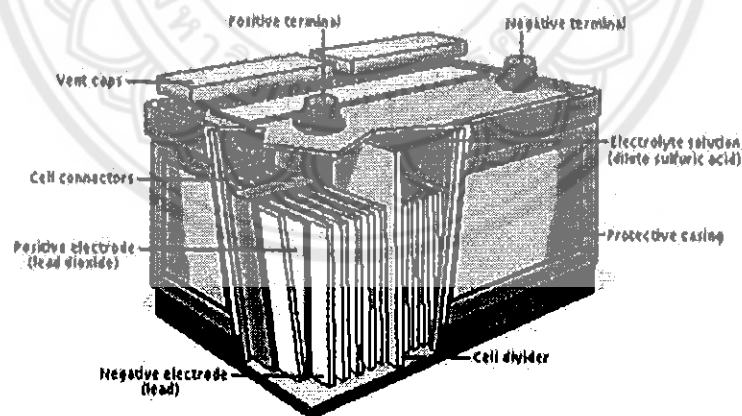
การเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่แบบต่าง ๆ จะมีเกณฑ์การกำหนดทางเลือกการเก็บสะสมที่สำคัญ คือ ขนาด ความจุ (กิโลวัตต์ชั่วโมง) ความหนาแน่นการเก็บสะสม (Storage Density) (กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปริมาตร) นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่นที่ต้องคำนึงถึงด้วย ได้แก่ ประสิทธิภาพ (เนื่องจากการสูญเสียระหว่างการประจุ การเก็บสะสม และการคายประจุ เพราะแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้า ที่สามารถอัดประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (Recharge) ได้หลายครั้ง และประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100 เปอร์เซ็นต์ จะอยู่ที่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุ ความหนาแน่นเชิงพลังงาน ความหนาแน่นเชิงกำลังไฟฟ้า อายุการใช้งาน และต้นทุน เป็นต้น [19]

2.8.1 แบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดเป็นอุปกรณ์จัดเก็บไฟฟ้าที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมีที่ผันกลับได้ในการจัดเก็บพลังงานที่เก่าแก่ที่สุดใน บรรดาแบตเตอรี่ เป็นแบตเตอรี่ที่สามารถอัดประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ได้ชนิดแรกที่ทำออกมาเพื่อการค้า และในปัจจุบันยังมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งถูกนำมาใช้งานกับรถยนต์ ระบบการสื่อสาร และในระบบอื่นๆอีก โดยมักจะทำเป็นแบตเตอรี่ที่มีความจุ (Capacity) สูง ๆ ที่ให้กระแสได้มาก เนื่องจากมีต้นทุนในการเก็บพลังงานถูกกว่าแบตเตอรี่ที่สามารถอัดประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ได้ชนิดอื่นๆ แต่ถ้ามองแบบที่ต้องเติมน้ำกลั่นก็จะมีค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเพิ่มขึ้นมา คือต้องคอยตรวจสอบระดับของน้ำกรด (อิเล็กโทรไลต์) เพื่อเติมน้ำกลั่นเมื่อ

ระดับของน้ำกรดต่ำเกินไปและต้องหมั่น ทำความสะอาดคราบต่างๆ ที่อาจจะเกิดเนื่องจากการกัดกร่อนของกรด อีกทั้งยังต้องระวังในเรื่องสถานที่ตั้งของแบตเตอรี่ด้วย ไม่ควรตั้งไว้ใกล้แหล่งความร้อนหรือประกายไฟเพราะในขณะที่อัดประจุไฟฟ้า (Charge) จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนขึ้นอาจทำให้ระเบิดได้ นิยมใช้กันในรถยนต์และยานพาหนะต่างๆ (Vehicle) รถยกไฟฟ้า (Fork Lift) รถเข็น (Wheelchair) สกูตเตอร์ (Scooter) รถกอล์ฟ (Golf Car) ระบบสำรองไฟฟ้า (UPS) และระบบไฟแสงสว่างฉุกเฉิน (Emergency Light)

แบตเตอรี่ตะกั่วกรดประกอบด้วยแผ่นขั้วบวก และแผ่นขั้วลบวางสลับกันจุ่มอยู่ในอิเล็กโทรไลต์ที่ทำจากสารละลาย กรดซัลฟิวริก โดยแผ่นเพลทจะวางสลับกัน เพื่อจะได้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอิเล็กโทรไลต์ได้มาก ในขณะที่รักษาปริมาตรให้น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้สารที่มีพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด และอิเล็กโทรไลต์มากเท่าไร ปฏิกริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นมาก เท่านั้น นอกจากนี้ค่าความต้านทานภายในเซลล์จะยังมีค่าน้อยลงด้วยดังนั้นในการค้นคว้าจึงมุ่งทางด้านเพิ่มที่ผิวสัมผัส วิธีที่นิยมใช้กันก็คือใช้แผ่นเพลทบาง ๆ คั่นด้วยฉนวนแบบมีรูพรุน อิเล็กโทรดเป็นขั้วลบจะสร้างขึ้นมาจากตะกั่วบริสุทธิ์ ในขณะที่ขั้วบวกจะสร้างจากส่วนผสมของตะกั่วและตะกั่วเปอร์ออกไซด์ ในขณะที่เซลล์คายประจุ (Discharge) ให้กระแสไฟฟ้าออกมานั้น อะตอมของตะกั่วจากแผ่น ขั้วลบจะแตกตัวเป็นไอออนที่มีประจุบวกเข้าไปอยู่ในอิเล็กโทรไลต์และทิ้งอิเล็กตรอนให้ไหลเข้าสู่วงจรที่นำมาต่อภายนอกดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 โครงสร้างของเซลล์แบบตะกั่วกรด แผ่นขั้วลบและขั้วบวกจะวางสลับกัน

ที่มา: <http://www.pitibattery.com>

ที่คาโทดตะกั่วเปอร์ออกไซด์จะแตกตัวเป็นไอออนของตะกั่ว ซึ่งมีประจุบวกสูง และเป็นไอออนที่มีประจุลบสูง ไอออนของตะกั่วที่มีประจุบวกสูงจะดึงเอาอิเล็กตรอนจากวงจรที่ต่ออยู่ภายนอก เพื่อรวมตัวกลายเป็นไอออนตะกั่วที่มีประจุบวกซึ่งเป็นชนิดเดียวกับขั้วลบทำให้เกิดกระแสไหลจากขั้วบวกผ่านไปยังวงจรภายนอกไอออนของตะกั่วจากแผ่นอิเล็กโทรดทั้งสองจะทำ

ปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (กรดซัลฟิวริก) ซึ่งเป็นอิเล็กโทรไลต์กลายเป็นตะกั่วซัลเฟต (Lead Sulphate) (ซึ่งจะเห็นเป็นตะกอนสีขาวเกาะอยู่ที่อิเล็กโทรดทั้งสอง) และก๊าซไฮโดรเจน (รวมกับไอออนของออกซิเจน จากขั้วบวกกลายเป็นน้ำ)

เนื่องจากปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ดังนั้นจึงสามารถที่จะประจุไฟฟ้าในเซลล์ใหม่โดยการต่อวงจร ซึ่งจะจับอิเล็กตรอนให้ไหลจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ จากสูตรทางเคมีแสดงให้เห็นว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์จะเจือจางลงโดยโมเลกุลของน้ำที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นขณะเดียวกับที่เซลล์คายประจุ ทำให้เราสามารถใช้เป็นวิธีการหาสถานะอัดประจุและคายประจุของเซลล์ได้ โดยการวัดความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งจะบอกว่าเซลล์ใกล้จะถึงสถานะคายประจุ หหมดหรือยังเพื่อจะได้ประจุไฟฟ้ากลับเข้าไปใหม่ โดยค่าความถ่วงจำเพาะของเซลล์ที่ประจุมาเต็มที่จะมี ค่าประมาณ 1.25 และค่าความถ่วงจำเพาะของเซลล์ที่คายประจุหมดจะมีค่าระบุไว้ประมาณ 1.2 เราใช้ไฮโดรมิเตอร์ในการวัดแรงดันของเซลล์โดยปกติจะมีค่าเท่ากับ 2 โวลต์ [20]

2.8.2 คุณสมบัติของแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

แบตเตอรี่ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูง และมีอัตราการคายประจุด้วยตัวเองต่ำ แต่ยังมีข้อจำกัดหลายอย่างในการจะนำไปใช้ก็เก็บพลังงานในระบบที่ใหญ่มากขึ้น เพราะมีอายุการใช้งานค่อนข้างสั้น ประมาณ 5 ถึง 15 ปี ความหนาแน่นของพลังงานต่อน้ำหนักแบตเตอรี่ต่ำ (30 ถึง 50 วัตต์ชั่วโมงต่อกิโลกรัม) ถ้าเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ที่อัดประจุได้ชนิดใหม่ ๆ แล้วที่น้ำหนักเท่า ๆ กันแบตเตอรี่ตะกั่วกรดจะมีความสามารถในการเก็บประจุได้น้อยกว่า จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำเป็นแบตเตอรี่สำหรับอุปกรณ์พกพาซึ่งต้องการแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เพราะจะทำให้กำลังไฟได้น้อย ทำให้ต้องนำแบตเตอรี่มาอัดประจุใหม่บ่อยจนเกินไป หรือทำให้อุปกรณ์มีน้ำหนักมากจนเกินไป แต่เนื่องจากราคาต้นทุนต่อพลังงานที่ได้ต่ำกว่าแบตเตอรี่อัดประจุได้ชนิดอื่นจึงนิยมนำมาทำแบตเตอรี่ขนาดใหญ่ที่มีความจุมาก หน่วยความจุของแบตเตอรี่ตะกั่วกรดโดยทั่วไปจะวัดเป็นแอมป์ชั่วโมง (Amp-Hour หรือ Ah) ในขณะที่แบตเตอรี่ที่อัดประจุได้แบบอื่นส่วนมากจะใช้หน่วยเป็นมิลลิแอมป์ชั่วโมง (mAh) มีข้อดีข้อเสียเป็นดังตารางที่ 2.3 [20]



ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของเบตเตอร์ตะกั่วกรด [20]

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - ราคาถูกกว่าเบตเตอร์ชนิดอื่นและสามารถผลิตได้ง่าย - การคายประจุโดยตัวมันเองน้อย - ไม่ต้องการการบำรุงรักษามากนักโดยเฉพาะเบตเตอร์แบบแห้ง - สามารถให้กระแสคายประจุได้มาก - มีการพัฒนามานานแล้วจึงมีความเชื่อถือได้และหาข้อมูลได้ง่าย 	<ul style="list-style-type: none"> - ความจุของพลังงานต่อน้ำหนักต่ำทำให้มีน้ำหนักมาก - ไม่สามารถเก็บไว้ได้โดยเบตเตอร์ไม่มีประจุเพราะจะทำให้เบตเตอร์เสื่อมสภาพเร็ว - ตะกั่วและกรดซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักเป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม - ระมัดระวังเป็นพิเศษการขนส่งเบตเตอร์แบบเปียก เพราะอาจเกิดการหกหรือซึมของกรดออกจากเปลือกเบตเตอร์ได้

2.8.3 ประเภทของเบตเตอร์ตะกั่วกรด

เบตเตอร์ตะกั่วกรดสามารถแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ คือ เบตเตอร์แบบเปียก และเบตเตอร์แบบแห้ง โดยแต่ละชนิดมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) เบตเตอร์แบบเปียก (Flooded Type หรือ Wet Type)

ในตอนแรก เบตเตอร์ตะกั่วกรดที่ผลิตออกจำหน่ายมีเฉพาะที่เป็น เบตเตอร์แบบเปียก ซึ่งในปัจจุบันเบตเตอร์แบบเปียกยังคงเป็นที่นิยมใช้ในรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซล เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเบตเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ อย่างเบตเตอร์แบบแห้ง โดยเบตเตอร์ประเภทนี้จะมีสารละลายอิเล็กโทรไลต์เป็นของเหลว ซึ่งจะต้องคอยเติมน้ำกลั่น เพื่อรักษาไม่ให้เบตเตอร์เสื่อมสภาพเร็วเกินไป เบตเตอร์แบบเปียกสามารถแบ่งย่อยได้อีก 2 แบบ คือ แบบที่ต้องเติมและดูแลน้ำกลั่นบ่อยๆ อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง และแบบที่ไม่ต้องดูแลบ่อย (Maintenance Free) ซึ่งแบบนี้จะเติมน้ำกลั่นน้อยกว่าแบบแรกมาก โดยทั้ง 2 แบบนี้จะมีฝาปิด-เปิดสำหรับเติมน้ำกลั่น ในแบบแรกนี้จะมีอายุการใช้งานโดยประมาณ 1.5 ถึง 2 ปี แต่ไม่ควรเกิน 3 ปี ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งาน และการดูแลรักษา ถ้ามีการดูแลรักษาอยู่เสมอก็จะทำให้เบตเตอร์รถยนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

2) เบตเตอร์แบบแห้ง

เบตเตอร์แบบแห้งเป็นเบตเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้เบตเตอร์มีความปลอดภัยมากขึ้น โดยอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้จะอยู่ในลักษณะกึ่งของแข็งหรือเจล จึงไม่สามารถรั่วไหลออกจากเบตเตอร์

ได้ อีกทั้งยังไม่จำเป็นต้องตรวจสอบและเติมน้ำอยู่ตลอดเวลา การพัฒนาแบตเตอรี่แห่งนี้ คือการปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ในการผลิต และลดต้นทุนการบริหารจัดการแบตเตอรี่ทั้งหมด

โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบปิดผนึกหรือเอสแอลเอ (SLA: Sealed Lead Acid) และแบบปิดผนึกที่มีวาล์วระบายความดันหรือวัวร์แอลเอ (VRLA: Valve Regulator Lead Acid) โดยแบตเตอรี่ทั้งสองมีลักษณะโครงสร้างคล้ายกัน เพียงแต่แบตเตอรี่แบบวัวร์แอลเอจะมีการติดตั้งวาล์วเพื่อใช้ระบายก๊าซในกรณีที่มีความดันภายในเซลล์สูงเกินไปเพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสียหาย นอกจากนี้การรักษาความดันของแบตเตอรี่จะสามารถลดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ได้ เนื่องจากอิเล็กโทรไลต์ที่ใช้ยังมีของเหลวเป็นส่วนประกอบอยู่บ้าง การอัดประจุจะทำให้เกิดก๊าซและสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ ดังที่ได้กล่าวในแบตเตอรี่แบบเปียก ดังนั้นการติดตั้งวาล์วจะช่วยให้เกิดการรวมออกซิเจนและไฮโดรเจนกลับไปเป็นน้ำภายในแบตเตอรี่ ทำให้ไม่จำเป็นต้องเติมน้ำในแบตเตอรี่ ซึ่งหลักการรวมตัวสามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางแล้วในปัจจุบัน

นอกจากนั้น การอัดประจุไฟฟ้าแบตเตอรี่ทั้ง 2 ประเภท คือเอสแอลเอ และวัวร์แอลเอ จะต้องไม่ประจุเร็วหรือมากจนเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดก๊าซในขณะที่ประจุไฟมากนัก การอัดประจุไฟมากหรือเร็วเกินไปจะทำให้ปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ดูดซับก๊าซที่เกิดขึ้นไม่ทัน ความดันภายในแบตเตอรี่จะสูงขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียก๊าซและน้ำออกไปจากตัวแบตเตอรี่ ซึ่งเท่ากับว่าแบตเตอรี่ได้สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ออกไปจากระบบ

อุณหภูมิยังส่งผลต่ออายุการใช้งานของแบตเตอรี่ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมในการใช้งาน อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 8 องศาเซลเซียส (15 องศาฟาเรนไฮต์) จะทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลดลงครึ่งหนึ่ง เช่น แบตเตอรี่แบบวัวร์แอลเอจะมีอายุถึง 10 ปีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แต่จะลดลงเหลือ 5 ปี ที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส (95 องศาฟาเรนไฮต์) และอายุเหลือไม่ถึง 1 ปีที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส (107 องศาฟาเรนไฮต์) นอกจากนี้มันยังทำงานได้ไม่ดีในอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ลดต่ำลงจะทำให้แบตเตอรี่เก็บประจุได้น้อยลง ความจุของแบตเตอรี่จะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ ทุก ๆ อุณหภูมิที่ต่ำลง 12 องศาเซลเซียส (22 องศาฟาเรนไฮต์) [21]



รูปที่ 2.22 แบตเตอรี่แบบปิดผนึกที่มีวาล์วระบายความดันหรือวัวร์แอลเอ

ที่มา: <http://daymakwindsor.com>

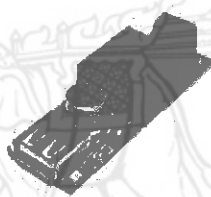


รูปที่ 2.23 แบตเตอรี่แบบปิดผนึกหรือเอสแอลเอ

ที่มา: <http://daymakwindsor.com>

2.9 แผงวงจรตอนระดับแรงดัน KIS3R33S

โมดูลแปลงไฟนี้ใช้ ไอซีเบอร์ MP2307 สำหรับลดระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ตั้งแต่ 7 ถึง 24 โวลต์ ให้ลดลงเหลือ 5 โวลต์ จ่ายกระแสสูงสุดได้ 2 แอมป์ ดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 แผงวงจรตอนระดับแรงดัน [22]

คุณสมบัติของแผงวงจรตอนระดับแรงดัน KIS3R33S [22] มีดังนี้

- แรงดันอินพุต ไฟฟ้ากระแสตรง 7 ถึง 24 โวลต์
- แรงดันเอาต์พุต ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์
- จ่ายกระแสไฟฟ้สูงสุด 3 แอมป์
- ประสิทธิภาพการแปลงแรงดัน 96 เปอร์เซ็นต์
- ความถี่สวิตซิง 340 กิโลเฮิร์ตซ์
- ค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันเอาต์พุตที่ขณะไม่มีโหลด กับ มีโหลด มีค่าเท่ากับ ± 0.5 เปอร์เซ็นต์
- การควบคุมแรงดัน ± 2.5 เปอร์เซ็นต์
- อุณหภูมิขณะทำงาน -40 องศาเซลเซียส ถึง 85 องศาเซลเซียส
- มีการป้องกันกระแสเกิน

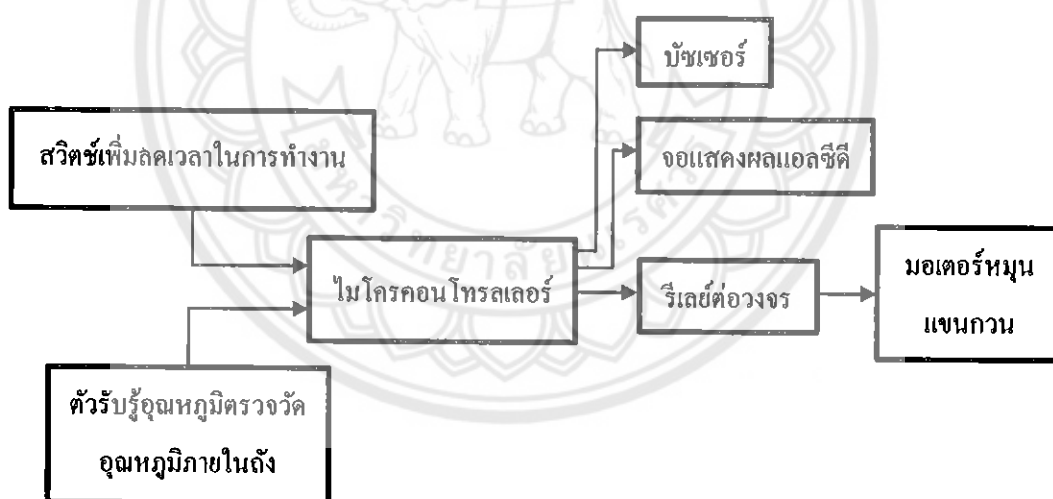
บทที่ 3

ขั้นตอนในการออกแบบและสร้างเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

ในบทนี้จะเป็นการดำเนินงาน โดยเริ่มจากการออกแบบส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่อง การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่อง การออกแบบโครงสร้างของเครื่อง การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรของเครื่อง การจัดหาอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์ และการสร้างเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

3.1 การออกแบบส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็งด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

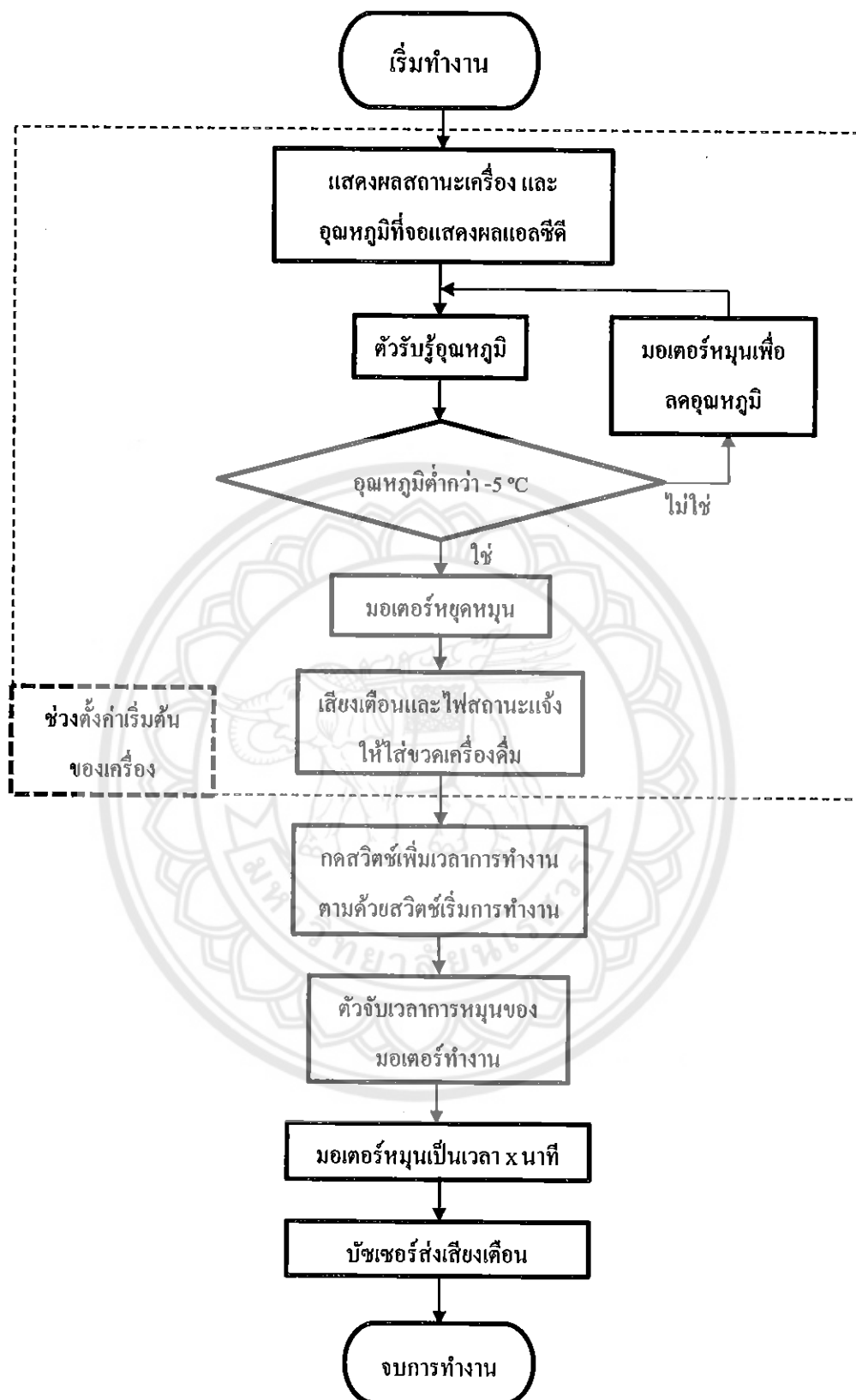
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำงาน โดยการรับอินพุตจากสวิทช์เพิ่มลดเวลาในการทำงาน และตัวรับรู้อุณหภูมิภายในถัง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลไปยังจอแสดงผลแอลซีดี แสดงเวลาที่ทำการตั้งค่าไว้และแสดงอุณหภูมิที่ตรวจวัดได้ จากนั้นจะส่งรีเลย์เพื่อต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ เมื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทำงานจะหมุนแขน กวนจนสิ้นสุดกระบวนการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งบัสเซอร์ทำงานเพื่อเตือนว่าสิ้นสุด กระบวนการทำงาน และได้เครื่องคิมที่เป็นเกลือน้ำแข็งออกมา

3.2 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง

การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง โดยเริ่มจากการออกแบบระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง แสดงได้ดังรูปที่ 3.2

เริ่มต้นจากการเปิดเครื่อง ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะแสดงผลสถานะเครื่อง และอุณหภูมิที่ตัวรับรู้ตรวจวัดได้ในขณะนั้น โดยจะแสดงผลที่หน้าจอแอลซีดี จากนั้นตัวรับรู้อุณหภูมิก็จะทำการตรวจวัดอุณหภูมิหากในขณะนั้น อุณหภูมิยังสูงกว่า -5 องศาเซลเซียส ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์ทำงาน จนกระทั่งตัวรับรู้อุณหภูมิตตรวจวัดอุณหภูมิได้ต่ำกว่า -5 องศาเซลเซียส ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้มอเตอร์หยุดการทำงาน พร้อมกับบีชเซอร์ส่งเสียงเตือน ในขั้นตอนนี้สามารถใส่ขวดเครื่องดื่มลงไปในถังได้ จากนั้นจึงสามารถกดสวิทช์เพิ่มลดเวลาการทำงาน และตามด้วยการกดปุ่มเริ่มการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งตัวจับเวลาให้เริ่มทำการจับเวลาการทำงานตามที่ได้อัปเดตไว้ เมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงก็จะหยุดการทำงานพร้อมกับบีชเซอร์ส่งเสียงเตือน เป็นการสิ้นสุดกระบวนการทำงาน





รูปที่ 3.2 แผนผังขั้นตอนการทำงาน

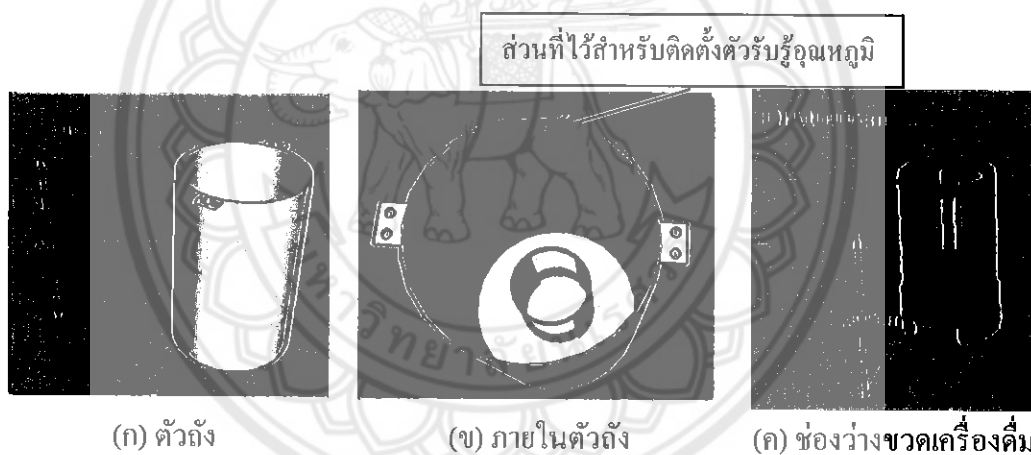
3.3 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

การออกแบบโครงสร้างของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็งจะประกอบไปด้วย 3 ส่วน

1. ตัวถังใส่เครื่องคั้มและการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ
2. แขนกวน
3. ตัวถังสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและแผงสวิตช์ควบคุม

3.3.1 การออกแบบตัวถังใส่เครื่องคั้มและการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ

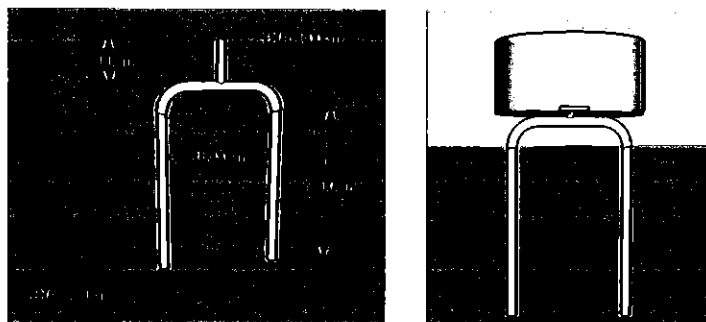
ออกแบบให้ตัวถังมีความสูงเท่ากับ 37.5 เซนติเมตร รัศมีของถังเท่ากับ 11.75 เซนติเมตร ดังภาพ (ก) ภายในตัวถังออกแบบให้มีช่องวางเครื่องคั้มมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดรัศมีเท่ากับ 5 เซนติเมตร สูงเท่ากับ 22 เซนติเมตร สามารถใส่ขวดเครื่องคั้ม ได้หลายขนาด และด้านข้างถังด้านในออกแบบให้เป็นที่ติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิมีลักษณะเป็นท่อขนาดเล็กมีความสูงเท่ากับขนาดความสูงของตัวถัง แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 การออกแบบตัวถังใส่เครื่องคั้มและการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ

3.3.2 การออกแบบแขนกวน

การออกแบบแขนกวนได้ออกแบบให้มีลักษณะเป็น 2 ก้าน แต่ละก้านยาว 27 เซนติเมตร มีระยะห่างระหว่างกันเท่ากับ 18 เซนติเมตร โดยแกนของแขนกวนนี้จะเป็นส่วนที่ติดกับแกนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอีกที แสดงได้ดังรูปที่ 3.4



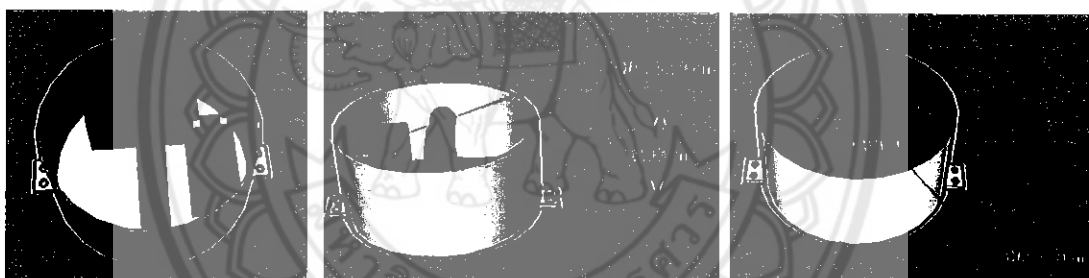
(ก) แขนกวน

(ข) การติดตั้งแกนแขนกวน

รูปที่ 3.4 ภาพการออกแบบแขนกวน

3.3.3 การออกแบบตัวถังสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและแผงสวิทช์ควบคุม

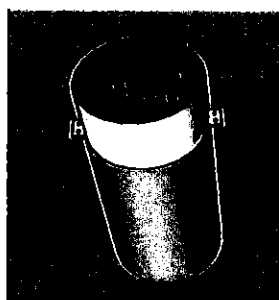
ตัวถังสำหรับติดตั้งมีขนาดความสูงเท่ากับ 11 เซนติเมตร มีรัศมีเท่ากับ 11.75 เซนติเมตร ภายในติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แผงวงจรควบคุม แบตเตอรี่ โดยออกแบบให้ฝาปิดใช้เป็นแผงสวิทช์ควบคุม ดังรูปที่ 3.5

(ก) ภายในถังวางมอเตอร์
ชุดควบคุม และแบตเตอรี่(ข) ภายในถังวางมอเตอร์
ชุดควบคุม และแบตเตอรี่

(ค) แผงสวิทช์ควบคุม

รูปที่ 3.5 ภาพตัวถังสำหรับติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและแผงสวิทช์ควบคุม

ภาพแสดงการออกแบบเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งเมื่อนำทุกส่วนมารวมเข้าด้วยกัน แสดงได้
ดังรูปที่ 3.6



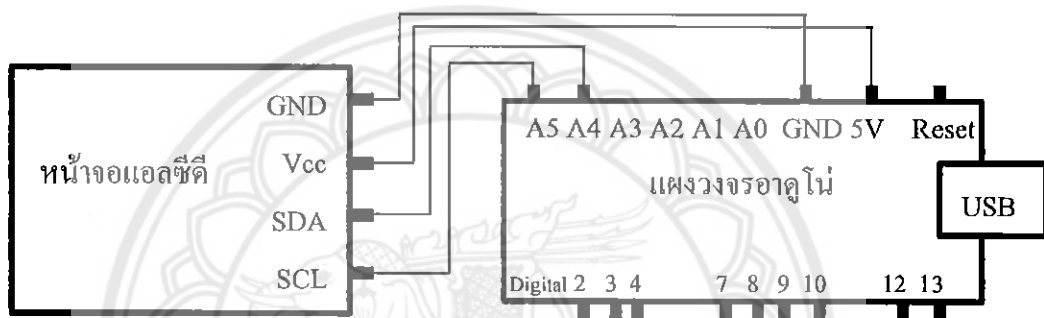
รูปที่ 3.6 ภาพตัวถังใส่เครื่องค้ำน้ำแข็งเมื่อปิดฝาดัง

3.4 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

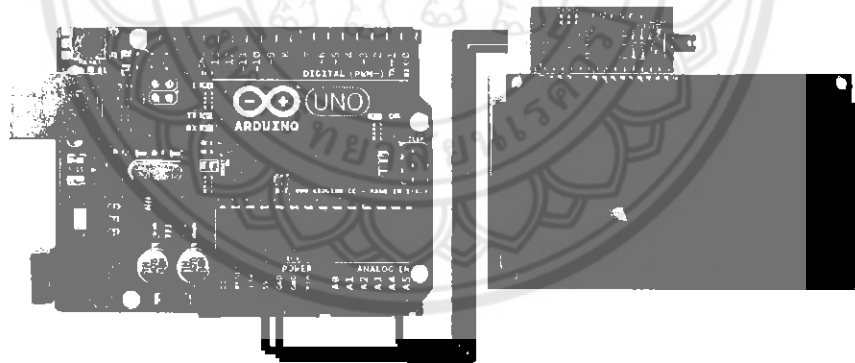
การเชื่อมต่อวงจรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง แสดงได้ดังนี้

1. หน้าจอแสดงผลแอลซีดี

ขา SDA และ SCL ต่อกับขา A4 และ A5 ของแผงวงจรอาดูโน้ตามลำดับ ส่วนขา Vcc รับไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์จากแผงวงจรอาดูโน้ ขากราวด์ของแอลซีดีต่อกับกราวด์ของแผงวงจรอาดูโน้ แสดงผังรูปที่ 3.7



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของหน้าจอแอลซีดี

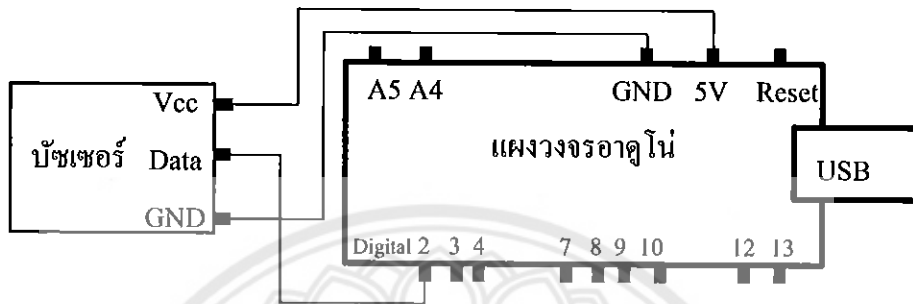


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของหน้าจอแอลซีดี

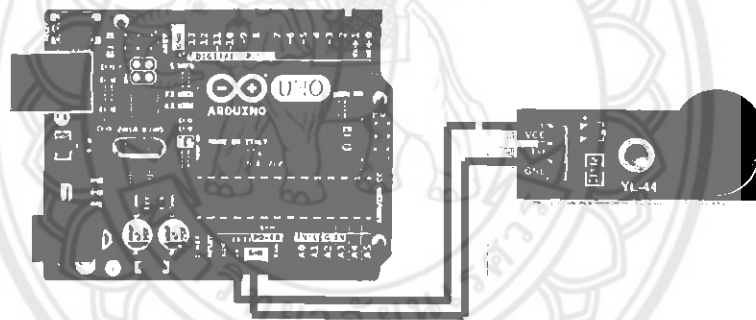
รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อวงจรของหน้าจอแสดงผลแอลซีดีกับแผงวงจรอาดูโน้

2. บัซเซอร์

ขา อินพุต/เอาต์พุต ต่อเข้ากับขา digital2 ของแผงวงจรอาดูโน่ ส่วนขา Vcc รับไฟฟ้า กระแสตรง 5 โวลต์ จากแผงวงจรอาดูโน่และขากราวด์ของบัซเซอร์ต่อกับกราวด์ของแผงวงจรอาดูโน่ แสดงดังรูปที่ 3.8



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของบัซเซอร์

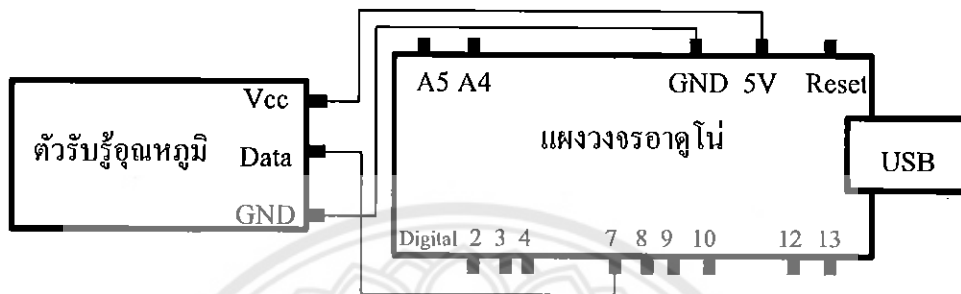


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของบัซเซอร์

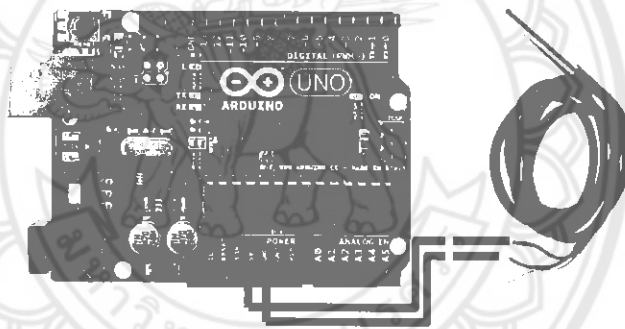
รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่อวงจรของบัซเซอร์กับแผงวงจรอาดูโน่

3. ตัวรับรู้อุณหภูมิ

ขา ข้อมูล ของตัวรับรู้อุณหภูมิต่อกับขา digital7 ของแผงวงจรอาดูโน่ ส่วนขา Vcc รับ ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ จากแผงวงจรอาดูโน่ ขากราวด์ของตัวรับรู้อุณหภูมิต่อกับกราวด์ของ แผงวงจรอาดูโน่ แสดงดังรูปที่ 3.9



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของตัวรับรู้อุณหภูมิ

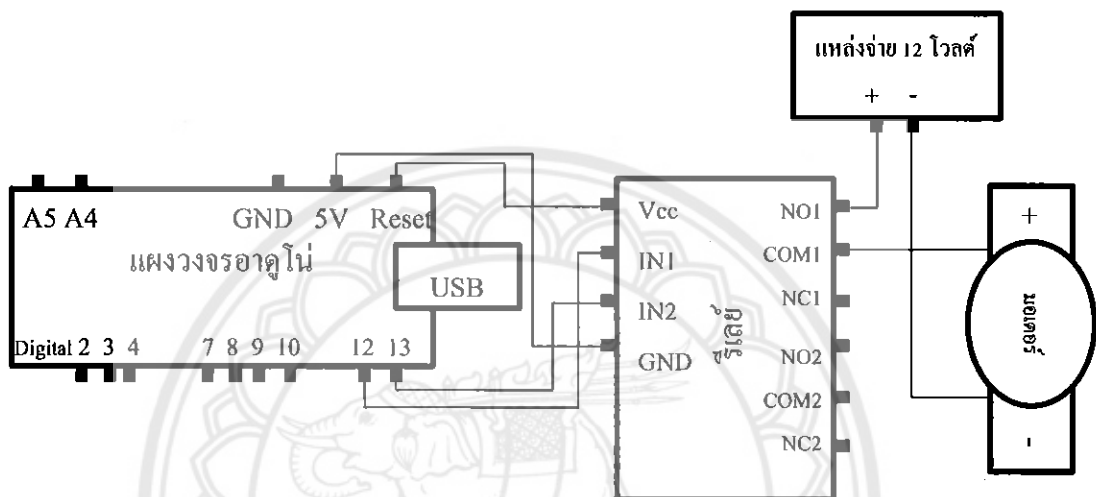


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของตัวรับรู้อุณหภูมิ

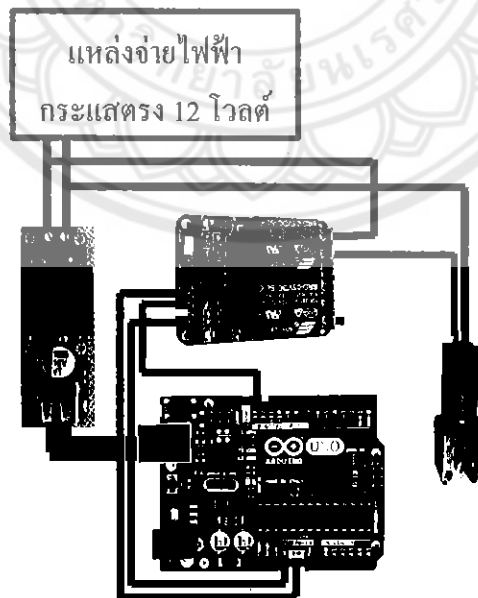
รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อวงจรของตัวรับรู้อุณหภูมิกับแผงวงจรอาดูโน่

4. รีเลย์

ขา IN1 และ IN2 ต่อกับขา digital12 และ digital13 ของแผงวงจรอาดูโน้ตามลำดับ ส่วนขา Vcc รับไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ จากแผงวงจรอาดูโน้ ขากราวด์ของรีเลย์ต่อกับกราวด์ของแผงวงจรอาดูโน้และรับไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ต่อเข้ากับหน้าสัมผัส NO1 ของ K1 จากนั้นต่อสายไฟจาก COM1 ไปเข้าขั้วบวกของมอเตอร์และขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ ต่อกับขั้วลบของมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.10



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของรีเลย์

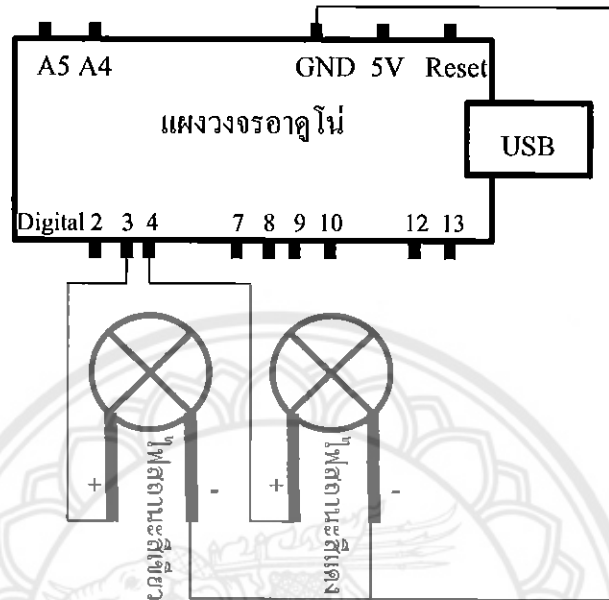


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของรีเลย์

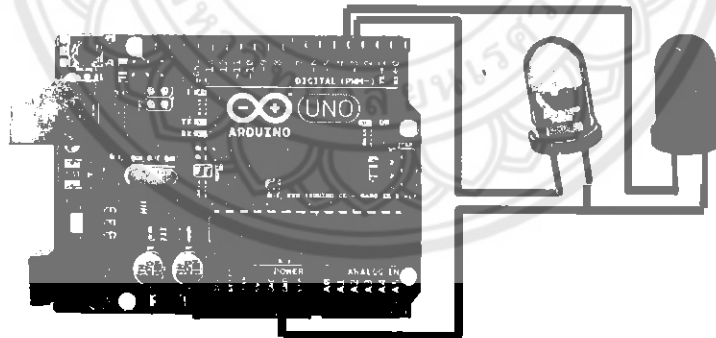
รูปที่ 3.10 การเชื่อมต่อวงจรของรีเลย์กับแผงวงจรอาดูโน้

5. ไฟแจ้งสถานะสีแดง และ สีเขียว

ขา Vcc ของไฟแจ้งสถานะสีแดงและสีเขียว ต่อกับขา digital3 และ digital4 ตามลำดับ ส่วนขาราวด์ของไฟแจ้งสถานะทั้งสองต่อกับกราวด์ของแผงวงจรอาดูโน่ แสดงดังรูปที่ 3.11



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของไฟสถานะ

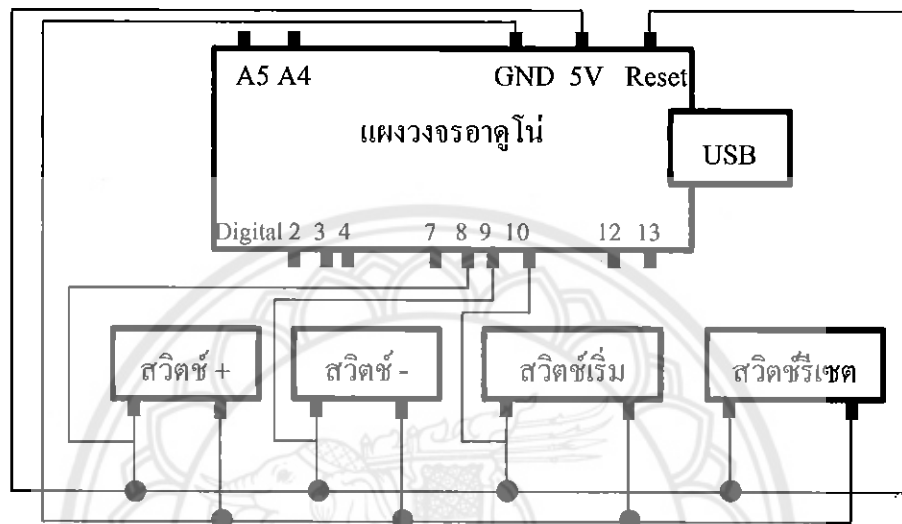


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของไฟสถานะ

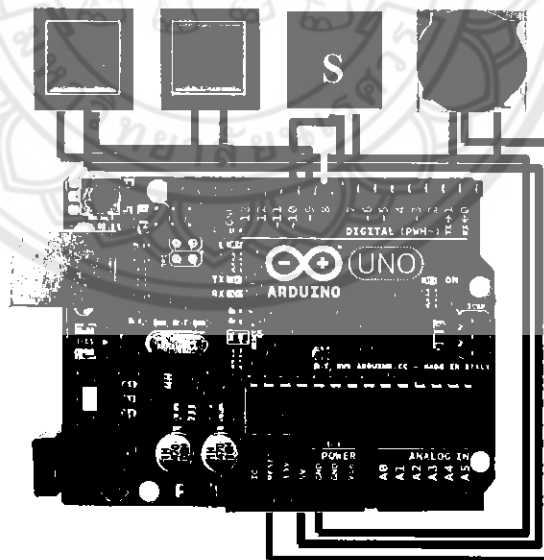
รูปที่ 3.11 การเชื่อมต่อวงจรของไฟสถานะกับแผงวงจรอาดูโน่

6. สวิตช์ควบคุม

สวิตช์เพิ่มเวลา สวิตช์ลดเวลา สวิตช์สั่งการทำงาน และสวิตช์รีเซ็ตต่อกับขา digital8 digital9 digital10 และขารีเซ็ต โดยจะต่อร่วมกับไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ จากแผงวงจรอาดูโน้และขาราวด์ของสวิตช์ทั้งหมดจะต่อกับขาราวด์ของแผงวงจรอาดูโน้ แสดงดังรูปที่ 3.12



(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของสวิตช์ควบคุม

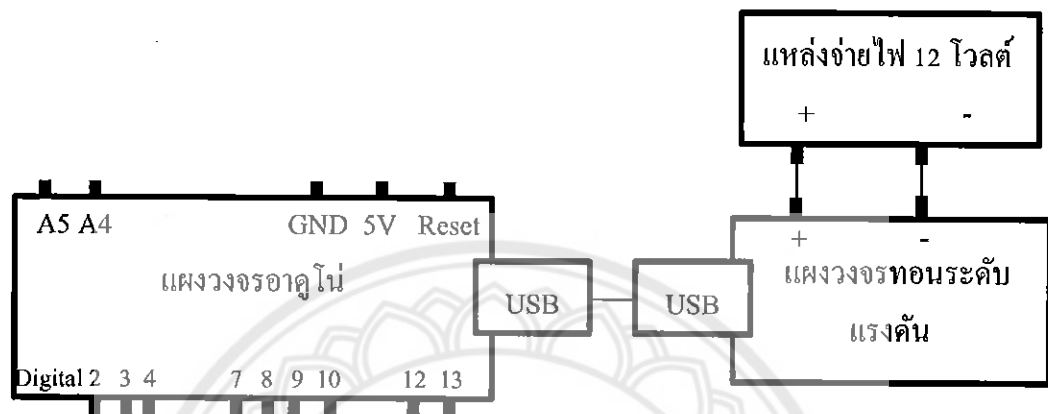


(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของสวิตช์ควบคุม

รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อวงจรของสวิตช์ควบคุมกับแผงวงจรอาดูโน้

7. แผงวงจรทอนระดับแรงดัน KIS3R33S

ขา IN+ จะต่อเข้ากับไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ จากแหล่งจ่าย และขา IN- ต่อเข้ากับขากราวด์ของแหล่งจ่าย โดยจะแปลงแรงดันไฟจาก 12 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ และจ่ายไฟฟ้าให้กับแผงวงจรอาดูโน่ แสดงดังรูปที่ 3.13



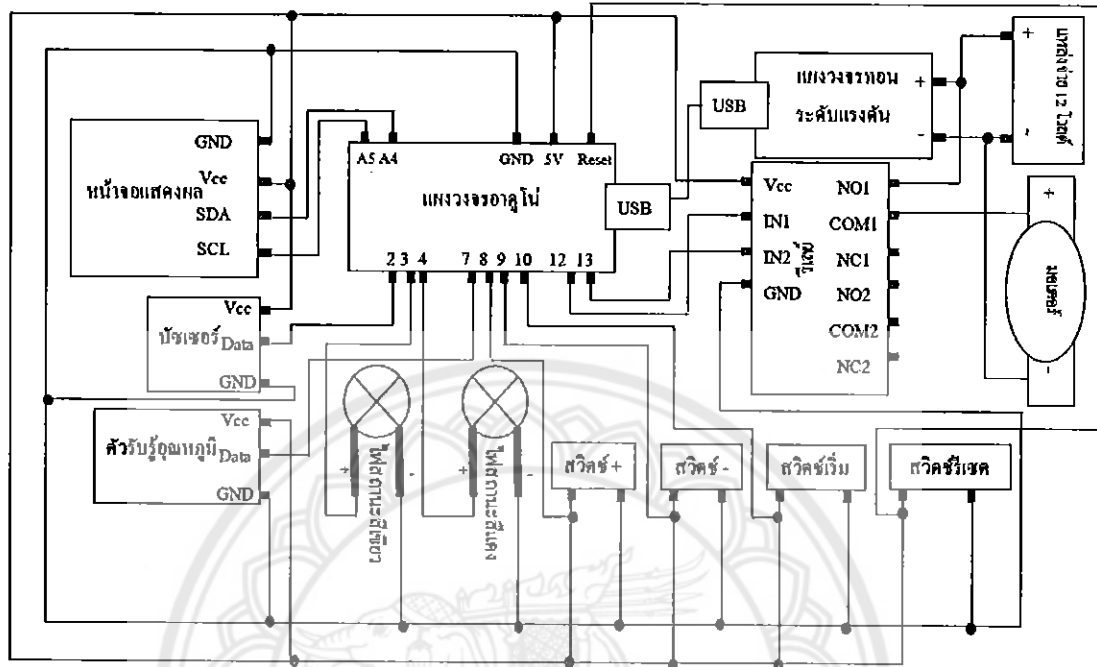
(ก) ลักษณะการเชื่อมต่อวงจรของแผงวงจรทอนระดับแรงดัน



(ข) ภาพจริงการเชื่อมต่อวงจรของแผงวงจรทอนระดับแรงดัน

รูปที่ 3.13 การเชื่อมต่อวงจรของแผงวงจรทอนระดับแรงดันกับแผงวงจรอาดูโน่

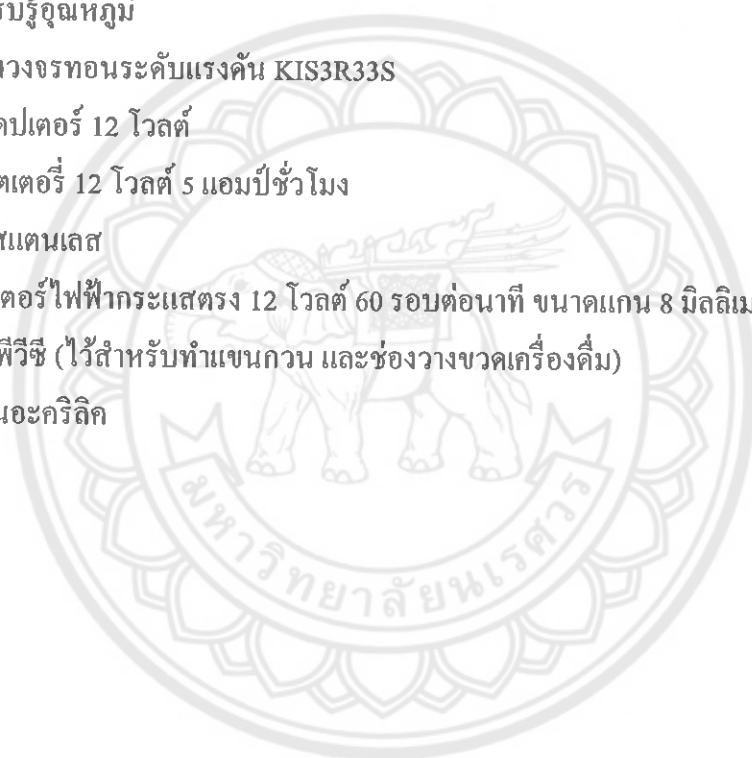
จากการเชื่อมต่อวงจรและอุปกรณ์ในแต่ละส่วนย่อยของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง สามารถนำมาเชื่อมต่อเป็นวงจรรวม ดังแสดงในรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การเชื่อมต่อวงจรรวมของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

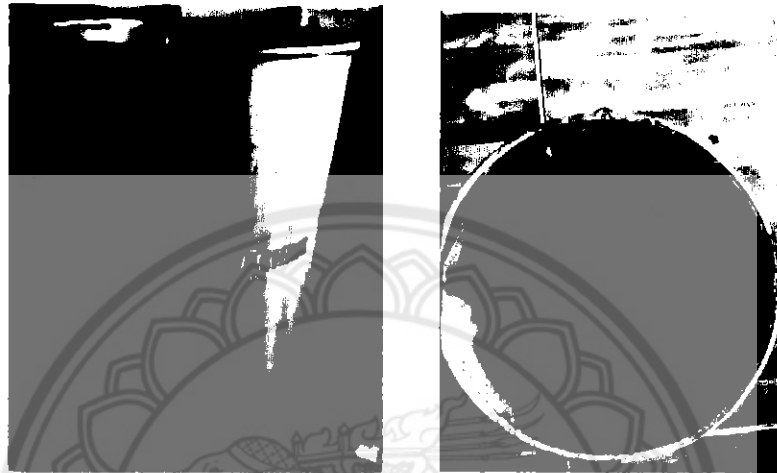
3.5 จัดหาอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์

1. แผงวงจรอาดูโน่ (Arduino UNO R3)
2. รีเลย์ 2 ช่อง 5 โวลต์
3. บัชเซอร์
4. สายไฟ
5. แผงวงจรไขปลอก
6. หน้าจอแอลซีดีแบบไทท์พร้อมแผงวงจรไอทูนีขนาด 20 ตัวอักษร 4 แถว
7. สวิตช์ควบคุม
8. ตัวรับรู้อุณหภูมิ
9. แผงวงจรทอนระดับแรงดัน KIS3R33S
10. อแดปเตอร์ 12 โวลต์
11. แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมป์ชั่วโมง
12. ถังสแตนเลส
13. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ 60 รอบต่อนาที ขนาดแกน 8 มิลลิเมตร
14. ท่อพีวีซี (ไว้สำหรับทำแขนกวาด และช่องวางขวดเครื่องดื่ม)
15. แผ่นอะคริลิก



3.6 สร้างเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง

ตัวถังได้ทำจากสแตนเลส ภายในมีช่องใส่ขวดเครื่องดื่มที่ทำจากพีวีซีอยู่ตรงกลางถัง และ
ได้ทำการติดตั้งตัวรับรู้อุณหภูมิ โดยทำการใส่ไว้ภายในท่อที่ยึดติดไว้ที่ผนังขอบด้านในดังรูปที่ 3.15

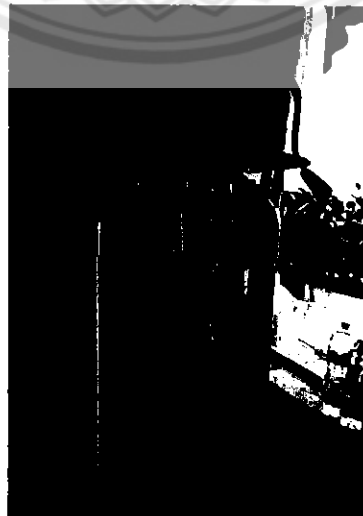


(ก) ตัวถัง

(ข) ภายในตัวถัง

รูปที่ 3.15 ภาพตัวถังและภายใน

แขนกวานทำจากท่อพีวีซีทำการยึดนี้อตติดกับแกนเหล็กรูป 3 แฉก โดยแกน 3 แฉกนี้ได้ทำ
การยึดติดกลับแกนมอเตอร์อีกที แขนกวานพีวีซีมีระยะห่างกัน 18 เซนติเมตรตามการออกไว้
ดังรูปที่ 3.16



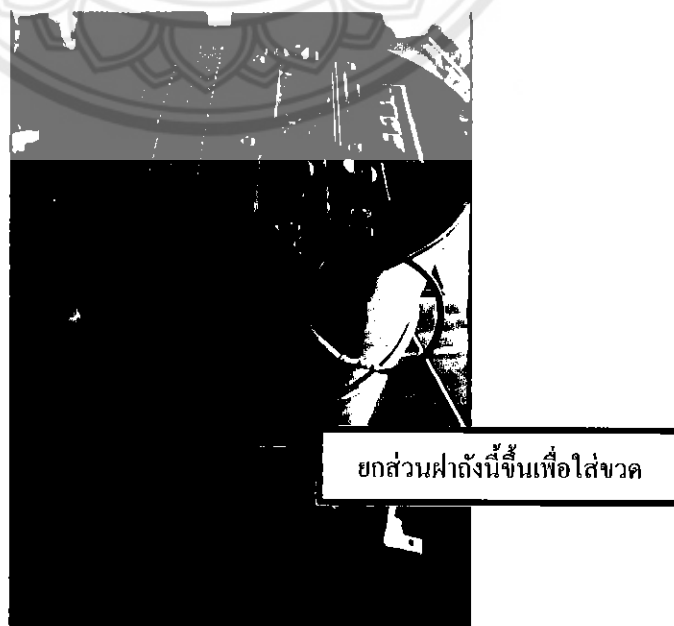
รูปที่ 3.16 ภาพแขนกวาน

แผงสวิตช์ควบคุมทำมาจากอะคริลิกทำการเจาะรูตามขนาดสวิตช์และหน้าจอดีดี ประกอบไปด้วยสวิตช์เปิดปิดเครื่อง สวิตช์ลด/เพิ่มเวลา สวิตช์เริ่มทำงาน สวิตช์รีเซ็ตการทำงาน ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ภาพแผงสวิตช์ควบคุม

ภาพตัวเครื่องจริง มีความสูงรวมทั้งสิ้น 48.5 เซนติเมตร และมีน้ำหนักรวมอยู่ที่ 6 กิโลกรัม ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 เครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดลองในบทนี้เป็นการทดลองหาสัดส่วนของเกลือสมุทร น้ำแข็งบด และน้ำเปล่า รวมถึงเวลาเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งสำหรับเครื่องค้ำในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

- 1) การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของเกลือ น้ำแข็ง และน้ำเปล่า
- 2) การทดลองส่วนผสมและเวลาในการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องค้ำ
- 3) ตารางสรุปผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม
- 4) การทดลองค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์

4.1 การทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปฏิกิริยาของเกลือ น้ำแข็ง และน้ำเปล่า

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อัตราส่วนระหว่างเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดเป็น 1:1 อุณหภูมิวัดได้ที่ -11.63 องศาเซลเซียส แต่การผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องค้ำต้องให้ส่วนผสมอยู่ที่ระดับคอขวดเครื่องค้ำ ทำให้ต้องเพิ่มน้ำเปล่าในปริมาณมากส่งผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความเย็นภายในถังลดลง การตั้งเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งก็จะนานยิ่งขึ้นซึ่งไม่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค

เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดเป็น 1:2 และ 2:1 มีอุณหภูมิใกล้เคียงกัน ต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิสมมุติฐานที่ทำให้ของเหลวในขวดเครื่องค้ำเปลี่ยนสถานะเป็นเกลือค้ำน้ำแข็ง จึงพิจารณาถึงความคุ้มค่าด้วยราคาเกลือสมุทรกิโลกรัมละ 10 บาท และน้ำแข็งบดกิโลกรัมละ 5 บาท พบว่าอัตราส่วนเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบด 1:2 มีค่าใช้จ่าย 20 บาท อัตราส่วนเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบด 2:1 มีค่าใช้จ่าย 25 บาท จึงเลือกอัตราส่วน เกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดเป็น 1:2 ซึ่งมีต้นทุนที่ถูกลงกว่าเป็นอัตราส่วนผสมสำหรับการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องค้ำ

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองอัตราส่วนเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบด

เกลือสมุทร (กรัม)	น้ำแข็งบด (กรัม)	อัตราส่วน เกลือต่อน้ำแข็ง	อุณหภูมิวัดได้เมื่อกวนสารละลายเป็นเวลา 5 นาที (องศาเซลเซียส)
1000	1000	1:1	-11.63
1000	2000	1:2	-11.38
2000	1000	2:1	-12.44

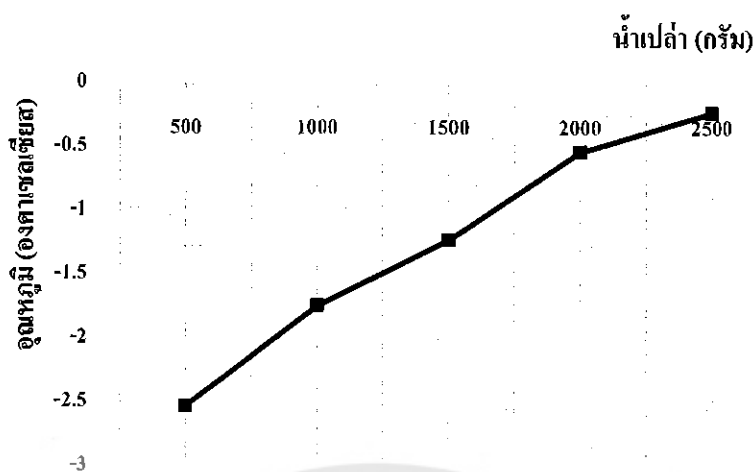
หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

เมื่อกำหนดปริมาณน้ำแข็งบดและเกลือในปริมาณคงที่ โดยเพิ่มน้ำปริมาณน้ำเปล่า และวัดอุณหภูมิเมื่อกวนสารละลายผ่านไปเป็นเวลา 2 นาที ดังตารางที่ 4.2 พบว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณน้ำเปล่า ดังนั้นจึงต้องควบคุมปริมาณน้ำเปล่าให้เหมาะสม เนื่องจากน้ำเปล่าเป็นส่วนผสมที่สำคัญเพราะช่วยให้การส่วนกวนผสมทำได้ง่ายขึ้นเป็นการลดภาระของโหลคมอเตอร์ และลดค่าใช้จ่ายในต้นทุนของส่วนผสม และพบว่าอัตราส่วนผสมระหว่างเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดต่อน้ำเปล่าเป็น 1:2:1 เป็นอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด ซึ่งวัดอุณหภูมิได้ต่ำสุดที่ -2.53 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองปริมาณน้ำเปล่าส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เกลือสมุทร (กรัม)	น้ำแข็งบด (กรัม)	น้ำเปล่า (กรัม)	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)
500	1000	500	-2.53
500	1000	1000	-1.74
500	1000	1500	-1.23
500	1000	2000	-0.54
500	1000	2500	-0.23

หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเพิ่มปริมาณน้ำเปล่าส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ

4.2 การทดลองปริมาณส่วนผสมและระยะเวลาการทำความเย็นในเครื่องต้ม




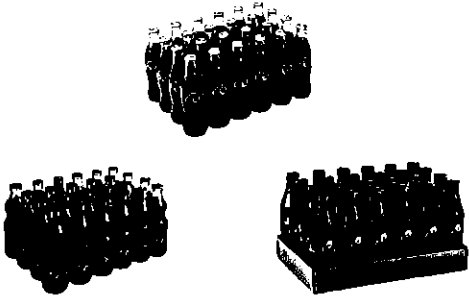

เครื่องต้มแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และ 2 เป็นเครื่องต้มประเภทแอลกอฮอล์บรรจุภัณฑ์ด้วยขวดแก้ว กลุ่มตัวอย่างที่ 3 และ 4 เป็นเครื่องต้มประเภทน้ำอัดลมบรรจุภัณฑ์ด้วยขวดแก้วและขวดพลาสติกตามลำดับ

ทำการทดลองโดยเลือกกลุ่มเครื่องต้ม 1 ชนิด จากกลุ่มตัวอย่างแต่ละประเภท เครื่องต้มที่นำมาทดลองเป็นเครื่องต้มที่อุณหภูมิห้องไม่ได้แช่เย็นก่อนนำมาทดลอง และเริ่มทดลองการทำเครื่องต้มด้วยส่วนผสมระหว่างเกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดต่อน้ำเปล่าเป็น 1:2:1 ดังเหตุผลและการทดลองที่ 4.1 โดยส่วนผสมทั้งหมดต้องอยู่ในระดับคอขวดเครื่องต้ม เพื่อให้เครื่องต้มได้รับความเย็นอย่างเต็มที่ เมื่ออุณหภูมิภายในตัวถังมีค่าต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส ให้นำเครื่องต้มออกมาเคาะก้นขวดและสังเกตปริมาณเกล็ดน้ำแข็งภายในขวด และถ้าหากไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็งหรือเป็นเกล็ดน้ำแข็งในปริมาณที่น้อย ไม่เต็มขวด ให้นำกลับลงไปแช่ในถังเพื่อทดลองต่อ เมื่อเวลาผ่านไป 1 นาที ให้นำเครื่องต้มออกมาเคาะเพื่อสังเกตปริมาณเกล็ดน้ำแข็งอีกครั้ง ทำซ้ำไปเรื่อยๆ จนพบว่าปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวด ให้นำค่าเวลานั้นปรับตั้งการทำงานของเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งในกลุ่มตัวอย่างนั้นๆ

การนำเครื่องต้มออกมาเคาะก้นขวด เนื่องจากกระบวนการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดเครื่องต้ม อธิบายได้ดังนี้ เมื่ออุณหภูมิที่อยู่ภายนอกขวด กับอุณหภูมิข้างในขวดไม่เท่ากัน (อุณหภูมิภายนอกขวดสูงกว่า อุณหภูมิภายในขวด) ดังนั้นเมื่อขวดมีการกระทบกระเทือน หรือมีการทำให้

เกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในขวดอย่างฉับพลัน ก็จะทำให้ความดันภายในขวดสูงขึ้นและเมื่อเครื่องดื่มได้รับแรงดันก็จะทำให้กลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง

ตารางที่ 4.3 ประเภทเครื่องดื่มกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2, 3 และ 4

กลุ่มตัวอย่างที่ 1	กลุ่มตัวอย่างที่ 2
 <p data-bbox="296 952 523 987">ขนาด 620 มิลลิลิตร</p> <p data-bbox="576 952 802 987">ขนาด 630 มิลลิลิตร</p>	 <p data-bbox="850 952 1077 987">ขนาด 320 มิลลิลิตร</p> <p data-bbox="1129 952 1356 987">ขนาด 330 มิลลิลิตร</p>
 <p data-bbox="296 1400 523 1435">ขนาด 500 มิลลิลิตร</p> <p data-bbox="576 1400 802 1435">ขนาด 630 มิลลิลิตร</p>	 <p data-bbox="850 1400 1077 1435">ขนาด 330 มิลลิลิตร</p> <p data-bbox="1129 1400 1356 1435">ขนาด 320 มิลลิลิตร</p>
กลุ่มตัวอย่างที่ 3	กลุ่มตัวอย่างที่ 4
 <p data-bbox="432 1937 659 1973">ขนาด 250 มิลลิลิตร</p>	 <p data-bbox="911 1937 1289 1973">ขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร</p>

กลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้แก่ เครื่องคั้มประเภทขวดแก้ว

- เบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร
- เบียร์ไฮเนเก้น 630 มิลลิลิตร
- เบียร์ช้าง 620 มิลลิลิตร
- เบียร์สิงห์ 500 มิลลิลิตร

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้แก่ เครื่องคั้มประเภทขวดแก้ว

- เบียร์ลีโอ 330 มิลลิลิตร
- เบียร์สิงห์ 330 มิลลิลิตร
- เบียร์ช้าง 320 มิลลิลิตร
- เบียร์ไฮเนเก้น 320 มิลลิลิตร

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ได้แก่ เครื่องคั้มประเภทขวดแก้ว

- โค้กฝาจีบ 250 มิลลิลิตร
- แพนด้าฝาจีบ 250 มิลลิลิตร
- สไปรท์ 250 มิลลิลิตร

กลุ่มตัวอย่างที่ 4 ได้แก่ เครื่องคั้มประเภทขวดพลาสติก

- เป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร
- โค้ก 500 มิลลิลิตร
- สไปรท์ 500 มิลลิลิตร

4.2.1 การทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ 1 เบียร์ขวดขนาด 630 มิลลิลิตร

เลือกสุ่มทำการทดลองด้วยเบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร เนื่องจากมีปริมาตรขนาดใหญ่สุด ด้วยส่วนผสม กลีออสมุท 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิภายในถังต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส นำเครื่องคั้มออกมาเกาะที่ก้นขวด แล้วสังเกตผลที่เกิดภายในขวด เครื่องคั้มขึ้นว่าเป็นเกล็ดน้ำแข็งหรือไม่ เมื่อเกาะแล้วไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็งให้นำขวดไปลงในถังเพื่อทำการทดลองต่อ แต่เมื่อเกาะที่ก้นขวดแล้วเกิดเกล็ดน้ำแข็งให้สังเกตดูที่ปริมาณเกล็ดน้ำแข็ง ถ้ามีปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวดให้กำหนดเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเครื่องคั้มกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ตามเวลาที่ทดลอง

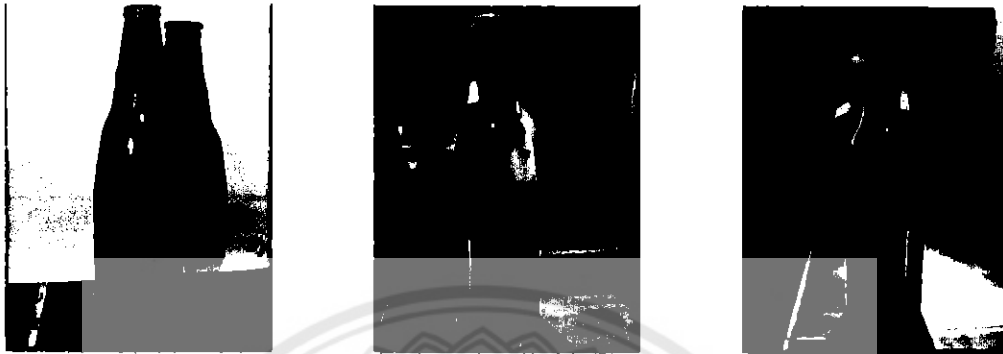
พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสตั้งแต่ นาฬิกาที่ 4 นาฬิกา แต่ไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็ง จนกระทั่งเวลาผ่านไปที่เวลานาฬิกาที่ 13 พบว่าเบียร์ที่อยู่ในขวดกลายเป็นเกล็ดน้ำแข็ง ที่อุณหภูมิ -12.06 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การทดลองผลิตเกล็ดน้ำแข็งในขวดเบียร์ลีโอ ขนาด 630 มิลลิลิตร

นาฬิกาการทำงานของ ผลิตเกล็ดน้ำแข็ง	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	✓ เป็นเกล็ดน้ำแข็ง ✗ ไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็ง
1	-6.31	✗
2	-9.31	✗
3	-9.82	✗
4	-10.19	✗
5	-10.81	✗
6	-11.06	✗
7	-11.31	✗
8	-11.50	✗
9	-11.63	✗
10	-11.75	✗
11	-11.88	✗
12	-11.94	✗
13	-12.06	✓
14	-12.38	✓
15	-12.63	✓

หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

เมื่อนำขวดเบียร์ออกมาเคาะที่ก้นขวด พบว่านาทีที่ 15 มีปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวด ซึ่งมากกว่าปริมาณเกล็ดน้ำแข็งที่ทำได้ด้วยเวลา 14 นาที และ นาทีที่ 13 มีปริมาณเกล็ดน้ำแข็งน้อยสุด ดังรูปที่ 4.2



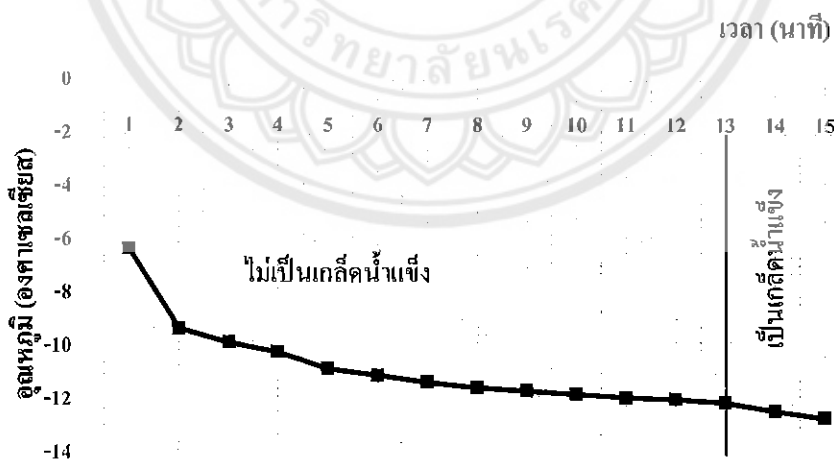
(ก) ที่เวลา 13 นาที

(ข) ที่เวลา 14 นาที

(ค) ที่เวลา 15 นาที

รูปที่ 4.2 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งในขวดที่เวลา 13 14 และ 15 นาที ตามลำดับ

สามารถนำผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดเบียร์ จากตารางที่ 4.4 มาเขียนเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งของเบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ส่วนผสมด้วยปริมาณ เกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม และเวลาในการตั้งการทำงานของตัวเครื่องด้วยเวลา 15 นาที สามารถทำให้เกิด

เกลือน้ำแข็งในขวดเบียร์ลิโ 630 มิลลิลิตร ได้จริง จึงนำมาเป็นคู่มือการใช้งานการผลิตเกลือน้ำแข็ง สำหรับเครื่องคั้นกลุ่มตัวอย่างที่ 1

4.2.2 การทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ 2 เบียร์ขวดขนาด 320 มิลลิลิตร

เลือกผู้ทำการทดลองด้วยเบียร์ข้างขนาด 320 มิลลิลิตร ปริมาณส่วนผสม เกลือสมุทร 1.5 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 3 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1.5 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิภายในถึงต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส นำเครื่องคั้นออกมาเคาะที่ก้นขวด แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าเป็นเกลือน้ำแข็งหรือไม่ เมื่อเคาะแล้วไม่เป็นเกลือน้ำแข็งให้นำขวดใส่ลงในถังเพื่อทำการทดลองต่อ แต่เมื่อเคาะที่ก้นขวดแล้วเกิดเกลือน้ำแข็งให้สังเกตดูปริมาณเกลือน้ำแข็งภายในขวดเครื่องคั้น ถ้ามีปริมาณเกลือน้ำแข็งเต็มขวดให้กำหนดเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็งสำหรับเครื่องคั้นกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ตามเวลาที่ทดลอง

พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสตั้งแต่ นาที่ที่ 5 แต่ไม่เป็นเกลือน้ำแข็ง จนกระทั่งเวลาผ่านไปนาที่ที่ 11 พบว่าเบียร์ในขวดกลายเป็นเกลือน้ำแข็งที่อุณหภูมิ -12.09 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การทดลองผลิตเกลือน้ำแข็งในขวดเบียร์ข้าง ขนาด 320 มิลลิลิตร

นาที่การทำงานเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	✓ เป็นเกลือน้ำแข็ง ✗ ไม่เป็นเกลือน้ำแข็ง
1	-6.26	✗
2	-6.75	✗
3	-8.19	✗
4	-9.88	✗
5	-10.44	✗
6	-10.65	✗
7	-11.25	✗
8	-11.69	✗
9	-11.88	✗
10	-11.96	✗
11	-12.09	✓
12	-12.19	✓

หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

เมื่อนำขวดเครื่องคั่วออกมาเคาะ พบว่านาฬิกาที่ 12 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวด ซึ่งมากกว่า ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งที่ทำได้ในเวลา 11 นาที ดังรูปที่ 4.4



(ก) ที่เวลา 11 นาที

(ข) ที่เวลา 12 นาที

รูปที่ 4.4 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งในขวดที่เวลา 11 และ 12 นาที ตามลำดับ

สามารถนำการผลทดลองหาปริมาณส่วนผสมและเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดเบียร์ จากตารางที่ 4.5 มาเขียนเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็ง ของเบียร์ข้าง 320 มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ส่วนผสมด้วยปริมาณ เกลือสมุทร 1.5 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 3 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1.5 กิโลกรัม และเวลาในการตั้งการทำงานของตัวเครื่องด้วยเวลา 12 นาที สามารถทำให้

เกิดเกลือค้ำแข็งในขวดเบียร์ข้าง 320 มิลลิลิตร ได้จริง จึงนำมาเป็นคู่มือการใช้งานการผลิตเกลือค้ำแข็งสำหรับเครื่องต้มในกลุ่มตัวอย่างที่ 2

4.2.3 การทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ 3 น้ำอัดลมขวดแก้วขนาด 250 มิลลิลิตร

เลือกสุ่มทำการทดลอง แพนด้าฝาจีบ 250 มิลลิลิตร ด้วยปริมาณส่วนผสม เกลือสมุทร 1 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 2 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิภายในถึงต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส นำเครื่องต้มออกมาเกาะที่ก้นขวด แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าเป็นเกลือค้ำแข็งหรือไม่ เมื่อเกาะแล้วไม่เป็นเกลือค้ำแข็งให้นำขวดใส่ลงในถังเพื่อทำการทดลองต่อ แต่เมื่อเกาะที่ก้นขวดแล้วเกิดเกลือค้ำแข็งให้สังเกตดูปริมาณเกลือค้ำแข็ง ถ้ามีปริมาณเกลือค้ำแข็งเต็มขวดให้กำหนดเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำแข็งสำหรับเครื่องต้มกลุ่มตัวอย่างที่ 3 ตามเวลาที่ทดลอง

พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสตั้งแต่ นาทีที่ 7 แต่ไม่เป็นเกลือค้ำแข็ง จนกระทั่งเวลาผ่านไปที่เวลานาทีที่ 10 พบว่าเครื่องต้มเป็นเกลือค้ำแข็งที่อุณหภูมิ -11.14 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทดลองผลิตเกลือค้ำแข็งในขวดแพนด้าฝาจีบ 250 มิลลิลิตร

นาฬิกาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำแข็ง	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	✓ เป็นเกลือค้ำแข็ง ✗ ไม่เป็นเกลือค้ำแข็ง
1	-6.16	✗
2	-6.35	✗
3	-8.29	✗
4	-8.87	✗
5	-9.44	✗
6	-9.85	✗
7	-10.25	✗
8	-10.69	✗
9	-10.88	✗
10	-11.14	✓

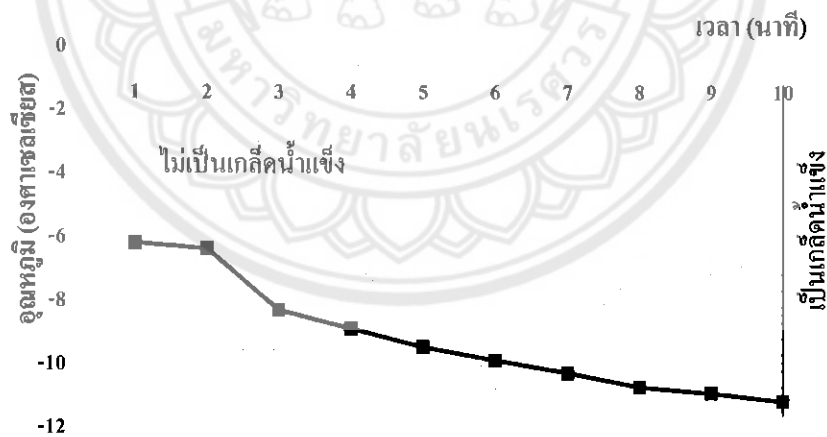
หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

เมื่อนำขวดเครื่องดื่มออกมาเคาะ พบว่านาทีที่ 10 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวดซึ่งถือว่าเป็นเกล็ดน้ำแข็งในปริมาณที่มากที่สุด ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งในขวดที่เวลา 10 นาที

สามารถนำการทดลองหาปริมาณส่วนผสมและเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดแฟนต้าฟาจิบ จากตารางที่ 4.6 มาเขียนเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งของแฟนต้าฟาจิบ 250 มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ส่วนผสมด้วยปริมาณ เกลือสมุทร 1 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 2 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1 กิโลกรัม และเวลาในการตั้งการทำงานของตัวเครื่องด้วยเวลา 10 นาที สามารถทำให้เกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดแฟนต้าฟาจิบ 250 มิลลิลิตร ได้จริง จึงนำมาเป็นคู่มือ ใช้งานการผลิตเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเครื่องดื่มกลุ่มตัวอย่างที่ 3

4.2.4 การทดลองกลุ่มตัวอย่างที่ 4 น้ำอัดลมขวดพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร

เลือกกลุ่มทำการทดลอง เป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร ด้วยส่วนผสม เกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม เมื่ออุณหภูมิภายในดังต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสให้นำเครื่องคีมออกมาเคาะที่ก้นขวด แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้นว่าเป็นเกล็ดน้ำแข็งหรือไม่ เมื่อไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็งให้นำขวดเครื่องคีมใส่ลงในถังเพื่อทำการทดลองต่อ แต่เมื่อเคาะที่ขวดแล้วเกิดเกล็ดน้ำแข็งให้สังเกตดูปริมาณเกล็ดน้ำแข็ง ถ้ามีปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวดให้กำหนดเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเครื่องคีมกลุ่มตัวอย่างที่ 4 ตามเวลาที่ทดลอง

พบว่าอุณหภูมิต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียสตั้งแต่ นาทีที่ 5 แต่ไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็ง จนกระทั่งเวลาผ่านไปที่เวลานาทีที่ 14 พบว่าเครื่องคีมเป็นเกล็ดน้ำแข็งที่อุณหภูมิ -12.36 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การทดลองผลิตเกล็ดน้ำแข็งในขวดเป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร

นาที่การทำงาน เครื่องผลิตเกล็ดน้ำแข็ง	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)	✓ เป็นเกล็ดน้ำแข็ง ✗ ไม่เป็นเกล็ดน้ำแข็ง
1	-6.42	✗
2	-7.53	✗
3	-9.16	✗
4	-9.88	✗
5	-10.21	✗
6	-11.03	✗
7	-11.25	✗
8	-11.54	✗
9	-11.72	✗
10	-11.79	✗
11	-11.82	✗
12	-11.97	✗
13	-12.14	✗
14	-12.36	✓
15	-12.59	✓

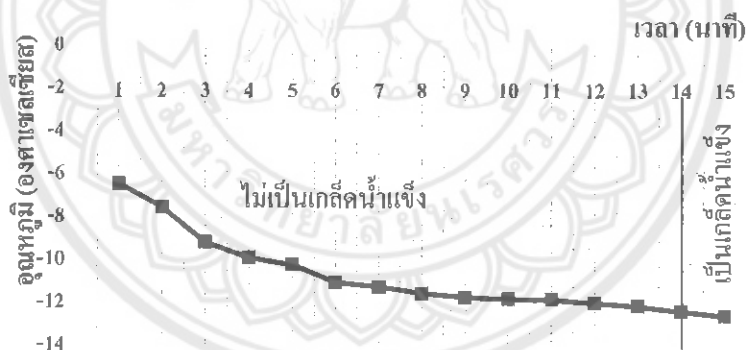
หมายเหตุ: ทดลองที่อุณหภูมิห้อง 30 องศาเซลเซียส

เมื่อนำขวดเครื่องดื่มออกมาเคาะ พบว่านาทีที่ 15 มีปริมาณเกล็ดน้ำแข็งเต็มขวดซึ่งถือว่าเป็นเกล็ดน้ำแข็งในปริมาณมากที่สุด ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ปริมาณเกล็ดน้ำแข็งในขวดที่เวลา 15 นาที

สามารถนำผลการทดลองหาปริมาณส่วนผสมและเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งในขวดเป๊ปซี่จากรายที่ 4.7 มาเขียนเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและช่วงเวลาการเกิดเกล็ดน้ำแข็งของเป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ส่วนผสมด้วยปริมาณ เกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม และเวลาในการตั้งการทำงานของตัวเครื่องด้วยเวลา 15 นาที สามารถผลิตเกล็ดน้ำแข็งในขวดเป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร ได้จริง นำมาเป็นคู่มือการใช้งานการผลิตเกล็ดน้ำแข็งเกล็ดน้ำแข็งสำหรับเครื่องดื่มกลุ่มตัวอย่างที่ 4

4.3 ตารางสรุปผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม

พบว่าส่วนผสมด้วยปริมาณของเกลือสมุทร น้ำแข็งบดและน้ำเปล่า ในอัตราส่วน 1:2:1 ที่ส่งผลต่อการลดลงของอุณหภูมิภายในตัวถัง โดยปริมาณน้ำเปล่าที่ใส่ลงในถังส่งผลการกวนส่วนผสมทำได้ง่ายขึ้นและทำให้ระดับส่วนผสมลดยถึงระดับคอกววดของเครื่องค้ำ ทำให้เครื่องค้ำได้รับความเย็นอย่างทั่วถึงและการถ่ายเทความร้อนจากขวดออกสู่ภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีของเหลวที่อยู่ภายในถังเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อน นั่นคือ เกลือสมุทรและน้ำแข็ง ละลายกลายเป็นของเหลวรวมอยู่กับน้ำเปล่าหรือเรียกว่าน้ำเกลือนั่นเอง

โดยเครื่องค้ำกลุ่มตัวอย่างแต่ละประเภทจะใช้ปริมาณส่วนผสมไม่เท่ากัน แต่ในอัตราส่วนที่เท่ากัน คือ เกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดต่อน้ำเปล่าเป็น 1:2:1 และเวลาในการตั้งเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งไม่เท่ากัน เนื่องด้วยชนิดและขนาดของเครื่องค้ำ โดยเครื่องค้ำกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ใช้ส่วนผสมในอัตราส่วนและเวลาการทำงานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขวดแก้วและมีขนาดใหญ่ที่สุด เช่นเดียวกลุ่มตัวอย่างที่ 4 เนื่องจากเป็นขวดพลาสติก แม้จะมีขนาดขวดเล็กกว่าเครื่องค้ำตัวอย่างที่ 1 มีแต่คุณสมบัติความเป็นฉนวนในการนำความเย็นจึงต้องใช้ส่วนผสมปริมาณมากเท่ากับกลุ่มตัวอย่างที่ 1 และใช้เวลาในการทำงาน 15 นาที กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นกลุ่มเครื่องค้ำประเภทขวดแก้วที่มีขนาดเล็กกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ 1 จึงใช้ส่วนผสมและเวลาการทำงานที่น้อยกว่าด้วยเวลา 12 นาที และกลุ่มตัวอย่างที่ 3 เป็นกลุ่มประเภทขวดแก้วที่มีขนาดเล็กที่สุดจึงใช้ส่วนผสมและเวลาการทำงานน้อยสุดด้วยเวลาเพียง 10 นาที

ดังนั้นตารางที่ 4.8 ถือเป็นคู่มือการใช้งานเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง ด้วยสัดส่วนผสมและเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่างแต่ละประเภท ที่สามารถทำเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องค้ำได้อย่างแน่นอน กรณีที่ต้องการทำเกลือค้ำน้ำแข็งในรอบที่ 2 เครื่องค้ำชนิดเดิม ให้เพิ่มน้ำแข็งบดลงไปในส่วนครึ่งหนึ่ง และตั้งเวลาการทำงานเท่าเดิม เช่น ถ้าหากต้องการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งด้วยเบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร ในครั้งที่ 2 ต้องเพิ่มน้ำแข็งบดลงไป 2 กิโลกรัม จากเดิมในครั้งที่ 1 ที่ใส่ไป 4 กิโลกรัม และตั้งเวลาการทำงานเท่าเดิมที่ 15 นาที เป็นต้น แต่ในกรณีที่ต้องการทำเกลือค้ำน้ำแข็งครั้งที่ 2 ด้วยปริมาตรขวดที่มีขนาดเล็กกว่าครั้งที่ 1 สามารถนำเครื่องค้ำใส่ลงในถังและตั้งเวลาการทำงานได้เลย เช่น ผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง ด้วยเบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร ในครั้งที่ 1 และต้องการทำเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดแฟนต้าฟาจิบ 250 มิลลิลิตร ในครั้งที่ 2 ยังสามารถใช้ส่วนผสมเดิมจากครั้งที่ 1 ได้ โดยนำขวดแฟนต้าใส่ลงในถังและตั้งเวลาการทำงานที่ 10 นาที เป็นต้น

ตารางที่ 4.8 ตารางสรุปผลการทดลองปริมาณส่วนผสมและเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม

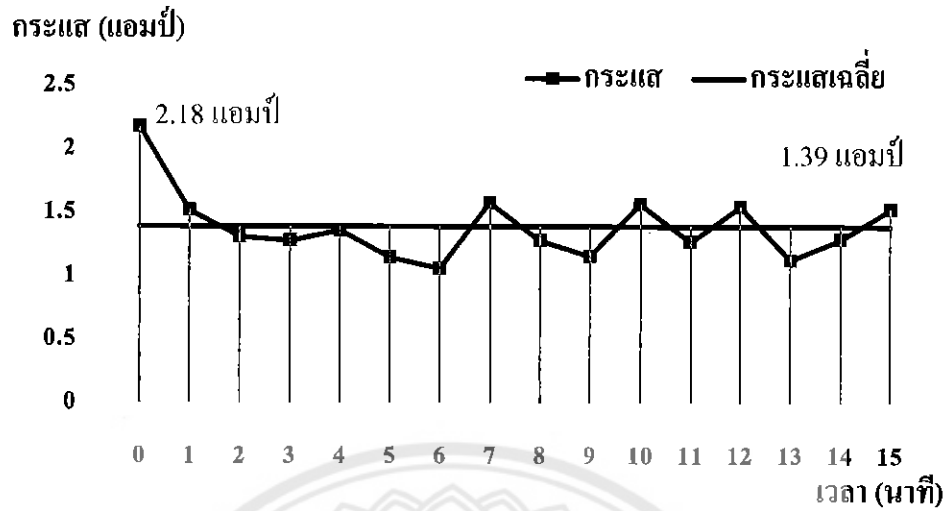
เครื่องมือ	ส่วนผสม (กิโลกรัม)			ตั้งเวลาการทำงานของเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง (นาที)
	เกลือสมุทร	น้ำแข็งบด	น้ำเปล่า	
กลุ่มตัวอย่างที่ 1	2	4	2	15
กลุ่มตัวอย่างที่ 2	1.5	3	1.5	12
กลุ่มตัวอย่างที่ 3	1	2	1	10
กลุ่มตัวอย่างที่ 4	2	4	2	15

4.4 การทดลองวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์

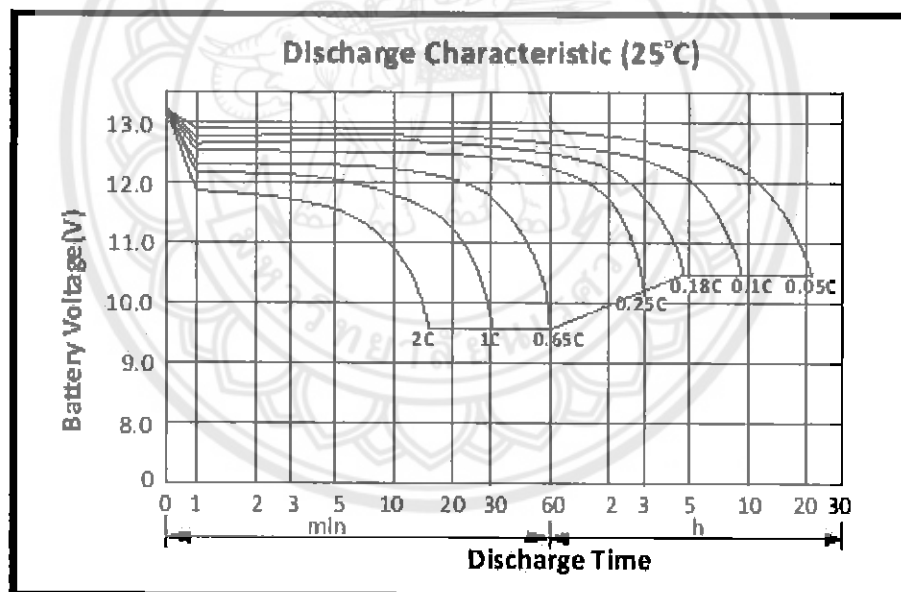
4.4.1 ค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 12 โวลต์

ทำการทดลองด้วย เบียร์ลี โอขนาด 630 มิลลิลิตร โดยตั้งเวลาการทำเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง 15 นาที ซึ่งใช้เวลานานที่สุด ด้วยส่วนผสม เกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม และน้ำเปล่า 2 กิโลกรัม

มอเตอร์ดึงกระแสจากแบตเตอรี่เฉลี่ย 1.39 แอมป์ โดยพบกระแสกระชากขณะเริ่มเดินเครื่องที่ 2.18 แอมป์ ด้วยความจุของแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมป์ชั่วโมง หมายความว่า พลังงานในแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 5 แอมป์ชั่วโมง เท่ากับ $12 \text{ โวลต์} \times 5 \text{ แอมป์} \times 3600 \text{ วินาที}$ จะได้เท่ากับ 0.216 เมกะจูล ดังนั้นแบตเตอรี่จะจ่ายกระแส 1.39 แอมป์ เมื่อพิจารณาจากกราฟการคายประจุของแบตเตอรี่ ดังรูป 4.11 แบตเตอรี่ 5 แอมป์ชั่วโมง จะมีค่าเท่ากับ 1C หากจ่ายกระแส 1.39 แอมป์ ชั่วโมง จะมีค่าเท่าไร 0.27C ดังนั้นแบตเตอรี่จะจ่ายกระแสอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที เมื่อวัดแรงดันได้ 10.44 โวลต์ ใช้กำลังไฟฟ้า $1.39 \text{ แอมป์} \times 10.44 \text{ โวลต์}$ เท่ากับ 14.51 วัตต์ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 12 โวลต์



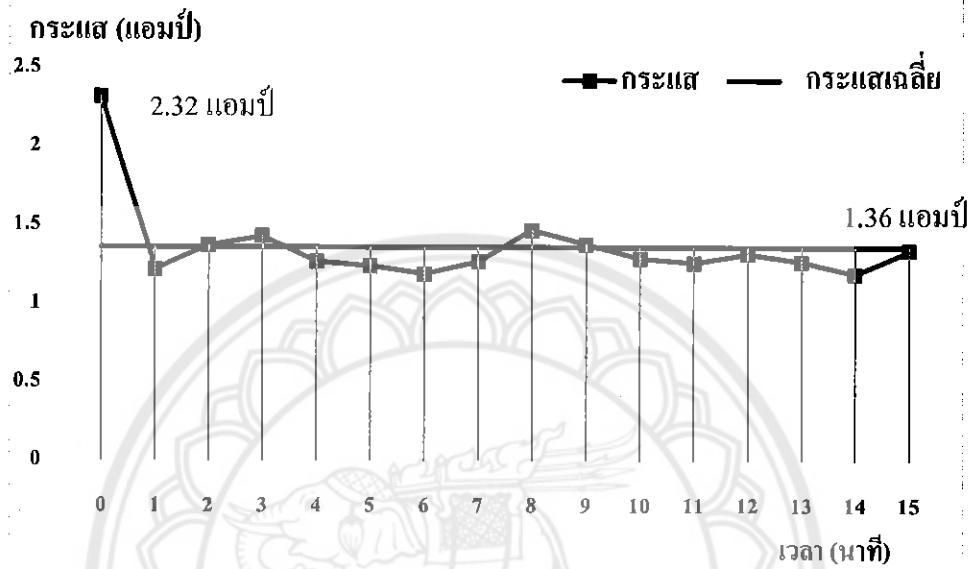
รูปที่ 4.11 กราฟการคายประจุของแบตเตอรี่ NS12-5

ที่มา: <http://bb-batteryasia.com/discharge-rate>

4.4.2 ค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ทำการทดลองด้วย เบียร์ดีโอ 630 มิลลิลิตร โดยตั้งเวลาการทำงานเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง 15 นาที ซึ่งใช้เวลานานที่สุด ด้วยส่วนผสม เกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัมและ น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม

มอเตอร์ดึงกระแสจากแบตเตอรี่เฉลี่ย 1.36 แอมป์ โดยพบกระแสกระชากขณะเริ่มเดินเครื่องที่ 2.32 แอมป์ แรงดันวัดได้ที่มอเตอร์ 11.20 โวลต์ ใช้กำลังไฟฟ้า 1.36×11.20 โวลต์ จะได้เท่ากับ 15.23 วัตต์ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้ที่มอเตอร์จากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงการ สามารถสรุปผล ซึ่งแจ้งปัญหาในการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

เครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งสำหรับเครื่องคั้ม ใช้หลักการดึงเอาความร้อนจากเครื่องคั้มซึ่งจะทำให้เครื่องคั้มมีอุณหภูมิต่ำลง โดยอาศัยน้ำแข็งเป็นตัวช่วยดึงความร้อนแค่เพียงน้ำแข็งอย่างเดียวไม่สามารถทำให้เครื่องคั้มเย็นจัดได้จึงจำเป็นต้องเอาเกลือมาช่วยดึงเอาความร้อนออกจากน้ำแข็งอีกที โดยมีน้ำเปล่าเป็นตัวกลางที่ทำให้ส่วนผสมอยู่ในระดับคอขวดและการกวนส่วนผสมระหว่างเกลือสมุทรและน้ำแข็งบดทำให้สะดวกยิ่งขึ้น เพื่อเร่งปฏิกิริยาระหว่างน้ำแข็งบดและเกลือสมุทรส่งผลให้อุณหภูมิภายในตัวถังลดลงอย่างต่อเนื่อง

อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องคั้มแต่ละกลุ่มตัวอย่าง คือ เกลือสมุทรต่อน้ำแข็งบดต่อน้ำเปล่า เป็น 1:2:1 โดยเครื่องคั้มกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ซึ่งเป็นประเภทขวดแก้วที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและเครื่องคั้มกลุ่มตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นเครื่องคั้มประเภทขวดพลาสติก ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่างใช้ส่วนผสมปริมาณมากที่สุด ด้วยเกลือสมุทร 2 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 4 กิโลกรัม น้ำเปล่า 2 กิโลกรัม และใช้เวลานานที่สุด 15 นาที

กลุ่มตัวอย่างที่ 2 ซึ่งเป็นเครื่องคั้มประเภทขวดแก้วที่มีขนาดเล็กกรองลงมาจากเครื่องคั้มกลุ่มตัวอย่างที่ 1 โดยใช้ปริมาณส่วนผสม ด้วยเกลือสมุทร 1.5 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 3 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1.5 กิโลกรัม และใช้เวลาทำเครื่องคั้มเกลือค้ำน้ำแข็ง 12 นาที

กลุ่มตัวอย่างที่ 3 ซึ่งเป็นเครื่องคั้มประเภทขวดแก้วที่มีขนาดเล็กที่สุด จึงใช้ปริมาณส่วนผสม ด้วยเกลือสมุทร 1 กิโลกรัม น้ำแข็งบด 2 กิโลกรัม น้ำเปล่า 1 กิโลกรัม และใช้เวลา 10 นาที ซึ่งเป็นปริมาณส่วนผสมและเวลาในการทำเครื่องคั้มเกลือค้ำน้ำแข็งน้อยที่สุด

โครงการเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ และไฟฟ้ากระแสตรงจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ที่ติดอยู่กับตัวเครื่อง โดยกำหนดให้อุณหภูมิเริ่มต้นการทำงานของตัวเครื่องได้ที่ -5 องศาเซลเซียส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความแม่นยำในการผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องคั้มทั้ง 4 กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ ในการหมุนกวนส่วนผสมภายในตัวถัง และมีหน้าจอบลูทูธแสดงผลอุณหภูมิ เวลาการทำงาน พร้อม

หลอดแอลซีดีแสดงสถานะการทำงาน และมีเสียงเตือนเมื่อเสร็จสิ้นการทำงาน โดยตัวโปรแกรมจะสามารถตั้งเวลาการทำงานของเครื่องได้ตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้งาน

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการจัดทำโครงการ

- 1) อุปกรณ์ควบคุมในส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น จอแอลซีดี แผงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ และตัวรับรู้อุณหภูมิอาจเสียหายได้ง่ายถ้าหากไม่ควบคุมแรงดันหรือกระแสจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า
- 2) ถ้ามีปริมาณเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องดื่มมากก็จะทำให้เทออกจากขวดได้ยากและอาจทำให้ขวดแตกได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ

- 1) พัฒนาลักษณะการหมุนกวนส่วนผสมภายในถังเพื่อให้สามารถใช้ได้กับน้ำแข็งหลอด
- 2) พัฒนาให้สามารถผลิตเกลือค้ำน้ำแข็งในขวดเครื่องดื่มได้ครั้งละหลายขวด
- 3) สามารถเพิ่มอุปกรณ์เพื่อทำไอติมหลอดได้
- 4) พัฒนาโครงสร้างตัวถังให้มีน้ำหนักเบา สามารถรักษาอุณหภูมิภายในถังให้คงความเย็นได้นานขึ้นและทนต่อปฏิกิริยาของเกลือเพื่อป้องกันสนิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ap-chemistry2/liquid_solution/solution_colligative_properties.htm, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [2] <http://www.vcharkarn.com/vcafe/2476>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [3] ไชชาญ หินเกิด “เครื่องกลไฟฟ้า 1”, บริษัทประชาชน, กรุงเทพฯ, 2537.
- [4] <http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor2.htm>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [5] Smart Learning, “หลักการท างานของรีเลย์ (Relay)”, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558 จาก <http://www.smartlearningweb.com/knowledge/relay/relay.htm>
- [6] <http://www.arduinoall.com/category>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [7] <https://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [8] <http://www.adisak51.com/avr2.html>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [9] <http://th.element14.com/atmel/atmega328-pu/mcu-8bit-atmega-20mhz-dip-28/dp/1972087>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [10] http://www.semi-shop.com/knowledge/knowledge_detail.php?sk_id=86, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [11] <https://sites.google.com/site/bbmm2553/prawati-khwam-pen-ma-khxng-pha-si>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [12] <http://www.arduitronics.com/article/การใช้งาน-lcd-กับ-arduino>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [13] <http://th.aliexpress.com/item/16x4-lcd-display-module-TC1604A-04/637244618.html>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [14] <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/การใช้งาน-character-lcd-display-กับ-arduino-ตอนที่1-รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ-parallel.html>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [15] <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/การใช้งาน-character-lcd-display-กับ-arduino-ตอนที่2-รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ-i2c.html>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558

- [16] <http://www.arduinoall.com/product/536/active-buzzer-module-3-3-5v>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [17] https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/sensor/temp_pres/, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [18] <http://www.arduinoall.com/product/107/digital-temperature-temp-sensor-probe-ds18b20-for-thermometer-waterproof-100cm>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [19] <http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/greenway14.php>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [20] <https://th.wikipedia.org/wiki/แบตเตอรี่แบบตะกั่ว-กรด>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [21] <http://www.stunitedsupply.com>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558
- [22] <http://www.arduinoall.com/product/447/kis3r33s-5v-usb-output-converter-dc-7v-24v-to-5v-3a-step-down-buck-kis3r33s-module-kis-3r33s>, สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558





ภาคผนวก ก
รายละเอียดข้อมูลของ ATMEGA328



ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P

ATEMEL 8-BIT MICROCONTROLLER WITH 4/8/16/32KBYTES IN-SYSTEM PROGRAMMABLE FLASH

Features

- High Performance, Low Power Atmel®AVR® 8-Bit Microcontroller Family
- Advanced RISC Architecture
 - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 20 MIPS Throughput at 20MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 4/8/16/32KBytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
 - 256/512/512/1KBytes EEPROM
 - 512/1K/1K/2KBytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Atmel® QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix® acquisition
 - Up to 64 sense channels
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Six PWM Channels
 - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Temperature Measurement
 - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
 - Temperature Measurement
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I²C compatible)
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change

- **Special Microcontroller Features**
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- **I/O and Packages**
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- **Operating Voltage:**
 - 1.8 - 5.5V
- **Temperature Range:**
 - -40°C to 85°C
- **Speed Grade:**
 - 0 - 4MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz@2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- **Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C**
 - Active Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.75µA (including 32kHz RTC)



1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P

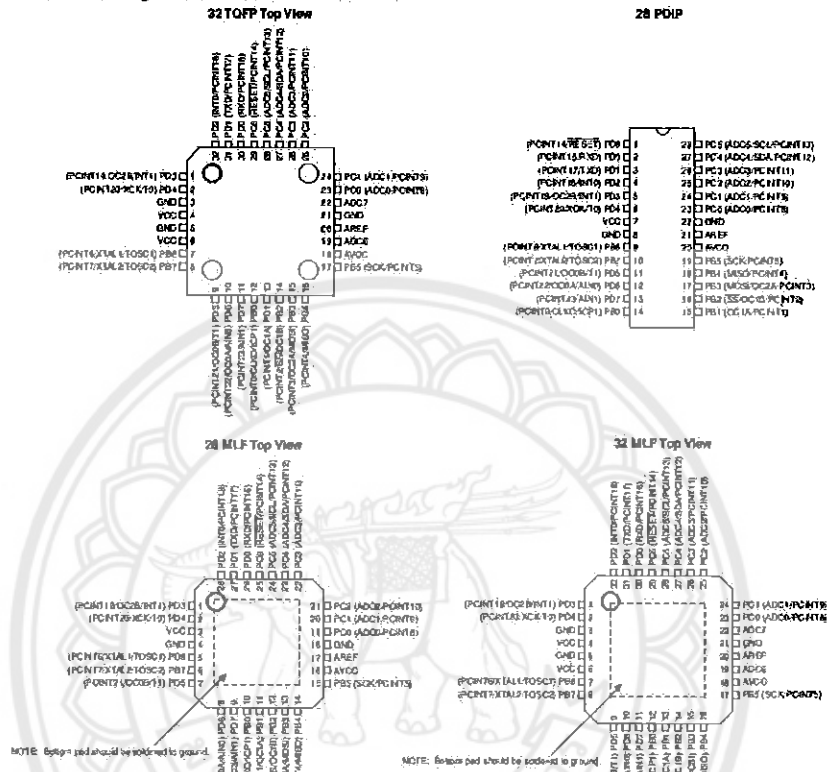


Table 1-1. 32UFPGA - Pinout ATmega48A/40PA/88A/88PA/168A/168PA

	1	2	3	4	5	6
A	PD2	PD1	PC6	PC4	PC2	PC1
B	PD3	PD4	PD0	PC5	PC3	PC0
C	GND	GND			ADC7	GND
D	VDD	VDD			AREF	ADC6
E	PB6	PD6	PB0	PB2	AVDD	PB5
F	PB7	PD5	PD7	PB1	PB3	PB4

1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7...6 is used as TOSC2...1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 82 and "System Clock and Clock Options" on page 27.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5...0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 29-11 on page 305. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 85.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 88.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6...4 use digital supply voltage, V_{CC}.

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

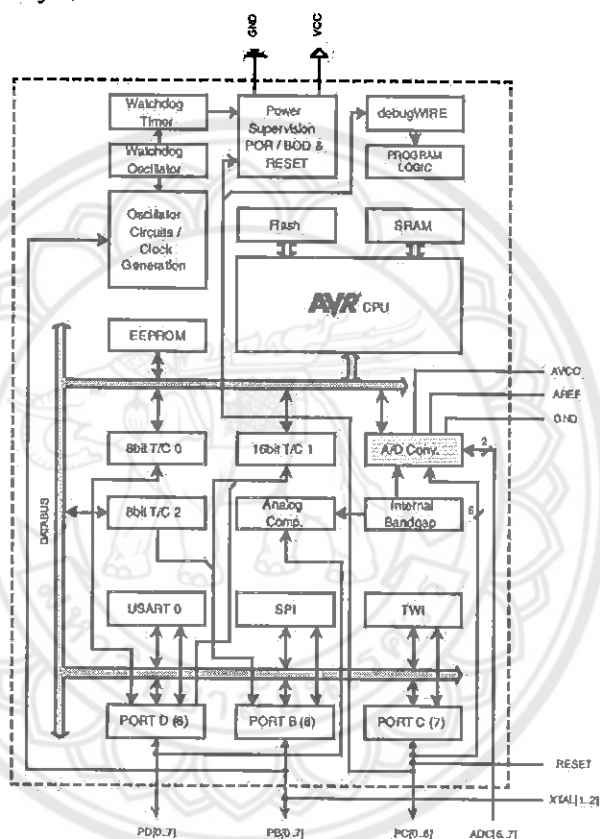


2. Overview

The ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The AVR core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.



ภาคผนวก ข

รายละเอียดของ DS18B20

DS18B20

**Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer**

General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

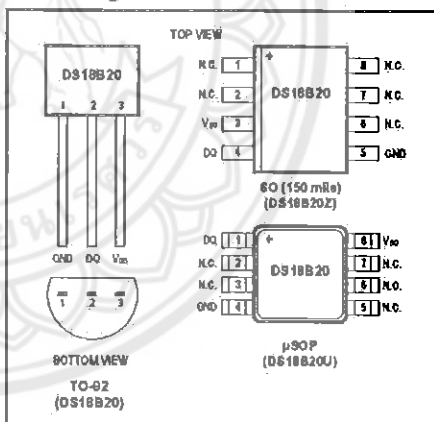
Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-87°F to +257°F)
 - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin µSOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations



Ordering information appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.



DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +8.0V	Storage Temperature Range	-55°C to +125°C
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C	Solder Temperature	Refer to the IPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

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

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)	+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite power	+3.0		+5.5	V
		Local power	+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	ϵ_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C
		-55°C to +125°C			±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)	-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V
		Parasite power	+3.0			
Sink Current	I_L	$V_{IO} = 0.4V$	4.0			mA
Standby Current	I_{DDS}	(Notes 7, 8)		760	1000	nA
Active Current	I_{DD}	$V_{DD} = 5V$ (Note 9)		1	1.5	mA
DC Input Current	I_{DQ}	(Note 10)		5		µA
Drift		(Note 11)		±0.2		°C

Note 1: All voltages are referenced to ground.

Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.

Note 3: See typical performance curve in Figure 1.

Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.

Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.

Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.

Note 7: Standby current specified up to +70°C. Standby current typically is 3µA at +125°C.

Note 8: To minimize I_{DDS} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.

Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.

Note 10: DQ line is high ("high-Z" state).

Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

AC Electrical Characteristics—NV Memory

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{WR}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9-bit resolution			93.75	ms
		10-bit resolution	(Note 12)		187.5	
		11-bit resolution			375	
		12-bit resolution			750	
Time to Strong Pullup On	t_{SPON}	Start convert T command issued			10	μs
Time Slot	t_{SLOT}	(Note 12)	60		120	μs
Recovery Time	t_{REC}	(Note 12)	1			μs
Write 0 Low Time	t_{LOW0}	(Note 12)	60		120	μs
Write 1 Low Time	t_{LOW1}	(Note 12)	1		15	μs
Read Data Valid	t_{RDV}	(Note 12)			15	μs
Reset Time High	t_{RSTH}	(Note 12)	480			μs
Reset Time Low	t_{RSTL}	(Notes 12, 13)	480			μs
Presence-Detected High	t_{PDHIGH}	(Note 12)	15		60	μs
Presence-Detected Low	t_{PDLow}	(Note 12)	60		240	μs
Capacitance	C_{INOUT}				25	pF

Note 12: See the timing diagrams in Figure 2.

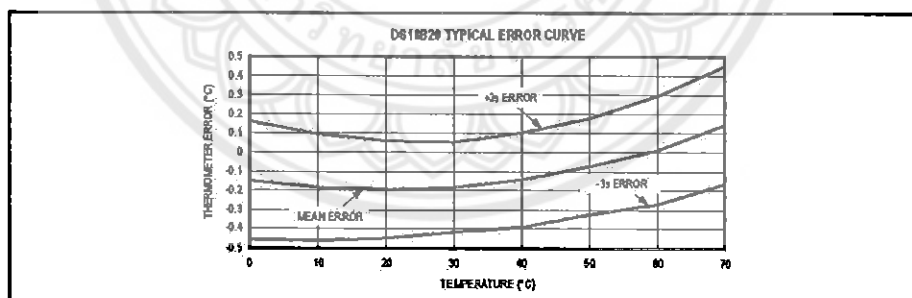
Note 13: Under parasite power, if $t_{RSTL} > 800\mu s$, a power-on reset can occur.

Figure 1. Typical Performance Curve

DS18B20

Programmable Resolution
1-Wire Digital Thermometer

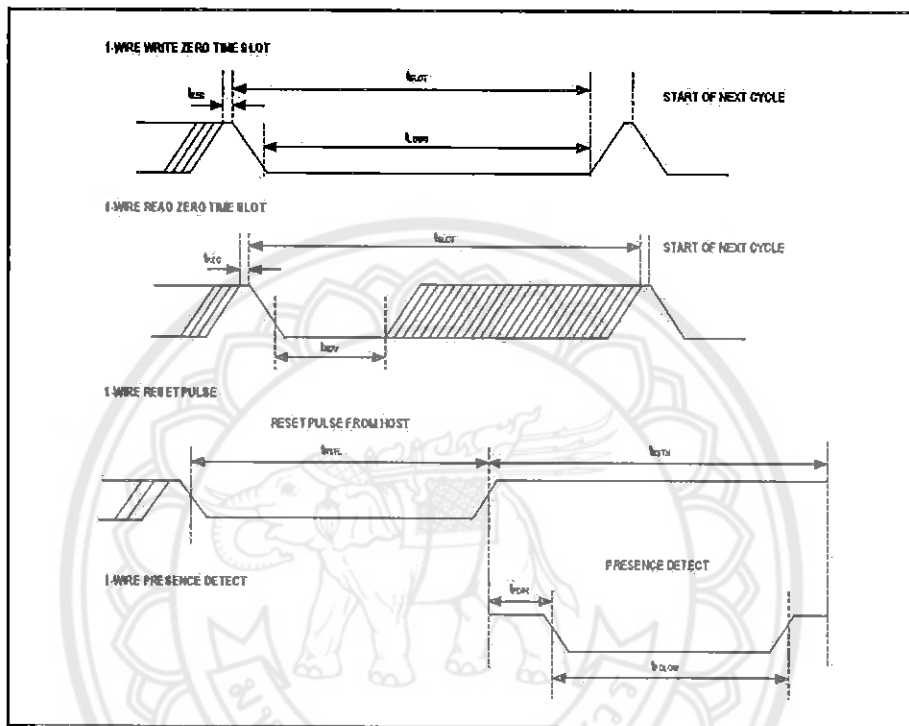


Figure 2. Timing Diagrams

Pin Description

PIN			NAME	FUNCTION
SO	μSOP	TD-92		
1, 2, 6, 7, 8	2, 3, 5, 6, 7	—	N.C.	No Connection
3	8	3	V _{DD}	Optional V _{DD} . V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.
4	1	2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire Interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the <i>Powering the DS18B20</i> section.)
5	4	1	GND	Ground



ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของแบตเตอรี่ NS12-5



**AGM BATTERY
NS Series**



NS12-5 (12V 5.0Ah)

The rechargeable batteries are lead-lead dioxide systems. The dilute sulfuric acid electrolyte is absorbed by separator and plates and thus immobilized. Should the battery be accidentally overcharged producing hydrogen and oxygen, special one-way valves allow the gases to escape thus avoiding excessive pressure build-up. Otherwise, the battery is completely sealed and is, therefore, maintenance-free, leak proof and usable in any position.

Battery Construction

Model	Capacity	Dimensions	Weight	Terminal	Terminal	Terminal	Terminal	Terminal
NS12-5	5.0Ah	90mm x 70mm x 101mm	1.62kg	M5	M5	M5	M5	M5

Performance Characteristics

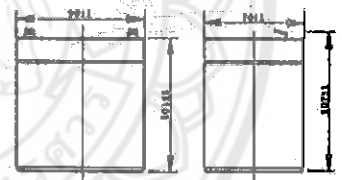
- Nominal Voltage 12V
- Number of Cell 6
- Nominal Capacity (77°F/25°C)
 - 20 Hour rate (0.25A, 10.5V) 5.0Ah
 - 10 Hour rate (0.47A, 10.5V) 4.7Ah
 - 5 Hour rate (0.86A, 10.5V) 4.3Ah
 - 1 Hour rate (3.2A, 9.6V) 3.2Ah
- Internal Resistance
Fully charged battery (77°F/25°C) 25mΩ
- Capacity affected by temperature (10 hour rate)
 - 10°F (40°C) 102% 32°F (10°C) 85%
 - 77°F (25°C) 100% 5°F (-15°C) 65%
- Self-Discharge 68°F (20°C)
 - Capacity after 3 month storage 90%
 - Capacity after 6 month storage 80%
 - Capacity after 12 month storage 60%
- Max. discharge current 77°F/25°C 75A(5S)
- Charge Methods: constant voltage charge 77°F/25°C
 - Cycle use 14.5 ~ 14.9V
 - Max. Current 1.25A
 - Standby use 13.6 ~ 13.8V

General Features

- Absorbent Glass Mat (AGM) technology for efficient gas recombination of up to 99% and freedom from electrolyte maintenance or water adding.
- Not restricted for air transport-complies with IATA/ICAO Special Provision A67.
- A recognized component of CE and UL
- Computer designed lead, calcium tin alloy grid for high power density.
- Long service life, float or cyclic applications.
- Maintenance-free operation.
- Low self discharge
- Design life 5 years

Dimensions and Weight

Type	Depth	Width	Height	Weight
51 Units	90mm	70mm	101mm	1.62kg
English Units	3.54inch	2.76inch	3.98inch	3.57lbs



Constant Current Discharge (Amperes at 77°F/25°C)

Current (A)	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
V	12.8	12.5	12.0	11.2	10.5	9.8	9.1	8.4	7.7
Capacity (Ah)	5.0	4.8	4.5	4.0	3.8	3.5	3.2	3.0	2.8


Constant Power Discharge (Watts at 77°F/25°C)

Power (W)	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
V	12.8	12.5	12.0	11.2	10.5	9.8	9.1	8.4
Capacity (Ah)	5.0	4.8	4.5	4.0	3.8	3.5	3.2	3.0

(Note: The above characteristics data are average values obtained within three charge/discharge cycles not the minimum values.)

Shenzhen New Power Industry Co., Ltd.

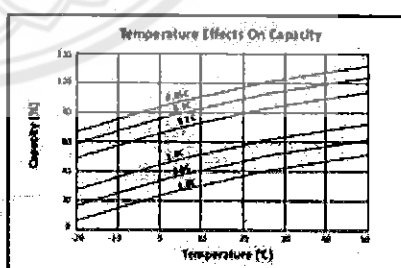
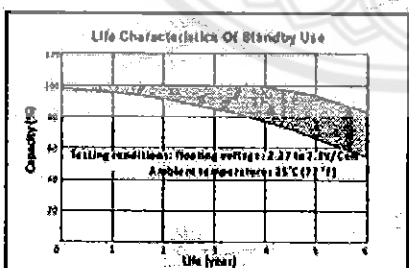
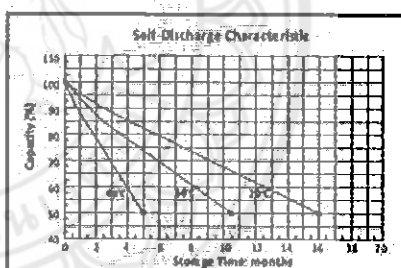
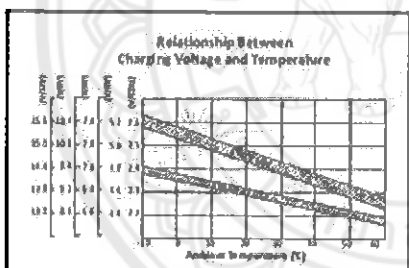
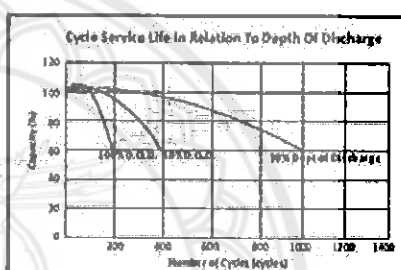
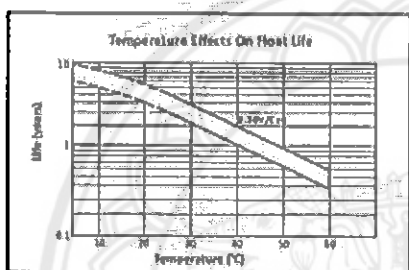
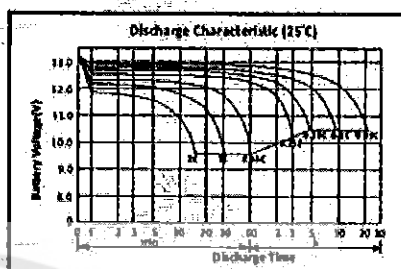
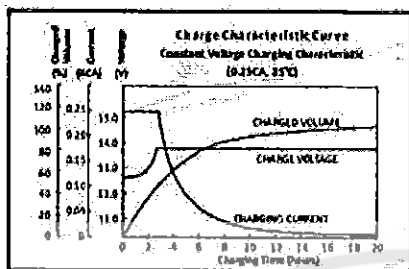
Page 1 of 2


 Tel: (86) 755 8621 0911 / 2609 5022
 Fax: (86) 755 2609 5597
 Email: sales@npibattery.com
 www.npibattery.com



**AGM BATTERY
NS Series**

NS12-5 (12V 5.0Ah)



Shenzhen Neo Power Industry Co., Ltd.

Page 2 of 2



Tel: (86) 755-8672 0931 / 2609 5072
 Fax: (86) 755-2609 5597
 Email: sales@npibattery.com
 www.npibattery.com



ภาคผนวก ง

โปรแกรมการทำงานของเครื่องผลิตเกลือน้ำแข็ง

มหาวิทยาลัยพระนคร

```

//การประกาศไลบรารีต่างๆ
#include <Wire.h>           //ไลบรารีของจอแสดงผลแอลซีดี
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>       //ไลบรารีของตัวรับรู้อุณหภูมิ
#include <DallasTemperature.h>
////////////////////
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,2,1,0,4,5,6,7);

////////////////////
//กำหนดตัวแปรต่างๆ
//สวิทช์
int A=9;    //สวิทช์เพิ่มเวลา
int B=8;    //สวิทช์ลดเวลา
int C=10;   //สวิทช์สั่งการทำงาน
//กำหนดตัวแปรรับค่าจากสวิทช์
int AA=0;
int BB=0;
int CC=0;
//มอเตอร์
#define R 13
#define L 12
//บัลเซอร์
#define G 2
//แอลอีดี
#define red 3
#define green 4
//ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับเวลา
unsigned char T;           //ตัวแปรรับค่าเวลาเริ่มต้น
unsigned char X;         //ตัวแปรแสดงค่าเวลาในฟังก์ชันทำงาน

```



```

unsigned char N;
//ตัวแปรที่เกี่ยวกับฟังก์ชันอินดีเซี่ยล
unsigned char V;

////////////////////////////////////

#define ONE_WIRE_BUS 7 //กำหนดตัวแปรรับข้อมูลจากตัวรับรู้อุณหภูมิ
OneWire oneWire (ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() //ลูปรเริ่มต้น
{
////////////////////////////////////

lcd.begin (20,4);
lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
lcd.setBacklight(HIGH);
lcd.home ();
////////////////////////////////////

//////////////////////////////////การกำหนดประเภทตัวแปร//////////////////////////////////
pinMode(A,INPUT); //กำหนดตัวแปรเป็นประเภทรับข้อมูลจากอุปกรณ์อื่นๆ
pinMode(B,INPUT);
pinMode(C,INPUT);
pinMode(R,OUTPUT); //กำหนดตัวแปรเป็นประเภทส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่นๆ
pinMode(L,OUTPUT);
pinMode(G,OUTPUT)
pinMode(red,OUTPUT);
pinMode(green,OUTPUT);

}

```

```

void loop()                                     //รูปการทำงานหลัก
{
    lcd.setCursor(0,0);                         //กำหนดตำแหน่งบนหน้าจอแสดงผล
    lcd.print("CRYSTAL_MAKER_MACHIN");        //แสดงข้อความบนหน้าจอแสดงผล
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("SET TIME=: ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(T);                               //แสดงค่าตัวแปร T บนหน้าจอแสดงผล
    lcd.setCursor(13,1);
    lcd.print("MINUTE");
    sensors.requestTemperatures();
    float x=sensors.getTempCByIndex(0);        //กำหนดตัวแปรรับข้อมูลจากตัวรับรู้อุณหภูมิ
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Temperature: ");
    lcd.setCursor(13,3);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(13,3);
    lcd.print(x);                               //แสดงค่าตัวแปร x บนหน้าจอแสดงผล
    lcd.setCursor(19,3);
    lcd.print("C");
    digitalWrite(green, HIGH);

    ////////////การอ่านค่าตัวแปร//////////
    AA=digitalRead(A);                          //ตัวแปร AA อ่านค่าที่รับได้จากได้จากตัวแปร A
    BB=digitalRead(B);
    CC=digitalRead(C);
    digitalWrite(L, LOW);                       //ตัวแปร L ส่งข้อมูลสถานะ LOW ไปยังอุปกรณ์อื่น
    digitalWrite(R, LOW);
    digitalWrite(G, LOW);
    pinMode(red, LOW);

```

```

pinMode(green, LOW);
X=T          //รับค่าที่ตั้งเวลาเพื่อไปใช้ในฟังก์ชันทำงาน

////////อินดิเคชันอุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่อง////////

if(x>-5)
{
V=1 ;
}
if(x>-5)
{
delay(10000); //หน่วยเวลา 10 วินาทีรอให้ทำงาน
lcd.clear();
while(V)
{
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("initial setting");
sensors.requestTemperatures();
float x=sensors.getTempCByIndex(0);
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("Temperature: ");
lcd.setCursor(13,3);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(13,3);
lcd.print(x);
lcd.setCursor(19,3);
lcd.print("C");
digitalWrite(red, HIGH);
digitalWrite(green, LOW);
Motor();
if(x<-5)
{

```

```

V=0;
digitalWrite(green, HIGH);
digitalWrite(red, LOW);
for(int k=0; k<=1;k++) //สั่งให้บิตเซอร์ส่งเสียงแจ้งเตือน
{
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
    delay(125);
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
    delay(125);
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
}
}
}
}

```

```

//////////สวิตช์เพิ่มเวลา//////////

```

```

if(AA == HIGH)

```

```

{

```

```

    T++;

```

```

    delay(50);

```

```

}

```

```

//////////สวิตช์ลดเวลา//////////

```

```

if(BB == HIGH)

```

```

{

```

```

    T--;

```

```

    delay(50);
}
if(T>=60)           //กำหนดให้ตั้งเวลาได้ไม่เกิน 60 นาที
{
    T= 60;
}
if(CC==LOW)        //ฟังก์ชันการทำงานของสวิทช์คำสั่ง
{
    for(N=1;N<=T;N++)
    {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(5,2);
        lcd.print("WORKING");
        sensors.requestTemperatures();
        float x=sensors.getTempCByIndex(0);
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("TIME=: ");
        lcd.setCursor(7,1);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(7,1);
        lcd.print(X);           //แสดงค่าตัวแปร X บนหน้าจอแสดงผล
        lcd.setCursor(10,1);
        lcd.print("MINUTE");
        lcd.setCursor(0,3);
        lcd.print("Temperature: ");
        lcd.setCursor(13,3);
        lcd.print(" ");
        lcd.setCursor(13,3);
        lcd.print(x);
        lcd.setCursor(19,3);
        lcd.print("C")
        digitalWrite(R, HIGH);
    }
}

```

```
    digitalWrite(red, HIGH);
    digitalWrite(green, LOW);
    delay(60000);
    X--;
}

    digitalWrite(green, HIGH);
    digitalWrite(red, LOW);
for(int k=0; k<=1;k++)
{
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
    delay(125);
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
    delay(125);
    digitalWrite(G, HIGH);
    delay(125);
    digitalWrite(G, LOW);
}
lcd.clear();
}
}
//////////โปรแกรมมอเตอร์//////////
void Motor()
{
    digitalWrite(R, HIGH);
    digitalWrite(L, LOW);
}
```






ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งานเครื่องผลิตเกลือค้ำน้ำแข็ง

มหาวิทยาลัยบูรพา

คู่มือการใช้งานเครื่องผลิตเครื่องดื่ม

เครื่องดื่ม	ส่วนผสม (กิโลกรัม)			ตั้งเวลาการทำงาน ของเครื่อง
	เกลือสมุทร	น้ำแข็งบด	น้ำตาล	
เครื่องดื่มประเภทขวดแก้ว เบียร์ช้าง 620 มิลลิลิตร เบียร์สิงห์ 500 มิลลิลิตร เบียร์ลีโอ 630 มิลลิลิตร เบียร์ไฮเนเก้น 630 มิลลิลิตร 	2	4	2	15 นาที
เครื่องดื่มประเภทขวดแก้ว เบียร์ช้าง 320 มิลลิลิตร เบียร์สิงห์ 320 มิลลิลิตร เบียร์ลีโอ 330 มิลลิลิตร 	1.5	3	1.5	12 นาที
เครื่องดื่มประเภทขวดแก้ว โค้กฝาจีบ 250 มิลลิลิตร แฟนต้าฝาจีบ 250 มิลลิลิตร สไปรท์ 250 มิลลิลิตร 	1	2	1	10 นาที
เครื่องดื่มประเภทขวดพลาสติก เป๊ปซี่ 500 มิลลิลิตร โค้ก 500 มิลลิลิตร สไปรท์ 500 มิลลิลิตร 	2	4	2	15 นาที

วิธีการใช้งาน

1. ใส่น้ำแข็งบดลงไปก่อนครึ่งหนึ่งของสัดส่วน น้ำแข็งทั้งหมด
2. ใส่น้ำเชื่อมทรลง ไป
3. ใส่น้ำแข็งบดที่เหลือลงไปให้หมด
4. เทน้ำเปล่าลงถึงให้หมด
5. ปิดฝาเครื่อง

เปิดเครื่องจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ รูปสวิตช์



หรือเปิดเครื่องจากแหล่งจ่ายแบตเตอรี่รูปสวิตช์



และกดปุ่มรีเซ็ต รูปสวิตช์



6. รอเครื่องทำการแช่ตูดนมถึง -5 องศาเซลเซียสจะมีสัญญาณไฟแอลอีดีไฟเขียวและมีเสียงเตือนดัง ให้นำเครื่องคีมใส่ลงไปในตัวถัง และทำการตั้งเวลาการทำงานรูปสวิตช์



และกดปุ่มสตาร์ทเพื่อให้เครื่องเริ่มทำงาน รูปสวิตช์



7. รอเครื่องทำงานเสร็จ เปิดฝาดัง นำเครื่องคีมออกมาตากันขวด

คำแนะนำ

1. ในการทำรอบที่ 2 ควรใส่น้ำแข็งเพิ่มลงไป สัดส่วน ครึ่งหนึ่งของคู่มือการใช้งาน
2. ไม่ควรเปิดฝาระหว่างการทำงาน
3. ล้างถังให้สะอาดหลังจากการใช้งาน

ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายชยพล บรรจง
 ภูมิลำเนา 70/6 หมู่ 2 ต.วังโมกข์ อ.วชิรบารมี จ.พิจิตร
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนสามง่ามชนูปถัมภ์
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: chayaphonb55@email.nu.ac.th



ชื่อ นายลัทภย์ดิพงษ์ คำเจียว
 ภูมิลำเนา 75/1 หมู่ 1 ต.ตาคลวัน อ.พญาเม็งราย จ.เชียงราย
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนสามัคคีวิทยาคม
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: laktiponk55@email.nu.ac.th



ชื่อ นายสุกฤษฎี บุญญาวัฒนฤกษ์
 ภูมิลำเนา 67/38 หมู่ 9 ต.บ้านดารา อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์
 ประวัติการศึกษา
 - จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนพิชญ์ โลกพิทยาคม
 - ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
 มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: sukitb55@email.nu.ac.th