เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต

COLD AND HOT WATER PURIFYING SYSTEM

โดย

นายวุฒิศาสตร์ชัย ขอนดอก

นายชาคริต สหะเจริญ

นายเดชชจร สงวนธำมรงค์

30 ก.ค. 2541

วัน เดือน ปี.....

เลขทะเบียน..... 038233

เลขเรียกหนังสือ..... T39253 2541ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038233

ปีการศึกษา 2539

เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต

COLD AND HOT WATER PURIFYING SYSTEM

โดย

นายวุฒิศาสตร์ชัย ขอนดอก

นายชาคริต สหะเจริญ

นายเดชชจร สงวนธำมรงค์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ประภาษ ไพรสุวรรณา

อ.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต

ผู้จัดทำ

1. นายวุฒิศาสตร์ชัย ขอนดอก
2. นายชาคริต สหะเจริญ
3. นายเดชชจร สงวนธำมรงค์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ประภาษ ไพรสุวรรณา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I

เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต

นายวุฒิศาสตร์ชัย ขอนดอก
นายชาคริต สหะเจริญ
นายเดชชจร สงวนธำมรงค์
ผศ.ประภาษ ไพรสุวรรณา อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอและทดลองวิจัยผลิตเครื่องต้นแบบ เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต โดยนำน้ำประปามาผ่านกระบวนการกรองน้ำด้วยสารกรองน้ำชนิดคาร์บอนและเรซิ่น จากนั้นจะถูกส่งผ่านไปยังกระบวนการฆ่าเชื้อโรคอีก 1 ขั้นตอน โดยใช้หลอดรังสีอุลตร้าไวโอเลต จากนั้นจึงไปผ่านกระบวนการสุดท้ายคือ ชุดทำความเย็นและชุดทำความร้อน โดยในกระบวนการทำความร้อนให้กับน้ำนี้ได้อาศัยหลักการประหยัดพลังงาน โดยอาศัยหลักการ การถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในกระบวนการ การทำความเย็นโดยนำน้ำมาผ่านรอบๆผิวนอกของคอมเพรสเซอร์ และบริเวณท่อของเครื่องควบแน่นก่อน เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระบบทำความร้อนของระบบโดยใช้ขดลวดความร้อน โดยแต่ขั้นตอนมีวงจรควบคุมระบบการทำงานทั้งหมดให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน จากระบบดังกล่าวสามารถผลิตน้ำที่สะอาดพร้อมดื่ม ทั้งในสภาวะร้อนและเย็น และยังสามารถลดพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ในการต้มน้ำลงได้ถึง 10% ของพลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำปกติ เพื่อความสะดวกแก่การนำไปบริโภคในรูปแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COLD AND HOT WATER PURIFYING SYSTEM

Wuttisartchai Khondok

Chacrit Sahacharoen

Dejkajorn Sa-nguanthammmarong

Asst. Prof. Prapart Praisuwanna Advisor

Anuwat Jangwanitlert Advisor

1996

ABSTRACT

A research project of Cold and Hot Water Purifying System is presented. The first process is the filtering process by passing water through both of carbon and resin filter. And then pass it through another process to get rid all diseases. This process employ Ultraviolet-Ray to eliminate diseases. After that water come to the end of the processes which cold water by using cooling system unit and hot water by heating system unit. At the heating system unit is a saving energy process by using heat from compressor working in cooling system unit. The method of saving energy is to make the water tube run to coil part of condensing unit. To make it close and hold it together. The another way of saving energy is run the water tube around the surface of compressor. After that water will go to heating system by heater coils. These method is called Pre-heat system that can be-saved the power energy about 10% of the normal boiling water. Eventually, the produces water is cleaned and purified appropriate to drink.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		I
Abstract		II
สารบัญรูป		III
สารบัญตาราง		V
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2
	2.1 ทฤษฎีและคุณสมบัติของน้ำ	2
	2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดอุลตร้าไวโอเลต	7
	2.3 ทฤษฎีของชุดกรองน้ำ	12
	2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดทำความเย็น	14
	2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อนและการแลกเปลี่ยนความร้อน	38
บทที่ 3	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบ เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อน พร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี	42
บทที่ 4	วงจรควบคุมการทำงาน	57
	4.1 ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในตู้	57
	4.2 ชุดควบคุมหลอดอุลตร้าไวโอเลต	62
	4.3 ชุดวงจรควบคุมขดลวดความร้อน	63
	4.4 ชุดควบคุมระบบทำความเย็น	64
บทที่ 5	การออกแบบและสร้างโครงงานต้นแบบ	66
บทที่ 6	การทดลองและผลการทดลอง	79
บทที่ 7	บทวิจารณ์ และสรุป	95
ภาคผนวก		
กิตติกรรมประกาศ		
เอกสารอ้างอิง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงความยาวคลื่นและสเปกตัม	7
รูปที่ 2.2 ช่วงคลื่นที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค	9
รูปที่ 2.3 ระบบการทำความเย็นเบื้องต้น	17
รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบปิดสำหรับเครื่องเย็น	20
รูปที่ 2.5 การบัดกรีท่อแคป.ทิ้ว ติดกับท่อทางดูดเพื่อให้เกิดฮีทเอ็กซ์เชนท์	27
รูปที่ 2.6 ตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรกใช้กับเครื่องทำความเย็นทั่วไป	29
รูปที่ 2.7 เคอร์เร้นรีเลย์	32
รูปที่ 2.8 เคอร์เร้นรีเลย์ เสียบเข้ากับมอแตอร์คอมเพรสเซอร์	33
รูปที่ 2.9 โอเวอร์โหลด	33
รูปที่ 2.10 เทอร์โมสตัทของเครื่องเย็น	34
รูปที่ 2.11 การทำงานของระบบการทำความเย็นแบบอัด	35
รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของเครื่อง	42
รูปที่ 3.2 แผนผังของเครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี	44
รูปที่ 3.3 Flow chart แสดงการทำงานของระบบน้ำ	45
รูปที่ 3.4 วงจรทางเดินของน้ำผ่านชุดฆ่าเชื้อโรค และโซลินอยด์วาล์ว	46
รูปที่ 3.5 P-H ชาร์ท	49
รูปที่ 4.1 วงจรชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในตู้	58
รูปที่ 4.2 วงจรการต่อทางไฟฟ้าของหลอดฆ่าเชื้อโรค	62
รูปที่ 4.3 วงจรไฟฟ้าควบคุมขดลวดความร้อน	64
รูปที่ 5.1 โครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำดื่ม	66
รูปที่ 5.2 โครงสร้างของเครื่องต้นแบบ(ด้านหน้า)	67
รูปที่ 5.3 โครงสร้างของเครื่องต้นแบบ(ด้านข้าง)	68
รูปที่ 5.4 โครงสร้างชุดฆ่าเชื้อโรค	74
รูปที่ 5.5 โครงสร้างเครื่องต้นแบบชุดฆ่าเชื้อโรค	75
รูปที่ 5.6 โครงสร้างหม้อทำความเย็น	77
รูปที่ 5.7 โครงสร้างหม้อทำความร้อน	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 6.1	แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่อง	79
รูปที่ 6.2	ขั้นตอนการทำงานของระบบน้ำ	81
รูปที่ 6.3	แผนผังการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี	82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงรายละเอียดของหลอดยูวี	10
ตารางที่ 2.2	ปริมาณแสงยูวี(UV. Dosage) ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคชนิดต่างๆ	11
ตารางที่ 2.3	ความร้อนจำเพาะของสสาร	16
ตารางที่ 3.1	อัตราการดื่มน้ำของผู้ปฏิบัติงานต่างๆ ที่กำหนดโดย Temprite,Eaton Corp	48
ตารางที่ 4.1	คุณสมบัติของหลอดยูวี	63
ตารางที่ 6.1	แสดงการใช้กำลังงานของโหลดต่างๆ จากลำดับการทำงาน	83
ตารางที่ 6.2	แสดงการใช้กำลังงานของโหลดรวมจากวงจร	84
ตารางที่ 6.3	แสดงประสิทธิภาพของขดลวดทำความร้อนแต่ละชนิด	84
ตารางที่ 6.4	แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานของขดลวดความร้อนแบบ Hot Water Heater ระหว่างน้ำที่ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) กับน้ำที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น	85
ตารางที่ 6.5	แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงาน ระหว่างน้ำที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันตู้ทำน้ำเย็นที่มีขายในท้องตลาดในบ้านเรา เป็นเพียงตู้ทำน้ำเย็นที่ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำเพียงอย่างเดียว โดยนำน้ำมาผ่านชุดทำความเย็นของตู้และนำออกไปบริโภคเลย โดยไม่คำนึงถึงความสะอาดของน้ำสักเท่าไรจะมีการต่อเครื่องกรองน้ำบ้างก็ส่วนน้อยในส่วนแหล่งที่มาของน้ำที่จะนำมาทำความเย็นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำประปาและน้ำที่บรรจุมาเป็นแกลอนที่มีขายตามท้องตลาด เมื่อพิจารณาถึงคุณภาพของน้ำจากแหล่งที่มาทั้งสองประเภทแล้วก็ยังมีจุดที่ยังไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภคโดยทีเดียวเพราะในการผลิตน้ำประปาและส่งผ่านมายังผู้บริโภคนั้น ยังอาจสามารถพบสิ่งแปลกปลอม เช่นเชื้อโรคและสารเคมี เป็นต้น แขวงตัวเข้ามาได้ ในส่วนของน้ำที่เป็นแกลอนนั้น จากการสำรวจของกระทรวงสาธารณะสุข ยังพบว่ามีน้ำที่มีคุณภาพยังไม่ได้มาตรฐานปรากฏอยู่ ดังนั้นในการนำน้ำจากแหล่งที่มาทั้งสองมาบริโภคโดยไม่ผ่านชุดฆ่าเชื้อโรคและชุดกรองน้ำ ดูเหมือนว่าจะยังมีโอกาสเสี่ยงต่อสิ่งที่กล่าวไปข้างต้น ในการที่จะกำจัดสิ่งเจือปนหรือเชื้อโรคดังกล่าวจึงค่อนข้างยุ่งยากและไม่สะดวกเพราะต้องใช้อุปกรณ์หลายชิ้นมาต่อเข้าด้วยกันจึงดำเนินการได้ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายโดยรวมค่อนข้างสูง และใช้พื้นที่มาก ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าวจึงได้เกิดโครงงานผลิตเครื่องต้นแบบ เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลตนี้ขึ้น

เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของแสงอุลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรค ที่สามารถทำลายทั้งแบคทีเรียและไวรัสได้ ดังกับที่เราสามารถพบเห็นการนำแสงอุลตร้าไวโอเลตไปใช้อย่างกว้างขวางในระบบการฆ่าเชื้อโรคในโรงพยาบาลหรือในระบบที่ต้องการความสะอาดของหน่วยงานต่างๆ ด้วยคุณสมบัติที่ดีของแสงอุลตร้าไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรคอีกข้อก็คือ แสงอุตร้าไวโอเลตไม่ทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงทั้ง กลิ่น สี และรส ด้วยเหตุผลข้างต้นทั้งหมดจึงได้เลือกใช้ระบบการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต และเพื่อเพิ่มประโยชน์ใช้สอยและสามารถอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้นจากตู้ทำน้ำเย็นที่พบเห็นโดยทั่วไป จึงได้บรรจุชุดทำน้ำร้อนเข้าไปในระบบด้วย โดยได้ออกแบบให้ชุดทำความร้อนสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า เมื่อเปรียบเทียบกับระบบทำความร้อนทั่วไปและ ในการออกแบบระบบต่างๆ รวมเข้าด้วยกันนั้นนอกจากได้พิจารณาถึงคุณภาพ การประโยชน์ใช้สอย รวมถึงการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นแล้ว ยังได้ออกแบบให้มีรูปทรงมีขนาดเล็กกระทัดลัดและเสริมภาพพจน์ทุกสถานที่ด้วยดีไซน์ที่ทันสมัย สะดวกต่อการใช้งานและบำรุงรักษาเหมาะกับการใช้งานในสำนักงานและบ้านพักอาศัยที่มีสมาชิกมาก รวมถึงโรงงานทีมีขนาดไม่ใหญ่มาก ข้อสำคัญเครื่องต้นแบบนี้มีต้นทุนในการผลิตที่ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับคุณภาพน้ำที่สามารถผลิตได้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

ในโครงงานนี้นั้น ประกอบด้วยส่วนของการทำงานที่สำคัญด้วยกันหลายส่วน โดยแต่ละส่วนได้แยกการทำงานออกเป็นหัวข้อโดยอาศัยทฤษฎีอ้างอิง และได้แบ่งออกได้ดังนี้

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับคุณภาพและคุณลักษณะของน้ำ

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดแสงอุลตร้าไวโอเลต

2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดกรองน้ำ

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดทำความเย็น

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดทำความร้อน

2.1 ทฤษฎีและคุณสมบัติของน้ำ (Properties of Water)

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งในอดีตที่ผ่านมาการจัดหาน้ำใช้ดื่มเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยาก เช่น การกรองน้ำฝนใช้น้ำจากแม่น้ำลำคลอง แต่ปัจจุบันปัญหามลภาวะเป็นพิษทั่วในอากาศและในแม่น้ำลำคลองรุนแรงเพิ่มขึ้น การจัดหาน้ำมาใช้ดื่มกันจึงยุ่งยากมากขึ้น ประกอบกับความเจริญทางด้านเทคโนโลยีจึงมีการผลิตน้ำบริโภคมาจำหน่ายในรูปภาชนะที่ปิดสนิทอย่างแพร่หลาย โดยมีสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาซึ่งมีหน้าที่ดูแลความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ดังกล่าว ได้ดำเนินการเฝ้าระวังความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว และพบว่าน้ำบริโภคในภาชนะที่บรรจุที่ปิดสนิทที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ยังมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงได้ร่วมกับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกรุงเทพมหานครและกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์จัดทำโครงการรณรงค์น้ำบริโภคภาชนะที่ปิดสนิทขึ้น น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ผู้ผลิตได้ผลิตให้ได้คุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 161 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะที่บรรจุที่ปิดสนิทและเพิ่มเติมตามประกาศกระทรวงฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534 ในกรณีผู้ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ทั้งในเขตกรุงเทพมหานครและเขตภูมิภาคในปี 2534 มีสถานที่ผลิตน้ำดื่มบริโภคในภาชนะบรรจุปิดสนิทถึง 1,083 แห่งอยู่ในกรุงเทพฯ 289 แห่งในส่วนภูมิภาค 834 แห่งจากผลการติดตามเก็บตัวอย่างน้ำบริโภค ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2534 พบว่าในส่วนภูมิภาคไม่ได้มาตรฐานจุลินทรีย์ร้อยละ 26.25 ในส่วนกรุงเทพมหานครพบว่าไม่ได้มาตรฐานจุลินทรีย์ร้อยละ 26.56 และพบว่าผู้ผลิตไม่มีใบอนุญาติร้อยละ 16.37 และ 20 ในส่วนภูมิภาคและในกรุงเทพฯตามลำดับ จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลได้กล่าวชี้ให้เห็นว่าผู้บริโภคไม่ได้รับความปลอดภัยเพียงพอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อน จากสถิติทางระบาดวิทยาในโรคระบบทางเดินอาหารจะมีอัตราสูง ดังนั้น เพื่อลดอัตราเสี่ยงของผู้บริโภคให้ได้รับความปลอดภัยเพียงพอจากน้ำบริโภคภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท จึงจำเป็นต้องระดมความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการดำเนินการอย่างจริงจังในการให้ผู้ผลิตผลิตน้ำบริโภคฯที่มีคุณภาพมาตรฐาน และปฏิบัติถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมทั้งให้ผู้บริโภคมีความรู้ในการเลือกซื้อน้ำบริโภคฯ อย่างถูกต้อง

คุณภาพหรือคุณสมบัติของน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับสารต่างๆที่ปะปนอยู่ในน้ำ จากปริมาณและชนิดของสิ่งเจือปนเหล่านี้ทำให้เราสามารถแบ่งคุณสมบัติของน้ำออกเป็นประเภทใหญ่ ได้ 3 ประเภท คือ

2.1.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์หรือทางกายภาพ (Physical Properties) เป็นคุณสมบัติเกี่ยวกับสี กลิ่น รส และความขุ่นของน้ำ

2.1.2 คุณสมบัติทางเคมี (Chemical Properties) เป็นคุณสมบัติเกี่ยวกับแร่ธาตุและสารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ

2.1.3 คุณสมบัติทางบักเตรี (Bacteriological Properties) เป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวกับพวกเชื้อบักเตรีและจุลินทรีย์ (Micro-organism) ต่างๆ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

<u>2.1.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์</u>

คุณสมบัติของน้ำที่เกิดขึ้นจากสิ่งบางสิ่งมาทำให้คุณสมบัติอันนี้เปลี่ยนแปลงไปซึ่งคุณสมบัติทางฟิสิกส์นี้เราสามารถจะทราบได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ และสามารถจะกำจัดออกได้โดยวิธีง่ายๆ มากกว่าคุณสมบัติทางด้านอื่นๆ นอกจากนั้นยังอาจเป็นอันตรายน้อยกว่าคุณสมบัติด้านอื่น ถ้าหากมีความจำเป็นต้องบริโภคน้ำนั้น เราสามารถแบ่งคุณสมบัติทางคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของน้ำออกตามสาเหตุ ได้ดังนี้

2.1.1.1 กลิ่นและรสของน้ำ (Odour and Taste)

กลิ่นของน้ำเกิดจากพวกสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ และจะเกิดจากสารอินทรีย์เคมีบางตัว นอกจากนี้ยังเกิดจากสารพวกจุลินทรีย์ต่างๆ (Microorganism) เช่น พวกสาหร่ายชนิดต่างๆ ส่วนรสของน้ำสามารถเปลี่ยนแปลงได้หลายรส คือ รสเค็ม รสเปรี้ยว หวาน ขม ซึ่งรสเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากมีปริมาณของเกลือที่ละลายได้ละลายปนอยู่ในน้ำ หรือเกิดจากจำนวนสารประกอบของกรดและด่าง (Acid and Alkaline Compounds) หรือมีสารประกอบของเหล็กละลายปนอยู่จึงทำให้รสของน้ำเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 **สี** (Color)

สีของน้ำเกิดขึ้นจากสาเหตุใหญ่ๆ 2 ประการ คือ

2.1.1.2.1 เกิดจากจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ (Organic matter) ต่างๆ สีของน้ำที่เกิดจากต้นหญ้า ใบไม้เน่าเปื่อยนั้น โดยมักจะเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำชา ทั้งนี้มักจะเกิดจากสารประกอบพวก Tannic acid ขึ้น

2.1.1.2.2 เกิดจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial waste) หรือเกิดจากน้ำทิ้งของฟาร์มต่างๆ สีของน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม มักจะเป็นสีตามน้ำทิ้งนั้น

สีของน้ำจะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ

- **สีปรากฏ** (Apparent color) เกิดจากสารลอยแขวน (Suspended matter) ต่างๆ ซึ่งสามารถจะกำจัดออกได้โดยการกรองหรือปั่น (Centrifugation)

- **สีจริง** (True color) คือสีของน้ำที่เกิดจากสารพวกที่ละลายได้เป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ (Dissolved matter)

2.1.1.3 **ความขุ่น** (Turgidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดขึ้นจากพวกสารที่ลอยแขวน (Suspended matter) ต่างๆ เช่น พวกโคลนตม (Clay) ซิลท์ (Silt) และพวกแพลงตอน (Plankton) ซึ่งสารพวกนี้ไม่ยอมให้แสงผ่านไปได้โดยตลอด หรือสามารถทำให้แสงเกิดการหักเหไปคนละทิศละทาง หรือกระจัดกระจายไม่เป็นระเบียบ จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นขุ่น ตามความจริงแล้ว ความขุ่นไม่ได้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์เลย เป็นแต่เพียงOptical effect คือ เมื่อเห็นแล้วทำให้ไม่ชวนดื่ม

2.1.1.4 **อุณหภูมิ** (Temperature)

อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำทางด้านฟิสิกส์ คือ ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ความหนาแน่นของน้ำลดลง ตามปกติน้ำจะมีความหนาแน่นมากที่สุดที่ 4 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำ จะทำให้น้ำมีความหนืดมาก และมีความต้านทาน (Friction) ด้วย นอกจากนี้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงๆ สารต่างๆ ในน้ำจะถูกทำลายได้ดี เพราะน้ำเป็นตัวทำละลาย (Solvent) ที่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คุณสมบัติทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำจะเกิดจากพวกแร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายมากับน้ำทั้งนี้เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีสามารถละลายพวกสารเคมีต่างๆ ได้ดี แต่เนื่องจากปริมาณของน้ำผิวดินมีมากจึงไม่ก่อให้เกิดการละลายที่อิ่มตัวและตกตะกอนให้เห็น แร่ธาตุเหล่านี้สามารถทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปได้ พวกแร่ธาตุที่ละลายเหล่านี้อาจจะละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเราไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ยกตัวอย่างบางตัวเช่น เหล็ก เราจะทราบได้ว่าแร่ธาตุอะไรละลายอยู่ในน้ำหรือไม่ ก็ต้องดูที่คุณสมบัติของน้ำที่เปลี่ยนแปลงได้ดังนี้

2.1.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ หรือค่า พีเอช (pH value)

ค่า pH จะมีความสำคัญต่อทางด้านสุขาภิบาล (Sanitary Engineering Practice) มาก เพราะในการทำกิจการประปา น้ำที่มีค่า pH ต่ำ จะทำให้ก่อให้เกิดการสึกหรอได้ง่าย และถ้า pH สูง จะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน (Chemical Coagulation) การฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) และ การแก้น้ำกระด้าง (Water Softening)

2.1.2.2 ความกระด้าง (Hardness)

ความกระด้างของน้ำเป็นคุณสมบัติของน้ำอันหนึ่ง ซึ่งจะไปทำลายความสามารถในการเกิดฟองของสบู่ ดังนั้น "น้ำกระด้าง" หมายถึง น้ำเมื่อทำปฏิกริยากับสบู่แล้ว ทำให้น้ำสบู่เกิดฟองยาก และน้ำชนิดนี้ทำให้เกิดตะกรันอุดตันในหม้อน้ำและภาชนะอื่นๆ ที่ต้ม

2.1.2.3 แอซิดดิตี้ (Acidity)

แอซิดดิตี้ เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในอากาศละลายลงไปในน้ำและในน้ำธรรมชาติ อาจจะมีคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของพวก Organic Matter และเนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็น End Product ของ Bacterial Oxidation

2.1.2.4 แอลคาไลนิตี้ (Alkalinity)

แอลคาไลนิตี้ ของน้ำเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีเกลือของพวก Weak Acid อยู่ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกลือของพวกคาร์บอเนต (CO_3) ไบคาร์บอนเนต (HCO_3) และ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) นอกจากนี้ก็มีเกลือพวก Borates, Silicates และ Phosphates อีก แต่สามตัวหลังนี้มีอยู่ในน้ำจำนวนน้อยมาก

2.1.2.5 ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen, D.O.)

เนื่องจากพืชน้ำและสัตว์น้ำต่างๆ ต้องอาศัยออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในการดำรงค์ชีวิต ฉะนั้นในน้ำผิวดินก็ดี หรือ น้ำใต้ดินก็ดีควรมีออกซิเจนละลายอยู่ปริมาณมากเพียงพอซึ่งออกซิเจนที่สัตว์น้ำได้รับ อาจมาจากออกซิเจนใน Atmosphere ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.6 เหล็ก (Iron)

ในน้ำธรรมชาติอาจจะมีเหล็กและแมงกานีสอยู่ในน้ำตามลำพัง หรือเกิดรวมตัวกันทั้งสองก็ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำใต้ดินมักมีเหล็กอยู่ด้วยเสมอ เหล็กที่อยู่ในน้ำจะมีอยู่ 2 รูปคือ ในรูปเฟอร์รัส (Ferrous) เป็นเหล็กที่มีวาเลนซี่ 2 เหล็กอยู่ในรูปนี้ละลายน้ำได้ดี และอาจอยู่ในรูปของเฟอร์ริค (Ferric) เป็นเหล็กที่มี วาเลนซี่ 3 เหล็กอยู่ในรูปเฟอร์ริค นี้จะไม่ละลายน้ำ จะตกตะกอนติดเป็นคราบตามภาชนะ เหล็กที่อยู่ในรูปของเฟอร์รัสนี้ เมื่อน้ำได้รับออกซิเจนเพิ่มจะทำให้ปฏิกริยาการกลายเป็นเฟอร์ริคตกตะกอนก่อให้เกิดปัญหาแก่กิจการประปาและผู้ใช้น้ำ

2.1.2.7 คลอไลด์ (Chlorides)

คลอไลด์ จะเกิดขึ้นเองในน้ำธรรมชาติทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำผิวดินที่ใกล้ปากน้ำหรือผ่านน้ำกร่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นถึงและจะมีความเข้มข้นแตกต่างกัน คลอไลด์ในน้ำจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีแร่ธาตุต่างๆ เพิ่มขึ้น ปกติคลอไลด์ในน้ำไม่ได้เป็นอันตรายต่อมนุษย์มากนัก แต่กลับเป็นเครื่องชี้ถึงความสกปรกของน้ำ หรือเป็นเครื่องชี้ว่าน้ำนั้นถูกปนเปื้อนด้วยอุจจาระหรือของเสียมาก่อน

2.1.3 คุณสมบัติทางด้านบักเตรี

คุณสมบัติอันนี้ถือว่าสำคัญที่สุด เพราะเป็นจุดอันตรายที่ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บขึ้นได้ โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water Born Disease) หลายชนิดด้วยกันเช่น บิด อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และโรคระบบทางเดินอาหารต่างๆ เกิดขึ้นเนื่องจากบักเตรีชนิดที่เป็นอันตรายที่นำโรคเหล่านี้ปนเปื้อนลงในน้ำดังน้ำจะเห็นว่าโรคเหล่านี้มักมีการระบาดบ่อยๆ ในประเทศที่ได้พัฒนา ทั้งนี้เพราะประเทศเหล่านั้นมีระดับความเป็นอยู่และการดำเนินชีวิตไม่ถูกต้องตามหลักสุขลักษณะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสุขาภิบาลเรื่องน้ำยังไม่ดีพอ บักเตรีที่มาปะปนในน้ำอาจจะแบ่งเป็นพวกใหญ่ๆ ได้สองพวกคือ

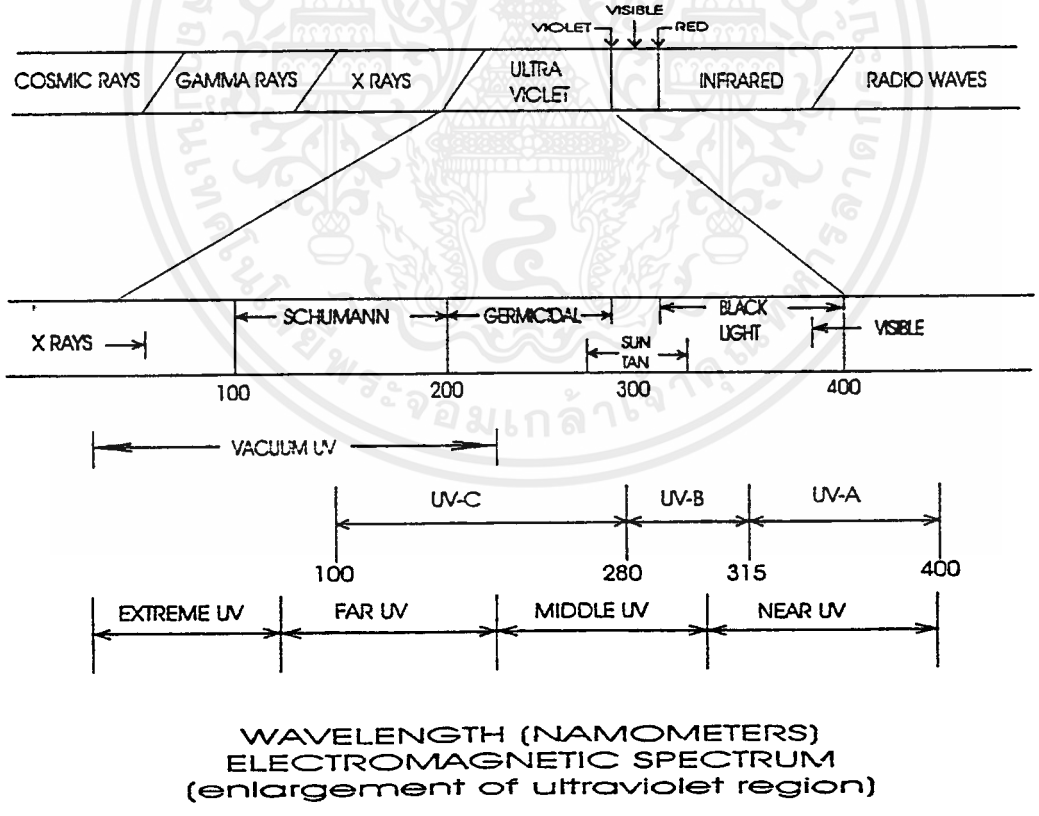
2.1.3.1 พวกที่สามารถทำให้เกิดโรคได้ในคน บักเตรีชนิดนี้เป็นอันตราย และมีอยู่ในลำไส้คน เชื้อพวกนี้จะสามารถเจริญเติบโตดีได้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส คือเท่ากับอุณหภูมิในร่างกาย เมื่อคนที่ป่วยเป็นโรคบิดก็ดี อหิวาตกโรคก็ดี ถ่ายอุจจาระลงในน้ำ บักเตรีเหล่านี้ก็จะปนเปื้อนอยู่ในน้ำและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้เป็นเวลานาน การที่จะวิเคราะห์เชื้อบักเตรีพวกนี้จากน้ำมีกรรมวิธีที่ละเอียดรอบครอบและยุ่งยากมาก ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ทางน้ำด้านบักเตรีจึงไม่นิยมตรวจเชื้อพวกนี้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.2 บักเตรีพวกที่อยู่ในลำไส้คนและสัตว์มากที่สุด มีชื่อเรียกว่า โคไลฟอร์ม บักเตรี (Colisorm Bacteria) พวกนี้จะมีอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นทุกชนิด ในอุจจาระคน 1 กรัม จะมีโคไลฟอร์ม บักเตรี อยู่ประมาณหนึ่งแสนถึงหนึ่งพันล้านตัวโดยปกติ บักเตรีพวกนี้ไม่ก่อให้เกิดโรค แต่มันสามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานกว่าพวกแรกและการตรวจวิเคราะห์ก็ง่ายกว่าพวกแรก

อนึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ได้กำหนดคุณสมบัติของน้ำไว้เพื่อเป็นมาตรฐานที่ให้ถือเป็นมาตรฐานสำหรับน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิทไว้ ซึ่งจะตรวจสอบได้จากภาคผนวกที่ 1

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยหลอดแสงอุลตร้าไวโอเลต (Ultraviolet Lamp)



รูปที่ 2.1 แสดงความยาวคลื่นและสเปกตั้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ Disinfection และ Sterilization โดย Disinfection หมายถึงการฆ่าจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคต่างๆ ส่วน Sterilization นั้นหมายถึงการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดที่อยู่ในน้ำ น้ำประปาควรผ่านการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธี Disinfection เป็นอย่างน้อย การทำ Sterilization ให้กับน้ำประปานั้น ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากเสียค่าใช้จ่ายสูงมากจนเกินไป ในทางปฏิบัติระบบประปาทั้งหลายจึงทำการฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยวิธี Disinfection การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต (UV.) ก็จัดอยู่ในแบบ Disinfection และสารที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคเรียกว่า Disinfectant ได้แก่ กาซคลอรีน หรือสารประกอบคลอรีนอื่นๆ โอโซน โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต ($KMnO_4$) เงิน และอื่นๆ

<u>การฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต</u>

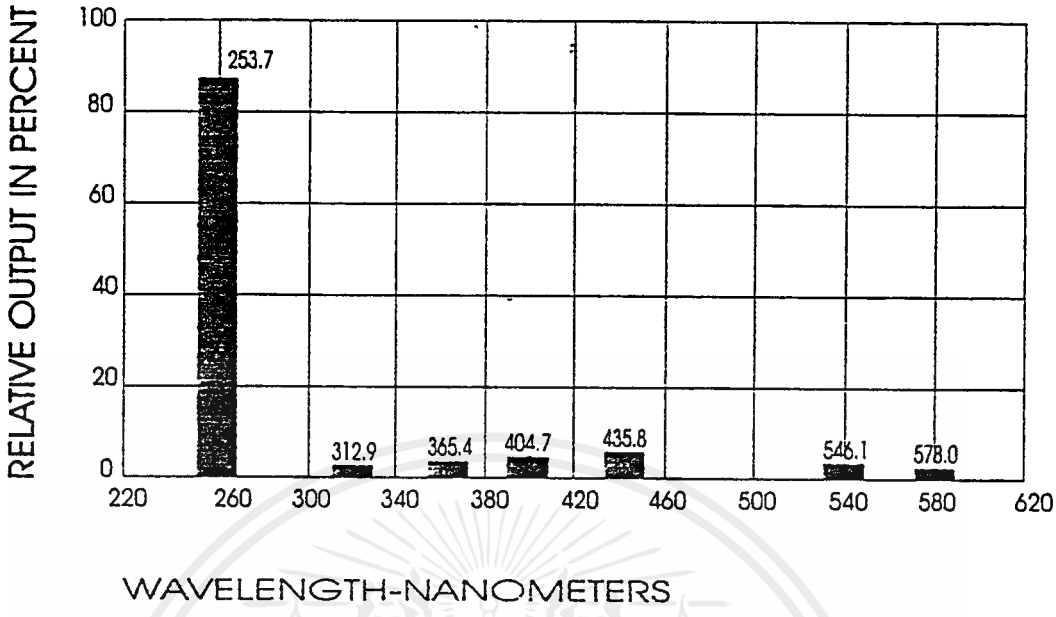
สายตาคนเราไม่สามารถมองเห็นแสงอุลตร้าไวโอเลตหรือแสงยูวี (UV.) แต่แสงนี้อาจทำให้วัสดุสีขาวหรือสีอื่นบางสีมีความจ้าขึ้นได้ คลื่นแสงยูวีมีความยาวตั้งแต่ 200 - 390 นาโนเมตร (Nanometers หรือ nm.) ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 3 ช่วงดังนี้ คือ

2.2.1 <u>ช่วงคลื่นยาว หรือ อินฟราเรด (Infrared)</u> [ตั้งแต่ 325 - 390 nm.] แสงช่วงนี้มีอำนาจฆ่าเชื้อโรคต่ำ สามารถพบได้ในแสงแดด และไม่สามารถมองเห็นได้ (Invisible) อย่างเช่นความร้อน เป็นต้น

2.2.2 <u>ช่วงคลื่นปานกลาง หรือพลังงานที่สามารถมองเห็นได้ (Visible)</u> [ตั้งแต่ 295 - 325 nm.] มีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ ถ้ามีเวลาสัมผัสเพียงพอ แสงช่วงนี้พบได้ในแสงแดดเช่นกัน และเป็นแสงสำหรับอาบแดด เพื่อให้ผิวคล้ำ

2.2.3 <u>ช่วงคลื่นสั้น</u> [ตั้งแต่ 200 - 295 nm.] แสงช่วงนี้ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีที่สุด (ดูภาพที่ 2.2) สามารถทำลาย แบคทีเรีย (Bacteria) ไวรัส (Virus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงช่วงคลื่นแสงยูวีที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค

หลอดฆ่าเชื้อโรค

หลอดฆ่าเชื้อโรค คือไฟชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเหมือนกับหลอด ฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) ทั้งในด้านขนาด รูปทรง ขนาดของกำลังไฟฟ้า และก็ยังอุปกรณ์ประกอบหลอดที่ต้องมีทั้ง บาลลาสต์ (Ballast) และสตาร์ตเตอร์(Starter)

หลอดยูวีเป็นหลอดที่ประกอบด้วยไอปรอทที่มีความดันต่ำภายในหลอดแก้ว หลอดไฟยูวีที่จำหน่ายกันโดยทั่วไปและเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำ มักมีความยาวคลื่นประมาณ 253.7 nm. (ดูภาพที่2.2) แก้วที่ใช้ทำหลอด ต้องเป็นแก้วพิเศษที่ยอมที่ยอมให้แสงยูวีส่องผ่านได้ตลอด เช่น Quartz หรือแก้วที่มีเนื้อซิลิกาสูงมากๆ เป็นต้น โดยปกติ หลอดไฟยูวีซึ่งเป็นท่อยาวตั้งแต่ 12-48 นิ้ว มักมีอายุไม่น้อยกว่า 7500 ชั่วโมง (อายุประกันโดยผู้ผลิต) และมีความสิ้นเปลือง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของหลอดไฟ	พลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ	พลังงานของแสงยูวีที่มี ความยาว 253.7 nm
12 นิ้ว	8 นิ้ว	1.3 วัตต์
18 นิ้ว	18 วัตต์	5.8 วัตต์
36 นิ้ว	39 วัตต์	14.6 วัตต์
48 นิ้ว	110 วัตต์	51.5 วัตต์

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของหลอดยูวี

<u>หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณ (Dosage) ของแสงอุลตร้าไวโอเลตที่ให้กับน้ำ</u>

ในขณะที่ปริมาณการใช้สารเคมีต่างๆ (Chemical Dosage) วัดหรือแสดงได้ด้วยน้ำหนัก เช่น ต้องใช้น้ำส้ม 50 มก./ล. หรือ 230 กก./วัน เป็นต้น ปริมาณการใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต (UV Dosage) จะวัดได้ด้วยหน่วย ไมโครวัตต์-วท./ตร.ซม.($\mu W\text{-sec/cm}^2$) ซึ่งเกิดจากผลคูณระหว่างความเข้มของแสงใน 1 หน่วยพื้นที่ (หน่วย ไมโครวัตต์/ตร.ซม.) กับเวลาสัมผัสระหว่างแสงกับน้ำ (หน่วยวินาที) การวัดปริมาณแสงยูวีอาจใช้หน่วย Ultrad ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ไมโครวัตต์-วท./ตร.ซม. ก็ได้

เชื้อโรคต่างๆมีความต้านทานต่อแสงยูวีได้ไม่เท่ากัน ดังจะแสดงได้จากตารางที่ 2.2 ความต้องการแสงยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรคมีค่าอยู่ในช่วง 3400-8000 ไมโครวัตต์-วท./ตร.ซม. อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีความแน่ใจในการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีจึงควรใช้ปริมาณแสงยูวีไม่น้อยกว่า 20,000 ไมโครวัตต์-วท./ตร.ซม. ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ในกรณีเช่นนี้หลอดไฟยูวีควรให้ปริมาณแสงไม่ต่ำกว่า 30,000 ไมโครวัตต์-วท./ตร.ซม. ที่ความยาว 253.7 nm ทั้งนี้เพราะมักมีการสูญเสียแสงยูวีบางส่วนเกิดขึ้นเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microganism	Disease	Ultrads
Salamonella typhosa	Typhoid fever	4100
Salamonella paratyphi	Enteric fever	6100
Shigella disenteriea	Dysentery	4200
Shigella flexneri	Dysentery	3400
Vibro comma	Cholera	6500
Leptospira spp	Infectious jaundice	6000
Poliovius	Poliomyelitis	6000
Unidentified	Infectious hepatitis	8000

ตารางที่ 2.2 ปริมาณแสงยูวี (UV Dosage) ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคชนิดต่างๆ

คุณสมบัติที่ต้องการของเครื่องฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยแสงยูวี

1. แสงยูวีควรมีความยาวคลื่น 253.7 nm และมีความเข้มไม่น้อยกว่า16,000 $\mu W\text{-}sec/cm^2$ ที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในห้องฆ่าเชื้อโรค
2. น้ำที่จะให้แสงส่องผ่านเข้าไปฆ่าเชื้อโรคต้องไม่ลึกกว่า 7.5 ซม.
3. ตัวหลอดไฟยูวี ควรสร้างขึ้นจาก Quartz หรือแก้วที่มีเนื้อซิลิกาสูง ทั้งนี้เพื่อให้มีการดูดกลืนแสงยูวีเกิดขึ้นน้อยที่สุด นอกจากนี้ อุณหภูมิทำงานของหลอดแสงยูวีควรสูงประมาณ 105 °F
4. ก่อนใช้เครื่องยูวี ต้องอุ่นเครื่องประมาณ 2 นาที ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์หน่วงเวลามิให้น้ำไหลเข้าเครื่องในระหว่างเวลาอุ่นเครื่อง ทั้งนี้เพื่อมิให้มีการผลิตน้ำที่ยังไม่ได้ฆ่าเชื้อโรคผ่านออกจากเครื่องยูวีในระหว่างที่เครื่องยังไม่ทำงาน
5. ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมอัตราไหลของน้ำที่ผ่านเข้าเครื่อง มิให้สูงเกินกว่าที่อัตราที่เหมาะสม โดยมาตรฐานจะมีค่าอยู่ที่ 1 ลบ.ม./นาที
6. ในกรณีที่มีเหตุขัดข้อง (ไม่ว่าด้วยประการใดๆ) ทำให้เครื่องยูวีไม่ทำงาน ต้องมีวาล์วอัตโนมัติสำหรับควบคุมมิให้น้ำที่ยังไม่ฆ่าเชื้อ ไหลไปเข้าระบบน้ำดื่ม
7. ควรมีระบบสัญญาณเตือนให้รู้ถึงความผิดปกติของเครื่องฆ่าเชื้อโรค
8. วัสดุที่ใช้สร้างเครื่องยูวี ต้องไม่ทำให้น้ำเป็นพิษทั้งทางตรงและทางอ้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เค่รื่องยูวีต้องไม่ทำให้ผู้ใช้ได้รับอันตรายเนื่องจากการสัมผัสกับแสงยูวีมากเกินไปหรือเนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร หรืออื่นๆ

ขีดจำกัดและข้อดีของการใช้แสงยูวีในการฆ่าเชื้อโรค

แสงยูวีฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ก็ต่อเมื่อมันเห็นเชื้อโรค ดังนั้นน้ำต้องปราศจากความขุ่นหรือสีความขุ่นหรือสิ่งสกปรกสามารถเกาะจับอยู่บนหลอดแสงยูวี และทำให้แสงยูวีไม่สามารถส่องผ่านได้ตลอดความลึก สาเหตุอย่างหนึ่งในอดีต ที่ทำให้การฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีไม่ได้รับความนิยมคือจำแนกไม่ได้ถึงสาเหตุของความล้มเหลวของแสงยูวี ว่าเกิดขึ้นเนื่องจากหลอดเสียหรือมีความสกปรกมากั้นการส่องผ่านของแสงยูวี แต่ในปัจจุบันเราสามารถวัดระดับความเข้มข้นของแสงได้ทำให้สามารถทราบถึงสาเหตุของความผิดปกติของแสงยูวี และแก้ไขข้อบกพร่องได้

2.3 ทฤษฎีของชุดกรองน้ำ

ธรรมชาติของน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละที่อาจทำให้เราต้องพบกับปัญหาสิ่งเจือปนต่างๆ ที่อยู่ในน้ำและน้ำจากแหล่งที่มาซึ่งต่างกันก็จะมีสิ่งปนเปื้อนมากับน้ำที่แตกต่างกันออกไปยกตัวอย่างเช่น

- น้ำฝนในบางเขตพื้นที่ ซึ่งจะไม่เหมาะแก่การบริโภคเนื่องจาก โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ และควันจากท่อไอเสียของรถยนต์ ได้สร้างมลภาวะและสารพิษสู่อากาศ และส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของน้ำฝนในเขตพื้นที่นั้นๆ

- น้ำบาดาล จะเป็นน้ำที่มีปัญหาทางด้านเคมี ฟิสิกส์มากที่สุด เนื่องจากมีสารละลายสูง และปัญหาแบคทีเรียที่ปนมากับน้ำ

- น้ำประปา ก็ยังมีความเสี่ยงต่อการเป็นนิ่ว เนื่องจากยังมีตะกอน สนิมเหล็ก หินปูน และเชื้อโรคต่างๆ รวมถึงตัวร้อยขาที่มีข่าวอยู่เรื่อยๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ท่อแตก ท่อรั่ว และยังมีคลอรีนอยู่ในปริมาณมากซึ่งอาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้

- น้ำต้ม แม้ว่าจะเป็นน้ำที่ถือได้ว่าสะอาดมากแล้ว แต่ก็ไม่สามารถขจัดสารละลายที่มีในน้ำได้

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าแม้แต่น้ำประปาที่ใช้อุปโภคและบริโภคหลักในชีวิตประจำวันคุณภาพของน้ำก็จะไม่ดีเสมอไป จะมีการขึ้นลงของคุณภาพน้ำ บางวันอาจขุ่นเนื่องจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ่อมท่อ บางวันอาจขุ่นเนื่องจากมีการหยุดน้ำ บางวันอาจจ่ายคลอรีนในเกณฑ์สูงกว่าปกติ ก็จะมีปัญหาต่างๆตามมา ส่วนการต้มน้ำเป็นการฆ่าเชื้อโรคในน้ำที่หายขาด แต่ก็ช้าและสิ้นเปลืองพลังงานมาก และยังไม่สามารถขจัดความขุ่นของน้ำได้และไม่ทำให้ตะกรันหมดไป และไม่สามารถขจัดกลิ่นคลอรีนได้

ชุดกรองน้ำจะมีประสิทธิภาพสูงมากในการกำจัดสารแขวนลอยและสารคอลลอยด์ที่อยู่ในน้ำความสกปรกต่างๆที่มีอยู่ในน้ำจะถูกกำจัดออกไป

ชุดกรองน้ำสามารถจำแนกโดยทั่วไปได้ 3 ประเภท ตามชนิดของไส้กรองคือ

1. **ไส้กรองชนิดเม็ด** (Granular) เป็นลักษณะการกรองที่บรรจุสารกรองชนิดเม็ดลงไปในถังกรอง เม็ดสารกรองดังกล่าวมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับประเภทของการออกแบบของประเภทน้ำที่นำมาวิเคราะห์ตัวอย่างสารกรอง เช่น คาร์บอน เรซิ่น แมงกานิสแซนด์ (YBF) แมงกานีสซีโอไลท์ ทรายกรอง

2. **ไส้กรองชนิดเยื่อ** ส่วนใหญ่ทำจากโพลีเยสเตอร์ (Polyester) ลักษณะเหมือนเยื่อกระดาษสามารถกรองน้ำใสได้เท่ากัน ไม่สามารถกรองหินปูน และ รส กลิ่น สี ได้ เหมาะสำหรับกรองเพื่อใช้เท่านั้นไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ดื่ม

3. **ไส้กรองทำด้วยดินเผา** จะมีรูเล็กๆ ไว้กันความขุ่นของน้ำมิให้เข้าได้ ไส้กรองประเภทนี้สามารถกรองแบคทีเรียบางชนิดได้แต่ไม่สามารถกรองหินปูน และ รส กลิ่น สี คลอรีน ได้ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ดื่ม

ดังนั้นในการวิเคราะห์และออกแบบชุดกรองน้ำสำหรับบริโภคตามคุณสมบัติที่ถูกหลักอนามัยนั้นจึงนิยมใช้สารคาร์บอน และสารเรซิ่นเพราะมีคุณสมบัติที่ดีที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ดังนี้

คาร์บอน (Activated Carbon) มีคุณสมบัติใช้กำจัด รส กลิ่น สี และความขุ่นในน้ำ คลอรีน โลหะหนักบางประเภท สารอินทรีย์

เรซิ่น (Cation RESIN - NACYLE) ใช้กำจัดสารบางประเภทในน้ำ เช่น หินปูนในน้ำ ซึ่งอาจก่อให้เกิดตระกรัน ในหม้อต้มน้ำหรือกาต้มน้ำ น้ำกระด้างสูง ดื่มเข้าไปอาจทำให้เกิดนิ่วได้ เรซิ่นดังกล่าวจะกำจัดหินปูนให้เหลือใกล้สูญ คือ ทำให้เป็นน้ำอ่อน (Softener)

กล่าวคือการกรองนอกจากจะช่วยทำให้น้ำประปาที่ดีอยู่แล้ว เป็นน้ำที่ดียิ่งขึ้นไปอีกกล่าวคือทำให้น้ำที่ปราศจาก รส กลิ่น สี และความขุ่นมัวและยังช่วยให้คุณภาพน้ำดีคงที่อีกด้วยตราบเท่าที่เครื่องกรองน้ำยังมีประสิทธิภาพดีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับชุดทำความเย็น

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการทำความเย็น ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ได้นำมาเรียบเรียงเฉพาะส่วนที่สำคัญและได้นำมาใช้จริง ด้วยเหตุที่ว่าทฤษฎีเกี่ยวกับชุดทำความเย็นนั้นมีเนื้อหากว้างและควบคุมหลากหลาย ดังมีเนื้อหาที่สำคัญโดยสังเขปดังนี้

-ความร้อน (Heat)

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งสามารถจะแปรเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นๆ ได้ ความร้อนอาจอธิบายได้ว่าเป็นผลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโมเลกุล ดังนั้นสสารทุกชนิดที่ประกอบขึ้นด้วยโมเลกุล ก็จะต้องมีความร้อนอยู่ภายในตัวของมันเอง การเคลื่อนที่ของความร้อน (Heat flow) นั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิโดยปกติแล้ว ความร้อนจะเคลื่อนที่จากสิ่งของที่ร้อนกว่าไปยังสิ่งของที่เย็นกว่า

-ความเย็น (Cool)

ความเย็นเป็นคำที่ใช้สัมพันธ์กันกับความร้อน นั่นคือสิ่งใดที่มีความร้อนเมื่อถูกดูดความร้อนออกไปสิ่งนั้นก็จะเย็นลงกลายเป็นความเย็นไป ดังนั้นในระบบการทำความเย็น ถ้าต้องการทำสิ่งใดให้เย็นก็จำเป็นจะต้องเคลื่อนย้ายความร้อนจากสสารนั้นออกไป สำหรับโครงงานนี้ คือการที่เครื่องทำน้ำเย็นดูดความร้อนออกจากน้ำที่อยู่ ภายในหม้อน้ำเย็น แล้วส่งผ่าน (Transfer) ความร้อนไปยังเครื่องควบแน่น (Condenser) เพื่อระบายความร้อนออกไปภายนอกนั่นเอง

-อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อนของสสาร อุณหภูมิอย่างเดียวไม่สามารถจะทราบปริมาณความร้อนได้ แต่อุณหภูมิจะบอกให้ทราบว่า สสารนั้นจะมีระดับความร้อนเท่าใด ในทางทฤษฎีของโมเลกุลของความร้อนกล่าวว่าอุณหภูมิคือการวัดความเร็วของการเคลื่อนที่ของโมเลกุล

หน่วยของอุณหภูมิ ที่ใช้ในระบบเครื่องทำความเย็นมี 2 หน่วยวัด คือ

1. **องศาเซลเซียส** (Celsius degree) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิในระบบเมตริก อุณหภูมิที่เป็นองศาเซลเซียสจะมีจุดเยือกแข็งของน้ำ เป็น 0 °C และจะมีจุดเดือดของน้ำเป็น 100 °C

2. **องศาฟาเรนไฮต์** (Fahrenheit degree) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิในระบบอังกฤษและอเมริกัน อุณหภูมิอาศาฟาเรนไฮต์ จะมีจุดเยือกแข็งของน้ำเป็น 32 °F และมีจุดเดือดของน้ำเป็น 212 °F

สูตร ในการเปลี่ยนอุณหภูมิ °C และ °F คือ

$$\frac{F-32}{9}=\frac{C}{5}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-อุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute temperature)

มีสเกล (Scale) แบ่งเป็นองศาสัมบูรณ์ 2 สเกล ที่ใช้ในระบบเครื่องเย็น ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก ๆ คือ องศาเคลวิน (Kelvin) และองศาแรงกิน (Rankin) ใช้ตัวย่อ °K และ °R

อุณหภูมิสัมบูรณ์ขององศาเคลวิน คือที่ 0 °K จะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่ -273 °C

อุณหภูมิสัมบูรณ์ขององศาแรงกิน คือที่ 0 °C จะมีค่าเท่ากับอุณหภูมิที่ -460 °F

อุณหภูมิสัมบูรณ์ที่ 0 °R และ 0 °K คืออุณหภูมิที่โมเลกุลของสสารหยุดการเคลื่อนที่ เรียกอุณหภูมินี้ว่า Absolute zero temperature

-ปริมาณความร้อน (Quantity of heat)

ปริมาณความร้อน คือ จำนวนความร้อนที่มีอยู่ในสสารใดสสารหนึ่ง ซึ่งจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับน้ำหนักของสสาร, อุณหภูมิแตกต่างและความร้อนจำเพาะของสสารนั้น เช่น สสารหนึ่งที่มีอุณหภูมิจุดหนึ่งถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น ก็จะมีปริมาณความร้อนเพิ่มขึ้น

หน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนมีอยู่ 2 หน่วย คือ

1. บี.ที.ยู.(Btu.) ย่อมาจาก British thermal unit เป็นหน่วยที่ใช้วัดปริมาณความร้อนที่ใช้ในระบบเครื่องเย็นและเครื่องปรับอากาศ ความร้อน 1 Btu. คือปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 °F

2. กิโล แคลอรี่ (Kilo Calorie) คือปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 kg. มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 °C

โดยค่า 1 Btu. จะเท่ากับ 0.252 กิโลแคลอรี

-ความร้อนจำเพาะ (Spacific heat)

ความร้อนจำเพาะคือ ความร้อนที่ทำให้สสารหนัก 1 ปอนด์ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 °F เรียกว่า ความร้อนจำเพาะของสสารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สสาร	ความร้อนจำเพาะ(Btu/lb-°F)
น้ำ	1.0
น้ำแข็ง	0.504
ทองแดง	0.095
R-12	0.213

ตารางที่ 2.3 ความร้อนจำเพาะของสสาร

-เอ็นทาลปี้ (Enthalpy)

เอ็นทาลปี้คือ คุณสมบัติของสสาร ที่วัดออกมาว่าจะมีความร้อนอยู่(Heat Content) เท่าใด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งก็เป็นการง่ายที่จะหาปริมาณความร้อนของมันตามวิธีการต่างๆ ได้ ตัวอย่าง เอ็นทาลปี้ของน้ำที่ 32 °F เท่ากับ 0 Btu. และที่ 34 °F เท่ากับ 2 Btu. จะเห็นได้ว่า ปริมาณความร้อน 1 Btu.จะทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป 1 °F

-ความดัน (Pressure)

ความดัน(Pressure) คือแรงที่จะผลักดันหรือน้ำหนักที่จะตกลงบนพื้นที่ 1 ตารางพื้นที่ ส่วนมากจะแสดงออกในรูปของน้ำหนักเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ ปอนด์ต่อตารางฟุต สารที่อยู่บนพื้นผิวโลกทุกชนิดจะถูกแรงดันของอากาศดันอยู่รอบๆ แรงกดดันของอากาศที่มีอยู่ทั่วไปนี้ เรียกว่า ความดันบรรยากาศ(Atmospheric Pressure) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.7 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว (14.7 psi)

ความดันสัมบูรณ์ และความดันที่เกจวัด (Absolute Pressure and Gauge Pressure) ความดันสัมบูรณ์ คือ ความดันที่แท้จริงซึ่งวัดจากจุดเริ่มต้นเลยทีเดียว ส่วนความดันที่เกจวัด คือ ค่าความดัน ขณะที่เอาเกจวัดแรงดัน (Pressure Gauge)วัดความดันขณะนั้น ความดันที่เกจวัดจะได้เริ่มวัดต่อจากความดันของบรรยากาศ
(14.7 psi) ดังนั้น.

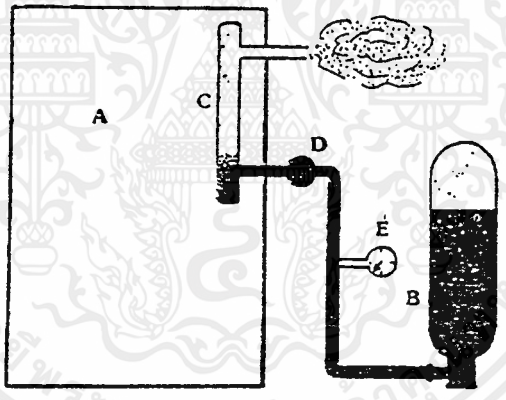
ความดันสัมบูรณ์ = ความดันที่เกจวัด + ความดันบรรยากาศ

psia = psig + 14.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-หลักการทำความเย็นเบื้องต้น

หลักการทำความเย็นง่าย ๆ ของเครื่องทำความเย็นเบื้องต้นโดยอาศัยการควบคุมสารทำความเย็น (น้ำยา) ที่มีสภาพเป็นของเหลวที่มีแรงดันสูง แล้วปล่อยสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวนี้ออกจากท่อ ซึ่งมีแรงดันภายในท่อต่ำปริมาณสารทำความเย็นที่ปล่อยออกไปจะมากน้อยขึ้นอยู่กับการปิด-เปิดวาล์วสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว เมื่อออกจากถังจะถูกลดแรงดันให้ต่ำลงโดยวาล์วที่เราควบคุมอยู่ คุณสมบัติของสารทำความเย็นเมื่อถูกลดแรงดันให้ต่ำลงจะเกิดการระเหย (Evaporate) ทันที และการระเหยของสารทำความเย็นภายในท่อที่ต่อจากถัง จะต้องการความร้อนเพื่อการระเหย โดยความร้อนนี้จะถูกดึงมาจากท่อที่ต่อจากถัง ทำให้ท่อเกิดความเย็นขึ้น สารทำความเย็นที่ระเหยในท่อ ถ้าควบคุมปริมาณให้พอดีกับความยาวของท่อแล้ว สารทำความเย็นจะระเหยหมดภายในท่อและทางออกของท่อจะกลายเป็นแก๊ส(ไอ)พุ่งออกไป



รูปที่ 2.3 ระบบการทำความเย็นเบื้องต้น

จากรูปที่ 2.3 B เป็นถังสารทำความเย็น (Refrigerant) เมื่อคว่ำถังลงจะเป็นของเหลวอยู่ทางด้านล่าง ,E เป็นเกจวัดแรงดันของสารทำความเย็นจากถัง ,D เป็นวาล์วใช้ควบคุมสารทำความเย็น,C เป็นท่อโลหะที่ต่อออกจากถัง(ท่อทองแดงหรืออะลูมิเนียม)

ตามรูป ถ้าหากใช้มือค่อย ๆ ปล่อยสารทำความเย็นให้ไหลเข้าไปในท่อ C สารทำความเย็นจะเริ่มระเหยกลายเป็นแก๊ส และท่อ C จะถูกดูดความร้อนจนเย็น ต่อไปถ้าหากล่องสี่เหลี่ยม A มาใส่ท่อ C ไว้อากาศในกล่องสี่เหลี่ยมจะถูกดูดความร้อนไปใช้ในการระเหยสารทำความเย็นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อ C ทำให้อากาศในกล่องมีอุณหภูมิต่ำลง หลักการนี้เป็นหลักการเบื้องต้นที่นำมาทำโครงงานนี้ โดยให้ C เป็นอีแวปปอเรเตอร์(Evaporator) ที่พันอยู่รอบๆ หม้อน้ำเย็น และกล่องสี่เหลี่ยม A เป็นปริมาณในการใส่น้ำที่ต้องการทำความเย็น

อาศัยหลักการเบื้องต้นที่กล่าวมาแล้ว ถ้านำไปใช้งาน สารทำความเย็นจะหมดไป ดังนั้น จึงมีวิธีนำแก๊สกลับมาเป็นสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว และส่งกลับไปเข้าถังสารทำความเย็นอีกครั้งหนึ่ง โดยการใช้คอมเพรสเซอร์ เป็นตัวอัดสารทำความเย็น

2.4.1 ระบบทำความเย็นของเครื่องเย็นแบบอัด

ระบบการทำความเย็นแบบอัดที่จะกล่าวต่อไปนี้ เป็นระบบที่แพร่หลาย และใช้กันมากในทุกวันนี้โดยจะแบ่งส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำความเย็นออกเป็น 2 ระบบคือ

2.4.1.1 ระบบวงจรสารทำความเย็น

2.4.1.2 ระบบวงจรไฟฟ้า

สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.4.1.1 ระบบวงจรสารทำความเย็น

ระบบวงจรสารทำความเย็น จะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ ที่สำคัญ ดังนี้

2.4.1.1.1 เครื่องอัดหรือตัวคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

2.4.1.1.2 เครื่องควบแน่น หรือ ตัวคอนเดนเซอ ร์(Condenser)

2.4.1.1.3 ตัวควบคุมสารทำความเย็น (Refrigerant Control)

2.4.1.1.4 ตัวอีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator)

2.4.1.1.5 ตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรก (Filter Drier)

2.4.1.1.6 สารทำความเย็น (Refrigerant)

สามารถอธิบายได้ตามหัวข้อดังนี้

2.4.1.1.1 เครื่องอัดหรือคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

คอมเพรสเซอร์ถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบการทำความเย็น มีหน้าที่หลักในการดูดและอัดสารทำความเย็น โดยดูดสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นแก๊ส อุณหภูมิต่ำ ความดันต่ำจากอี แวปปอเรเตอร์เข้ามาอัดให้เป็นแก๊ส ที่มีอุณหภูมิสูง ความดันสูงขึ้น แล้วส่งไปยังคอนเดนเซอร์ ขนาดของคอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับตู้เย็น หรือตู้แช่นี้จะมีขนาดตั้งแต่ $\frac{1}{12}$ จนถึง $\frac{1}{3}$ แรงม้า และสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. **แบบเปิด** (Open type) เป็นแบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์แยกกันอยู่กับตัวมอเตอร์โดยจะมีสายพาน(Belt) หรือ ตัวต่อ(Coupling) เชื่อมระหว่างเพลาของมอเตอร์กับเพลาข้อเหวี่ยงของคอมเพรสเซอร์ ตัวอย่างคอมเพรสเซอร์แบบนี้ได้แก่ ระบบเครื่องทำความเย็นใหญ่ ๆ หรือคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศติดรถยนต์

2. **แบบปิด**(Close type) เป็นแบบที่ตัวคอมเพรสเซอร์ และตัวมอเตอร์รวมอยู่ในเปลือก (Case) โลหะเดียวกัน คอมเพรสเซอร์แบบนี้จึงมีชื่อเรียกว่า มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ (Motor compressor) แบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

- แบบกึ่งปิดสนิท หรือ แบบเซมิเฮอร์เมติก (Semi hermetic) เป็นคอมเพรสเซอร์ที่มีทั้งมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์อยู่รวมในเปลือกเดียวกัน แต่ไม่ได้เชื่อมปิดหมด จะมีนอตสำหรับยึดโครงการต่าง ๆ บังคับปิดหมดแบบนี้สามารถจะเปิดออกเพื่อซ่อมแซมมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ได้

- แบบปิดสนิท หรือ แบบเฮอร์เมติก(Henmetic compressor) เป็นแบบที่มีมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์อยู่ในตัวเดียวกัน และเชื่อมปิดหมดแต่จะมีท่อโผล่ออกมา 3 ทาง คือ ทางดูด,ทางอัด และท่อเติมสารทำความเย็น และอีกด้านหนึ่งของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ จะมีขั้วหลัก (Terminal) ที่จะต่อสายไฟจากภายนอกเข้าไปในมอเตอร์ 3 ขั้วหลักคือ ขั้วขดสตาร์ท (S) ขั้วขดรัน (R) และขั้วคอมมอน (C)

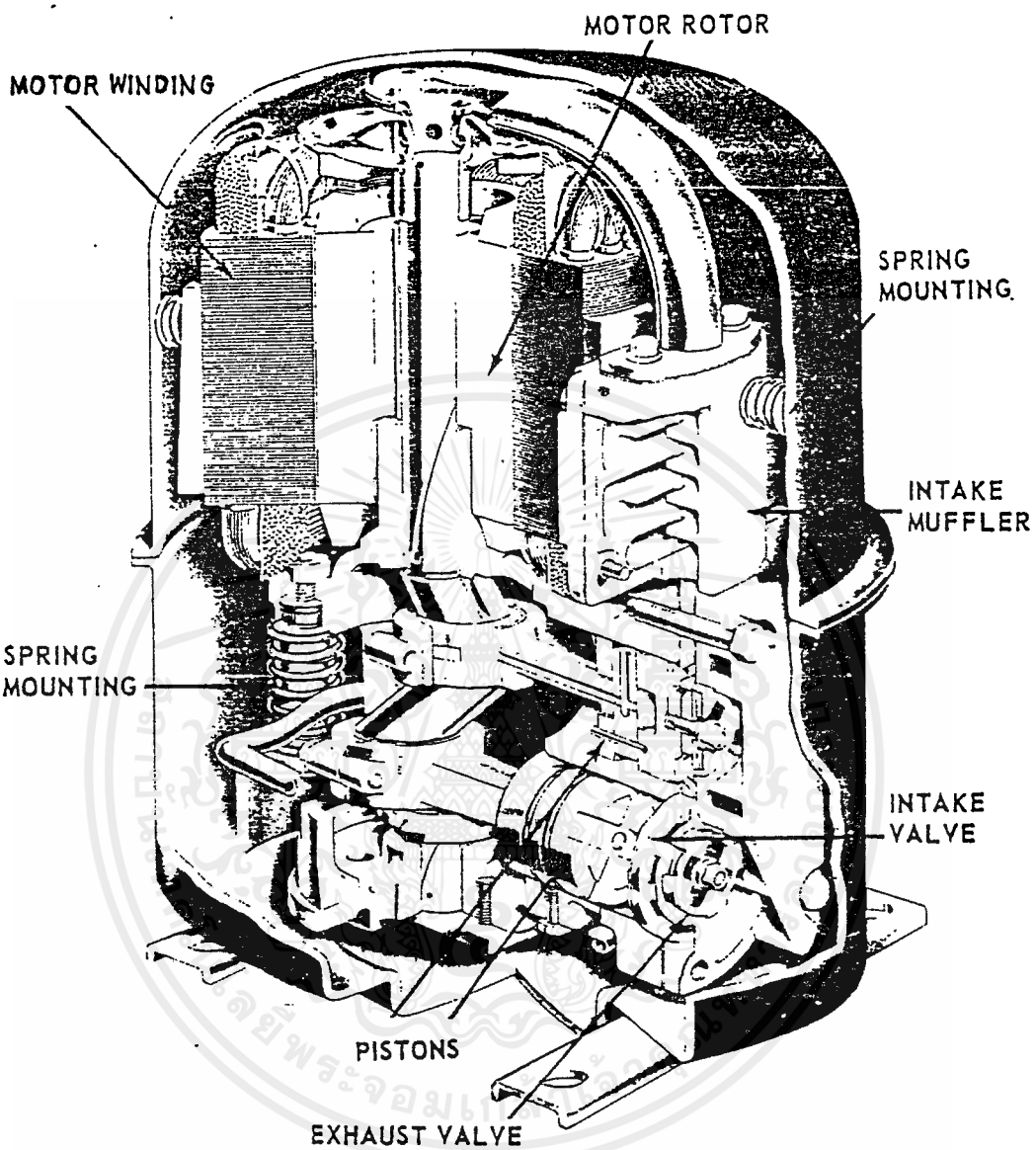
ท่อทางดูด (Suction line) เป็นท่อที่จะดูดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สเข้าไปในคอมเพรสเซอร์ แก๊สที่ดูดเข้าไปนี้จะมีแรงดันต่ำ(Low pressure) และจะถูกคอมเพรสเซอร์(ลูกสูบ)อัดให้มีแรงดันสูง (Hi pressure) และส่งออกทางท่ออัด (Discharge line)

ท่อเติมสารทำความเย็น เป็นท่ออีกท่อหนึ่งลักษณะเช่นเดียวกับท่อทางดูด และสามารถใช้แทนกันได้มีไว้สำหรับเติมสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สเข้าไปในระบบ เพื่อให้ลูกสูบอัดออกทางท่อทางอัด

ท่อทางอัด (Discharge line) เป็นท่อที่เล็กกว่าท่อดูดและท่อเติมสารทำความเย็น ท่อทางอัดนี้จะต่อมาจากห้องลิ้นทางอัดของคอมเพรสเซอร์ ท่อนี้จะรับแรงดันของแก๊สสูงเพื่อส่งต่อไปยังเครื่องควบแน่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

038233



รูปที่ 2.4 คอมเพรสเซอร์แบบปิด(เฮอร์เมติค) สำหรับระบบเครื่องเย็นและเครื่องปรับอากาศ

การระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์

ความร้อนของคอมเพรสเซอร์ จะเกิดขึ้นจากความฝืด ระหว่างส่วนที่เคลื่อนที่ และจากการถูกอัดตัวของแก๊ส ความร้อนนี้บางส่วนจะถูกถ่ายทอดไปยังคอมเพรสเซอร์ด้วย ดังนั้นจำเป็นจะต้องกำจัดมันออกไปเสีย เพื่อป้องกันการสูญเสียประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ น้ำมันที่ไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวียนอยู่ในคอมเพรสเซอร์ นั้นเป็นตัวถ่ายความร้อนที่ดี โดยจะรับเอาความร้อนจากพื้นผิวที่มีความผิด หมายถึงส่วนที่ทำให้เกิดความร้อนนั้นไปถ่ายเทให้กับพื้นผิวนอกของระบบ

ในโครงงานนี้ มีการระบายความร้อนของคอมเพรสเซอร์ โดยการนำท่อทองแดงมาพันรอบ ๆ คอมเพรสเซอร์ แล้วนำน้ำผ่านเข้าไปในท่อทองแดง ซึ่งช่วยในการระบายความร้อนให้กับคอมเพรสเซอร์แล้วน้ำที่ได้ออกมาก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อนำน้ำที่ได้นี้ไปผ่านกระบวนการทำความร้อน ก็จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานในการทำน้ำให้เดือดถึง 100 °C ได้

2.4.1.1.2 เครื่องควบแน่น หรือตัวคอนเดนเซอร์ (Condenser)

หน้าที่ของเครื่องควบแน่น คือรับเอาสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สที่มีแรงดันสูงและอุณหภูมิสูง เข้ามาในเครื่องควบแน่น และจะระบายความร้อนโดยถ่ายเทความร้อนของสารทำความเย็นออกไป สารทำความเย็นที่เป็นแก๊สนี้ เมื่อถูกดึงหรือระบายความร้อนออกไป สารทำความเย็นที่เป็นแก๊สจะกลายสภาพเป็นของเหลวทันที ดังนั้นเครื่องควบแน่น จึงมีหน้าที่ระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นที่เป็นแก๊ส และทำให้แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

เครื่องควบแน่นโดยทั่วไปจะแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

- ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled condenser)
- ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled condenser)
- ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศ (Evaporative condenser)

แยกอธิบายได้ดังนี้

- เครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled condenser)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ แบบใช้พัดลมเป่า, แบบแผงร้อน และแบบใช้เป็นแผ่น

1. **แบบใช้พัดลมเป่า** (Fan condenser) ส่วนมากใช้กับขนาดความเย็นต่ำกว่า 50 ตัน โดยจะออกแบบให้ตัวเครื่องควบแน่นอยู่ราบในแท่นเดียวกันกับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมีพัดลมสำหรับระบายอากาศ(Condensing fan)รวมอยู่ด้วย รวมเรียกว่า คอนเดนซิ่งยูนิต เครื่องควบแน่นชนิดนี้ จะระบายความร้อนได้ดีพอสมควรและมีค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ

2. **แบบแผงร้อน** (Static condenser) แบบนี้ไม่มีพัดลม แต่ตัวเครื่องควบแน่นจะทำด้วยโลหะส่วนมากเป็นท่อเหล็กดัดโค้งขนานไปมามากน้อยแล้วแต่ขนาดของเครื่อง และจะมีลวดเหล็กเชื่อมพาดระหว่างท่อเหล็กที่ขนานไปมาแบบตัดกันเป็น 4 มุม เพื่อเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนพื้นที่ผิวหน้า (Surface area) ของเครื่องควบแน่นให้มาขึ้น เพื่อการระบายความร้อนที่ดี แผงร้อนนี้จะใช้เป็นเครื่องควบแน่นของตู้เย็น,ตู้แช่และตู้ทำน้ำเย็นเป็นต้น

เนื่องจากแผงร้อนไม่มีพัดลมเป่าระบายอากาศ ดังนั้นจึงควรจะติดตั้งแผงร้อนให้มีอากาศถ่ายเทความร้อนได้ดี เช่น ติดทางด้านหลังหรือด้านข้างรอบเครื่องเย็นต่าง ๆ ถ้าไม่จำเป็นไม่ควรนำแผงความร้อนไว้ภายในตู้เย็น ตู้แช่ เพราะจะทำให้การระบายความร้อนไม่ดี และจะเป็นผลเสียต่อคอมเพรสเซอร์ และเครื่องจะให้ความเย็นไม่เต็มที่(Capacity) ต่ำ และทำนองเดียวกัน การตั้งตู้เย็นหรือตู้แช่ ควรจะให้ห่างผนังอย่างน้อย 1 ฟุต และควรเลือกตั้งในที่ที่อากาศถ่ายเทผ่านแผงร้อนได้ดี

3. **แบบแผ่นโลหะ** เครื่องควบแน่นแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับแบบแผงร้อน แต่แทนที่จะใช้ลวดเหล็กเชื่อมพาดระหว่างขดท่อเครื่องควบแน่น จะมีแผ่นโลหะวางทาบไปบนขดท่อเครื่องควบแน่น เครื่องควบแน่นแบบนี้จะสร้างง่ายกว่า 2 แบบแรก และการทำความสะอาดก็ง่ายกว่า แต่มีข้อเสียที่เปลืองพื้นที่มากกว่า น้ำหนักมากกว่า 2 แบบแรก

-เครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled condenser)

เครื่องควบแน่นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ จะใช้กับระบบเครื่องเย็นที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ตั้งแต่ 1 แรงม้าขึ้นไป ส่วนมากจะใช้กับเครื่องเย็นทางการค้า (เช่นห้องเย็น) และระบบเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ เครื่องควบแน่นแบบนี้สร้างเป็น 2 แบบ

1. **แบบท่อบรรจุในถังโลหะ** (Shell and tube) เป็นแบบที่มีท่อสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สที่ออกจากคอมเพรสเซอร์จะวิ่งเข้าไปในถังโลหะ และจะมีท่อน้ำเย็นผ่านเข้าไปในถังเพื่อรับความร้อนจากสารทำความเย็น ที่เป็นแก๊สทำให้สารทำความเย็นที่เป็นแก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

2. **แบบท่อสอดอยู่ในท่อ** (Tube within a tube) เครื่องควบแน่นแบบนี้นิยมใช้มากเพราะสะดวก และง่ายต่อการต่อท่อเข้ากับระบบโดยออกแบบไว้ให้น้ำเย็นวิ่งผ่านเข้าไปในท่อเล็ก ซึ่งสายอยู่ในท่อใหญ่ และภายนอกท่อใหญ่จะมีแก๊สร้อนจากคอมเพรสเซอร์วิ่งเข้าไปล้อมรอบท่อน้ำเย็นที่ผ่านมา ทำให้แก๊สเกิดการกลั่นตัว กลายเป็นของเหลววิ่งออกไปยังตัวควบคุมสารทำความเย็นต่อไป นอกจากภายในท่อสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สจะสัมผัสกับท่อน้ำเย็นแล้วภายนอกของท่อยังสัมผัสกับอากาศของห้อง (Room Air) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ทำให้การระบายความร้อนดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารทำความเย็นที่เข้าไปในเครื่องควบแน่นจะวิ่งสวนทางกันกับน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อน เรียกว่า แบบไหลสวนทาง หรือ เคาเตอร์โฟลว์ Counter Flow) ส่วนคอมเพรสเซอร์ที่ใช้กับเครื่องควบแน่นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำนี้ จะมีผู้สร้างออกแบบให้ระบายความร้อนด้วยน้ำได้ด้วย โดยอาศัยน้ำที่ออกจากเครื่องควบแน่นนั่นเอง กล่าวคือ ขั้นแรกให้น้ำเย็นเข้าไปผ่านเครื่องควบแน่นก่อน แล้วจึงต่อออกจากเครื่องควบแน่นไปเข้าทาง หัวสูบของคอมเพรสเซอร์ เพื่อการระบายความร้อน

- เครื่องควบแน่นระบายความร้อนด้วยน้ำฉีดและอากาศ เนื่องจากมีผู้คิดทำเครื่องปรับอากาศชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำขึ้นมาใช้แล้ว แต่เมื่อผลิตเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำออกมาแล้วไม่ค่อยมีคนนิยมใช้ เนื่องจากความยุ่งยากในการติดตั้งส่วนประกอบของเครื่องควบแน่นที่เรียกว่า หอคอยน้ำ(Cooling tower) และน้ำที่ผ่านเครื่องควบแน่นบางแห่งหายากและราคาแพง จึงมีผู้คิดว่าควรจะเอาเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำและอากาศรวม เข้าด้วยกัน และเรียกชื่อว่า อีแวปปอเรทีบ คอนเดนเซอร์(Evaporative Condenser)

2.4.1.1.3 ตัวควบคุมสารทำความเย็น (Refrigerant Control)

ตัวควบคุมสารทำความเย็น เป็นตัวควบคุมสารทำความเย็น ให้ฉีดเข้าไปยังอีแวปปอเรเตอร์ โดยการลดแรงดันของสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวจากความดันสูง ให้เป็นสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวที่มีความดันต่ำ ในปริมาณของสารทำความเย็นที่จะพอดีกับพื้นที่ระเหย โดยไม่ทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักมากเกินไป ชนิดของตัวควบคุมสารทำความเย็น

ตัวควบคุมสารทำความเย็นเครื่องเย็น แบ่งเป็น 7 ชนิด คือ

1. ชนิดวาล์วขยายตัวปรับด้วยมือ (Hand expansion valve)
2. ชนิดวาล์วขยายตัวอัตโนมัติ (Automatic expansion valve)ใช้ตัวย่อ AEV.
3. ชนิดวาล์วขยายตัวเทอร์โมสแตติค (Thermostatic expansion valve) ใช้ตัวย่อ TEV.
4. ชนิดใช้ท่อรูเข็ม (Capillary tube) หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่าแคปทิ้ว (Cap. Tube)
5. ชนิดใช้ลูกลอยทางด้านต่ำ (Low pressure side float) ใช้ตัวย่อ LSF.
6. ชนิดใช้ลูกลอยทางด้านสูง (High pressure side float) ใช้ตัวย่อ HSF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชนิดควบคุมด้วยไฟฟ้า ผ่านตัวต้านทานอุณหภูมิ (Thermister)

เนื่องจากในโครงงานนี้ได้ใช้ Capillary tube ในการควบคุมสารทำความเย็นในระบบ จึงขออธิบายถึงตัวควบคุมสารทำความเย็น ชนิดนี้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น

ตัวควบคุมสารทำความเย็นทั้ง 7 ชนิดนี้ ถึงแม้ว่าจะมีการสร้างที่ผิดแผกแตกต่างกันแต่มี **หลักการทำงานเบื้องต้น** คล้ายกันคือ

1. ควบคุมปริมาณสารทำความเย็น เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยน
2. ควบคุมปริมาณสารทำความเย็น เมื่อความดันเปลี่ยน
3. ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นให้สม่ำเสมอ เมื่อมีโหลดเพิ่มขึ้นหรือลดลง
4. ควบคุมปริมาณสารทำความเย็น ให้ความแตกต่างระหว่างความดันทางด้านสูงและต่ำให้เหมาะสมกับโหลดต่าง ๆ

- เครื่องทำความเย็นชนิดใช้แคปปิลลารี่ทิ้ว (Capillary tube)

เครื่องทำความเย็นชนิดใช้แคปปิลลารี่ทิ้วนั้น โดยมากช่างทั่ว ๆ ไปมักจะเรียกว่า แคป.ทิ้ว (Cap. Tube) เป็นท่อที่ทำด้วยทองแดงรูเล็ก ๆ และมีความยาวคงที่จำนวนหนึ่ง แคป.ทิ้ว เป็นตัวควบคุมสารทำความเย็นที่นิยมใช้มากสำหรับควบคุมปริมาณ และความดันของสารทำความเย็น ที่จะฉีดเข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์ เนื่องจากแคป.ทิ้ว มีรูขนาดเล็กจึงทำให้เกิดการเสียดทานขึ้น ขณะสารทำความเย็นที่เป็นของเหลวไหลผ่านแคป.ทิ้ว ทำให้จำกัดความร้อนของสารทำความเย็นหรือลดแรงดันของสารทำความเย็นที่จะเข้าอีแวปปอเรเตอร์ และควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่จะไหลเข้า อีแวปปอเรเตอร์ด้วย

คอมเพรสเซอร์ แต่ละเครื่องใช้ขนาดและความยาว แคป ทิ้ว ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ เพราะบริษัทผู้สร้างได้ออกแบบสร้างคอมเพรสเซอร์ให้อัดสารทำความเย็นออกมาด้วยความดันสูงไม่เท่ากัน โดยมากในคำอธิบายที่ติดมากับคอมเพรสเซอร์จะแนะนำขนาดและความยาวของแคป.ทิ้วไว้ให้ด้วย คำอธิบายของบริษัทจะเป็นเอกสารที่ดีที่สุดในการเลือกแคป.ทิ้ว ให้เหมาะกับงานคอมเพรสเซอร์เครื่องหนึ่ง ๆ ใช้ทำความเย็นได้หลายอุณหภูมิถ้าใช้อุณหภูมิต่ำแคป.ทิ้ว ก็จะต้องให้ยาวหรือใช้รูเล็กกว่าอุณหภูมิสูง

อัตราการไหลของสารทำความเย็นที่ผ่านทางเครื่องควบแน่น จะต้องเท่ากับอัตราการไหลทางอีแวปปอเรเตอร์และทางคอมเพรสเซอร์ด้วย เพราะว่าแคป.ทิ้ว ต่ออันดับโดยตรงในระบบเครื่องเย็น แต่ถ้าอัตราไหลของสารทำความเย็นที่ผ่านท่อแคป.ทิ้ว ไม่สัมพันธ์กับคอมเพรสเซอร์จะทำให้ประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ต่ำลง เช่น ถ้าใช้ท่อแคป.ทิ้วยาวเกินไป หรือรูเล็กเกินไป จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้อัตราการไหลหรือปริมาณสารทำความเย็นที่ไหลจากเครื่องควบแน่นไปยังอีแวปปอเรเตอร์น้อยกว่าเท่าที่ควร จะทำให้อุณหภูมิของเครื่องควบแน่นสูงขึ้น และความดันทางด้านอัดของคอมเพรสเซอร์ (Discharge pressure) สูง คอมเพรสเซอร์จะร้อน แต่ถ้าใช้แคป.ทิ้ว สั้นเกินไปหรือรูใหญ่เกินไป อัตราการไหลภายในท่อแคป.ทิ้วจะเพิ่มขึ้น และจะทำให้สารทำความเย็นไหลท่วมอีแวปปอเรเตอร์ ทำให้สารทำความเย็นไม่ระเหยในอีแวปปอเรเตอร์ แต่จะไประเหยแถว ๆ ทางออกของอีแวปปอเรเตอร์ หรือทางท่อทางดูดและเป็นผลให้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวไหลเข้าคอมเพรสเซอร์ และเป็นอันตรายต่อลิ้นคอมเพรสเซอร์ได้ และอีกทางหนึ่ง อาจจะทำให้สารทำความเย็นในเครื่องควบแน่นเปลี่ยนเป็นของเหลวไม่ทัน ทำให้อีแวปปอเรเตอร์มีแก๊สและของเหลวฉีดเข้าไป ทำให้ดูเหมือนสารทำความเย็นน้อย และอีแวปปอเรเตอร์ไม่เย็นเท่าที่ควร

เครื่องทำความเย็นที่ใช้แคป.ทิ้ว แตกต่างกับแบบอื่น ๆ ก็คือมันจะปล่อยให้สารทำความเย็นไหลตลอดเวลาทั้งในตอนเดินและตอนหยุด ในตอนเครื่องหยุดเดินแรงดันทางด้านสูงและด้านต่ำจะเท่ากัน (Balance Pressure) ดังนั้นในระบบที่ใช้แคป.ทิ้ว จึงไม่ต้องมีถังพักสารความเย็นเหลว (Receiver Tank)

ข้อควรระวังในการซ่อมเครื่องเย็นที่ใช้แคป.ทิ้ว ก็คือ สารทำความเย็นที่จะเติมจะต้องพอดีไม่มากหรือน้อยเกินไป สารทำความเย็นน้อยไปทำให้อีแวปปอเรเตอร์เย็นไม่ทั่ว เป็นผลให้เครื่องเย็นทำความเย็นได้ไม่ดีเท่าที่ควร สารทำความเย็นมากไป ทำให้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวระเหยเป็นไอไม่หมด ถ้าสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว ไหลเข้าไปถึงคอมเพรสเซอร์ อาจจะทำให้คอมเพรสเซอร์น็อคหรือลิ้นคอมเพรสเซอร์แตกได้ เนื่องจากคอมเพรสเซอร์ได้ออกแบบไว้สำหรับอัดแก๊สเท่านั้น

ข้อดีของการใช้แคป.ทิ้ว ในระบบเครื่องเย็น คือ

1. เป็นแบบที่สร้างง่าย ๆ คือเป็นท่อทองแดงรูเล็กเท่านั้น การต่อและติดตั้งทำได้ง่าย และราคาถูกกว่าตัวควบคุมสารทำความเย็นชนิดอื่น ๆ อีกทั้งไม่มีสิ่งที่เคลื่อนไหว เช่น ลิ้นปิด-เปิดหรือสปริง ดังนั้นจึงเกิดการเสียยาก

2. เนื่องจากแคป.ทิ้ว จะใช้กับระบบเครื่องทำความเย็นที่ใช้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบปิดเชื่อมสนิท ดังนั้นในขณะเมื่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดเดินความดันของสารทำความเย็นทางด้านสูง จะไหลไปทางด้านต่ำโดยไม่ผ่านทางแคป.ทิ้ว เรียกว่า บาลานซ์แรงดัน (Balance Pressure) ดังนั้น จึงสามารถใช้มอเตอร์ที่มีแรงเริ่มสตาร์ท(Starting torque) ต่ำได้ และทำให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ออกตัวได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไม่ต้องเปลืองสารทำความเย็น เพราะในระบบที่ใช้แคป.ทิ้ว สารทำความเย็นที่เติมเข้าไปในระบบจะพอดีกับการทำความเย็น

4. เนื่องจากตอนเครื่องหยุดเดิน แรงดันในระบบทางสูง และทางต่ำจะเท่ากัน ดังนั้นจึงไม่มีสารทำความเย็นเก็บอยู่ในระบบทางสูง และจะทำให้สารทำความเย็นจ่ายสม่ำเสมอ เมื่อเริ่มเดินเครื่องใหม่

5. เมื่อติดตั้งแคป.ทิ้ว แล้วจะไม่ต้องปรับแต่งใด ๆ อีกเหมือนกับตัวควบคุมสารทำความเย็นอื่น ๆ เป็นการป้องกันไม่ให้ผู้ที่รู้ไม่จริงไปปรับแต่งให้การทำงานผิดพลาดไป

ข้อเสียของการใช้แคป.ทิ้ว คือ

1. ปรับปริมาณสารทำความเย็นที่เข้าไปในอีแวปปอเรเตอร์ ให้มากน้อยตามความต้องการเมื่อห้องเย็นลงหรือร้อนขึ้นไม่ได้ ต้องควบคุมโดยวิธี เปิด-ปิด เครื่อง

2. ต้องเติมสารทำความเย็นให้พอดี มากไปน้อยไปไม่ได้

3. ขนาดของแคป.ทิ้ว ต้องพอดี ยาวไป,สั้นไป,เล็กไป,ใหญ่ไปไม่ได้

4. ต้องดูดไอน้ำออกให้หมดจริงๆ มิฉะนั้นไอน้ำจะไปแข็งตัวตรงที่แคป.ทิ้วต่อกับ อีแวปปอเรเตอร์ เรียกว่าตันความชื้น ในกรณีที่ความชื้นไม่มาก แก้ได้โดยการใส่ที่ดูดความชื้น (Drier)

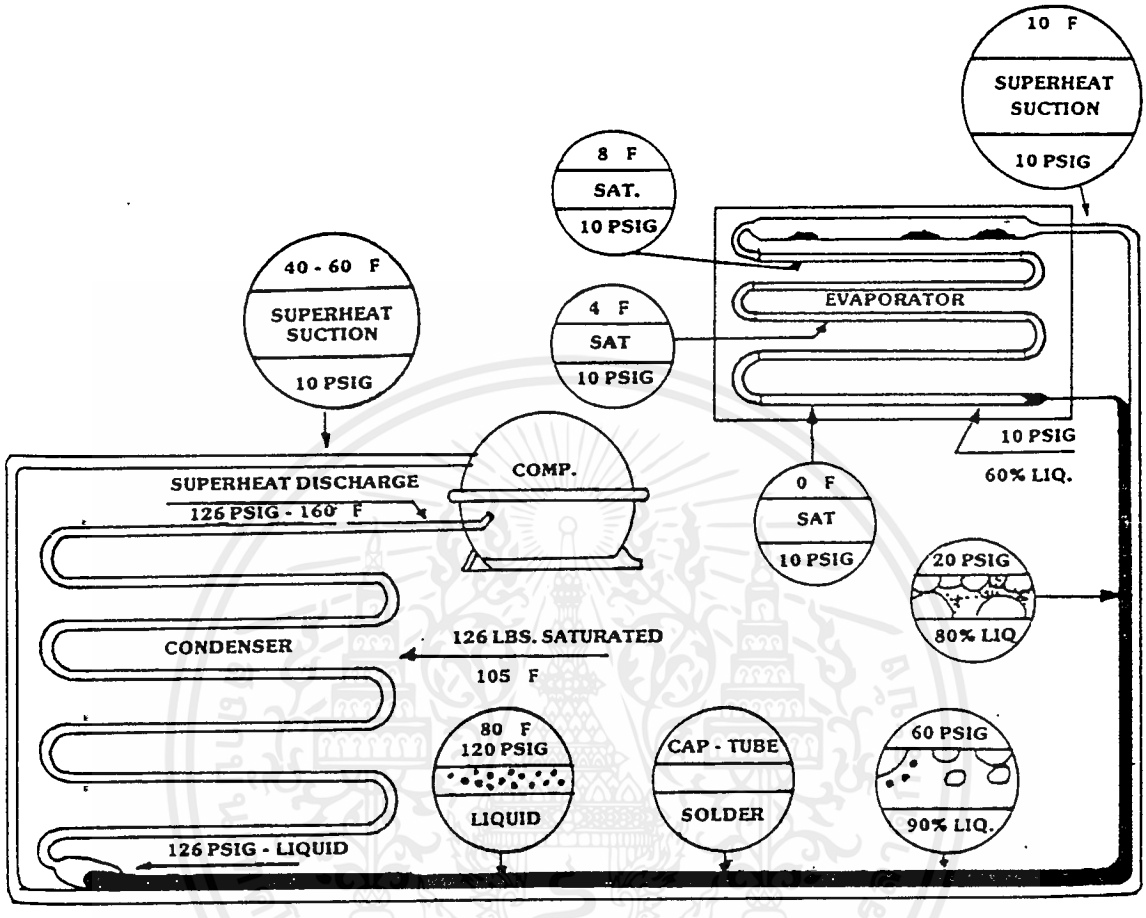
5. ภายในเครื่องต้องสะอาดจริง ๆ ไม่มีผงหรือเศษโลหะ ดังนั้น เครื่องที่ใช้แคป.ทิ้วจึงมักจะใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบเชื่อมปิด และมีตะแกรงกรองผง (Strainer) หรือ ฟิลเตอร์ไดรเออร์(Filter Drier)

6. เวลาติดตั้งแคป.ทิ้ว เข้ากับระบบแล้ว จะปรับตั้งไม่ได้ ถ้าท่อแคป.ทิ้วยาวหรือสั้นไปต้องถ่ายเอาสารทำความเย็นทิ้งแล้วทำใหม่

<u>ฮีทเอ็กซ์เชนจ์(Heat Exchange)</u>

คือ การเปลี่ยนอุณหภูมิซึ่งกันและกัน ของสารทำความเย็นที่จะฉีดเข้าอีแวปปอเรเตอร์และแก๊สที่ดูดกลับจากอีแวปปอเรเตอร์ ฮีทเอ็กซ์เชนจ์โดยทั่วไปจะเอาท่อสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว (Liquid Line) ก่อนจะเข้าตัวควบคุมสารทำความเย็น แนบติดกับท่อทางดูดซึ่งมีสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สที่เย็นกว่า ทำให้สารทำความเย็นที่จะวิ่งเข้าตัวควบคุมสารทำความเย็นตัวลงเป็นผล ทำให้สารทำความเย็นที่เป็นแก๊สที่กลั่นตัวไม่หมด (Uncondensing Gas) และวิ่งขึ้นไป จะกลั่นตัวจนหมดหรือ สารทำความเย็นที่กลั่นตัวหมดนี้อุณหภูมิจะลดลงเมื่อผ่านฮีทเอ็กซเชนจ์ ส่วนแก๊สที่ออกจากอีแวปปอเรเตอร์ จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย ดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.5 แสดงการบัดกรีท่อ แคป.ทิ้ว ติดกับท่อทางดูดเพื่อให้เกิดฮีทเอ็กซ์เชนจ์ (Heat Exchange)

2.1.1.4 อีแวปปอเรเตอร์

อีแวปปอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอันหนึ่งของระบบทำความเย็น มีหน้าที่รับสารทำความเย็นที่เป็นของเหลว ซึ่งฉีดเข้ามาจากตัวควบคุมสารทำความเย็นเข้ามาไว้ในอีแวปปอเรเตอร์ และเมื่อสารทำความเย็นเข้ามาในอีแวปปอเรเตอร์แล้ว สารทำความเย็นจะระเหย การระเหยของสารทำความเย็นในอีแวปปอเรเตอร์นี้ จะต้องใช้ความร้อน ดังนั้นตัวอีแวปปอเรเตอร์จะส่งความร้อนจากตัวของมันเอง (จากขดท่อของอีแวปปอเรเตอร์) ไปใช้ในการระเหย เมื่อความร้อนจากอีแวปปอเรเตอร์ถูกดูดไปหมด จะทำให้อีแวปปอเรเตอร์เย็น โดยจะมีหิมะน้ำแข็ง(Frost line) จับทั้งอีแวปปอเรเตอร์ นอกจากอีแวปปอเรเตอร์จะเป็นตัวรับสารทำความเย็นไว้เพื่อให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระเหยแล้ว อีแวปปอเรเตอร์ ยัง มีหน้าที่ รับเอาความร้อนจากภาระอื่นๆ ที่อยู่ใกล้ อีแวปปอเรเตอร์ เช่น อากาศ,สิ่งของที่จะแช่เย็น (ในโครงงานนี้ก็คือน้ำ) เมื่ออีแวปปอเรเตอร์ถูกดึงความร้อนไปใช้ในการระเหยของสารทำความเย็นแล้ว ภาระต่าง ๆ ที่อยู่ใกล้อีแวปปอเรเตอร์ ก็จะถูกดูดความร้อนไปด้วยเช่นกันทำให้ภาระต่าง ๆ เย็นหรือมีอุณหภูมิที่ลดต่ำลง

การแบ่งชนิดของอีแวปปอเรเตอร์ ตามลักษณะการสร้าง

แบ่งออกได้ 4 ชนิด คือ

1. **แบบท่อ** (Bar pipe) เป็นอีแวปปอเรเตอร์ที่มีท่อกลมกลวง โลหะ อาจเป็นทองแดง หรืออะลูมิเนียม เหมาะสำหรับใช้กับห้องเย็น หรือระบบเครื่องเย็น ต่างๆ เช่น ถังน้ำเย็นเป็นต้น บางแบบอาจจะมีโลหะพาดระหว่างท่อ บางแบบไม่มี

2. **แบบท่อชนิดมีครีบ** (Fined tube) แบบนี้จะมีท่อทองแดง หรืออะลูมิเนียมขดขนานไปมาและจะมีแผ่นโลหะ เช่น อะลูมิเนียม เรียกว่า ครีบ (Fin) พาดยึดติดกับท่อ และจะมีกล่องทำด้วยเหล็กหุ้มด้านข้าง,ล่าง และบนไว้เพื่อปิดเป็นโครง อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้เหมาะสำหรับเครื่องปรับอากาศ

3. **แบบเพลท** (Plate) อีแวปปอเรเตอร์แบบนี้ทำด้วยอะลูมิเนียมอัดอยู่เป็นแผงเหมาะสำหรับแผงอีแวปปอเรเตอร์สำหรับตู้เย็น สามารถจะใส่สิ่งของที่จะแช่ได้ บางที่เรียกว่า ฟรีซเซอร์ (Freezer)

4. **แบบชีลเลอร์** (Chiller) อีแวปปอเรเตอร์แบบชีลเลอร์นี้ออกแบบสร้างใช้กับเครื่องปรับอากาศขนาดตั้งแต่ 100 ตัน ถึง 2,000 ตัน ซึ่งจะต้องใช้ควบคู่กับระบบเครื่องเย็นแบบชีลเลอร์ ซึ่งอาจใช้คอมเพรสเซอร์แบบปิดสนิท และเครื่องควบแน่นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

อีแวปปอเรเตอร์ ดังได้กล่าวข้างต้นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในตู้เย็น คือแบบเพลาและในเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กจะใช้แบบมีครีบ (Fined tube) ส่วนในโครงงานนนี้ จะใช้อีแวปปอเรเตอร์ แบบท่อ

<u>2.4.1.1.5 ตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรก (Filter Drier)</u>

ในระบบเครื่องทำความเย็นโดยทั่วไป จะต้องรักษาให้สารทำความเย็นภายในระบบสะอาดและปราศจากความชื้น เท่าที่สามารถกระทำได้ โดยเฉพาะในการบริการเครื่องเย็นเมื่อต่อ เกจแล้ว การจะป้องกันไม่ให้มีสิ่งสกปรก หรือความชื้นเข้าไปในระบบนั้นเป็นเรื่องยากสักหน่อย วิธีที่จะรักษาระบบให้สะอาด และปราศจากความชื้นนั้น กระทำได้โดยต่อตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรกเข้าไปในระบบ โดยการต่อจากท่อทางออกของเครื่องควบแน่น และท่อสารทำความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เย็นที่เป็นของเหลว ตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรกจะประกอบด้วยตะแกรง สำหรับกรองขี้ผ
หรือสิ่งสกปรกและมีผงสำหรับดูดความชื้น ผงที่ใช้ส่วนมากจะใช้ซิลิกาเจล (Silica gel) ผงซิลิกา
เจล จะมีหน้าที่ดูดความชื้นที่มีอยู่ในสารทำความเย็นไว้ ก่อนจะปล่อยให้สารทำความเย็นผ่านเข้า
ไปในตัวควบคุมสารทำความเย็น เพราะว่าความชื้นเป็นอุปสรรคสำคัญในการทำความเย็นมาก
โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบเครื่องเย็นที่ใช้แคป.ทิ้ว เป็นตัวควบคุมสารทำความเย็น เช่น ตู้เย็น หรือ
ตู้แช่เป็นต้น จะต้องใช้สารทำความเย็นสะอาดปราศจากความชื้น มิฉะนั้น ท่อแคป.ทิ้ว อาจจะตัน
และสามารถทำความเย็นไม่ไหลหรือไม่ฉีดเข้าอีแวปปอเรเตอร์ทำให้เครื่องเย็นไม่มีความเย็น

รูปที่ 2.6 แสดงตัวกรองความชื้นและสิ่งสกปรกใช้กับเครื่องทำความเย็นทั่วไป

2.4.1.1.6 สารทำความเย็น (Refrigerant)

หลักการสำคัญของเครื่องทำความเย็นทุกชนิด คือการถ่ายเทความร้อนออกจากบริเวณที่
ต้องการให้เย็นออกไปทิ้งที่อื่น เช่น ดึงความร้อนจากของที่แช่ในตู้ออกไปทิ้งนอกตู้ ดึงความร้อน
จากคนและอากาศภายในห้องปรับอากาศออกไปทิ้งนอกห้อง สารที่ใช้ในการถ่ายเทความร้อนนี้
เรียกว่า "สารทำความเย็น" หรือเรียกโดยทั่วไปว่า "น้ำยา" ภาษาอังกฤษเรียกว่า Refrigerant แปล
ว่า สิ่งที่ทำให้เกิดความเย็น

คุณสมบัติของสารทำความเย็นที่ดี

1. ถ่ายเทความร้อนได้ดี-เพื่อจะได้ใช้สารทำความเย็นน้อย แต่ถ่ายเทความร้อนได้มาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่เป็นพิษ-เพราะถ้าเกิดการรั่วไหลออกมา จะได้ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้

3. ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด

4. ไม่กัดโลหะที่ทำเครื่อง และท่อ-มิฉะนั้นจะทำให้เกิดรอยรั่ว เกิดสนิม ทำให้เครื่องชำรุด เช่นหากออกแบบเครื่องเย็นที่ใช้สารทำความเย็นเป็นแอมโมเนีย จะใช้ส่วนประกอบที่เป็นทองแดงไม่ได้

5. เวลารั่วตรวจหารอยรั่วได้ง่าย-เช่น ฟรีออนเมื่อถูกกับเปลวไฟ จะทำให้เปลวไฟเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว

6. ใช้ความดันไม่สูงนัก-เพราะถ้าใช้ความดันสูง จะต้องสร้างเครื่องและต่อท่อให้แข็งแรงขึ้น

7. ไม่เปลี่ยนสภาพ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความดันและความร้อน

8. ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันเครื่อง-เนื่องจากในคอมเพรสเซอร์ มีน้ำมันเครื่องที่ใช้หล่อลื่นลูกสูบ ถ้าสารทำความเย็นไปทำให้น้ำมันเครื่องเสื่อมคุณภาพ หรือเป็นฟอง ลูกสูบจะทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร

9. ราคาไม่แพง

เครื่องเย็นแต่ละชนิดได้สร้างขึ้นสำหรับสารทำความเย็นชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ ดังนั้นจึงใช้สารทำความเย็นอย่างอื่นไม่ได้ ที่ป้ายชื่อเครื่องจะบอกชนิดของสารทำความเย็น และปริมาณที่ใช้ เนื่องจากสารทำความเย็นแต่ละเบอร์ต้องการความดัน และขนาดของคอมเพรสเซอร์ไม่เท่ากัน ดังนั้นการใช้สารทำความเย็นผิด จะทำให้ไม่เกิดความเย็นหรือถ้าต้องการจะให้เย็น ก็จะต้องเติมสารทำความเย็นให้มากกว่าที่ควร ทำให้คอมเพรสเซอร์ทำงานหนักเกินกำลัง และทำให้ไหม้ได้ในภายหลัง

เบอร์สารทำความเย็นที่ใช้โดยทั่วไปในงานเครื่องทำความเย็น

- R 11 (CCl_3F)

เป็นสารทำความเย็นที่ใช้ในระบบเครื่องเย็นไม่มีพิษ และไม่ติดไฟ สารทำความเย็นชนิดนี้ เมื่อเติมอยู่ในระบบจะมีแรงดันทางต่ำ 24 นิ้ว ที่ 5 °F และแรงดันทางสูง 18.3 psia ที่ 86 °F สารทำความเย็นในเมืองไทยมักใช้ในการล้างระบบเครื่องเย็นในกรณีที่คอมเพรสเซอร์ไหม้ หรือในการซ่อมแซมระบบใหม่

- R 12 (CCl_2F_2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R 12 จะใช้ในตู้เย็น ตู้แช่ และในเครื่องปรับอากาศ ขนาดเล็ก และใช้กับคอมเพรสเซอร์แบบรีซีปโปรเกทติ้งและโรตารี่ และบางที่ก็ใช้กับคอมเพรสเซอร์ระบบเซนติฟูกอล R 12 จะถูกบรรจุอยู่ในถังสีเทา มีแรงดันทางต่ำที่ 5 °F เท่ากับ 26.5 psia และแรงดันทางสูงที่ 86 °F เท่ากับ 108 psia

- R 22 ($CHClF_2$)

R 22 ใช้ในระบบตู้แช่เย็น เครื่องปรับอากาศแบบใหญ่ ๆ เช่น แบบแยกระบบ (Split type) ทั่วไป R 22เป็นสารทำความเย็นที่มีจุดเดือดต่ำกว่า R 12 ดังนั้นในระบบเครื่องเย็นที่ต้องการใช้อุณหภูมิของอีแวปปอเรเตอร์ต่ำก็จะใช้สารเท่าความเย็นชนิดนี้ R 22 มีจุดเดือดที่ - 41 °F ที่แรงดันบรรยากาศ แรงดันทางต่ำที่ 5 °F เท่ากับ 42.8 psia และแรงดันทางสูงที่ 86 °F เท่ากับ 173.87 psia

2.4.1.2 ระบบวงจรไฟฟ้า

ระบบวงจรไฟฟ้าของระบบการทำความเย็นที่ใช้ในโครงงานนี้ จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.4.1.2.1 มอเตอร์พัดลม เครื่องควบแน่น

2.4.1.2.2 รีเลย์

2.4.1.2.3 โอเวอร์โหลด

2.4.1.2.4 เทอร์โมสตัท

2.4.1.2.1 มอเตอร์พัดลมเครื่องควบแน่น

มอเตอร์พัดลมที่ใช้ในการระบายความร้อนให้กับเครื่องควบแน่น ที่ใช้ในโครงงานนี้ คือ มอเตอร์ชนิดยูนิเวอร์แซล (Universal motor) หรืออาจเรียกได้ว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) จัดเป็นมอเตอร์ที่มีแรงบิด เริ่มเดินสูง มี ขนาดตั้งแต่ $\frac{1}{200}$ ถึง $\frac{1}{3}$ แรงม้า มีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 4 ส่วนคือ

- โครงเหล็ก ทำจากเหล็กเหนียวม้วนเป็นรูปทรงกระบอก หรือ อะลูมิเนียมหล่อ มีขนาดโตพอที่จะปิดแกนขั้วสนามแม่เหล็กได้

- แกนขั้วสนามแม่เหล็ก ทำจากแผ่นเหล็กบางลามิเนท อัดติดกับโครงเหล็กด้วยหมุดหรือสกูร และที่แกนขั้วสนามแม่เหล็กนี่เองจะปิดขดลวดสนามแม่เหล็กไว้

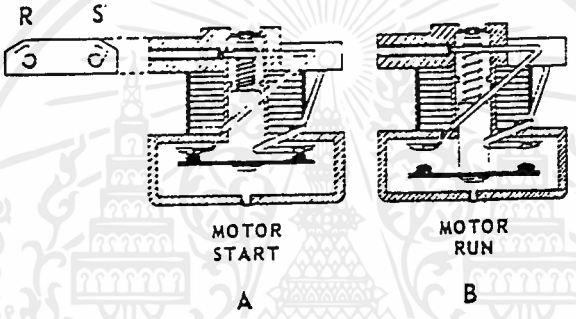
- อาร์เมเจอร์ ทำจากแผ่นเหล็กบางลามิเนท โดยสล๊อทที่เซาะบนผิวด้านนอกของแกนอาร์เมเจอร์ อาจเป็นชนิดตรงและขนานกับเพลา หรือเป็นชนิดเฉลียงกับแนวแกนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝาปิดหัวท้าย ใช้สำหรับปิดหัวท้ายของมอเตอร์โดยยึดติดกับโครงด้วยสกูร ที่ฝาปิดทั้ง 2 ข้าง จะมีแบริ่งอัดติดแน่นเพื่อรองรับเพลาของอาร์เมเจอร์ ฝาปิดหัวท้ายมักจะทำด้วยเหล็กหล่อ

2.4.1.2.2 **รีเลย์** (Relay)

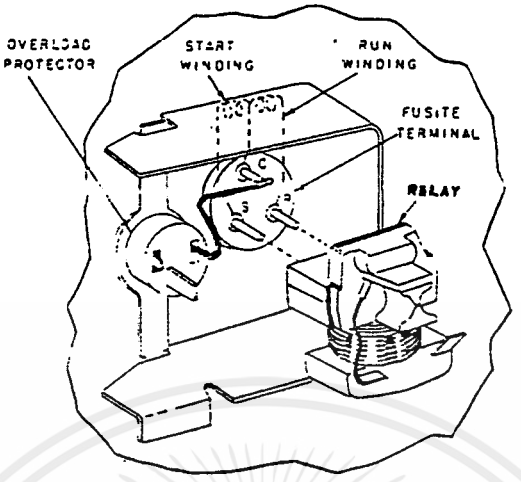
รีเลย์เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ช่วยต่อกระแสไฟฟ้า เข้าไปยังขดลวด สตาร์ท และตัดกระแสไฟฟ้าให้ผ่านเข้าไปยังขดลวดสตาร์ท เมื่อมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานเป็นปกติแล้ว ในโครงงานนี้จะใช้รีเลย์แบบรีเลย์กระแส (Current relay) โดยรีเลย์แบบนี้อาศัยคุณสมบัติทางไฟฟ้าของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์มาทำให้รีเลย์ทำงาน



รูปที่ 2.7 เคอร์เร้นรีเลย์

รีเลย์ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้กับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ แบบปิดสนิท ขนาดตั้งแต่ $\frac{1}{100}$ แรงม้า ถึง $\frac{1}{2}$ แรงม้า และส่วนใหญ่รีเลย์ชนิดนี้ จะทำไว้สำหรับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เทคัมเซ่ของอเมริกา เพราะมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ชนิดนี้ จะมีขั้ว S อยู่ทางซ้ายมือ ขั้ว C อยู่ด้านบน และขั้ว R อยู่ด้านขวามือ เมื่อเสียบรีเลย์ชนิดนี้แล้วขั้ว S และ R ของรีเลย์ จะเสียบเข้าพอดีดับขั้ว S และขั้ว R ของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

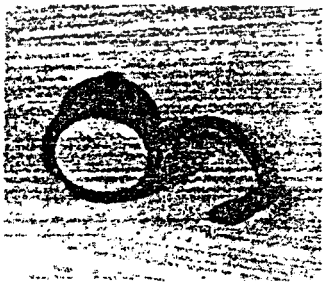
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 เคอร์เร้นรีเลย์ เสียบเข้ากับขั้วของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเทคัมเซ่

2.4.1.2.3 โอเวอร์โหลด

ตัวโอเวอร์โหลดจะประกอบด้วยแผ่นโลหะ 2 แผ่นติดกัน (Bimetal) และลวดความร้อน (Heater) ซึ่งแผ่นโลหะ จะต่ออันดับกับลวดความร้อน โดยตัวโอเวอร์โหลดจะทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อเกิดความร้อนอันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าในวงจรสูงกว่าปรกติ โอเวอร์โหลดแต่ละตัวจะมีความพอเหมาะในการติดกระแสไฟฟ้ากับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แต่ละขนาดโดยเฉพาะ ฉะนั้นต้องระวังในการเลือกใช้โอเวอร์โหลดให้ได้ขนาดอย่างถูกต้อง

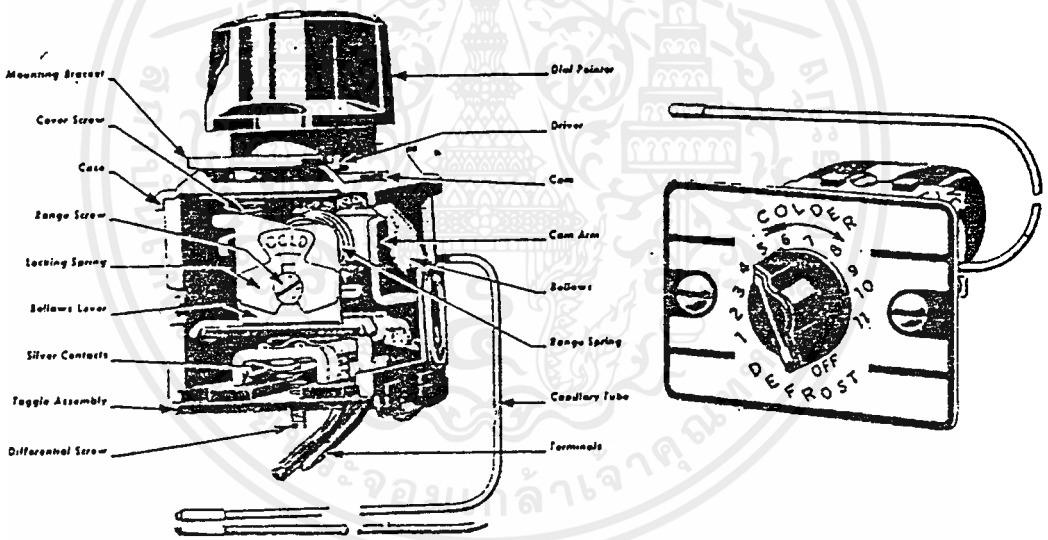


รูปที่ 2.9 โอเวอร์โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2.4 **เทอร์โมสตัท** (Thermostat)

ในระบบเครื่องเย็น เทอร์โมสตัทจะมีบทบาทในการควบคุมความเย็น เพื่อที่จะให้ระบบของเครื่องทำความเย็นมีความเย็นมากน้อย (อุณหภูมิสูง-ต่ำ) เพียงใด ปกติแล้วเทอร์โมสตัทจะต่ออันดับกับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ ถ้าต้องการให้ระบบทำความเย็นมีความเย็นมาก ก็ตั้งแต่เทอร์โมสตัท โดยหมุนตามเข็มนาฬิกาให้มาก จะทำให้ระยะเวลาที่คอมเพรสเซอร์จะเดินนานขึ้น การเลือกใช้เทอร์โมสตัทจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับระบบเครื่องเย็นของบริษัทผู้ผลิตแต่ละบริษัทโดยเฉพาะ



รูปที่ 2.10 เทอร์โมสตัทของเครื่องทำความเย็น

การติดตั้งเทอร์โมสตัท

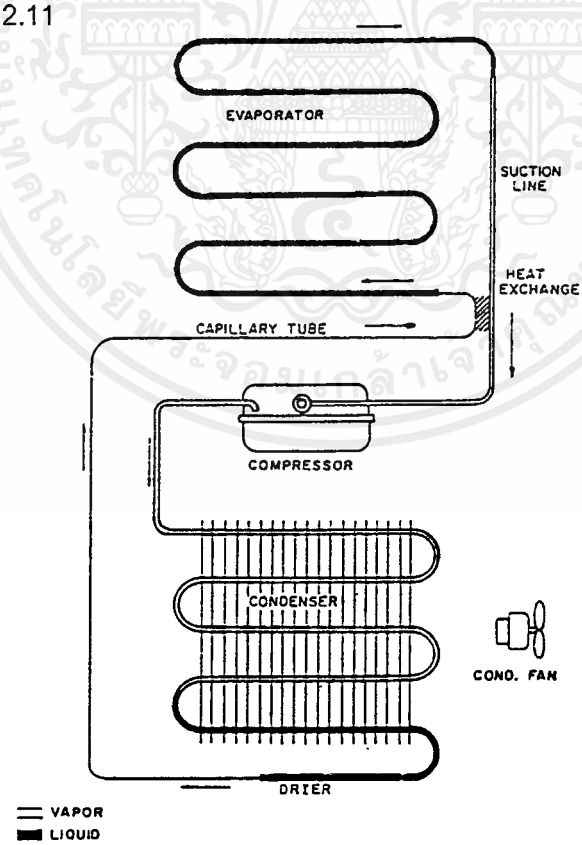
ปกติเทอร์โมสตัทจะมีปลายแคป.ทิ้ว เพื่อที่จะนำไปวางแนบกับอีแวปปอเรเตอร์ เพื่อให้ปลายแคป.ทิ้ว สัมผัสกับอุณหภูมิแล้วสารทำความเย็นที่บรรจุอยู่ในแคป.ทิ้ว จะได้มีแรงดันเพิ่มขึ้นหรือลดลงสำหรับไปควบคุมจุดสัมผัสของเทอร์โมสตัทอีกครั้งหนึ่ง ปัญหาจะเกิดขึ้นถ้าหากปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแคป.ทิ้ว หรือกระเปาะไม่แนบติดกับอีแวปปอเรเตอร์ คือจะทำให้เทอร์โมสตัทตัดช้าลงไป เนื่องจาก อีแวปปอเรเตอร์เย็นถึงจุดที่ตั้งแล้ว แต่ปลายแคป.ทิ้วไม่แนบกับอีแวปปอเรเตอร์ ทำให้ปลายแคป.ทิ้วไม่เย็นเป็นผลให้เบลโลไม่หดตัว คอมเพรสเซอร์จะเดินนานเกินไป และเกิดปัญหามีน้ำแข็งจับที่อีแวปปอเรเตอร์เร็วขึ้น

2.4.2 หลักการทำงานของระบบการทำความเย็น

ระบบการทำงานตามรูปด้านบนนี้เป็นวัฏจักรการทำงานของเครื่องทำความเย็นที่ใช้ในโครงงานนี้ โดยมีคอมเพรสเซอร์เป็นแบบปิดสนิท (Hermetic) ที่รวมทั้งมอเตอร์และคอมเพรสเซอร์ไว้ในเปลือกที่เชื่อมมิดชิด ใช้แคปปิลลารี่ทิ้ว (Capillary tube) เป็นตัวควบคุมสารทำความเย็น ตัวอีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator) เป็นแบบท่อ (Bar pipe) ตัวเครื่องควบแน่น จะเป็นการประยุกต์รวมกันระหว่างเครื่องควบแน่นที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ และ ระบายความร้อนด้วยอากาศ และบริเวณปลายทางออกของเครื่องควบแน่นจะเป็นตัวไดรเออร์ ซึ่งทำหน้าที่กรองขี้ผง และมีสารดูดความชื้น อยู่ภายใน เพื่อดูดความชื้นของสารทำความเย็นในระบบเครื่องเย็น โดยมีวงจรแสดงการทำงานดังในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงการทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หลักการทำความเย็นแบบอัด</u>

เริ่มต้นจากคอมเพรสเซอร์จะทำหน้าที่ดูดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สจากอีแวปปอเรเตอร์ (Evaporator) แก๊สที่ดูดเข้ามาจะเป็นแก๊สที่มีแรงดัน (Pressure) ต่ำ และมีอุณหภูมิ (Temperature) ต่ำด้วย แก๊สจะดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางท่อทางดูด (Suction line) และตัวคอมเพรสเซอร์จะอัดสารทำความเย็นที่เป็นแก๊สนี้ให้มีแรงดันสูงขึ้น และขณะที่แก๊สมีแรงดันสูงขึ้นแก๊สจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นด้วย (ตามกฎของชาร์ล) แก๊สจะถูกอัดออกทางท่อทางอัด (Discharge Line) และจะส่งผ่านไปยังตัวเครื่องควบแน่น ถ้าใช้เกจวัดดูทางอัด จะพบว่าแรงดันสูงเรียกแรงดันนี้ว่า แรงดันด้านอัด (Discharge Pressure) เนื่องจากแก๊สที่อัดออกมาทางท่อทางอัดร้อน จึงเรียกแก๊สนี้ว่า แก๊สร้อน (Hot Gas) เมื่อแก๊สร้อนถูกอัดเข้าไปในเครื่องควบแน่นแล้วตัวเครื่องควบแน่นมีหน้าที่รับเอาแก๊สร้อนไว้ และทำหน้าที่ระบายความร้อน หรือดึงเอาความร้อนแฝง (Latent heat) ออกไป โดยมีตัวกลาง (Medium) มีอุณหภูมิต่ำกว่าแก๊สร้อนผ่านมารับเอาความร้อนแฝงจากแก๊สร้อนออกไป (ตัวกลางอาจจะเป็นน้ำหรืออากาศ แล้วแต่ชนิดของเครื่องควบแน่น) เมื่อมีอากาศหรือน้ำผ่านเครื่องควบแน่นแก๊สร้อนจะส่งความร้อนแฝงให้ไป และแก๊สร้อนจะกลั่นตัวเป็นของเหลว (Liquid-Refrigerant) และของเหลวที่กลั่นตัวแล้วนี้ยังคงเป็นของเหลวที่มีแรงดันสูง และอุณหภูมิค่อนข้างสูงอยู่ (สูงกว่าอุณหภูมิรอบตัวหรือเท่ากันแต่ต่ำกว่าแก๊สร้อนที่ออกจากท่อทางอัด) สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวจะผ่านเข้าไปยังตัวควบคุมสารทำความเย็น (Refrigerant control) ซึ่งจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณสารทำความเย็นที่จะฉีดให้เป็นฝอยเข้าไประเหยในอีแวปปอเรเตอร์ และมีหน้าที่ลงแรงดันของสารทำความเย็นที่จะเข้าอีแวปปอเรเตอร์ สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวเมื่อถูกลดแรงดันจะเกิดการระเหยทันทีสารทำความเย็นจะเข้าไประเหยในอีแวปปอเรเตอร์ การระเหยของสารทำความเย็นนี้จะต้องใช้ความร้อนเพื่อช่วยในการระเหย ดังนั้นความร้อนจากท่ออีแวปปอเรเตอร์จะถูกดูดหรือดูดไปเพื่อการระเหยทำให้อีแวปปอเรเตอร์เย็น โดยจะสังเกตุได้ว่าส่วนไหนที่สารทำความเย็นระเหย จะมีละอองหิมะจับอยู่เป็นสีขาว เรียกว่า ฟรอสไลน์ (Frost line) ตัวควบคุมสารทำความเย็นจะควบคุมปริมาณสารทำความเย็นให้เข้าไประเหยหมดในอีแวปปอเรเตอร์พอดี ดังนั้นถ้าหากชาร์จหรือเติมสารทำความเย็นพอดี ฟรอสไลน์จะจับออกมานอกอีแวปปอเรเตอร์ประมาณ 6 นิ้ว จากทางออกของอีแวปปอเรเตอร์ จุดที่ฟรอสไลน์วิ่งมาถึงเรียกว่าจุดสูงสุดของการระเหย (Saturation point) ดังนั้นหลังจากจุดสูงสุดแล้ว สภาพสารทำความเย็นที่วิ่งในท่อทางดูด จะเป็นแก๊สหมด และแก๊สที่วิ่งลงมาในท่อทางดูดนี้จะเป็นแก๊สที่มีแรงดันต่ำ และมีอุณหภูมิต้ำด้วย ต่อไปแก๊สนี้จะถูกดูดกลับเข้าคอมเพรสเซอร์ทางด้านทางดูด และจะถูกคอมเพรสเซอร์อัดให้มีแรงดัน และอุณหภูมิสูงอีกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำความเย็น ก็จะทำงานวนเวียนเป็นวัฏจักร ตลอดเวลาที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ยังทำงานอยู่ และสารทำความเย็นที่มีอยู่ในระบบจะไม่มีการสูญเสียไปไหนเลย นอกเสียจากว่าเกิดการรั่วซึม (Leak) ที่แห่งใดแห่งหนึ่งเท่านั้น

เนื่องจากในระบบเครื่องเย็นเบื้องต้น มีทั้งสารทำความเย็นที่อยู่ในสภาพแรงดันสูง,อุณหภูมิสูง,แรงดันต่ำ,อุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจึงมีการแบ่งภาคออกเป็น 2 ภาค

1. ทางด้านสูง (High side) ซึ่งจะเริ่มจากการอัดของคอมเพรสเซอร์ ผ่านเครื่องควบแน่น ผ่านไปยังท่อน้ำยาเหลว จนถึงทางเข้าของตัวควบคุมสารทำความเย็นส่วนนี้จะมีทั้งแรงดันและอุณหภูมิสูง

2. ทางด้านต่ำ (Low side) ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ทางออกของตัวควบคุมสารทำความเย็น, ผ่านอีแวปปอเรเตอร์เข้าทางท่อทางดูด ส่วนนี้จะมีทั้งแรงดันและอุณหภูมิต่ำ

โดยทั่วไปท่อแคป.ทิ้วจะแนบติดไปกับท่อทางดูด (Suction Line) เรียกว่าเป็นการทำฮีทเอ็กซเช้น (Heat Exchange) เพราะบางวันที่มีอากาศร้อนเครื่องควบแน่นระบายไม่ดี จะทำให้สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่นเปลี่ยนเป็นของเหลวไม่หมด ยังมีสารทำความเย็นที่ไม่กลั่นตัว (Uncondensing Gas) ผ่านเข้าแคป.ทิ้วด้วย ทำให้สารทำความเย็นที่เป็นของเหลวมีน้อยลง และอีแวปปอเรเตอร์จะเย็นไม่ทั่วแต่เมื่อมีฮีทเอ็กซเช้นแล้ว ท่อทางดูดเย็นกว่า ทำให้แก๊สที่ไม่กลั่นตัว หรือ Uncondensing Gas กลายเป็นของเหลวทันทีที่กระทบกับแก๊สที่เย็นกว่าในท่อทางดูด

<u>ข้อระมัดระวัง</u>

เนื่องจากระบบเครื่องทำความเย็นแบบอัดแบ่งระบบเครื่องเย็นออกเป็นทางสูงและทางต่ำ ฉะนั้นขณะที่เครื่องเดินแรงดันทางด้านอัดจะสูง และทางด้านดูดจะต่ำเมื่อหยุดเครื่องแล้วจะเปิดให้เครื่องทำงานทันทีทันใดไม่ได้ เพราะในระบบยังมีด้านหนึ่งมีแรงดันสูงอีกด้านหนึ่งมีแรงดันต่ำถ้าเดินทันทีทันใด มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ไม่สามารถจะสตาร์ทให้เดินได้ ตัวโอเวอร์โหลดจะตัดทันที. หรือฟิวส์อาจจะขาดทำให้คอมเพรสเซอร์อายุจะสั้นลง ต้องรอให้แรงดันในระบบเท่ากัน (Balance) เสียก่อน ซึ่งอาจใช้เวลา 5-10 นาที จึงจะต่อไฟเดินใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับความร้อนและการแลกเปลี่ยนความร้อน

ในโครงงานนี้จะมีการใช้การถ่ายเทความร้อนอยู่ 2 วิธีด้วยกันคือ

1. การนำความร้อน ในโครงงานนี้ก็คือการที่ท่อทองแดงของเครื่องควบแน่นถ่ายเทความร้อนให้กับท่ออะลูมิเนียม

2. การพาความร้อน ในโครงงานนี้ก็คือการที่ท่ออะลูมิเนียมถ่ายเทความร้อนที่ได้รับให้กับน้ำที่ไหลอยู่ภายในท่อนั้นเอง

2.5.1 การนำความร้อน

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าการนำความร้อน คือการเคลื่อนที่ของความร้อนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยที่ไม่มีการเคลื่อนไหวของโมเลกุลในวัตถุ แม้ว่าการนำความร้อนจะเกิดขึ้นได้ทั้งในตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส แต่ความร้อนจะถูกส่งผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ดีที่สุด และในตัวกลางที่เป็นของแข็ง การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นโดยการนำความร้อนเป็นส่วนใหญ่หากตัวกลางเป็นวัตถุทึบแสง

ในการนำความร้อนจะถูกถ่ายเทโดยการสั่นสะเทือนของโมเลกุลในของแข็ง ส่วนของของแข็งที่ได้รับความร้อนจะถ่ายเทให้แก่โมเลกุลในชั้นถัดไป ในลักษณะของพลังงานความสั่นสะเทือน (Vibrational energy)พลังงานความร้อนก็จะเคลื่อนที่ลึกเข้าไปในเนื้อของของแข็งเรื่อยๆ นอกจากนี้แล้วการนำยังอาจจะเกิดจากการขนถ่ายความร้อนของอิเลคตรอนที่มีอยู่ในของแข็ง เมื่ออิเลคตรอนได้รับความร้อนก็จะมีพลังงานมากขึ้นและเคลื่อนที่ไปสู่บริเวณที่เย็นกว่า ซึ่งในการนี้ก็จะนำเอาพลังงานความร้อนไปสู่บริเวณที่เย็นกว่าด้วย ในชีวิตประจำวันของเราจะพบว่า โลหะจะนำความร้อนได้ดีกว่าอโลหะ ทั้งนี้เพราะว่าโลหะมีโมเลกุลเรียงกันอยู่อย่างเป็นระเบียบ ความร้อนจะถูกถ่ายเทผ่านไปในลักษณะของพลังงานความสั่นสะเทือนได้อย่างสะดวก และโลหะยังมีจำนวนอิเลคตรอนอยู่มากมาย ซึ่งจะช่วยในการขนถ่ายพลังงานความร้อนได้เป็นอย่างดี ส่วนอโลหะนั้นโมเลกุลจะเรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้ไม่สะดวกในการที่ความสั่นสะเทือนจะเคลื่อนที่ผ่านโมเลกุลไปได้ และอโลหะมีจำนวนอิเลคตรอนอยู่น้อยมากจึงทำให้การถ่ายเทความร้อนไม่ดี

ค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity)

เราวัดความสามารถในการนำความร้อนของสาร ด้วยปริมาณที่เรียกว่า ค่าการนำความร้อน หรือใช้ตัวย่อว่า k ซึ่งจะมีหน่วยเป็น W/mK .ในระบบSI หรือ Btu./hft ^{o}F ในระบบอังกฤษ สารที่มีความสามารถในการนำความร้อนสูง เช่น โลหะ จะมีค่าของ k สูง ส่วนสารที่มีความสามารถในการนำความร้อนต่ำ เช่น อโลหะ ก็จะมีค่า k ต่ำ ค่า k จึงเป็นคุณสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจำตัวของสารที่สำคัญมากในการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของความร้อนในสารนั้น เราสามารถเปรียบเทียบความสามารถในการนำความร้อนของสารต่างๆ โดยการเปรียบเทียบค่าของ k ของสารเหล่านั้น ค่า k ของสารต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 สารที่มีค่า k สูงจะเรียกว่า ตัวนำ ส่วนสารที่มีค่า k ต่ำจะเรียกว่า ฉนวน

วัสดุ	ค่าความนำ (k) หน่วย W/mK
ทองแดง	380
อะลูมิเนียม	200
น้ำ	0.7
อากาศ	0.03

ตารางที่ 2.4 ประมาณค่าการนำความร้อนสำหรับวัตถุชนิดต่างๆ

สมการของการนำความร้อน

โจเซฟ ฟูริเยร์ (Joseph Fourier) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้เป็นผู้ศึกษาการนำความร้อนอย่างละเอียด และในการเก็บข้อมูลจากการทดลองได้พบว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการนำ แปรผันโดยตรงกับค่าการนำความร้อน พื้นที่ที่ตั้งฉากกับการไหล และอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับระยะทาง (Temperature gradient) ในกรณีที่ค่าการนำความร้อนมีค่าคงที่ (ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ) ฟูริเยร์ได้เสนอสมการที่ใช้ในการคำนวณอัตราการนำความร้อน ซึ่งเรียกว่าสมการของฟูริเยร์ (Fourier rate equation) ดังนี้คือ

$$Qx = -kA\,(dT/dx)$$

ตยที่

Qx คือ อัตราการเคลื่อนที่ของความร้อนในทิศทางของ x

k คือ ค่าการนำความร้อน

A คือ พื้นที่ที่ความร้อนเคลื่อนที่ผ่าน และตั้งฉากกับทิศทาง x

dT/dx คือ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกับระยะทาง

เครื่องหมาย ลบ แสดงว่าความร้อนจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่อุณหภูมิลดลงเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 **การพาความร้อน**

การพาความร้อน คือการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลและผิวของของแข็ง ดังที่กล่าวมาแล้ว การพาแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ การพาตามธรรมชาติ (Natural convection) และการพาโดยการบังคับ (Forced convection) วิธีที่ความร้อนถ่ายเทในการพา สามารถอธิบายได้ดังนี้คือ

2.5.2.1 **การพาตามธรรมชาติ** ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อของแข็งอยู่ในของเหลว ซึ่งไม่เคลื่อนที่โดยกลไกภายนอก ในกรณีนี้ถ้าของแข็งมีอุณหภูมิที่สูงกว่าของไหล ความร้อนจะเริ่มถ่ายเทจากผิวของของแข็งไปสู่ของไหล ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงโดยการนำความร้อน เมื่อของไหลในบริเวณใกล้เคียงกับของแข็งมีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะมีความหนาแน่นต่ำลง และเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของของไหลขึ้น ของไหลจะเคลื่อนเข้ามารับความร้อนจากผนังอยู่ตลอดเวลา จะเห็นได้ว่าการเคลื่อนที่ของของไหลในกรณีนี้เกิดขึ้นจากความแตกต่างของความหนาแน่นของของไหล

2.5.2.2 **การพาโดยการบังคับ** ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อของไหลมีความเร็วอยู่แล้วด้วยกลไกภายนอก เช่น พัดลม หรือสูบน้ำ เมื่อของไหลมีความเร็ว เราจะต้องทราบกลไกในการเคลื่อนที่ของของไหลก่อน โดยปกติเราจะแบ่งการไหลของของไหลออกเป็น 2 แบบคือ การไหลแบบราบเรียบ และการไหลแบบอลวน ในการไหลแบบราบเรียบซึ่งของไหลไหลเป็นชั้นๆขนานกัน ความร้อนจะถ่ายเทจากผิวของของแข็งโดยการนำ และถ่ายเทต่อๆกันไปในของไหล โดยการนำผ่านชั้นของของไหล ในกรณีของการไหลแบบอลวน ซึ่งของไหลเคลื่อนที่อย่างไม่มีระเบียบ มีการเคลื่อนที่ตั้งฉากกับทิศทางการไหลด้วย การเคลื่อนที่ของความร้อนส่วนใหญ่จะเกิดจากอนุภาคของของไหลที่ได้รับความร้อนมาแล้วเคลื่อนที่นำความร้อนไปยังที่อื่น ดังนั้นยิ่งการไหลเป็นแบบอลวนมากเท่าไรการเคลื่อนที่ของความร้อนก็จะยิ่งมากเท่านั้น

เนื่องจากการเคลื่อนที่ของความร้อนในการพาความร้อน มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเคลื่อนที่ของของไหล ดังนั้นก่อนที่จะศึกษากลไกของการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อน จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกลไกการเคลื่อนที่ของของไหลในบริเวณที่เกิดการถ่ายเทความร้อนเสียก่อน จะต้องรู้ว่าการเคลื่อนที่ของของไหลนั้น เป็นแบบราบเรียบหรือแบบอลวน และจะต้องรู้ว่าความเร็วและอุณหภูมิของของไหลเปลี่ยนแปลงอย่างไรในบริเวณที่เกิดการพาความร้อน

อัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาความร้อนคำนวณได้จากสมการข้างล่างนี้

$$q = h (Th - Tc)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการนี้ที่ใช้สำหรับการคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนโดยการพาในกรณีทั่วๆไป ปริมาณที่สำคัญที่สุดในในสมการนี้ก็คือ h (สัมประสิทธิ์การพาความร้อน)

ถ้ารู้ค่าของ h จะคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ จะเห็นว่ามีปริมาณต่างๆมากมายที่มีอิทธิพลต่อการพาความร้อน เช่น ลักษณะและการวางตัวของพื้นผิว ความเร็วของการไหล(ในกรณีของการพาโดยการบังคับ) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่พื้นผิวและของไหล(ในกรณีของการพาตามธรรมชาติ) เพราะปริมาณนี้จะทำให้เกิดการหมุนเวียนของของไหลขึ้น คุณสมบัติต่างๆของของไหล เช่น ความหนาแน่น ความหนืด ค่าการนำความร้อน ความร้อนจำเพาะ เป็นต้น การที่จะคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนได้ เราจะต้องรู้ว่า แต่ละปริมาณที่กล่าวมาแล้วนั้น มีอิทธิพลอย่างไรต่อค่าของ h วิธีการที่จะคำนวณหาค่า h จึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การจะหาสมการทั่วๆไปสมการเดียวมาใช้สำหรับคำนวณ h ให้ใช้ได้ในทุกกรณีนั้นยังทำไม่ได้

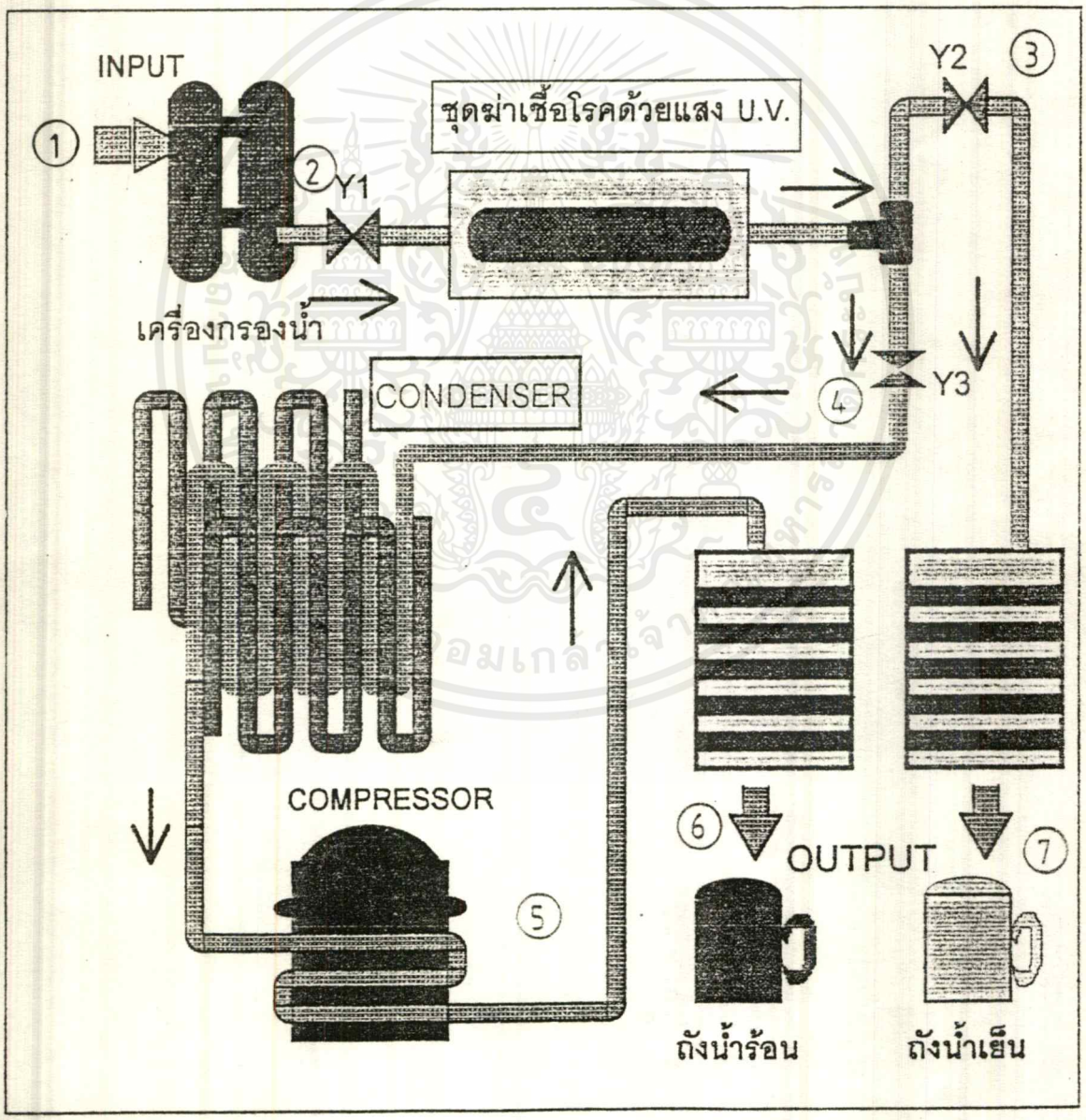
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบ
เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อน พร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสง UV.

ในระบบการทำงานของเครื่องต้นแบบดังกล่าวนั้น จะสามารถแยกเป็นส่วนสำคัญได้ดังนี้ คือ ชุดกรองน้ำ , ชุดฆ่าเชื้อโรค , ชุดเพิ่มอุณหภูมิน้ำและชุดลดอุณหภูมิน้ำ โดยแต่ละขั้นตอนถูกควบคุมโดยวงจรไฟฟ้า ให้มีระบบการทำงานเป็นไปตามขั้นตอน

จากระบบดังกล่าวสามารถนำเขียนเป็นขั้นตอนของการทำงานได้ดังรูป 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

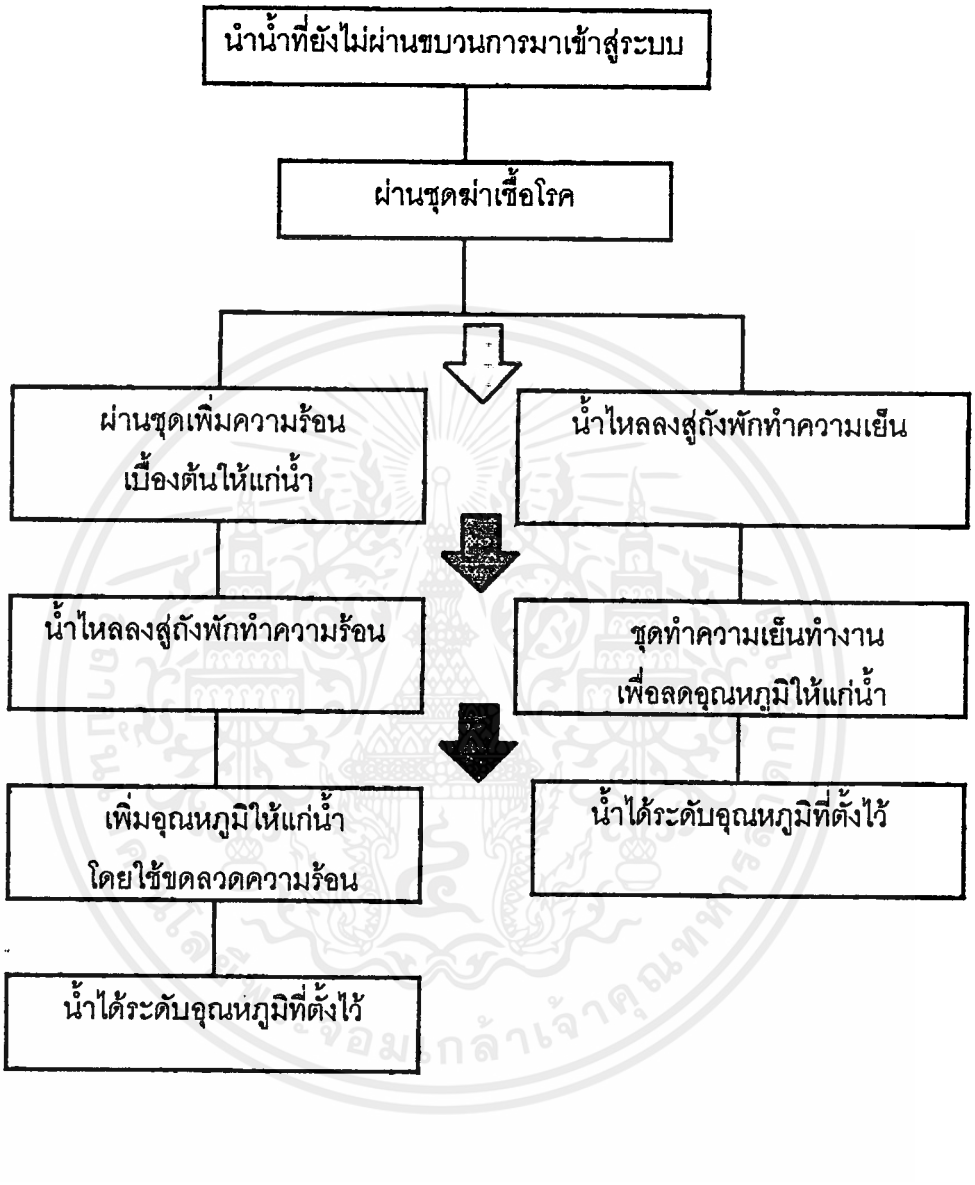
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการทำงานของเครื่อง

<u>อธิบายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจากรูป</u>

ขั้นตอนที่	อธิบายการทำงาน
1 → 2	เป็นกระบวนการการทำงานของชุดกรองน้ำโดยผ่านทั้ง 2 คอลัมน์ คือ ถังกรองคาร์บอนและถังกรองเรซิ่น โดยเป็นขั้นตอนการทำความสะอาดและปรับสภาพของน้ำในขั้นตอนแรกก่อนที่จะไปชุดฆ่าเชื้อโรค
2 → 3	ประกอบด้วยโซลีนอยล์วาล์ว 2 ตัว คือ Y1 และ Y2 และชุดฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี โดย Y1 เป็นโซลีนอยล์วาล์วตัวแรกที่คอยปิดเปิดน้ำเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค โดยจะทำงานร่วมกับ Y2 เพื่อเปิดให้น้ำที่ถูกฆ่าเชื้อโรคแล้วไหลผ่านไปยังถังพักน้ำเย็นที่พร้อมที่จะลดอุณหภูมิก่อนบริโภค
2 → 4	ประกอบด้วยโซลีนอยล์วาล์ว 2 ตัว คือ Y1 และ Y3 และชุดฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี โดย Y1 เป็นโซลีนอยล์วาล์วตัวแรกที่คอยปิดเปิดน้ำเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค โดยจะทำงานร่วมกับ Y3 เพื่อเปิดให้น้ำที่ถูกฆ่าเชื้อโรคแล้วไหลผ่านไปยังชุดเพิ่มความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) โดยถูกควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าที่คอยตรวจเช็คระดับน้ำในถังทำน้ำร้อน
3 → 7	ในส่วนนี้เป็นชุดทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิให้แก่น้ำ หลังจากที่ Y1 และ Y2 ทำงานเปิดน้ำผ่าน โดยในถังชุดทำความเย็นจะประกอบด้วย Evaporator ที่พันอยู่รอบถังดังกล่าว เพื่อให้ความความเย็นกระจายไปรอบๆถังของน้ำ และไปสิ้นสุดที่ก๊อกปิด-เปิด
4 → 5	เป็นส่วนการแสดงทำงานของชุดเพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำเบื้องต้นก่อนเข้าไปถังทำน้ำร้อนโดยใช้ขดลวดความร้อน(Heater) เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากขบวนการทำความเย็นคือ คอมเพรสเซอร์ และคอยล์ร้อน
5 → 6	หลังจากที่น้ำผ่านการเพิ่มความร้อนเบื้องต้นแล้วก็จะถูกส่งผ่านมายังถังทำความร้อนที่ประกอบด้วยขดลวดทำความร้อน และไปสิ้นสุดที่ยังทางออกที่มีก๊อกน้ำเป็นตัวปิด-เปิด

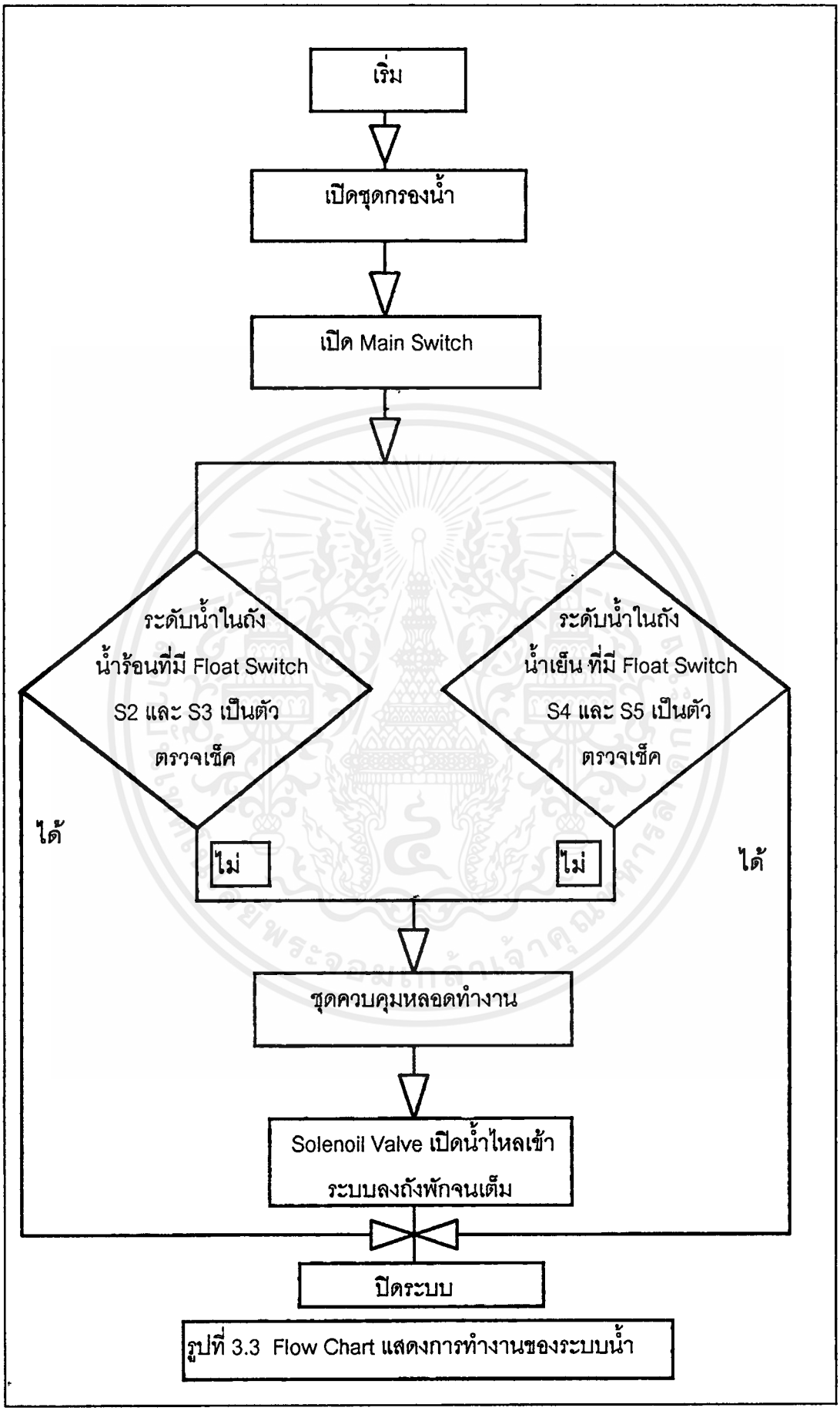
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่ม



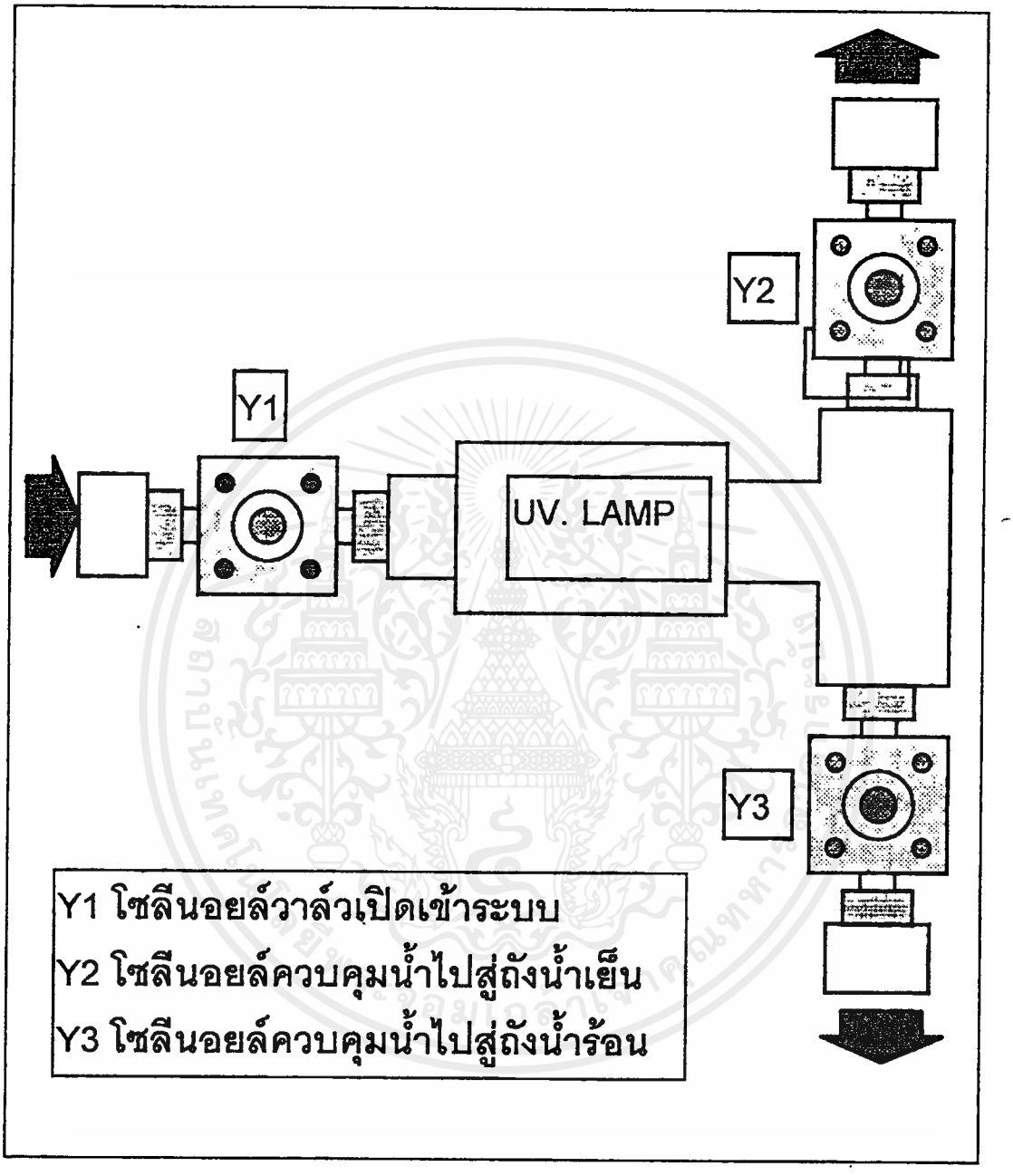
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Flow Chart แสดงการทำงานของระบบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรทางเดินของน้ำผ่านชุดฆ่าเชื้อโรคและโซลีนอยล์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบระบบทำความเย็น

กฎการทำความเย็น (Law of refrigeration)

1. ของเหลวจะดูดความร้อน ขณะที่ตัวมันเองเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊ส และจะคลายความร้อนเมื่อตัวมันเองเปลี่ยนสถานะจากแก๊สไปเป็นของเหลว

2. อุณหภูมิขณะเปลี่ยนสถานะจะคงที่ แต่อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงไปตามแรงดัน

3. ความร้อนจะเคลื่อนที่จากสิ่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสิ่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า (จากร้อนไปเย็น)

4. วัสดุที่ใช้สำหรับส่วนที่ทำความเย็น(Evaporating coil) และส่วนที่กลั่นตัว(Condensing coil) จะต้องมีคุณสมบัติเป็นตัวนำความร้อนที่ดี(High heat conductivity)

5. พลังงานภายในไม่มีการสูญเสียไปไหน เพียงแค่เปลี่ยนแปลงสภาพและสถานะเท่านั้น ความร้อนก็เช่นกันไม่สามารถสร้างขึ้นหรือถูกทำลายได้ ที่เราทำได้ก็เพียงเปลี่ยนสถานที่ให้เท่านั้น

ระบบทำน้ำเย็น (Water cooler)

ระบบทำน้ำเย็น ในโครงงานจะทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำลงเพื่อจะให้ได้น้ำเย็นที่เหมาะสำหรับการดื่ม โดยน้ำที่ได้จะต่อจากท่อประปาโดยตรง และเมื่อมีผู้มาดื่มน้ำจนระดับน้ำลดลงจนถึงระดับที่ได้ตั้งไว้ น้ำจากท่อประปาก็จะไหลเข้ามาทดแทนแทนระดับน้ำที่พร่องลงไป

หลักการทำงานของระบบทำความเย็น

ก่อนที่จะทำน้ำดื่มให้เย็นนั้นน้ำจะมีอุณหภูมิประมาณ 75 $^{\circ}$F (24 $^{\circ}$C) และเมื่อทำให้น้ำเย็นแล้วจะมีอุณหภูมิประมาณ 50 $^{\circ}$F(10 $^{\circ}$C) ระบบการทำงานจะเริ่มจากมอเตอร์คอมเพรสเซอร์แบบเฮอร์เมติก จะอัดสารทำความเย็นส่งไปยังเครื่องควบแน่น ซึ่งมีพัดลมช่วยในการระบายความร้อน สารทำความเย็นที่ใช้ในระบบจะเป็นชนิด R12 ตัวควบคุมสารทำความเย็น จะเป็นชนิดท่อแคปปิลลารี่ทิ้ว ส่วนอีแวปปอเรเตอร์จะเป็นท่อขดอยู่ภายนอกถังบรรจุน้ำที่จะทำความเย็นและเชื่อมติดแน่นเพื่อให้มีการถ่ายเทดูดรับปริมาณความร้อนจากน้ำได้เป็นอย่างดี และจะมีฉนวนกั้นความร้อนหุ้มโดยรอบอีกชั้นหนึ่งตรงบริเวณถังบรรจุน้ำเย็นนี้เพื่อป้องกันมิให้ความร้อนจากอากาศภายนอกแทรกซึมเข้ามาในระบบ เทอร์โมสตัทจะเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ควบคุมระดับอุณหภูมิของน้ำในถังให้อยู่ที่ 50 $^{\circ}$F(10 $^{\circ}$C) หรือมากน้อยแล้วแต่ความต้องการของผู้ใช้ ในขณะที่น้ำในถังยังมีอุณหภูมิสูง มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อนเครื่องควบแน่นจะเริ่มทำงาน ทำให้น้ำในถังมีอุณหภูมิลดต่ำลงจนถึงจุดที่ตั้งเทอร์โมสตัทไว้ เทอร์โมสตัทจะหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์และพัดลมระบายความร้อน เมื่อน้ำเย็นถูกใช้ดื่มไปจนลดลงถึงระดับที่ตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ลูกลอยไว้(ลูกลอยตัวล่าง) สวิตช์ลูกลอยจะต่อวงจรสั่งให้วาล์วของโซลินอยด์เปิดออก เพื่อให้น้ำจากท่อประปาไหลผ่านเข้ามาในระบบ โดยผ่านระบบการกรองในขั้นที่ 1 และผ่านระบบการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีในขั้นที่ 2 แล้วจึงผ่านมายังถังพักน้ำเย็น โดยโซลินอยด์วาล์วจะปล่อยให้น้ำไหลเข้ามายังถังพักเรื่อยๆจนระดับน้ำถึงระดับที่ ตั้งไว้ที่สวิตช์ลูกลอยตัวบน สวิตช์ลูกลอยก็จะตัดวงจรออก วาล์วของโซลินอยด์ก็จะปิดทำให้น้ำหยุดไหลเข้าระบบ น้ำที่ไหลเข้ามาแทนที่จะเป็นน้ำที่มีอุณหภูมิสูงฉะนั้น เทอร์โมสตัทจะเริ่มต่อให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และพัดลมระบายความร้อนให้ทำงานอีกครั้งหนึ่ง เป็นอยู่เช่นนี้ตลอดเวลา

ภาระสำหรับระบบทำน้ำเย็น

ภาระสำหรับระบบทำน้ำเย็นจะประกอบด้วยความร้อน 2 ประเภท คือ

1. ความร้อนจากภาระโดยตรง ซึ่งจะต้องถ่ายเทออกจากน้ำดื่มที่มีอุณหภูมิประมาณ 75 °F(24 °C) ลดลงเหลือประมาณ 50 °F(10 °C)

2. ความร้อนที่แทรกซึมผ่านภาชนะบรรจุน้ำ เพราะระบบทำน้ำเย็นตั้งอยู่ในระดับที่มีอุณหภูมิปกติของที่ทำงาน โดยทั่วไปตั้งแต่ประมาณ 78 °F(25 °C) จนถึงประมาณ 85 ° F(30 °C)

ปริมาณน้ำเย็นที่ใช้ดื่มของผู้ปฏิบัติงานจะแตกต่างกันไปตามลักษณะงาน ตารางที่ 3.1 จะบอกอัตราการดื่มน้ำของผู้ปฏิบัติงานแต่ละประเภท และบอกถึงระดับอุณหภูมิของน้ำที่ดื่ม โดยน้ำ 1 แกลลอน จะเท่ากับ 8.337 ปอนด์ หรือเท่ากับ 3.788 ลิตร.

Usage	Final Temp. Required °F.	Total Amount of Water Used and Wasted
1. Office Building—Employees	50	⅛ gallon per hour per person
2. Office Building—Transients	50	½ gallon per hour for each 250 persons per day
3. Light Manufacturing	50 to 55	⅛ gallon per hour per person
4. Heavy Manufacturing	50 to 55	¼ gallon per hour per person
5. Restaurant	45 to 50	1/10 gallon per hour per person
6. Cafeteria	45 to 50	1/12 gallon per hour per person
7. Hotels	50	½ gallon per day per room (14 hr. day)
8. Theaters	50	1 gallon per hour per 75 seats
9. Stores	50	1 gallon per hour per 100 customers per hour
10. Schools	50 to 55	⅛ gallon per hour per student
11. Hospitals	45 to 50	1/12 gallon per day per bed

Note—Total amount of water used and wasted varies with type of installation and kind of service This table will serve as a basis for determining cooler capacity required.

ตารางที่ 3.1 อัตราการดื่มน้ำเย็นของผู้ปฏิบัติงานแบบต่างๆ ที่กำหนดโดย Temprite, Eaton Corp.

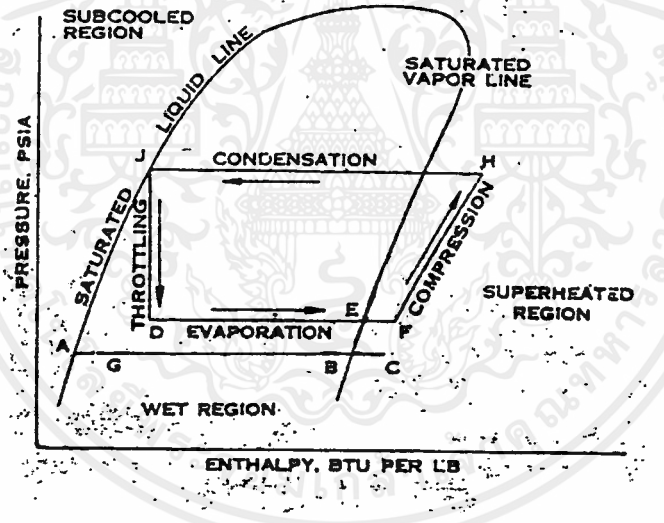
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P-H ชาร์ท

P-H ชาร์ทเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน (Pressure) และเอ็นทาลปี้ (Enthalpy) หรือความร้อน (Heat content) ที่มีอยู่ P-H ชาร์ทจะเป็นแผนภูมิที่อธิบายการทำงานของเครื่องเย็นในสภาพต่างๆกัน

การเขียนเส้นโค้ง(Curve)ของ P-H ชาร์ทนั้นเขียนมาจากการหาค่าของแรงดัน (PressureหรือP) กับอุณหภูมิ (Saturated temperature เป็นองศา °F) และการหาค่า เอ็นทาลปี้ (Enthalpy หรือ H) กับอุณหภูมิ(Saturated temperature เป็นองศา °F) แล้วเอาค่า Pและ H มาเทียบกัน.

ตามรูปที่ 3.5 แกนตั้งบน P-H ชาร์ท จะเป็นแกนของแรงดันคงที่ (Constant pressure) แกนนอนจะเป็นแกนของเอ็นทาลปี้



รูปที่3.5 P-H ชาร์ท

เส้นของเหลวอิ่มตัว (Saturated liquid) เป็นเส้นที่สร้างมาจากแรงดันและเอ็นทาลปี้ของของเหลวอิ่มตัว(Saturated liquid) คือเส้นที่สารทำความเย็นจะเป็นของเหลว เส้นไออิ่มตัว (Saturated vapor) เป็นเส้นที่สร้างมาจากแรงดันและเอ็นทาลปี้ของไออิ่มตัว (Saturated vapor) คือเส้นที่สารทำความเย็นจะเป็นแก๊ส.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บน P-H ชาร์ทจะถูกแบ่งด้วยเส้นของเหลวอิ่มตัวและเส้นไออิ่มตัว ออกเป็น 3 ส่วน คือพื้นที่ที่เป็นซับคูล (Subcooled), พื้นที่ที่เป็นความร้อนยวดยิ่งหรือซูปเปอร์ฮีท (Superheated) และพื้นที่ที่เรียกว่า Wet หรือพื้นที่ผสม(Mixture) ซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่สารทำความเย็นอยู่ในสภาวะแก๊สและของเหลวผสมกัน.

การทำงานของระบบเครื่องทำความเย็นโดยการอ่านจาก P-H ชาร์ท

ตามรูป **3.5** เมื่อสารทำความเย็นจากท่อสารทำความเย็นเหลว (Liquid line) ถูกส่งผ่านเข้าตัวควบคุมสารทำความเย็น(ตามชาร์ทจะเริ่มจากจุด J) และสารทำความเย็นเหลวจะถูกลดแรงดันลงเรื่อยๆจนถึงจุด D สารทำความเย็นจะเริ่มระเหยในช่วง J-D จึงเป็นช่วงการปิดเปิดของตัวควบคุมสารทำความเย็น (Throttling) จากจุด D เป็นต้นไปสารทำความเย็นจะเริ่มระเหย (Evaporate) และจะเริ่มดูดความร้อนจากอากาศหรือของที่แช่ในอีแวปปอเรเตอร์ ช่วงนี้จะเห็นได้ว่าแรงดันจะคงที่แต่ BTU./lb จะเพิ่มขึ้น สารทำความเย็นจะระเหยจนกระทั่งกลายเป็นแก๊สหมดที่จุด E ซึ่งตัดกับเส้นไออิ่มตัว ดังนั้นจุด E จึงเป็นจุดที่เป็นทางดูด(Suction) ของคอมเพรสเซอร์.

ดังนั้นช่วง D-E จึงเป็นช่วงที่สารทำความเย็นเหลวระเหย และจะดูดความร้อนจากอีแวปปอเรเตอร์และโหลด (Load)ต่างๆ ในโครงงานนี้ก็คือน้ำที่ต้องการลดอุณหภูมิลงนั้นเอง จึงเรียกว่าเป็นช่วงผลของการทำความเย็น (Refrigeration effect) ซึ่งเป็นช่วงที่นำไปใช้งานจริงๆ จุด E ซึ่งเป็นจุดที่ตัดไออิ่มตัวนั้น สารทำความเย็นจะกลายเป็นแก๊สหมดและแก๊สจะวิ่งเข้าคอมเพรสเซอร์ ในทางปฏิบัติจริงแก๊สจะมีความร้อนรอบๆตัวในท่อทางดูด ดังนั้นความร้อนที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า ความร้อนยวดยิ่งหรือซูปเปอร์ฮีท ซึ่งค่าความร้อนยวดยิ่งนี้จะแสดงใน P-H ชาร์ทช่วง E-F.

เมื่อสารทำความเย็นถูกดูดเข้าคอมเพรสเซอร์ทางด้านดูด แล้วคอมเพรสเซอร์จะอัดสารทำความเย็นแก๊สให้มีแรงดันสูงขึ้น ซึ่งจะแสดงในช่วง F-H ในรูป P-H ชาร์ท เรียกว่าความร้อนจากการอัด (Heat of compression) เมื่อสารทำความเย็นถูกอัดให้มีแรงดันสูงและอุณหภูมิของสารทำความเย็นแก๊สจะสูงด้วยแล้วจะผ่านไปยังเครื่องควบแน่นและเริ่มจะกลั่นตัวเป็นของเหลวในช่วงนี้แรงดันจะคงที่ แสดงใน P-H ชาร์ทช่วง H-J ขณะที่สารทำความเย็นแก๊สกลั่นตัว ความร้อนที่ดูดมาจากอีแวปปอเรเตอร์รวมกับความร้อนยวดยิ่งและความร้อนจากการอัดของคอมเพรสเซอร์ จะถ่ายเทให้กับน้ำหรืออากาศที่เป็นตัวกลางในการระบายความร้อนของเครื่องควบแน่น และจะทำให้สารทำความเย็นแก๊สกลั่นตัวเป็นสารทำความเย็นเหลว และสารทำความเย็นจะเป็นของเหลวหมดที่จุด J ใน P-H ชาร์ท และจะเริ่มผ่านเข้าตัวควบคุมสารทำความเย็นต่อไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปแล้วระบบการทำงานของเครื่องทำความเย็นที่แสดงบน P-H ชาร์ท จะมีเส้น 4 เส้นที่แสดงกระบวนการทำงานของเครื่องทำความเย็น ตามรูป 3.5

1. เส้นในแนวนอนเส้นล่าง แสดงถึงกระบวนการระเหย (Evaporating process) ได้แก่ ช่วง D ถึง E

2. เส้นในแนวนอนเส้นบน แสดงถึงกระบวนการกลั่นตัว (Condensing process) ได้แก่ ช่วง H ถึง J

3.เส้นในแนวตั้งฉากที่เอ็นทาลปี้คงที่ แสดงกระบวนการควบคุมสารทำความเย็น(Throttling process) ผ่านตัวควบคุมสารทำความเย็น (ท่อแคปปิลลารี่ ทิ้ว) ได้แก่ ช่วง J ถึง D

4. เส้นสุดท้ายจะแสดงถึงกระบวนการอัด (Compression process) ได้แก่ ช่วง F ถึง H

ผลที่ได้จากการทำความเย็น (Refrigeration effect)

ช่วงที่นำไปใช้งานจริงๆ คือช่วง D-F เป็นส่วนที่ได้ประโยชน์โดยตรงในระบบการทำงานเป็นส่วนที่จะดูดความร้อนไป เรียกช่วงนี้ว่า ผลที่ได้จากการทำความเย็น (Refrigeration effect)

ความร้อนยวดยิ่งหรือซูปเปอร์ฮีท (Super heat)

ที่จุด E เป็นจุดไออิ่มตัว คือสารทำความเย็นระเหยในอีแวปปอเรเตอร์หมดและกลายเป็นไอเข้าคอมเพรสเซอร์ แต่โดยทางปฏิบัติแก๊สที่จะเข้าคอมเพรสเซอร์จะไม่เป็นไออิ่มตัวแต่จะต้องเป็นไอร้อนยวดยิ่ง (Superheat gas) ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้คอมเพรสเซอร์ชำรุดเสียหายได้ ดังนั้นจุดเริ่มต้นของความร้อนที่เกิดจากการอัดจึงเลื่อนไปเป็นจุด F ดังนั้นช่วง E-F ก็คือซูปเปอร์ฮีทหรือความร้อนยวดยิ่งนั้นเอง

ซับคูล (Sub cooled)

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการซับคูล คือ การลดความร้อนของสารทำความเย็นเหลว ให้ต่ำลงก่อนที่จะส่งเข้าไปยังตัวควบคุมสารทำความเย็น โดยผ่านท่อสารทำความเย็นเหลวเข้าไปในตัวกลางที่เย็นกว่า การซับคูลจะให้ผลที่ได้จากการทำความเย็นดีขึ้น (คือมี Refrigeration effect สูงขึ้น) ดังนั้นถ้าดูตาม P-H ชาร์ทเมื่อมีการซับคูล จุด J จะเลื่อนตามเส้นขนานแนวนอนไปทางซ้ายมือ (แรงดันเท่าเดิมแต่เอ็นทาลปี้ลดลง) และเมื่อผ่านตัวควบคุมสารทำความเย็น(Throtting) แล้วจุด D จะเลื่อนไปทางซ้ายมือด้วย นั้นคือจะทำให้ระยะ D-F (ซึ่งเป็น Refrigeration effect) สูงขึ้น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้ P-H ชาร์ท หาค่าต่างๆในระบบนั้น จะขอพิจารณาถึงระบบทำความเย็นที่มีรายละเอียดต่างๆดังนี้

1. ไม่มีแรงดันตกในอีแวปปอเรเตอร์ และเครื่องควบแน่น.

2. ไม่มีการสูญเสียในระบบการอัด.

3. สารทำความเย็นที่ออกจากอีแวปปอเรเตอร์เข้าคอมเพรสเซอร์ มีสถานะเป็นแก๊ส.

4. สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องควบแน่น มีสถานะเป็นของเหลว.

<u>การคำนวณในระบบการทำความเย็นเบื้องต้น</u>

จาก P-H ชาร์ท (รูปที่ 3.6) กำหนดให้จุด

J ของ P-H ชาร์ทเป็น h1, D ของ P-H ชาร์ทเป็น h2 , F ของ P-H ชาร์ทเป็น h3 ,

H ของ P-H ชาร์ทเป็น h4 : โดยจาก

h1-h2 แทน Throttling process

h2-h3 แทน Evaporation at constant pressure process

h3-h4 แทน Compression process

h4-h1 แทน Condensation at constant pressure process

พิจารณาระบบ

1. Refrigeration effect or Heat absorb

Q(evaporator) = h3 - h2 Btu/lb.

2.Refrigerant flow (จาก 1ton = 200 Btu/min)

$$\text{Refrigerant flow} = \frac{200 * \text{ton}}{h3 - h2} \quad \text{lb./min}$$

3. Heat reflected during condensation

Q(condenser) = h4 - h1 Btu/lb.

4. Q(net) or Work(net)

Q(net) = h4 - h3 Btu/lb.

$$\text{Total work input at compressor} = \frac{200}{h3 - h2}(h4 - h3) * \text{ton} * \frac{1}{42.4} \quad \text{HP.}$$

5. COP (Coefficient of performance)

COP = Q(in) / Q(net)

= (h3 - h2) / (h4 - h3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. HP. per ton

$$\text{HP. per ton} = 4.717 \frac{(h4 - h3)}{(h3 - h1)} \quad \text{HP. / ton}$$

7. Btu. ของระบบ

$$\text{Btu.} = \text{lbs} * \text{Sp.H} * \text{T.D.}$$

lbs = จำนวนภาระทั้งหมด มีหน่วยเป็น ปอนด์

Sp.H= ความร้อนจำเพาะ ในโครงงานนี้คือความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า = 1

T.D. = อุณหภูมิที่แตกต่าง ในโครงงานนี้คือความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำเข้าและน้ำออก มีหน่วยเป็น $^{\circ}F$

<u>การคำนวนภาระของระบบ</u>

1. ภาระโดยตรง

จากตารางที่ 3.1 เลือก Usage ลำดับ 10 (School) เลือกอุณหภูมิน้ำที่ต้องการ เป็น 50 $^{\circ}F$ โดยมีอัตราการดื่มน้ำเป็น 1/8 Gallon per hour per students

ทำ 1/8 Gallon ให้เป็น lb. โดย 1 Gallon = 8:337 lbs.

$\therefore$ 1/8 Gallon = 1/8 * 8.337 = 1.04 lbs.

ให้จำนวน นักศึกษา เป็น 100 คน

$\therefore$ 1.04 * 100 = 104 lbs.

2. ภาระที่เกิดจากความร้อนแทรกซึมผ่านภาชนะบรรจุน้ำ.

ในโครงงานนี้จะมีฉนวนกั้นความร้อนที่จะแทรกซึมเข้ามาภายในระบบ ล้อมรอบถังน้ำเย็นตลอดทั้งถัง จึงทำให้ความร้อนที่จะซึมผ่านเข้ามายังระบบเนื่องจากภาระส่วนที่ 2 นี้มีค่าน้อยมาก จึงไม่ขอนำภาระในส่วนนี้มาคำนวณ.

จากสูตร Btu. = lbs * Sp.H. * T.D.

เมื่อ lbs = 104 lbs.

Sp.H.= 1

T.D. = อุณหภูมิน้ำประปา - อุณหภูมิน้ำเย็น = 75 $^{\circ}F$ - 50 $^{\circ}F$

= 25 $^{\circ}$

แทนค่าต่างๆ ลงในสูตร

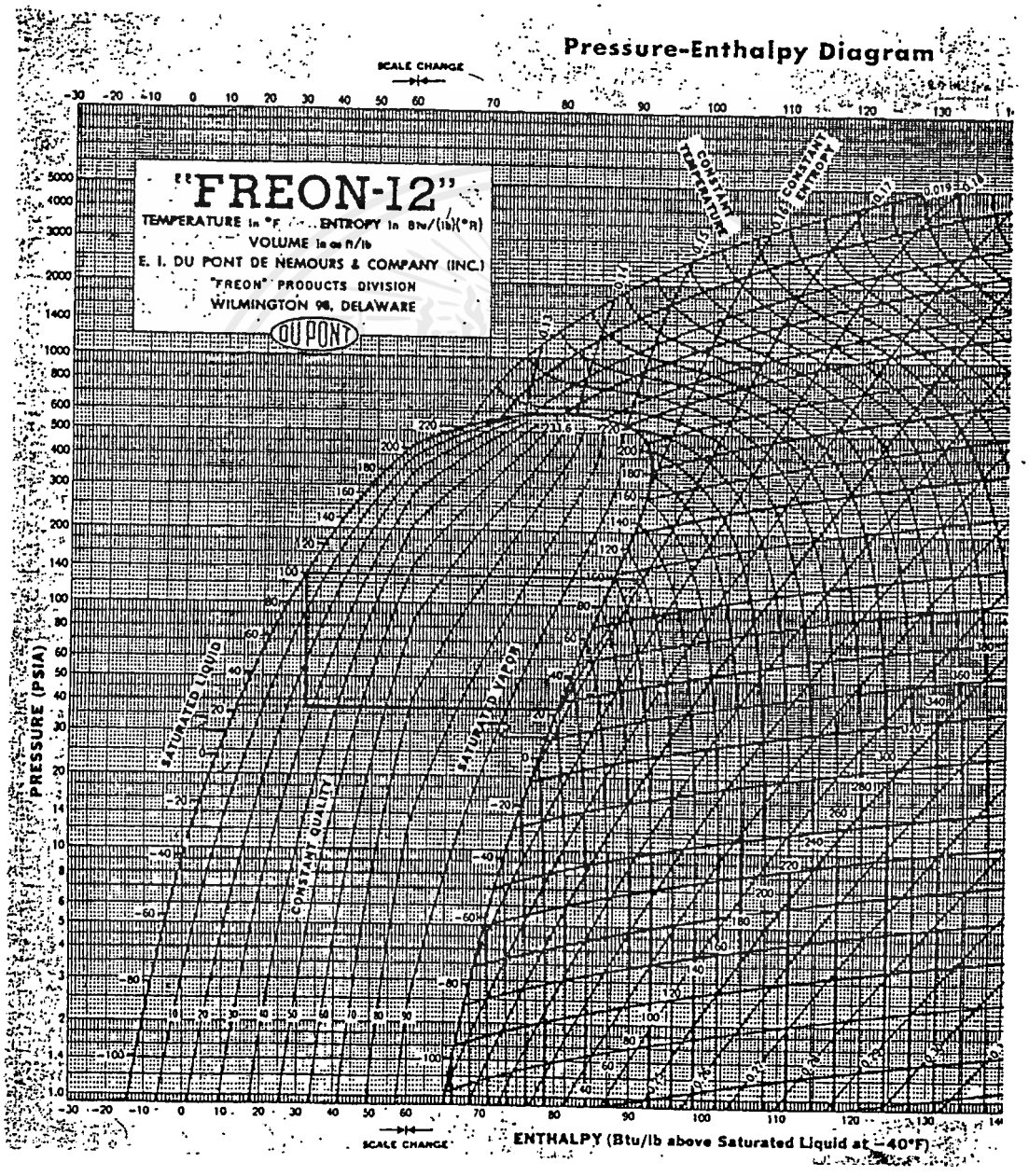
Btu. = 104 * 1 * 25

= 2,600 Btu.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำเป็นตัน = 2,600 / 12,000

= 0.2166 ton



รูปที่ 3.6 P-H ชาร์ท ของ FREON-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณโดยการใช้ P-H ชาร์ท

จากรูป P-H ชาร์ท (รูปที่ 3.6)

กำหนดให้

1. อุณหภูมิของ เครื่องควบแน่น = 100 ^{o}F

2. อุณหภูมิของ อีแวปปอเรเตอร์ = 25 ^{o}F

-ลากเส้นจากจุด 25 ^{o}F จากเส้น Saturated liquid ไปจนถึงเส้น Saturated vapor

-ลากเส้นจากจุด 100 ^{o}F จากเส้น Saturated liquid ไปจนถึงเส้น Saturated vapor เช่นกัน (เส้น 2 เส้นแรกนี้ จะขนานกับแกน Enthalpy)

-จากจุด 100 ^{o}F ที่เส้นSaturated liquid ลากเส้นตามแนวแกน Pressure ลงมาเรื่อยๆจนบรรจบกับเส้นที่ขนานกับแกน Enthalpy ที่ 25 ^{o}F

-และจากจุด 25 ^{o}F ที่เส้นSaturated vapor ลากเส้นขนานตามเส้นConstant entropy ขึ้นไปจนบรรจบกับเส้นที่ขนานกับแกน Enthalpy ที่ 100 ^{o}F

-จะได้วัฏจักรการทำงานของระบบทำความเย็นนี้

จากรูป P-H ชาร์ท (รูปที่ 3.6) จากจุด h1,h2,h3,h4. ลากเส้นตรงขนานกับแกน Pressure]ลงมาจนกระทั่งตัดกับแกน Enthalpy จะได้ค่าต่างๆดังนี้

h1 = 31 Btu./lb. , h2 = 31 Btu./lb. , h3 = 79 Btu./lb. ,h4 = 90 Btu./lb.

-คำนวณหาค่า Refrigerant effect

Q(evaporator) = h3 - h2

= 79 - 31

= 48 Btu./lb.

-คำนวณหาค่า Refrigerant flow

Refrigerant flow = 200 * ton / (h3 - h2)

= 200 * 0.2166 / 48

= 0.9025 lb./min.

-คำนวณหาค่า Heat reflected during condensation

Q(condenser) = h4 - h1

= 90 - 31

= 59 Btu./lb.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-คำนวณหาค่า Q(net)

Q(net) = h4 - h3

= 90 - 79

= 11 Btu./lb.

-คำนวณหาค่า Total work input at compressor

$$\text{Total work} = \frac{200\,(h4 - h3)\ \text{ton} * 746}{h3 - h2 \qquad 42.6}$$

$$= \frac{200\,(110)\ 0.2166 * 746}{48 \qquad 42.6}$$

= 173.84 Watts.

-คำนวณ Coefficient of performance

COP. = (h3 - h2) / (h4 - h3)

= 48/11

= 4.363

-คำนวณหาค่า H.P. per ton

H.P. per ton = 4.717 (h4 - h3) / (h3 - h1)

= 4.717 (11) / (79 - 31)

= 1.0809 H.P. per ton

เนื่องจากระบบนี้มีขนาด 0.2166 ton

H.P. = 1.0809 * 0.2166

= 0.234 H.P.

ทำเป็น Watt

Watt = 0.234 * 746

= 174.65 Watts.

≈ 1/4.2 H.P.

∴ ในระบบนี้จึงเลือกใช้ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ขนาด 1/4 H.P.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วงจรควบคุมการทำงาน

ในการควบคุมให้เครื่องทำน้ำดื่มและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอัลตร้าไวโอเลตทำงานเป็นไปตามกระบวนการตลอดจนขั้นตอนอย่างต่อเนื่องและถูกต้องนั้น ซึ่งโดยแต่ละส่วนก็มีขั้นตอนและการควบคุมที่แตกต่างกันดัง โดยจะสามารถแบ่งการควบคุมออกเป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

4.1 ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของตู้ ที่ประกอบไปด้วยวงจรทางไฟฟ้าของชุดควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกันอยู่ภายในตู้

4.2 ชุดวงจรควบคุมหลอดอุลตร้าไวโอเลต

4.3 ชุดควบคุมขดลวดความร้อน

4.4 ชุดควบคุมระบบทำน้ำเย็น

โดยแต่หัวข้อที่กล่าวถึงสามารถนำเขียนเป็นวงจรและอธิบายโดยละเอียดพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงวงจรในแต่ละส่วนต่อไปนี้

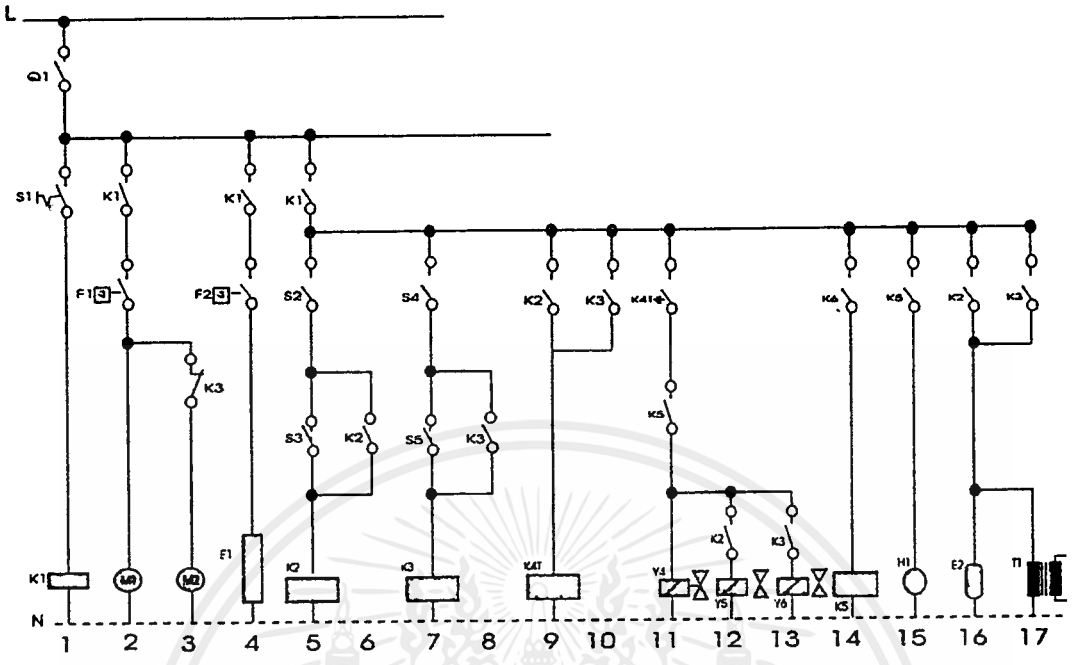
4.1ชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในตู้ ในการควบคุมให้เครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี ทำงานตามขั้นตอนจะใช้อุปกรณ์ประเภท Magnetic Relay มาเป็นตัวควบคุมในวงจรไฟฟ้า โดยมีวงจรแบบแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1 โดยแบบแสดงการทำงานโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. **แบบแสดงการทำงานของวงจรกำลัง** (Power circuit) แบบชนิดนี้ เป็นการนำเอาเฉพาะของวงจรกำลังมาเขียนเท่านั้น ดังนั้นอุปกรณ์บางชิ้นจึงตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวออก เช่น โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) จะไม่เขียนส่วนที่เป็นคอนแทค (Contact) ซึ่งใช้สำหรับวงจรควบคุม

2. **แบบแสดงการทำงานของวงจรควบคุม** (Control circuit) แบบนี้ได้จากการจับต้นและปลายของวงจรควบคุมใบแบบงานจริงยืดออกเป็นเส้นตรง สายแยกต่างๆจะเขียนในแนวดิ่งและแนวระนาบเท่านั้น ส่วนประกอบของอุปกรณ์จะนำมาเขียนเฉพาะส่วนที่ใช้ในวงจรควบคุมเท่านั้น คอนแทคของรีเลย์สามารถเขียนแยกกันอยู่ตามส่วนต่างๆของวงจรได้

อนึ่งในวงจรโดยทั่วไปที่นิยมใช้เขียนและใช้งาน โดยใช้วงจรในลักษณะข้างต้นจะเป็นวงจรที่ใช้กับระบบไฟ 3 เฟส แต่ในระบบไฟ 1 เฟส ก็สามารถนำมาใช้ได้ และเนื่องจากที่โครงงานนี้เป็นการทำงานของอุปกรณ์ในระบบไฟ 1 เฟส เท่านั้น จึงได้นำเอาส่วนของวงจรไฟฟ้าที่เป็นส่วนวงจรควบคุมและวงจรกำลังมารวมกันไว้เป็นวงจรเดียวกันดังที่แสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงวงจรชุดควบคุมระบบไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในตู้

<u>รายการอุปกรณ์</u>

Q1 Circuit Breaker

F1,F2 Thermostat

K1 Main Relay (15 A.)

k2,K2,K3 Relay (5 A.)

K4T Timer Relay

K6 Relay From Electronic Circuit

Y1,Y2,Y3 Solenoid Valve

E1 Heater

E2 UV. Lamp

T1 Transformer

H1 Signal Lamp

S1 ON-OFF Switch

S2,S4 Float Switches (Limit high water level)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S3,S5 Float Switches (Limit low water level)

M1 Compressor

M2 Fan Motor

ในวงจรที่ใช้โครงงานนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ทำงานทางไฟฟ้าดังที่จะกล่าวถึงโดยแยกออกเป็นส่วนๆที่สำคัญ ดังนี้

รีเลย์ (Relay) คือสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม เช่น คอล์ยของคอนแทคเตอร์ รีเลย์ ตัวอื่นๆ โซลีนอยด์ (Solenoids) และก็ใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรกำลังขนาดเล็ก ซึ่งจะต่างกับ คอนแทคเตอร์ (Contractor) ที่ใช้กับวงจรไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังของไฟฟ้าสูงกว่า

รีเลย์ตั้งเวลา (Timer relay) เป็นรีเลย์ที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของคอนแทคเตอร์ได้ มีหลายชนิด แบ่งตามชนิดการทำงานของคอนแทคมี 2 แบบคือ

1. หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟเข้า เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา คอนแทคจะอยู่ในตำแหน่งเดิมก่อน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วคอนแทคจึงจะเปลี่ยนไปที่สภาวะตรงข้าม และจะค้างในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับคอยล์

2. หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟออก เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลาคอนแทคจะเปลี่ยนสภาวะทันที หลังจากที่เอาไฟออกจากขดลวดแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้ คอนแทคจึงจะกลับมาอยู่ในสภาวะเดิม รีเลย์ตั้งเวลาแบบอิเลคทรอนิกส์ และแบบใช้มอเตอร์ขับไม่สามารถทำงานแบบนี้ได้

โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) จัดเป็นสวิตช์ชนิดหนึ่ง โดยมีการงานโดยอาศัยไฟฟ้ามาเป็นตัวจ่ายเลี้ยงคอยล์เพื่อที่จะไปเปิดหรือปิดวาล์วทางกล โดยทั่วไปแล้วโซลีนอยด์วาล์วนำมาใช้ในงานที่ต้องการควบคุมของไหล อาทิเช่น น้ำ น้ำมัน และของเหลวต่างๆ และก็นำมาใช้ในงานควบคุมลมในระบบนิวเมติค (Pneumatic) ด้วย

จากวงจรแสดงการทำงาน (Schematic diagram) จะสามารถแยกออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

4.1.1 วงจรแสดงการทำงานของชุดทำความเย็น

4.1.2 วงจรแสดงการทำงานของชุดทำความร้อน

4.1.3 วงจรแสดงการทำงานของระบบน้ำและระบบแสงยูวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของทั้ง 3 วงจร

4.1.1 วงจรแสดงการทำงานของชุดทำความเย็น

เมื่อเปิด Circuit Breaker Q1 เพื่อจ่ายไฟไปป้อนให้แต่ละระบบ พร้อมกับกดสวิทช์ S1 (ที่ด้านหน้าเครื่อง) รีเลย์ K1 จะทำงาน โดยรีเลย์ K1 เป็นรีเลย์หลัก (Main Relay) ของวงจรไฟฟ้า รีเลย์ K1 ในวงจรจะมีพิกัดกระแสสูงถึง 15 AMP หลังจากที่จ่ายไฟเข้าคอยล์ให้ รีเลย์ K1 ทำงาน คอนแทค (Contact) ภายในตัว K1 จะต่อวงจรจากปกติเปิดมาเป็นต่อวงจรไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมารออยู่ที่เทอร์โมสตัท (Thermostat) F1 โดย F1 จะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าโดยถูกควบคุมโดยอุณหภูมิ ในกรณีที่ความเย็นที่คอยล์เย็นของชุดความเย็น อุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งค่าเอาไว้ F1 ก็จะต่อวงจรให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมายังคอมเพรสเซอร์ทำให้ระบบความเย็นทำงาน ในขณะเดียวกันในแถวที่ 3 ก็จะมีกระแสไหลผ่านคอนแทคปกติปิด K3 และผ่านมายังมอเตอร์พัดลมด้วย จากวงจรคอนแทคปกติปิด K3 ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรมอเตอร์พัดลมในระบบระบายความร้อนให้กับคอนเดนเซอร์ (Condenser) ในกรณีที่มีน้ำไหลผ่านในท่ออะลูมิเนียมซึ่งถูกคอนเดนเซอร์ประกบอยู่เพื่อใช้ในขบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) ให้แก่น้ำก่อนที่จะไปผ่านกระบวนการต้ม(Heating) เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ในกรณีที่มีน้ำไหลผ่านคอนเดนเซอร์ รีเลย์ K3 ก็จะทำงาน จึงทำให้คอนแทคปกติปิดเปิดวงจรออก มีผลทำให้พัดลมไม่ทำงาน ในทางกลับกันถ้าไม่มีการเติมน้ำเข้าถัง รีเลย์ K3 ก็จะไม่ทำงานดังนั้นพัดลมก็จะถูกต่อวงจรครบในกรณีที่วงจรชุดทำความเย็นทำงาน

4.1.2 วงจรแสดงการทำงานของชุดทำความร้อน

หลังจากที่เปิดสวิตช์ของเซอร์กิตเบรคเกอร์และสวิตช์ S1ก็จะมีกระแสไหลผ่านในแถวที่ 1 คอนแทคปกติเปิด K1 ก็จะต่อวงจรให้กระแสไหลผ่านไปยัง เทอร์โมสตัทที่ควบคุมอุณหภูมิความร้อนให้แก่ระบบทำน้ำร้อน ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้เทอร์โมสตัทก็จะต่อวงจรให้ฮีทเตอร์(Heater) ทำงานต่อไปจนได้อุณหภูมิของน้ำตามที่ได้กำหนดไว้

4.1.3 วงจรแสดงการทำงานของระบบน้ำและระบบแสง UV.

การทำงานของทั้งสองส่วนนี้เริ่มตั้งแต่แถวที่ 5 ถึงแถวที่ 17 ในวงจร ซึ่งมีการทำงานดังนี้ หลังจากที่เปิดวงจรไฟฟ้าให้แก่ระบบ คอนแทคปกติปิด K1 ก็จะต่อวงจรให้กระแสไหลในวงจรแต่ละแถวโดยอุปกรณ์ทุกตัวจะถูกควบคุมโดยรีเลย์ K2 และ K3 อีกทีหนึ่งโดยจะมี FLOAT SWITCH S2 , S3 , S4 ,S5 , เป็นตัวตัดต่อวงจร ตามรูปที่ 4.1 โดย S2 , S3 ,S4 , S5 จะต่อวงจรก็ต่อเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำในถังแต่ละถังลดระดับลง จนถึงระดับที่ตั้งไว้จากขั้นตอนนี้สามารถอธิบายขั้นตอนโดยละเอียดได้คือ

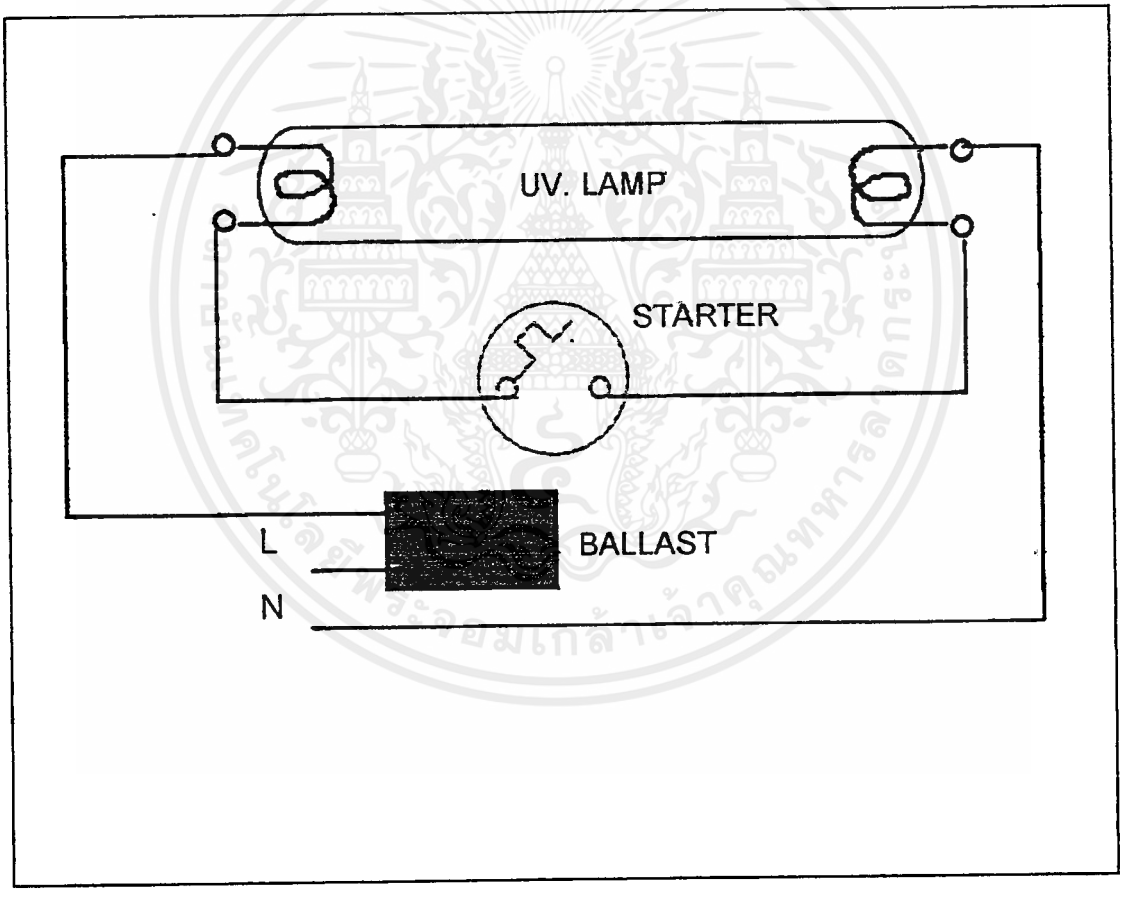
S2 , S3 เป็น Float switch ที่ติดตั้งอยู่ในถังน้ำเย็นและ S4 และ S5 เป็น Float Switches ที่ติดตั้งอยู่ในถังน้ำร้อน ในส่วนของถังน้ำเย็นเมื่อระดับน้ำลดลงจนถึงระดับที่ S2 ทำงานก็จะต่อวงจร แต่ K2 ก็จะยังไม่ถูกต่อวงจร จนกระทั่งน้ำลดระดับลงจนถึงระดับต่ำกว่า S2 คือที่ระดับ S3 รีเลย์ K2 ก็จะครบวงจรทำให้คอนแทรค K2 ในแถวที่ 9 และ 16 จากปกติเปิดมาต่อวงจรไฟฟ้าทำให้รีเลย์ K4T และหลอดยูวี E2 ทำงาน และเราก็สามารถตรวจสอบหลอดยูวีได้ว่าติดหรือไม่ โดยจะมีชุดวงจรอิเลคทรอนิคเป็นชุดตรวจสอบว่าหลอดทำงานเป็นปกติหรือไม่ โดยใช้อุปกรณ์ LDR เป็นตัวตรวจจับแสงจากหลอดยูวี เพื่อที่จะเป็นองค์ประกอบทำให้โซลินอยด์วาล์ยเปิดวงจรโดย K6 ซึ่งเป็นรีเลย์อิเลคทรอนิคส์ ในกรณีหลอดยูวีติด คอนแทคปกติเปิด K6 ก็จะต่อวงจรทำให้รีเลย์ K5 ครบวงจร ทำให้คอนแทคปกติเปิด K5 ในแถวที่ 11, 15 ต่อวงจรทำให้ H1 หลอดไฟซึ่งเป็นไฟแสดงสถานะว่าหลอดยูวี ทำงาน ซึ่งติดแสดงไว้ด้านหน้าของตู้ และ K5 ในแถวที่ 11 ก็จะต่อวงจรให้โซลินอยล์วาล์ว Y4 ทำงานโดยจะถูกควบคุมโดยคอนแทคปกติเปิดของรีเลย์ K4T โดยรีเลย์ K4T จะทำหน้าที่หน่วงเวลาเพื่อเป็นการอุ่นไส้หลอดยูวี เป็นเวลา 2 นาทีตามเวลาที่ตั้งไว้ เพื่อให้หลอดยูวี ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพก่อนเปิดให้น้ำไหลผ่านระบบ ในกรณีที่หลอดติดและอุ่นไส้หลอดครบตามเวลาที่ตั้งไว้ โซลินอยล์วาล์ว Y1 และ Y2 ก็จะเปิดให้น้ำไหลผ่านหลอดยูวี ไหลลงสู่ถังพักน้ำเย็น จนน้ำเพิ่มระดับจากก้นถังจนเต็มถัง โดยในกรณีที่น้ำเพิ่มระดับจากระดับที่ S3 ต่อวงจรจนได้ระดับ S3 ก็จะเปลี่ยนจากปกติปิดเป็นเปิดวงจร แต่รีเลย์ K2 ก็ยังต่อวงจรอยู่เพราะมีคอนแทค K2 เป็นอินเตอร์ลอค (Interlock) จนเพิ่มระดับจนถึงระดับที่ S2 วงจรก็จะเปิดออกทำให้รีเลย์ K2 ถูกตัดวงจรไฟฟ้าและทำให้หลอดยูวีดับและปิดวงจรในส่วนนี้ทั้งหมด

ในส่วนของถังน้ำร้อน มีลำดับขั้นตอนการทำงานในขั้นตอนเดียวกันกับถังน้ำเย็นแต่การทำงานจะถูกควบคุมด้วยรีเลย์และโซลินอยด์วาล์วคนละชุดกัน กล่าวคือจะใช้รีเลย์ K3 แทนรีเลย์ K2 และโซลินอยล์วาล์ว Y3 แทนโซลินอยล์วาล์ว Y2 ส่วนโซลินอยล์วาล์ว Y1 จะใช้ร่วมกันทั้งสองวงจร และในกรณีที่น้ำในถังทั้งสองพร่องพร้อมกัน การเติมน้ำเข้าถังทั้งสองถังในขณะเดียวกันก็จะเกิดขึ้น โดยการทำงานของวงจรดังกล่าวพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>4.2 ชุดวงจรควบคุมหลอดอุลตร้าไวโอเลต</u> ในการทำงานของชุดวงจรควบคุมหลอดจะลักษณะการทำงานเช่นเดียวกับหลอดชนิดจุดไส้หลอดด้วยชุดสตาร์ตเตอร์(Starter) ดังเช่นเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent) โดยทั่วไป ดังในรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นถึงอย่างของหลอดยูวีที่ใช้ในโครงงานนี้

หลอดยูวี ที่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไปมีอยู่ด้วยกันหลายขนาดและหลายบริษัทที่ผลิตหลอดชนิดนี้ขึ้นมา ขนาดของหลอดที่นำมาใช้ในโครงงานนี้มีขนาด 8 วัตต์ ของบริษัทที่มีชื่อเสียงมากบริษัทหนึ่งที่ชื่อ Sylvania โดยการผลิตหลอดที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรคชนิดนี้มีการผลิตด้วยกัน 3 ขนาด คือ 8 วัตต์ 15 วัตต์ และ 30 วัตต์ สำหรับวงจรการต่อให้หลอดชนิดนี้ทำงานแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรการต่อทางไฟฟ้าของหลอดฆ่าเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลของหลอดที่บริษัทผู้ผลิตหลอดได้ผลิตหลอดฆ่าเชื้อโรคมีข้อมูลและคุณสมบัติของหลอดดังตารางต่อไปนี้

Description	G8T5	G15T8	G30T8
Rated Power (Watts)	8	15	30
Bulb	T5	T8	T8
Base	Min. Bipin	Med. Bipin	Med. Bipin
Nominal Lamp Length (inches)	12	18	36
Nominal Arc Length (inches)	8.5	14	32
Rated Life (hours)	7500	7500	7500
253.7 nm Output (watts)[3]	1.4	3.3	8.2
253.7 nm Power Density at One Meter (microwatt per cm^2)[2,3]	15	35	80
Approximate Lamp Amperes	0.15	0.30	0.35
Approximate Lamp Volts	57	56	100

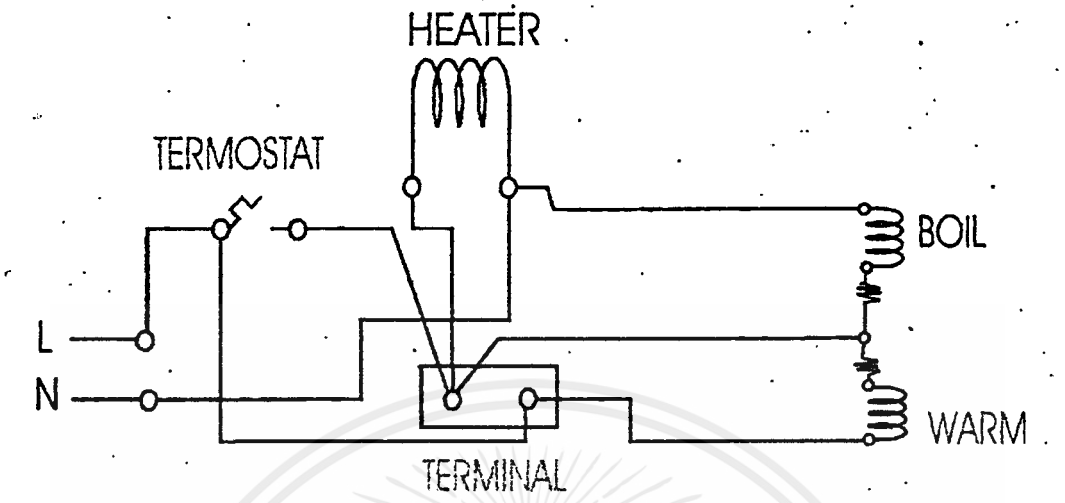
ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของหลอดยูวี

4.3 ชุดวงจรควบคุมขดลวดความร้อน

เมื่อน้ำได้ไหลผ่านขบวนการถ่ายเทความเบื้องต้น(Pre-heat) มาแล้ว อุณหภูมิของน้ำจะสูงขึ้น และจะไหลลงสู่ถังทำความร้อนจนเต็มถึงระดับที่ตั้งไว้ โดยใช้สวิตช์ลูกลอยชนิดทนความร้อนเป็นตัวตรวจจับระดับน้ำในถัง

เมื่อน้ำไหลเข้าเต็มถังจนถึงระดับที่ตั้งไว้แล้วขดลวดความร้อนจะเริ่มทำงาน พร้อมกับที่แผงแสดงผลด้านหน้าตู้ หลอดไฟแสดงสถานะ BOIL จะสว่างขึ้นด้วย ซึ่งระยะเวลาและพลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำจะถูกลดลงเพราะน้ำได้ผ่านขั้นตอนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น มาก่อนแล้ว จนกระทั่งน้ำในระบบมีอุณหภูมิที่ 90 °C เทอร์โมสตัท (Thermostat) ที่ติดตั้งไว้ด้านข้างของถังก็จะทำงาน ทำให้ขดลวดความร้อน ยุติการทำงานหลอดไฟแสดงสถานะ BOIL ดับลง และหลอดไฟแสดงสถานะ WARM จะสว่างขึ้นแทน โดยขดลวดความร้อน จะเริ่มทำงานใหม่เมื่อน้ำมีอุณหภูมิลดลงถึง 80 °C เทอร์โมสตัท จะทำการต่อวงจรทำให้ขดลวดความร้อน ทำงานอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

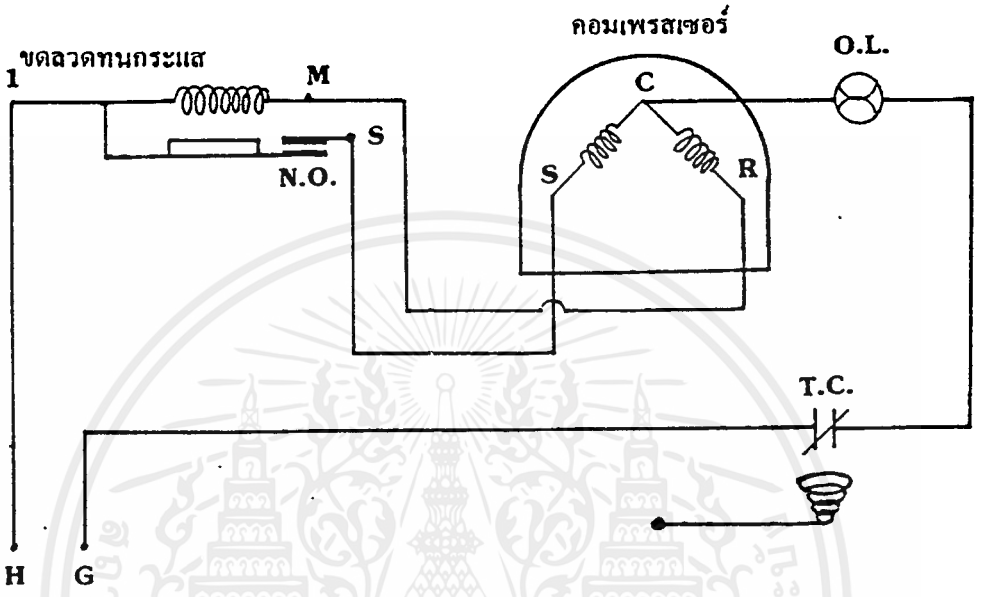


รูปที่ 4.3 แสดงวงจรไฟฟ้าควบคุมขดลวดความร้อน

4.4 ชุดควบคุมระบบทำน้ำเย็น

ในระบบการทำความเย็นจะเป็น วงจรควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ โดยจะควบคุมโดยใช้อุณหภูมิเป็นตัวควบคุมการทำงานของวงจร โดยมีตัวเทอร์โมสตัททำหน้าที่ในการรับรู้ถึงอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ที่เทอร์โมสตัท ตัวเทอร์โมสตัทก็จะต่อวงจรให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทำงานจนกว่าอุณหภูมิที่ได้จะลดต่ำลงจนถึงจุดที่ตั้งไว้ ตัวเทอร์โมสตัทก็จะตัดวงจรออกมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ก็จะหยุดการทำงาน โดยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะต้องผ่านตัวโอเวอร์โหลดและตัวรีเลย์กระแสทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของระบบไฟฟ้า นอกจากตัวเทอร์โมสตัทจะควบคุมมอเตอร์คอมเพรศเซอร์แล้วตัวเทอร์โมสตัทยังควบคุมถึงมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนเครื่องควบแน่นอีกด้วย

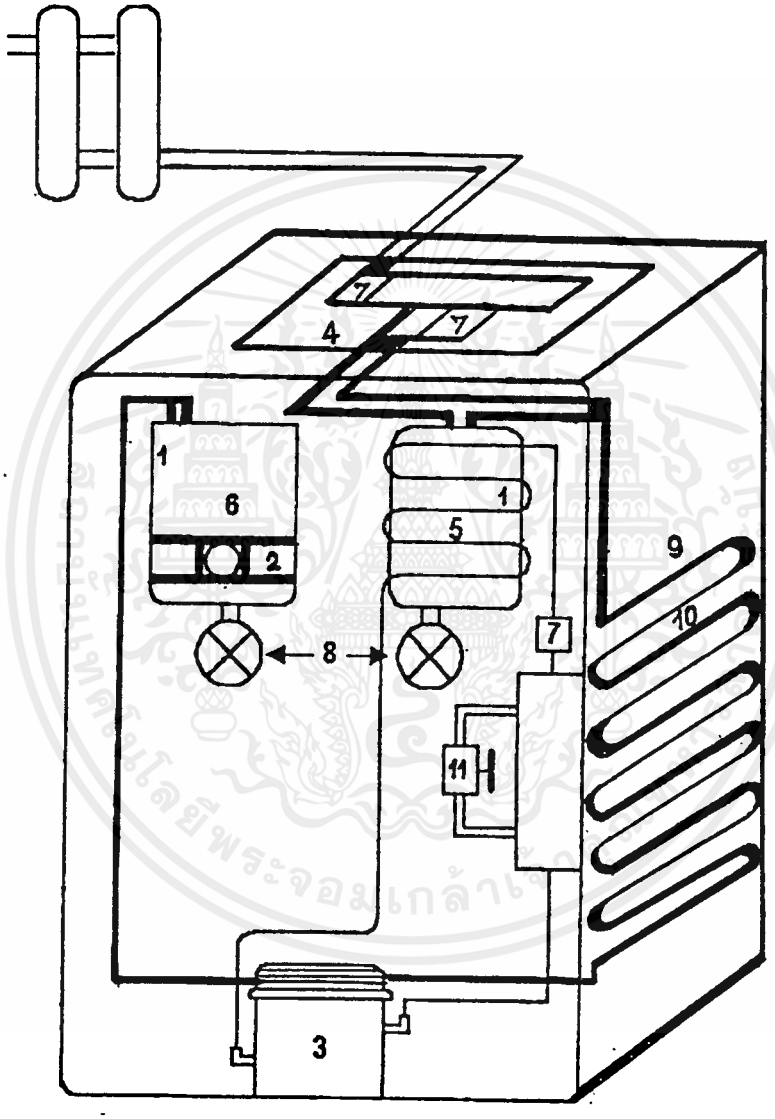
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงวงจรไฟฟ้าของระบบเครื่องทำความเย็น

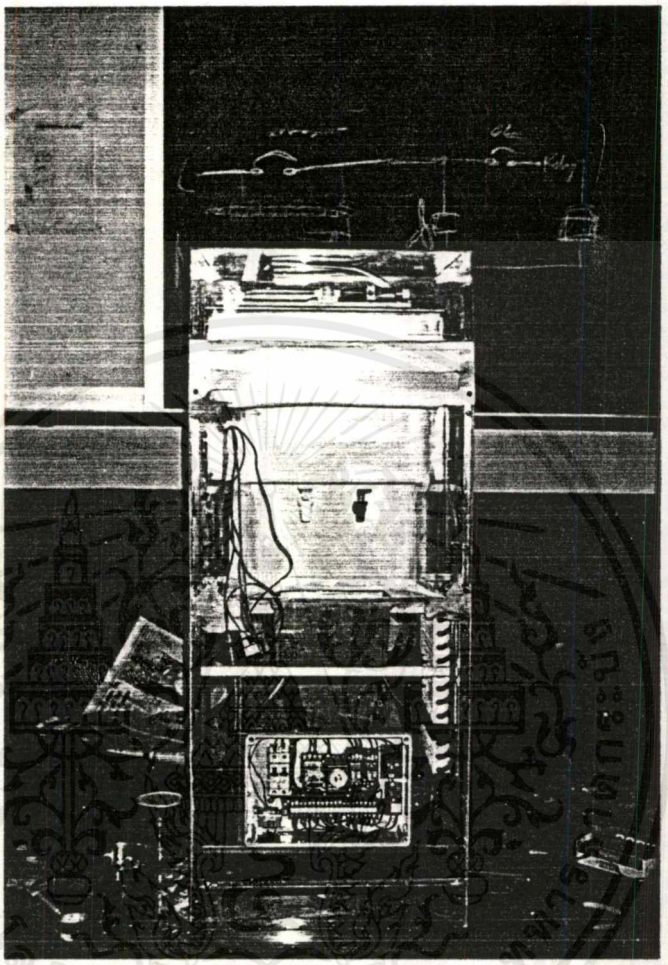
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบและสร้างโครงงานต้นแบบ



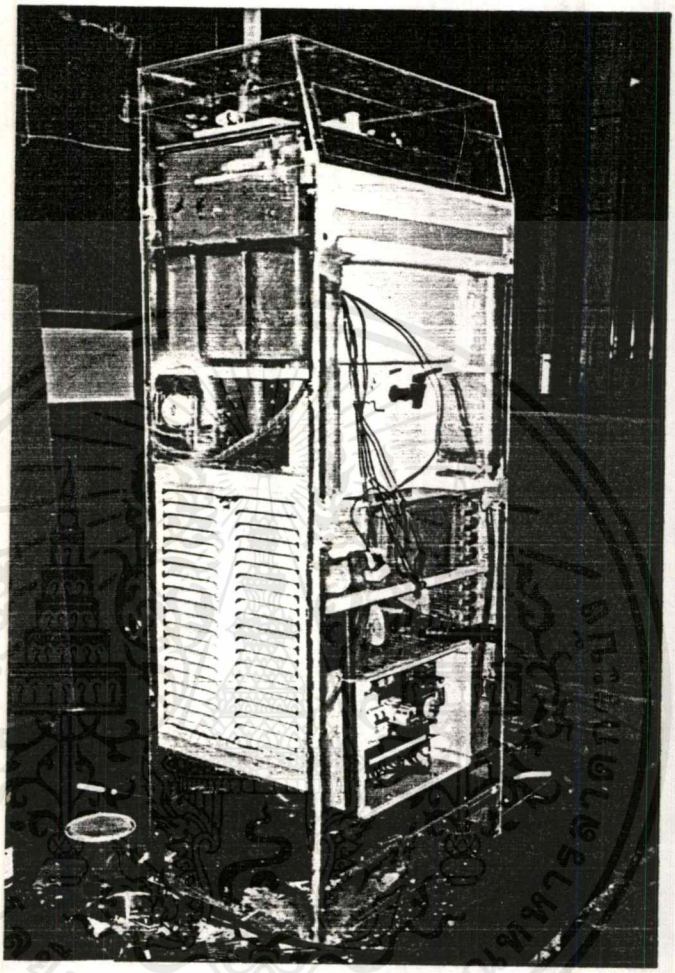
รูปที่ 5.1 แสดงโครงสร้างของเครื่องผลิตน้ำดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 แสดงโครงสร้างของเครื่องต้นแบบ(ด้านหน้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงโครงสร้างของเครื่องต้นแบบ (ด้านข้าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รายละเอียดอุปกรณ์</u>

รายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน จากรูป 5.1 ดังมีรายการต่อไปนี้

1. สวิตช์ลูกลอย (Float Switch)

1.1 ยี่ห้อ SANAI รุ่น MFS-17-13-2

- ขนาดของหน้าสัมผัส 66 VA/AC
- กระแสทำงานสูงสุด 0.5 A/AC
- แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ 264 V/AC
- วัสดุที่ใช้ทำก้าน โพลิอีซีตัล(พลาสติก)
- วัสดุที่ใช้ทำลูกลอย BUNA-N(NBR) (พลาสติก)
- สายไฟ AWG-22 300 มม.

1.2 ยี่ห้อ SANAI รุ่น RFS-2-2

- ขนาดของหน้าสัมผัส 50 VA/AC
- ความต้านทานของหน้าสัมผัส 150 mΩ
- แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ 350 VDC,300 VAC
- กระแสทำงานสูงสุด 0.5 A,DC/AC
- ความต้านทานฉนวน 10 MΩ
- อุณหภูมิใช้งาน -40 °C ถึง 120 °C

2. ชุดขดลวดความร้อน (Heater)

- กำลังไฟ	670 Watt.
- แบบ	Hot Water Heater
- ประสิทธิภาพ	90 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **คอมเพรสเซอร์** (Compressor)

- 200/220 V. 50 Hz.
- 1/4 แรงม้า (HP)
- 1.45/1.50 FLA
- 12.5/13.5 LRA
- ยี่ห้อ SUMSUNG รุ่น ML90KOY
- R - 12 , Thermally Protected

4. **ชุดหลอดยูวี**

4.1 หลอดยูวี (UV. Lamp)

- ยี่ห้อ SYLVANIA รุ่น G8T5
- ขนาด 8 W
- ขนาด ยาว 288 mm, เส้นผ่าศูนย์กลาง 16 mm.

4.2 บาลลาสต์ (BALLAST)

- ยี่ห้อ VASSLOH SCHVABE
- Ref. No. 923.855
- 7/9/11 W
- 220 V. 50 Hz.

W	*A*	*cosφ*
5	0.180	0.30
7	0.175	0.32
9	0.170	0.36
11	0.160	0.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ถังทำความเย็น

- ความจุ 3 ลิตร
- ติดตั้งคอยล์เย็นรอบถังด้านนอก
- ตัวถังทำจากวัสดุแสตนเลส บรรจุลูกลอยภายในถังจำนวน 2 ตัว

6. ถังทำความร้อน

- ความจุ 2 ลิตร
- ติดตั้งขดลวดความร้อนรอบถังด้านนอก
- ตัวถังทำจากวัสดุแสตนเลส บรรจุลูกลอยภายในถังจำนวน 2 ตัว

7. SOLENOID VALVES

7.1 AC 220 V. ± 10%

- ยี่ห้อ Parker Coil ZB09
- ข้อต่อขนาด 1/4 นิ้ว
- อุณหภูมิใช้งาน -40 °C ถึง +105 °C (+150 °C max.)
- ปกติปิด
- ใช้กำลังไฟ 9 W.

7.2 AC 220 V. ± 10%

- รุ่น 319 TR
- ข้อต่อขนาด 3/4 นิ้ว
- อุณหภูมิใช้งาน 25 °C ถึง 60 °C
- ปกติปิด
- 220/240 V. 50 Hz.
- ใช้กำลังไฟ 8 W.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทางออกน้ำดีม

- ก๊อกน้ำ จำนวน 2 ตัว

9. แผงการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat)

- ท่ออะลูมิเนียม ขนาด 3/8 " เดินประกบกับแผงเครื่องควบแน่น (Condenser)

10. แผงเครื่องควบแน่น (Condenser)

- เป็นแผงระบายความร้อนทำจากท่อทองแดงขนาด 3/8 " ไม่มีครีบระบายความร้อน

11. พัดลมระบายความร้อนเครื่องควบแน่น

- ทำงานในเงื่อนไขที่ว่า ชุดการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้นหยุดใช้งาน

การออกแบบชุดฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยแสงยูวี

จากข้อกำหนดมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบเครื่องฆ่าเชื้อโรคในน้ำด้วยแสงยูวี (ดูในทฤษฎีบทที่ 2) กำหนดไว้ว่าตัวเครื่องมีการออกแบบให้มีขนาดเล็กกระทัดรัด ไม่ใหญ่จนเกินไป สามารถใช้ถังน้ำที่มีอัตราการไหลประมาณ 1 ลบ.ม /นาที ซึ่งระบบน้ำประปาที่ส่งจ่ายมายังผู้บริโภคตามบ้านเรือนในประเทศไทยมีอัตราการไหลของน้ำอยู่ที่ประมาณไม่เกิน 150 ลิตร ต่อ 1 ชั่วโมง แต่ในระบบอัตราการไหลของน้ำในโครงงานนี้ ได้ถูกกำหนดอัตราการไหลไว้โดยชุดกรองน้ำที่นำมาใช้คือ สามารถทำการกรองน้ำได้ 70-150 ลิตร ต่อ 1ชั่วโมง ที่ 2 คอลัมน์ ฉนั้นในการออกแบบขนาดของชุดฆ่าเชื้อโรค จึงถูกกำหนดไว้ด้วยอัตราการไหลที่ 1 ลบ.ม. /นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การคำนวณอัตราการไหลของน้ำ</u>

อัตราการไหลของน้ำประปาจากท่อส่งน้ำโดยทั่วไปประมาณ 150 ลิตร/ชม.

จากในระบบฆ่าเชื้อโรคจะต้องประกอบด้วยชุดกรองน้ำ ซึ่งชุดกรองจะมีค่าพิกัดการกรองได้ประมาณ 70 - 150 ลิตร/ชม. ที่ 2 คอลัมน์ ดังนั้น น้ำก่อนที่จะเข้าระบบการฆ่าเชื้อโรคจึงมีค่าได้ไม่เกิน 150 ลิตร/ชม.

1 ลิตร = 1,000 ลบ.ซม.

1 ลบ.ม. = 1,000,000 ลบ.ซม.

****

จาก 1×10^{6} ลบ.ซม. = 1 ลบ.ม.

1 ลิตร = 1×10^{3} ลบ.ม.

เพราะฉะนั้น 150 ลิตร = 150×10^{3} ลบ.ม.

หรือ 150 ลิตร/ชม. = 150×10^{-3} ลบ.ม./ชม.

150 ลิตร/ชม = $\frac{150 \times 10^{-3}}{60}$ ลบ.ม./นาที

= 2.5×10^{-3} ลบ.ม./นาที

เพราะฉะนั้น อัตราการไหลของน้ำหลังจากผ่านชุดกรองน้ำสูงสุด 2.5×10^{-3} ลบ.ม./นาที

การออกแบบระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี

กำหนดให้ อัตราการไหลของน้ำ ไม่เกิน 1 ลบ.ม./นาที

ดังนั้น อัตราการไหลของน้ำในระบบหลังผ่านเครื่องกรองน้ำที่นำมาใช้จริง 2.5×10^{-3} ลบ.ม./นาที

2.5×10^{-3} ลบ.ม./นาที < 1 ลบ.ม/นาที

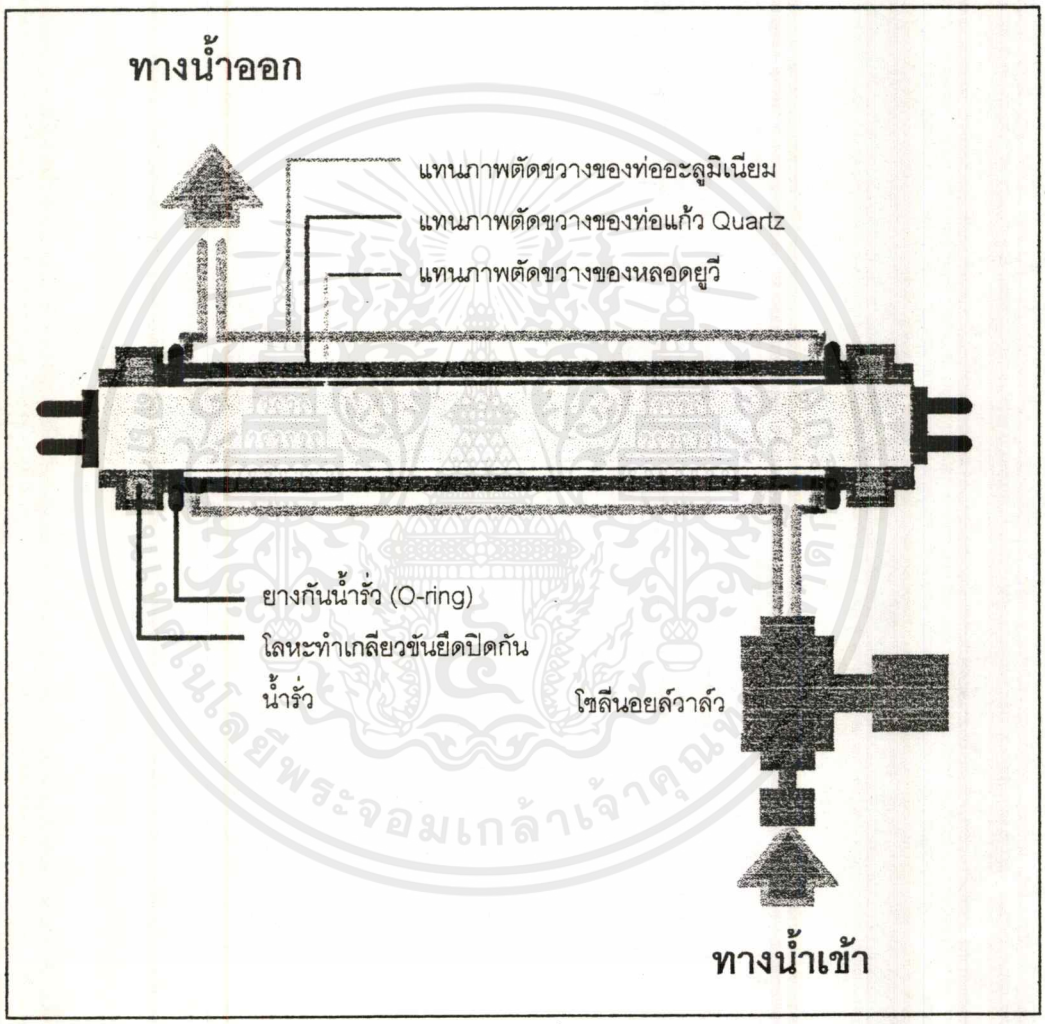
ซึ่งจะพบว่าน้ำที่ไหลผ่านระบบการกรองมาแล้ว มีค่าอัตราการไหลน้อยกว่า ข้อกำหนดสูงสุดในการออกแบบคือ 1 ลบ.ม. ต่อ 1นาที

<u>สรุปได้ว่า</u> อัตราการไหลในระบบจะไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค ในกรณีที่ใช้กับน้ำประปาที่อัตราการไหลสูงสุด คือ 150 ลิตร/ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

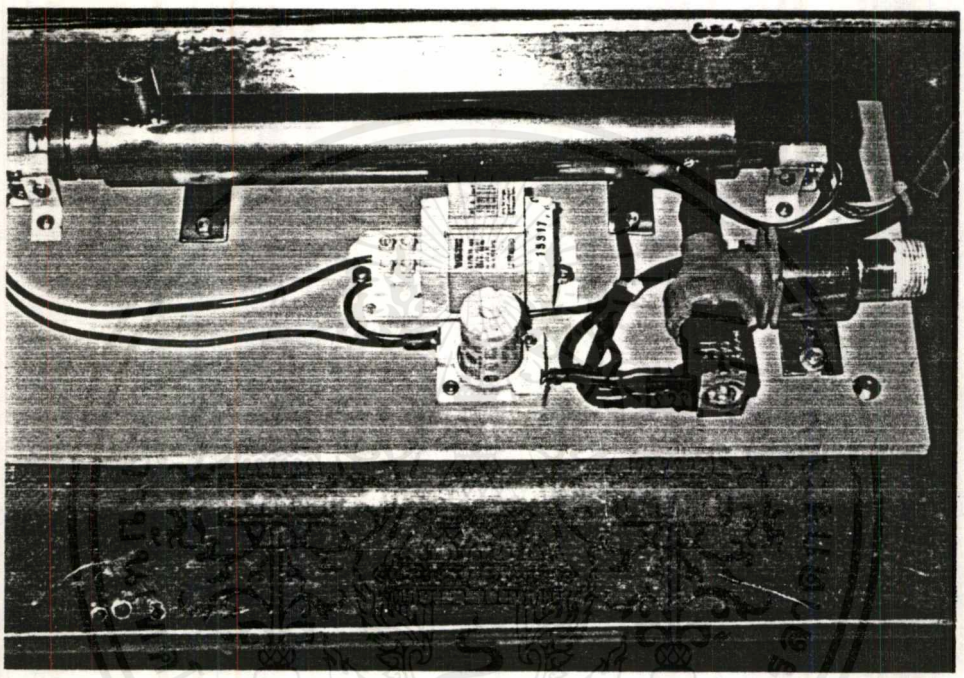
<u>หมายเหตุ</u>

ถ้าในกรณีที่แหล่งที่มาของน้ำมีอัตราการไหลสูงกว่า 150 ลิตร/ชม. ยกตัวอย่างเช่น การเพิ่มอัตราการไหลโดยใช้ปั๊มน้ำและระบบการกรองที่มีอัตราการผลิตมากกว่าเดิม ซึ่งอาจพบได้ในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงาน หรือแม้กระทั่งบ้านพักอาศัยที่ติดปั๊ม



รูปที่ 5.4 แสดงโครงสร้างชุดฆ่าเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงโครงสร้างเครื่องต้นแบบชุดฆ่าเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รายละเอียดอุปกรณ์</u>

รายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้ในชุดฆ่าเชื้อโรค จากรูป 5.4 ดังมีรายละเอียดดังต่อไป

รายละเอียดโครงสร้างตัวหลอด

เส้นผ่าศูนย์กลางตัวหลอด = 16 มม.

ความยาวตัวหลอด = 288 มม.

ขั้วหลอด Type G5

รายละเอียดท่อแก้วที่ใช้กั้นระหว่างหลอดยูวีกับน้ำ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตัวหลอดแก้ว = 20 มม.

ขนาดความยาวตัวหลอดแก้ว = 255 มม.

รายละเอียดท่อสแตนเลส

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อ = 27 มม.

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ = 30 มม.

ขนาดความหนาของท่อ = 3 มม.

ปลายทั้งสองด้านทำเกลียวด้านใน

รายละเอียดท่อน้ำเข้าและออก

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ = 6.5 มม.

ขนาดความยาวของท่อ = 25 มม.

รายละเอียดยางกันน้ำรั่ว (O-ring)

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงยาง = 20 มม.

<u>หมายเหตุ</u> ให้มีขนาดสวมเข้ากับท่อแก้วพอดีเพื่อกันน้ำรั่วซึม

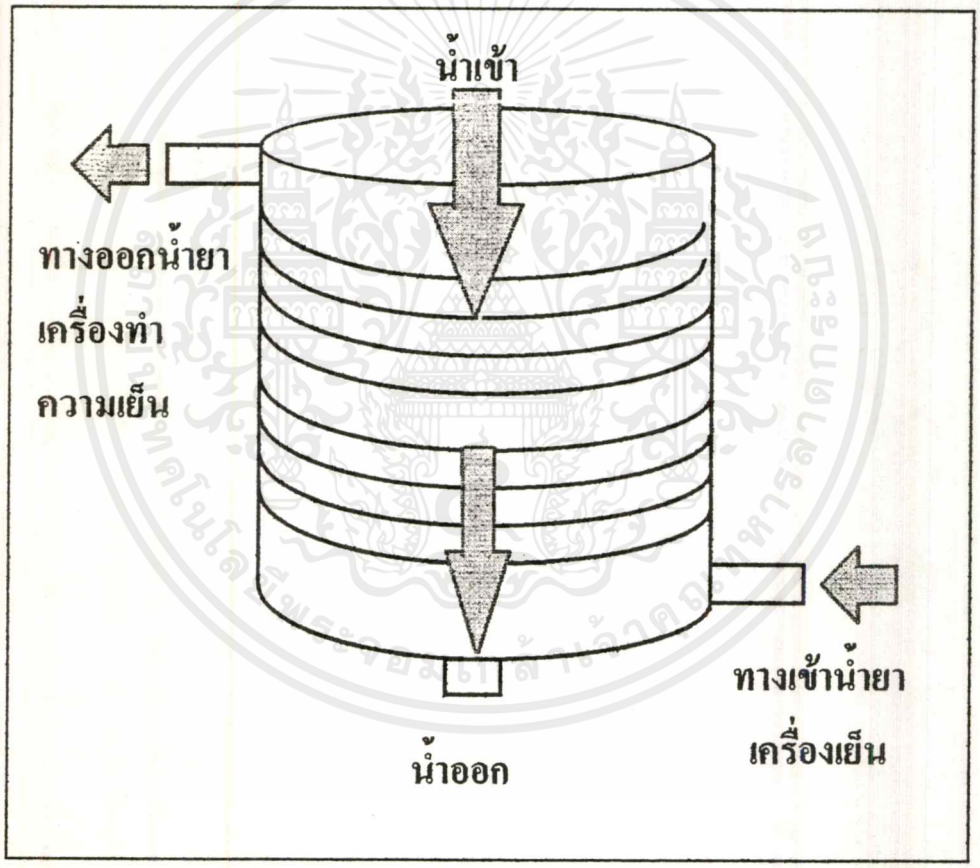
รายละเอียด โลหะปิดหัวท้ายกันน้ำรั่ว

ลักษณะดังรูปที่ 5.4 ทำเกลียวนอกมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 27 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดโครงสร้างชุดหม้อทำความเย็น

ตัวถังทำด้วยโลหะสแตนเลสออกแบบ ให้มีท่อน้ำเข้าอยู่ด้านบนของตัวถัง และให้มีท่อน้ำออกอยู่ด้านล่างดังรูปที่ 5.6 โดยมีชุดท่อทำความเย็น (Evaporator) พันอยู่บริเวณรอบๆด้านนอกของถัง โดยออกแบบให้มีขนาดความจุ 3 ลิตร และออกแบบให้ตัวยึดลูกลอยอยู่ด้านข้างขอบด้านในของถัง

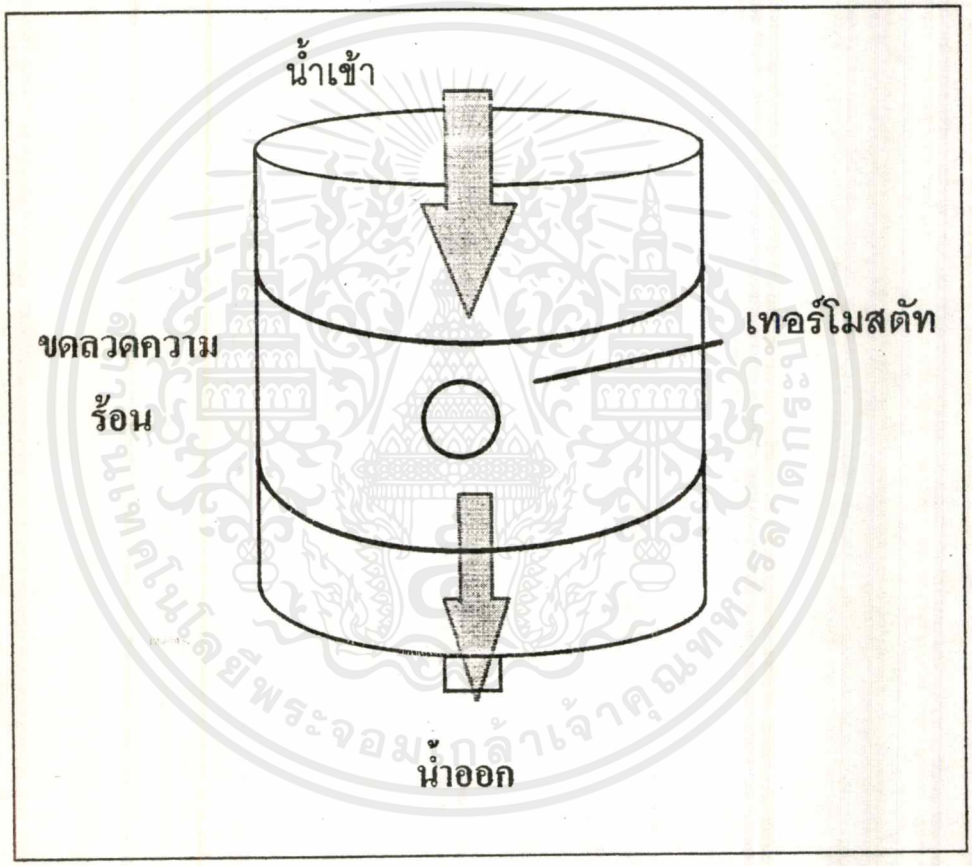


รูปที่ 5.6 แสดงโครงสร้างหม้อทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดโครงสร้างชุดหม้อทำความร้อน

ตัวถังทำด้วยโลหะสแตนเลสโดยออกแบบให้มีท่อน้ำเข้าอยู่ด้านบนและท่อน้ำออกอยู่ด้านล่างเหมือนเช่น ถังน้ำเย็นและออกแบบให้มีขดลวดความร้อน (Heater) พันอยู่บริเวณส่วนล่างด้านนอกของตัวถัง โดยให้มีปริมาณ 2 ลิตร ดังในรูป 5.7 และออกแบบให้มีตัวยึดลูกลอยอยู่ด้านข้างติดขอบ ด้านในของถัง



รูปที่ 5.7 แสดงโครงสร้างหม้อทำความร้อน

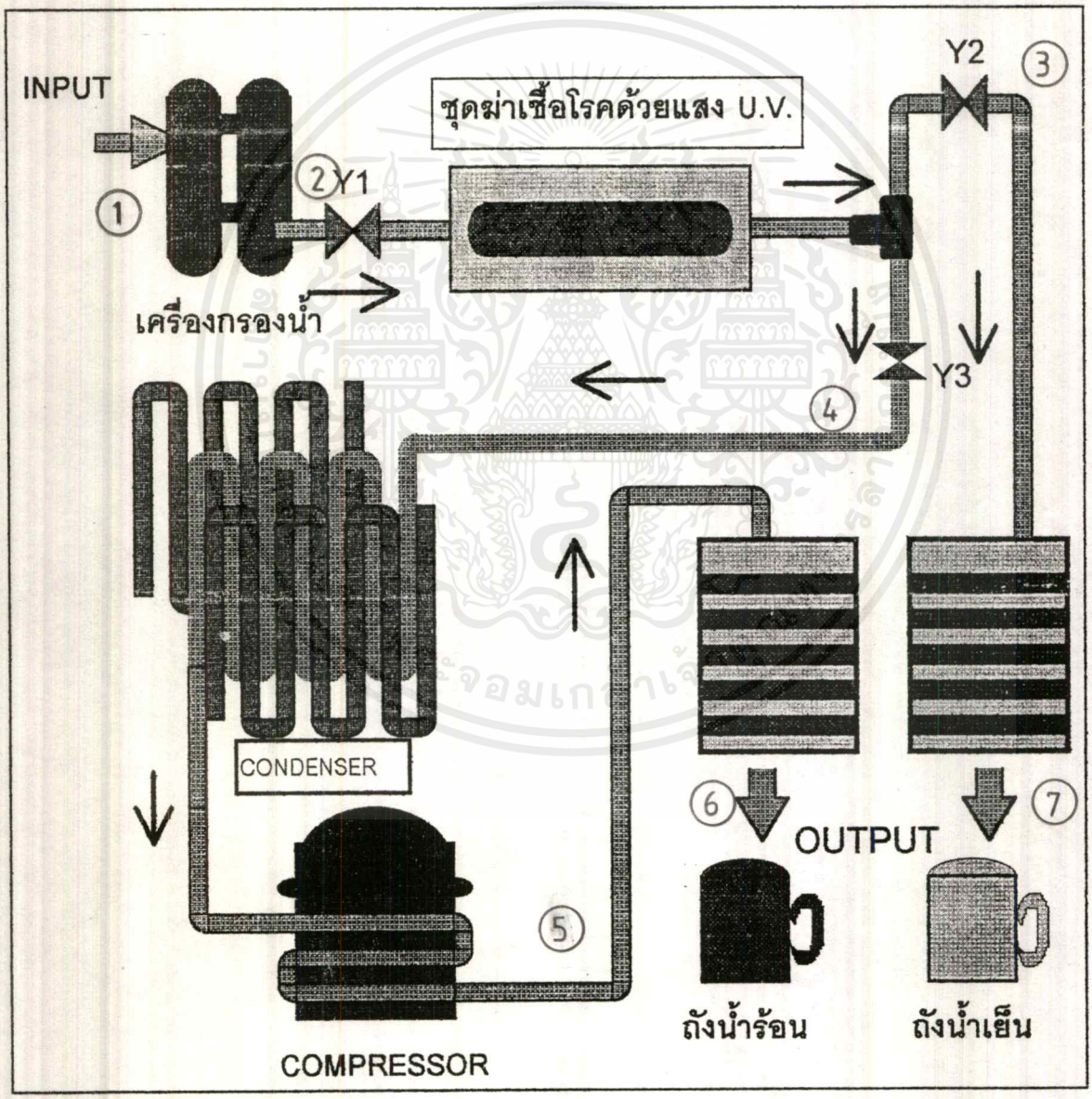
รายละเอียดโครงสร้างและการคำนวณหาขนาดระบบทำความเย็น

ดูรายละเอียดในบทที่ 3 หัวข้อ การออกแบบระบบทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทดลองและผลการทดลอง

การทำงานของเครื่องต้นแบบ สามารถทำการทดลองตามขั้นตอนต่างๆ ของขบวนการการทำงาน ซึ่งมีรูปแบบการทำงานตามรูปที่ 6.1 โดยสามารถนำขั้นตอนการทำงานในช่วงต่างๆมาทำการทดลองเพื่อนำผลการทดลองมาประมวลผลและนำข้อมูลที่ได้มาพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ตั้งเอาไว้โดยมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้



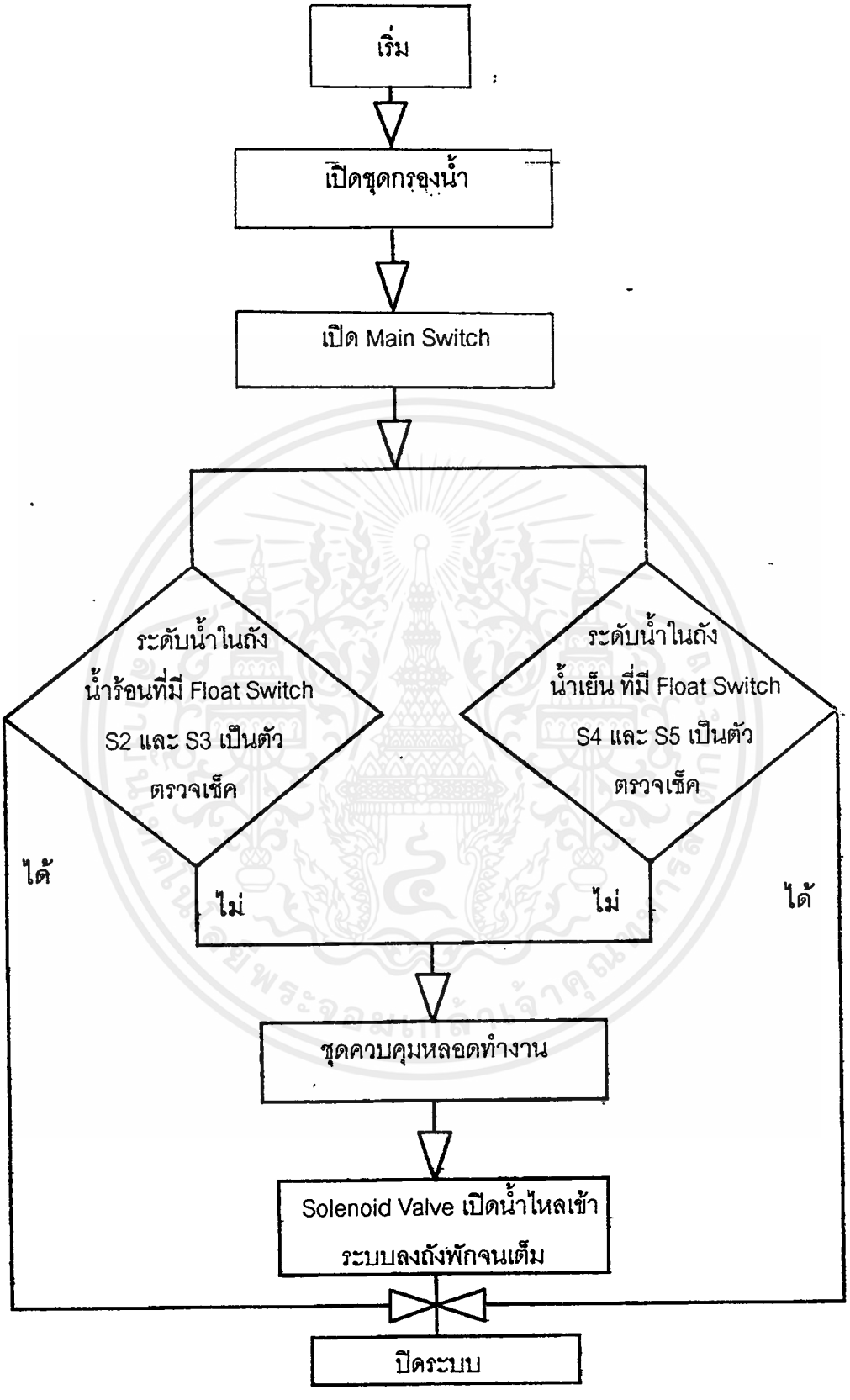
รูปที่ 6.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจากรูป

ขั้นตอนที่	อธิบายการทำงาน
1 → 2	เป็นกระบวนการการทำงานของชุดกรองน้ำโดยผ่านทั้ง 2 คอลัมน์ คือ ถังกรองคาร์บอนและถังกรองเรซิ่น โดยเป็นขั้นตอนการทำความสะอาดและปรับสภาพของน้ำในขั้นตอนแรกก่อนที่จะไปชุดฆ่าเชื้อโรค
2 → 3	ประกอบด้วยโซลีนอยล์วาล์ว 2 ตัว คือ Y1 และ Y2 และชุดฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี โดย Y1 เป็นโซลีนอยล์วาล์วตัวแรกที่คอยปิดเปิดน้ำเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค โดยจะทำงานร่วมกับ Y3 เพื่อเปิดให้น้ำที่ถูกฆ่าเชื้อโรคแล้วไหลผ่านไปยังถังพักน้ำเย็นที่พร้อมที่จะลดอุณหภูมิก่อนบริโภค
2 → 4	ประกอบด้วยโซลีนอยล์วาล์ว 2 ตัว คือ Y1 และ Y2 และชุดฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี โดย Y1 เป็นโซลีนอยล์วาล์วตัวแรกที่คอยปิดเปิดน้ำเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค โดยจะทำงานร่วมกับ Y3 เพื่อเปิดให้น้ำที่ถูกฆ่าเชื้อโรคแล้วไหลผ่านไปยังชุดเพิ่มความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) โดยถูกควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าที่คอยตรวจเช็คระดับน้ำในถังทำน้ำร้อน
3 → 7	ในส่วนนี้เป็นชุดทำความเย็นเพื่อลดอุณหภูมิให้แก่น้ำ หลังจากที่ Y1 และ Y2 ทำงานเปิดน้ำผ่าน โดยในถังชุดทำความเย็นจะประกอบด้วย Evaporator ที่พันอยู่รอบถังดังกล่าว เพื่อให้ความความเย็นกระจายไปรอบๆ ถังของน้ำ และไปสิ้นสุดที่ก๊อกปิด-เปิด
4 → 5	เป็นส่วนการแสดงทำงานของชุดเพิ่มอุณหภูมิให้แก่น้ำเบื้องต้นก่อนเข้าไปถังทำน้ำร้อนโดยใช้ขดลวดความร้อน(Heater) เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานโดยใช้ความร้อนที่เกิดจากขบวนการทำความเย็นคือ คอมเพรสเซอร์ และคอยล์ร้อน
5 → 6	หลังจากที่น้ำผ่านการเพิ่มความร้อนเบื้องต้นแล้วก็จะถูกส่งผ่านมายังถังทำความร้อนที่ประกอบด้วยขดลวดทำความร้อน และไปสิ้นสุดที่ยังทางออกที่มีก๊อกน้ำเป็นตัวปิด-เปิด

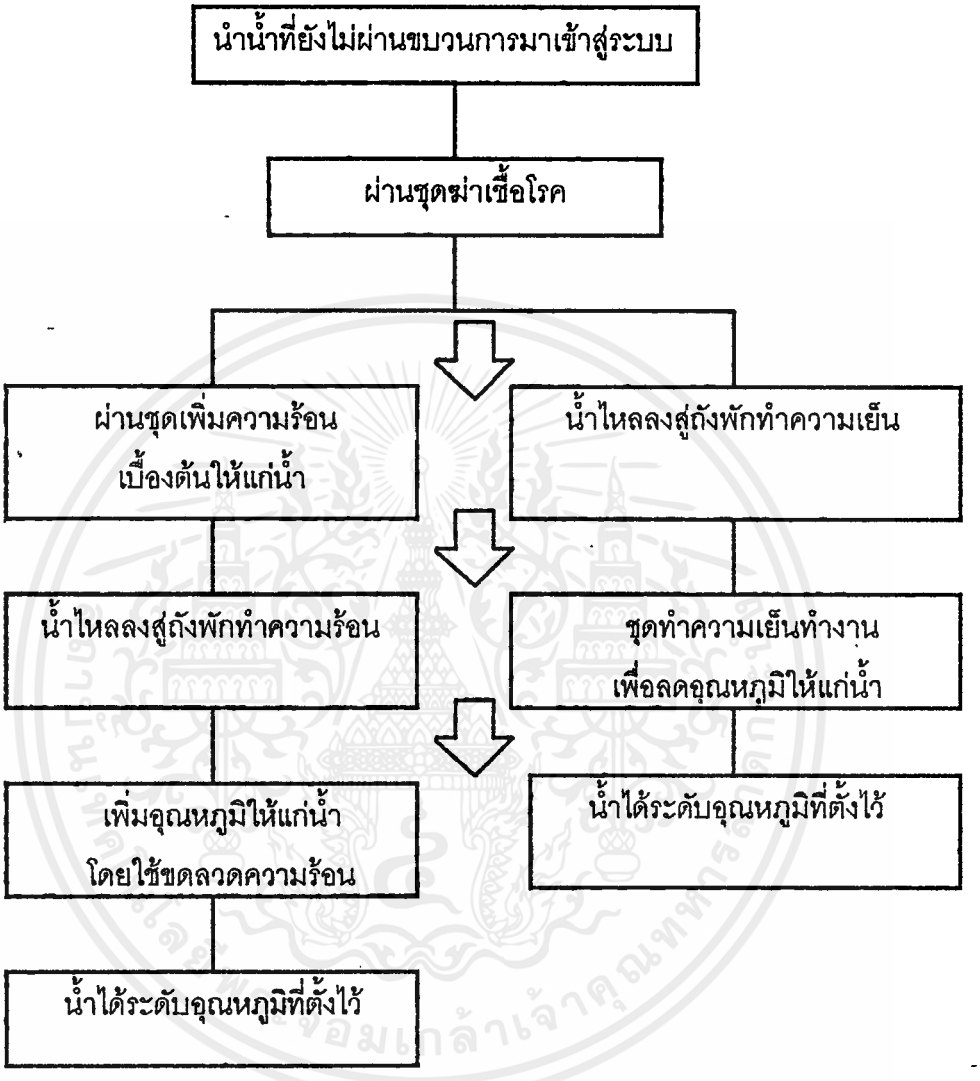
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องผลิตน้ำดื่ม



รูปที่ 6.3 แผนผังการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอนที่	กำลังที่ใช้ (วัตต์)						รวม
		UV.	Heater	Comp.	Y1	Y2	Y3	
1	1→2	-	-	-	-	-	-	-
2	2→3	8	-	-	8	9	-	25
3	2→4	8	-	-	8	-	9	25
4	3→7	-	-	186.5	-	-	-	186.5
5	4→5	-	-	-	-	-	-	-
6	5→6	-	670	-	-	-	-	670

ตารางที่ 6.1 แสดงการใช้กำลังงานของโหลดต่างๆ จากลำดับการทำงาน

<u>คำอธิบาย</u>

UV. หลอดอุลตร้าไวโอเลต

Comp. คอมเพรสเซอร์

Y1 โซลีนอยล์วาล์ว Y1

Y2 โซลีนอยล์วาล์ว Y2

Y3 โซลีนอยล์วาล์ว Y3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ขั้นตอนที่	กำลังวัตต์ที่ใช้(วัตต์) ค่าจากบันทึกจากการทดลอง	เวลาที่ใช้ (วินาที)	พลังงานที่ใช้ (วัตต์ - ชั่วโมง)
1	1→2	-	-	-
2	2→3	30	90	0.75
3	2→4	30	60	0.5
4	3→7	150	1500	62.5
5	4→5	-	-	-
6	5→6	670	1020	189.83
รวม			2670	253.58

ตารางที่ 6.2 แสดงการใช้กำลังงานของโหลดรวมจากวงจร(ในกรณีไม่คิดส่วน Pre-heat)

ประสิทธิภาพของฮีทเตอร์	เปอร์เซ็นต์ %
Hot Water Heater	90
Immersion Heater	80
Coffee Pot	75
Electric Heater	60

ตารางที่ 6.3 แสดงประสิทธิภาพของขดลวดทำความร้อนแต่ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพลังงานที่ได้จากการบันทึกผล (วัตต์ - ชั่วโมง)					
อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ($^{\circ}$ C) ในกระบวนการ Pre-heat 35 $^{\circ}$ C → 90 $^{\circ}$ C			อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ($^{\circ}$ C) ในกรณีน้ำไม่ได้ผ่านกระบวนการ Pre-heat 24 $^{\circ}$ C → 90 $^{\circ}$ C		
เวลาที่ใช้ (นาที)	กำลัง (วัตต์)	พลังงาน วัตต์ - ชั่วโมง	เวลาที่ใช้ (นาที)	กำลัง (วัตต์)	พลังงาน วัตต์ - ชั่วโมง
18	670	201	20	670	223

ตารางที่ 6.4 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานของขดลวดความร้อนแบบ Hot Water Heater ระหว่างน้ำที่กระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) กับน้ำที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด	เวลาที่ใช้ (นาที)	พลังงานที่ใช้จริง (วัตต์-ชั่วโมง)
1. พลังงานที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน 2 ลิตร โดยไม่ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) โดยเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่ 24 °C ถึง 90 °C	20	210
2. พลังงานที่ใช้ในการผลิตน้ำร้อน 2 ลิตร โดยผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) โดยเพิ่มอุณหภูมิเพิ่มจนถึง 90 °C	ครั้งที่ 1 19	200
	ครั้งที่ 2 18.5	195
	ครั้งที่ 3 18	190
	ครั้งที่ 4 18	190
บันทึกผลการทดลองโดยใช้ WATT-HOUR Meter ขนาด 1 เฟส 15 แอมป์		

ตารางที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบการใช้พลังงานและการประหยัดพลังงาน ระหว่างน้ำที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat)

หมายเหตุ

ครั้งที่ 1 บันทึกค่าเมื่อเริ่มเปิดระบบ อุณหภูมิน้ำที่ออกจากกระบวนการ Pre-heat เท่ากับ 30 °C

ครั้งที่ 2 บันทึกค่าเมื่อเดินระบบทำความเย็นก่อนประมาณ 30 นาที พร้อมกับตัดพัดลมออก อุณหภูมิน้ำที่ออกจากกระบวนการ Pre-heat เท่ากับ 33 °C

ครั้งที่ 3 บันทึกค่าเมื่อเดินระบบทำความเย็นก่อนประมาณ 30 นาที พร้อมกับตัดพัดลมออก อุณหภูมิน้ำที่ออกจากกระบวนการ Pre-heat เท่ากับ 36 °C

ครั้งที่ 4 บันทึกค่าเมื่อเดินระบบทำความเย็นก่อนประมาณ 30 นาที พร้อมกับตัดพัดลมออก อุณหภูมิน้ำที่ออกจากกระบวนการ Pre-heat เท่ากับ 35°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์การประหยัดพลังงาน

คำนวณการใช้พลังงานของขดลวดความร้อน (Heater) ในการผลิตน้ำร้อน

1 kWh = 860 k cal

$$\text{REQUIRED ENERGY} = \frac{1.16 \times W \times (T_2 - T_1)}{\eta} \times 10^{-3} \text{ (kWh)} \quad \text{.....(1)}$$

W = VOLUME OF WATER (l)

T_1 = TEMPERATURE OF COLD WATER (^{o}C)

T_2 = TEMPERATURE OF HOT WATER (^{o}C)

η = EFFICIENCY OF WATER HEATER

° CAPACTY OF WATER HEATER (kW) = P/HOUR.....(2)

รายละเอียดของขดลวดความร้อน(Heater)ที่ใช้
- แบบ Hot Water Heater
- Efficiency of Water Heater 90%
- ขนาดกำลังไฟฟ้า 670 วัตต์ (W)
- ปริมาณน้ำที่ใช้ 2 ลิตร (l)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาพลังงานที่ใช้ของ Heater ในการเปลี่ยนอุณหภูมิน้ำเปรียบเทียบระหว่างน้ำที่ผ่านกระบวนการถ่ายความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) กับน้ำที่ไม่ได้ผ่านการะบวนถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น

1. หาพลังงานที่ใช้ในการทำให้น้ำปริมาณ 2 ลิตร ซึ่งผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) มาแล้ว ซึ่งทำให้มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากเดิมอุณหภูมิของน้ำ 24° C เป็น 90 °C และเปลี่ยนอุณหภูมิ 35 °C เป็น 90 °C

W = 2 ลิตร

Heater = 670 วัตต์

η = 90 %

ช่วงที่น้ำอุณหภูมิปกติผ่านชุดกระบานถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น

T_1 = 24 °C

T_2 = 35 °C

จากสมการ (1) จะได้

$$\text{REQUIRED ENERGY} = \frac{(1.16)(2)}{0.9}\frac{(35-24)}{} \times 10^{-3} \quad \text{kWh}$$

= 0.02835 kWh

= 28.35 Wh

และจาก (2) = (28.35Wh)/(670 W)

ใช้เวลา = 0.042 Hour

หรือ = 0.042 × 60

= 2.53 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่น้ำผ่านชุดถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น

T_1 = 35 °C

T_2 = 90 °C

จากสมการ (1) จะได้

$$\text{REQUIRED ENERGY} = \frac{(1.16)\,(2)\,(90-35)}{0.9} \times 10^{-3} \quad \text{kWh}$$

= 0.141 kWh

= 141 Wh

และจากสมการ (2) จะได้ = (141 Wh)/(670 W)

= 0.210 Hour

หรือ = 0.210 × 60

= 12.62 นาที

2. หาพลังงานที่ใช้ในการให้น้ำปริมาณ 2 ลิตร ที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น(Pre-heat) เปลี่ยนอุณหภูมิ 24 °C เป็น 90 °C

T_1 = 24 °C

T_2 = 90 °C

จากสมการที่ (1)

$$\text{REQUIRED ENERGY} = \frac{(1.16)\,(2)\,(90-24)}{0.9} \times 10^{-3} \quad \text{kWh}$$

= 0.17 kWh

หรือ = 170 Wh

และจากสมการที่ (2) จะได้ = (170 Wh)/(670 W)

= 0.253 Hour

หรือ = 0.253 × 60

= 15.18 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังข้อมูลเปรียบเทียบในตาราง 6.4 และ 6.5 การใช้พลังงานระหว่างการต้มน้ำแบบธรรมดากับน้ำที่ผ่าน กระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) มาแล้วจะเห็นได้ว่า น้ำปริมาณ 2 ลิตร

-ถ้าเป็นน้ำธรรมดาที่ไม่ผ่าน กระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้นจะใช้พลังงาน 210 วัตต์ - ชม.

-ถ้าเป็นที่ผ่านกระบวนการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้นจะใช้พลังงาน 190 วัตต์ - ชม.

ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ระบบการถ่ายเทความร้อนเบื้องต้น (Pre-heat) ที่ให้แก่น้ำก่อนการนำน้ำมาต้มโดยตรงจะช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 10 % ของพลังงานที่ใช้ในการต้มน้ำทั่วๆ ไปที่ไม่มีระบบการถ่ายเทความเบื้องต้น ให้แก่น้ำก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การแผ่กระจายของแสง ยูวี บริเวณรอบนอกตัวเครื่อง</u>

ในการใช้งานจริงนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้เครื่องจะต้องมาอยู่ในบริเวณรอบๆตัวเครื่องอย่างน้อยก็ตอนที่จะทำการเปิดเครื่องหรือมานำน้ำจากเครื่องผลิตไปบริโภค เนื่องจากถ้าผู้ใช้เครื่องผลิตน้ำนี้ สัมผัสกับแสงยูวีโดยตรงในกรณีที่แสงสามารถแผ่รังสีเล็ดรอดออกมาภายนอกตัวเครื่องได้ ซึ่งแสงยูวีจะทำให้เกิดอันตรายต่อเซลผิวหนังได้ จึงต้องทำการทดสอบการรั่วและการแผ่กระจายของแสงยูวีขึ้นเพื่อเป็นการทดสอบคุณภาพของเครื่องว่ามีความปลอดภัยต่อสวัสดิภาพของผู้ใช้งานอย่างแท้จริง

เงื่อนไขการทดลอง

1. ทำการวัดในขณะที่ตัวโครงงานอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
2. จะทำการวัดทั้งหมด 5 จุด โดยทั้ง 5 จุดจะวัดระหว่างรอยต่อของฝาเปิดกับตัวของโครงงาน ลักษณะการวัดจะวัดแนบติดกับรอยต่อนั้น
3. จุดวัดทั้ง 5 จุด มีดังนี้คือ บริเวณด้านหน้า 3 จุด (ริมซ้าย กึ่งกลาง ริมขวา) บริเวณด้านข้างซ้าย 1 จุด (กึ่งกลาง) บริเวณด้านข้างขวา 1 จุด (กึ่งกลาง)

ขั้นตอนการทดลอง

1. วัดค่าความเข้มแสงตามจุดต่างๆที่ได้กำหนดไว้แล้วนั้น โดยในขั้นแรก ให้ทำการวัดแสงโดยยังไม่เปิดชุดแสงยูวี
2. บันทึกค่าทั้ง 5 จุด ลงในตาราง
3. เปิดให้ชุดแสงยูวี ทำงาน ทำการวัดค่าความเข้มแสงที่เปลี่ยนแปลงไป ณ. จุดต่างๆ
4. บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง เปรียบเทียบผลที่ได้ว่าแตกต่างกับขณะที่ยังไม่เปิดชุดแสงยูวีหรือไม่อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

วัดค่าความเข้มแสงรอบเครื่อง ทั้ง 5 จุดในขณะที่ยังไม่เปิดชุดแสงยูวี (LUX)					วัดค่าความเข้มแสงรอบเครื่อง ทั้ง 5 จุดในขณะที่เปิดชุดแสงยูวี (LUX)				
จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5
32	17	29	15	20	32	17	29	15	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตัวอย่างน้ำที่มาวิเคราะห์	จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/มล)	จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม (MPN / 100 มล)	จุลินทรีย์พิคัลโคลิฟอร์ม (MPN / 100 มล)
ตัวอย่างน้ำที่ 1	–	–	–
ตัวอย่างน้ำที่ 2	–	–	–
ตัวอย่างน้ำที่ 3	–	–	–
ตัวอย่างน้ำที่ 4	–	–	–
ตัวอย่างน้ำที่ 5	–	–	–
ตัวอย่างน้ำที่ 6	–	–	–

หมายเหตุ

ตัวอย่างน้ำที่ 1 น้ำประปาก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่ 2 น้ำประปาก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่ 3 น้ำเย็นที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 4 น้ำเย็นที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 5 น้ำร้อนที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 6 น้ำร้อนที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

– หมายถึง ไม่พบจุลินทรีย์

ผู้ตรวจสอบ.....

(ผศ.วันชัย สุพิชฌน) อาจารย์ประจำ ภ.

วันที่ 15 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2540

ผู้เชี่ยวชาญชีววิทยาประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำ

:

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์	ผลการตรวจสอบ	
	ผ่าน	ไม่ผ่าน
ตัวอย่างน้ำที่ 1	✓	
ตัวอย่างน้ำที่ 2	✓	
ตัวอย่างน้ำที่ 3	✓	
ตัวอย่างน้ำที่ 4	✓	
ตัวอย่างน้ำที่ 5	✓	
ตัวอย่างน้ำที่ 6	✓	

หมายเหตุ

ตัวอย่างน้ำที่ 1 น้ำประปาก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่ 2 น้ำประปาก่อนเข้าเครื่องผลิตน้ำ

ตัวอย่างน้ำที่ 3 น้ำเย็นที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 4 น้ำเย็นที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 5 น้ำร้อนที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ตัวอย่างน้ำที่ 6 น้ำร้อนที่ได้จากการผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่ม

ผู้ตรวจสอบ.....

(นายวันชัย สุทธินนท์)

วันที่ 15 เดือน ก.พ. พ.ศ. 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
บทวิจารณ์และสรุป

นับตั้งแต่ได้รับได้รับหัวข้อและขอบเขตของโครงงานที่กำหนดไว้ใน PROJECT 1 คือสร้างเครื่องต้นแบบ เครื่องผลิตน้ำเย็นและน้ำที่อุณหภูมิปกติพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวี และตัวเครื่องจะต้องเสร็จทันแสดงในงานนิทรรศการ พระจอมเกล้าลาดกระบังเฉลิมพระเกียรติเทคโนโลยีเพื่อปวงชน ซึ่งในการหาข้อมูลและเตรียมการสร้างเครื่องต้นแบบนั้นมีระยะเวลาจำกัดประมาณ 2 เดือนเศษ ด้วยในระยะเวลาอันสั้นในการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจึงทำได้ลำบากมาก

ในส่วนการออกแบบชุดฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีนั้น ถึงแม้จะมีผู้ผลิตออกมาจำหน่ายอยู่บ้างแต่ก็ถือได้ว่า เป็นข้อมูลทางเทคนิคการออกแบบลับเฉพาะของแต่ละรายไม่อาจเปิดเผยได้ และข้อมูลในแขนงนี้ยังอยู่ในวงแคบการหาข้อมูลส่วนใหญ่จึงต้องศึกษาจากหนังสือต่างประเทศและหนังสือในประเทศบางเล่ม ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นก็ต้องมาแปลความหมายและนำมาประยุกต์ใช้งานซึ่งก็เกิดคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากกลุ่มผู้ดำเนินการยังขาดประสบการณ์ด้านนี้โดยตรง เพื่อให้ได้การออกแบบที่ดีจึงได้ทำการขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญโดยตรงหลายๆรายแต่เพราะติดเงื่อนไขทางด้านธุรกิจจึงถือเป็นความลับข้อมูลที่ได้ก็เป็นข้อมูลกว้างๆไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากนัก แต่ก็ได้พยายามนำข้อมูลที่ได้จากหลายๆที่มาประยุกต์ออกแบบได้เป็นที่น่าพอใจ

หลังจากที่ได้ศึกษาข้อมูลและออกแบบในส่วนต่างๆแล้วจึงทำการประกอบโครงสร้างทั้งหมดเข้าด้วยกันตั้งแต่ชุดทำความเย็น, ชุดฆ่าเชื้อโรค, ชุดควบคุม , โครงสร้างของตู้และลักษณะภายนอก

ในส่วนของคอนเพรสเซอร์คงเป็นปัญหาหลักในช่วงแรกนี้ เนื่องจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในบางครั้งจะไม่สามารถสตาร์ทระบบได้ ต้องทำการเปิด-ปิดระบบอยู่หลายครั้งจึงสามารถเดินระบบได้และบางครั้งต้องปล่อยน้ำยาทำความเย็นออกบ้างจึงสามารถเดินระบบได้ สาเหตุมาจากการพยายามลดต้นทุนในการสร้างจึงได้ใช้คอมเพรสเซอร์ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วมาใช้ แต่ได้ทำการทดสอบเดินเครื่องและตรวจสอบแรงอัดและแรงดูด ก็สามารถทำงานได้ แต่ทำการทดสอบช่วงสั้นๆจึงเกิดการผิดพลาดขึ้น แต่ก็ทำการซื้อตัวใหม่มาเปลี่ยนก็สามารถทำงานได้ปกติ

ส่วนของถังทำความเย็นนั้นในตอนแรกได้ทำการพันท่ออีแวปปอเรเตอร์รอบตัวถังโดยได้ทำการพันจากด้านบนของถังลงมาและให้ทางน้ำเข้าและน้ำออกอยู่ด้านล่างของถังทำให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เย็นของน้ำเย็นได้ช้ามาก จึงได้ทำการย้ายท่ออีแวปปอเรเตอร์ให้พันจากด้านล่างของถังขึ้นไปแทน และให้ท่อน้ำเข้าอยู่ด้านบนและท่อน้ำออกอยู่ด้านล่างแทนของเดิมก็สามารถแก้ปัญหาได้

การทำงานในช่วงที่สองคือช่วง PROJECT 2 นั้นข้อกำหนดและขอบเขตของโครงงานคือทำการออกแบบและสร้างชุดทำความร้อนให้แก่ระบบแทนถังน้ำที่อุณหภูมิปกติและให้มีความสามารถเพิ่มความร้อนเบื้องต้นให้แก่น้ำก่อนมา ผ่านกระบวนการต้มให้ความร้อนแก่น้ำและเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิแก่น้ำ

ในการออกแบบได้ออกแบบให้ท่อน้ำก่อนนำน้ำลงหม้อต้ม ได้นำมาพันรอบคอมเพรสเซอร์ก่อนแต่ความร้อนที่ได้น้อยมาก จึงได้ออกแบบให้พันรอบคอมเพรสเซอร์แล้วมาเดินประกบแนบกับแผงคอนเดนเซอร์อีกครั้งหนึ่งซึ่งผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจมากและสามารถประหยัดพลังงานในส่วนของการต้มน้ำได้จริง

จากการประสบความสำเร็จอย่างดียิ่งในการนำออกแสดงในงานนิทรรศฯ จนมีผู้มาชมงานหลายท่านสนใจสั่งทำการผลิตเพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งในขณะออกแสดงในงานนั้นยังไม่มีส่วนของน้ำร้อนและการประหยัดพลังงาน ซึ่งเมื่อรวมอีกสองส่วนหลังเข้าไปด้วยก็จะทำให้โครงงานนี้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้นต่อผู้พบเห็นและที่สำคัญเครื่องต้นแบบนี้มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมากเมื่อเทียบกับคุณภาพน้ำที่ผลิตได้ และกับการที่ต้องลงทุนซื้อน้ำดื่มสำเร็จรูปไว้บริโภค นับว่าเครื่องผลิตน้ำเย็นและน้ำร้อนพร้อมฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงอุลตร้าไวโอเลต มีความคุ้มค่าแก่การลงทุนเป็นอย่างยิ่ง จึงนับได้ว่าโครงงานนี้ประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดียิ่งและตรงตามเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ทุกประการ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้จะสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีมิได้ ถ้าหากขาดผู้มีรายนาม ดังต่อไปนี้

- คุณพ่อและคุณแม่ที่อุปการะเลี้ยงดูตลอดมา
- ผศ. ประภาษ ไพรสุวรรณา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ทำให้โครงงานนี้ เกิดขึ้นมา และคอยให้คำปรึกษาพร้อมชี้แนะแนวทางต่างๆในการทำงาน
- อ. อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่คอยให้คำปรึกษาเรื่อยมา
- อ. วันชัย สุทธิหุ่น อาจารย์ภาควิชาชีวะวิทยา ที่ช่วยตรวจสอบคุณภาพน้ำ
- เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่คอยอำนวยความสะดวกในเรื่องต่างๆ
- ฝ่ายอาคาร สถานที่ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือเครื่องเย็น
- บริษัท ซิลวาเนีย(ประเทศไทย) จำกัด ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูลแสงอัลตราไวโอเลตและข้อมูลของหลอดอัลตราไวโอเลต (ประทับใจการต้อนรับมาก)
- บริษัท ทรีท เคมิคอล จำกัด ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลทางด้านน้ำ
- เจ้าหน้าที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์ ข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับคุณภาพน้ำเป็นอย่างดี
- STAFF นักศึกษาภาคไฟฟ้า " นิทรรศการ พระจอมเกล้าลาดกระบังเฉลิมพระเกียรติเทคโนโลยีเพื่อปวงชน " ที่คอยช่วยเตรียมงานการ PRESENT จนสามารถออกแสดงโชว์ในงานได้อย่างมีสีสัน
- ผู้เข้าเยี่ยมชมงานนิทรรศฯ ในครั้งนี้ทุกท่าน ที่ได้เล็งเห็นประโยชน์ของโครงงานนี้ทั้งที่ให้ทั้งข้อติ และข้อชม และแนวทางในการประยุกต์พัฒนาใช้งานในหลายๆด้าน (รวมถึงผู้ที่ขอสั่งซื้อโครงงานนี้หลายๆท่านด้วย)

ดังนั้นคณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) Gordon Maskew Fair , John Charles Geyer , Daniel Alexander Okun , " Elements Of Water Supply And Wastewater Disposal ," Wiley & Sons,Inc., New york And London, 1971.

(2) Metcalf & Eddy ,"Wastewater Engineering ," Mcgraw - Hill Book Company , 1991.

(3) Mcgliee ," Water Supply And Sewerage ," Mcgraw - Hill Book Company , 1991.

(4) The American Water Association (AWWA.) ," Water Quality & Treatment ," Mcgraw -Hill Book Company , 1971.

(5) โกมล ศิระบวร , เชาวยุทธ พรพิมลเทพ และ สุวิทย์ ชุมนุมศิริวัฒน์, "การประปาเบื้องต้น,"ธนะการพิมพ์, 2527.

(6) มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. "วิศวกรรมประปา เล่ม 2," สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

(7) สนอง อิ่มเอม, "เครื่องทำความเย็นและปรับอากาศรถยนต์," อัมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ฟ, 2532.

(8) สมศักดิ์ สุโมตยกุล, "เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ," ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2533.

(9) สุพัฒน์ เพ็งมาก, "เอกสารประกอบการสอน วิชาการควบคุมไฟฟ้า(อฟ. 1245)," สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ, 2535.

(10) วิจิตร บุญยธโรกุล, "ระบบทำความเย็น ตู้เย็น-ห้องเย็น," คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2537.

(11) วิทยา ประยงค์พันธ์ และอำนาจ ทองผาสุข, "การควบคุมมอเตอร์," คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(12) ประสิทธิ์ ตันติบุตร, "**เอกสารประกอบการสอน วิชาการทำความเย็นและปรับอากาศ(อฟ.1243),**" สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ, 2535.

(13) ประสงค์ ดีลี ,ชัชวาล เชี่ยวชลาคม และภาณุ ตั้งเสถียรกิจ, "**เครื่องผลิตน้ำดีมระบบประหยัดพลังงาน,**" ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537.

(14) พรพิมล รัตนวิเชียร, "**เครื่องผลิตน้ำดีมระบบประหยัดพลังงาน,**" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 18 ณ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , หน้า 125-130.

(15) นักสิทธ์ คูวัฒนาชัย, "**การถ่ายเทความร้อน,**" ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1 ประกาศกระทรวงสาธารณะสุข เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

ภาคผนวก 2 ค่าแนะนำและค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ (Guideline and Standard of Drinking Water)

ภาคผนวก 3 P-H ชาร์ท ของ R-12

ภาคผนวก 4 รายละเอียดคุณสมบัติของหลอดยูวี (Germicidal Fluorescent)

ภาคผนวก 5 รายละเอียดคุณสมบัติของสวิตช์ลูกลอย (Float Switchs)

ภาคผนวก 6 รายละเอียดคุณสมบัติของโซลีนอยล์วาล์ว (Solenoid Valve)

ภาคผนวก 7 วงจรอิเลคทรอนิก ของส่วนการทำงานสวิตช์ทำงานด้วยแสง และวงจรเรคกูเลต โดยใช้ IC เบอร์ LM 340

ภาคผนวก 8 รูปแสดงโครงสร้างของส่วนประกอบจริงที่ใช้ในโครงงาน

ภาคผนวก 9 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่คอยล์ร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ ๖๑ (พ.ศ.๒๕๒๔)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

****

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ และมาตรา ๖ (๑) (๒) และ (๖) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๒๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิก

(๑) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดน้ำบริโภคและเครื่องดื่มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน เงื่อนไข วิธีการผลิตและฉลาก ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๒

(๒) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๕๐ (พ.ศ.๒๕๒๓) เรื่อง แก้ไขเพิ่มเติมประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๒๒) ลงวันที่ ๑๙ มีนาคม พ.ศ.๒๕๒๓

ข้อ ๒ ให้น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ ๓ ให้น้ำบริโภคต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(๑) คุณสมบัติทางฟิสิกส์

(ก) สี ต้องไม่เกิน ๒๐ ฮาเซนยูนิก

(ข) กลิ่น ต้องไม่มีกลิ่น แต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน

(ค) ความขุ่น ต้องไม่เกิน ๕.๐ ซิลิกาสเกล

(ง) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง ๖.๕ ถึง ๘.๕

.../๒

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒) คุณสมบัติทางเคมี

(ก) ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solid) ไม่เกิน ๕๐๐.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ข) ความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ไม่เกิน ๑๐๐.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ค) สารหนู ไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ง) แบเรียม ไม่เกิน ๑.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(จ) แคดเมียม ไม่เกิน ๐.๐๑ มิสลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฉ) คลอไรด์ โดยคำนวณ เป็นคลอรีน ไม่เกิน ๒๕๐.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ช) โครเมียม ไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ซ) ทองแดง ไม่เกิน ๑.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฌ) เหล็ก ไม่เกิน ๐.๕ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ญ) ตะกั่ว ไม่เกิน ๐.๑ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฎ) แมงกานีส ไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฏ) ปรอท ไม่เกิน ๐.๐๐๒ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฐ) ไนเตรท โดยคำนวณเป็นไนโตรเจน ไม่เกิน ๔.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฑ) ฟีนอล ไม่เกิน ๐.๐๐๑ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ฒ) ซีลีเนียม ไม่เกิน ๐.๐๑ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ณ) เงิน ไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ด) ซัลเฟต ไม่เกิน ๒๕๐.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ต) สังกะสี ไม่เกิน ๕.๐ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(ถ) ฟลูออไรด์ โดยคำนาณเป็นฟลูออรีน ไม่เกิน ๑.๕ มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค ๑ ลิตร

(๓) คุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์

(ก) ตรวจพบบักเตรีชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า ๒.๒ ต่อน้ำบริโภค ๑๐๐ มิลลิกรัม โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(ข) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด อี.โคไล

(ค) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.../๓

ข้อ ๔ ภาชนะที่ใช้บรรจุน้ำบริโภค ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ภาชนะบรรจุ และจะต้องมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใด ดังต่อไปนี้ด้วย

(๑) เป็นภาชนะบรรจุที่ต้องมีฝาหรือจุกปิด เมื่อใช้บรรจุจะต้องปิดผนึก หรือผนึกโดยรอบระหว่างฝาหรือจุกกับขวดหรือภาชนะบรรจุ

(๒) เป็นภาชนะบรรจุที่ปิดผนึกซึ่งไม่ใช่ภาชนะบรรจุตาม (๑)

สิ่งที่ปิดผนึกหรือส่วนที่ปิดผนึกของภาชนะบรรจุตาม (๑) และ (๒) ต้องมีลักษณะที่เมื่อเปิดใช้ทำให้สิ่งที่ปิดผนึกหรือส่วนที่ปิดผนึกหรือภาชนะบรรจุนั้นเสียไป

ข้อ ๕ การแสดงฉลากของน้ำบริโภคให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วย เรื่อง ฉลาก

ประกาศฉบับนี้ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๒๒) เรื่อง กำหนดน้ำบริโภคและเครื่องดื่มเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน เงื่อนไข วิธีการผลิตและฉลาก ลงวันที่ ๑๓ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๒ ซึ่งได้แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ ๒๐ (พ.ศ.๒๕๒๒) ลงวันที่ ๑๘ มีนาคม พ.ศ.๒๕๒๓ และให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหาร ให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๗ กันยายน พ.ศ.๒๕๒๔
(ลงชื่อ) ส. พริ้งพวงแก้ว
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๙๘ ตอนที่ ๑๙๗ ลงวันที่ ๒๔ กันยายน ๒๕๒๔)

สำเนาถูกต้อง

(นางสาวสุวนีย์ อาภรณ์รัตนานนท์)
นักวิชาการเผยแพร่ 3

พิกุล/พิมพ์
สุวนีย์/ทาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2)

โดยที่เป็นการสมควรแก้ไขเพิ่มเติมข้อกำหนดเรื่องคุณภาพหรือมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1) (2) และ (6) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกความใน (จ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"(จ) แคดเมียม ไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร"

ข้อ 2 ให้ยกเลิกความใน (ฌ) และ (ญ) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524 และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"(ฌ) เหล็ก ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ญ) ทะกั่ว ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

ข้อ 3 ให้เพิ่มความต่อไปนี้เป็น (ท) (ธ) และ (น) ของ (2) ในข้อ 3 แห่งประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน พ.ศ.2524

"(ท) อะลูมิเนียม ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

(ธ) เอบิเอส (Alkylbenzene Sulfonate)

ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค1 ลิตร

(น) ไซยาไนด์ ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำบริโภค1 ลิตร"

.../2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ 4 ให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือผู้ที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ลงวันที่ 7 กันยายน 2524 อยู่ก่อนวันที่ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับมายื่นคำขอแก้ไขรายการให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ ภายในหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และเมื่อได้ยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้ใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารหรือฉลากเดิมคงใช้ได้ต่อไป จนกว่าจะได้รับอนุญาตหรือจนกว่าผู้อนุญาตจะแจ้งให้ทราบถึงการไม่อนุญาต

ประกาศฉบับนี้ให้ใช้บังคับตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 26 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2534

อุทัย สุดสุข

ปลัดกระทรวงสาธารณสุข

ผู้ใช้อำนาจของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(คัดจากราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 61 ลงวันที่ 2 เมษายน 2534)

สำเนาถูกต้องฯ

(น.ส.สุวนีย์ อาภรณ์รัตนานนท์)

นักวิชาการเผยแพร่ 3

สุนีย์/พิมพ์

สุวนีย์/ทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 2 คำแนะนำและค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ (Guideline and Standard of Drinking Water)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชมรมนักวิทยาศาสตร์ กปน.

METROPOLITAN WATERWORKS AUTHORITY SCIENTIST CLUB (MWAS)

220 ถนนพระราม 6 พญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร. 2790794 แฟกซ์: 2790794

220 Rama VI Rd, Phayathai, Bangkok 10400 Tel. 2790794 Fax: 2790794

ค่าแนะนำและค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปา (Guideline and Standard of Drinking Water)

ชนิดต่างๆ (Parameters)	หน่วย (Units)	องค์การอนามัยโลก 2536 WHO Guideline 1993 (*1)	มาตรฐานอุตสาหกรรม 2521 (*1) Thai Industrial Standard. 1978		มาตรฐานประเทศญี่ปุ่น 2514 JAPAN Standard 1971	มาตรฐานประเทศสหรัฐอเมริกา (2518-2522) US.EPA Regulations (1975-1979)	มาตรฐานยุโรป 2523 EEC. 1980		โรงงานผลิตน้ำบางเขน ปีงบประมาณ 2537 Bangkhen Treatment Plant Fiscal Year 1994
			เกณฑ์สูงสุด (Maximum Acceptable)	เกณฑ์อนุโลม (Maximum Allowable)			Maximum Acceptable	Maximum Allowable	
1 คุณภาพทางแบคทีเรีย (Bacteriological Quality)									
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliforms)	Colonies / 100 ml	ไม่พบ (none)	<2.2MPN/100ml		none	1			0
ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliforms)	Colonies / 100 ml	ไม่พบ (none)							0
แบคทีเรียทั้งหมด 37° ซ (Total Plate Count)	Colony / ml		500		100		10		0
แบคทีเรียชนิด อี.โคไล (*E. coli*)		ไม่พบ (none)	ไม่พบ (none)						ไม่พบ
2 สารอนินทรีย์ (Inorganic Constituents of Health Significance)									
สารหนู (Arsenic, As)	mg/l	0.01	0.05		0.05	0.05	0.05		
แคดเมียม (Cadmium, Cd)	mg/l	0.003	0.01		0.01	0.01	0.005		
โครเมียม (Chromium, Cr+6)	mg/l	0.05	0.05		0.05		0.005	ไม่พบ	
ไซยาไนด์ (Cyanide, CN)	mg/l	0.07	0.2	1	none		0.5		
ฟลูออไรด์ (Fluoride, F)	mg/l	1.5	0.7		0.8	1.4-24		0.7-1.5	0.18
ตะกั่ว (Lead, Pb)	mg/l	0.01	0.05		0.1	0.05	0.05		0.0007
ปรอท (Mercury, Hg)	mg/l	0.001	0.001		none	0.002	0.001		
ไนเตรทในรูปไนโตรเจน (Nitrates as N)	mg/l	10	10	10		10	25	50	0.23
ไนเตรทรวมไนไตรท์ในรูปไนโตรเจน (Nitrates and Nitrite as N)	mg/l				10				0.25
เซเลเนียม (Selenium, Se)	mg/l	0.01	0.01			0.01	0.01		
ออกซิเจนคอนซูม (KMnO Consumption)	mg/l				10		2	5	2.04
3 สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds) of Health Significance)									
เบนซีน (Benzene)	µg/l	10							
คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Carbon Tetrachloride)	µg/l	2							
หนึ่งสองไดคลอโรอีเธน 1,2-Dichlororethane)	µg/l	30							
อัลคิลเบนซิลซัลโฟเนต (Alkly Benzyl Sulfonates, ABS)	µg/l		500	1,000	500	500			
เพนตาคลอโรฟีนอล (Pentachlorophenol)	µg/l	9							
สอง สี่ หก ไตรคลอโรฟีนอล (2, 4, 6 - Trichlorophenol)	µg/l	200							
สารประเภทฟีนอล	µg/l		1	2	5				

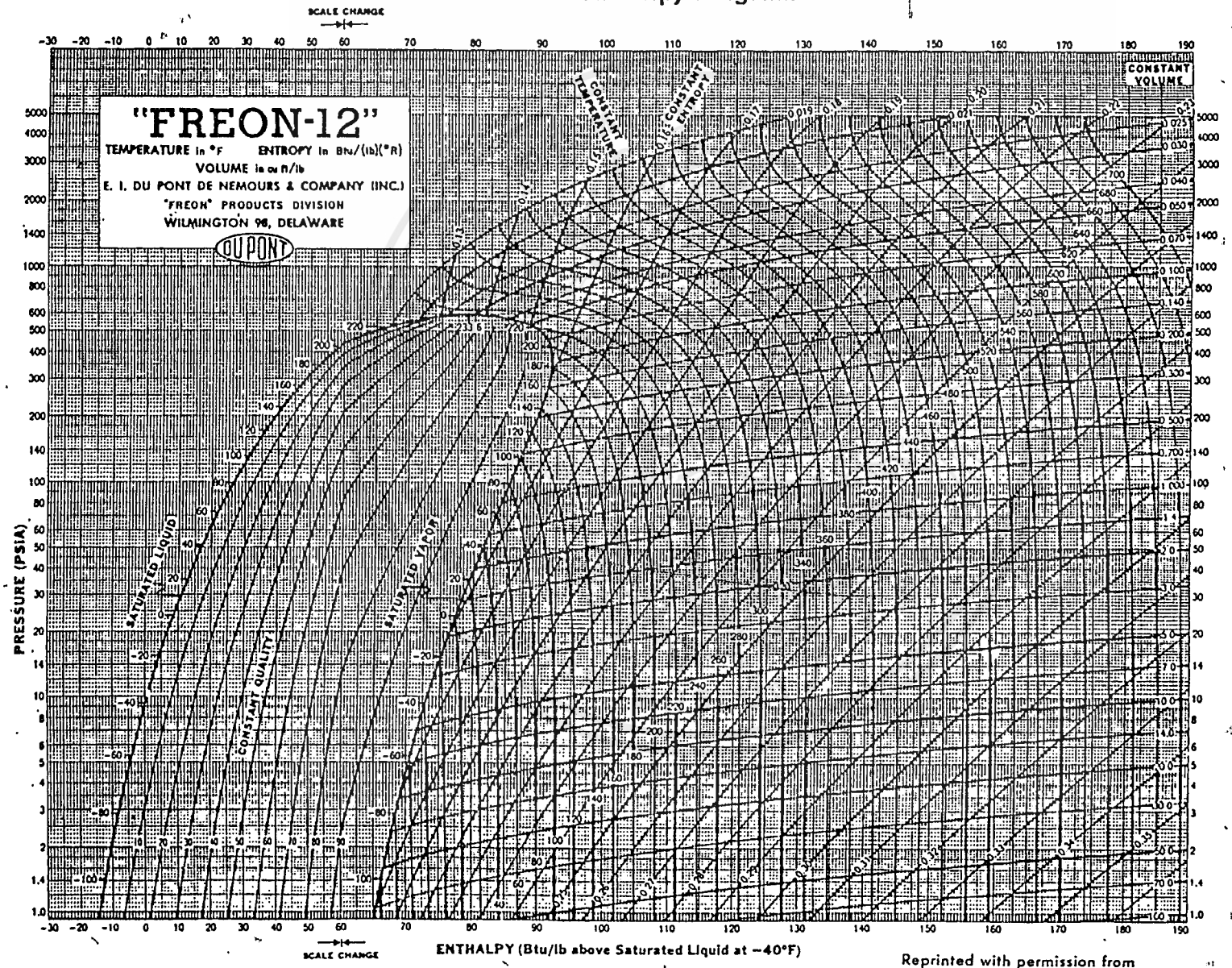
สอง สี่ หก ไทรคลอโรฟีนอล (2, 4, 6 - Trichlorophenol)	µg/l	300							
สารประเภทฟีนอล Phenols, Substance, as Phenol	µg/l		1	2	5				
โพลินิวเคลียะโรมติคไฮโดรคาร์บอน (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons)	µg/l							0.2	
เบนโซไพลีน (Benzo (a) Pyrene)	µg/l	0.7			100	100			
ไทรฮาโลมีเธน (Trihalomethanes)	µg/l								
คลอโรฟอร์ม (Chloroform)	µg/l	200							
สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (Pesticides)	µg/l								ไม่พบ
อัลดรินและดิลดริน (Aldrin/Dieldrin)	µg/l	0.03							
คลอเดน (Chlordane)	µg/l	0.2				100			
สอง สี่ ดี (2, 4, D)	µg/l	30							ไม่พบ
ดีดีที (DDT)	µg/l	2							0.04
เฮปตาคลอและเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor and Heptachlor Epoxide)	µg/l	0.03							
เฮกซะคลอโรเบนซีน (Hexachlorobenzene)	µg/l	1				4			
ลินเดน (Lindane)	µg/l	2				100			
เมทอกซีคลอ (Methoxyclor)	µg/l	20							
4 กัมมันตภาพรังสี (Radioactive Materials)									
ความแรงรังสีรวมแอลฟ่า (Gross alpha activity)	Bq/l	0.1				15 pCi/l			
ความแรงรังสีรวมเบต้า (Gross beta activity)	Bq/l	1				4 millirem/year			
5 ความน่าดื่มน่าใช้ (Aesthetic Quality)									
อะลูมิเนียม (Aluminium)	mg/l	0.2			200	250			16
คลอไรด์ (Chloride)	mg/l	250	250	600	1	1	25		
ทองแดง (Copper)	mg/l	1	1	1.5	300		0.1		85
ความกระด้าง (Hardness as CaCO)	mg/l				0.3	0.3			0.03
เหล็ก (Iron)	mg/l	0.3	0.5	1	0.3	0.05	0.05	0.3	0.002
แมงกานีส (Manganese)	mg/l	0.1	0.3	0.5			0.02	0.05	
เหล็กและแมงกานีส (Iron and Manganese)	mg/l		0.5	1					
โซเดียม (Sodium)	mg/l	200					150-175	150	
แคลเซียม (Calcium)	mg/l		75	200			100		24.1
แมกนีเซียม (Magnesium)	mg/l		50	150			30		5.9
ซัลเฟต (Sulphate)	mg/l	250	200	250		250	25		36
ปริมาณมวลสารที่ละลายทั้งหมด (Total Dissolved Solids)	mg/l	1000							152
ปริมาณมวลสารทั้งหมด (Total Solids)	mg/l		500	1500					152
สังกะสี (Zinc)	mg/l	3	5	15	1	5	0.1		
สี (Colour)	True Colour Units	15	5	15	5	15	1		ไม่พบ
กลิ่น (Odour)	TON (Threshold Odour Number)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not objectionable)	3	0		คลอรีน (คลอรีนอิสระ 0.9 [illegible]
รส (Taste)		ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not offensive)	ไม่เป็นที่รังเกียจ (Not objectionable)				
ความขุ่น (Turbidity)	NTU (Nephelometric Turbidity Units)	5 (Preferably < 1 for disinfection efficiency)	5	20	2	1	0.4		1.24
ความเป็นกรด ด่าง (pH)			6.5-8.5	ไม่เกิน 9.2	5.8-8.6	6.5-8.5	6.5-8.5		7.04

หมายเหตุ (*) การประปานครหลวงใช้เป็นมาตรฐาน

ภาคผนวก 3 P-H ชาร์ท ของ R-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pressure-Enthalpy Diagram



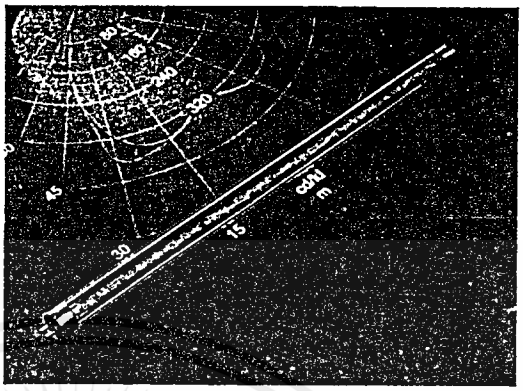
Reprinted with permission from
E. I. DU PONT DE NEMOURS & COMPANY (INC.)

ภาคผนวก 4 รายละเอียดคุณสมบัติของหลอดยูวี (Germicidal Fluorescent)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Germicidal Fluorescent Lamps

Range of fluorescent lamps designed to kill bacteria and other micro-organisms.



Features

- Radiate more than 85 % of their energy in UVA-spectrum, between 320 and 400 nm

Applications

- Sterilization and deodorization of air, gases, liquids and surfaces of solids
- Hospitals, food processing industry, hair dressers, etc.

Directions for use

- Safety precautions ! The emitted radiation is harmful to skin and eyes. Direct exposure must be avoided.

Item description	Watt	Colour	Cap	Dimensions L mm	D	UV radiation W	Packing quantity	Ordering code
G8T5	8	Germicidal Lamps	G5	288	16	1.40	20	00501
G15T8	15	Germicidal Lamps	G13	438	26	3.30	20	00502
G30T8	30	Germicidal Lamps	G13	895	26	8.40	20	00503

T12 - Very High Output (VHO) and High Output (HO) Fluorescent Lamps

A range of lamps with higher power-loading and therefore higher light output than the same-sized standard lamps.

Features

- High lumen output
- No starter required, flicker-free starting
- Special pressure control centres at each end of the lamp maintain efficient operating conditions.
- Reach their maximum light output at lower ambient temperatures (HO)

Applications

- Extremely efficient in situations with low average ambient temperature, e.g. cool cells

Item description	Watt W	Colour	Cap	Dimensions L mm	D	Light output lm	Packing quantity	Ordering code
VHO								
F48T12/CW/VHO	115	Cool White	R17d	1166	38	6750	30	00224
F72T12/CW/VHO	160	Cool White	R17d	1776	38	10900	15	00269
F96T12/CW/VHO	215	Cool White	R17d	2385	38	14750	15	00307
HO								
F48T12/CW/HO	60	Cool White	R17d	1166	38	4085	30	
F72T12/CW/HO	85	Cool White	R17d	1776	38	6650	15	
F96T12/CW/HO	110	Cool White	R17d	2385	38	9000	15	

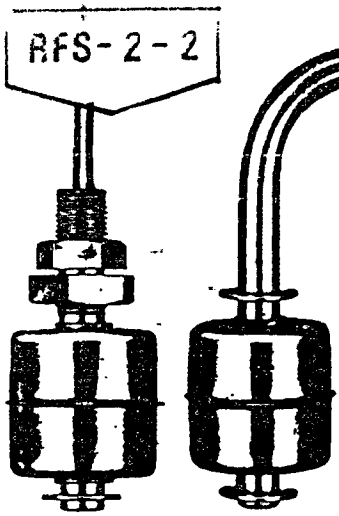
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 5 รายละเอียดคุณสมบัติของสวิตช์ลูกลอย (Float Switchs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFS-2-2

RFS-4-2



RFS-2-2 RFS-4-2

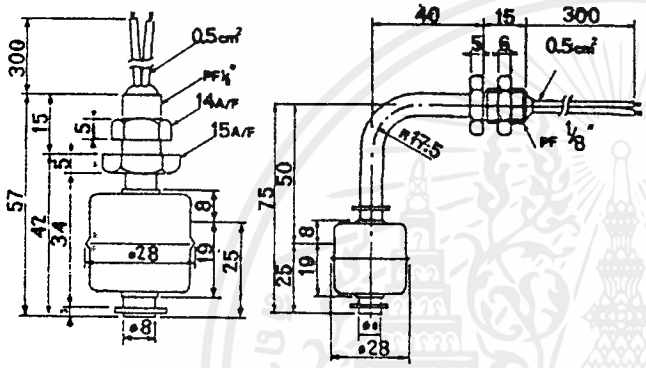
รุ่น RFS-2-2 (ติดตั้งด้านบนหรือด้านล่าง)
รุ่น RFS-4-2 (ติดตั้งด้านข้าง)

ลูกลอยทำด้วยสแตนเลส. 304 คุณภาพสูง เชื่อมด้วยระบบพลาสม่า ทนการกัดกร่อน การกระแทกและสั่นสะเทือน ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 120 C และทนความดันได้ถึง 3000K Pa เหมาะที่จะใช้ในบ้านและโรงงานอุตสาหกรรม เพราะโครงสร้างเป็นแบบง่าย ๆ แต่อายุการใช้งานนาน

คุณสมบัติทางกล

การสั่นสะเทือนและการกระแทก	20 G
ทนความดันได้	3000K Pa (สูงสุด)/30กก./ซม.^{2}
อุณหภูมิใช้งาน	-40 ℃ ถึง 120 ℃
ความถ่วงจำเพาะของลูกลอย	0.75 ± 0.04 g/cc

ขนาด·รูปร่าง



Unit: mm.

คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ขนาดของหน้าสัมผัส	50VA, DC/AC
ความต้านทานของหน้าสัมผัส	150m Ω
การทดสอบฉนวน	600 VDC (ต่ำสุด)
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	350 VDC, 300 VAC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A, DC/AC
ความต้านทานของฉนวน	10M Ω (ต่ำสุด)

หมายเหตุ สามารถเลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

RFS-7

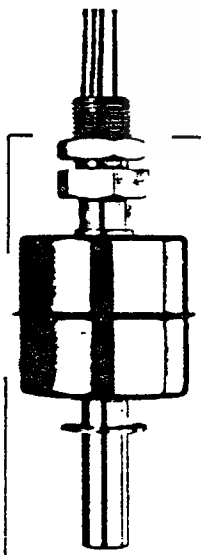
รุ่น RFS-7 นี้สามารถควบคุมระดับและอุณหภูมิได้ในขณะเดียวกัน เพราะมีหรีดสวิทช์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิที่มีความเที่ยงตรงสูงอยู่ที่ด้านล่างของสวิทช์ลูกลอยนี้ด้วย
ลูกลอยทำด้วยสแตนเลส SUS 304 คุณภาพสูง เชื่อมด้วยระบบพลาสม่าจึงมีอายุการใช้งานยานานมาก

คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ขนาดของหน้าสัมผัส	50VA/AC
ความต้านทานของหน้าสัมผัส	100mΩ
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	240V/AC
กระแสทำงานสูงสุด	0.25A/AC

คุณสมบัติทางกล

อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	150 ℃
ทนความดันได้	10 กก./ซม.
วัสดุ	SUS304
ความถ่วงจำเพาะของลูกลอย	0.55

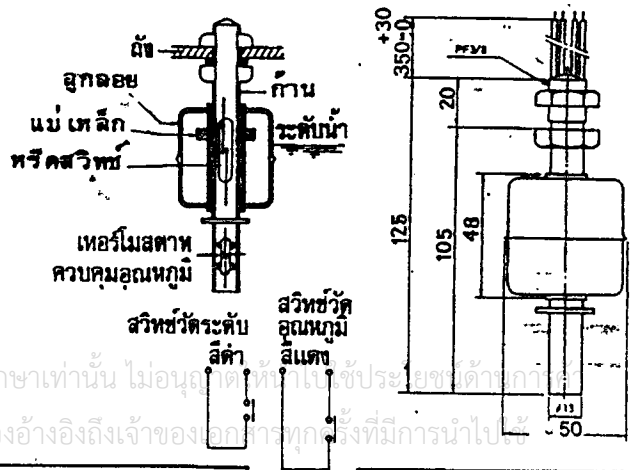


หมายเหตุ

เวลาสั่งซื้อโปรดระบุค่าอุณหภูมิที่ต้องการด้วย โดยมีค่าอุณหภูมิให้เลือกใช้หลายค่าคือ 60, 80, 100, 120 และ 150 ℃
สามารถเลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

ขนาด·รูปร่าง

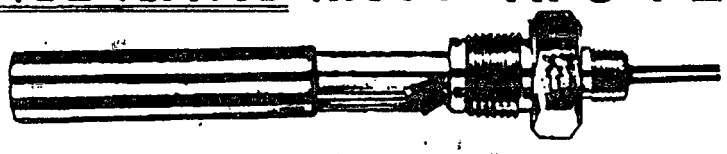
Unit: mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิทช์ลูกลอยแบบติดตั้งข้างผนัง Model RFS-1-2

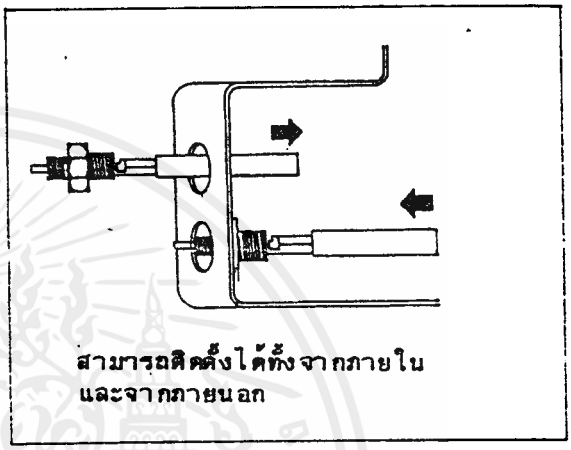
Float Switchs



- รุ่น RFS-1-2 นี้ได้ออกแบบให้ติดตั้งด้านข้างของถังโดยติดจากด้านในหรือด้านนอกถังก็ได้
- ใช้แสดงว่าของเหลวมีระดับต่ำกว่าที่กำหนดแล้วหรือยังถ้าพลิกกลับเป็นด้านตรงข้ามก็จะแสดงว่าของเหลวมีระดับสูงกว่าที่กำหนด
- ใช้งานและใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ตัวลูกลอยทำด้วยสแตนเลส 304 คุณภาพสูง เชื่อมด้วยระบบพลาสม่า จึงทำให้สวิทช์ลูกลอยนี้มีความทนทานสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้
- ตัวลูกลอยมีความถ่วงจำเพาะ 0.7 ใช้ได้กับน้ำมันหล่อลื่น, น้ำมันเบนซิน, น้ำ, น้ำเสีย, สารเคมี, เหล้า ฯลฯ

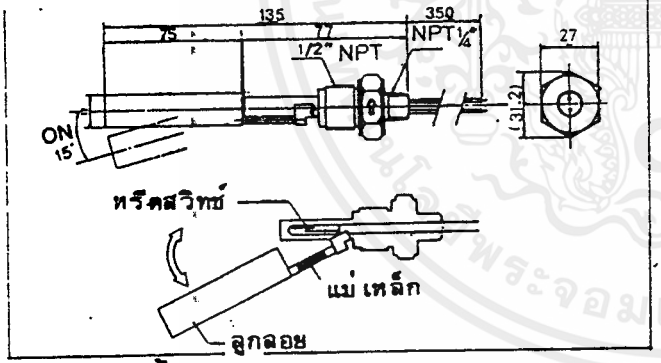
คุณสมบัติ

อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	100 °C
ทนความดันได้	5 กก/ซม^2
ขนาดของหน้าสัมผัส	50VA DC/AC
ความต้านทานของหน้าสัมผัส	150mΩ
การทดสอบฉนวน	600V DC(สูงสุด)
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	350 VDC,300 VAC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A DC/AC
ความต้านทานของฉนวน	10MΩ (ต่ำสุด)
ความถ่วงจำเพาะของลูกลอย	0.7
วัสดุ	SUS 304

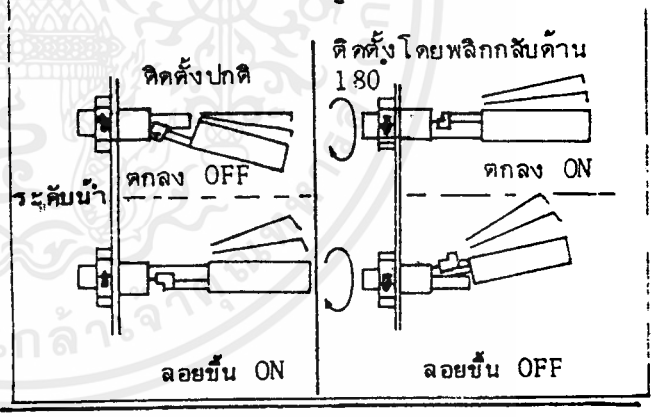


สามารถติดตั้งได้ทั้งจากภายในและจากภายนอก

ขนาด·รูปร่าง และโครงสร้างภายใน

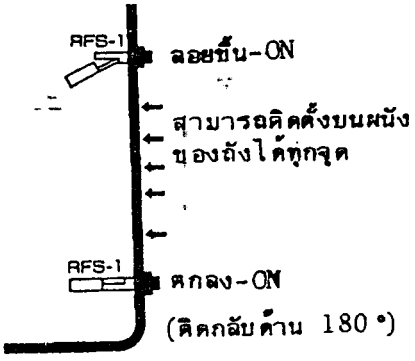


ใช้แสดงระดับต่ำกว่ากำหนดหรือถ้าพลิกกลับด้านตรงข้ามก็จะแสดงระดับสูงกว่ากำหนดได้

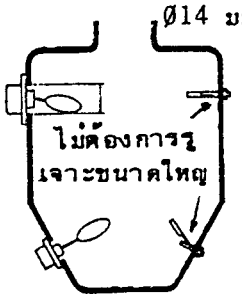


การติดตั้ง

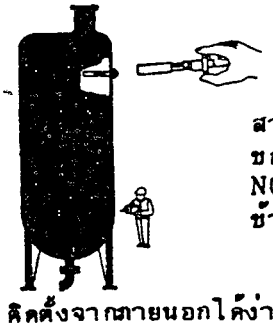
1) สามารถติดตั้งกับผนังของถังตรงจุดไหนก็ได้



2) รูที่ใช้สำหรับติดตั้งมีขนาดเล็ก ติดตั้งจากภายนอกเจาะรูขนาด Ø21 มม./ภายในเจาะรูขนาด Ø14 มม.



3) ติดตั้งจากภายนอกได้ง่าย



ติดตั้งจากภายนอกได้ง่าย หลังจากเจาะรูเรียบร้อยแล้ว

หมายเหตุ

สามารถเลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยพลิกเป็นด้านตรงข้าม

บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด
Fax: (02) 271-1030
Telex:87253 SCM TH
694/25-26 สะพานควาย ตรงข้ามซอยวัดไผ่ตัน(ซอย15) ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ 10400
โทร. 271-0239(10สาย) 271-4969-77 279-7550 278-6525 279-0894-5 270-1980-2

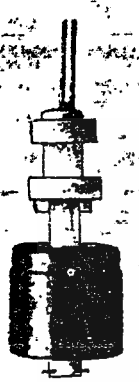
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำหรือดัดแปลงเนื้อหาในเอกสารนี้ก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของเอกสาร

SANGI

FLOAT SWITCHS
สวิทช์ลูกลอย

MFS-17-B-2

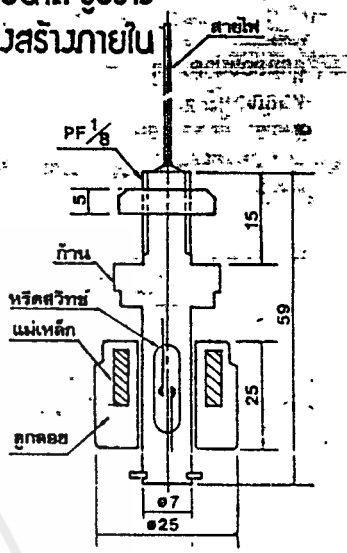
เป็นสวิทช์ลูกลอยขนาดเล็ก ก้านทำด้วยวัสดุ BUNA-N (NBR) จึงทำให้มีน้ำหนักเบา และราคาประหยัด ติดตั้งง่ายและอายุการใช้งานยาวนาน



■ คุณสมบัติทางไฟฟ้า

ขนาดของหน้าสัมผัส	66VA/AC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A/AC
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	AC 264V
วัสดุที่ใช้ทำก้าน	โพลีอะซีตัล (พลาสติก)
วัสดุที่ใช้ทำลูกลอย	BUNA-N(NBR) (พลาสติก)
สายไฟ	AWG-22 300 มม. สีแดง

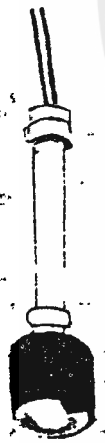
■ ขนาด·รูปร่าง และโครงสร้างภายใน



หมายเหตุ สามารถ เลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

MFS-24-G-2

เป็นสวิทช์ลูกลอยที่ก้านทำด้วยวัสดุโพลีอะซีตัล ลูกลอยทำด้วยวัสดุ BUNA-N(NBR) มีน้ำหนักเบา แม่เหล็กถูกฝังอยู่ในตัวลูกลอยโดยห่อหุ้มด้วยวัสดุ BUNA-N จึงไม่สามารถ เคลื่อนที่ไปไหนได้อย่างแน่นอน สามารถนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง และราคาประหยัด ติดตั้งง่ายใช้งานได้นาน



■ คุณสมบัติทางไฟฟ้า

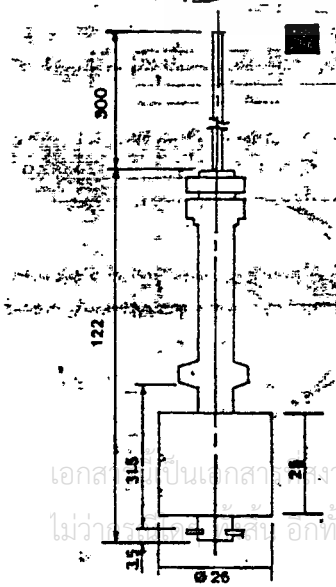
ขนาดหน้าสัมผัส	66VA/AC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A/AC
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	AC 264V

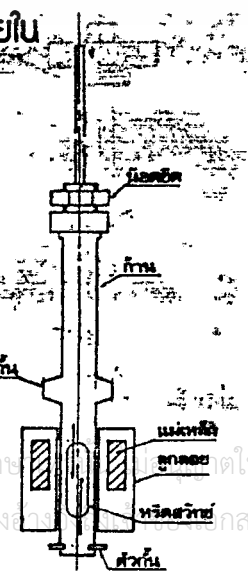
■ คุณสมบัติทางกล

วัสดุที่ใช้ทำก้าน	โพลีอะซีตัล (พลาสติก)
วัสดุที่ใช้ทำลูกลอย	BUNA-N(NBR) (พลาสติก)
สายไฟ	AWG-22 300 มม. สีแดง

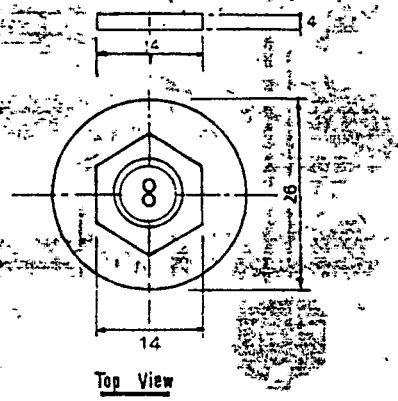
■ ขนาด·รูปร่าง และโครงสร้างภายใน

Unit: mm.





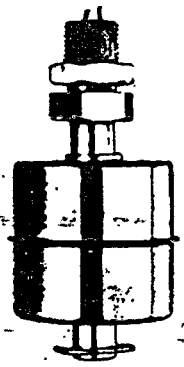
ขนาดเกลียวยึด



หมายเหตุ สามารถ เลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFS-6-2



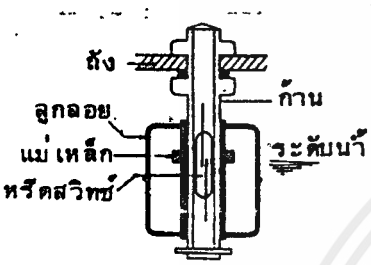
ลูกลอยขนาดใหญ่
หนอุณหภูมิ 200°C

ใช้ติดตั้งด้านบนหรือด้านล่างของถัง ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 200°C ลูกลอยขนาดกลางทำด้วยสแตนเลส 304 คุณภาพสูง เชื่อมด้วยระบบพลาสม่าจึงทำให้เชื่อถือได้และมีอายุการใช้งานนาน เหมาะที่จะใช้ในบ้านและในโรงงานอุตสาหกรรมหรือใช้กับหม้อไอน้ำ (Steam boiler)

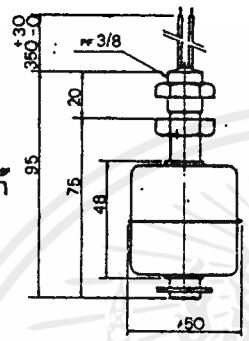
คุณสมบัติทางไฟฟ้า

อุณหภูมิใช้งานสูงสุด	200°C
ขนาดของหน้าสัมผัส	50VA DC/AC
ความต้านทานของหน้าสัมผัส	150m Ω
การทดสอบฉนวน	600VDC (ต่ำสุด)
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	350V/DC, 300V/AC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A DC/AC
ความต้านทานของฉนวน	10MΩ (ต่ำสุด)
ความถ่วงจำเพาะของลูกลอย	0.53
วัสดุ	SUS304

โครงสร้างภายใน



ขนาด-รูปร่าง

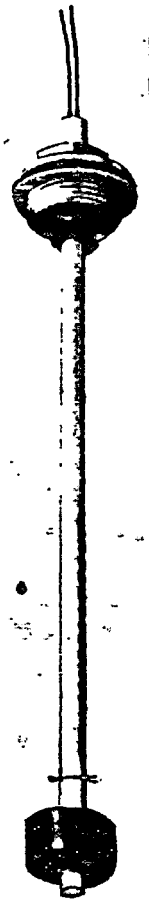


Unit:mm.

หมายเหตุ สามารถเลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

RFS-5A-2

สวิทช์ลูกลอยที่มีก้านยาวเป็นพิเศษ เหมาะกับงานที่ไม่สามารถใช้สวิทช์ลูกลอยที่มีก้านสั้น ๆ ได้ การติดตั้งใช้ระบบเกลียวและมีปะเก็นกันรั่วด้วย จึงสามารถใช้กับงานที่มีความดันได้ ลูกลอยทำด้วยสแตนเลส SUS304 คุณภาพสูง เชื่อมด้วยระบบพลาสม่ามีอายุการใช้งานยาวนานมาก



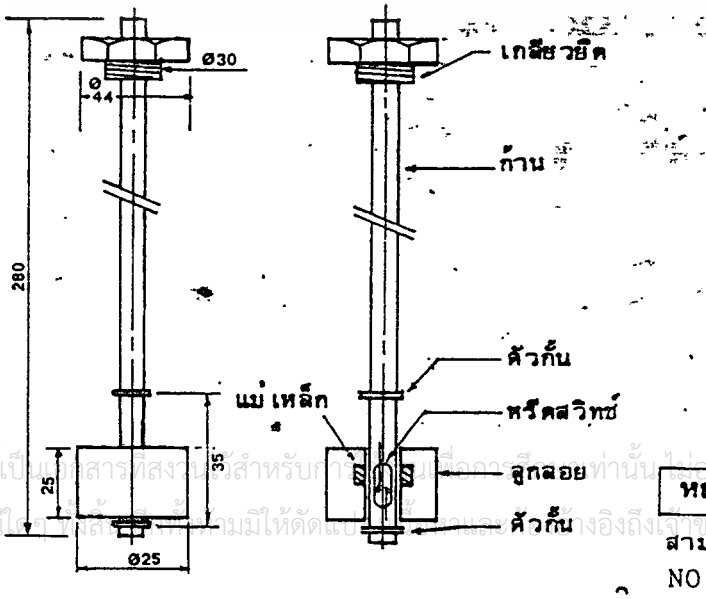
คุณสมบัติทางไฟฟ้า

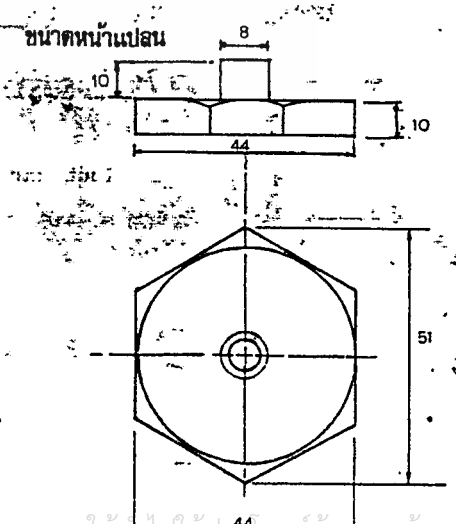
ขนาดของหน้าสัมผัส	50VA, DC/AC
ความต้านทานของหน้าสัมผัส	150m Ω
การทดสอบฉนวน	600VDC (ต่ำสุด)
แรงดันทำงานสูงสุดชั่วขณะ	350VDC, 300VAC
กระแสทำงานสูงสุด	0.5A, DC/AC
ความต้านทานของฉนวน	10mΩ (ต่ำสุด)

คุณสมบัติทางกล

การสั่นสะเทือนและการกระแทก	20 G
ทนความดันได้	3000K Pa (สูงสุด)/ 30 กก./ซม.^{2}
อุณหภูมิใช้งาน	-40°C ถึง 120°C
ความถ่วงจำเพาะของลูกลอย	0.75 ± 0.05

ขนาด-รูปร่าง และโครงสร้างภายใน Unit: mm.



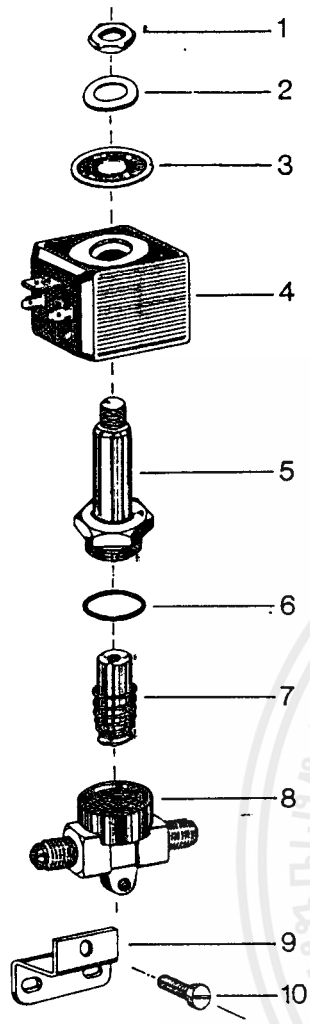


หมายเหตุ สามารถเลือกการทำงานของสวิทช์ได้จาก NO เป็น NC โดยการกลับด้านของลูกลอย

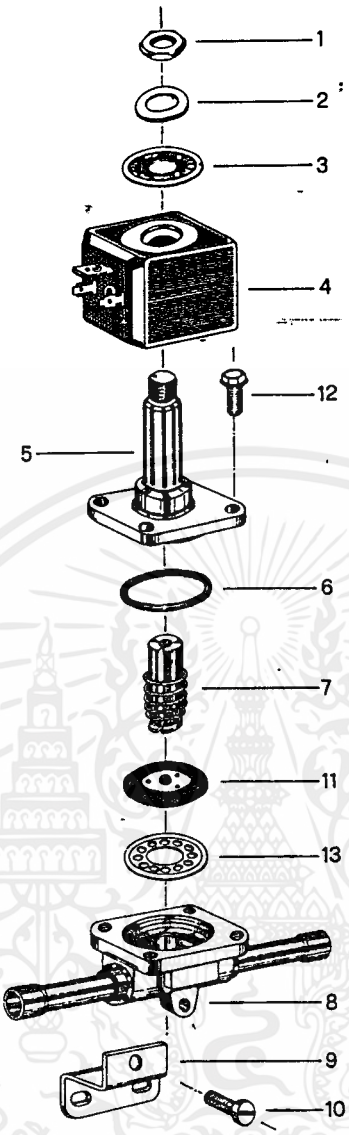
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 6 รายละเอียดคุณสมบัติของโซลีนอยล์วาล์ว (Solenoid Valve)

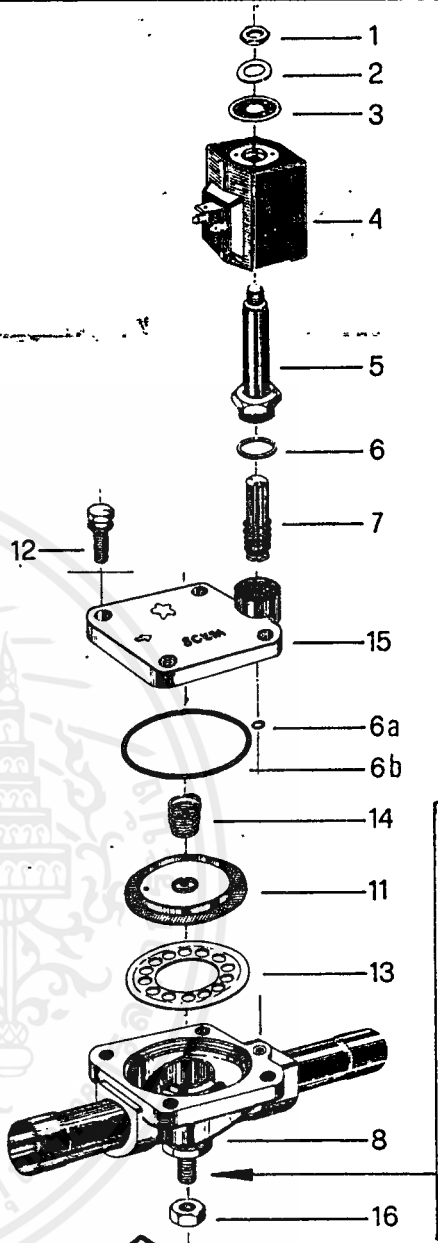
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2 Vie N.C. Comando diretto
2 Voies N.F. Commande directe
2 Way N.C. Direct control
2 Wege N.C. Direktgesteuert
2 Vias N.C. Mando directo



2 Vie N.C. Servocomandata
2 Voies N.F. Servo commandée
2 Way N.C. Pilot control
2 Wegen N.C. Vorgesteuert
2 Vias N.C. Servocomandada



2 Vie N.C. Servocomandata
2 Voies N.F. Servo commandée
2 Way N.C. Pilot control
2 Wegen N.C. Vorgesteuert
2 Vias N.C. Servocomandada

Fig. 1

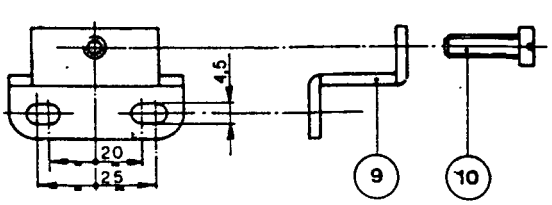


Fig. 2

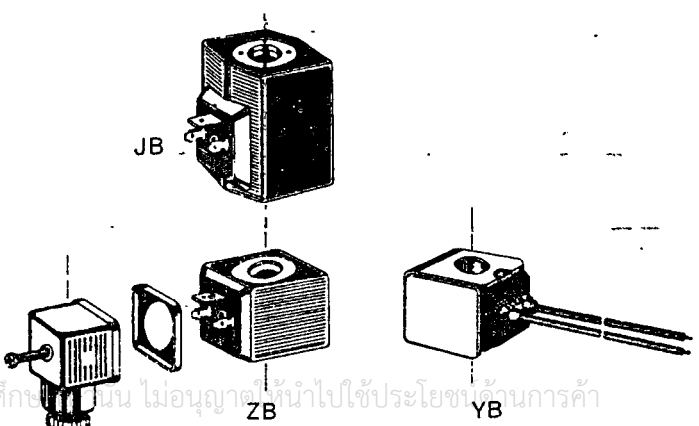


Fig. 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ITALIANO

Costruzione:

1	Dado	9	Staffa
2	Rondella elastica	10	Vite per staffa
3	Targa	11	Membrana
4	Elettromagnete (bobina)	12	Vité fissaggio ghiera
5	Cannotto	13	Piattello supporto
6	Guarnizione	14	Molla per membrana
7	Nucleo mobile	15	Coperchio
8	Corpo	16	Dado fissaggio

Caratteristiche tecniche:

- Fluidi frigorigeni: R12, R22, R502, R134a sotto forma di liquido, di vapore o di gas (e altri fluoroderivati esclusa l'ammoniaca).
- Organi di tenuta: Disco in Rubino sintetico su sede in Acciaio inox. Membrana in Teflon.
- Pressione massima di lavoro (S.W.P.); = 35 bar = 3500 kPa.
- Pressione minima differenziale =
  = 0 bar per valvole a comando diretto
  = 0,1 bar per valvole servo comandate.
- Temperatura del fluido = −40°C; + 105°C (+ 150°C max).
- Massima temperatura ambiente = +80°C.
- **Elettromagneti:** eseguiti con filo di rame classe H (180°C), servizio continuo (100% ED).
- Tolleranze sulla tensione nominale:
  ±10% AC (~)
  −5%: +10% DC (=).
- Previsti per connessioni elettriche ad innesto rapido (Connettore tripolare DIN 43650). (Fig. 3).
- Protezione IP65 sec. DIN 40050 (se usate con connettore tripolare)
- Tensione nominale, frequenza, potenza elettrica assorbita, massima pressione differenziale (MOPD) sono specificate sulla targa dell'elettrovalvola.

Osservazioni per il montaggio e la manutenzione:

- La freccia sul corpo valvola indica la direzione del flusso del refrigerante.
- La valvola può essere montata in posizione orizzontale o verticale. La posizione capovolta non è consigliata per evitare un eventuale accumulo di impurità nell'interno del cannotto.
- Il funzionamento dell'elettrovalvola può essere compromesso da particelle solide in sospensione nel fluido, perciò è necessario assicurarsi che nell'impianto non siano in circolazione trucioli, scorie o depositi di varia natura.
- Quando si installa l'elettrovalvola non usare mai la bobina o il cannotto come leva; ciò può deformare o piegare il tubo causando la bruciatura della bobina o rendendo la valvola inutilizzabile.
- Assicurarsi che sopra la valvola vi sia uno spazio di almeno 60 mm. per poter rimuovere la bobina.
- Nel caso di manutenzione dopo la pulizia della parti interne, prima di rimontare la membrana assicurarsi che i fori sulla stessa siano perfettamente liberi.
- Se l'elettrovalvola viene smontata dopo un lungo periodo di funzionamento è consigliabile sostituire gli anelli di tenuta (guarnizioni) N. 6 (6a-6b).
- La valvola può essere sorretta a mezzo di vite attraverso gli appositi fori ricavati sul corpo o per mezzo di staffa di sostegno (Pos. 9).

Connessioni elettriche:

- Tutte le elettrovalvole standard sono corredate di bobine con presa di terra, secondo le norme — Classe I — Bobine ZB e JB.
- Bobina YB con cavi 2x1000 mm — Classe II — Consigliata nelle applicazioni dove le condizioni di umidità sono particolarmente critiche e dove si possono verificare formazioni di ghiaccio o sbrinamenti. (Fig. 3).
- Prima di collegare l'elettromagnete verificare che le condizioni di servizio e l'alimentazione elettrica corrispondano ai dati indicati sulla targa.
- Prima di dare tensione alla bobina assicurarsi che sia montata sulla valvola altrimenti potrebbe bruciare.

Note per i ricambi:

- Per i pezzi di ricambio fare riferimento ai numeri indicati in Fig. 1 specificando il tipo di elettrovalvola (vedere targa) ed aggiungendo le eventuale **sigle** stampigliate sul corpo valvola.

FRANÇAIS

Construction:

1	Ecrou	9	Bride
2	Rondelle elastique	10	Vis pour bride
3	Plaque	11	Membrane
4	Electro-aimant (Bobine)	12	Vis de fixation embout
5	Douille	13	Disque de support
6	Joint	14	Ressort pour membrane
7	Noyau mobile	15	Couvercle
8	Corps	16	Ecrou pour fixation

vapeur, ou de gaz (et autres non corrosifs, à l'exception de l'ammoniaque).

- Etanchéité: Disque en Rubis sintetique sur siege en acier inox; membrane en teflon.
- Pression maximale de travail (S.W.P.) = 35 bar = 3500 kPa.
- Pression minimale différentielle =
  = 0 bar pour vannes a commande directe
  = 0,1 bar pour vannes servo commandées.
- Température du Fluide = −40°C; + 105°C (+ 150°C max).
- Température maximale ambiante = +80°C.
- **Electro-aimants:** execution avec fil de cuivre en classe H (180°C), service continu (100% ED).
- Tolérances sur la tension nominale:
  ±10% AC (~)
  −5%; +10% DC (=).
- Raccordement éléctrique à encliquetage rapide (Faston ou connecteur de securité suivant DIN 43650). (Fig. 3).
- Protection IP65 DIN 40050 (si elles sont employées avec connecteur de securité).
- Tension d'alimentation, frequence, puissance electrique. Pression maximale différentielle (MOPD), sont indiqués sur la plaque de l'éléctrovanne.

Remarques pour le montage et l'entretien:

- La flèche sur le corps de vanne indiqué le sens de passage du fluide.
- La vanne peut être montée dans une position quelconque; toutefois, la bobine ne doit pas être tournée ver le bas pour éviter une accumulation eventuelle d'impurités dans la douille.
- Le fonctionnement de l'éléctrovanne peut être perturbé par des particules en suspension dans le fluide. En consequence, s'assurer que les tuyauteries sont éxemptes de copeaux ou autres corps étragers.
- Lors de l'installation de la vanne, eviter de prendre la bobine ou la douille comme support, car sa déformation entraînerait un mauvais fontionnement et le grillage de la bobine.
- Etre sûr qu'au-dessus de la vanne une distance de 60 mm. reste disponible poru le démontage de la bobine.
- Lors des operations d'entretien, après un nettoyage soigné des parties intérieures de la vanne, s'assurer, avant de remonter la membrane, que les orifices sont bien libre.
- Si la vanne est démontée après une longue période de fonctionnement, il est conseillé de remplacer le Joints d'etanchéité N. 6 (6a-6b).
- La vanne peut être eventuellement maintenue à l'aide de vis logeés dans les troux qui se trouvent sur le corps de vanne ou avec la bride support fournie sur démande (Pos. 9).

Branchement électriques:

- Toutes le vannes magnetiques standard sont pourvues de prise de terre normalisée — Classe I — Bobines ZB e JB.
- Bobine YB cables 2x1000 mm. — Classe II — Conseillé dans les applications ou les conditions d'umidité sont particulierement critiques et ou il y a risque de condensation ou de givrage. (Fig. 3).
- Avant de fournir la tension à la bobine s'assurer qu'elle est montée sur la vanne, sinon elle pourrait griller.
- Lors du rémontage, s'assurer avant de retablir l'alimentation éléctrique que la vanne a bien été montée de manière adequate.

Pièces de rechange:

- En ce qui concerne les pièces de rechange, se réporter aux references indiquées dans la Fig. 1 en précisant le type de vanne magnetique (indiqué sur la plaque signaletique) ou les **codes** estampillés sur le corps de vanne.

ENGLISH

Design:

1	Coil nut	9	Mounting bracket
2	Elastic washer	10	Screw for mounting bracket
3	Name plate	11	Diaphragm
4	Electrical coil	12	Hexagon top screw
5	Armature tube	13	Cap for Diaphragm
6	Gasket	14	Spring for Diaphragm
7	Plunger	15	Cover
8	Body	16	Check nut

Technical specification:

- Refrigerants: R12, R22, R502, R134a, in liquid vapour or gas form (and all noncorrosive refrigerants, except Ammonia).
- Valve seat: Synthetic ruby disk, stainless steel seat - Teflon diaphragm.
- Safe Working Pressure (S.W.P.) = 35 bar (3500 kPa).
- Minimum operating-pressure =
  = 0 bar for direct operation
  = 0,1 bar for pilot operation.
- Fluid temperature = −40°C; + 105°C (+ 150°C max).
- Maximum ambient temperature = +80°C.
- **Solenoid coil:** The copper wire used in the winding is class H (180°C). Continuous duty (100% ED.).
- Voltage tolerance:
  ±10% AC (~)
  −5%; +10% DC (=).
- Connections: either by «faston» terminals or 3 pole DIN 43650 connector. (Fig. 3).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rating plate details: include nominal voltage, Frequency, Coil Cover and M.O.P.D.

Installation and maintenance:

- Flow arrow on valve body must correspond to direction of refrigerant Flow.
- The valve can be mounted in any position, except with the coil pointing downwards. This is to prevent any foreign matter collecting in the armature tube.
- The solenoid valve working can be endangered by solid particles suspended in the fluid. It is necessary to assure that some chips, slags or deposits do not circulate in the plant.
- When installing the solenoid valve do not use coil or armature tube as lever; this may dent or bend the armature tube resulting in coil burnout or inoperative valve.
- To permit removal of the solenoid coil without removing valve from its piping, allow at least 60 mm. (2" ¼) clearance above solenoid.
- Reassembling valve: Ensure that the seat diaphragm are not damaged and that the pilot holes in the diaphragm are not blocked with any foreign material. If the valve has been installed for a long period prior dismantling, then it is recommended that a replacement gasket is fitted before reassembling (N. 6-6a-6b).
- A mounting bracket is available as an optional extra, the valve being tapped to accept a tixting screw (see item 9).

Electrical consideration:

- All standard valves have «earthing» terminals — Class I — Coils ZB and JB.
- Coil YB — Cables 2x1000 mm. — Class II — Advised in the application where humidity conditions are particularly critical and where icing or defrosting are possible. (Fig. 3).
- Do not power the coil until it has been fitted and the retaining nut screwed into place as possible coil damage could occur.

Spare parts:

- Please refer to for details and also quote valve full rating plate details when requesting these spares.

DEUTSCH

Konstruktion:

1	Mutter	9	Haltebügeln
2	Feder Ring	10	Befestigungschraube
3	Schild	11	Membrane
4	Magnetspule	12	Sechskant-Schraube
5	Ankerrohr	13	Platte fuer Membrane
6	Dichtung	14	Feder fuer Membrane
7	Anker	15	Deckel
8	Körper	16	Klemmutter

Technische Daten:

- Kältemittel: R12, R22, R502, R134a, flussig, dampf oder gasformig (und alle nichtkorrodierenden kältemittel-ausser NH3).
- Dichtungen: Kunstrubin; Ventilsitz; Rostfreiemstahl; Membrane: Teflon.
- Maximale Betriebsdruck = 35 bar (3500 kPa).
- Mindestdruck =
  = 0 bar - Ventile mit Direktgesteuert
  = 0,1 bar - Ventile mit Vorgesteuert
- Mediumtemperaturen = −40°C; + 105°C (+ 150°C max).
- Maximale Ungebungstemperatur = +80°C.
- **Magnetspule:** Isolierungklasse (emailliert kupferdraht) H (180°C) Dauerbetrieb 100% ED.
- Nenn-Spannungs-Toleranz:
  ±10% (~)
  −5%; +10% DC (=).
- Elektrischer Anschluss: Gerätestecker nach DIN 43650. (Fig. 3).
- Schutzart: IP65 nach DIN 40050.
- Nennspannung, Frequenz, Nennleistung, höchster zulässiger Maximale Offnungsdruckdifferenz (M.O.P.D.) sind aus dem am Ventilkörper angebrachtem Typenschild ersichtlich.

Montage und Wartung:

- Der auf dem Ventilkörper eingeschlagene Pfeil muss mit der Durchflussrichtung übereinstimmen.
- Das ventil kann in beliebiger Einbaulage montiert werden, jedoch sollte wegen der Gefahr einer Schmutzansammlung im Ankerrohr die Spule möglichst nicht nach unten gerichtet sein.
- Der in der Flüssigkeitsleitung vorkommende Schmutz (kleine Spane, Schlacken) beeinträchtig die einwand Freie Funktion des Magnet-ventils. Um eine lange Lebensdauer eines Magnetventils zu erreichen ist es zu empfehlen dass man in bestimmten Zeitabständen die Innenteile sorgfältig reinigt und dabei beachtet, dass beim Wiedermontieren die in der Membrane befindlichen Bohrungen völlig sauber sind. Wenn das Magnetventil nach einer langen Betriebsdauer demontiert wird, sollte der Dichtungsring (Pos. 6-6a-6b) ersetz werden.
- Bein Einbau nie die Spule oder das Ankerrohr als Gegenhalterung verwenden, weder mit einem Werkzeug noch mit der Hand, um ein Verbiegen des dünnwandigen Ankerrohrs zu vermeiden, weil dies zu einem Verbrennen der Spule oder einer Funktionsstörung des Ventils führen kann.
- Oberhalb des Ventils ist mindestens 60 mm. Abstand zu lassen, damit die Magnet-Spule ein-und ausgebaut werden kann.

werden (siehe Abb 9).

Elektrische Anschlüsse:

- Jedes Standard Magnetventil wird lt. Gesetz mit Sicherheit. Serdung ausgestatte — Klasse I — Spulen ZB und JB.
- Spule YB — Kabeln 2x1000 mm — Klasse II — Geeignet für Anwendungen in besonders Kritische Feuchtigheitsbedingungen und wo Eisbildung oder Abtauen erfolgen können. (Fig. 3).
- Bevor die Spule unter Spannung gesetzt wird, absichern, dass sie auf das Ventil montiert ist andernfalls koennte sie durchbrennen.
- Beim Aufsetzen der Magnetspule ist zu beachten, dass das Typenschild nicht verkehrt erscheint.

Ersatzteile:

- Bei Bestellung der Ersatzteile muss folgendes angegeben werden:
  1. Die entsprechende Nummer, die in der Fig. 1 engegeben ist.
  2. Die genaue Type des Magnetventils.
  3. Spannung und Frequenzzahl.
  4. Die evtl. am Typenschild aufgedruckten Kennbuchstaben.

ESPAÑOL

Construccion:

1	Tuerca	9	Soporte
2	Arandela	10	Tornillo para soporte
3	Placa	11	Membrana
4	Bobina	12	Tornillo fijacion brida
5	Guia	13	Disco para Membrana
6	Junta	14	Muelle para Membrana
7	Nucleo movil	15	Tapa
8	Cuerpo	16	Tuerca fijacion

Caracteristicas tecnicas:

- Fluidos refrigerantes: R12, R22, R502, R134a en forma de liquido, vapor o gas (y otros no corrosivos a excepcion del amoniaco).
- Estanqueidad: disco de rubi sintetico sobre asiento en acero inoxidable. Membrana de teflon.
- Presion maxima de trabajo (S.W.P.) = 35 bar = (3500 kPa).
- Presion minima diferencial = 0 bar para valvulas de mando directo = 0,1 bar para valvulas servocomandadas.
- Temperatura del fluido = −40°C + 105°C (+ 150°C max).
- Temperatura maxima ambiente: +80°C.
- Bobina: ejecucion en hilo de cobre clase H (180°C) servicio continuo (100% ED).
- Tolerancias sobre tension nominal ±10% AC,
  −5% +10% DC (=)
- Conexion electrica: faston o conector de seguridad DIN 43650. (Fig. 3).
- Proteccion IP65 DIN 40050 (con conector de seguridad).
- Tension nominal, frecuencia, potencia, presion maxima diferencial (MOPD). Se hallan indicadas sobre la placa de la electrovalvula.

Observaciones para montaje y mantenimiento

- La flecha sobre el cuerpo de la valvula indica el sentido de paso del fluido.
- La valvula puede montarse en cualquier posicion, pero debe evitarse que la bobina quede en posicion inferior para eliminar el riesgo de eventual acumulacion de impurezas en la guia.
- El funcionamiento de la electrovalvula puede verse perturbado por la presencia de particulas en suspension en el fluido. Es aconsejable por tanto asegurarse de la ausencia de virutas y otros cuerpos extranos en las conducciones.
- Para la instalacion de la valvula evitar la utilizacion de la bobina o guia como soporte. Toda deformacion implicaria un mal funcionamiento.
- Prever sobre la valvula un espacio libre de 60 mm. para desmontaje de la bobina.
- En caso de operaciones de mantenimiento, despues de la limpieza de las partes interiores de la valvula y antes de montar la membrana. Asegurarse que los orificios de pilotaje se encuentran limpios.
- Si la valvula es desmontada despues de un largo periodo de utilizacion es aconsejable reemplazar las juntas de estanqueidad N. 6 y 6a-6b.
- La valvula puede sujetearse bien con tornillos al cuerpo o bien con soporte (pos. 9).

Conexion electrica

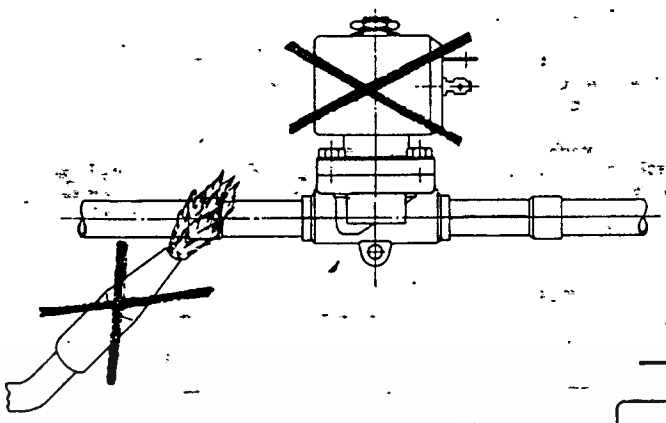
- Todas la electrovalvulas standard van provistas de toma de tierra normalizada — Clase I — Bobinas ZB-JB.
- Bobina YB Cables 2x1000 mm — Clase II — IP67 — recomandable para aplicaciones donde las condiciones de humedad son particularmente criticas o hay riesgo de condensación o formación de hielo. (Fig. 3).
- Antes de suministrar tensión a la bobina, asegurarse que ésta se halla montada sobre la válvula. (En caso contrario podría quemarse la bobina).
- En caso de desmontaje y antes de restablecer la conexion electrica, asegurarse de que la valvula ha vuelto a ser correctamente montada.

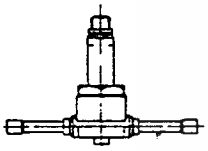
Piezas de recambio:

- Indicar las referencias marcadas en la Fig. 1 precisando el tipo de electrovalvula (indicado sobre la placa) y codigo estampado sobre el cuerpo.

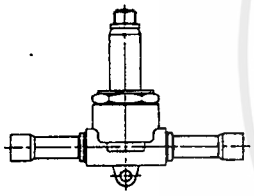
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้องสมุดกลาง ... การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

☐ Solenoid valves with solder connections
☐ Magnetventile mit Lötanschluss
☐ Electrovalvulas con conexion por soldadura

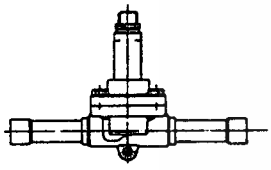




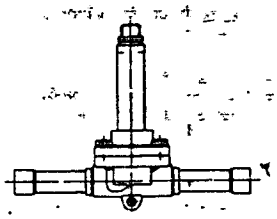
VE 112.2 LS/LSP
VE 142.2 RS/RSP



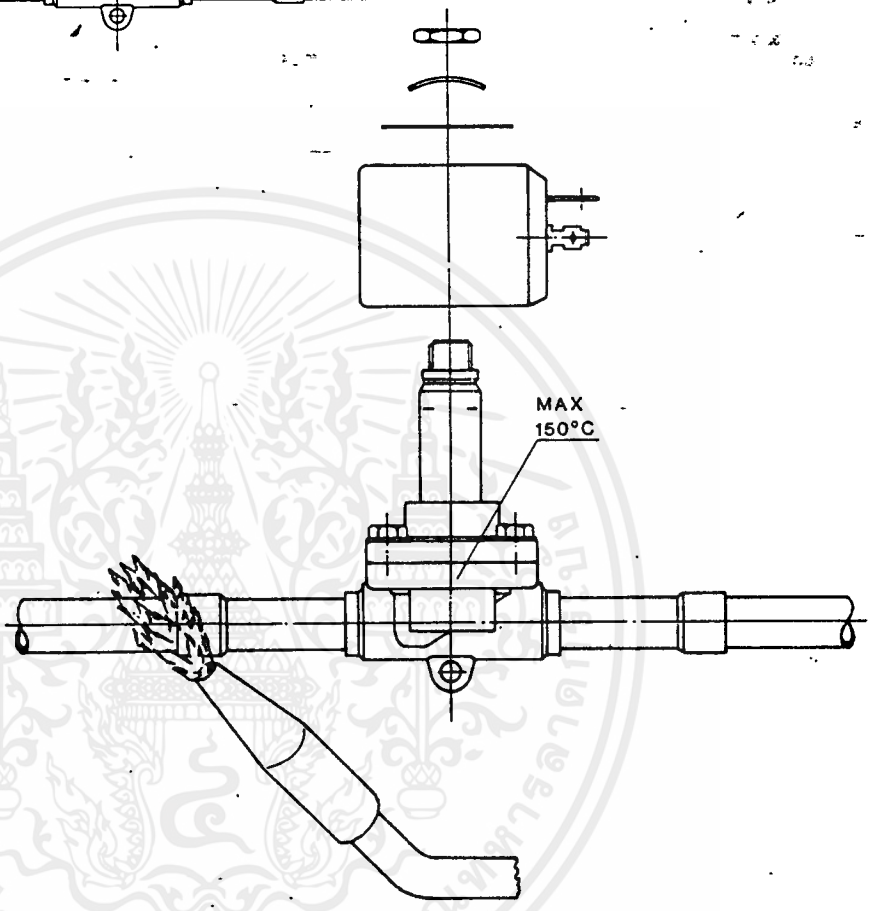
VE 115.2 LS/LSP



VE 145.6 RS/RSP -Z



VE 165.6 RS/RSP



☐ Se queste elettrovalvole vengono saldate sull'impianto senza smontare il corpo valvola, la temperatura di lavoro non deve superare i 700°C. Si consiglia perciò di usare una brasatura a lega d'argento con basso punto di fusione. Ruotare la fiamma in modo da non investire la valvola in quanto la guarnizione non sopporta temperature superiori a 150°C.

☐ Si ces vannes sont brasées sur la conduite sans désassemblage du corps de vanne, la température de travail ne doit pas dépasser 700°C. Par conséquence, utiliser un brasage à l'argent d'un point de fusion bas. Détourner la flamme de brasage de la cheminée d'induit car le joint ne supporte pas des températures supérieures à 150°C.

☐ When the valves are soldered into pipelines without dismantling the valve body, the working temperature must not be higher than 700°C (1300°F). Therefore, use a silver solder with a low melting point. Hold the soldering flame away from the armature tube since the gasket will not stand temperatures over 150°C (300°F).

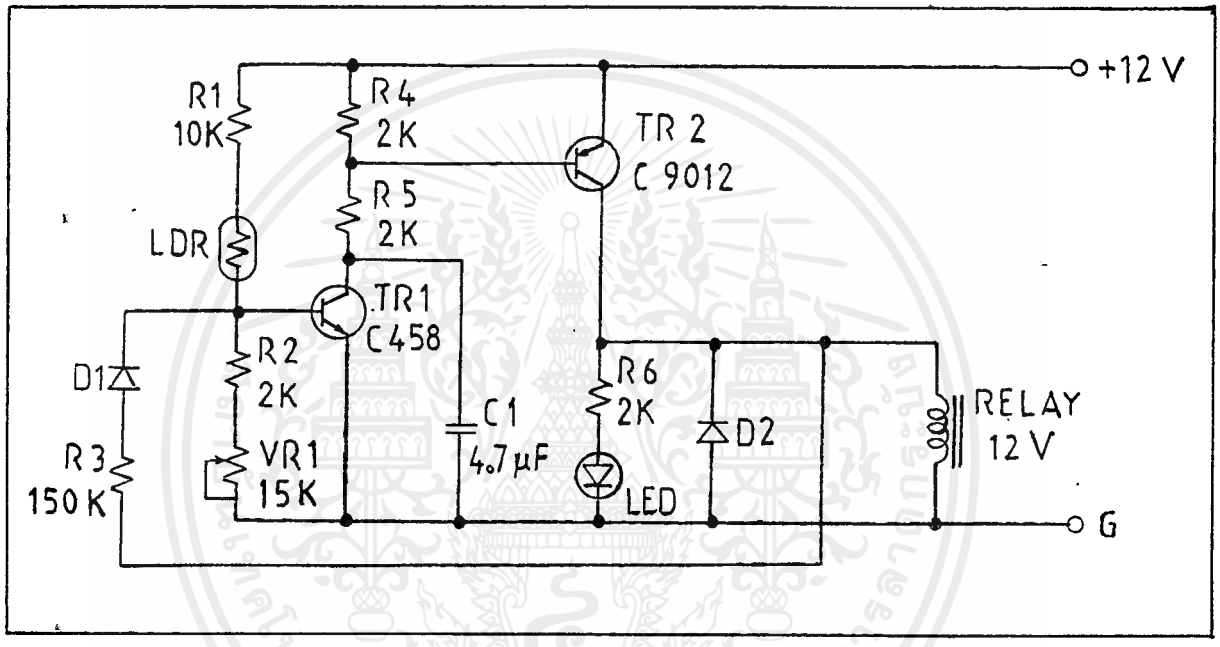
☐ Wenn man das Ventil — ohne das Gehäuse vorher zu zerlegen- in die Rohrleitung einlötet, darf mit keiner höheren Temperatur als 700°C gearbeitet werden. Es ist daher Silberlot mit niedrigem Schmelzpunkt zu verwenden. Bei den Lötarbeiten die Lötflamme von dem Ankerrohr abgekehrt halten, da die Dichtung nur Temperaturen bis 150°C vertragen.

☐ Si las valvulas son soldadas sin desmontar previamente el cuerpo, la temperatura de trabajo no debe superar los 700°C. Utilizar soldadura de plata con bajo punto de fusion. No dirigir la llama hacia el cuerpo de la valvula pues la junta no soporta temperaturas superiores a 150°C.

Parker Hannifin SpA
Refrigeration Components Division
20060 GESSATE (Milano) Italy
Via Enrico Fermi, 5
Tel. (02) 95125.1
Telefax (02) 95.38.20.51 - Telex 312149 PH SPA I

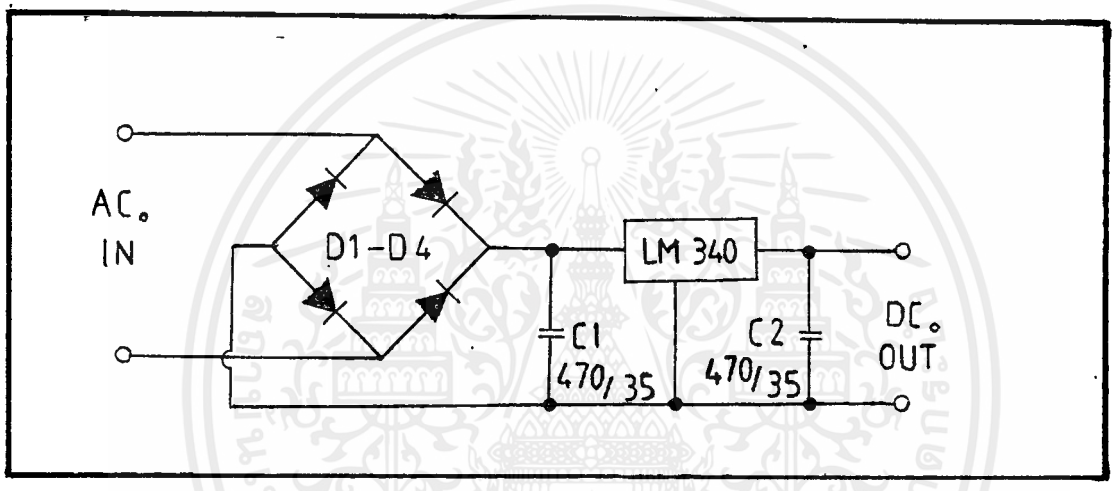
ภาคผนวก ก วงจรอิเลคทรอนิกส์ของส่วนการทำงานสวิตช์ทำงานด้วยแสงและวงจรเรคกูเลต โดยใช้ IC เบอร์ LM 340

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงวงจรสวิตช์ทำงานด้วยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

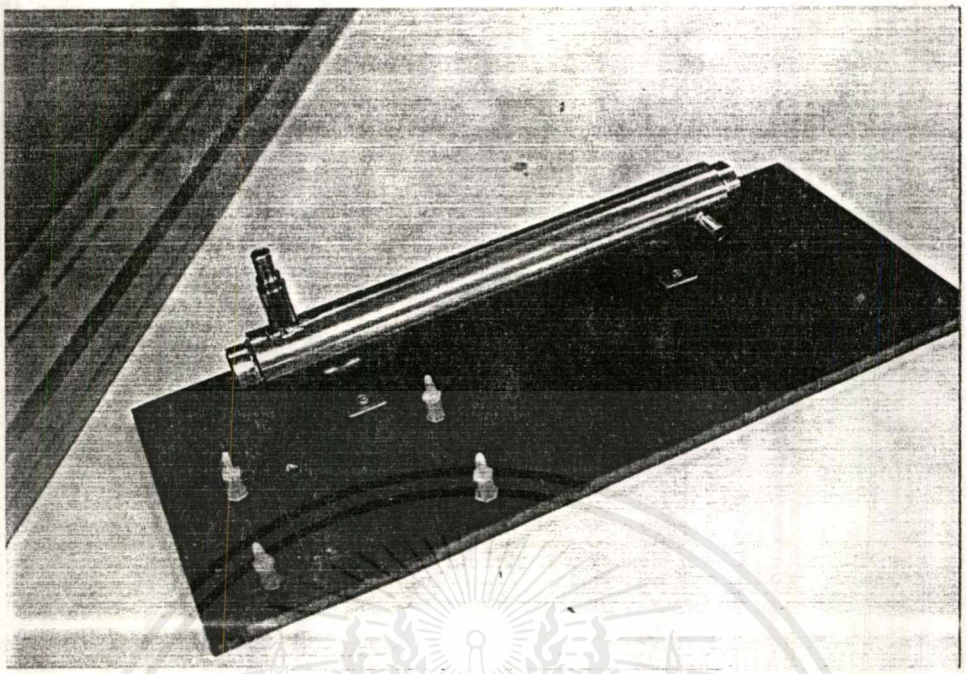


รูปแสดงวงจรเรคกูเลท โดยใช้ IC เบอร์ LM 340

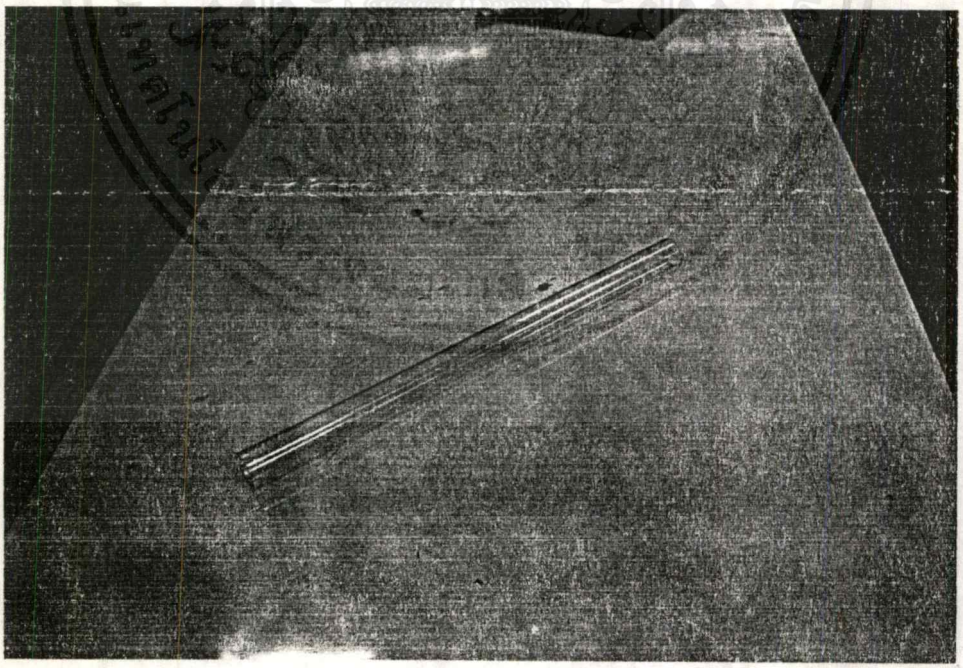
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข รูปแสดงโครงสร้างของส่วนประกอบจริงที่ใช้ในโครงงาน

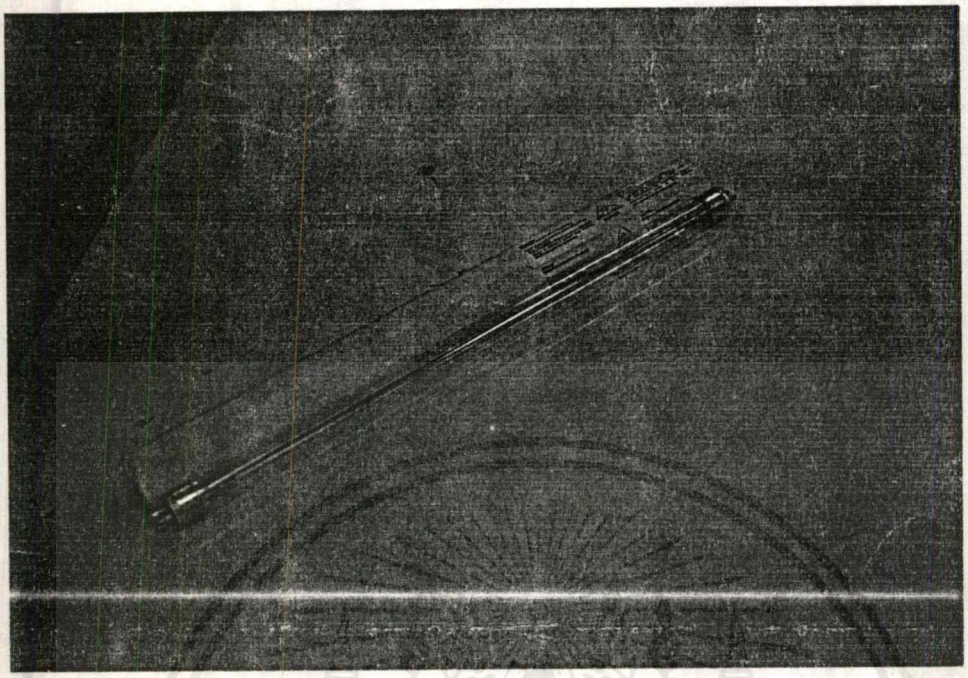
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



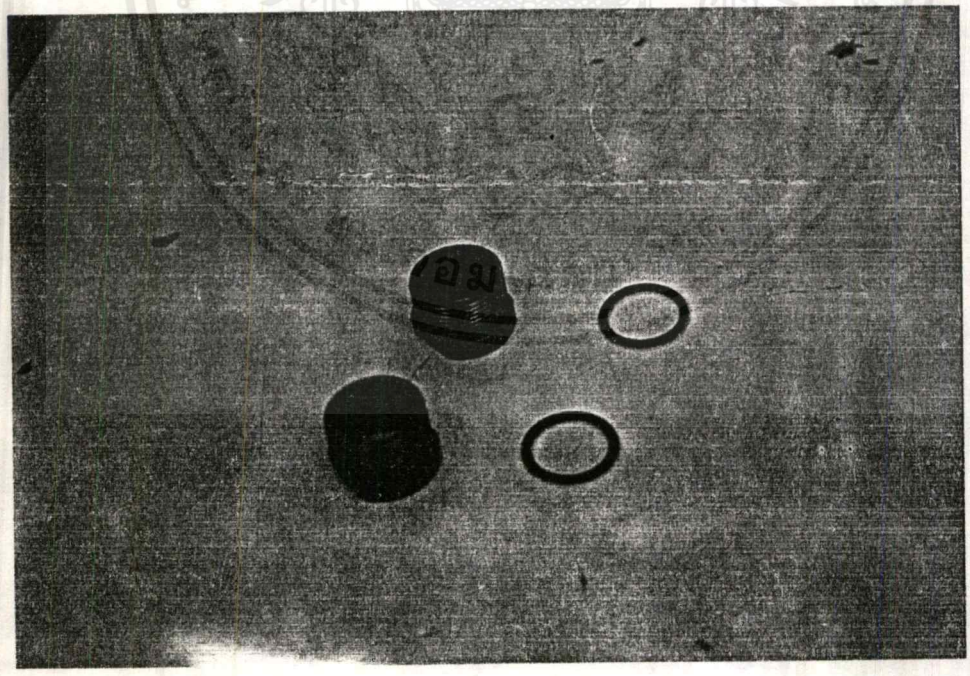
รูปแสดงโครงสร้างชุดฆ่าเชื้อโรค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

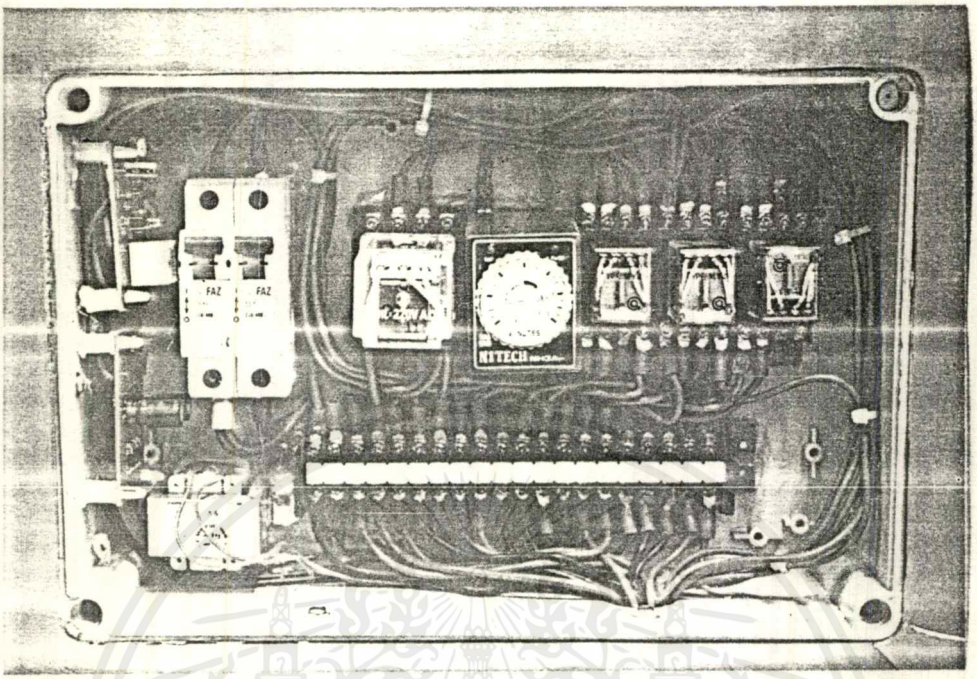


รูปแสดงหลอดแสงอุลตร้าไวโอเลต

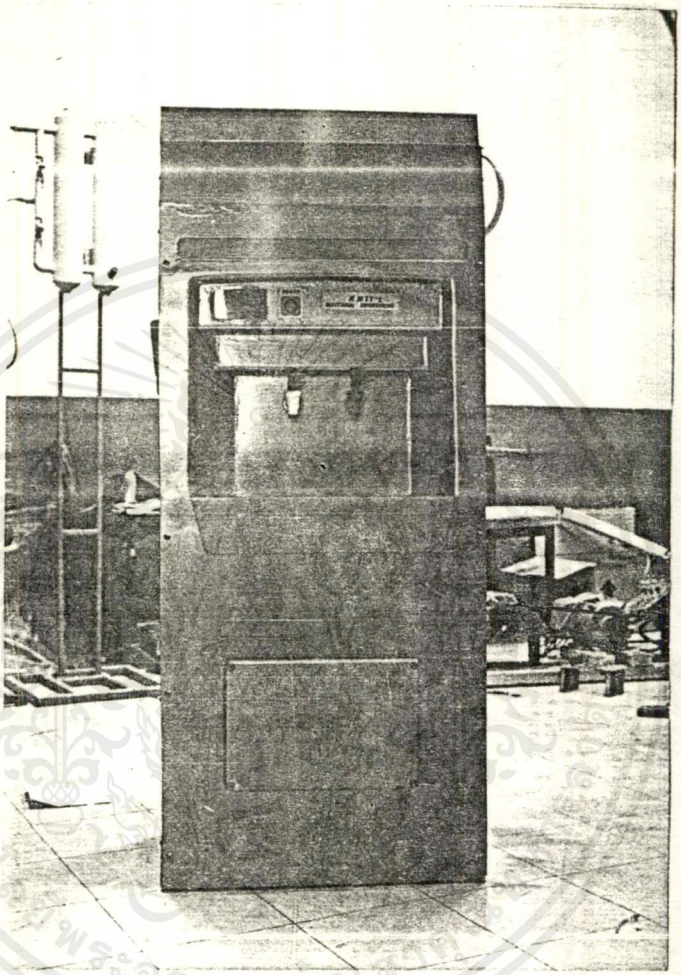


รูปแสดงโลหะทำเกลียวขันยึดปิดกันน้ำรั่ว และยางกันน้ำรั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก 9 การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่คอยล์เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

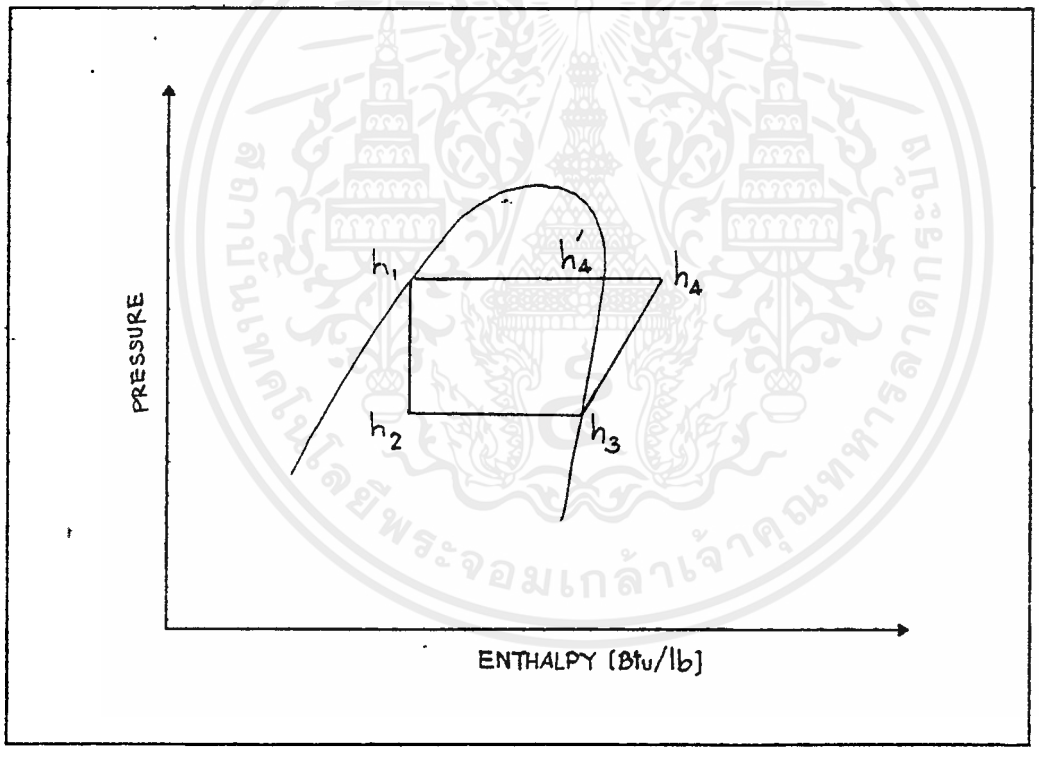
การคำนวณหาปริมาณความร้อนที่คอยล์ร้อน (Condenser)

ในการคำนวณหาปริมาณความร้อนที่คอยล์ร้อนส่งผ่านออกมานั้น จะต้องคำนวณหาจากทฤษฎีของระบบเครื่องเย็น โดยพิจารณาเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณหาอัตราไหลของสารทำความเย็น

ในการระบบทำความเย็นที่จะนำมาพิจารณาคือ P-H ชาร์จ โดยออกแบบที่ภาระการทำความเย็น ทีขนาดของคอมเพรสเซอร์ที่นำมาใช้ในระบบ คือ ¾ แรงม้า หรือ 186.6 วัตต์ โดยจากระบบทำความเย็นออกแบบไว้ดังนี้

- อุณหภูมิของคอยล์ร้อน (Condenser) = 100 ° F (37.7778 ° C)
- อุณหภูมิของคอยล์เย็น (Evaporator) = 25 ° F (-3.8889 ° C)



รูปแสดง P-H ชาร์จ ของวัฏจักรทำความเย็นในอุดมคติ

จากข้อมูลข้างต้น สามารถเขียนลงบน P-H ชาร์จ และสามารถอ่านค่า เอนทาลปี้ แต่ละจุด แทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$Q = m_r(h_1 - h_4)$$

$$m_r = \frac{Q}{(h1 - h4)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาความร้อนที่คอยล์ร้อนถ่ายเทออกมา

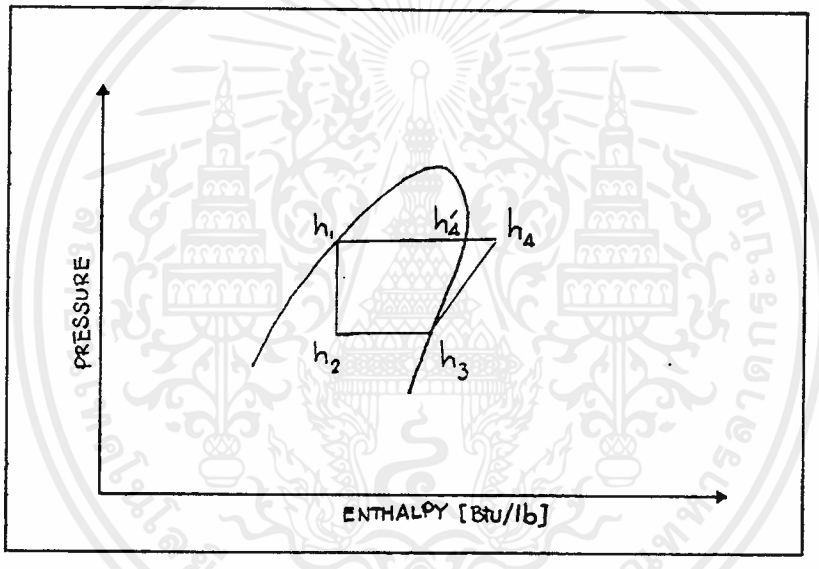
ในการคำนวณหาค่าความร้อนที่คอยล์ร้อนส่งผ่านออกมานั้น จะมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$Q_{reject} = (H.R)Q$$

$$Q_{use} = Q_{reject} - m_r(h_2' - h_3)$$

Q_{use} = ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกมา

<u>การคำนวณ</u>



รูปแสดง P-H ชาร์จ ของวัฏจักรการทำงานของเครื่องเย็น

h1 =h2	=	31 Btu./lb.	=	72.105 KJ/Kg
h3	=	79 Btu./lb.	=	183.75 KJ/Kg
h4	=	90 Btu./lb.	=	209.337 KJ/Kg
h4'	=	86 Btu./lb.	=	200.033 KJ/Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R.C. = 186.5 W. = 0.1865 kW.

$\therefore$ m_r = 0.1865/(183.751-72.105)

= 0.00167 Kg/s

อ่านค่า H.R. = 1.3

= (1.3)*(0.1865)

= 0.24245 kW.

= 0.24245-(0.00167)(200.033-72.105)

= 0.02881 kW.

= 28.81 W.

$\therefore$ ค่าปริมาณความร้อนที่คอยล์ร้อนส่งผ่านออกมา เท่ากับ 28.81 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้