สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน

Energy Saving Boiler For Water Consumption

โดย

นายมงคล นุวะบุตร

นายศิวานันท์ มิสระ

นายสว่างพงษ์ ศรีสุชาญเจริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42365
วัน, เดือน, ปี 20 พ.ค. 2545

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน

ผู้จัดทำ

1. นายมงคล นูวะบุตร
2. นายศิวานันท์ มิสระ
3. นายสว่างพงษ์ ศรีสุชาญเจริญ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน

นายมงคล นูวะบุตร
นายศิวานันท์ มิสระ
นายสว่างพงษ์ ศรีสุชาญเจริญ
รศ. ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการนำเสนอเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน โดยใช้เทคนิคการลดความดันภายในของภาชนะต้มน้ำลงมาที่ 1/3 เท่าของความดันบรรยากาศ น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิประมาณ 65 – 67 องศาเซลเซียส เพื่อทำการฆ่าเชื้อโรค โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมดให้เป็นไปตามลำดับ น้ำที่ได้จากเครื่องผลิตน้ำดื่ม เป็นน้ำสะอาดพร้อมที่จะบริโภคได้ ในการผลิตน้ำดื่มแต่ละครั้งจะผลิตครั้งละ 5 ลิตร ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในการผลิตแต่ละครั้ง จะใช้เพียงประมาณ 50 % ของพลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY SAVING BOILER FOR WATER CONSUMPTION

Mongkol Nuvabutr

Siwanand Misara

Sawangpong Srisucharnkul

Assoc. Prof. Siriwat Potivejkul Advisor

2000

ABSTRACT

The Energy Saving Boiler For Water Consumption is presented. It's done by using technique involve with decreasing pressure of boiling chamber to 1/3 of atmosphere pressure.The water can be boiled at 65 – 67 degrees Celcius to destroy all deseases that remaining in the water aging. These process are automatic controlled by the microcontroller. The water which received can be drunk. Drunk water is produced about 5 liters each time. And the electrical power is used about 50% that less than usual.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูป	III
สารบัญตาราง	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวกับน้ำ	5
2.1 บทนำ	5
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำ	5
2.2.1 คุณสมบัติของน้ำที่ใช้บริโภคตามมาตรฐาน	5
2.2.2 มาตรฐานน้ำดื่ม	7
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ถัง จุดเดือดของน้ำ	9
บทที่ 3 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน	16
3.1 บทนำ	16
3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่ม	16
บทที่ 4 การออกแบบ	20
4.1 หม้อต้ม	20
4.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในโครงงาน	22
4.3 การออกแบบโครงสร้าง	22
บทที่ 5 วงจรควบคุม	26
5.1 วงจรไฟเลี้ยง	26
5.2 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ	26
5.3 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ	28
5.4 วงจรออพโต – ไอโซเลทและภาควงจรขับรีเลย์	31
5.5 วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์	33
5.6 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	34
บทที่ 6 การวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน	40
6.1 การคำนวณการใช้พลังงานของฮีทเตอร์ในการผลิตน้ำร้อน	40
6.2 ผลการทดลองและการเปรียบเทียบ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง 44
ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน 45
แนวทางในการพัฒนา 46
กิตติกรรมประกาศ 47
เอกสารอ้างอิง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 2
รูปที่ 2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันภายในหม้อต้มกับจุดเดือด 9
รูปที่ 2.2 แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำ 12
รูปที่ 2.3 การเกิดความดันไออิ่มตัวและผลของความดันบรรยากาศ 13
รูปที่ 2.4 กราฟ Phase Diagram ของน้ำ 14
รูปที่ 3.1 โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 17
รูปที่ 4.1 ปริมาตรรวมของหม้อต้ม 19
รูปที่ 4.2 รายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้ม 20
รูปที่ 4.3 รายละเอียดโครงสร้างโดยรวมของเครื่องผลิตน้ำดื่มประหยัดพลังงาน 22
รูปที่ 5.1 วงจรที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำ 25
รูปที่ 5.2 วงจรที่ใช้การตรวจวัดอุณหภูมิ 27
รูปที่ 5.3 การเชื่อมต่อวงจรทั้งภายในและภายนอกของ AD 594 27
รูปที่ 5.4 วงจรขยายสัญญาณแรงดัน 29
รูปที่ 5.5 วงจรออพโต – ไอโซเลทและภาควงจรขับรีเลย์ 32
รูปที่ 5.6 วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ 32
รูปที่ 5.7 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 34
รูปที่ 5.8 ลายวงจรของวงจรรวม 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงเชื้อโรคที่พบโดยทั่วไปในน้ำดื่ม 7

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าอุณหภูมิที่ใช้กำจัดเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในน้ำดื่ม 8

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าของแรงดันที่ได้จากเทอร์โมคัพเปิล
และหลังจากผ่านวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ 28

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าของแรงดันระหว่างการคำนวณและการวัด 30

ตารางที่ 6.1 เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานระหว่างการผลิตแบบธรรมดา
กับแบบที่ใช้กับโครงงาน 41

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตแบบธรรมดา
กับแบบประหยัดพลังงาน 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

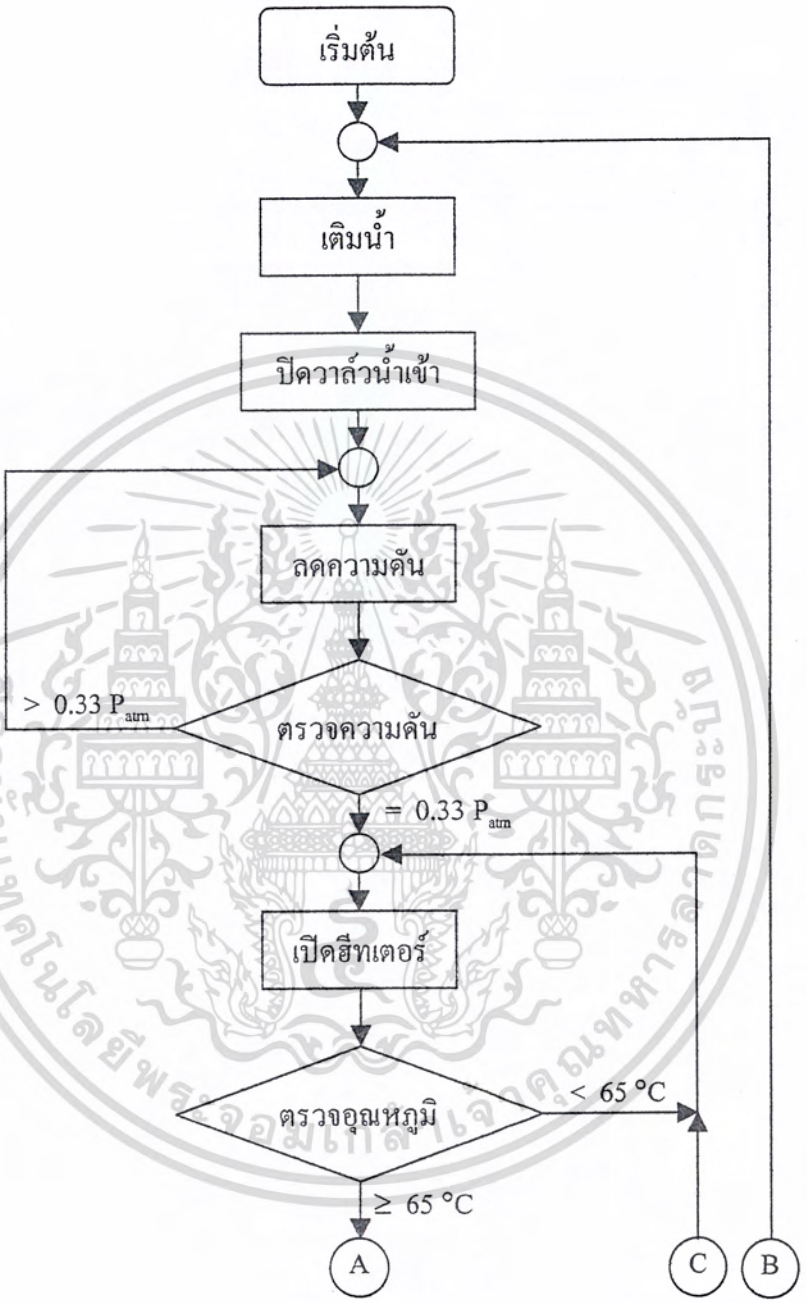
บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันปัญหาในเรื่องน้ำดื่มมีความสำคัญมากขึ้น ประกอบกับจากการสำรวจของกระทรวงสาธารณสุขพบว่า น้ำดื่มที่บรรจุขวดสำหรับบริโภค ยังมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานถึงร้อยละ 32.7 ดังนั้นการผลิตน้ำดื่มที่สะอาดเพื่อการบริโภคเองโดยอาศัยการต้มให้เดือดจึงเป็นวิธีหนึ่งที่มีผู้นิยม

ในการผลิตน้ำดื่มเพื่อบริโภค ถ้าต้มให้เดือดที่ 100 องศาเซลเซียสนั้น จะพบว่าในการบริโภคน้ำดื่มโดยปกติเราจะต้องรอให้น้ำนั้นเย็น หรือไม่ก็อุ่น ๆ ก่อนจึงค่อยดื่ม ประกอบกับข้อมูลทางด้านเคมีและฟิสิกส์ พบว่าสามารถต้มน้ำให้เดือดได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียสภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ และโดยทางชีววิทยาก็ยังสามารถแสดงว่าที่อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส ก็สามารถจะฆ่าเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อร่างกายได้หมดแล้ว ดังนั้นในการที่เราลดจุดเดือดของน้ำลงมาที่ 65 องศาเซลเซียสนั้น จะพบว่านอกจากไม่ทำให้คุณภาพความสะอาดของน้ำด้อยลงแล้ว ยังเป็นการประหยัดระยะเวลา และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการต้มน้ำลงด้วย น้ำดื่มที่ได้นั้นสามารถบริโภคได้โดยไม่เสียเวลารอมากเหมือนการต้มเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากอยู่ในช่วงอุ่นถึงร้อน

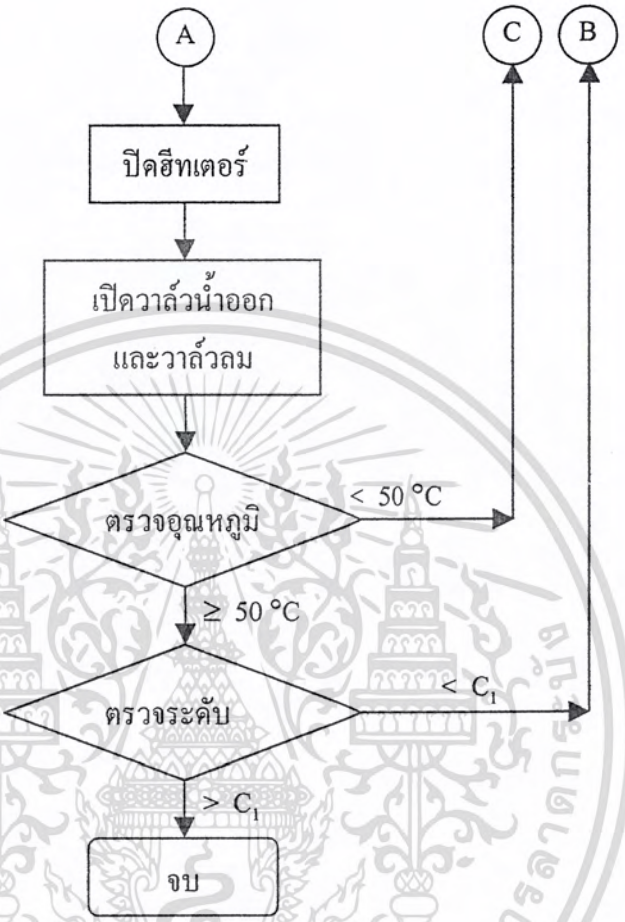
จุดมุ่งหมายของเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงานนั้น เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานได้จริงกับบ้านเรือน ชุมชนต่าง ๆ และยังเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์หรือพัฒนาไปสู่การสร้างเครื่องผลิตน้ำดื่มขนาดใหญ่เพื่อการบริโภคได้ในปริมาณมาก ทั้งนี้เพราะจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศลงได้มากทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1
โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 (ต่อ)
โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

สำหรับโครงงานชิ้นนี้เป็นโครงงานที่ทำการพัฒนาจากโครงงานเก่า โดยปัญหาที่พบมีดังต่อไปนี้

1. การตรวจวัดอุณหภูมิเดิมใช้ทรานซิสเตอร์ 2 ตัว วัดอุณหภูมิที่ข้างถัง ทำให้บางครั้งเกิดการรวนได้ง่าย อีกทั้งยังขาดเสถียรภาพในการทำงาน

2. ในโครงงานเก่านั้นไม่มีการตรวจวัดความดันภายในถังแต่ใช้วิธีการคำนวณเวลาจากอัตราการดูดของปั๊มแทน ซึ่งทำให้บางครั้งความดันภายในถังอาจไม่ได้ตามค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรควบคุมการทำงานเป็นวงจรทางไฟฟ้าที่แยกการทำงานออกจากกัน ทำให้การทำงานในระบบอัตโนมัติบางครั้งไม่สมบูรณ์แบบ

ดังนั้นในการพัฒนาจึงมีการตั้งสมมติฐานในการแก้ไข ดังนี้

1. ในส่วนของการตรวจวัดอุณหภูมิจะเลือกใช้เทอร์โมคัพเปิลชนิดวัดอุณหภูมิของน้ำ จุ่มลงไปวัดในถังต้มน้ำโดยตรงเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่แม่นยำขึ้น

2. ในการตรวจวัดความดันเลือกใช้สวิตซ์ความดัน เนื่องจากสามารถกำหนดความดันในการทำงานได้

3. ในส่วนของวงจรควบคุมจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วยทำงาน เพื่อให้ระบบทำงานเชื่อมต่อกันได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเกี่ยวกับน้ำ

2.1 บทนำ

ในโครงงานนี้นั้น เราจำเป็นต้องศึกษาทั้งทางด้านของคุณสมบัติของน้ำ และทางด้านไฟฟ้าร่วมกัน ดังนั้นจึงได้แบ่งทฤษฎีที่เกี่ยวกับงานโปรเจคออกเป็นส่วน ๆ คือ

- ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำ
- ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ถัง และจุดเดือดของน้ำ

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณสมบัติของน้ำ

2.2.1 คุณสมบัติของน้ำที่ใช้บริโภคตามมาตรฐาน (Properties of Water)

น้ำที่บริสุทธิ์จะมีคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น สะอาด ใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี มีจุดเยือกแข็งที่ 0 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดที่ 100 องศาเซลเซียส ภายใต้ความกดดันอากาศที่ 760 มิลลิเมตรปรอท (Barometric Pressure) และมีความหนาแน่นสูงสุดที่ 4 องศาเซลเซียส ตามปกติน้ำที่บริสุทธิ์จริง ๆ ทำได้ยากนอกจากจะทำการกลั่นหลาย ๆ ครั้ง ทั้งนี้เพราะตามธรรมชาติน้ำจะมีพวกแร่ธาตุ ก๊าซ หรือสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในบรรยากาศเจือปนอยู่ ยิ่งเป็นน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คุณสมบัติของน้ำจะเปลี่ยนแปลงและผันแปรไปตามแหล่งน้ำที่ไหลผ่านหรือซึมผ่านลงเจือปน อย่างไรก็ตาม คุณสมบัติของน้ำพอจะแบ่งแยกได้ตามประเภทของสิ่งสกปรกที่เจือปนอยู่ ดังนี้คือ

- คุณสมบัติทางกายภาพหรือฟิสิกส์
- คุณสมบัติทางเคมี
- และคุณสมบัติทางจุลชีววิทยา

2.2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Characteristic)

น้ำที่คุณสมบัติทางกายภาพ หรือทางฟิสิกส์ หมายถึงน้ำที่มีกลิ่น สี รสและมีความร้อน สีอาจขุ่น เนื่องจากมีสิ่งแขวนลอยอยู่ในน้ำ ได้แก่ ดินละเอียด โคลนทรายละเอียด สารอินทรีย์และอนินทรีย์วัตถุหรือสีจากพืชน้ำเป็นต้น โดยปกติจะแบ่งได้ดังนี้

1. รสและกลิ่น เกิดจากสิ่งเจือปนของก๊าซที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ อัมโมเนีย และก๊าซที่เกิดจากการสลายของอินทรีย์วัตถุที่เกิดการเน่าเปื่อย สารเหล่านี้อาจมาจากอาคารที่อยู่อาศัย โรงงานอุตสาหกรรม หรือพืชน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุณหภูมิหรือความร้อน ตามปกติอุณหภูมิของน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 20 องศาเซลเซียส ธรรมชาติของน้ำอุณหภูมิจะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากจะได้รับความร้อนจากโรงงานอุตสาหกรรมทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นอาจทำให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต และแพร่พันธุ์ได้รวดเร็ว

2.2.1.2 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Characteristic)

บางแห่งอาจมีสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ทางที่ดีควรจะนำตัวอย่างน้ำนั้นๆ มาตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีก่อน ซึ่งคุณสมบัติทางเคมีที่ตรวจสอบนั้นจะมีการตรวจสอบสิ่งต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. สภาพความเป็นกรด (Acidity) เกิดจากพวกคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เกลือแร่และกรดออกานิค (Organic Acid) ต่าง ๆ

2. สภาพความเป็นด่าง (Alkalinity) เกิดจากพวกไบคาร์บอเนตและเกลือของพวกกรดอย่างอ่อน ๆ เช่น พวกฟอสเฟต

3. คลอไรด์ (Chloride) น้ำทั่วไปมักมีคลอไรด์ปนอยู่ด้วย เช่น น้ำทะเล น้ำเสียจากบ้านเรือนหรือโรงงาน ในกรณีที่น้ำมีปริมาณของคลอไรด์สูงกว่าปกติ อาจเป็นเครื่องบ่งชี้ให้เห็นว่าน้ำนั้นถูกทำให้สกปรก เนื่องจากน้ำโสโครกได้

4. ฟลูออไรด์ บางแห่งอาจมีฟลูออไรด์อยู่ในน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งนับว่าเป็นผลดีในการป้องกันโรคฟันผุ แต่ถ้ามีมากเกินไปหรือมากกว่า 1 มิลลิกรัม/ลิตร อาจทำให้เกิดโรคฟลูออไรซิสเป็นอันตรายต่อร่างกายได้

5. เหล็กและแมงกานีส พบได้ในน้ำในดินและหิน การที่มีเหล็กอยู่ในน้ำทำให้เกิดสภาพไม่น่าดู เพราะทำให้น้ำมีสีสนิม และยังทำให้เสื้อสกปรก และทำให้รสของเครื่องดื่มเปลี่ยนไปด้วย

6. ไนเตรด เป็นสารที่เกิดจากการสลายตัวของสารไนเตรด เมื่อน้ำดื่มที่มีปริมาณของไนเตรดมากเกินไป อาจทำให้เกิดโรคตัวเขียวคล้ำของทารก (Infantcyanosis or blue baby disease) ปริมาณของไนเตรดที่มีมากกว่าปรกติอาจเป็นเครื่องแสดงว่าน้ำมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่จากน้ำสกปรกที่มาจากปุ๋ยสัตว์ หรืออุจจาระหรือสารอินทรีย์ที่เน่าเปื่อย ปริมาณไม่ควรเกิน 4 มิลลิกรัม/ลิตร

7. ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะเป็นพิษสะสมอยู่ในร่างกาย ถ้าในแหล่งน้ำมีตะกั่วอยู่เกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร ควรเลิกใช้น้ำนั้นเสีย

8. ความกระด้างของน้ำ (Hardness) น้ำกระด้างนั้น เป็นน้ำที่มีเกลือไบคาร์บอเนต คาร์บอเนตคลอไรด์ หรือซัลเฟตของธาตุแคลเซียม แมกนีเซียมปะปนอยู่ ความกระด้างของน้ำทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เปลืองสบู่ในการซักฟอกมากกว่าปกติ เป็นปัญหาต่อโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้เกิดตะกอนในหม้อต้มน้ำเกิดการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง

2.2.1.3 คุณสมบัติทางจุลชีววิทยา (Biological Characteristic)

น้ำที่ใช้บริโภคจะต้องปราศจากจุลินทรีย์ ที่ทำให้เกิดโรคและก่อให้เกิดสภาพไม่น่าดู เช่น บัคเตรี โปรโตซัว สาหร่าย ไวรัส และหนอนพยาธิ จุลินทรีย์บางตัวอาจมาจากอุจจาระของผู้ป่วย ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องป้องกันมิให้น้ำบริโภคได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระหรือน้ำโสโครกที่เกิดจากจุลินทรีย์หรือเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำ ได้แก่ อหิวาตกโรค ไข้ไทฟอยด์ ไข้รากสาดเทียม โรคบิด และโรคตับอักเสบ

โดยปกติแล้วน้ำดื่ม เช่น น้ำประปา จะต้องไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากอุจจาระ ในการทดสอบใช้พวกบัคเตรีโคลิฟอร์ม (Coliform Group) เป็นต้น ซึ่งพวกบัคเตรีโคลิฟอร์ม ประกอบด้วยบัคเตรี 2 ตัว คือ อีคอล์ย (E.Coil) และเออโรเบคเตอร์ เออโรจีเนส (Aerobacter aerogenes) ที่ใช้เป็นดัชนีบอกถึงความสกปรกของน้ำทางด้านจุลชีววิทยา การใช้พวกจุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์มเป็นดัชนีนั้น เนื่องจากตรวจพบได้ง่ายในห้องทดลอง วิธีการไม่ยุ่งยากเกินไปนัก และมีชีวิตอยู่ในน้ำได้

2.2.2 มาตรฐานน้ำดื่ม

กระทรวงสาธารณสุข และการประปานครหลวงได้กำหนดค่าทางเคมี และทางกายภาพ และทางบัคเตรี ดังนี้

มาตรฐานของน้ำดื่ม

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข กำหนดมาตรฐานของน้ำดื่มไว้ ดังต่อไปนี้

คุณสมบัติทางฟิสิกส์			
สี (หน่วยมาตรฐานของ Hazen Unit)	ไม่เกิน	20	หน่วย
ความขุ่น (Silica Scale)	ไม่เกิน	5	หน่วย
ค่า pH	ต้องอยู่ระหว่าง	6.5 – 8.0	หน่วย
คุณสมบัติทางเคมี			
คลอไรด์ (as chlorine)	ไม่เกิน	250	มิลลิกรัม/ลิตร
ฟลูออไรด์ (as fluorine)	ไม่เกิน	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลเฟต (as Na_2SO_4)	ไม่เกิน	250	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนเตรด (as nitrogen)	ไม่เกิน	4.0	มิลลิกรัม/ลิตร
ไนไตรท์ (as nitrogen)	ไม่เกิน	0.002	มิลลิกรัม/ลิตร
อัมโมเนียอิสระ (as ammonia)	ไม่เกิน	0.06	มิลลิกรัม/ลิตร
อัลบูมิเนียล (Albuminoil ammonia)	ไม่เกิน	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
สารหนู	ไม่เกิน	0.05	มิลลิกรัม/ลิตร
ทองแดง	ไม่เกิน	3.0	มิลลิกรัม/ลิตร
เหล็ก	ไม่เกิน	1.0	มิลลิกรัม/ลิตร
ตะกั่ว	ไม่เกิน	0.1	มิลลิกรัม/ลิตร
แมกเนเซียม	ไม่เกิน	250	มิลลิกรัม/ลิตร
สังกะสี	ไม่เกิน	15	มิลลิกรัม/ลิตร
ความกระด้าง	ไม่เกิน	300	มิลลิกรัม/ลิตร

คุณสมบัติทางบัคเตรี

1. บัคเตรีที่เพาะบนอะการ์ 37 ซี 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 500 โคโลนี/มิลลิกรัม
2. Most Probable Number of Coliform ต้องน้อยกว่า 2.2 Organiams per 100 mL.
3. อีคอล์ยชนิดที่ 1 (Escherichia Coli) ต้องไม่มี

จากการตรวจสอบคุณภาพของน้ำบริโภคในจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศ พบเชื้อโรคปะปนอยู่ในน้ำดื่ม ดังนี้

เชื้อโรคที่พบในน้ำดื่ม	ทำให้เกิด
โคลิฟอร์ม	
อีคอล์ย	ท้องร่วง (ในเด็ก)
เอส เออเรียส (S. Aureus)	อาหารเป็นพิษ (แบบไม่รุนแรง)
ซี เพอฟิงเจนส์ (C. Perfringens)	อาหารเป็นพิษ (ในเด็ก, คนชรา)
ซอลมอยลา (Salmouella)	ท้องร่วง, อาหารเป็นพิษ, ไทฟอยด์

ตารางที่ 2.1 แสดงเชื้อโรคที่พบโดยทั่วไปในน้ำดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 จะแสดงระดับอุณหภูมิที่สามารถฆ่าเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ได้ จากตารางจะเห็นว่าเราสามารถจ่ายพลังงานความร้อนให้แก่น้ำที่อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส ก็สามารถกำจัดเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในน้ำได้ จะมีแค่เชื้อโรค "โคลิฟอร์ม" เท่านั้นที่ต้องใช้ค่าอุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส แต่เนื่องจากเชื้อโรคชนิดนี้ไม่ได้ทำให้เกิดโรคแก่มนุษย์ ดังนั้นเราจึงสามารถใช้งานน้ำที่มีอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสในการดื่มได้อย่างปลอดภัย

ค่าอุณหภูมิที่สามารถกำจัดเชื้อโรคแต่ละชนิดได้แสดงดังตารางข้างล่าง

เชื้อโรคที่พบในน้ำดื่ม	อุณหภูมิที่ทำให้เชื้อโรคตาย (°C)
อีคอล์ย	57.3
เอส เออเรียส (S. Aureus)	60
ซี เพอฟิงเจนส์ (C. Perfringens)	62.5
ซอลมอยลา (Salmouella)	60
โคลิฟอร์ม	100

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าอุณหภูมิที่ใช้กำจัดเชื้อโรคที่ปะปนอยู่ในน้ำดื่ม

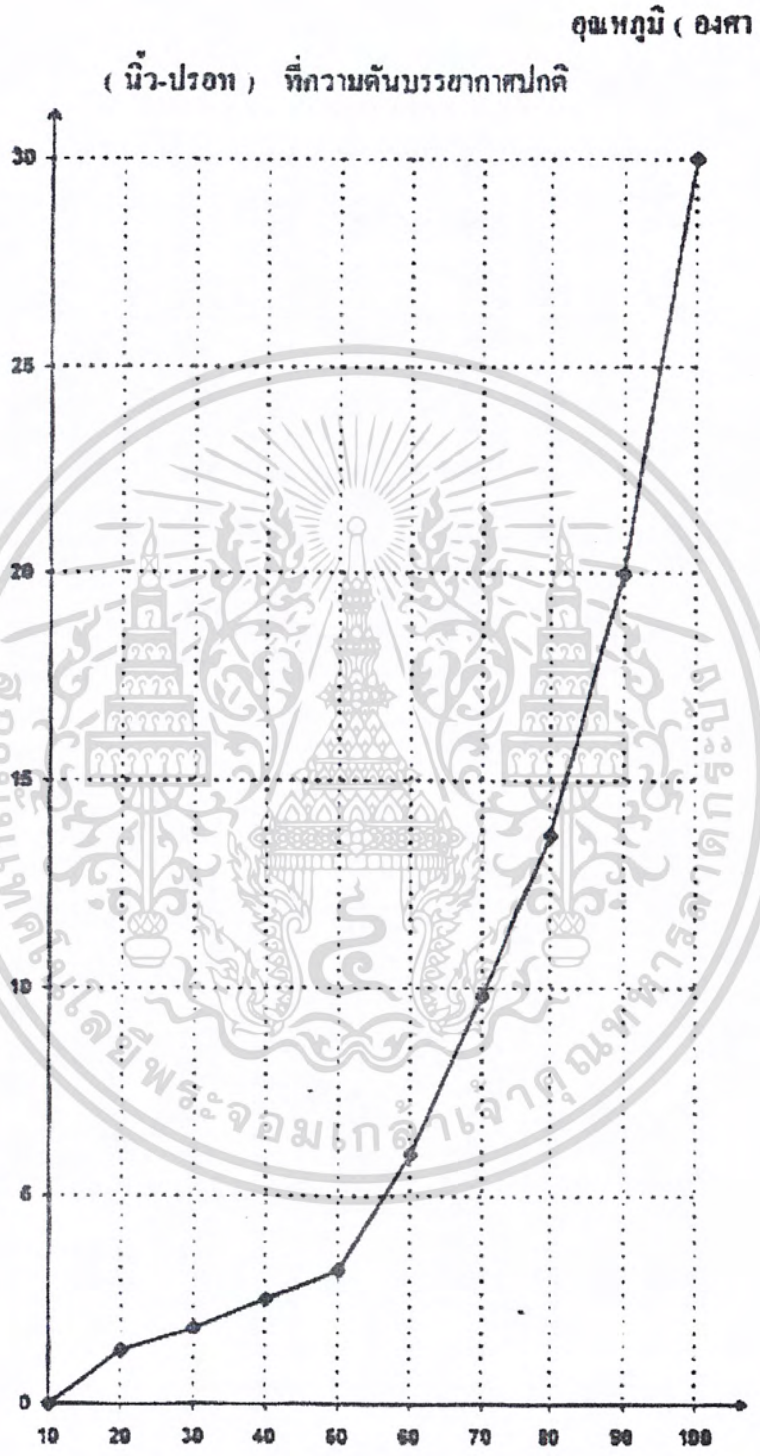
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ถัง จุดเดือดของน้ำ

ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ถัง และจุดเดือดของน้ำ ณ ระดับความดันหนึ่ง ๆ นั้นเราจะพบว่าจุดเดือดจะเปลี่ยนไปตามความดันที่แปรเปลี่ยนไป

ซึ่งผลของความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดของน้ำกับความดันที่ได้จากการทดลอง สามารถนำมาบันทึกเป็นกราฟ ดังรูปที่ 2.6

จากกราฟรูปที่ 2.6 จะสังเกตุได้ว่าความสัมพันธ์ของจุดเดือดในรูปของ อุณหภูมิ กับ ความดัน จะเป็นไปในลักษณะแปรผันตรงในลักษณะกราฟแบบเอ็กโพเนนเชียล (Exponential) คือ เมื่อความดันมีค่าสูงขึ้นก็จะทำให้จุดเดือดของน้ำสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันภายในหม้อต้มกับจุดเดือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ผลการทดลอง

สาเหตุที่จุดเดือดของน้ำต่ำลงในสภาวะที่ความดันต่ำกว่าปกติ เราสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.7 แสดงการยึดเหนี่ยวโมเลกุล ในสภาวะปกตินั้น โมเลกุลของน้ำจะได้รับพลังงานจลน์ ทำให้โมเลกุลเคลื่อนที่ตลอดเวลา และที่บริเวณผิวบนของน้ำมักจะมีโมเลกุลบางส่วน ที่สามารถหลุดออกไปจากสภาพของเหลว กลายเป็นก๊าซบางส่วน ซึ่งบริเวณผิวบนของน้ำ จะมีแรงยึดเหนี่ยวโมเลกุลเพียงด้านเดียวเท่านั้น

ด้วยสาเหตุนี้จึงส่งผลให้โมเลกุลบางตัวมีพลังงานจลน์ที่สามารถเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลได้ ดังรูปที่ 2.8 ซึ่งโมเลกุลที่หลุดออกไปจะกลายเป็นก๊าซของไอน้ำ และจะวิ่งออกไปชนตลอดทุกพื้นที่ ทำให้เกิดความดันขึ้นมาเรียกว่า "ความดันไออิ่มตัว" ก็ยิ่งทำให้ความดันไอน้ำอิ่มตัวเพิ่มมากขึ้น เพราะว่ามีจำนวนโมเลกุลของน้ำหลุดออกไปมากขึ้นซึ่งทำให้ความดันไอน้ำอิ่มตัวเพิ่มขึ้น

แต่ในความเป็นจริงแล้ว ความดันไอน้ำอิ่มตัวมีค่าน้อยมากในบรรยากาศปกติ ทั้งนี้เป็นเพราะที่ความดันบรรยากาศปกติ จะมีความดันซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศ

แต่เมื่อเราใช้เครื่องดูดอากาศออกไป จะทำให้ความดันของอากาศน้อยลง ก็จะทำให้น้ำมีโอกาสที่จะกลายเป็นไอมากขึ้น โดยถ้าเราลดความดันอากาศให้เท่ากับความดันไอน้ำอิ่มตัวของน้ำ ณ อุณหภูมิหนึ่ง ก็จะทำให้น้ำเดือดได้ ซึ่งช่วงที่น้ำเดือดจะมีโมเลกุลของน้ำหลุดออกมา กลายเป็นไอน้ำจำนวนมากมาย ทั้งนี้เพราะไม่มีความดันของอากาศมายับยั้ง

ในทางเคมี เราจะใช้กราฟเฟสไดอะแกรม (Phase Diagram) ในการอธิบายถึงสภาวะของสสารภายใต้อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ

สมมติว่าเราให้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส และมีความดันบรรยากาศ (ปกติ) สสารของน้ำจะมีสภาวะสมดุลย์ระหว่างไอน้ำกับของเหลว

แต่ถ้าเรายังเพิ่มอุณหภูมิให้น้ำมากกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยที่ความดันคงที่ก็จะทำให้น้ำเสียสมดุลย์จนกลายเป็นไอน้ำหมด

ถ้าเราลดความดันลงจากปกติ 30 นิ้วของปรอท มาเป็น 15 นิ้วของปรอท จะเห็นว่าน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียสได้ โดยที่ถ้าเราให้อุณหภูมิมากกว่า 70 องศาเซลเซียสเล็กน้อยก็จะทำให้สถานะของน้ำกลายเป็นไอน้ำได้

นอกจากการใช้กราฟเฟสไดอะแกรม เราสามารถหาจุดเดือดที่ความดันในระดับต่าง ๆ โดยอาศัยสมการของ CLAUSIUS – CLAPEYRON ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อของเหลวและไออยู่ในสภาวะสมดุลย์ จะได้สมการของ CLAUSIUS – CLAPEYRON ดังนี้

$$\frac{d \log P}{dt} = \frac{\Delta Hvap}{RT^2} \qquad (2.1)$$

ถ้าเราอินทิเกรต โดยสมมติให้ ΔHvap มีค่าคงที่จะได้

$$\log P = \frac{-\Delta Hvap\,(1) + C}{2.303RT} \qquad (2.2)$$

เมื่อ P = ความดันไอน้ำอิ่มตัว

T = อุณหภูมิ (เคลวิน)

ΔHvap = ความร้อนของการกลายเป็นไอ (แคลอรี / ไมล์)

R = ค่าคงที่ของก๊าซ (1.987 แคลอรี / ไมล์)

C = ค่าคงที่เฉพาะของของเหลวชนิดหนึ่ง ๆ

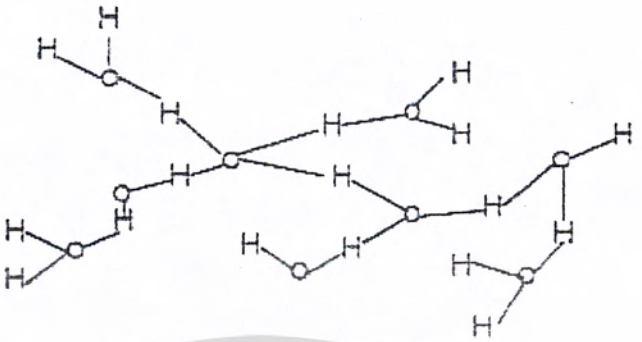
สมมติว่าของเหลวชนิดหนึ่งมีความดันไอเป็น P_1, P_2 ที่อุณหภูมิ T_1, T_2 (เคลวิน) ตามลำดับ เมื่อ $P_1 < P_2$ และ $T_1 < T_2$ จากสมการ (2.16) เขียนได้ดังนี้

$$\log P_1 = \frac{-\Delta Hvap\,(1) + C_1}{2.303RT_1} \qquad (2.3)$$

$$\log P_2 = \frac{-\Delta Hvap\,(1) + C_2}{2.303RT_2} \qquad (2.4)$$

ในที่นี้ค่าคงที่ C_1 และ C_2 เท่ากันเพราะเป็นของเหลวชนิดเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



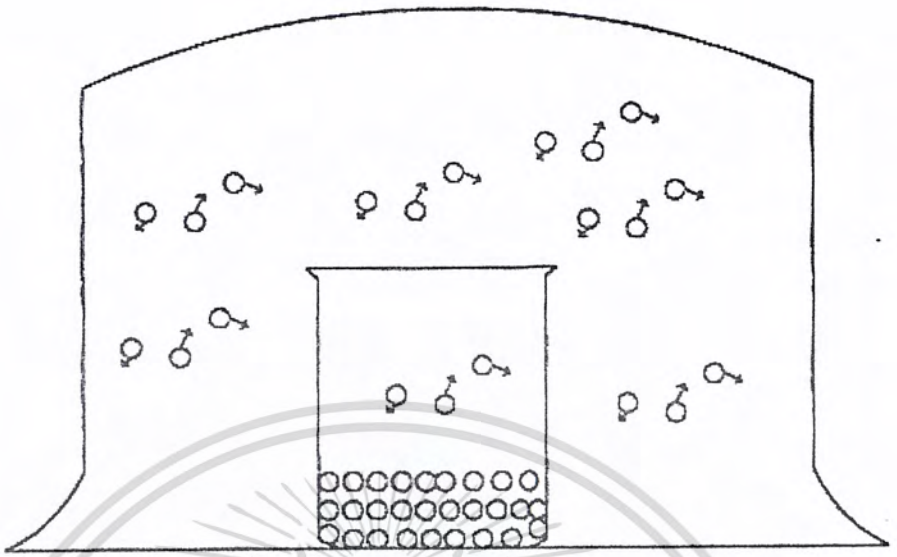
รูปที่ 2.2ก แสดงการเกิดพันธะของ H_2O

รูปที่ 2.2ข แสดงแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำที่อยู่ภายใน

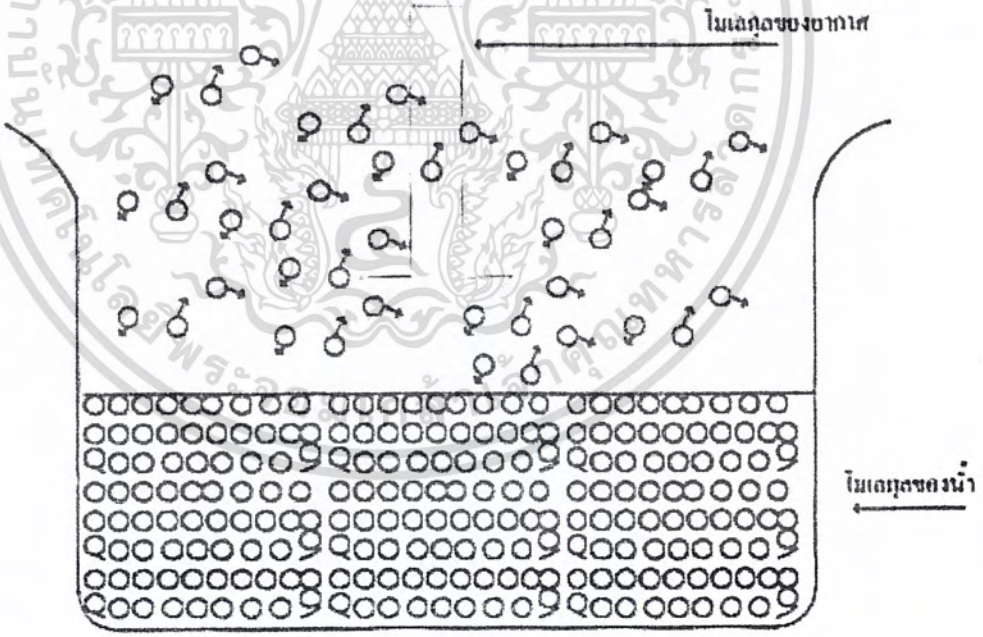
รูปที่ 2.2ค แสดงแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำที่อยู่บริเวณผิวน้ำ

รูปที่ 2.2 แสดงแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



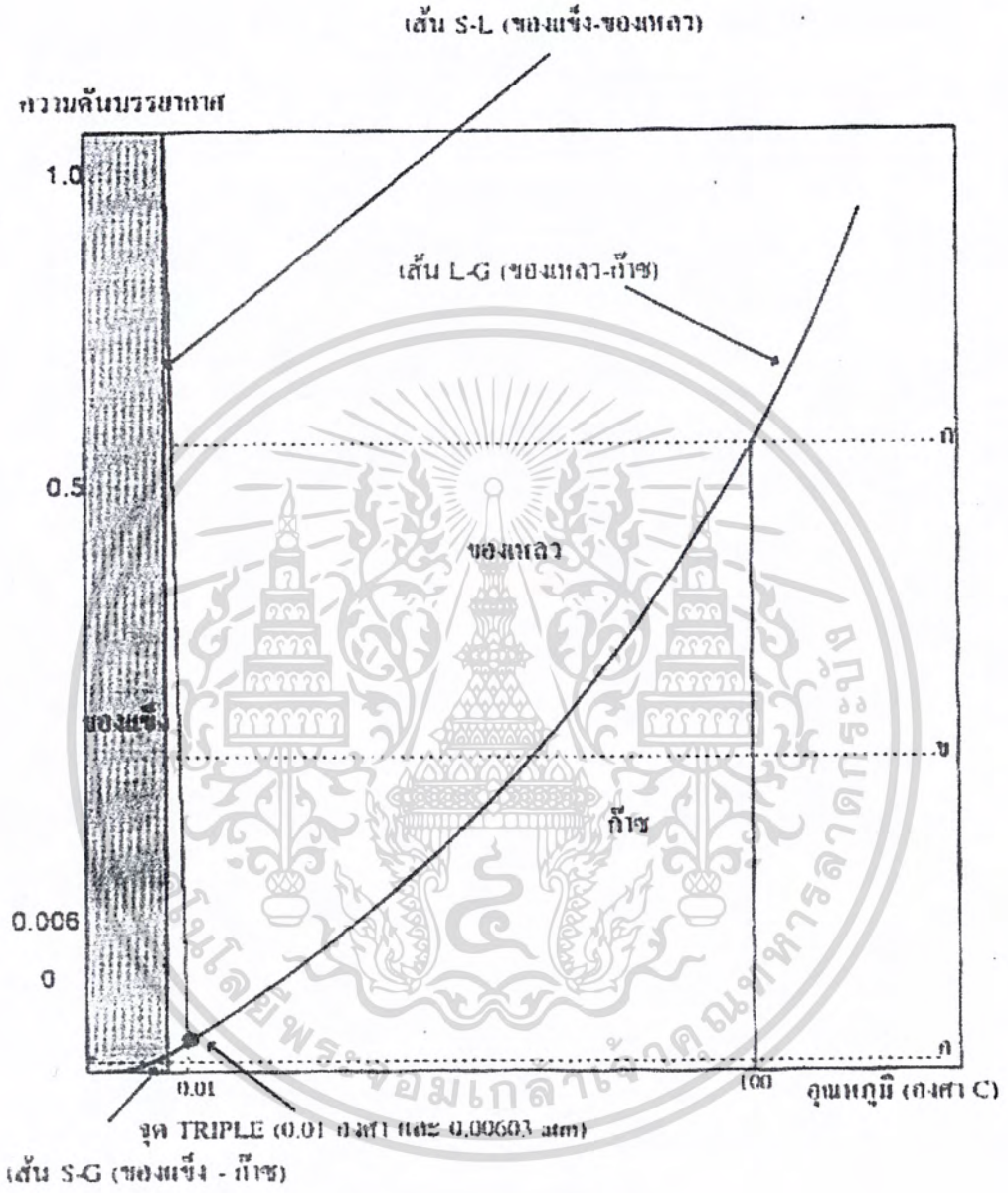
รูปที่ 2.3ก แสดงการเกิดความดันไออิ่มตัว



รูปที่ 2.3ข แสดงผลของความดันบรรยากาศ

รูปที่ 2.3 แสดงการเกิดความดันไออิ่มตัวและผลของความดันบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟ Phase Diagram ของน้ำ จุดบนเส้น L-G
แสดงสภาวะของน้ำ โดยสถานะของน้ำจากของเหลวและเปลี่ยนสถานะมาเป็นก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงาน

3.1 บทนำ

เนื่องจากคุณภาพของน้ำที่ใช้บริโภคในประเทศไทย โดยเฉพาะตามต่างจังหวัด จากการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำที่ใช้บริโภคพบว่า น้ำที่ได้รับการตรวจสอบนั้น ยังไม่เข้าขั้นมาตรฐานถึงร้อยละ 30 โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการมีเชื้อจุลินทรีย์ปะปนอยู่ภายในน้ำดื่ม ซึ่งทำให้คาดได้ว่าอาจมีเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ การปนเปื้อนของเชื้อโรคดังกล่าวอาจเกิดจากภาชนะบรรจุไม่สะอาด ข้อบกพร่องในระหว่างการบรรจุ หรือการฆ่าเชื้อโรคโดยใช้หลอดรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) ที่ใช้ในขั้นตอนของการฆ่าเชื้อโรคให้เสื่อมสภาพ

สาเหตุที่ทำให้น้ำไม่ได้มาตรฐานอีกสาเหตุหนึ่งก็คือ น้ำที่ใช้บริโภคบางส่วนมีความกระด้างทั้งหมด และมีไนเตรดเกินมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสารเรซินในถังกรองหมดอายุการใช้งาน การดื่มน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้

สำหรับพิษของไนเตรดนั้นจะทำให้เกิดโรค "บลูเบบี้" (Blue babies) กับทารก น้ำที่มีปริมาณไนเตรตสูงอาจเกิดจากน้ำที่มาใช้ในการผลิตน้ำบริโภคนั้นมีการปนเปื้อนจากสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายแล้ว

3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่ม

น้ำที่ใช้ในการผลิตจะถูกนำเข้ามาในระบบ และจะผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อทำให้มันสามารถบริโภคได้ ซึ่งสามารถจะแสดงแผนผังลำดับการทำงาน และส่วนประกอบของโครงงานได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการทำงาน

รูปที่ 3.1 แสดงโฟลชาร์ตลำดับการทำงานของโครงงาน ซึ่งทำงานตามลำดับ คือ

1. ทำการเปิดวาล์ว V_1, V_2 เพื่อให้น้ำไหลเข้าสู่ระบบ ซึ่งน้ำที่ผ่านเข้ามาอาจเป็นน้ำที่ผ่านการกรองหรืออาจเป็นน้ำประปาก็ได้ เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ระบบจนถึงระดับ C_2 (ระดับบน) จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการสั่งปิดวาล์ว V_1, V_2

2. ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปเปิดวาล์ว V_3 และคอมเพรสเซอร์ เพื่อทำการดูดอากาศออกจากถัง โดยทำให้ความดันภายในถังเหลือเพียงประมาณ 1/3 เท่าของความดันบรรยากาศ โดยเมื่อความดันได้ตามระดับที่ต้องการแล้วนั้น สวิตซ์ความดันจะทำการตัดวงจรปั๊มออก และส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ และทำการปิดวาล์ว V_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. ทำการเปิดฮีทเตอร์เพื่อต้มน้ำให้เดือดที่อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียส โดยจะมีเทอร์โมคัพเปิลใช้ในการตรวจจับอุณหภูมิ แล้วนำมาแปลงเป็นสัญญาณแรงดันต่ำโดยไอซีสำเร็จรูป จากนั้นทำการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกไปเป็นดิจิตอลโดยใช้วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ แล้วจึงนำไปประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่ออุณหภูมิขึ้นสูงถึง 65 องศาเซลเซียส จะทำการหน่วงเวลาไว้ชั่วครู่เพื่อให้เชื้อโรคตาย จากนั้นจึงจะทำการปิดฮีทเตอร์ พร้อมทั้งเปิดวาล์ว V_1, V_4 เพื่อให้สามารถเปิดน้ำใช้ได้

4. ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนในการตรวจสอบ ซึ่งจะทำให้ระบบเป็นระบบอัตโนมัติ โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1 ตรวจสอบระดับน้ำ โดยถ้าระดับน้ำต่ำกว่าระดับ C_1 (ระดับล่าง) สัญญาณจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะควบคุมให้เปิดวาล์ว V_1, V_2 ให้น้ำไหลเข้าระบบแล้วดำเนินการตามข้อ 1 ต่อไป

4.2 ตรวจสอบอุณหภูมิ โดยอาศัยเทอร์โมคัพเปิลในการตรวจวัดอุณหภูมิ โดยถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าประมาณ 50 องศาเซลเซียส สัญญาณจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะควบคุมให้ทำการเปิดฮีทเตอร์เพื่อทำการอุ่นน้ำ

สำหรับสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนั้น แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

V_1 = วาล์วสำหรับถ่ายเทอากาศ ทั้งในกรณีของการเติมน้ำและการเปิดใช้น้ำ

V_2 = วาล์วสำหรับการเติมน้ำ

V_3 = วาล์วสำหรับควบคุมการดูดอากาศของคอมเพรสเซอร์

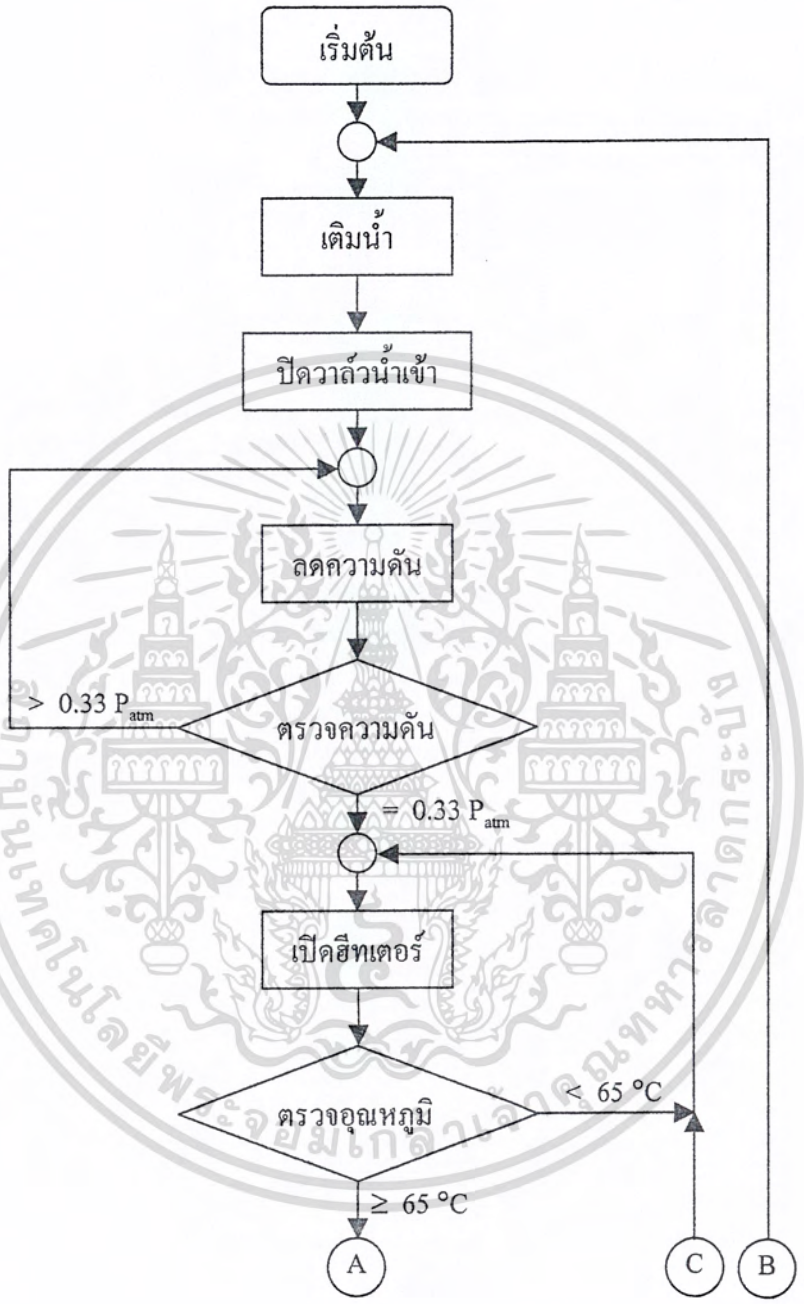
V_4 = วาล์วสำหรับการเปิดใช้น้ำ

C_1 = ระดับน้ำระดับล่าง

C_2 = ระดับน้ำระดับบน

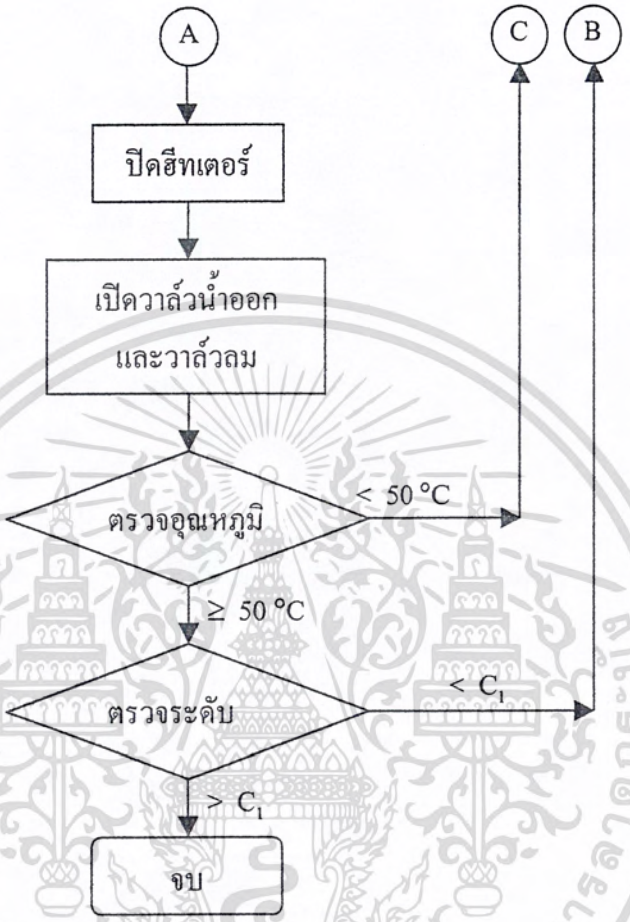
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42365



รูปที่ 3.1
โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 (ต่อ)

โฟลชาร์ตไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ

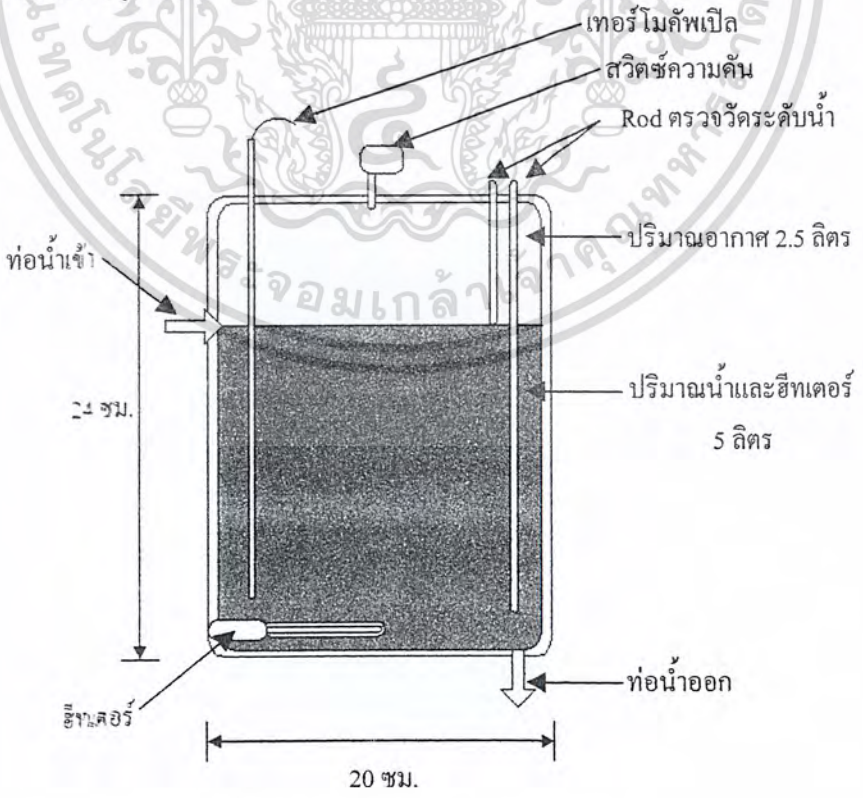
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบ

4.1 หม้อต้ม

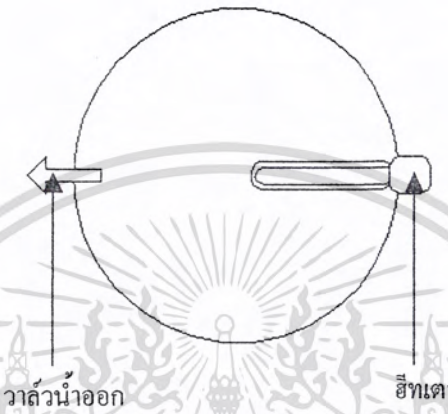
สำหรับหม้อต้มนั้นได้ทำการออกแบบให้มีขนาดประมาณ 7.5 ลิตร ตามรูปที่ 4.1 เพื่อให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ใช้ (คอมเพรสเซอร์, วาล์ว) และเนื่องจากการทดลองเกี่ยวกับจุดเดือดและความดันของน้ำที่ผ่านมาทำให้เราทราบว่าน้ำที่จะเดือดที่อุณหภูมิประมาณ 65 องศาเซลเซียสได้นั้น จำเป็นที่จะต้องทำการลดความดันบรรยากาศลงจนเหลือประมาณ 1 / 3 เท่าของความดันบรรยากาศปกติ ประกอบกับจะต้องมีที่ว่างของอากาศเหนือผิวน้ำมากพอที่จะไม่ทำให้ไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปนั้นไปทำให้ความดันบรรยากาศของหม้อต้มน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้จุดเดือดของน้ำเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่แปรผันตรง จากผลการทดลองทำการหาพื้นที่ว่างในหม้อต้มที่พอเหมาะที่จะไม่ทำให้ความดันภายในหม้อต้มเพิ่มก็คือจะต้องมีอัตราส่วนระหว่างน้ำกับช่องว่างของอากาศเป็น 1 ต่อ 2 นั่นคือภายในหม้อต้มนั้นจะประกอบด้วยน้ำ 2 ส่วน และพื้นที่ว่างสำหรับอากาศ 1 ส่วน ดังนั้นจากขนาดของหม้อต้มที่เราออกแบบนั้นจะประกอบด้วยปริมาณของน้ำซึ่งคิดรวมกับปริมาณของฮีทเตอร์เท่ากับ 2 ส่วน (ประมาณ 5 ลิตร) และปริมาณพื้นที่ส่วนที่เป็นอากาศ 1 ส่วน (ประมาณ 2.5 ลิตร) ดังแสดงในรูปที่ 4.1



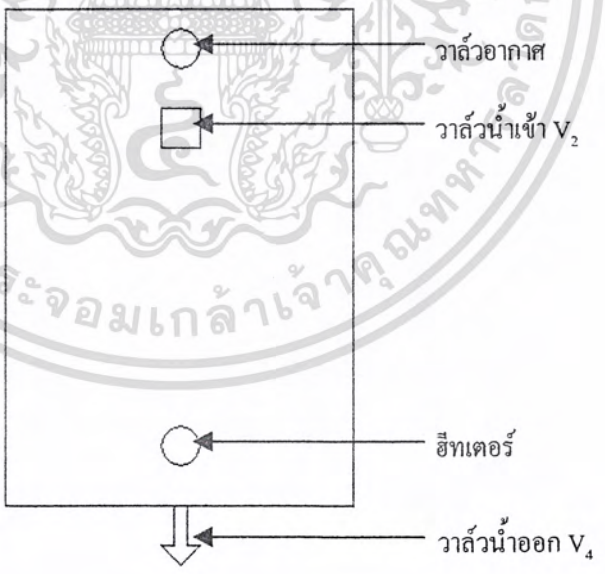
รูปที่ 4.1 แสดงปริมาตรรวมของหม้อต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวัสดุที่ใช้ทำหม้อต้มนั้นเลือกใช้แสตนเลส เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสนิมขึ้น โดยที่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20 เซนติเมตร และสูง 24 เซนติเมตรดังรูปที่ 4.1 และในการจัดวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้มจะแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4.2ก รูปที่ 4.2ข และ รูปที่ 4.2ค



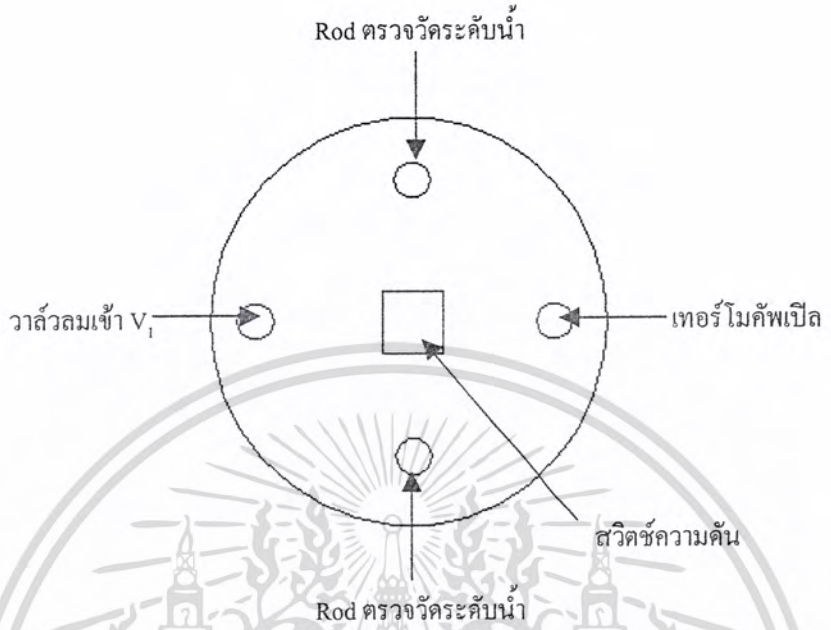
รูปที่ 4.2ก แสดงรายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้มด้านล่าง



รูปที่ 4.2ข แสดงรายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้มด้านข้าง

รูปที่ 4.2 แสดงรายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2ค แสดงรายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้มด้านบน

รูปที่ 4.2 (ต่อ) แสดงรายละเอียดการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในหม้อต้ม

4.2 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในโครงงาน

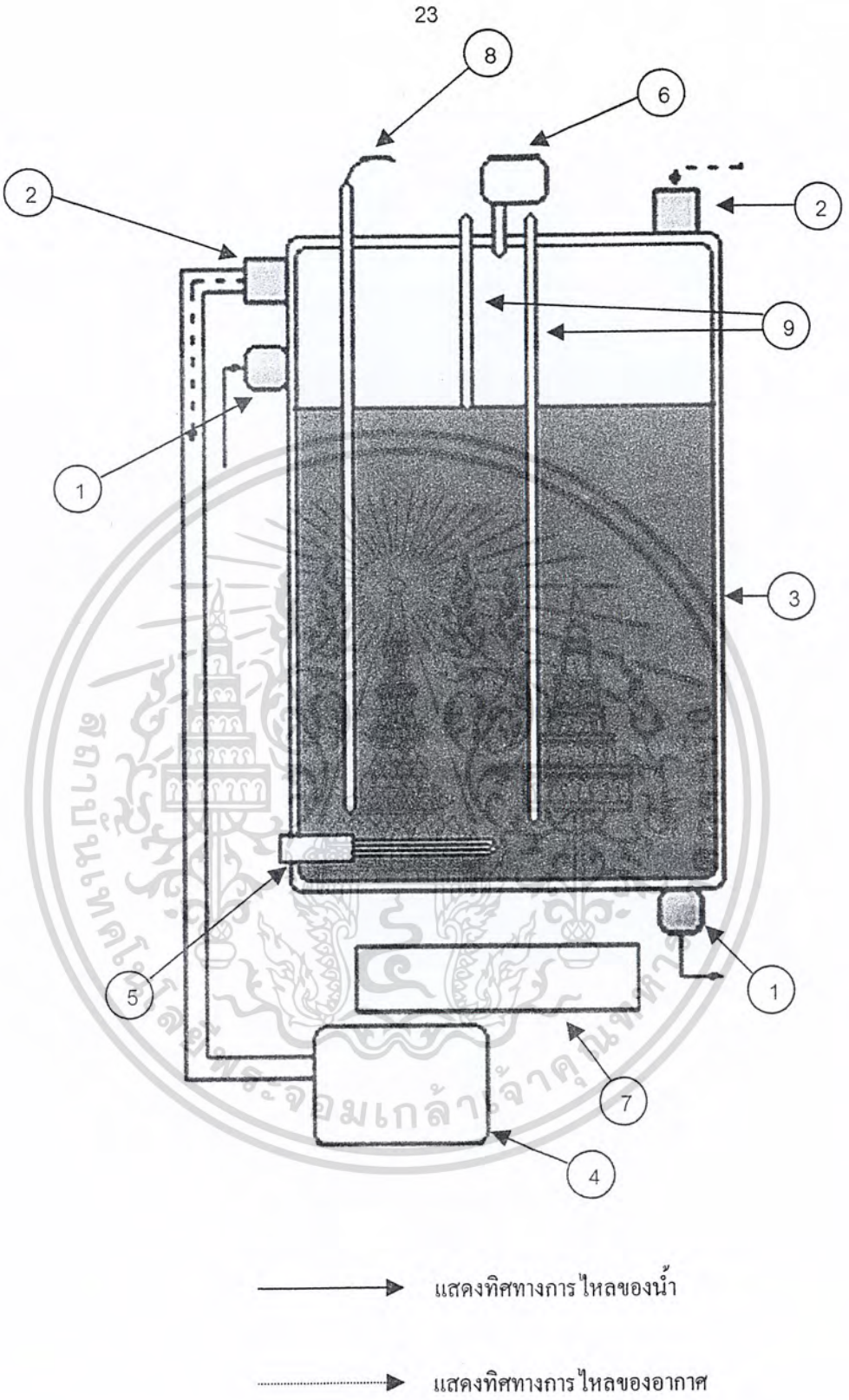
เนื่องจากความต้องการทางด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้มากที่สุด และมีขนาดเล็กที่สุด ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้จึงจำเป็นต้องมีจำนวนน้อย และใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ เช่น

- ไอซีออปแอมป์ที่ใช้สำหรับวงจรตรวจสอบระดับน้ำ
- ไอซีสำเร็จรูปที่ใช้ในการแปลงสัญญาณจากเทอร์โมคัพเปิ้ล
- ไมโครคอนโทรลเลอร์

4.3 การออกแบบโครงสร้าง

ในการออกแบบโครงสร้างนั้นจะเน้นไปในทางด้านของขนาด ให้มีขนาดเล็กเพื่อที่จะสามารถนำไปทดลองใช้งานได้ ทำให้มีความจำเป็นในเรื่องของอุปกรณ์ ซึ่งต้องใช้ขนาดเล็ก เช่น ฮีทเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว และคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น เหตุผลก็เพื่อให้สามารถจำลองการใช้งานของเครื่องที่ใช้งานจริง ซึ่งจะส่งผลให้สามารถประเมินผลถึงการใช้งานในขนาดใหญ่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงรายละเอียดโครงสร้างโดยรวมของเครื่องผลิตน้ำดื่มประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รายละเอียด</u>

1. โซลินอยด์วาล์ว
    - 220 โวลท์ 50 Hz เอซี
    - ข้อต่อขนาด ¼ นิ้ว
    - กำลังไฟฟ้า 9 วัตต์
    - ปกติปิด
2. โซลินอยด์วาล์ว
    - 48 โวลท์ ดีซี
    - ข้อต่อขนาด 3/8 นิ้ว
    - กำลังไฟฟ้า 9 วัตต์
    - ปกติปิด
3. หม้อต้มน้ำ
    - ปริมาตร 7.5 ลิตร
    - สูง 20 เซนติเมตร
    - เส้นผ่านศูนย์กลาง 24 เซนติเมตร
4. คอมเพรสเซอร์
    - 220 โวลท์ 50 Hz เอซี 1 เฟส
    - กระแส 1.0 A
5. ฮีทเตอร์
    - ชนิดอิมเมอร์เชียล (Immersial) แบบจุ่มน้ำ
    - ประสิทธิภาพ 80 %
    - กำลังไฟฟ้า 1000 วัตต์
6. สวิตซ์ความดัน
    - 2 หน้าสัมผัส
    - ปรับเปลี่ยนค่าความดันทำการได้
7. แผงวงจรควบคุม
    - วงจรตรวจสอบระดับน้ำ
    - วงจรตรวจจับอุณหภูมิ
    - วงจรขับรีเลย์ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ โซลินอยด์วาล์ว และฮีทเตอร์
    - วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เทอร์โมคัพเปิล

- ชนิด J-Type
- ใช้วัดอุณหภูมิของของเหลวหรืออากาศ
- อุณหภูมิใช้งานสูงสุด 400 องศาเซลเซียส

9. Rod ตรวจวัดระดับน้ำ

- ทำจากแสตนเลส
- ตัววัดระดับบนยาว 7 เซนติเมตร
- ตัววัดระดับบนยาว 18 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วงจรควบคุม

สำหรับวงจรในการควบคุมเครื่องนั้น จะแบ่งออกเป็นวงจรต่าง ๆ คือ

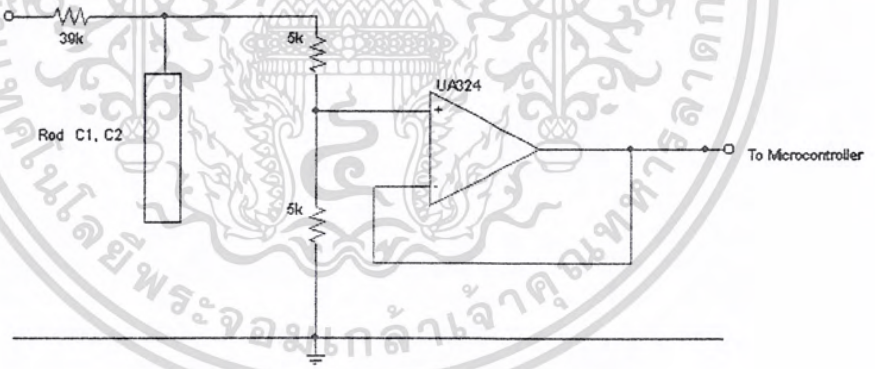
5.1 วงจรไฟเลี้ยง (Voltage Regulator)

สำหรับวงจรไฟเลี้ยงจะประกอบด้วย

- วงจรควบคุมแรงดันขนาด +5 โวลต์ จำนวน 2 ชุด
- วงจรควบคุมแรงดันขนาด -5 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
- วงจรควบคุมแรงดันขนาด +12 โวลต์ จำนวน 1 ชุด
- วงจรเรียงกระแสขนาด +48 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

5.2 วงจรตรวจวัดระดับน้ำ

ในการตรวจวัดระดับน้ำนั้นจะอาศัยหลักการของการแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) โดยถ้า Rod ไม่สัมผัสกับน้ำ จะหมายความว่ายังไม่มีการเชื่อมต่อลงสู่กราวด์



รูปที่ 5.1 แสดงวงจรที่ใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำ

ดังนั้นจะได้ค่าแรงดันที่จุดต่าง ๆ จากหลักการของการแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) ดังนี้

$$V_a = \left[\frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \right] \times V_{in} \qquad (5.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_a = \left(\frac{10}{49}\right) \times 43$$

$$= 8.77 \text{ โวลต์}$$

$$V_b = \left[\frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3}\right] \times V_{in} \qquad (5.2)$$

$$= \left(\frac{5}{49}\right) \times 43$$

$$= 4.39 \text{ โวลต์}$$

จากค่าแรงดันค่าต่าง ๆ ที่หามาได้นั้น สามารถจะทำการออกแบบได้คือจะเลือกแรงดันป้อนเข้า (V_{in}) ที่ 43 โวลต์ เพราะ

1. เป็นค่าแรงดันที่สามารถจะนำกระแสผ่าน Rod และน้ำได้ เพื่อจะได้ลงสู่กราวด์และครบลูปการทำงานของวงจร
2. สามารถนำไปใช้ในการ เปิด – ปิด โซลินอยด์วาล์วที่ควบคุมการไหลของลมได้

จากการเลือกใช้ค่าความต้านทานต่าง ๆ ภายหลังจากการแบ่งแรงดันแล้วจะได้ค่า V_b ที่มีค่าใกล้เคียงกับ 5 โวลต์ เพื่อที่จะสามารถส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลได้

โดยถ้า Rod มีการสัมผัสกับน้ำทำให้มีการเชื่อมต่อลงสู่กราวด์แล้ว จะทำให้ค่าของ V_a มีค่าประมาณ 0 โวลต์ ซึ่งจะได้ค่าของ V_b มีค่าประมาณ 0 โวลต์ด้วย ดังนั้นลอจิกที่เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น LOW

แต่ถ้า Rod ไม่ได้แตะกับน้ำแสดงว่าไม่มีการเชื่อมต่อลงกราวด์ ทำให้ V_a มีค่าประมาณ 8.77 โวลต์ และทำให้ V_b มีค่าประมาณ 4.39 โวลต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 5 โวลต์ ซึ่งจะแสดงค่าลอจิกที่เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น HIGH

ซึ่งสามารถสรุปได้ คือ

สภาวะของ Rod = ไม่มีการเชื่อมต่อลงกราวด์ ⟶ ลอจิก HIGH

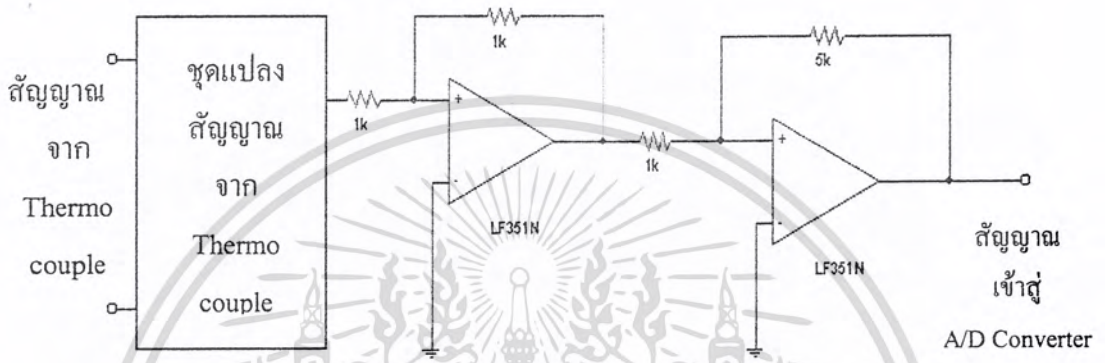
= มีการเชื่อมต่อลงกราวด์ ⟶ ลอจิก LOW

โดย Rod ที่เลือกใช้นั้นเป็นแท่งสแตนเลสที่มีค่าความต้านทานต่ำ และยังสามารถกันสนิมได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

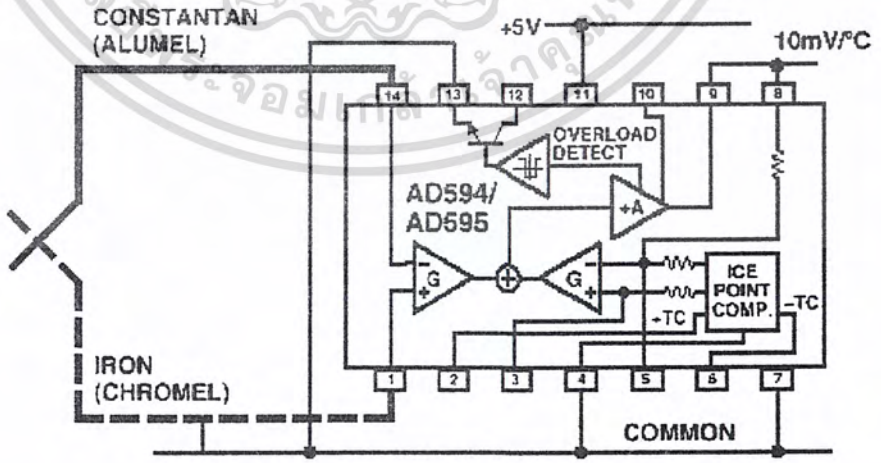
5.3 วงจรตรวจวัดอุณหภูมิ

ในส่วนของวงจรตรวจวัดอุณหภูมินั้นจะประกอบไปด้วยไอซีที่ใช้ในการประมวลผล และส่วนของทรานดิวเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิ ซึ่งในที่นี้เลือกใช้เทอร์โมคัพเปิลชนิด J-Type สำหรับวงจรในการตรวจวัดอุณหภูมินั้นจะแสดงดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงวงจรที่ใช้การตรวจวัดอุณหภูมิ

ในส่วนของชุดแปลงสัญญาณจากเทอร์โมคัพเปิล (AD594) นั้น จะมีการเชื่อมต่อของวงจรทั้งภายในและภายนอก ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงการเชื่อมต่อวงจรทั้งภายในและภายนอกของ AD 594

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานนั้นสัญญาณจากเทอร์โมคัพเปิลจะต้องผ่านเข้าสู่วงจรของไอซี AD594 ก่อน เพื่อทำการแปลงสัญญาณออกมาเป็นแรงดันเอาท์พุท โดยรายละเอียดของแรงดันเอาท์พุทนั้นจะมีค่าเอาท์พุทเป็น 10 mV/°C

สำหรับรายละเอียดของไอซี AD594 นั้นประกอบไปด้วย

1. สามารถรองรับแรงดันอินพุทได้ตั้งแต่ +5 โวลต์ ไปจนถึง 30 โวลต์
2. ทำงานที่กระแส 160 μA แต่สามารถจะส่งผ่านกระแสได้มากถึง 5 mA
3. ใช้กำลังงานไฟฟ้าต่ำ ประมาณ 1 mW
4. มีค่าความเคลื่อนเพียงแค่ประมาณ 1 °C

สำหรับค่าของแรงดันที่ได้จากเทอร์โมคัพเปิลและหลังจากผ่านวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์จะแสดงได้ดังตารางด้านล่าง

Thermocouple Temperature (°C)	Type J Voltage (mV)	AD 594 Voltage (mV)
30	1.203	300
40	1.611	401
50	2.022	503 *
60	2.436	605
65	2.644	656 *
80	3.266	810

* หมายถึง ค่าแรงดันที่นำไปใช้ในการตั้งค่าในไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ภายในช่วงนี้ โดยจะใช้ในการควบคุมการ เปิด – ปิด ฮีทเตอร์

ตารางที่ 5.1

แสดงค่าของแรงดันที่ได้จากเทอร์โมคัพเปิลและหลังจากผ่านวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

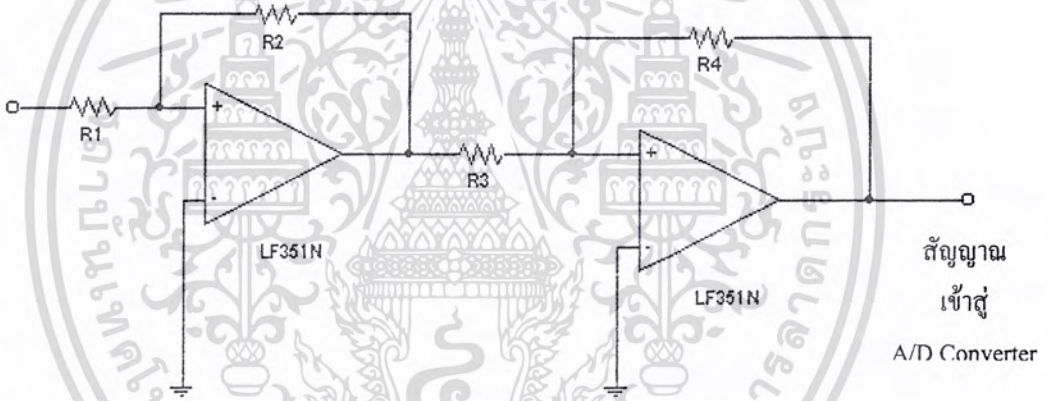
ภายหลังจากที่สัญญาณจากเทอร์โมคัพเปิลผ่านไอซี AD594 แล้วนั้น อุณหภูมิที่จะนำมาใช้คือ

ที่ 65 °C จะได้ค่าแรงดันเอาท์พุทเป็น 656 mV และ

ที่ 50 °C จะได้ค่าแรงดันเอาท์พุทเป็น 503 mV

ซึ่งจะเห็นได้ว่าความแตกต่างระหว่างแรงดันทั้ง 2 ค่า มีความแตกต่างกันน้อยมาก จึงต้องทำการขยายสัญญาณแรงดันให้มีช่วงความต่างกันให้มากขึ้น แต่ก็จะต้องให้อยู่ในช่วงที่สามารถแปลงจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ โดยใช้วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์ในการแปลงสัญญาณ (ซึ่งช่วงที่ทำงานได้จะอยู่ระหว่าง 0 ถึง +5 โวลต์)

โดยในการขยายสัญญาณแรงดันนั้น จะใช้วงจรออปแอมป์มาขยาย โดยมีการต่อวงจรตามรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงวงจรขยายสัญญาณแรงดัน

โดยค่าแรงดันเอาท์พุทที่ได้จะสามารถคำนวณได้ คือ

$$V_{o/p} = -\left[\frac{R_4}{R_3}\right] \times -\left[\frac{R_2}{R_1}\right] \times V_{in} \qquad (5.3)$$

$$= \left[\frac{R_4 R_2}{R_3 R_1}\right] \times V_{in}$$

$$= 5V_{in}$$

ดังนั้นจากการขยายค่าของแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_{o/p}$ ที่ 50 °C = 5 x 503

= 2.515 โวลต์

$V_{o/p}$ ที่ 65 °C = 5 x 658

= 3.290 โวลต์

ในขณะที่ค่าที่ได้จากการวัด คือ

$V_{o/p}$ ที่ 50 °C = 2.27 โวลต์

$V_{o/p}$ ที่ 65 °C = 3.18 โวลต์

เมื่อนำมาเปรียบเทียบจะสังเกตุได้จากตารางที่ 5.2

อุณหภูมิ (°C)	ค่าจากการคำนวณ (V)	ค่าจากการวัด (V)
50	2.515	2.27
65	3.29	3.18

ตารางที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าของแรงดันระหว่างการคำนวณและการวัด

โดยค่าของแรงดันที่ได้นี้จะถูกส่งเข้าสู่วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์เพื่อทำการแปลงสัญญาณก่อนที่ส่งผ่านไปยังส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการทำงานต่อไป

5.4 วงจรออพโต - ไอโซเลท (Opto - isolate) และภาควงจรขับรีเลย์

สำหรับในหัวข้อนี้จะสามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

5.4.1 ภาคออพโต – ไอโซเลท (Opto – isolate)

ในการติดตั้งภาคออพโต – ไอโซเลทนั้นมีจุดมุ่งหมาย คือ เพื่อที่จะแยกกราวด์ของระบบออกจากกัน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากหากเกิดความผิดปกติขึ้นในภาคการขับโหลด อาจจะทำให้เกิดกระแสกระชาก หรือกระแสที่มีขนาดสูงไหลผ่านจากกราวด์เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เสียหายได้ โดยอุปกรณ์ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้นั้นจะเป็นอุปกรณ์ประเภทที่ใช้กระแสในการทำงานสูง เช่น ฮีทเตอร์ หรืออุปกรณ์ประเภทที่มีกระแสกระชากสูง เช่น มอเตอร์ คอมเพรสเซอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการออกแบบวงจรออพโต – ไอโซเลทนั้น ในโครงงานนี้ได้ทำการเลือกใช้ไอซี 4N27 แต่สามารถที่จะใช้ไอซี 4N26 แทนได้เช่นกัน โดยวงจรออพโต – ไอโซเลทจะอาศัยหลักการคือหากจ่ายไฟเข้าไปยังขาที่ 1 จะทำให้ไดโอดภายในเปล่งแสงออกมาเพื่อทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสเพื่อนำไปขับรีเลย์

ในส่วนของการเลือกใช้ค่าความต้านทานนั้นหาได้จาก

$$R = V / I \qquad (5.4)$$

โดยที่

V = แรงดันที่จ่ายเข้าสู่ออพโต – ไอโซเลท

I = กระแสที่จ่ายเข้ามาในด้านนั้น ๆ ซึ่งสามารถดูได้จากคู่มือไอซี

5.4.2 ภาคการขับรีเลย์

ในภาคการขับรีเลย์นั้นจะอาศัยหลักการ คือ ถ้าทรานซิสเตอร์ภายในตัวออพโต – ไอโซเลทนำกระแส จะทำให้สัญญาณแรงดันขนาด +5โวลต์ที่จ่ายมาทางขาที่ 5 นั้นสามารถถูกส่งผ่านไอซีออพโต – ไอโซเลทเพื่อจะไปกระตุ้นทรานซิสเตอร์ที่ต่ออยู่ ทำให้ทรานซิสเตอร์สามารถนำกระแสได้ ซึ่งจะส่งผลให้ไฟเลี้ยง +12 โวลต์ครบวงจร ซึ่งเสมือนว่ามีไฟเลี้ยงจ่ายไปยังคอล์ยของรีเลย์ ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็ก และส่งผลให้รีเลย์ทำงาน

สำหรับปัจจัยที่ใช้ในการเลือกรีเลย์นั้นจะประกอบไปด้วย

1. ขนาดไฟเลี้ยงของคอล์ย
2. ขนาดของกระแสสูงสุดที่รีเลย์สามารถจะทนได้

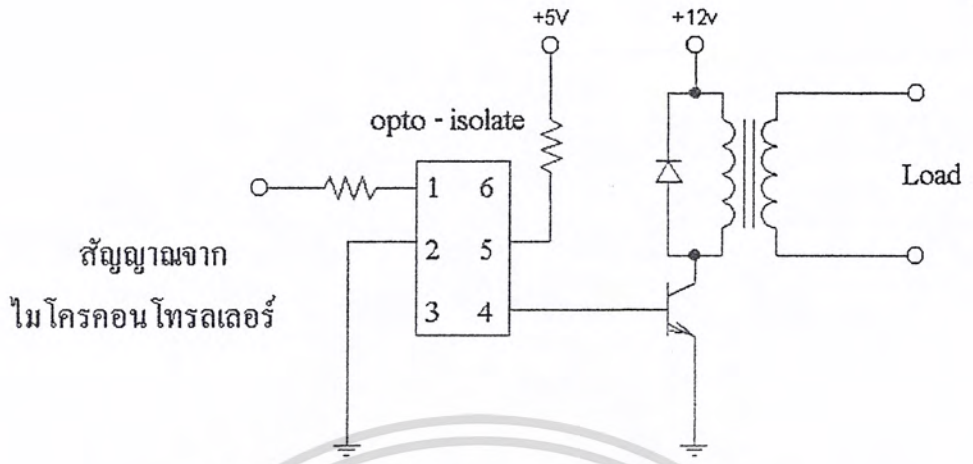
โดยในส่วนของขนาดกระแสนั้นจะต้องคำนึงถึงค่ากระแสกระชากเป็นสำคัญ โดยต้องเลือกให้สามารถทนกระแสให้ได้สูง และอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญก็คือภายในตัวรีเลย์นั้นจะประกอบไปด้วยหน้าคอนแทคจำนวน 2 หน้าคอนแทค คือ ปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) ซึ่งในส่วนนี้จะใช้เพียงหน้าคอนแทคชนิดปกติเปิดทั้งหมด

ในส่วนของโหลดที่รีเลย์จะทำการขับนั้นประกอบไปด้วย

1. ฮีทเตอร์	จำนวน	1	ชิ้น
2. คอมเพรสเซอร์	จำนวน	1	ชิ้น
3. โซลินอยด์วาล์ว (ดีซี)	จำนวน	2	ชิ้น
4. โซลินอยด์วาล์ว (เอซี)	จำนวน	2	ชิ้น

สำหรับวงจรออพโต - ไอโซเลท (Opto - isolate) และภาควงจรขับรีเลย์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.5

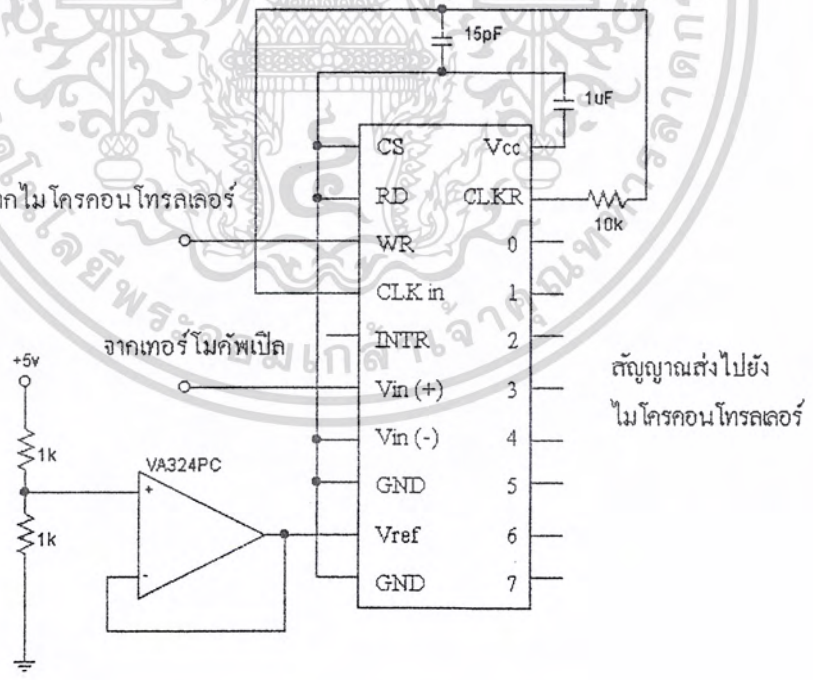
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงวงจรออพโต - ไอโซเลท (Opto - isolate) และภาควงจรขับรีเลย์

5.5 วงจร A/D คอนเวอร์เตอร์

วงจรนี้จะเป็นวงจรที่ใช้ในการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกไปเป็นดิจิตอล เพื่อที่สามารถนำไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงวงจร A/D คอนเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้จะนำค่าของแรงดันเอาท์พุทที่ได้จากชุดแปลงสัญญาณของเทอร์โมคัพเปิล มาผ่านส่วนของวงจรขยาย เพื่อแปลงสัญญาณจากอนาล็อกไปเป็นดิจิตอล โดยค่าแรงดันที่ได้นั้นจะมีค่าดังนี้

$V_{o/p}$ ที่ 50 °C = 2.27 โวลต์

$V_{o/p}$ ที่ 65 °C = 3.18 โวลต์

โดยในการนำมาแปลงนั้นจะใช้การเทียบค่าจากแรงดัน 5 โวลต์ ที่มีค่าในเลขฐานสิบและฐานสิบหกเท่ากับ 255 D และ 0FF H ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าแล้วจะได้

$V_{o/p}$ ที่ 50 °C = 2.27 โวลต์ = 116 D = 74 H

$V_{o/p}$ ที่ 65 °C = 3.18 โวลต์ = 162 D = A2 H

และจากการวัดจริงแล้วนั้น จะได้ค่าจากการวัดที่ขาของ A/D คอนเวอร์เตอร์ ดังนี้

$V_{o/p}$ ที่ 50 °C = 2.27 โวลต์ = 91 H

$V_{o/p}$ ที่ 65 °C = 3.18 โวลต์ = 7D H

ซึ่งจะนำค่า 91 H และ 7D H ไปใช้ในการตั้งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมช่วงของอุณหภูมิในการทำงาน ซึ่งสัญญาณที่ทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วนั้นจะถูกส่งไปยังพอร์ตที่ 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนของไอซี A/D คอนเวอร์เตอร์นั้นจะทำการเลือกใช้ไอซีเบอร์ IDC0804 แต่ก็สามารถใช้เบอร์ ADC0801 หรือเบอร์อื่น ๆ แทนได้

5.6 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทำงานเบื้องต้นเพียงเฉพาะในส่วนที่มีการนำมาใช้งานเท่านั้น โดยพอร์ตที่ใช้จะประกอบไปด้วย

P0.0 = วาล์วอากาศเข้า

P0.1 = วาล์วน้ำเข้า

P0.2 = Rod วัดระดับน้ำ (C_2)

P0.3 = คอมเพรสเซอร์

P0.4 = วาล์วอากาศออก

P0.5 = ฮีทเตอร์

P0.6 = วาล์วน้ำออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

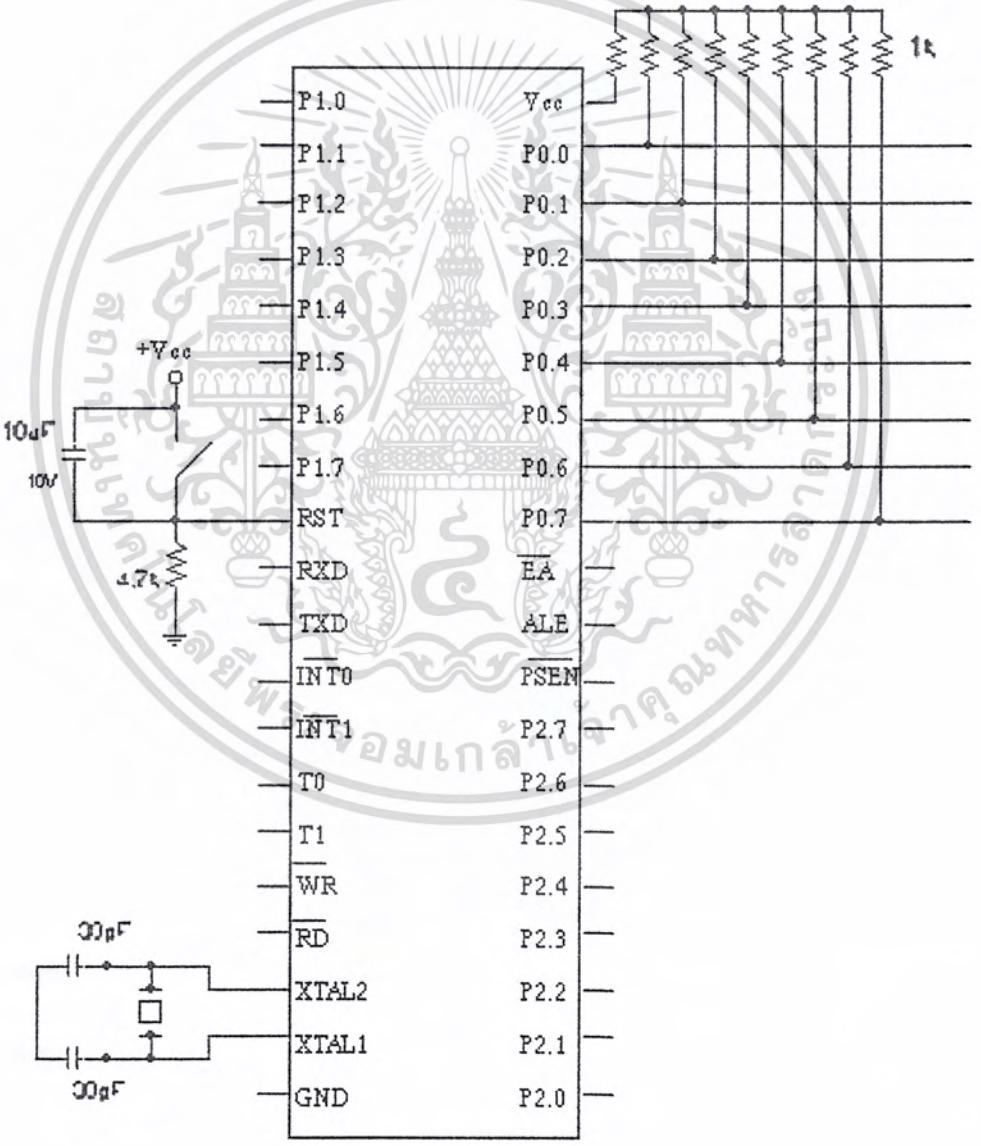
P0.7 = Rod วัดระดับน้ำ (C_l)

P2.7 = สัญญาณจากหน้าคอนแทคของสวิตช์ความดัน

P1 = สัญญาณของเทอร์โมคัพเปิลที่ผ่านการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล

P3.6 = ขา WR ที่จะใช้ส่งสัญญาณไปยัง A/D คอนเวอร์เตอร์ ให้ทำการส่งสัญญาณมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อตรวจจับเวลา

สำหรับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีที่ใช้ในไมโครคอนโทรลเลอร์แสดงได้ดังนี้

```
ORG 0000H
    JMP START
; FILL WATER
START:
        MOV   P0,#00H
        MOV   P1,#00H
        MOV   P2,#00H
        MOV   P3,#00H
        SETB  P0.0
        SETB  P0.1
        SETB  P0.2
FILL:
        JB    P0.2 , FILL
        CLR   P0.0
        CLR   P0.1
        CLR   P0.2
; START COMP
        SETB  P0.4
        SETB  P0.3
        SETB  P2.7
COMP:
        JB    P2.7,COMP
        CLR   P0.3
        CLR   P0.4
        CLR   P2.7
; START HEATER ;
HEAT:
        SETB  P0.5
```

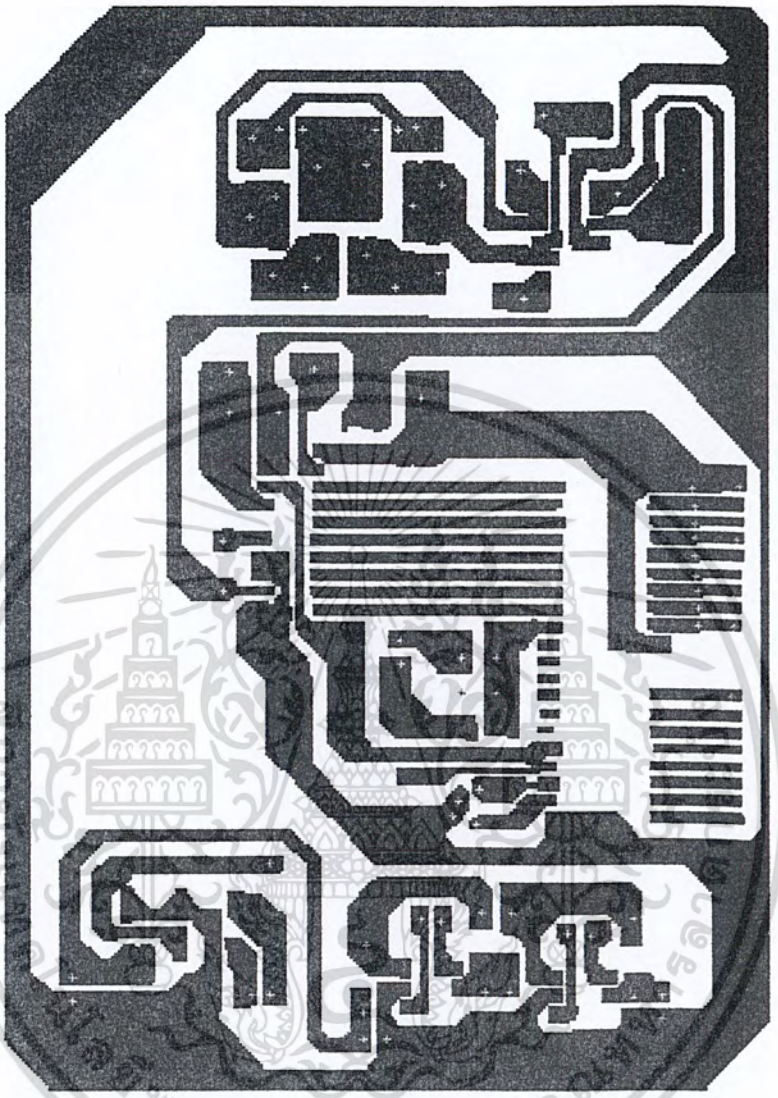
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; CHECK TEMP = 65C ;
        SETB   P3.6
        CALL   DELAY
        MOV    A,P1
        CLR    P3.6
        CLR    C
        SUBB   A,#091H
        JC     HEAT
        CALL   TIM
        CLR    P0.5
        JMP    USE
; END OF PROG
DELAY:
        MOV    A,#2FH
LOOP:
        DEC    A
        JNZ    LOOP
        RET
TIM:
        MOV    R1,#0FFH
CC:
        MOV    R2,#0FFH
BB:
        MOV    A,0FFH;
OA:
        DEC    A
        JNZ    OA
        MOV    A,R2
        DEC    A
        MOV    R2,A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JNZ     BB
        MOV     A,R1
        DEC     A
        MOV     R1,A
        JNZ     CC
        RET
; START TO USE
USE:
        SETB    P0.0
        SETB    P0.6
; CHECK LEVEL < C1
CHECK:
        SETB    P0.7
        JB      P0.7,CH_TEMP
        JMP     START
; CHECK TEMP
CH_TEMP:
        SETB    P3.6
        CALL    DELAY
        MOV     A,P1
        CLR     P3.6
        CLR     C
        SUBB    A,#07DH
        JC      HEAT
        JMP     CHECK
END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงลายวงจรของวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

ในการวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น เราจะอาศัยการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ไปในขบวนการผลิตแต่ละครั้งเปรียบเทียบกันระหว่าง ระบบการผลิตแบบประหยัดกับระบบที่ใช้กันทั่วไป ดังผลการคำนวณที่ได้ดังต่อไปนี้

6.1 การคำนวณการใช้พลังงานของฮีทเตอร์ในการผลิตน้ำร้อน

ในการคำนวณนี้เราจะใช้สูตรที่ใช้สำหรับคำนวณหาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ตามสมการ

$$\text{ความต้องการพลังงาน} = \frac{1.16 \times W \times \left(T_2 - T_1\right) \times 10^{-3}}{n} \quad (\text{kWh}) \qquad (6.1)$$

เมื่อ W = ปริมาตรของน้ำ

T_1 = อุณหภูมิของน้ำเย็น (°C)

T_2 = อุณหภูมิของน้ำร้อน (°C)

n = ประสิทธิภาพของฮีทเตอร์

รายละเอียดของฮีทเตอร์ที่ใช้

- ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อน 80 %
- ขนาด 1000 วัตต์
- ปริมาณน้ำ 5 ลิตร

การคำนวณหาพลังงานที่ใช้ของฮีทเตอร์ในการเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ

1. หาพลังงานที่ใช้ในการทำให้น้ำประมาณ 5 ลิตรเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส ไปเป็น 60 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศประมาณ 1/3 เท่า

ปริมาตรน้ำ (V) = 5 ลิตร

อุณหภูมิก่อนต้ม (T_1) = 25 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิหลังต้ม (T_2) = 65 องศาเซลเซียส

ประสิทธิภาพของฮีทเตอร์ = 80 %

ขนาดของฮีทเตอร์ = 1000 วัตต์

ดังนั้น

$$\text{ความต้องการพลังงาน} = \frac{(1.16)(5)(65 - 25) \times 10^{-3}}{0.8} \qquad (6.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.29 kWh

= 290 Wh

และจะสูญเสียเวลาเนื่องจากขบวนการต้มน้ำเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส ไปจนถึง 65 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศประมาณ 1/3 เท่า เมื่อใช้ฮีทเตอร์ขนาด 1000 วัตต์ เท่ากับ

เวลาที่ใช้ = 290 / 1000

= 0.29 ชั่วโมง

หรือ = 0.29 x 60

= 17.8 นาที

2. หาพลังงานที่ใช้ในกาทำให้น้ำปริมาณ 5 ลิตรเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียสไปจนถึง 100 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ (อุณหภูมิห้อง)

ปริมาณน้ำ (V) = 5 ลิตร

อุณหภูมิก่อนต้ม (T_1) = 25 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิหลังต้ม (T_2) = 100 องศาเซลเซียส

ประสิทธิภาพของฮีทเตอร์ = 80 %

ขนาดของฮีทเตอร์ = 1000 วัตต์

ดังนั้น

$$\text{ความต้องการพลังงาน} = \frac{(1.16)(5)(100-25)\times 10^{-3}}{0.8} \qquad (6.3)$$

= 0.5438 kWh

= 543.8 Wh

และจะสูญเสียเวลาเนื่องจากขบวนการต้มน้ำเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส ไปจนถึง 100 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ฮีทเตอร์ขนาด 1000 วัตต์ เท่ากับ

เวลาที่ใช้ = 543.8 / 1000

= 0.5438 ชั่วโมง

หรือ = 0.5438 x 60

= 33 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางข้างล่างเป็นการเปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างการต้มน้ำแบบธรรมดากับการผลิตน้ำดื่มตามแบบของโครงงาน จะเห็นว่าน้ำปริมาตร 5 ลิตร ความต้องการพลังงานที่ใช้ที่ได้คือ

- แบบธรรมดาที่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำจาก 25 องศาเซลเซียสเป็น 100 องศาเซลเซียสภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ = 543.8 วัตต์-ชั่วโมง
- แบบของโครงงานเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำจาก 25 องศาเซลเซียสเป็น 100 องศาเซลเซียสภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศประมาณ 1/3 เท่า = 290 วัตต์-ชั่วโมง

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าการผลิตน้ำดื่มตามแบบของโครงงาน จะช่วยให้เราสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 543.8 – 290 = 253.8 วัตต์-ชั่วโมง

ค่าพลังงานที่ได้จากการคำนวณ (วัตต์ – ชั่วโมง)					
น้ำที่เปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 °C ไปถึง 65 °C ภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ 1/3 เท่า			น้ำที่เปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 °C ไปถึง 100 °C ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ (อุณหภูมิห้อง)		
เวลาที่ใช้ (นาที)	กำลัง (วัตต์)	ค่า วัตต์ – ชั่วโมง	เวลาที่ใช้ (นาที)	กำลัง (วัตต์)	ค่า วัตต์ – ชั่วโมง
17.8	1000	290	33	1000	543.8

ตารางที่ 6.1

เปรียบเทียบการประหยัดพลังงานระหว่างการผลิตแบบธรรมดากับแบบที่ใช้กับโครงงาน

6.2 ผลการทดลองและการเปรียบเทียบ

จากขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่มระบบประหยัดพลังงานในบทที่ 3 เราได้ผลการทดลองการทำงานของเครื่อง คือ

ในขั้นตอนที่ 1 จะมีอุปกรณ์ที่ทำงานคือ V_1 และ V_2 ซึ่งใช้พลังงานรวมกัน 25 วัตต์

ในขั้นตอนที่ 2 จะมีอุปกรณ์ที่ทำงานคือ V_3 คอมเพรสเซอร์ และวงจรควบคุมซึ่งใช้พลังงานรวมกัน 200 วัตต์ (ขณะทำงานในสภาวะปกติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนที่ 3 จะมีอุปกรณ์ที่ทำงานคือ ฮีทเตอร์ ซึ่งใช้พลังงาน 850 วัตต์
ในขั้นตอนที่ 4 จะมีอุปกรณ์ที่ทำงานคือ V_1 ซึ่งใช้พลังงาน 25 วัตต์
และในทุก ๆ ขั้นตอนวงจรควบคุมระบบใช้พลังงานไม่เกิน 10 วัตต์

ตารางที่ 6.2 จะแสดงการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการผลิต 1 ไซเคิล ระหว่างขบวนการผลิตแบบธรรมดากับแบบประหยัดพลังงาน

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (วัตต์ – ชั่วโมง) ของขบวนการผลิตเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 °C ไปถึง 100 °C ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ (อุณหภูมิห้อง)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (วัตต์ – ชั่วโมง) ของขบวนการผลิตเพื่อเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 25 °C ไปถึง 65 °C ภายใต้ความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ 1/3 เท่า
ใช้พลังงาน 850 วัตต์ เวลา 28 นาที หรือ = 850 x 28 / 60 วัตต์ – ชั่วโมง รวมพลังงาน = 396.667 วัตต์ – ชั่วโมง	ขั้นที่ 1 ใช้ 25 วัตต์ เวลา 20 วินาที ขั้นที่ 2 ใช้ 200 วัตต์ เวลา 2 นาที ขั้นที่ 3 ใช้ 850 วัตต์ เวลา 15 นาที รวมพลังงาน = 219.3 วัตต์ – ชั่วโมง

ตารางที่ 6.2
เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตแบบธรรมดากับแบบประหยัดพลังงาน

จากตารางที่ 6.2 จะเห็นว่าเราสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 50 % จากระบบการผลิตแบบธรรมดา ซึ่งเป็นไปตามจุดประสงค์ของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากสมมติฐานในการแก้ไขและพัฒนาที่ได้กล่าวไว้ในบทนำนั้น สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ในส่วนของการตรวจวัดอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิที่ได้จากการใช้เทอร์โมคัพเปิลในการวัดมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถทำงานได้ดีแม้จะอยู่ในอุณหภูมิที่สูงติดต่อกันเป็นเวลานานก็ตาม

2. ในส่วนของการตรวจวัดความดัน พบว่าเวลาที่ใช้ในการดูดอากาศออกไม่คงที่ขึ้นอยู่กับปริมาณอากาศที่มีอยู่ภายในถังต้มน้ำ ทำให้สามารถสังเกตุได้ว่าความดันที่ใช้ในการทำงานแต่ละครั้งจะคงที่ตามที่ได้กำหนดไว้ที่สวิตซ์ความดัน แต่จะพบปัญหาในส่วนของช่วงการทำงานของสวิตซ์ความดันที่ยังไม่กว้างพอ ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในส่วนของปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

3. ในส่วนของวงจรควบคุม พบว่าในการออกแบบและสร้างจะมีความยุ่งยากมากขึ้นกว่าเดิม แต่จะสามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้ดีและแม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นเรื่องที่ยังไม่ค่อยแพร่หลายมากนัก ประกอบกับการสร้างเป็นเครื่องขนาดเล็กทำให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีขนาดเล็กและเหมาะสม เช่น

- ในส่วนของการควบคุมความดัน สวิตซ์ความดันที่เลือกใช้นั้นมีช่วงการทำงานที่ค่อนข้างกว้าง แต่ถ้าเป็นชนิดที่มีความละเอียดสูงก็จะมีราคาที่สูงมากจนไม่เหมาะสมกับโครงงาน
- ในส่วนของหม้อต้มที่ไม่มีขายตามท้องตลาดทำให้ต้องสั่งทำ
- ในส่วนของอุปกรณ์ประกอบที่ติดตั้งอยู่กับหม้อต้มนั้นมีราคาค่อนข้างแพง ทำให้ในการเลือกซื้อต้องทำการเลือกให้เหมาะสมอย่างระมัดระวัง

ดังนั้นในการทดลองนั้นจึงต้องทำการดัดแปลงรายละเอียดของโครงงานค่อนข้างบ่อย เพื่อให้เกิดความเหมาะสมและให้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจมากที่สุด ซึ่งขณะนี้พอจะสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ คือ

- ในส่วนของคอมเพรสเซอร์นั้น มีปัญหาในเรื่องของขนาดและน้ำหนัก ซึ่งค่อนข้างหนักมาก ส่งผลให้อุปกรณ์มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก
- ความร้อนที่เกิดจากฮีทเตอร์ถ่ายเทมาสู่โซลินอยด์วาล์วและอุปกรณ์ข้างเคียงอื่น ๆ ทำให้เกิดการรวนของอุปกรณ์นั้น ๆ และอาจส่งผลให้อายุการใช้งานน้อยลง ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยการย้ายตำแหน่งออกให้ห่างจากอุปกรณ์อื่น ๆ ให้มากขึ้น
- ในส่วนของสวิตซ์ความดันและเทอร์โมคัพเปิลนั้นมีช่วงในการทำงานที่ค่อนข้างกว้าง ทำให้บางครั้งอาจจะได้ค่าที่ไม่แม่นยำนัก เพราะในชนิดที่มีช่วงการทำงานละเอียดนั้นจะมีราคาที่ค่อนข้างจะสูงมาก
- ในส่วนของการทำงานของสวิตซ์ความดันนั้น จะมีปัญหาคือสามารถทำงานได้เพียงครั้งเดียว หากทำงานครั้งต่อไปจะต้องทำการรีเซ็ท (reset) แบบ manual เนื่องจากค่าความต่างในการตัดต่อวงจรมีความกว้างเกินไป การแก้ไขอาจทำได้โดยการเปลี่ยนสวิตซ์ความดันที่มีช่วงการปรับที่ละเอียดมากขึ้น แต่ก็จะทำให้ราคาสูงขึ้นมากด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางในการพัฒนา

ในส่วนของการดูดอากาศนั้น อาจจะใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากกว่า รวมทั้งมีขนาดและน้ำหนักที่น้อยลงด้วย

ในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้น อาจจะสามารถทำให้มีขนาดที่เล็กลงได้เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการจัดวางอุปกรณ์ได้

ในด้านการนำไปใช้จริงนั้น อาจจะสามารถนำไปผลิตในเชิงพาณิชย์ได้เพื่อลดต้นทุนในการผลิตลง อีกทั้งยังส่งผลให้มีอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานเพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเสียค่าไฟฟ้าลง

สำหรับแนวความคิดนี้อาจนำไปใช้ในระบบขนาดใหญ่ที่ต้องการใช้น้ำเดือดในการฆ่าเชื้อโรคเป็นจำนวนมาก เช่น ในโรงพยาบาล ซึ่งก็จะสามารถลดต้นทุนในการต้มน้ำลงได้

ในส่วนของอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไอน้ำเป็นปริมาณมาก ก็สามารถที่จะใช้หลักการนี้เพื่อนำไปผลิตไอน้ำปริมาณมาก โดยใช้พลังงานในการต้มที่ต่ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีมิได้ ถ้าหากขาดท่านที่มีรายนามดังต่อไปนี้

คุณพ่อ คุณแม่ ที่อุปการะเลี้ยงดูตลอดมา

รศ. ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

คณะอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และภาควิชาเครื่องกล สจล.

เจ้าหน้าที่ห้อง LAB ที่อำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์

รุ่นพี่ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่คอยให้คำแนะนำ

คณะเพื่อนนักศึกษาที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือ

ดังนั้นคณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] คณะอาจารย์ แผนกวิชาเคมี จุฬาลงกรณ์, "เคมีทั่วไป", สำนักพิมพ์จุฬา.

[2] คณะอาจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ของทบวงมหาวิทยาลัย, "ฟิสิกส์เล่ม 1", สำนักพิมพ์ซีเอ็ด.

[3] นฤมล เหลืองดำรงกิจ, วารุณี ปาละทูล, "คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำ".

[4] ปทุม ชูรัตน์และคณะ, "คุณภาพน้ำบริโภคบรรจุขวดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน", วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, ปีที่ 33 ฉบับที่ 2 เมษายน 2534 หน้า 75.

[5] ธีรวัฒน์ ประกอบผล, "การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2542.

[6] "คู่มือไอซี ไมโครโปรเซสเซอร์ MCS – 51", บริษัท อีทีที จำกัด.

[7] "คู่มือดูขาไอซี", สำนักพิมพ์ซีเอ็ด.

[8] ศุภกิจ จูตะวิริยะ, "เอกสารประกอบการสอนวิชา Electronics Engineering", คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้