ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

Beverage Packaging Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายเจษฎา บุญพันธ์	รหัสประจำตัว	45035295
2. นางสาววาณี จิตรนิรัตน์	รหัสประจำตัว	45035314
3. ว่าที่ร้อยตรีศักดิ์ชัย ไพรัตน์	รหัสประจำตัว	45035317
4. นายเอกชัย เพชรกูล	รหัสประจำตัว	45035328

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 1. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

2. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี	
2. อาจารย์ปิยะ จิตธรรมมาภิรมย์	
3. อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงษ์ดี	
4. ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
5. อาจารย์ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพุธที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2547 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่...../เดือน.....พ.ศ.....

<BT4620142>

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

BEVERAGE PACKAGING MACHINE

นายเจษฎา บุญพันธ์
นางสาววาณี จิตรนิรัตน์
ว่าที่ ร.ต.ศักดิ์ชัย ไพรัตน์
นายเอกชัย เพชรกูล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 51043
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

Beverage Packaging Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของระบบควบคุม ระบบการลำเลียงขวด ระบบการบรรจุเครื่องดื่มลงขวด และระบบการปิดฝาขวด
2. เพื่อออกแบบวงจรควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โครงสร้างการลำเลียงขวด วงจรการบรรจุเครื่องดื่ม และระบบการปิดฝาขวด
3. เพื่อสร้างเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม
4. เพื่อทดลองและทดสอบการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม
5. เพื่อนำเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานเกี่ยวกับระบบควบคุม ระบบการลำเลียงขวด ระบบการบรรจุ เครื่องดื่มลงขวด และระบบการปิดฝาขวด
2. ได้วงจรควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โครงสร้างการลำเลียงขวด วงจรการบรรจุเครื่องดื่ม และระบบการปิดฝาขวด
3. ได้เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม
4. ได้ผลการทดลองการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม
5. นำเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มไปใช้งานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	
นักศึกษา	นายเจษฎา	บุญพันธ์
	นางสาววาณี	จิตรนิรัตน์
	ว่าที่ ร.ต.ศักดิ์ชัย	ไพรัตน์
	นายเอกชัย	เพชรกูล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงษ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์
	อาจารย์ปิยะ	ศุภวราสุวัฒน์
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม โดยอุปกรณ์หลักที่สำคัญของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งภายในตัวเครื่องประกอบด้วยวงจรทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ วงจรประมวลผลกลาง วงจรควบคุมมอเตอร์ วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว วงจรตรวจจับ ขีดความสามารถของโครงงานนี้ สามารถบรรจุขวดได้ 12 ขวดต่อ 1 วงรอบ สามารถบรรจุเครื่องดื่มลงขวดแล้วปิดฝาได้อย่างน้อยนาทีละ 3 ขวด ใช้กับขวดพลาสติกขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Beverage Packaging Machine	
Students	Mr.Jassada	Boonpant
	Miss Vanee	Jitnirat
	Acting SUB.LT. Sakchai	Pairat
	Mr. Ekgachai	Petkoon
Advisor	Mr.Surapong	Siripongdee
Co-Advisors	Asst.Prof.Peerawut	Suwanjan
	Mr.Piya	Supavarasuwat
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Telecommunication Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents the Beverage Packaging Machine. This machine is consists of electronics circuits such as a central control unit as a MCS-51 microcontroller, a motor control unit, a solenoid driver circuit, sensors. The purpose of this machine is to pack bottles. This machine can produce three beverages per minute by twelve bottles per one circuit, used by 300 square centimeters of a bottle.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่านขอขอบคุณท่านคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำแนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณหอสมุดกลาง ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 มอเตอร์กระแสตรง	3
2.2.1 หลักการทำงาน	3
2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์	4
2.3 อุปกรณ์ตรวจจับ	7
2.3.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	8
2.3.2 อินฟาเรด แอลอีดี	9
2.3.3 ออปโต้คัปเปอร์	9
2.4 กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์	11
2.4.1 ความดัน	11
2.4.2 แรง	14
2.5 กฎเบื้องต้นของลมอัด	14
2.5.1 กฎของปาสคาล	15
2.5.2 กฎของบอยส์	16
2.5.3 กฎของลูสแซก	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.6 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์	18
2.6.1 เครื่องอัดลม	18
2.6.2 เครื่องระบายความร้อนลม	18
2.6.3 เครื่องทำลมแห้ง	19
2.6.4 เครื่องกรองท่อหลัก	20
2.6.5 กรองลม	20
2.6.6 วาล์วลดความดัน	20
2.6.7 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น	21
2.6.8 อุปกรณ์เก็บเสียง	21
2.6.9 วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม	21
2.6.10 กระบอกสูบ	22
2.7 โซลินอยด์วาล์ว	23
2.7.1 วาล์ว 3/2	23
2.7.2 วาล์ว 5/2	24
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	26
3.1 กล่าวนำ	26
3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร	26
3.2.1 วงจรภาคจ่ายไฟ	27
3.2.2 วงจรประมวลผลกลาง	29
3.2.3 วงจรขับมอเตอร์	31
3.2.4 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	31
3.2.5 วงจรตรวจจับ	32
3.3 ผังงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	33
3.4 การออกแบบเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	34
3.4.1 วงล้อชุดลำเลียงขวด	34
3.4.2 แผ่นรองรับขวด	36
3.4.3 รางสำหรับรองรับขวดหล่น	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4.4 โครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ	37
3.4.5 โครงเหล็กชุดปั๊มฝา	38
3.4.6 โครงเหล็ก	39
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	41
4.1 กล่าวนำ	41
4.2 การทดลองการตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำลงขวด	41
4.3 การทดลองการตั้งค่าความเร็วในการปั๊มฝาขวด	42
4.4 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรตรวจจับ	42
4.5 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์	42
4.6 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	43
4.7 การทดลองการใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	44
บทที่ 5 บทสรุป	45
5.1 สรุป	45
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	45
5.3 แนวทางการพัฒนา	46
บรรณานุกรม	47
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	48
ภาคผนวก ข วงและแผ่นวงจรพิมพ์	55
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	65
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	70
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	76
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	81
ประวัติผู้แต่ง	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางเปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน	13
2.2 หน่วยต่างๆ ในระบบนิวแมติกส์	14
2.3 ขนาดและความสามารถของเครื่องอัดลม	18
4.1 การตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำลงขวด	41
4.2 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรตรวจจับ	42
4.3 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์	43
4.4 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	43
ค.1รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ	66
ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคจ่ายไฟ	66
ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคจ่ายไฟ	67
ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว	67
ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว	68
ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม MCS-51	68
ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม MCS-51	69
ค.5 รายการของอุปกรณ์ทางระบบนิวแมติกส์	69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง	4
2.2 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์	5
2.3 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง	6
2.4 แผนภาพค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์กระแสตรงกับความเร็วรอบ	7
2.5 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโตคัปเปอร์	10
2.6 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ	11
2.7 การอ่านค่าระดับความดันต่างๆ	12
2.8 กฎของปาสคาล	15
2.9 การถ่ายทอดแรง	15
2.10 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์	16
2.11 เครื่องระบายความร้อนแบบใช้พัดลมเป่าระบายความร้อน	19
2.12 เครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น	19
2.13 ตัวกรองลมอัด	20
2.14 โครงสร้างอุปกรณ์เก็บเสียงชนิดใช้แรงเสียดทาน	21
2.15 กระบอกสูบทางเดียว	22
2.16 กระบอกสูบสองทาง	23
2.17 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลมแบบสปูล	23
2.18 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์กลับด้วยสปริง	24
2.19 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลม กลับด้วยสปริง	24
2.20 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน	25
3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	26
3.2 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์	27
3.3 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์	28
3.4 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสง	29
3.5 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับวงจรตรวจจับ	29
3.6 วงจรประมวลผลกลาง	30
3.7 วงจรขับมอเตอร์	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	32
3.9 วงจรตรวจจับภาคส่ง	33
3.10 วงจรตรวจจับภาครับ	33
3.11 ผังงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	34
3.12 ลักษณะและขนาดของแขนที่ใช้ยึดติดวงล้อกับแกนหมุน	35
3.13 ลักษณะและขนาดของวงล้อ	35
3.14 ลักษณะและขนาดของแผ่นรองรับขวด	36
3.15 ลักษณะและขนาดของรางสำหรับรองรับขวดหล่น	37
3.16 ลักษณะและขนาดของ โครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ	37
3.17 ลักษณะและขนาดของ โครงเหล็กชุดปั๊มฝา	38
3.18 ลักษณะและขนาดของส่วนจ่ายฝา	38
3.19 ลักษณะและขนาดของ โครงเหล็กด้านข้าง	39
3.20 ลักษณะและขนาดของ โครงเหล็กด้านบน	40
3.21 ลักษณะของ โครงเหล็ก	40
ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	49
ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	49
ก.3 ภาพวงล้อสำหรับลำเลียงขวดและแผ่นรองรับขวด	50
ก.4 ภาพรางสำหรับรองรับขวดหล่น	50
ก.5 ภาพการติดตั้งชุดบรรจุน้ำ	51
ก.6 ภาพการติดตั้งชุดปั๊มฝาขวด	51
ก.7 ภาพของส่วนจ่ายฝาขวด	52
ก.8 ภาพการติดตั้งปั๊มน้ำ	52
ก.9 ภาพการติดตั้งมอเตอร์	53
ก.10 ภาพการติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว	53
ก.11 ภาพด้านหน้าของกล่องอุปกรณ์ควบคุม	54
ก.12 ภาพภายในของกล่องอุปกรณ์ควบคุม	54
ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์	56
ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์	56
ข.4 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์	57
ข.5 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสง	57
ข.6 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับวงจรตรวจจับ	57
ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ ตัวเชื่อมโยงทางแสง และวงจรตรวจจับ	58
ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ ตัวเชื่อมโยงทางแสงและวงจรตรวจจับ	58
ข.9 วงจรประมวลผลกลาง	59
ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรประมวลผลกลาง	59
ข.11 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรประมวลผลกลาง	60
ข.12 วงจรขับมอเตอร์	60
ข.13 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	61
ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์และวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	61
ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์และวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว	62
ข.16 วงจรตรวจจับภาคส่ง	62
ข.17 วงจรตรวจจับภาครับ	63
ข.18 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับ	63
ข.19 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับ	64
ง.1 ผังงานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	71
ง.1 (ต่อ) ผังงานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	72
จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องด้วยในปัจจุบันธุรกิจขนาดย่อมกำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ในหมู่นักลงทุน เพราะใช้ต้นทุนต่ำ และสามารถสร้างรายได้อย่างดี มีภาวะเสี่ยงต่อการลงทุนต่ำ ซึ่งผลิตภัณฑ์ในธุรกิจขนาดย่อมนี้มีอยู่หลายประเภทและหนึ่งในนั้นก็คือ ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ เช่น น้ำใบบัวบก น้ำลูกยอ น้ำข้าวโพด และน้ำผลไม้ต่างๆ อีกมากมาย ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้กำลังเป็นที่นิยมในหมู่ผู้คนทั่วไปและนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ แต่กรรมวิธีการผลิตยังใช้วิธีการแบบชาวบ้าน โดยเฉพาะวิธีบรรจุภัณฑ์ซึ่งใช้แรงงานคนในการกรอกน้ำใส่ขวดและปิดฝาขวด ซึ่งวิธีนี้ทำให้เครื่องดื่มจะต้องสัมผัสกับมือคนโดยตรงทำให้ไม่ถูกสุขลักษณะและยังเสียเวลาในการบรรจุภัณฑ์ ทั้งยังต้องใช้แรงงานคนมากทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นอีกด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอ เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ซึ่งมีขนาดเล็กและราคาไม่สูงเหมาะสำหรับใช้กับธุรกิจขนาดย่อม ซึ่งจะเป็นเครื่องบรรจุเครื่องดื่มและปิดฝาขวดแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นการลดแรงงานคนในการผลิต อีกทั้งทำให้ถูกสุขลักษณะในการผลิตมากยิ่งขึ้น เครื่องดื่มจะได้ไม่สัมผัสกับมือคนโดยตรง ทำให้การผลิตมีมาตรฐานและมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังต่อไปนี้

1. สามารถบรรจุขวดได้ 12 ขวดต่อ 1 วงรอบ
2. สามารถบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปิดฝาขวดได้อย่างน้อยนาทีละ 3 ขวด
3. ใช้กับขวดพลาสติกแบบฝาปั๊มขนาด 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. สามารถตั้งค่าแรกเริ่มในการวัดปริมาณเครื่องดื่มที่ต้องการบรรจุลงขวดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการต่างๆ ของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ได้แก่ ทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์กระแสตรง อุปกรณ์ตรวจจับ กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ กฎเบื้องต้นของลมอัด อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์ และโซลินอยด์วาล์ว

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและการสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรประมวลผลกลาง วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว วงจรตรวจจับ โครงสร้างของชิ้นงานพร้อมทั้งการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ โดยละเอียด

บทที่ 4 ประกอบด้วยการทดลองและผลการทดลองของการตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำลงขวด การทดลองตั้งค่าความเร็วในการปั๊มฝาขวด การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรตรวจจับ การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์ การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขรวมทั้งแนวทางการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่ออุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยแผนผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้งานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมด ที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงงาน

ภาคผนวก จ เป็นคู่มือการใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

ภาคผนวก ฉ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการทำงานที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบด้วยทฤษฎีเกี่ยวกับมอเตอร์กระแสตรง อุปกรณ์ตรวจจับ กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ กฎเบื้องต้นของลมอัด อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์ และโซลินอยด์วาล์ว

2.2 มอเตอร์กระแสตรง

2.2.1 หลักการทำงาน

มอเตอร์กระแสตรงมีหลายชนิด และมีขอบเขตการใช้งานอย่างกว้างขวาง แต่มอเตอร์กระแสตรงทุกชนิดมีหลักการในการทำงานเหมือนกัน คือ การผ่านกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดในสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก สัดส่วนของแรงนี้ขึ้นอยู่กับกระแสและกำลังของสนามแม่เหล็ก แรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็กขณะที่ทิศทางของแรงจะกลับตรงกันข้ามถ้ากระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับ การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กและกระแสจะเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ด้วยคุณสมบัติเช่นนี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้

พิจารณาถึงส่วนของแท่งแม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของแท่งแม่เหล็กถาวร ซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นแม่เหล็กหรือชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กกล้าและบางแบบที่ทำตัวถังเป็นแม่เหล็ก โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ของมอเตอร์ขดลวดเหนี่ยวนำจะถูกพันอยู่บนส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

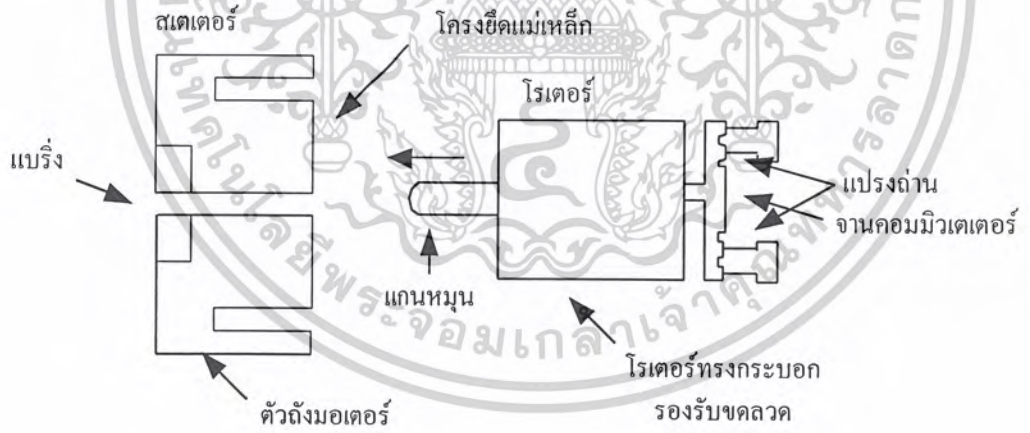
โครงสร้างทั่วๆ ไปของมอเตอร์กระแสตรงแยกเป็น 3 ส่วน แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของมอเตอร์รุ่นเล็กๆ ทางเดินของฟลั๊กซ์แม่เหล็กและสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากแท่งแม่เหล็กเฟอร์ไรต์สองชิ้นขึ้นรูป เป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อที่จะให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่ใจกลางของมอเตอร์ ความเข้มของสนามแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับความหนาของแม่เหล็กด้วย ฟลั๊กซ์แม่เหล็กจะวิ่งไปบนตัวถัง กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันอยู่กับทุ่นโรเตอร์จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าต้านกับแม่เหล็กถาวร เกิดเป็นแรงบิดหมุนแท่งโรเตอร์ไปตามทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสจะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์โดยผ่านแปรงถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำบนแท่งโรเตอร์ แหวน (คอมมิวเตเตอร์) ถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน ทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวด

การทำงานของมอเตอร์ กระแสในขดลวด B จะมีทิศทางตรงข้ามกับกระแสในขดลวด A และ C โดยที่ขดลวดทั้ง 3 ต่อกันในลักษณะอนุกรม

ทิศทางการไหลของกระแสในขดลวด B ทำให้ขั้วแม่เหล็ก B มีสภาพเป็นขั้วเหนือถูกดูดไปทางขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ ส่วนขดลวด A และ C มีสภาพเป็นขั้วใต้ จึงถูกดูดไปทางขั้วเหนือ แรงดูดแบบนี้ทำให้ทุ่นโรเตอร์เกิดแรงบิดมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา เมื่อโรเตอร์หมุนไปได้เล็กน้อยแปรงถ่านจะสัมผัสกับส่วนของ Z ของคอมมิวเตเตอร์เป็นผลให้กระแสในขดลวด A มีทิศทางตรงข้ามกับตอนแรก ส่วนทิศทางของกระแสในขดลวดที่เหลืออีก 2 ขดไหลทิศทางเดิม ขั้ว A ก็จะกลายเป็นขั้วเหนือและถูกหักออกจากขั้วเหนือของแม่เหล็กสถิตย์ไปยังขั้วใต้แทน ในลักษณะที่กล่าวมาจึงทำให้มอเตอร์หมุนต่อไปได้ เมื่อขั้ว B อยู่ตรงกับขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ แปรงถ่านขั้วลบจะเปลี่ยนจากอาเมเจอร์ส่วนของ Y และส่วนของ Z กระแสในขดลวด B มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางเดิมและขั้ว B ซึ่งเป็นขั้วใต้จะถูกผลักออกจากขั้วใต้ของแม่เหล็กสถิตย์ การหมุนจะเป็นวัฏจักรในทิศทางนี้ตลอดไปเรื่อยๆ จนกว่ากระแสภายนอกจะกลับทิศทาง



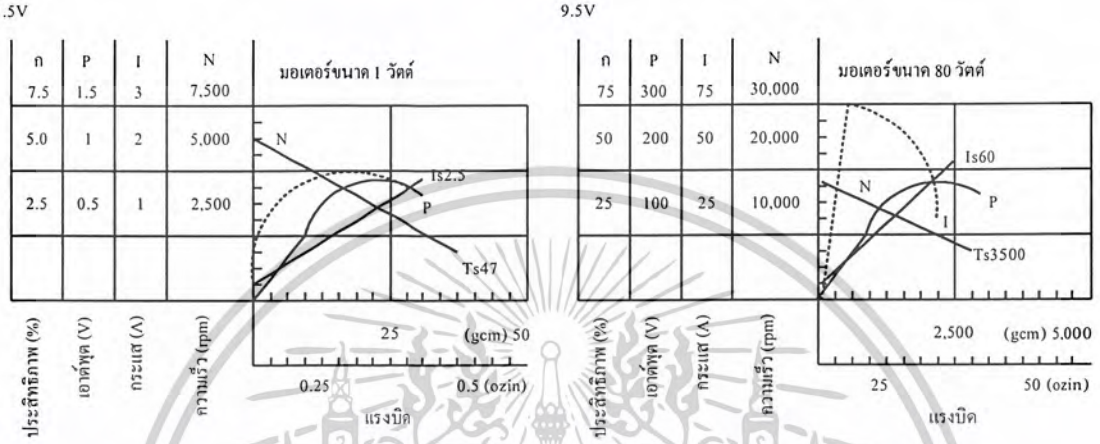
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง

2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์

แรงที่เกิดจากกระแสที่ผ่านตัวนำเข้าไปยังสนามแม่เหล็กต้องมีสภาวะที่เหมาะสมนั้นทำให้เกิดข้อจำกัดของแรงบิดในตัวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดกำลังประมาณ 1 วัตต์ และอีกรูปหนึ่งแสดงแผนภาพของมอเตอร์ขนาดใหญ่มีกำลังประมาณ 80 วัตต์ เปรียบเทียบโดยให้แรงดันคงที่



(ก) มอเตอร์ขนาด 1วัตต์ (ข) มอเตอร์ขนาด 80 วัตต์

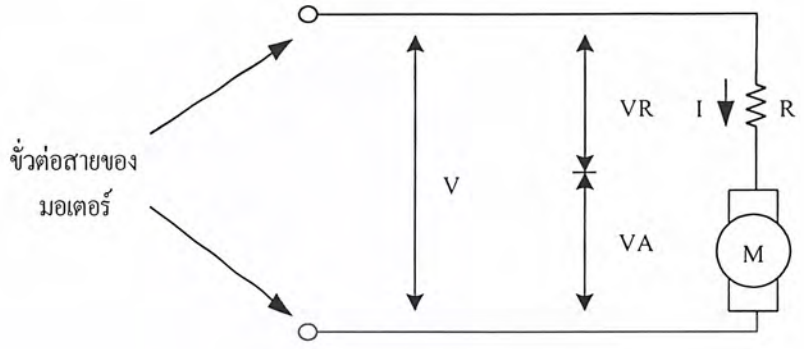
รูปที่ 2.2 แผนภาพคุณสมบัติของมอเตอร์

สังเกตได้ว่าความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงบิดเป็นเส้นตรงถ้าไม่คำนึงถึงแรงดันที่ป้อนให้และความเร็วในการหมุน จะพบว่าอัตราส่วนแรงบิดและกระแส (T/I) ทุกจุดจะเท่ากันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ กำลังของแม่เหล็ก ชนิด และจำนวนของแผ่นเหล็กในทุ่นโรเตอร์ สเตเตอร์ และช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์

ความสัมพันธ์ที่สองที่ได้จากแผนภาพ คือ ความเร็วเปรียบเทียบกับแรงบิด ซึ่งความเร็วขณะไม่มีโหลดจะมีแผนภาพเป็นเส้นตรง เพื่อที่จะอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์ให้ละเอียดมากยิ่งขึ้น ต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อนและความต้านทานของโรเตอร์ วงจรภายในมอเตอร์เขียนได้ดังรูปที่ 2.3 โดยสมมติให้ทุ่นโรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลยอนุกรมกับความต้านทาน ซึ่งก็คือความต้านทานขดลวดนั่นเอง

แรงดันที่ขั้วต่อสายของมอเตอร์ คือ ผลบวกระหว่างแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมความต้านทานขดลวด (V_R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง

แรงดัน V_A ถูกเรียกว่าแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (Back Emf) ซึ่งจะเกิดขึ้นในขดลวดโรเตอร์ขณะที่หมุนแรงดันที่เกิดขึ้นเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของตัวนำ ในสนามแม่เหล็กสัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็กและความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นจะมีขั้วตรงข้ามกับแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์และแปรผันตรงกับความเร็วของการหมุนของผลบวกของแรงดันที่ทุ่นโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมขดลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R \quad \text{(V)} \tag{2.1}$$

พิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่งความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น กระแสที่ไหลในมอเตอร์หาได้จาก

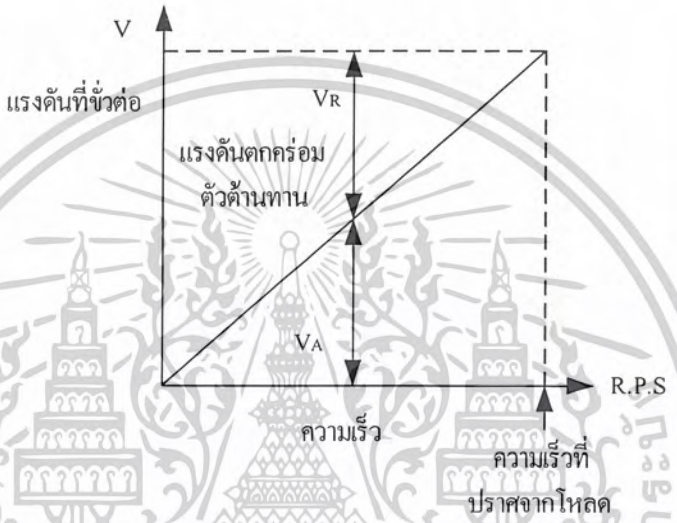
$$I = \frac{V_R}{R} \quad \text{(A)} \tag{2.2}$$

เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็วและ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างระหว่าง V_A และ V จะเริ่มลดลง กระแส (I) จะเริ่มลดลงเช่นกัน ขณะที่มอเตอร์ยังมีความเร่งอยู่ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดของมอเตอร์รับภาระโหลดได้สมดุลย์พอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลดและหมุนได้อย่างอิสระจะมีเพียงแต่ค่าความฝืดของลูกปืนและแรงต้านของอากาศ ทำให้ค่า V_A เกือบจะเท่ากับค่า V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปที่ 2.4 แรงดันที่ป้อนให้ของมอเตอร์ก็คือผลบวกของ V_A และ V ที่ทุกๆ ความเร็ว ส่วนกระแสและแรงบิดจะแปรผันตรงกับ V_R ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วเมื่อเทียบกับเปอร์เซ็นต์ ขณะที่แรงดันจากภายนอกคงที่จะเป็นเส้นตรงเช่นกันสามารถสรุปได้ว่า

ความเร็ว = 1 - แรงบิด (2.3)



รูปที่ 2.4 แผนภาพค่าแรงดันที่เกิดขึ้นในมอเตอร์กระแสตรงกับความเร็วรอบ

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับ

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ ทำหน้าที่เป็นส่วนรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เรียกว่า ตัวตรวจจับ (Sensor) ซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมายและเอาผลดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่นิยมใช้ทั่วไป เช่น สวิตซ์กลไก โฟโตทรานซิสเตอร์ สวิตซ์แม่เหล็ก เซลล์รับแสง ตัวเชื่อมโยงทางแสง ตัวตรวจจับตำแหน่ง ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนปริมาณทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสงเมื่อมีการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตัวตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดปรากฏการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำ และมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไป คือ ที่ตัวถังด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมก้า (Clear Mica) หรือควอตซ์เลนซ์ (Quartz Lenz) ติดอยู่บนช่องรับแสง

วงจรสมมูลย์ของโฟโตทรานซิสเตอร์ ก็คือการนำทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมกับโฟโตไดโอด โดยตัวโฟโตไดโอดจะเป็นตัวควบคุมการจัดแรงดันให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เมื่อเกิดแสงมาตกกระทบที่ตัวโฟโตไดโอด จะทำให้เกิดแรงดันไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดกระแสเบสขึ้น ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในที่สุด

ตามปกติการคำนวณหาค่าของกระแสอิมิตเตอร์จะใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$I_E = I_B \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.4}$$

แต่ในกรณีของโฟโตทรานซิสเตอร์ เนื่องจากที่ขาเบส และคอลเลคเตอร์ของโฟโตไดโอดคร่อมอยู่ดังนั้นเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ทำงานกระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอดต้องพิจารณาเป็นกระแสไหลเข้าร่วมกับกระแสเบสจะทำให้สมการของกระแสที่ขาอิมิตเตอร์ของโฟโตทรานซิสเตอร์จึงกลายเป็น

$$I_E = (I_P + I_B) \cdot (h_{FE} + 1) \tag{2.5}$$

โดยที่ h_{FE} คือ อัตราการขยายกระแสของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์

I_P คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวโฟโตไดโอด

I_B คือ กระแสเบสของโฟโตทรานซิสเตอร์

สำหรับเครื่องหมายบวกและลบของ I_B ในสมการเป็นตัวบ่งบอกชนิดของทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นค่า I_B จะเป็นบวก แต่ถ้าเป็นชนิดพีเอ็นพีค่าของ I_B จะเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับความต้านทานด้านไฟฟ้ากระแสสลับของส่วนรับของโฟโตทรานซิสเตอร์ จะมีค่าเท่ากับ Rin x h_{FE} ในภาวะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ไม่ทำงานค่าความต้านทานภายใน (Rin) ของโฟโตทรานซิสเตอร์จะสูงมาก เนื่องจากการที่โฟโตไดโอดภายในโฟโตทรานซิสเตอร์ถูกไบแอสกลับไว้ ทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงมากขึ้น ซึ่งค่าความต้านทานอินพุทนี้เองจะเป็นตัวที่กำหนดความเร็วในการทำงานของตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ ดังนั้นหากต้องการนำโฟโตทรานซิสเตอร์ไปใช้งานที่มีการสวิตซ์ความเร็วสูงต้องพิจารณาถึงพารามิเตอร์ตัวนี้ด้วย

พารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นภายในตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ไม่ทำงาน นั่นคือกระแสรั่วไหลระหว่างขาคอลเลคเตอร์และอิมิเตอร์ที่เกิดขึ้นในขณะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่มีแสงมาตกกระทบให้ตัวมันทำงานหรือ $I_{CEO}(dark)$ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I_{CEO}(dark) = h_{FE} x I_{CBO} \tag{2.6}$$

โดยที่ I_{CBO} คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่ขาคอลเลคเตอร์และเบส ซึ่งคือกระแสรั่วไหลของตัวโฟโตไดโอดนั่นเอง ปกติในโฟโตทรานซิสเตอร์ทั่วๆ ไปค่าของกระแสรั่วไหลนี้จะต่ำมากๆ อยู่ระหว่าง 4-8 ไมโครแอมป์แปร์ที่อุณหภูมิห้อง

2.3.2 อินฟาเรด แอลอีดี

อินฟาเรด ไดโอดแปลงแสง (Infrared LED) ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟาเรด เมื่อตัวมันนำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษและเกิดพลังงานจากโฟตอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันทีที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟาเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงอินฟาเรดได้ในช่วงสองความยาวคลื่น ดังนี้คือ อินฟาเรด แอลอีดีที่สร้างจากสารแกลเลี่ยมอาเซไนต์ (Gallium Arsenide : GaAs) จะให้ความคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟาเรด แอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แกลเลี่ยมอลูมินั่มอาเซไนต์ (Gallium Aluminum Arsenied : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟาเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

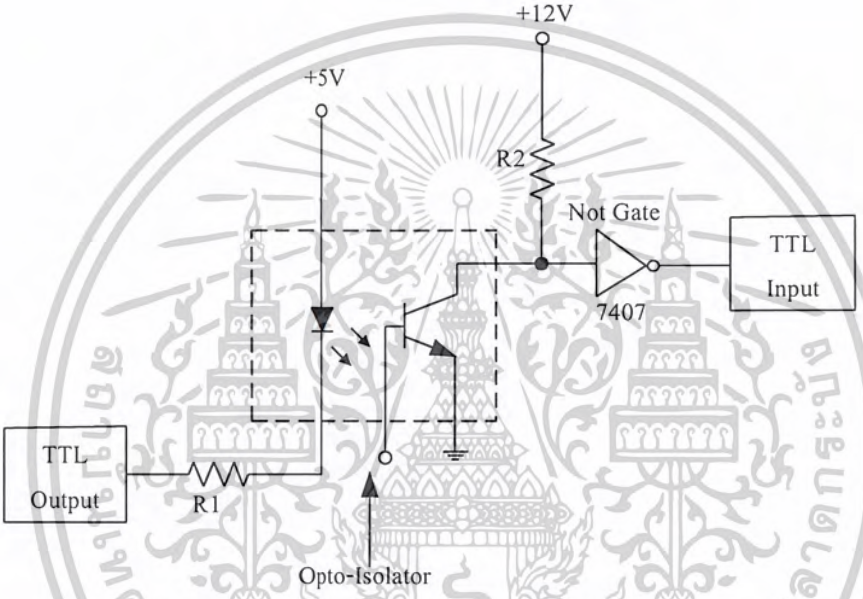
2.3.3 ออปโต้คัปเปอร์

ออปโต้คัปเปอร์ (Opto-Coupler) เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โดยตัวส่งแสงและรับแสงจะอยู่ในตัวถังเดียวกันซึ่งจะใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง แล้วตัวรับแสงจะเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าเหมือนเดิม จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อวิธีนี้ก็เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกันและต้องการให้เกิดการแยกกันของวงจรโดยเด็ดขาดแรงดันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองด้าน คืออุปกรณ์ทางด้านปล่อยแสงและทางด้านรับแสงจะใช้แรงดันมากหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงถ้าระยะยิ่งห่างมาก แรงดันที่ป้อนให้ก็ต้องมากตามไปด้วยแต่มีข้อจำกัดตรงทนแรงดันของอุปกรณ์

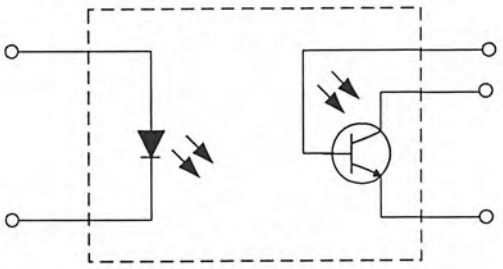
อุปกรณ์ตัวกำเนิดแสงจะเป็นพวกแอลอีดี ส่วนมากจะเป็นชนิดอินฟาเรดและอุปกรณ์รับแสงจะเป็นพวกโฟโตดีเทคเตอร์ ที่นำมาใช้งานมีหลายชนิด คือ โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ ทั้งแบบธรรมดาและดาลิงตันหรืออาจจะเป็นโฟโตเอสซีอาร์ เป็นต้น



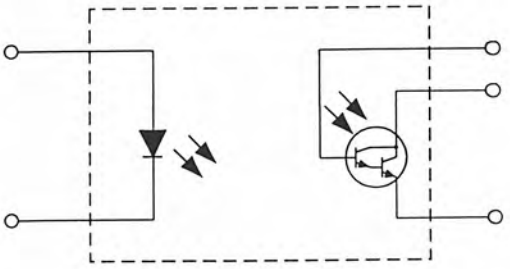
รูปที่ 2.5 วงจรเชื่อมต่อทางแสงโดยใช้ออปโตคัปเปอร์

การเชื่อมโยงทางแสงสามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิตอลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลับ ทั้งนี้เนื่องจากวงจรดิจิตอลไม่สามารถส่งเอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟสลับได้ นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าสลับที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรดิจิตอลนั้น สามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆ ได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางดิจิตอลจึงต้องแยกกันทางไฟฟ้าซึ่งเป็นหน้าหลักของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่สำคัญ ตัวเชื่อมโยงทางแสงมักใช้ในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่นในสายการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์

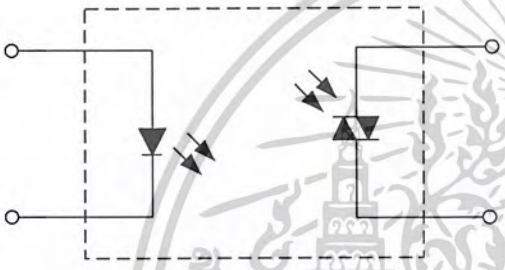
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



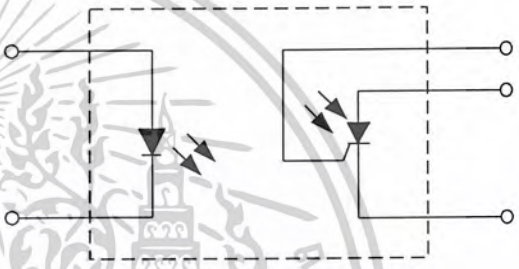
(ก) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์



(ข) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ที่ต่อแบบดาลิงตัน



(ค) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตไตรแอก



(ง) มีเอาต์พุตเป็นโฟโตเอสซีอาร์

รูปที่ 2.6 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ

2.4 กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ที่ใช้กับระบบจะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ คือ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตรและกฎความดันของบอยส์ (Boyle's Law) กฎพื้นฐานทางฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกส์

2.4.1 ความดัน

ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลกมีค่าแตกต่างกันตามสภาพของระดับความสูงและสภาพภูมิอากาศ ปกติถือว่าความดันที่ระดับน้ำทะเลเป็นความดันของบรรยากาศ การหาค่าความดันบรรยากาศเราสามารถหาได้จากเครื่องมือหลากหลายชนิดเช่น เกจวัดความดัน บาโรมิเตอร์ หรือแมนโนมิเตอร์ หน่วยวัดความดันในทางเทคนิคที่ใช้ก็คือ กิโลปอนด์ต่อตารางเซนติเมตรหรือวัดเป็นความดันบรรยากาศทางเทคนิค (*at*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

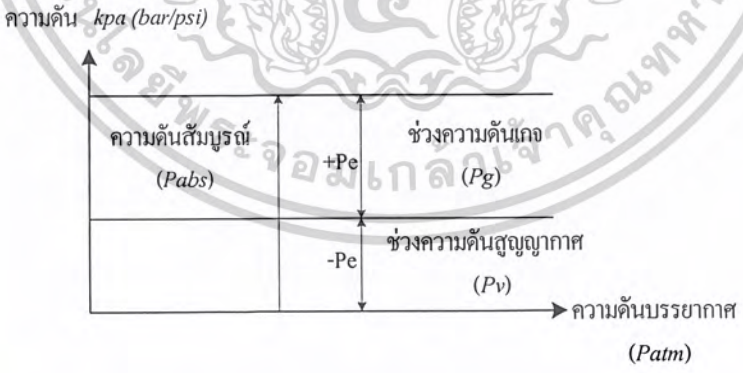
$$1 \quad at \quad = \quad 1kg/cm^2 \quad = \quad 10 \quad m \quad \text{ความสูงของน้ำ} \qquad (2.7)$$

แต่หน่วยของความดันที่นิยมใช้ในระบบ SI มีหน่วยดังนี้

$$1\ pa \ (\text{ปาสคาล}) \quad = \quad 1\ N/m$$
$$1\ at \quad = \quad 1kp/cm^2 \quad = \quad 1\ bar$$

เนื่องจากความสูงของระดับพื้นโลกในแต่ละพื้นที่มีค่าไม่เท่ากัน หากวัดความดันจาก 0 *at* ไปจนถึงระดับความดันบรรยากาศ เรียกว่า ความดันสูญญากาศ (Vacuum) และเหนือความดันสูญขึ้นไปเรียกว่า ความดันเกจ (Gauage Pressure)

ในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้ลมอัดหลายประเภท จึงมีการนำกระบอกสูบระบบนิวแมติกส์มาใช้งาน ค่าใช้จ่ายท่อลมอัดมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับการใช้งานระบบอื่น ที่มีราคาที่สูงกว่า วาล์วปรับความดันลม จะมีหน้าที่ปรับความดันลมให้มีค่าคงที่โดยไม่ขึ้นกับระบบลม เมื่อความดันลมสูงกว่าที่กำหนด วาล์วจะระบายความดันส่วนที่เกินออกสู่บรรยากาศภายนอก งานบางประเภทต้องการแรงดันลมที่บริสุทธิ์มากๆ จะมีน้ำมันปนกับลมอัดไม่ได้ดังนั้นควรพิจารณาถึงเรื่องการใช้ลมอัดมาใช้งาน ดังรูปที่ 2.7 สามารถหาค่าความดันสัมบูรณ์ได้จากสมการที่ 2.8



รูปที่ 2.7 การอ่านค่าระดับความดันต่างๆ

ในกรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสูญญากาศมีค่าเป็นบวก

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} + \text{ความดันเกจ} \qquad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้ากรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสูญญากาศมีค่าเป็นลบ

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันบรรยากาศ – ความดันเกจ (2.9)

โดยที่ ความดันสัมบูรณ์ คือ ค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สูญญากาศสัมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ p_{abs}

ความดันบรรยากาศ คือ ค่าความดันบรรยากาศมีค่า 1.13 บาร์ (ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ระบบนิวแมติกส์) และ 14.7 ออนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้ตัวย่อ P_{atm}

ความดันเกจ คือ ค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ p_g

การเลือกขนาดเครื่องลมอัดต้องพิจารณาระยะทางที่ส่งลมออกไปอุปกรณ์ต่างๆ หากระยะทางไกลมากจะมีผลต่อความดันตกคร่อมต่อระบบ การเดินท่อระบบนิวแมติกส์ความยาวท่อไม่ควรเกิน 1,000 เมตร รวมถึงคิดแรงดันตกคร่อมที่ข้อต่อ ข้อต่อต่างๆ คิดออกมาเป็นเส้นตรง ความดันระบบนิวแมติกส์ที่ยอมให้ผ่านได้ (คิดจากเครื่องอัดลมไปเครื่องจักรระบบนิวแมติกส์) ไม่ควรมีลมอัดเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ ของความดันที่ใช้งาน หากแรงดันที่ตกคร่อมมากต้องเลือกเครื่องอัดลมที่ใหญ่ขึ้น ขณะที่เครื่องจักรต้องการปริมาณลมเท่ากัน การพิจารณาความต้องการลมอัดที่ต้องใช้ปัจจุบันและอนาคตว่าต้องการลมอัดเท่าใด ควรวางแผนไว้ล่วงหน้าประมาณ 1 ถึง 2 ปี

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

Pa	Bar	kgf/cm^2	atm	mm : H_2O	mm : Hg
1	1×10^5	1.01×10^5	9.869×10^6	1.019×10^{-1}	7.500×10^6
1×10^5	1	1.01972	9.869×10^{-1}	1.019×10^4	7.500×10^2
9.207×10^1	9.807×10^4	1	9.678×10^1	1.000×10^4	7.356×10^2
1.013×10^5	1.01325	1.03323	1	1.033×10^4	7.600×10^2
9.807	9.807×10^4	1×10^4	9.678×10^1	1	7.356×10^2
1.332×10^3	1.332×10^3	1.359×10^3	1.016×10^3	1.033×10^4	1

หมายเหตุ* หน่วยวัดค่าความดันจะมีค่าเป็นแรงต่อพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 แรง

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{แรง} \propto (\text{มวลสาร}) \cdot (\text{ความเร็ว}) \tag{2.10}$$

$$\text{แรง} = (\text{ค่าคงที่}) \cdot (\text{มวลสาร}) \cdot (\text{ความเร็ว}) \tag{2.11}$$

ในระบบ SI ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ

$$\text{แรง} = (\text{มวลสาร}) \cdot (\text{ความเร็ว}) \tag{2.12}$$

ในระบบ SI หน่วยของแรงมีหน่วยเป็น

$$1N = kg.m/sec^2 \tag{2.13}$$

การคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ $1\ kp = 10\ N$

ตารางที่ 2.2 หน่วยต่างๆ ในระบบนิวแมติกส์

หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยทางเทคนิค	หน่วยทาง SI
แรง	F	kp	N $1N=kg.m^2$
พื้นที่	Q	m^2/s	m
ปริมาตร	V	m^2/s	m^3
อัตราการไหล	Q	m^3	m^3/s
ความดัน	P	kp/cm^2	Pa (Pascal) 1 Pa = 1 N 1 Pa = 10^5 bar

2.5 กฎเบื้องต้นของลมอัด

กฎเบื้องต้นของลมอัดได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล กฎปริมาตรและความดันลมของบอยส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 กฎของปาสคาล

การถ่ายเทความดันแบบไม่เคลื่อนที่ ปาสคาลได้ทดลองพิสูจน์ให้เห็นจริง และได้สรุปเป็นกฎได้ว่าเมื่อทำให้เกิดความดันต่อของไหลที่อยู่ภายในภาชนะปิดจะเกิดแรงกระทำจากของไหลต่อทุกๆ ส่วนของผิวภาชนะในแนวตั้งฉาก

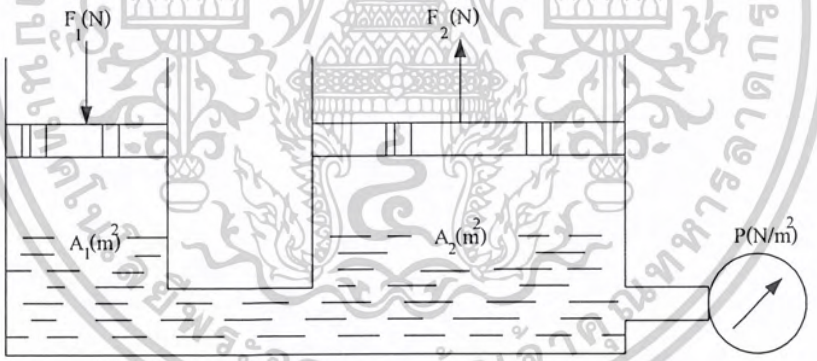
ดังแสดงตามรูปที่ 2.8 กำหนดให้แรง F_1 กดลงบนลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_1 จะเกิดการถ่ายแรง F_2 ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2 จะได้ว่า

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P \quad N/m^2 \tag{2.14}$$

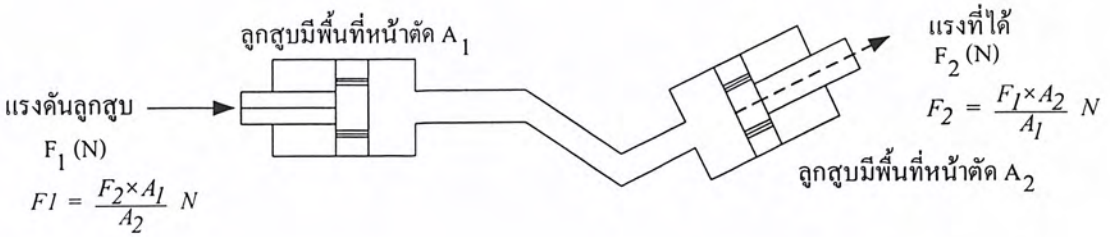
นั่นคือ

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \quad N \tag{2.15}$$

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 น้อยกว่า A_2 แรง F_1 จะน้อยกว่า F_2



รูปที่ 2.8 กฎของปาสคาล



รูปที่ 2.9 การถ่ายทอดแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกฎของปาสคาลแสดงดังรูปที่ 2.8 เมื่อ มีการผลักลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_1 เช่นเดียวกับเครื่องอัดลมป้อนลมในท่อลมอัด ทำให้ลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_2 เริ่มเคลื่อนที่ไปเช่นเดียวกับการทำงานของกระบอกสูบเมื่อป้อนลมอัดเข้าไป

2.5.2 กฎของบอยส์

กฎนี้ได้กล่าวไว้ว่า ณ ที่อุณหภูมิคงที่มีปริมาตรก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น ตามรูปที่ 2.10 แสดงถึงการกดลูกสูบของกระบอกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุภายในปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันก๊าซเพิ่มขึ้น อัตราผกผันกับความดันก๊าซดังสมการที่ 2.16

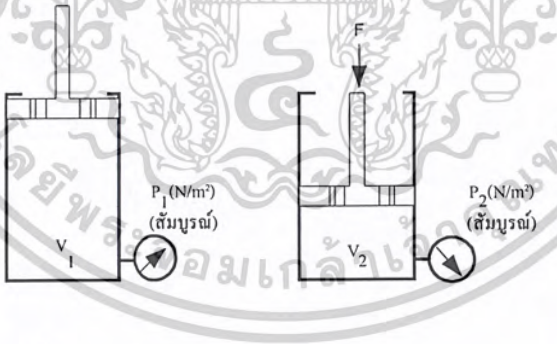
$$P_1V_1 = P_2V_2 \tag{2.16}$$

โดยที่ P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น (N/m^2)

P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย (N/m^2)

V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น (m^3)

V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย (m^3)



รูปที่ 2.10 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์

2.5.3 กฎของเกย์ลูสแซก

กล่าวไว้ว่า ถ้าปริมาตรคงที่ในขณะที่ก๊าซหรืออากาศจำนวนหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \tag{2.17}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หรือ $$\frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2}$$

$$\frac{T}{V} = \text{ค่าคงที่} \quad (2.18)$$

ถ้านำเอากฎของบอยส์และกฎของเกย์ลูสแซกรวมเข้าด้วยกัน (สภาพของก๊าซหรืออากาศนี้เรียกว่า ก๊าซในอุดมคติ) ซึ่งเป็นการรวมสูตรของก๊าซโดยทั่วไป สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad (2.19)$$

หรือ $$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงที่} \quad (2.20)$$

ดังนั้น $$PV = m.r.t \quad (2.21)$$

เมื่อ P คือ ความดันของอากาศ *(bar)*

V คือ ปริมาตรของอากาศ (m^3)

m คือ มวลของอากาศ *(kg)*

r คือ ค่าคงที่ของก๊าซ *(kj/kgK)*

t คือ อุณหภูมิของอากาศ *(k)*

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 K ปริมาตรของอากาศจะเปลี่ยนไป 1/273 เท่าของปริมาตรเดิม โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องมีความดันคงที่สามารถสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273}(T_2 \quad T_1) \quad (2.22)$$

V_1 คือ ปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_1

V_2 คือ ปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

51043

อากาศในชั้นบรรยากาศมีสภาวะเป็นก๊าซที่ประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจนอยู่ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ และอีก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นพวกก๊าซเฉื่อย ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยปริมาตร อุณหภูมิแต่ละช่วงของบรรยากาศมีอิทธิพลต่อลมอัดมากนอกจากนี้ความชื้นในบรรยากาศก็มีผลต่ออุปกรณ์ลมอัดเช่นเดียวกัน (โดยปกติความชื้นของน้ำที่ผสมอยู่ในชั้นบรรยากาศจะมีค่าประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก)

เนื่องจากขบวนการเป็นไปตามกฎของเกย์ลูสแซก เป็นลักษณะกระบวนปริมาตรคงที่เพราะค่าของทั้งสองความดันมีค่าเท่ากัน นั่นคือค่าของทั้งสองจะมีค่าเท่ากัน

2.6 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์

2.6.1 เครื่องอัดลม

เครื่องอัดลมทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นลมอัด แรงดันลมที่ได้มีความดันสูงกว่าความดันลมในบรรยากาศ โดยแบ่งขนาดความสามารถของเครื่องอัดลมเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดและความสามารถของเครื่องอัดลม

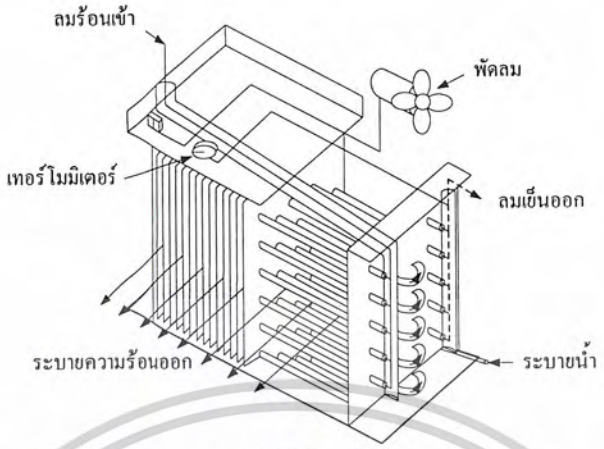
ขนาด	ระบบระบายความร้อน	กำลังเครื่องอัดลม
เล็ก	อากาศ	0.2 ถึง 7.5 กิโลวัตต์
กลาง	อากาศและน้ำ	7.5 ถึง 75 กิโลวัตต์
ใหญ่	น้ำ	75 กิโลวัตต์

2.6.2 เครื่องระบายความร้อนลม

เครื่องอัดลมจะดูดเอาอากาศที่มีความดันบรรยากาศด้วยปริมาตรประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตร นำไปอัดลมให้มีความดันสูงขึ้นอีก 7 ถึง 10 บาร์ ปริมาณลมอัดลดลงประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร

ดังนั้นจึงให้อากาศที่มีความดันสูงมีอุณหภูมิสูง ถ้านำลมอัดนี้ไปใช้งานโดยตรงจะสร้างความเสียหายให้แก่ซีลต่างๆ ของอุปกรณ์ จึงจำเป็นจะต้องลดอุณหภูมิของลมอัดให้น้อยลงด้วยเครื่องระบายความร้อน โดยลมร้อนจะถูกกำหนดให้มีค่าอยู่ประมาณ 40 องศาเซลเซียส ลมที่ออกจากเครื่องอัดลมมีอุณหภูมิสูงขึ้น หากนำไปใช้งานจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

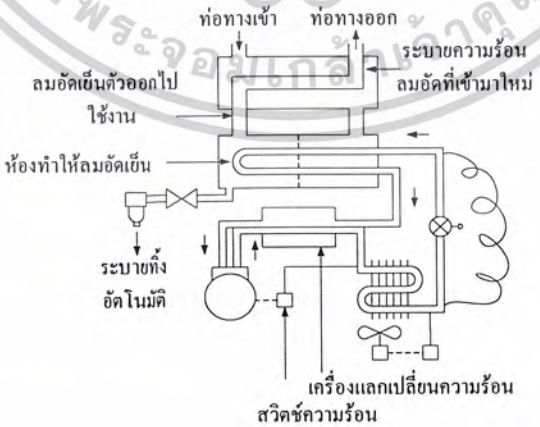
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 เครื่องระบายความร้อนแบบใช้พัดลมเป่าระบายความร้อน

2.6.3 เครื่องทำลมแห้ง

ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปะปนอยู่มาก จึงจำเป็นจะต้องทำลมอัดให้เย็นลง 0 องศาเซลเซียส ถึง – 40 องศาเซลเซียส เพื่อดูดเอาความชื้นออกจากลมอัดอาจจะใช้สารเคมีเพื่อขับความชื้นออกจากลมอัดส่วนความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำและถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ (trap) สารที่ใช้จะเป็นสารที่ดูดไอน้ำ คือ ซิลิกา เพื่อให้อุณหภูมิลมอัดมีจุดกลั่นตัวต่ำสุดประมาณ –70 องศาเซลเซียส สารที่ใช้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ เวลาที่ลมผ่านจะใช้เวลา 150 วินาที การทำลมแห้งจะใช้ลมผ่านสารเคมี



รูปที่ 2.12 เครื่องทำลมแห้งด้วยความเย็น

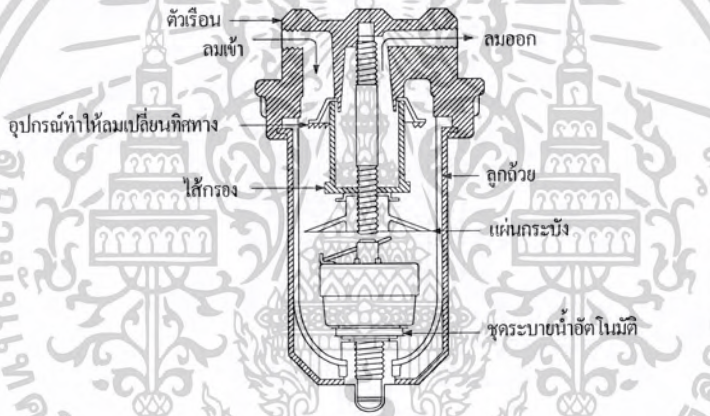
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 เครื่องกรองท่อหลัก

เครื่องกรองท่อหลักจะเป็นตัวกรองฝุ่นละอองเช่น สนิมและน้ำ ที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำไปใช้งานและก่อนนำไปเข้ากับเครื่องจักรของระบบนิวแมติก การกรองของท่อกรองหลักที่ใช้ต้องมีค่าแรงดันลมออกสูญเสียน้อยที่สุด ปกติจะมีค่าไม่เกิน 1 กิโลกรัมต่อเมตร

2.6.5 กรองลม

กรองลมทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องกรองลมในท่อกรองหลักเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ลม กรองลมจะทำหน้าที่กรองฝุ่นและน้ำออกจากลมอัด ไส้กรองอากาศระบบนิวแมติกที่ใช้กับโครงงานจะมีความสามารถกรองฝุ่นละออง 5 ไมโครเมตร วัสดุที่ใช้ทำกรองเป็นแบบกระดาษ สามารถทนอุณหภูมิระหว่าง 0 องศาเซลเซียส ถึง 80 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2.13 ตัวกรองลมอัด

2.6.6 วาล์วลดความดัน

อุปกรณ์ลดความดันลม บางครั้งเรียกว่า เรกูเลเตอร์ การใช้งานปกติเครื่องลมอัดจะป้อนลมมีความดันมากกว่าระดับความดันที่ใช้งาน ดังนั้นวาล์วลดความดันทำหน้าที่ปรับความดันให้แรงดันเท่ากับแรงดันใช้งานระบบนิวแมติก เพราะถ้าไม่ลดความดันก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ จะเกิดปัญหาในการใช้งาน อุปกรณ์นิวแมติกส์เกิดการชำรุดเสียหาย อายุการใช้งานนิวแมติกส์สั้นลง จึงต้องเลือกวาล์วปรับลดแรงดันให้เหมาะสมกับงาน วาล์วที่ใช้กับการทำงานระบบลมจะเป็นแบบแรงดันสปริงสมดุลกับแรงดันในระบบ

ระบบนิวแมติกส์จะทำงานได้ต้องอาศัยชุดส่งกำลังที่ทำหน้าที่ส่งลมอัดให้อุปกรณ์ทำงาน ระบบนิวแมติกส์ทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานระบบนิวแมติกส์จะเคลื่อนที่ตามความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการและควบคุมการทำงานได้โดยใช้ วาล์ว วาล์วแต่ละชนิดจะทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น การเริ่มและหยุดการทำงานของระบบนิวแมติกส์ ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความต้องการควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์

2.6.7 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น

เนื่องจากอุปกรณ์นิวแมติกส์ส่วนใหญ่จะมีการหล่อลื่นชิ้นส่วนภายใน จำเป็นต้องมีน้ำมันหล่อลื่นปะปนกับลมอัดเพื่อหล่อลื่น สำหรับงานประเภทที่ใช้ระบบนิวแมติกที่ห้ามไม่ให้มีน้ำมันหล่อลื่นปะปนกับลมอัด คือ งานด้านผลิตอาหาร

2.6.8 อุปกรณ์เก็บเสียง

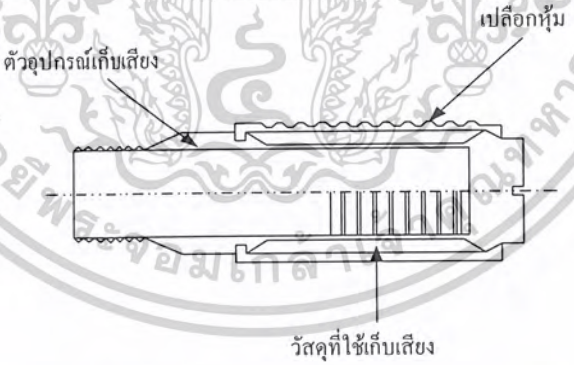
การระบายลมอัดจากวาล์วสู่บรรยากาศจะเกิดเสียงดัง เนื่องจากลมอัดขยายตัวทันที ตัวเก็บเสียงจะทำหน้าที่ลดเสียงดัง ความดังของเสียงเมื่อผ่านอุปกรณ์เก็บเสียงไม่ควรดังเกิน 80 เดซิเบล

ประโยชน์ของอุปกรณ์เก็บเสียง

1) แรงเสียดทานการระบายลมที่ต่ำทำให้ลมไหลช้าลง ความสามารถในการเก็บเสียงขึ้นอยู่กับพื้นที่การระบายขณะใช้งานจริง

2) อุปกรณ์เก็บเสียงช่วยลดเสียงดังได้อย่างน้อย 20 เดซิเบล

3) อุปกรณ์เก็บเสียงที่ดี ถึงแม้ว่ามีฝุ่นละอองอุดตันก็สามารถใช้งานได้ดี



รูปที่ 2.14 โครงสร้างอุปกรณ์เก็บเสียงชนิดใช้แรงเสียดทาน

2.6.9 วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม

วาล์วเปลี่ยนทิศทางลมทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์การทำงานระบบนิวแมติก เช่น กระบอกนิวแมติกส์ที่เลื่อนเข้าเลื่อนออก มอเตอร์นิวแมติกส์ที่เคลื่อนที่ไปทางซ้ายหรือเคลื่อนที่ไปทางขวา การบังคับเปลี่ยนทิศทางจะใช้วิธีการป้องกันการอัดหรือการป้อนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

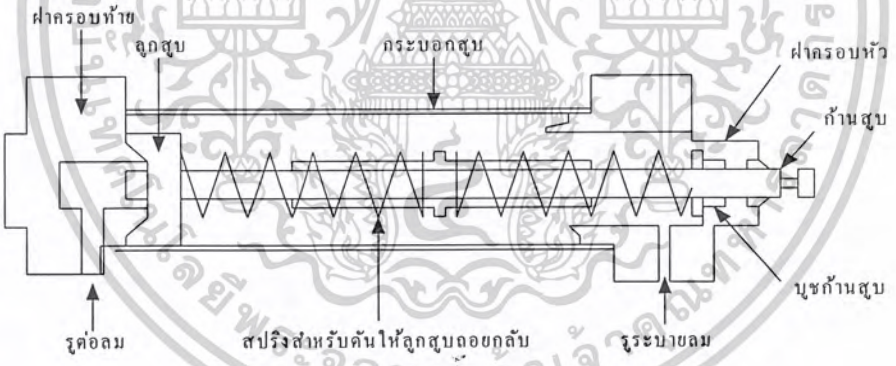
บังคับให้เปลี่ยนการเคลื่อนที่ เปลี่ยนทิศทางการไหลของลม วาล์วที่ต้องใช้จะมีความดันต่ำกว่า 10 บาร์ ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะใช้ความดันลมมากถึง 50 บาร์

2.6.10 กระบอกสูบ

กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติกส์ที่มีหลายแบบ ตัวกระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานลมให้อยู่ในรูปของพลังงานกล กระบอกสูบลมอัดมีอยู่หลายชนิด ที่นิยมใช้จะเป็นกระบอกสูบทำงานแบบ 2 ทาง เพราะเป็นกระบอกสูบมีทิศทางการทำงานที่แน่นอน กระบอกสูบเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานในลักษณะแนวเส้นตรง ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1) กระบอกสูบทางเดียว

กระบอกสูบทางเดียว คือ อุปกรณ์ทำงานชนิดหนึ่งที่ให้แรงในแนวเส้นตรงและทำงานทิศทางเดียว มักจะเป็นทิศทางที่กระบอกสูบวิ่งออก ขณะที่ก้านสูบวิ่งออกก็จะดันให้สปริงภายในกระบอกสูบจะยุบตัวเมื่อมีการตัดสัญญาณที่ป้อนเข้ากระบอกสูบให้วิ่งออกนั้น สปริงที่ยุบตัวอยู่นี้จะคลายตัวออกมาพร้อมกับดันให้ลูกสูบกลับมาอยู่ในตำแหน่งเดิม กระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวอยู่ทางด้านลูกสูบ ส่วนอีกรูหนึ่งที่อยู่ทางด้านก้านสูบจะเป็นรูระบายลมเท่านั้น แสดงดังรูปที่ 2.11

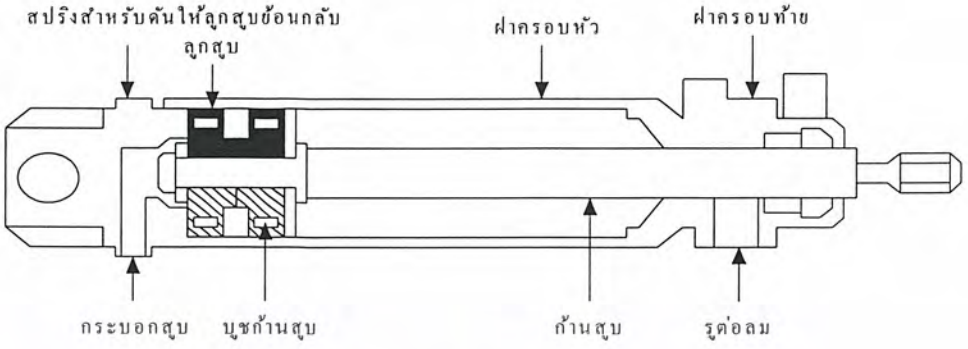


รูปที่ 2.15 กระบอกสูบทางเดียว

2) กระบอกสูบสองทาง

กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง คือ อุปกรณ์ทำงานชนิดหนึ่งที่ให้แรงในแนวเส้นตรงทั้งวิ่งเข้าและวิ่งออก กระบอกสูบชนิดนี้จะไม่มีสปริงอยู่ภายในกระบอกสูบ ดังนั้นการให้ลูกสูบวิ่งจะต้องเอาลมอัดใส่เข้าไปทางด้านลูกสูบ ความเร็วของลูกสูบอยู่ในเกณฑ์ 30-2,000 มิลลิเมตรต่อวินาที แสดงดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 กระบอกสูบสองทาง

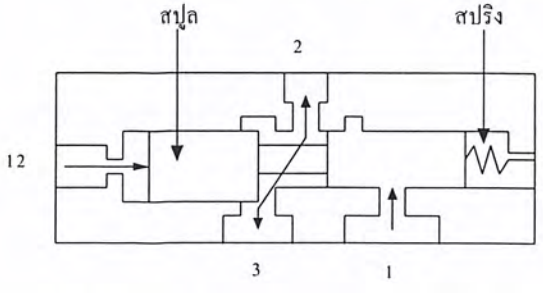
2.7 โซลินอยด์วาล์ว

ในการควบคุมอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ให้ทำงานตามความต้องการ อุปกรณ์ที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานเปลี่ยนตำแหน่ง คือ "วาล์ว" ซึ่งในการเลื่อนวาล์วควบคุมนั้นสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การเลื่อนวาล์วโดยใช้กล้ามเนื้อ กลไก ลม ไฟฟ้าควบคุมหรือใช้วิธีใดวิธีหนึ่งร่วมกัน ในการใช้งานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มใช้วาล์วที่มีไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมในการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "โซลินอยด์วาล์ว"

2.7.1 วาล์ว 3/2

1) วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลม

วาล์ว 3/2 ชนิดนี้เป็นวาล์วที่เปลี่ยนตำแหน่ง โดยใช้ลมผ่านเข้าไปในช่องไพลอตหมายเลข 12 โครงสร้างของวาล์วนี้อนุญาตให้ลมไหลได้ 2 ทิศทาง ดังนั้นจังหวะปกติจึงสามารถเลือกได้ทั้งปกติปิดและปกติเปิด จังหวะกลับไปตำแหน่งปกติใช้สปริงดัน มีโครงสร้างทั้งแบบสปูลและแบบพอตเพต ช่องไพลอตหมายเลข 12 หมายถึงวาล์วปกติปิด แสดงดังรูปที่ 2.13

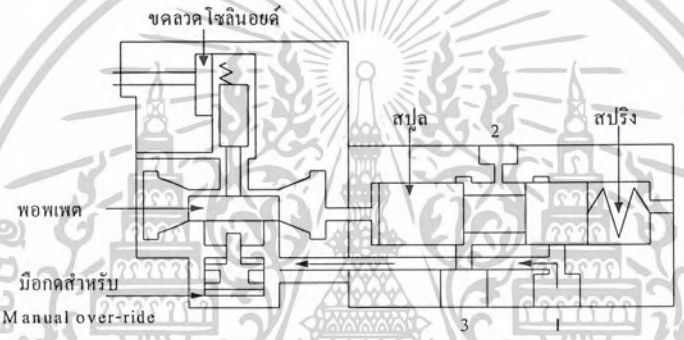


รูปที่ 2.17 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยลมแบบสปูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ กลับด้วยสปริง

หลักการทำงานของโซลินอยด์ชนิด 3/2 นี้ ในตำแหน่งปกติ ลมจะออกทางช่อง 1 จะเข้าไปในชุดโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ เมื่อขดลวดโซลินอยด์ได้รับสัญญาณไฟฟ้าจะทำให้แกนเหล็กอ่อนกลายเป็นแม่เหล็กและดูดพอพเพตให้ยกขึ้น เมื่อพอพเพตถูกยกขึ้นจะทำให้ลมออกจากช่อง 1 ผ่านออกไปดันให้สปูลเคลื่อนที่โดยปิดลมออกจากช่อง 1 ออกที่ช่อง 2 ส่วนช่อง 3 จะถูกปิด ถ้าดูตามสัญลักษณ์จะเห็นเครื่องหมายของโซลินอยด์และลมเพื่อเปิดวาล์ว ส่วนเครื่องหมายที่อยู่ด้านบนเครื่องหมายมือกดใช้สำหรับกดให้วาล์วเปลี่ยนตำแหน่งได้ เมื่อโซลินอยด์ไม่ทำงานหรือเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 2.14

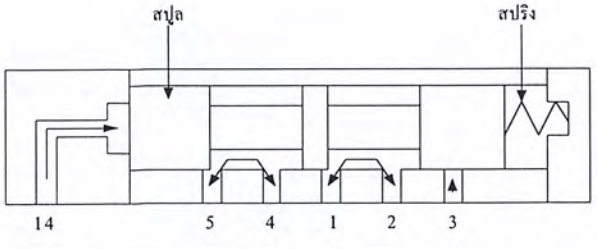


รูปที่ 2.18 วาล์ว 3/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ กลับด้วยสปริง

2.7.2 วาล์ว 5/2

1) วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลม กลับด้วยสปริง

ลักษณะการทำงานของวาล์ว 5/2 เหมือนกับวาล์ว 3/2 เพียงแต่วาล์ว 5/2 ใช้กับกระบอกสูบชนิดสองทิศทาง ถ้าดูตามสัญลักษณ์ 5/2 แสดงดังรูปที่ 2.15 จะเห็นว่าเป็นวาล์วที่ให้ลมอัดไหลได้ทั้งสองทิศทาง ซึ่งรูลมทั้งหมดอยู่ที่ด้านล่างของวาล์ว

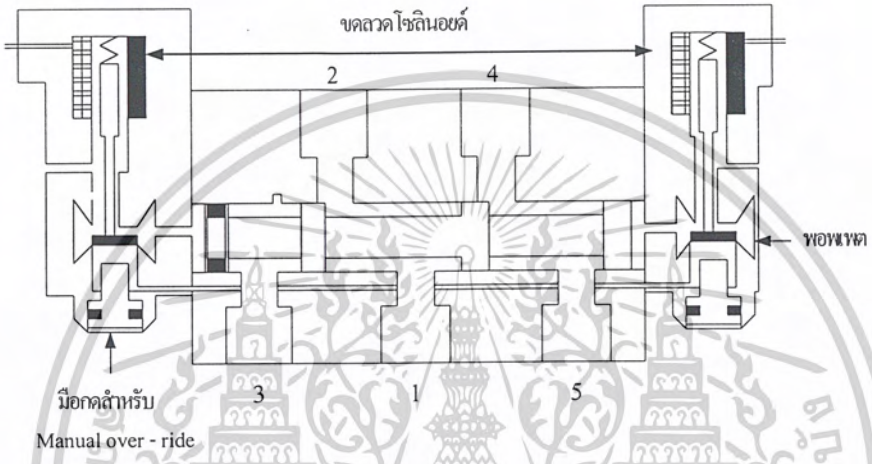


รูปที่ 2.19 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยลม กลับด้วยสปริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน

หลักการทำงานจะเหมือนกับวาล์ว 3/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ กลับด้วยสปริง ต่างกันตรงที่การถอยกลับของวาล์ว 5/2 นี้จะต้องใช้โซลินอยด์วาล์ว ส่วนแบบ 3/2 จะใช้สปริง สำหรับอุปกรณ์มือกดใช้ประโยชน์เช่นเดียวกับวาล์ว 3/2 แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.20 วาล์ว 5/2 ทำงานด้วยโซลินอยด์ทั้งสองด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

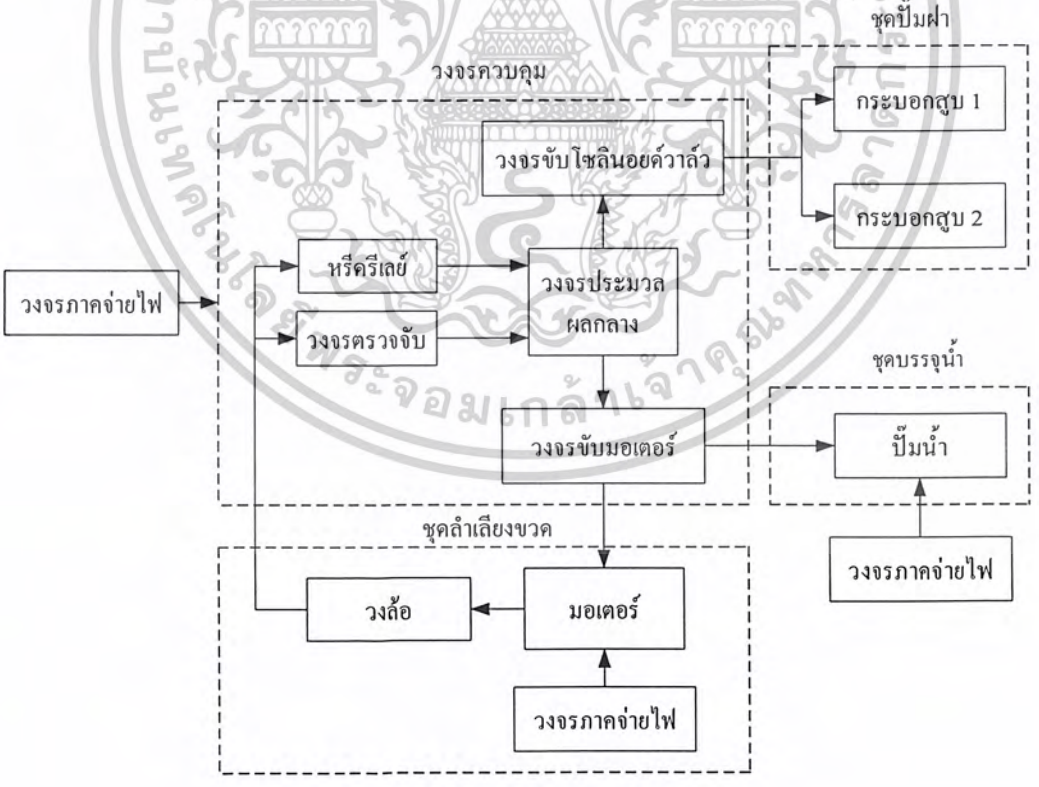
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ประกอบด้วยโครงสร้างของชุดลำเลียงขวด ชุดบรรจุน้ำ ชุดปั๊มฝาขวด และวงจรที่ใช้ในเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ได้แก่ วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรประมวลผลกลาง วงจรขับมอเตอร์ วงจรตรวจจับ และวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

3.2 การออกแบบวงจรต่างๆ และการทำงานของวงจร

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม มีขั้นตอนการทำงานและหลักการทำงาน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

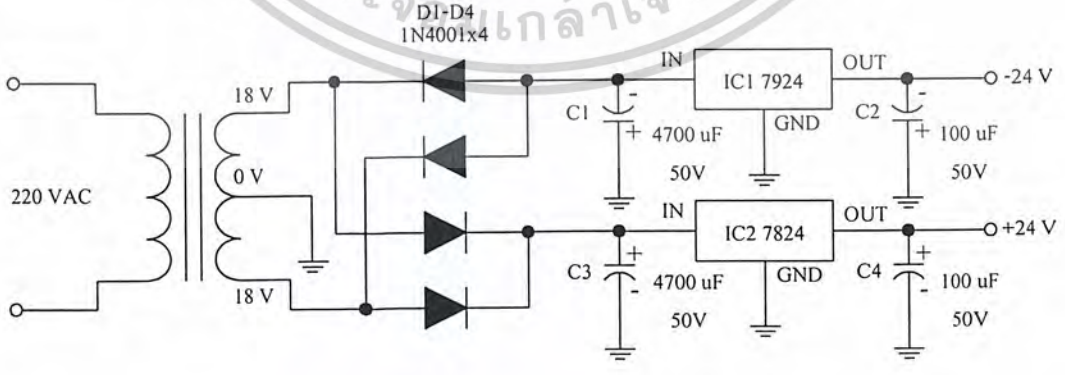
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 เป็นแผนผังการทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นชุดลำเลียงขวด ส่วนที่เป็นชุดบรรจุน้ำ ส่วนที่เป็นชุดปั๊มฝา และส่วนที่เป็นวงจรควบคุม โดยที่ทั้ง 4 ส่วนแยกออกจากกัน เมื่อวางขวดลงในช่องของชุดลำเลียงขวด ชุดลำเลียงขวดก็จะหมุนทำการลำเลียงขวดไปยังจุดที่ติดตั้งชุดบรรจุน้ำ ที่จุดนี้จะมีวงจรตรวจจับว่ามีขวดหรือไม่ และจะส่งข้อมูลไปยังวงจรประมวลผลกลางเพื่อทำการประมวลผล ถ้าไม่มีขวดก็จะสั่งให้ชุดลำเลียงขวดหมุนเพื่อที่จะรอตรวจจับในส่วนถัดไป ถ้ามีขวดวงจรประมวลผลกลางก็จะส่งข้อมูลไปควบคุมให้มอเตอร์ปั๊มน้ำทำงาน โดยจะสั่งงานผ่านทางวงจรขับมอเตอร์ เมื่อทำการบรรจุน้ำเสร็จวงจรประมวลผลกลางจะสั่งให้ชุดลำเลียงขวด ลำเลียงขวดที่บรรจุน้ำเสร็จแล้วไปยังจุดที่ติดตั้งชุดปั๊มฝา ที่จุดนี้การทำงานก็จะคล้ายกับชุดบรรจุน้ำ คือ จะมีจงจรตรวจจับว่ามีขวดหรือไม่ และจะส่งข้อมูลไปยังวงจรประมวลผลกลางเพื่อทำการประมวลผล ถ้าไม่มีขวดก็จะสั่งให้ชุดลำเลียงขวดหมุนเพื่อที่จะรอตรวจจับในส่วนถัดไป ถ้ามีขวดวงจรประมวลผลกลางก็จะส่งข้อมูลไปควบคุมให้กระบอกสูบทำงาน โดยจะสั่งงานผ่านทางวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว ในส่วนของชุดลำเลียงขวดจะใช้มอเตอร์หมุนวงล้อในการลำเลียงขวด โดยจะควบคุมผ่านทางวงจรขับมอเตอร์และสามารถปรับความเร็วของมอเตอร์ได้ด้วยการปรับแหล่งจ่ายไฟ แต่ละวงจรมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วงจรภาคจ่ายไฟ

1) วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ

วงจรแหล่งจ่ายไฟจะจ่ายแรงดันออกมาได้ 48 โวลต์ ทำหน้าที่จ่ายแรงดันให้กับปั๊มน้ำ ประกอบไปด้วยแหล่งจ่ายแรงดันจำนวน 2 ชุด คือ แหล่งจ่ายแรงดันขนาด +24 โวลต์และแหล่งจ่ายแรงดันขนาด –24 โวลต์



รูปที่ 3.2 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์

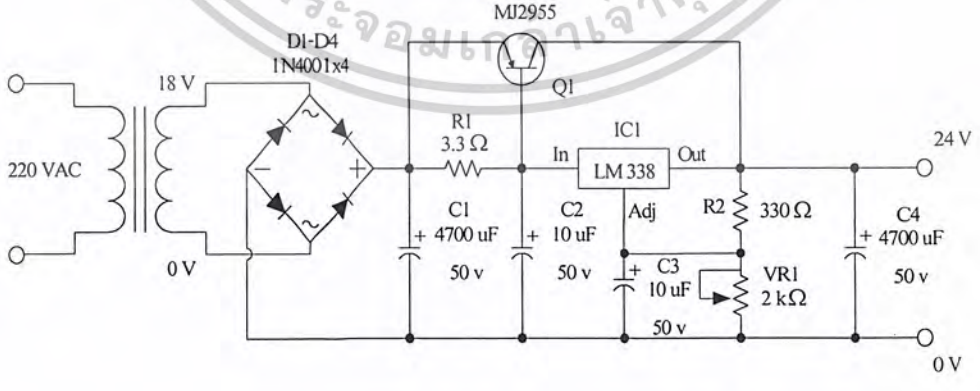
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟจะมีลักษณะการทำงานของวงจร คือ ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง โดยมีไดโอดเป็นตัวเรียงกระแส แหล่งจ่ายแรงดันชุดแรกใช้ไอซีเบอร์ 7824 เป็นตัวพิกัดแรงดันขนาด +24 โวลต์ ส่วนแหล่งจ่ายแรงดันชุดที่สอง ใช้ไอซีเบอร์ 7924 เป็นตัวพิกัดแรงดันขนาด –24 โวลต์ โดยแหล่งจ่ายแรงดันทั้งสองชุดจะมีตัวเก็บประจุกรองแรงดันให้มีความเรียบยิ่งขึ้น

2) วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนและตัวเชื่อมโยงทางแสง

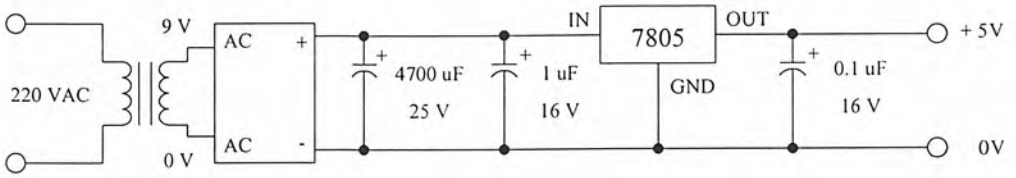
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มต้องการกระแสประมาณ 3 –5 แอมป์ และขนาดแรงดันประมาณ 0 – 24 โวลต์ ในการที่จะขับเคลื่อนชุดลำเลียงขวด และตัวเชื่อมโยงทางแสงในวงจรขับมอเตอร์และวงจรขับโซลินอยด์วาล์วก็ใช้แรงดันขนาด 5 โวลต์

การทำงานของวงจรแหล่งจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อน แสดงดังรูปที่ 3.3 โดยภายในวงจรจะมีวงจรแหล่งจ่ายแรงดันจำนวน 2 ชุด คือ ชุดที่จ่ายแรงดันได้ 0 – 24 โวลต์และชุดที่สามารถจ่ายแรงดันได้ 5 โวลต์ โดยวงจรจ่ายแรงดันชุดแรกจะใช้ไอซี เบอร์ LM338 เป็นตัวพิกัดแรงดันซึ่งไอซีเบอร์ LM338 นี้สามารถปรับขนาดของแรงดันได้ และสามารถจ่ายกระแสได้สูงสุด 5 แอมป์ โดยการจ่ายกระแสของวงจรนั้นจะมีทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2N2955 เป็นตัวช่วยไอซี เบอร์ LM338 ในการจ่ายกระแส การปรับขนาดของแรงดันจะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ค่า 2 กิโลโอห์ม ส่วนตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบยิ่งขึ้น ทางด้านวงจรจ่ายแรงดันชุดที่ 2 จะเป็นชุดที่จ่ายแรงดันให้กับตัวเชื่อมโยงทางแสงของวงจรขับมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว โดยจะใช้ไอซี เบอร์ 7805 เป็นตัวพิกัดแรงดัน มีไดโอดบริดจ์เพื่อเรียงกระแส โดยจะใช้ร่วมกับไดโอดบริดจ์ของวงจรชุดแรก ส่วนตัวเก็บประจุนั้นจะทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบยิ่งขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์

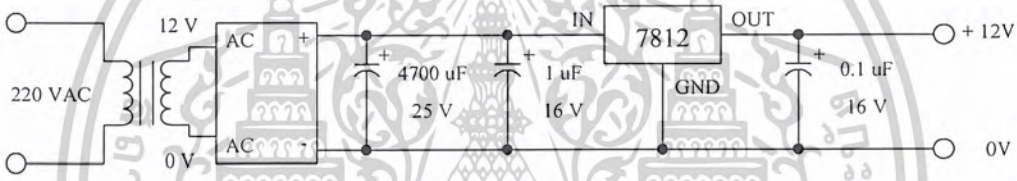
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสง

3) วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับวงจรตรวจจับ

วงจรแหล่งจ่ายไฟจะมีลักษณะการทำงานของวงจร คือ ทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง โดยมีไดโอดเป็นตัวเรียงกระแส และใช้ไอซีเบอร์ 7812 เป็นตัวพิกัดแรงดันขนาด 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับวงจรตรวจจับ

3.2.2 วงจรประมวลผลกลาง

การทำงานของวงจรประมวลผลกลางใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 เป็นตัวควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับเคลื่อนปั๊มน้ำและโซลินอยด์วาล์ว ลักษณะการทำงานของวงจรประมวลผลกลางใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 การควบคุมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานต้องมีการควบคุมพื้นฐานส่วนต่างๆ ดังนี้

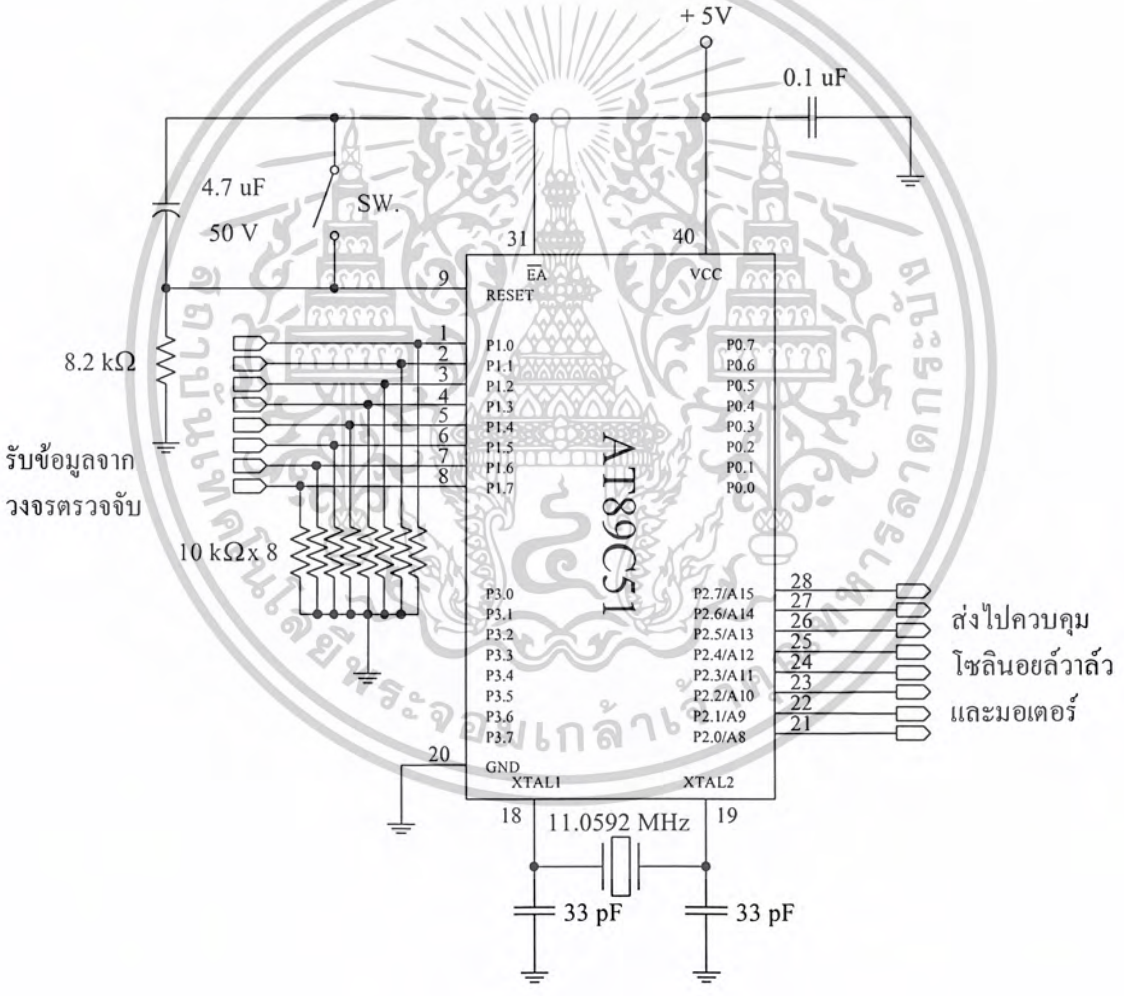
1) แหล่งจ่ายที่ป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดแรงดัน 5 โวลต์ การป้อนแหล่งจ่ายไฟจะทำผ่านขา 40 (Vcc) และขา 20 (Gnd)

2) สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะการทำงานของระบบ เนื่องจากภายใน MCS-51 จะมีวงจรออสซิลเลเตอร์อยู่ในตัว จึงง่ายต่อการใช้งานเพียงต่อคริสตัลความถี่ 11.0592 เมกะเฮิรตซ์ที่ขา 18 และขา 19 และทำการต่อตัวเก็บประจุที่ขาทั้งสองลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ส่วนการรีเซต เพื่อเริ่มการทำงานโดยจะทำให้โปรแกรมเคาน์เตอร์เป็น 0000 หรือทำให้ MCS-51 ไปทำงานที่จุดเริ่มต้น เงื่อนไขการรีเซต คือ ต้องให้สัญญาณลอจิก 1 ที่ขา 9 (RESET) อย่างน้อยเป็นเวลาสองวงรอบการทำงานของคำสั่ง

4) การเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายใน จะมีการต่อขา EA เข้ากับขา Vcc เพื่อเป็นการใช้งานกับหน่วยความจำภายในและส่วนสุดท้าย คือ ส่วนของพอร์ตอินพุต เอาต์พุต จะใช้ด้วยกัน 4 พอร์ต คือ พอร์ต 0 พอร์ต 1 พอร์ต 2 พอร์ต 3 โดยพอร์ต 1 จะมีตัวต้านทานต่อพูล-ดาวน์ (Pull-Down) ต่ออยู่ระหว่างพอร์ต

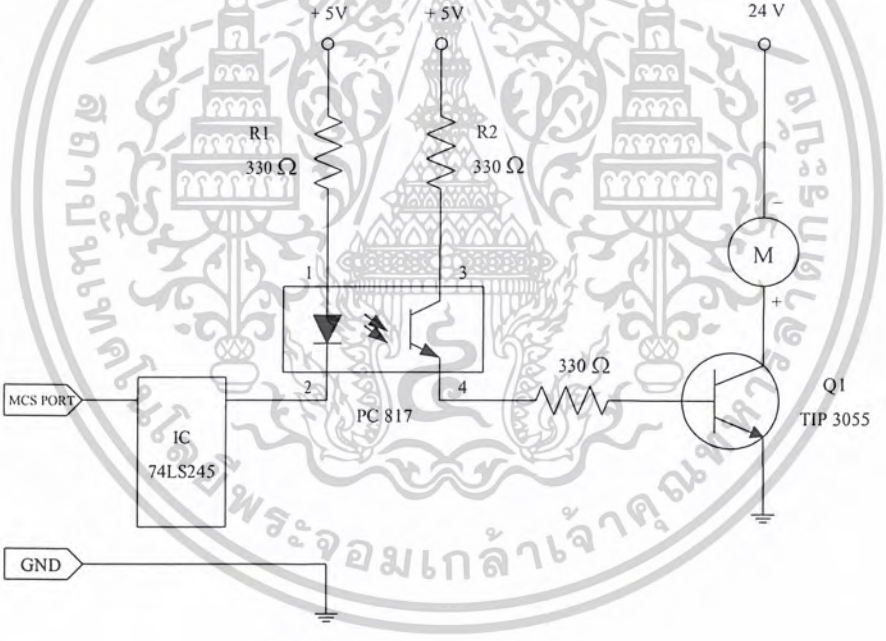


รูปที่ 3.6 วงจรประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วงจรขับมอเตอร์

การทำงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวหมุนชุดลำเลียงยงขวด หลักการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ จะอาศัยคำสั่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลอจิกที่ทำให้ชุดขับมอเตอร์ทำงาน คือ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้มีลอจิก 0 ออกไป ที่ขาแคโธดของ LED ภายในตัวออปโต้ เบอร์ PC817 จะนำกระแสโดยมีตัวต้านทานค่า 330 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแสซึ่งจะส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในตัวออปโต้นำกระแสด้วยเช่นกัน ทำให้มีกระแสไหลเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ เบอร์ TIP3055 ผ่านทางตัวต้านทานค่า 330 โอห์ม ซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลเข้าขาเบส ทรานซิสเตอร์ เบอร์ TIP 3055 จึงนำกระแสทำให้กระแสไหลจากแหล่งจ่ายไฟผ่านขดลวดมอเตอร์ครบวงจร มอเตอร์จึงสามารถหมุนได้ ส่วนไดโอด 1N4001 ทำหน้าป้องกันกระแสไหลย้อนกลับในขณะที่มอเตอร์หยุดหมุน แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรขับมอเตอร์

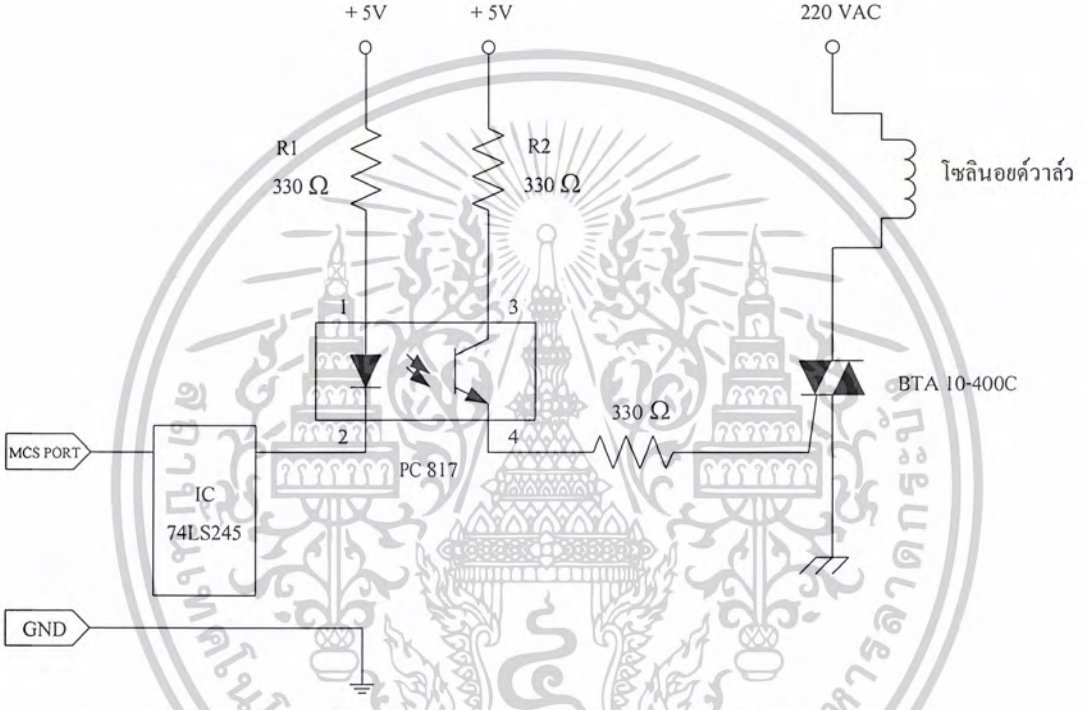
3.2.4 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว ทำหน้าที่ในการสั่งให้กระบอกสูบทำงาน ในการทำงานของโซลินอยด์วาล์วจะถูกควบคุมโดยวงจรประมวลผลกลาง

ลักษณะการทำงานของวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว แสดงดังรูปที่ โดยใช้ไตรแอค เบอร์ BTA10- 400C เป็นตัวขับโซลินอยด์วาล์ว โดยลอจิกที่ทำให้วงจรทำงาน คือ ลอจิก 0 เมื่อมีลอจิก 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้ามาทางขาแคโธดของ LED ที่อยู่ภายในออปโต้ ทำให้ LED นำกระแสผ่านทาง ตัวต้านทานค่า 330 โอห์ม ซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสให้ LED ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายในตัวออปโต้นำกระแสเช่นกัน โดยจะผ่านทางตัวต้านทานค่า 330โอห์ม ทำให้มีกระแสไหลเข้าสู่ขาเกทของไตรแอค โดยตัวต้านทานค้า 3.6 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแสที่ไหลเข้าสู่ขาเกท จึงทำให้มีกระแสไหลจาก 220 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟกระแสสลับผ่านขดลวดของโซลินอยด์วาล์วครบวงจร แสดงดังรูปที่ 3.8

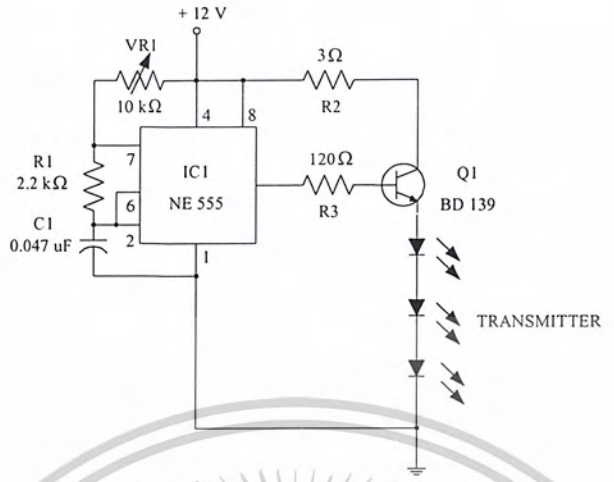


รูปที่ 3.8 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

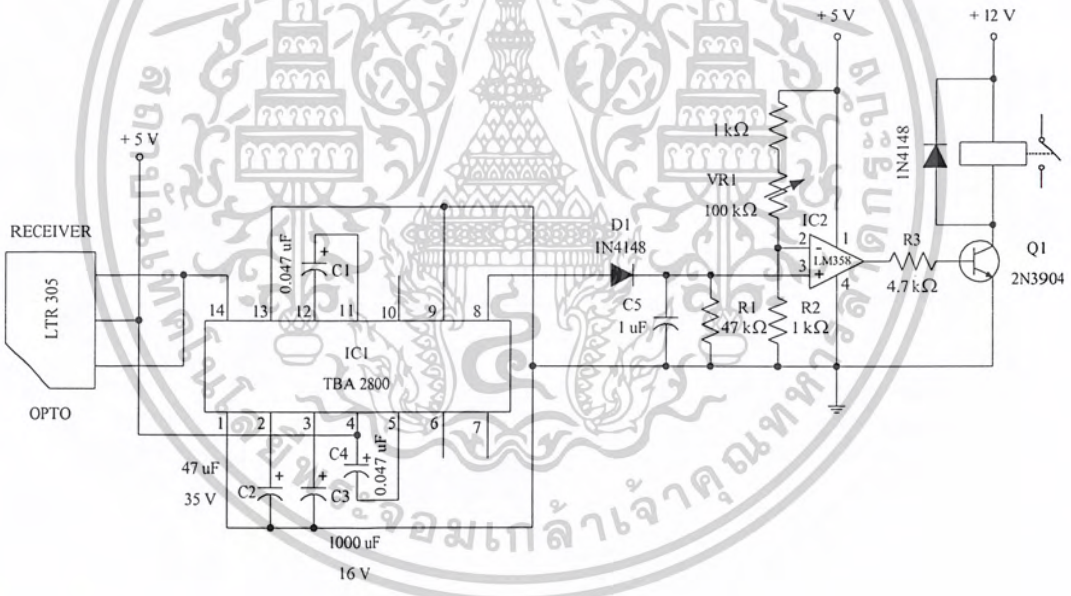
3.2.5 วงจรตรวจจับ

วงจรตรวจจับเริ่มจากภาคส่งอินฟาเรดใช้ IC ตัวหลักเบอร์ NE555 จัดวงจรแบบอะสเตเบิลมัลติ-ไวเบรเตอร์ ซึ่งวงจรในลักษณะนี้เป็นวงจรสร้างสัญญาณสี่เหลี่ยม (Square Wave) โดยมีเกือกม้าค่า 10 K ที่สามารถปกรับเปลี่ยนความถี่ที่ต้องการได้ เอาต์พุตที่ได้จะออกมายังที่ขา 3 ของ IC และผ่านมาที่ขาเบสของ TR เบอร์ BD139 ส่งต่อมายังขาอีมิสเตอร์ของทรานซิสเตอร์ และผ่านอินฟราเรดส่งออกไป และเนื่องจากที่ใช้อินฟราเรดถึง 3 ตัว เพื่อให้มีกำลังส่งเพิ่มขึ้น และได้ระยะไกลออกไปอีกด้วย แสดงดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรตรวจจับภาคส่ง



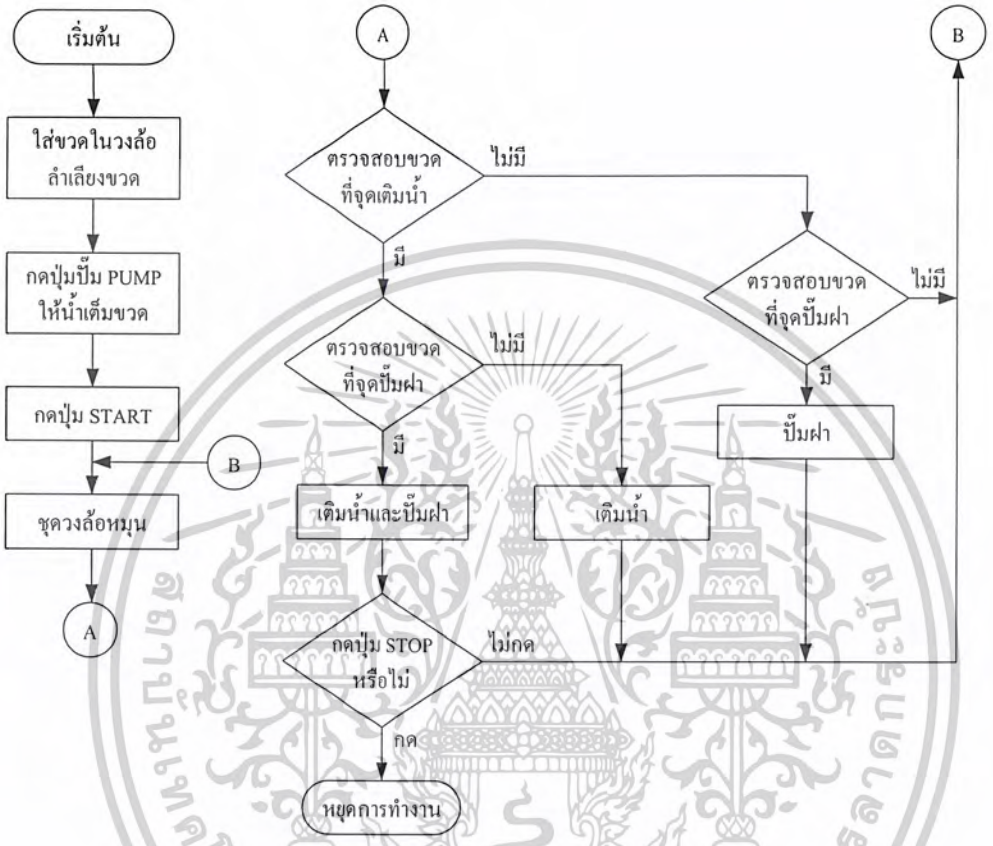
รูปที่ 3.10 วงจรตรวจจับภาครับ

3.3 ผังงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มมีหลักการทำงาน คือ เมื่อวางขวดลงในชุดลำเลียงขวด เครื่องจะทำการลำเลียงขวดไปยังชุดบรรจุน้ำ ที่ชุดบรรจุน้ำจะมีการตรวจจับว่ามีขวดหรือไม่ก่อนที่ทำการบรรจุน้ำ เมื่อบรรจุน้ำเสร็จเครื่องก็จะทำการลำเลียงขวดไปยังชุดปั๊มฝา ที่ชุดปั๊มฝาก็จะมีการตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จับว่ามีขวดหรือไม่ก่อนทำการปั๊มฝา เมื่อปั๊มฝาเสร็จเครื่องจะลำเลียงขวดให้หล่นลงในรางสำหรับไปเก็บในภาชนะต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ผังงานของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

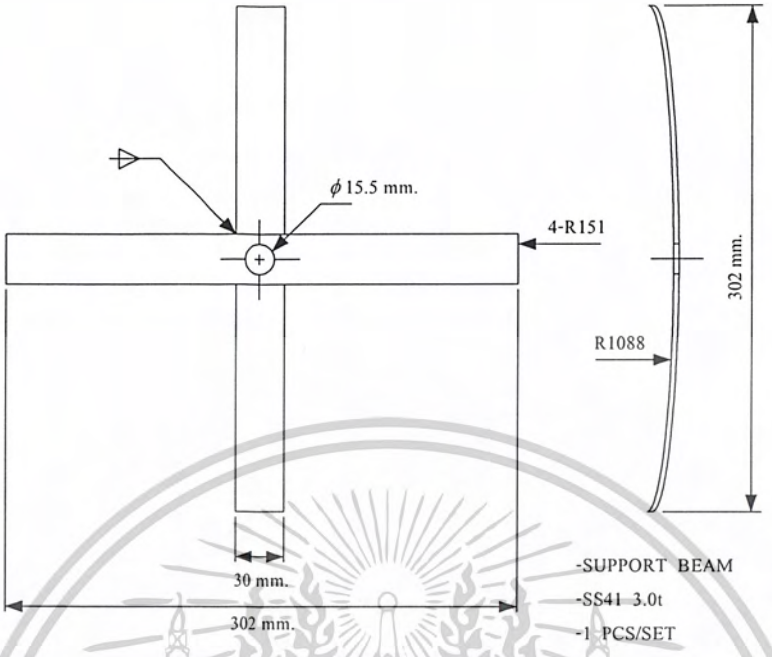
3.4 การออกแบบเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มมีส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วน คือ วงล้อชุดลำเลียงขวด แผ่นรองรับขวด รางสำหรับรองรับขวดหล่น โครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ โครงเหล็กชุดปั๊มฝา โดยทั้ง 5 ส่วนจะยึดติดกับโครงเหล็กที่เป็นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

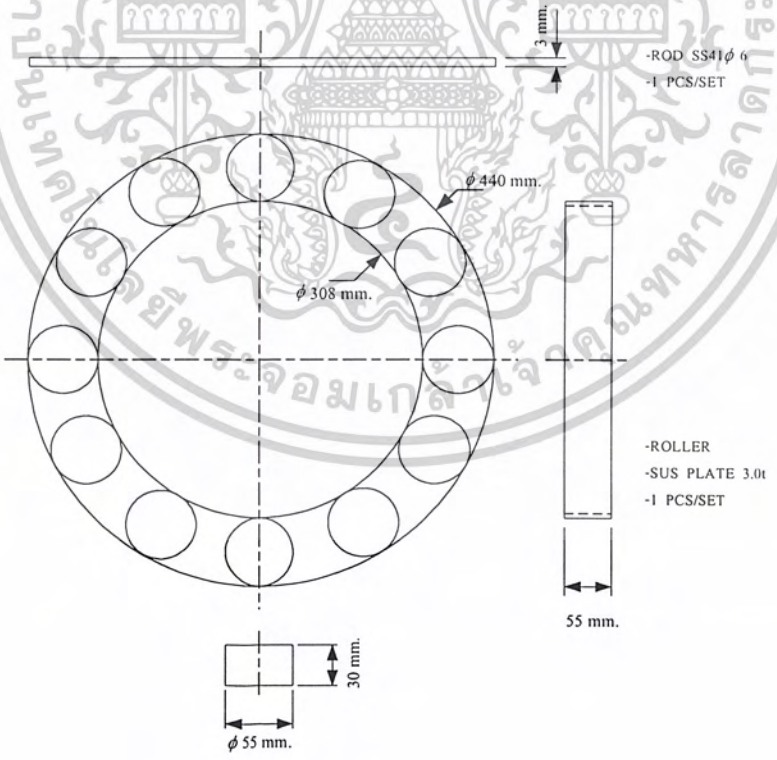
3.4.1 วงล้อชุดลำเลียงขวด

การทำงานของวงล้อมีหน้าที่ช่วยในการลำเลียงขวดไปยังชุดบรรจุน้ำ ชุดปั๊มฝา และรางสำหรับให้ขวดหล่น โดยวงล้อสามารถบรรจุขวดได้ 12 ขวดต่อ 1 วงรอบ ซึ่งแต่ละขวดจะมีระยะห่างเท่ากัน วงล้อชุดลำเลียงขวดสามารถแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ ได้ 2 ส่วน คือ ส่วนของแขนที่ใช้ยึดติดวงล้อกับแกนหมุน ส่วนที่สอง คือ ส่วนของวงล้อ แสดงดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ลักษณะและขนาดของแขนที่ใช้ยึดติดวงล้อกับแกนหมุน

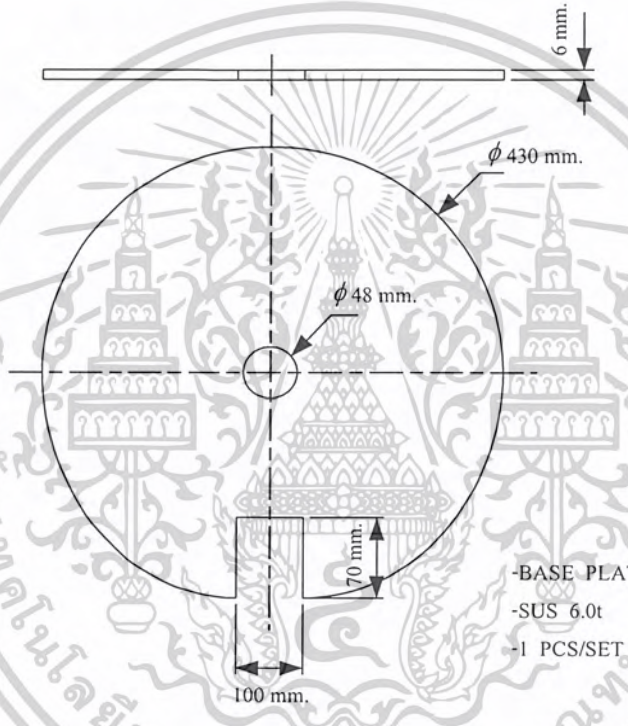


รูปที่ 3.13 ลักษณะและขนาดของวงล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แผ่นรองรับขวด

การทำงานของแผ่นรองรับขวดจะมีหน้าที่ รองรับขวดในกระบวนการลำเลียงตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนสุดท้าย จะมีช่องที่เจาะสำหรับให้ขวดหล่น 1 ช่อง โดยความกว้างของช่องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของขวดเล็กน้อย เพื่อให้ขวดสามารถหล่นไปยังรางที่รองรับอยู่ด้านล่างได้สะดวก ตัวแผ่นรองรับจะทำจากวัสดุที่ไม่เกิดสนิม และมีความแข็งแรง เนื่องจากในขณะที่เครื่องทำงานอาจจะมีการสัมผัสกับน้ำ และแรงกระแทกจากการปั๊มฝา แสดงดังรูปที่ 3.14

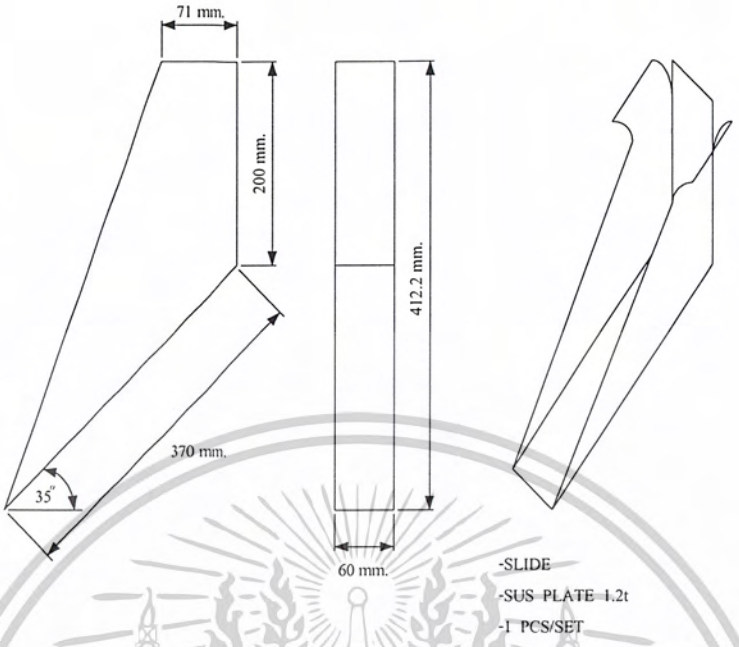


รูปที่ 3.14 ลักษณะและขนาดของแผ่นรองรับขวด

3.4.3 รางสำหรับรองรับขวดหล่น

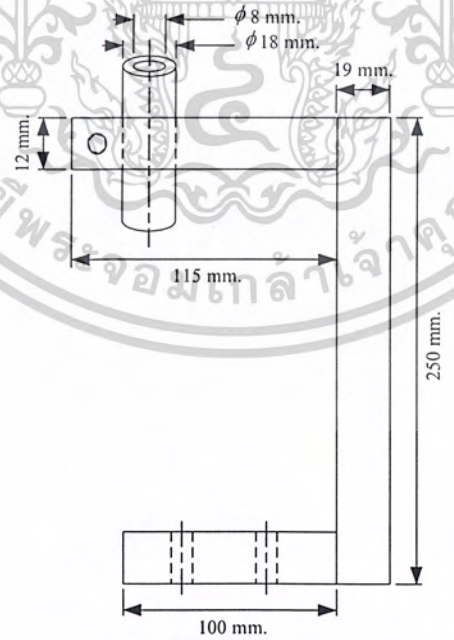
รางรองรับขวดจะมีหน้าที่รับขวดที่หล่นลงมาจากแผ่นรองรับขวดหลังจากที่ผ่านการบรรจุน้ำ และปั๊มฝาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยรางรองรับขวดจะยึดติดกับช่องที่เจอะไว้สำหรับขวดหล่นของแผ่นรองรับขวด ขนาดความกว้างของรางจะมีขนาดพอเหมาะสำหรับขวดที่หล่นลงมาพอดี ตัวรางจะทำจากวัสดุที่ไม่เกิดสนิม เนื่องจากในขณะที่เครื่องทำงานอาจจะมีการสัมผัสกับน้ำ โดยวัสดุที่ใช้จะเป็นวัสดุชนิดเดียวกับแผ่นรองรับขวดเพื่อง่ายแก่การยึดติด แสดงดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ลักษณะและขนาดของรางสำหรับรองรับขวดหล่น

3.4.4 โครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ

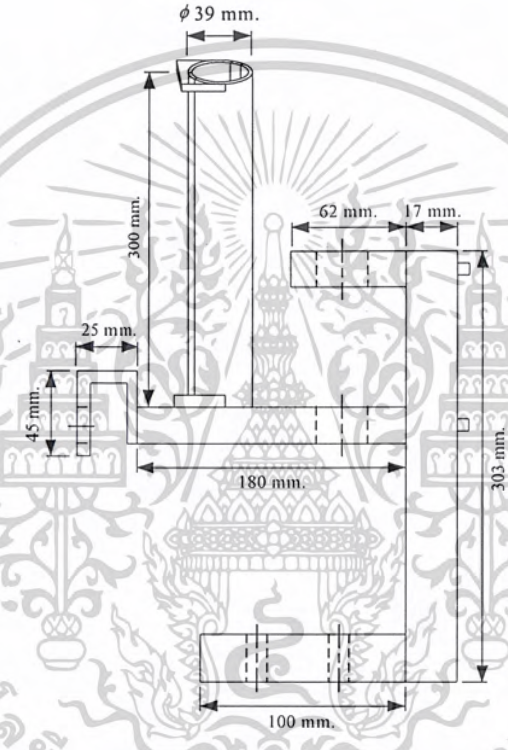


รูปที่ 3.16 ลักษณะและขนาดของโครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ

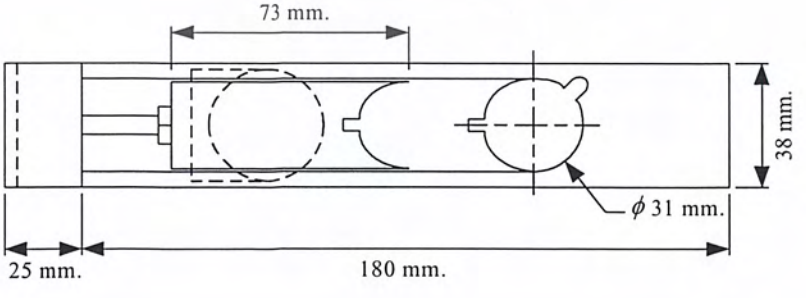
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.16 แสดงลักษณะและขนาดของโครงเหล็กชุดบรรจุน้ำ การเชื่อมต่อของโครงเหล็กจะมีลักษณะคล้ายตัวซีในอักษรภาษาอังกฤษ ส่วนล่างจะเจาะรูสำหรับยึดติดกับแผ่นรองรับขวด ส่วนบนจะเจาะรูสำหรับใส่วาล์วน้ำ ซึ่งสามารถที่จะปรับระดับความสูงต่ำของวาล์วน้ำกับระยะของปากขวดได้ด้วยการขันน็อต

3.4.5 โครงเหล็กชุดปั๊มฝา



รูปที่ 3.17 ลักษณะและขนาดของโครงเหล็กชุดปั๊มฝา



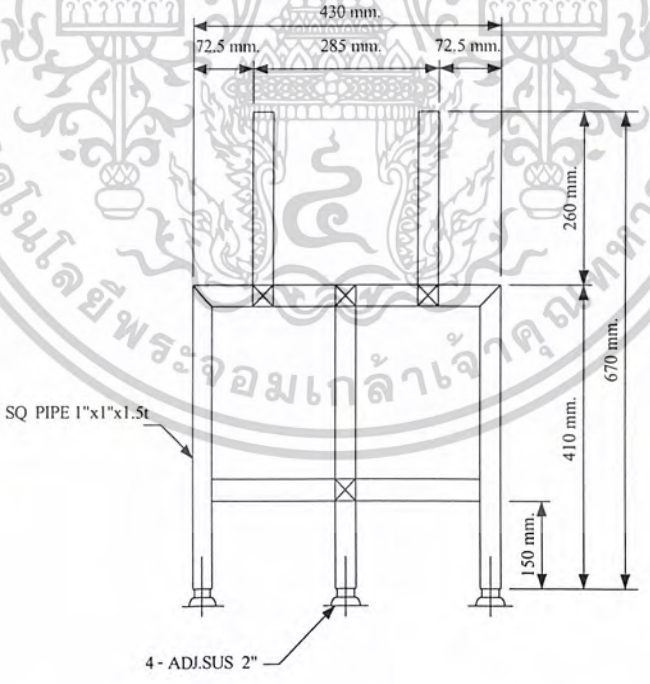
รูปที่ 3.18 ลักษณะและขนาดของส่วนจ่ายฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.17 แสดงลักษณะและขนาดของโครงเหล็กชุดปั๊มฝา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของโครงเหล็กที่เป็นส่วนยึดติดกับแผ่นรองรับขวดลักษณะเหมือนกับโครงเหล็กของชุดบรรจุน้ำ ส่วนที่สองเป็นส่วนจ่ายฝาซึ่งมีเหล็กรูปทรงกระบอกใช้ในการบรรจุฝายึดติดอยู่กับส่วนจ่ายฝา แสดงดังรูปที่ 3.18 การทำงาน คือ เมื่อมีขวดที่บรรจุน้ำเรียบร้อยแล้ววงจรประมวลผลกลางจะควบคุมให้กระบอกสูบของส่วนจ่ายฝา ดันฝาที่เรียงกันอยู่ในกระบอกเหล็ก ไปยังกระบอกสูบอีกตัวซึ่งจะเป็นตัวที่ปั๊มฝา เมื่อทำการปั๊มฝาเสร็จกระบอกสูบตัวที่ปั๊มฝาจะดึกก้านสูบกลับ หลังจากนั้นกระบอกสูบส่วนจ่ายฝาก็จะดึกกลับมายังตำแหน่งเดิม ฝาที่บรรจุในกระบอกเหล็กก็จะหล่นลงมารอที่จะทำการปั๊มฝาขวดต่อไป

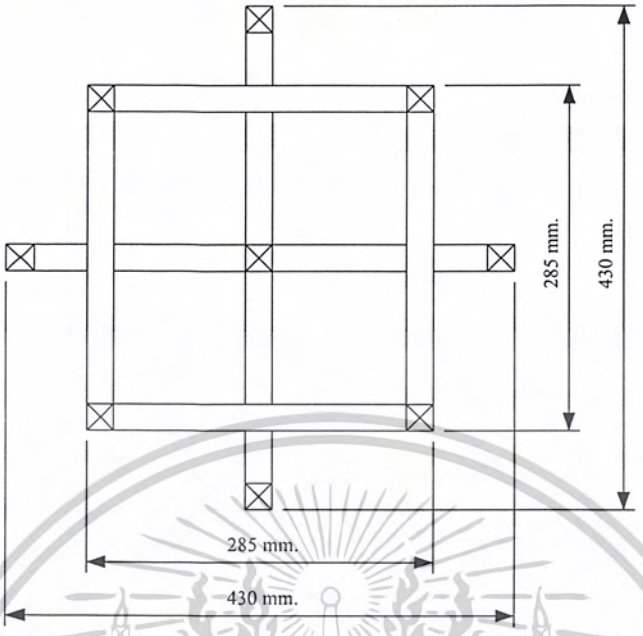
3.4.6 โครงเหล็ก

โครงเหล็กมีหน้าที่สำหรับยึดทุกส่วนดังที่กล่าวมาข้างต้นเข้าด้วยกัน ซึ่งทุกส่วนสามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ โดยโครงเหล็กมีลักษณะเป็นโครงสี่เหลี่ยมที่ทำการเชื่อมต่อกันโดยด้านบนมีการยึดติดกับแผ่นรองรับขวด และมีฐานสำหรับวางมอเตอร์ ซึ่งมีลักษณะละขนาดของแต่ละส่วน แสดงดังรูปที่ 3.19 รูปที่ 3.20 และรูปที่ 3.21

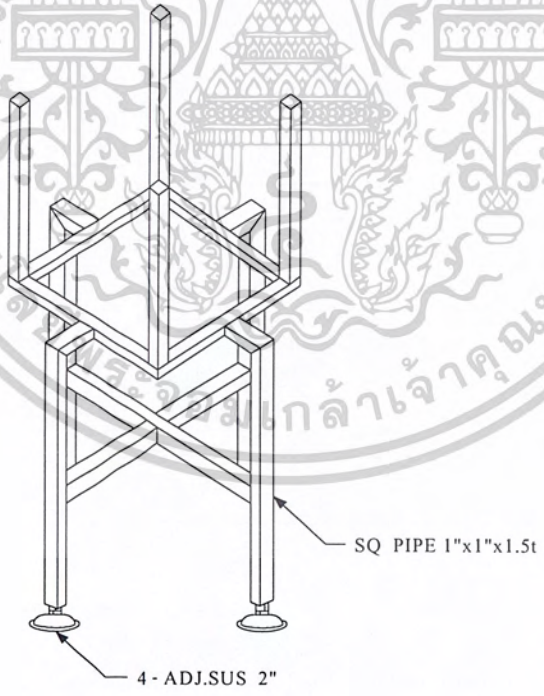


รูปที่ 3.19 ลักษณะและขนาดของโครงเหล็กด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 ลักษณะและขนาดของโครงเหล็กด้านบน



รูปที่ 3.21 ลักษณะของโครงเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มประกอบด้วย วงจรประมวลผลกลาง วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว วงจรขับมอเตอร์ วงจรตรวจจับ และส่วนประกอบของชุดลำเลียงขวด ชุดบรรจุน้ำ ชุดปั๊มฝา ซึ่งแต่ละส่วนทำงานสัมพันธ์กันทั้งระบบ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุมการทดลองส่วนต่างๆของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม มีผลการทดลองดังนี้

4.2 การทดลองการตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำลงขวด

ทำการทดลองตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำที่ปริมาณสุทธิ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยผลที่ได้แต่ละครั้ง สามารถแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การตั้งค่าเวลาในการบรรจุน้ำลงขวด

จำนวนครั้ง	เวลา (วินาที)
ครั้งที่ 1	12
ครั้งที่ 2	13
ครั้งที่ 3	12
ครั้งที่ 4	12
ครั้งที่ 5	12
ครั้งที่ 6	11
ครั้งที่ 7	12
ครั้งที่ 8	12
ครั้งที่ 9	12
ครั้งที่ 10	12
ค่าเฉลี่ยรวม	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่า ความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการบรรจุน้ำลงขวด จำนวน 10 ครั้ง ของน้ำปริมาณสุทธิ 300 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยของเวลาเท่ากับ 12 วินาที

4.3 การทดลองการตั้งค่าความเร็วในการปั๊มฝาขวด

ทำการทดลองตั้งค่าความเร็วในการปั๊มฝาขวด โดยภายในเวลา 1 นาที เครื่องนี้สามารถปั๊มฝาขวดได้ 3 ขวด โดยความเร็วในการปั๊มฝาขวดนั้นขึ้นอยู่กับการหมุนของมอเตอร์ขับเคลื่อนและเวลาในการเติมน้ำให้เต็มขวด

4.4 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรตรวจจับ

ทำการทดลองเชื่อมต่อวงจรตรวจจับกับวงจรประมวลผลกลาง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจากวงจรตรวจจับทางพอร์ตอินพุต และทำการประมวลผลค่าที่ได้ในแต่ละสถานะขวดผลการทดลอง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรตรวจจับ

วงจรตรวจจับ	สถานะขวด	อินพุต (พอร์ต 1)		เอาต์พุต (พอร์ต 2)					
		P1.5	P1.4	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
ชุดที่ 1	ไม่มีขวด	0	0	1	0	X	1	X	1
	มีขวด	0	1	0	1	X	1	X	1
ชุดที่ 2	ไม่มีขวด	0	0	1	0	X	1	X	1
	มีขวด	1	0	1	1	X	0	X	0

4.5 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์

ทำการทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจากวงจรตรวจจับทางพอร์ตอินพุต และทำการส่งข้อมูลการประมวลผลไปควบคุมมอเตอร์และปั๊มน้ำผ่านทางวงจรขับมอเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับมอเตอร์

หน้าที่การทำงาน	สถานะมอเตอร์	อินพุต (พอร์ต 1)			เอาต์พุต (พอร์ต 2)					
		P1.2	P1.1	P1.0	P2.5	P2.4	P2.3	P2.2	P2.1	P2.0
มอเตอร์ขับเคลื่อน	ไม่หมุน	0	0	0	0	1	X	X	X	X
	หมุน	0	0	1	0	0	X	X	X	X
ปั๊มน้ำ	ไม่หมุน	0	0	0	1	0	X	X	X	X
	หมุน	1	0	0	0	0	X	X	X	X

4.6 การทดลองเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

จากการทดลองเมื่อป้อนลอจิก 0 ไปยังวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว โซลินอยด์วาล์วจะไม่ทำงานส่งผลให้กระบอกสูบไม่ทำงาน และเมื่อป้อนค่าลอจิก 1 ไปยังวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว โซลินอยด์วาล์วจะทำงาน ส่งผลให้กระบอกสูบทำงานด้วย ลักษณะการทำงานของกระบอกสูบแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การเชื่อมต่อวงจรประมวลผลกลางกับวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

สถานะของบิตที่ป้อนให้พอร์ต P1								สถานะการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว		ลักษณะการทำงานของกระบอกสูบ	
P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2
X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0
X	X	1	X	X	X	X	X	1	0	ดีดออก	ดีดออก
X	X	0	X	X	X	X	X	0	0	ดีดเข้า	ดีดเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทดลองการใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

การทดลองการใช้เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม เริ่มตั้งแต่กระบวนการบรรจุเครื่องดื่มลงขวด จนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการปิ๊มฝาขวด เครื่องดื่มที่นำมาใช้สำหรับบรรจุลงขวด คือ น้ำเปล่า ได้ทำการทดลองจำนวน 10 ครั้ง ทดลองครั้งละ 12 ขวด ผลการทดลองที่ได้ คือ ใช้เวลาทั้งหมด 40 นาที เฉลี่ยแล้วเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มสามารถบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปิ๊มฝาขวดได้ นาทีละ 3 ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นชุดลำเลียงขวด ส่วนที่เป็นชุดบรรจุน้ำ ส่วนที่เป็นชุดปั๊มฝา และส่วนที่เป็นวงจรควบคุม เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มนี้มีวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง ได้แก่ วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรขับมอเตอร์ วงจรตรวจจับ วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว และวงจรประมวลผลกลางซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เป็นตัวควบคุม

เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มนี้สามารถบรรจุขวดได้ 12 ขวดต่อ 1 วงรอบและสามารถบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปิดฝาขวดได้อย่างน้อยนาทีละ 3 ขวด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดลองโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ปัญหา วงรอบที่ใช้บรรจุขวดแต่ละวงรอบมีระยะห่างไม่สม่ำเสมอ ทำให้เกิดการผิดพลาดในการบรรจุเครื่องดื่มและปั๊มฝาขวดในบางขวด

แนวทางแก้ไข ทำการแก้ไขวงรอบโดยการเชื่อมต่อใหม่ ซึ่งใช้วิธีการหาองศาจากเครื่องวัดองศา ซึ่งจะช่วยให้ระยะห่างของวงรอบบรรจุขวดแต่ละวงรอบมีระยะห่างเท่ากัน ทำให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม

2. ปัญหา ความไม่สม่ำเสมอในการหมุนของวงรอบบรรจุขวด อันเนื่องมาจากลูกปืนของแกนหมุนและจังหวะการหมุนของมอเตอร์ ทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในการบรรจุเครื่องดื่มและปั๊มฝาให้ตรงตำแหน่ง

แนวทางแก้ไข ทำการติดตั้งหรีดรีเลย์เข้าไปที่จุดที่จะบรรจุเครื่องดื่ม ทำให้การหยุดของวงรอบบรรจุขวดหยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการทั้งสองจุด คือ จุดบรรจุเครื่องดื่มและจุดปั๊มฝาขวด

3. ปัญหา เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานของเครื่องปรากฏว่ามีเครื่องดื่มบางส่วนค้างอยู่ในตัวปั๊ม สูบน้ำและสายยางทำให้เกิดการหมักหมมและไม่ถูกสุขลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข ทำการติดตั้งปุ่มใช้งานเพิ่ม 1 ปุ่ม โดยการให้ปั๊มน้ำทำงานโดยตรงไม่ต้องควบคุมด้วยโปรแกรม เพื่อเป็นการสูบน้ำสะอาดเข้าไปทำความสะอาดเครื่องปั๊มน้ำและสายยางและปุ่มนี้ยังใช้สำหรับสูบเครื่องดื่มที่บรรจุไว้ให้รออยู่ในสายยางทำให้การบรรจุเครื่องดื่มในขวดแรกจะไม่เกิดการผิดพลาดของปริมาณเครื่องดื่มที่จะบรรจุ เนื่องจากการบรรจุเครื่องดื่มจะควบคุมด้วยเวลาในการบรรจุจากโปรแกรมที่เท่ากันทุกขวด

4. ปัญหา เนื่องจากเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มนี้ถูกออกแบบมาให้มีขนาดกระทัดรัด เพื่อให้เหมาะสำหรับธุรกิจขนาดย่อม สามารถติดตั้งในสถานที่ต่างๆ ได้ตามสะดวก แต่เมื่อทำการติดตั้งบางครั้งพื้นที่ที่จะใช้ติดตั้งมีความสม่ำเสมอไม่เท่ากัน ทำให้เครื่องสั่นสะเทือนขณะที่ทำการปั๊มฝาขวด ทำให้เกิดความผิดพลาดในการปั๊มฝาขวดและการบรรจุเครื่องดื่มลงขวด

แนวทางแก้ไข ทำการติดตั้งขาปรับระดับเข้าไปที่ขาทั้ง 4 ขา ทำให้สามารถปรับระดับขาของเครื่องให้อยู่ในระดับเดียวกัน สามารถนำเครื่องไปติดตั้งตามที่ต่างๆ ได้ตามสะดวกและลดการสั่นสะเทือนของเครื่องลงได้เมื่อมีการปั๊มฝาขวด

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้น สามารถพัฒนาโครงงานได้ดังนี้

1. พัฒนาโครงงานนี้ให้สามารถนับจำนวนขวดเครื่องดื่มที่บรรจุเครื่องดื่มเรียบร้อยแล้ว
2. พัฒนาโครงงานนี้โดยการปรับระดับความสูงของชุดปั๊มฝาและชุดเติมน้ำ โดยใช้เฟืองในการปรับระดับความสูงขึ้นลงได้ เพื่อให้รองรับการใช้งานกับขวดบรรจุภัณฑ์ได้หลายขนาดมากขึ้น
3. พัฒนาโครงงานนี้โดยการปรับขนาดของวงรอบบรรจุขวดให้สามารถเลื่อนเข้าออกได้เพื่อให้รองรับกับขวดได้หลายขนาดมากขึ้น
4. พัฒนาโครงงานนี้โดยการสร้างกระบอกบรรจุฝาขวดใหม่ให้สามารถปรับเลื่อนเข้าออกได้เพื่อให้รองรับกับฝาขวดได้หลายขนาดมากขึ้น
5. พัฒนาโครงงานนี้โดยการสร้างปุ่มปรับระดับปริมาณน้ำที่จะบรรจุในแต่ละขวดได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน
6. พัฒนาโครงงานนี้โดยการสร้างใช้สปริงในการรองรับการตกของขวดที่รางลำเลียงขวดเพื่อลดการกระแทกของขวดที่ตกลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

โชติวุฒิ อรุณพันธ์ และคณะ. “เครื่องคัดน้ำหนักกุ้งอัตโนมัติ” ปริญญานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2545

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพฯ.2542

บัณฑิต จามรภูมิ. **คู่มือการใช้งาน Protel 99.** เชียงใหม่: สำนักพิมพ์ บัณฑิต. 2544

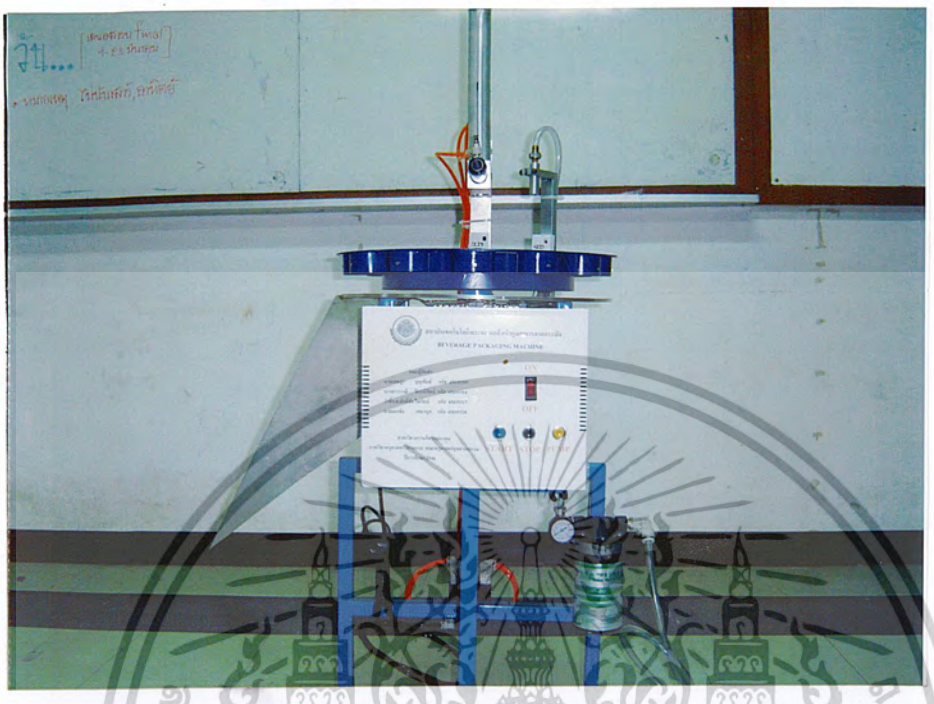
พรจิต ประทุมสุวรรณ. **การควบคุมนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ.2535

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตวิไล. **เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์.** กรุงเทพฯ. 2543

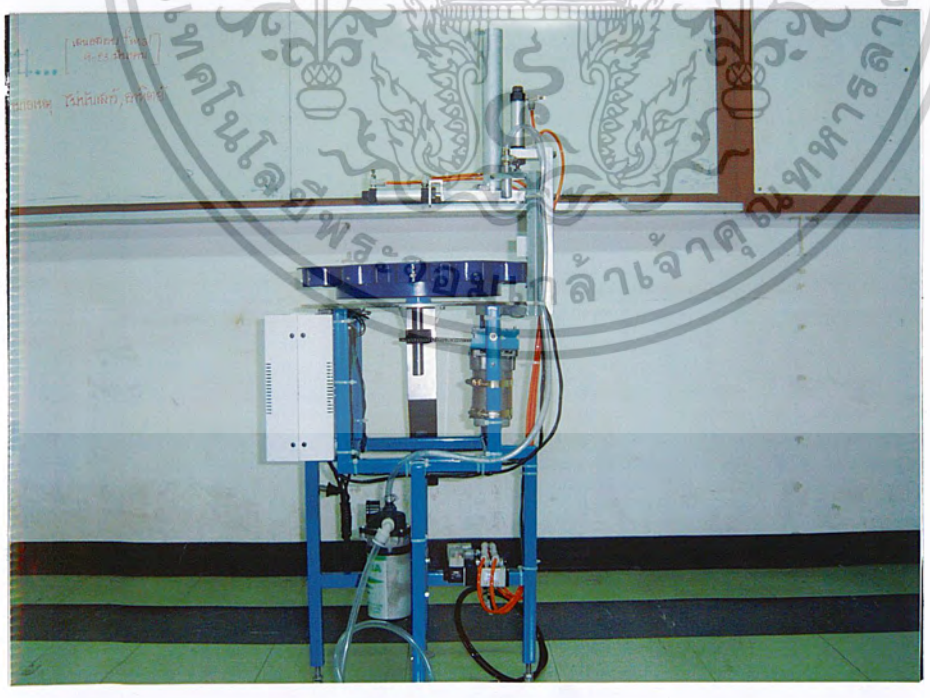
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

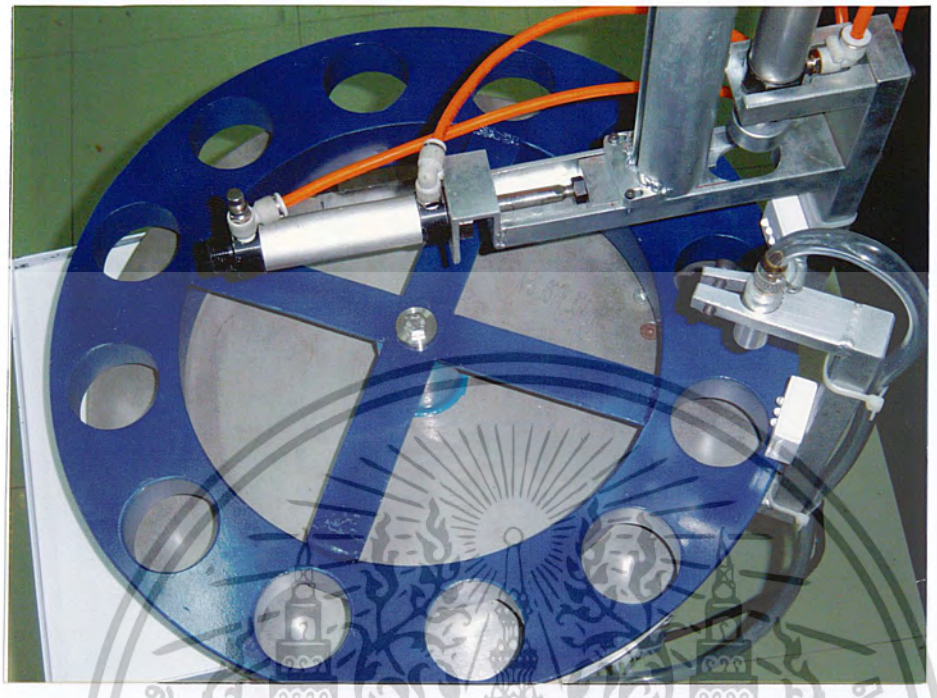


รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

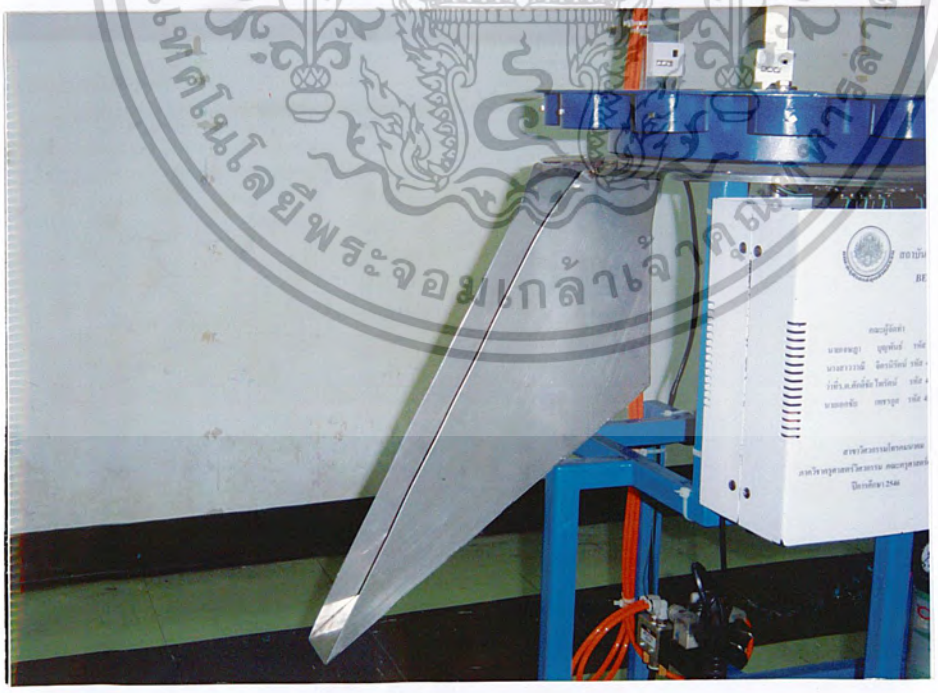


รูปที่ ก.2 ภาพด้านข้างของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

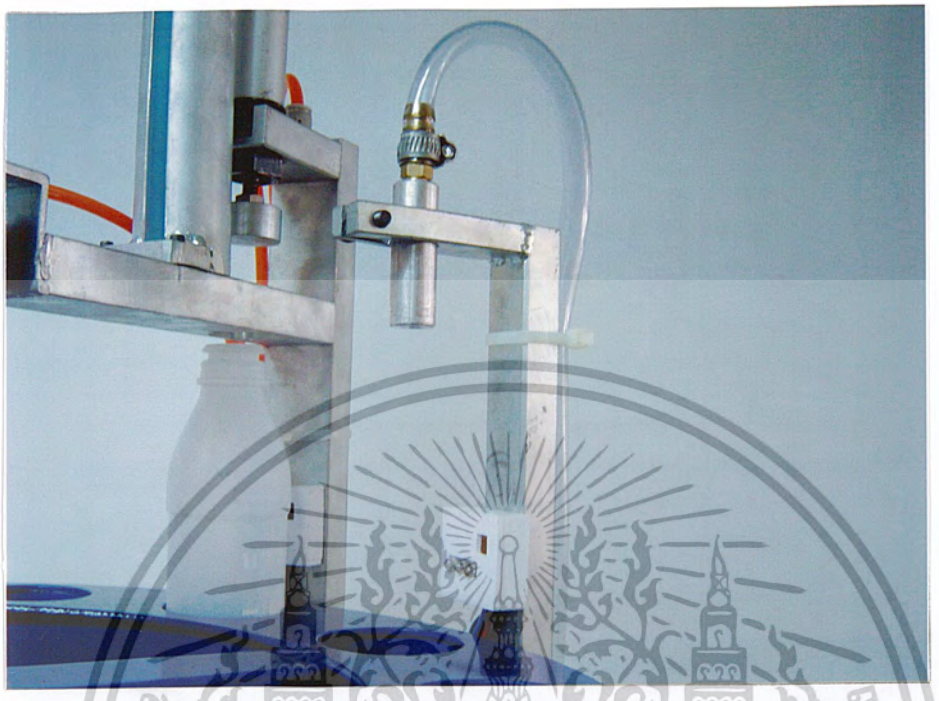


รูปที่ ก.3 ภาพวงล้อสำหรับลำเลียงขวดและแผ่นรองรับขวด

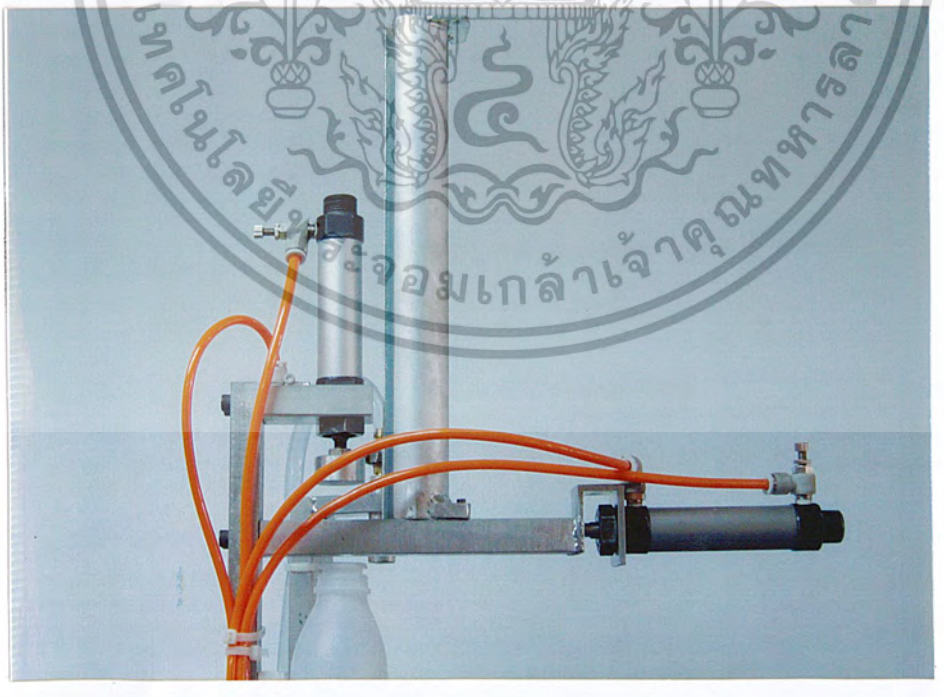


รูปที่ ก.4 ภาพรางสำหรับรองรับขวดหล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

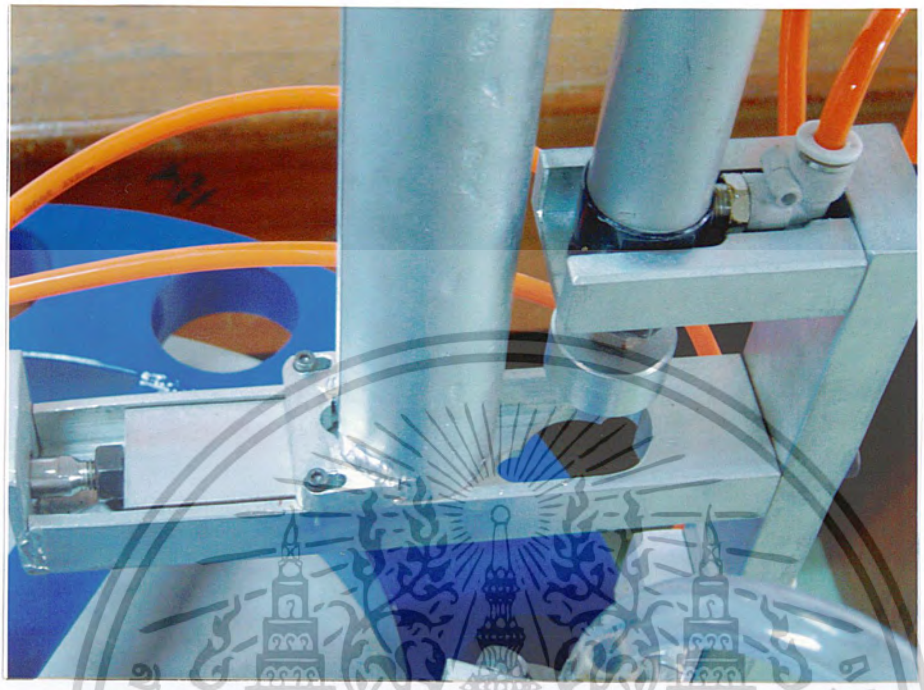


รูปที่ ก.5 ภาพการติดตั้งชุดบรรจุน้ำ



รูปที่ ก.6 ภาพการติดตั้งชุดปั๊มฝาขวด

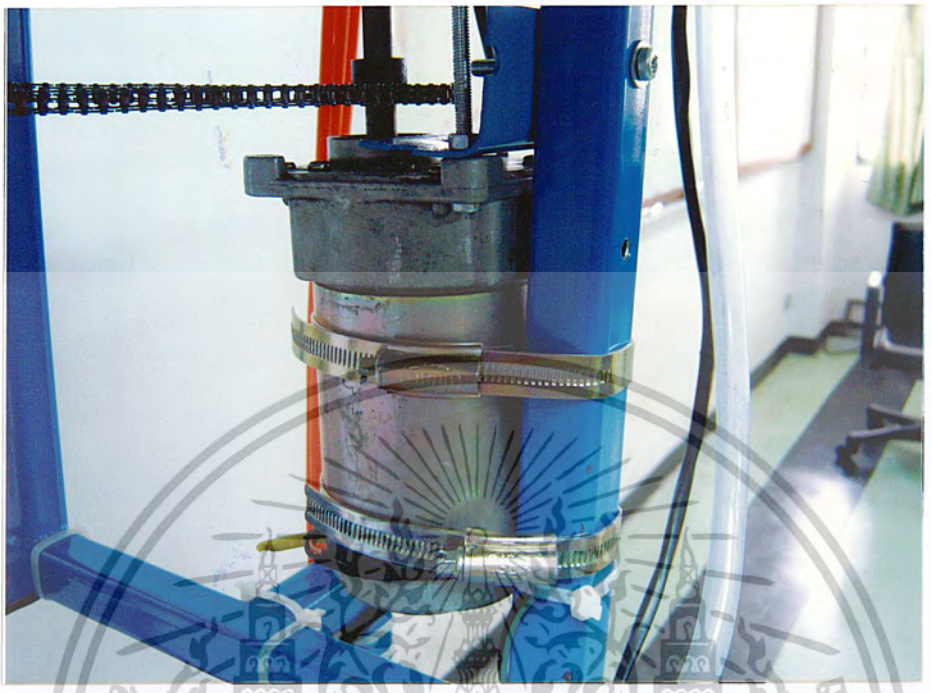
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



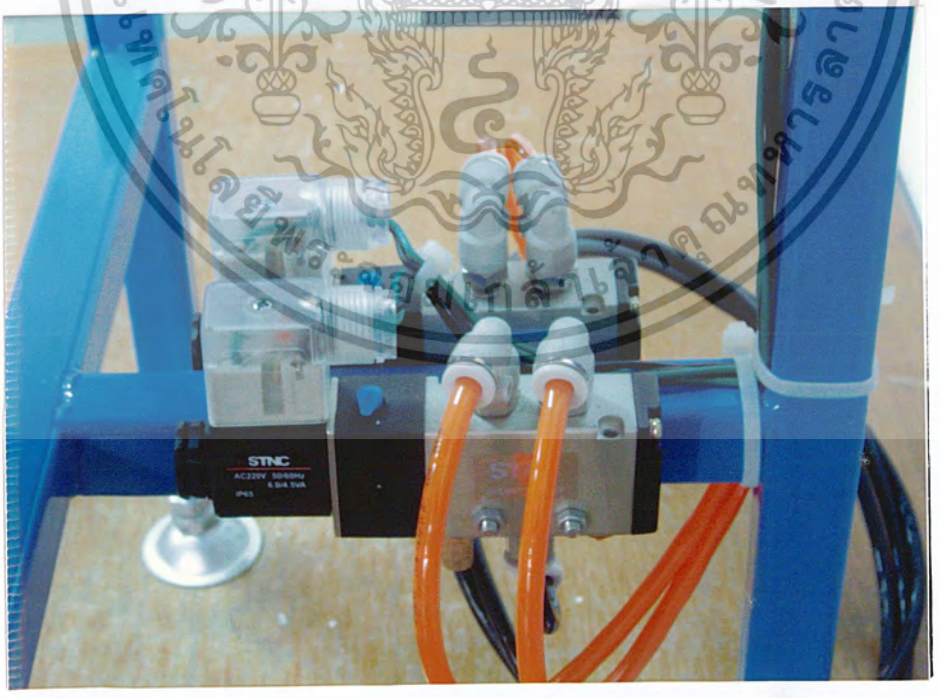
รูปที่ ก.7 ภาพของส่วนจ่ายฝาขวด

รูปที่ ก.8 ภาพการติดตั้งปั๊มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



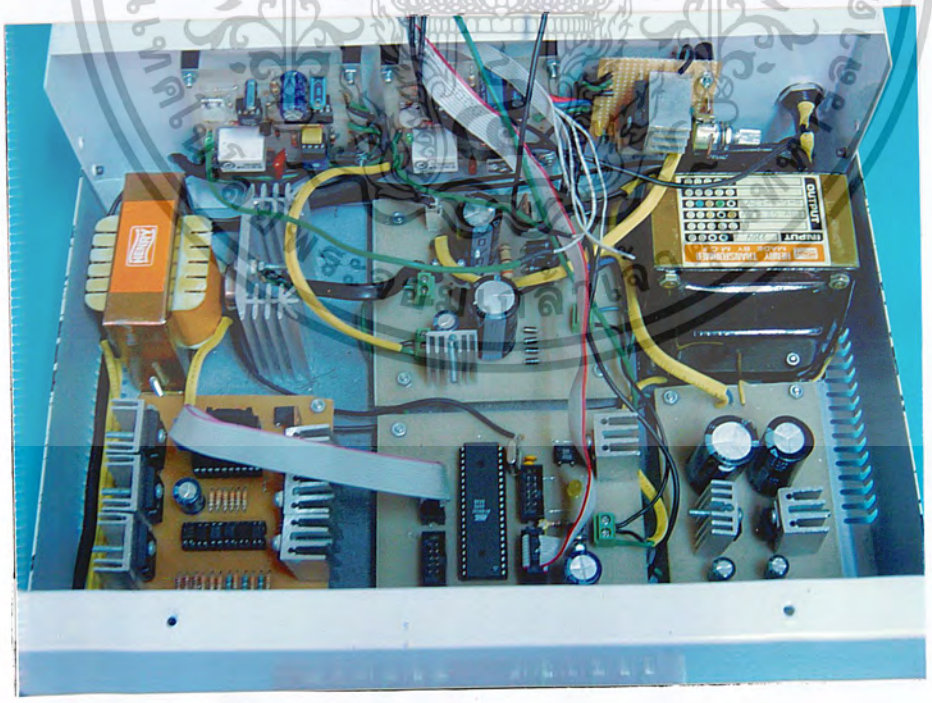
รูปที่ ก.9 ภาพการติดตั้งมอเตอร์



รูปที่ ก.10 ภาพการติดตั้ง โซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.11 ภาพด้านหน้าของกล่องอุปกรณ์ควบคุม

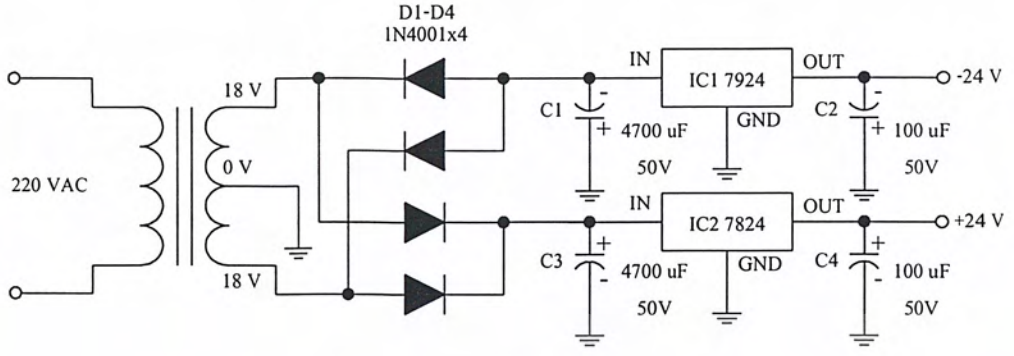


รูปที่ ก.12 ภาพภายในของกล่องอุปกรณ์ควบคุม

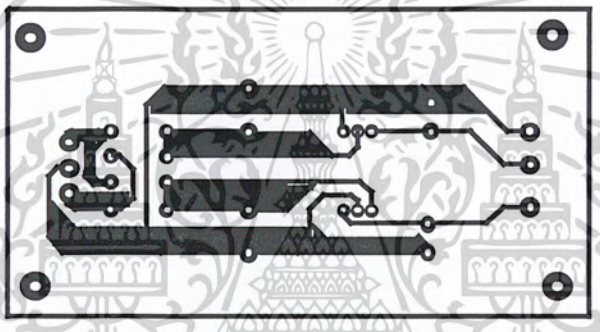
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

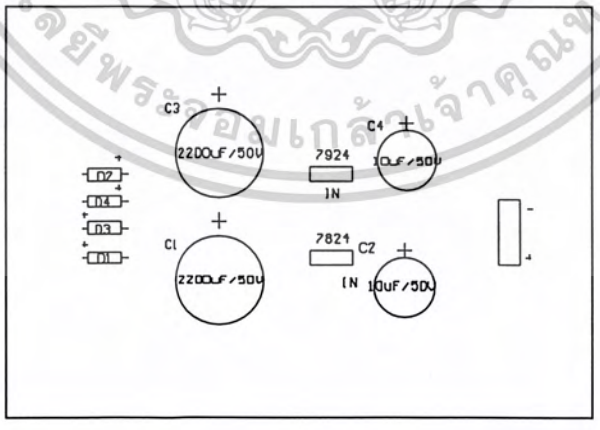
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.1 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์

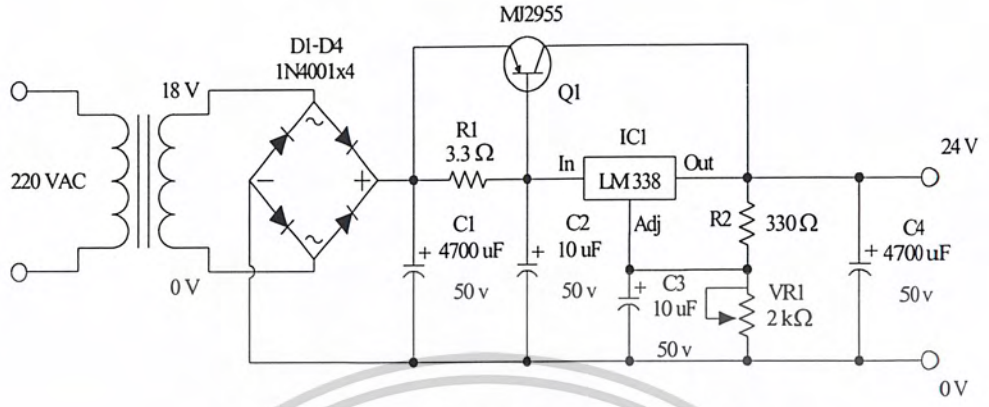


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์

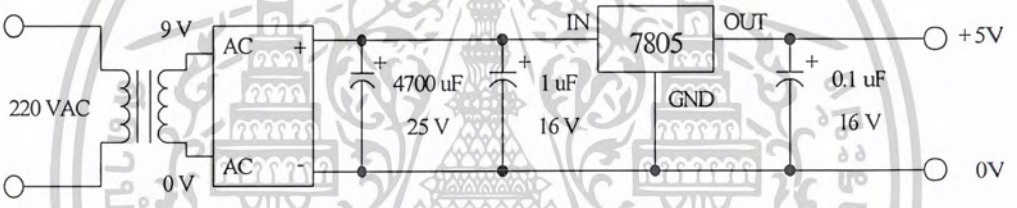


รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ 24 โวลต์

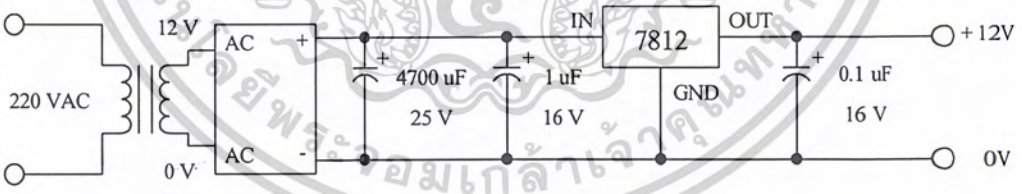
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์

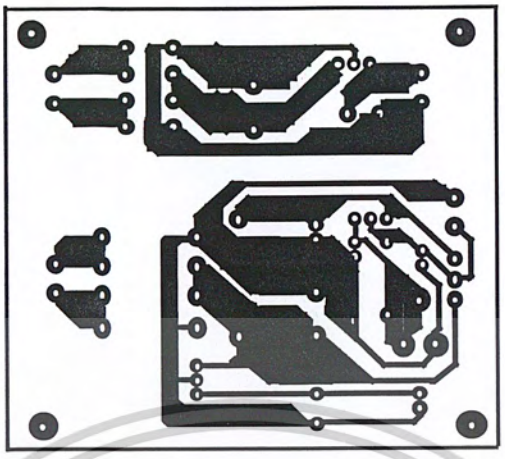


รูปที่ ข.5 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสง

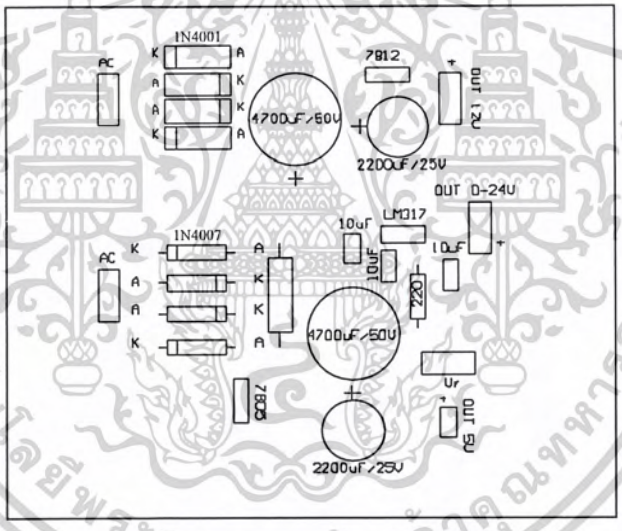


รูปที่ ข.6 วงจรภาคจ่ายไฟสำหรับวงจรตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

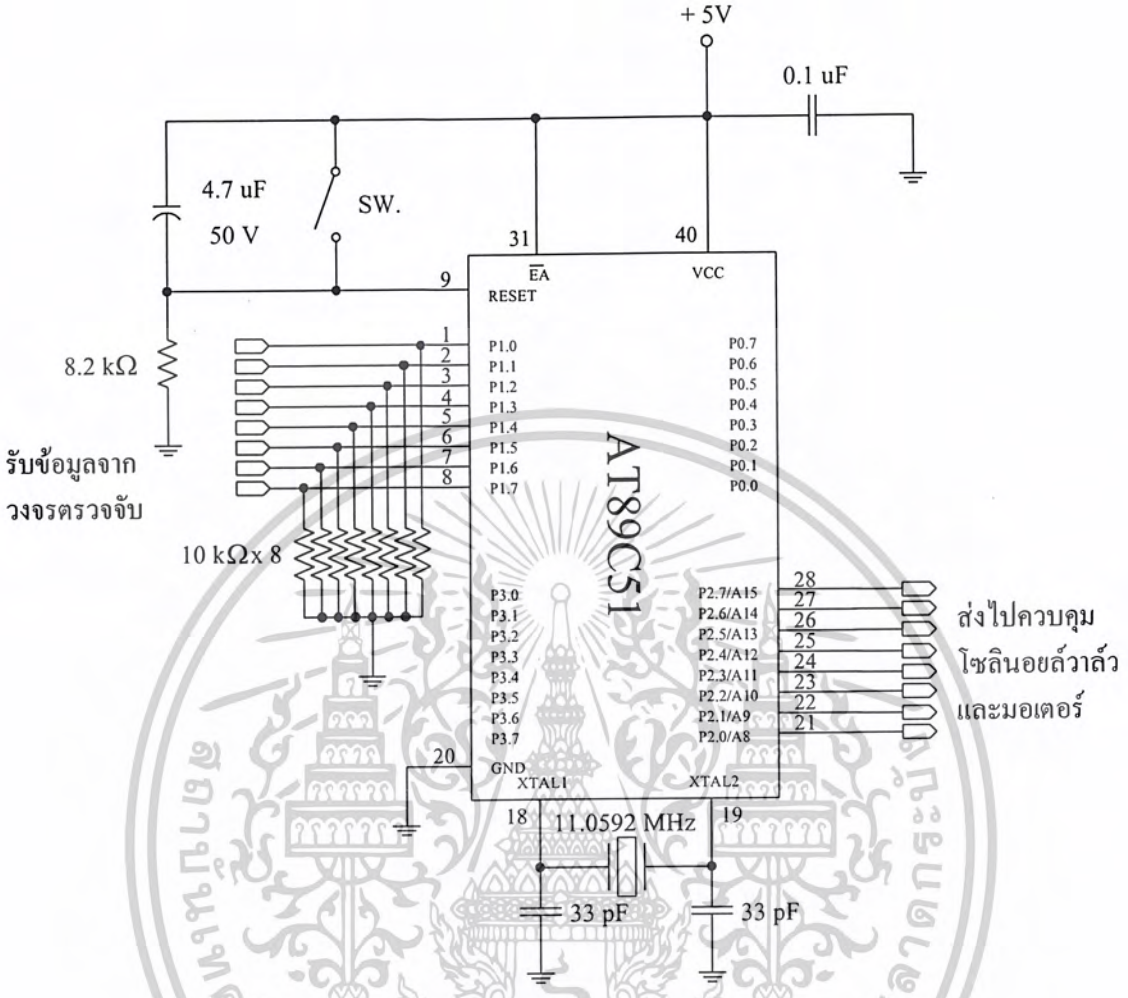


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ ตัวเชื่อมโยงทางแสง และวงจรตรวจจับ

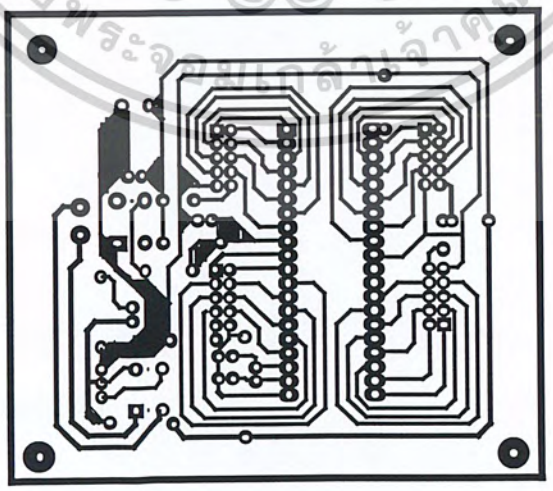


รูปที่ ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ภาคจ่ายไฟสำหรับมอเตอร์ ตัวเชื่อมโยงทางแสง และวงจรตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

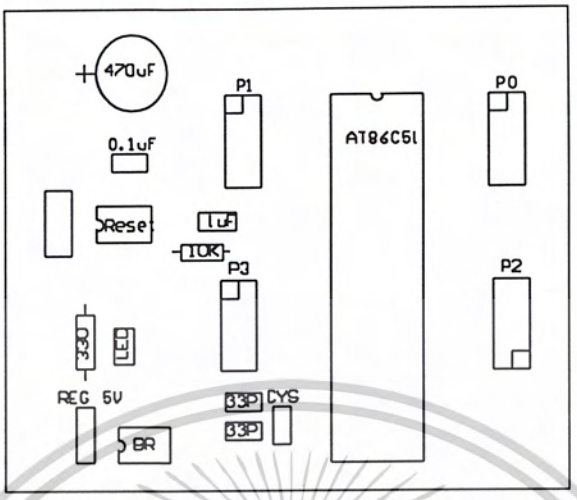


รูปที่ ข.9 วงจรประมวลผลกลาง

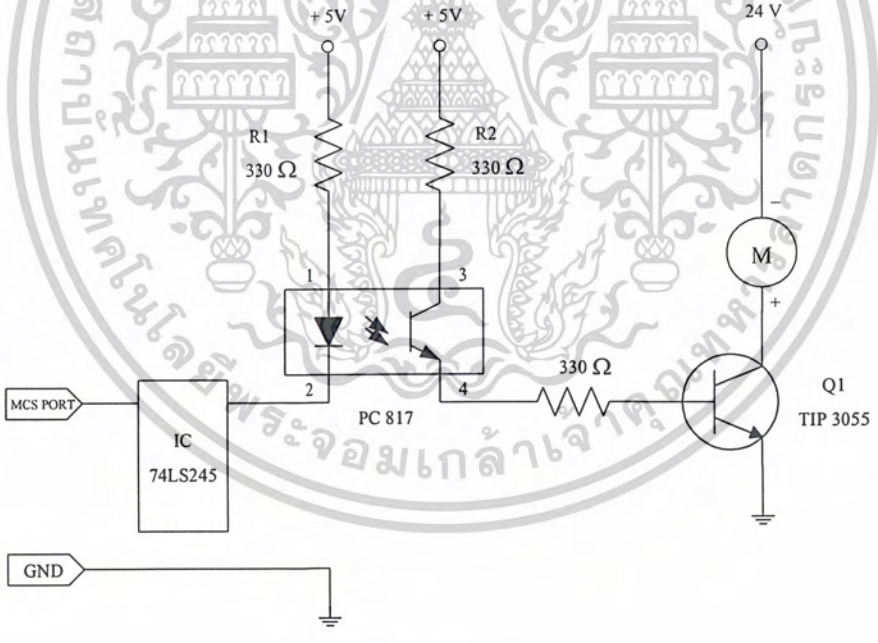


รูปที่ ข.10 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

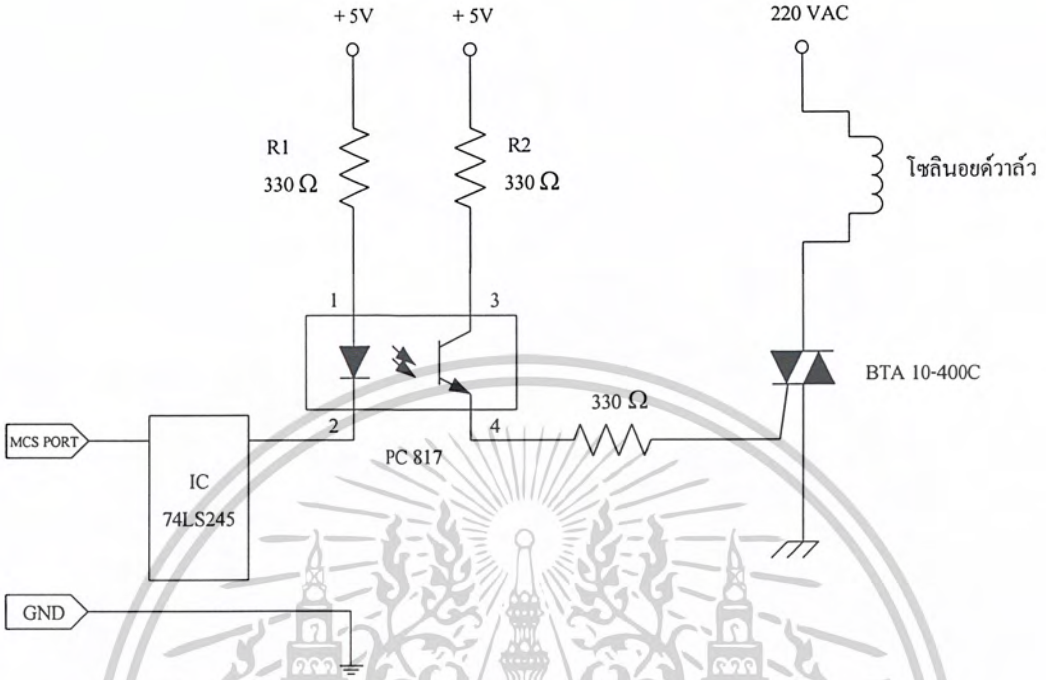


รูปที่ ข.11 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรประมวลผลกลาง

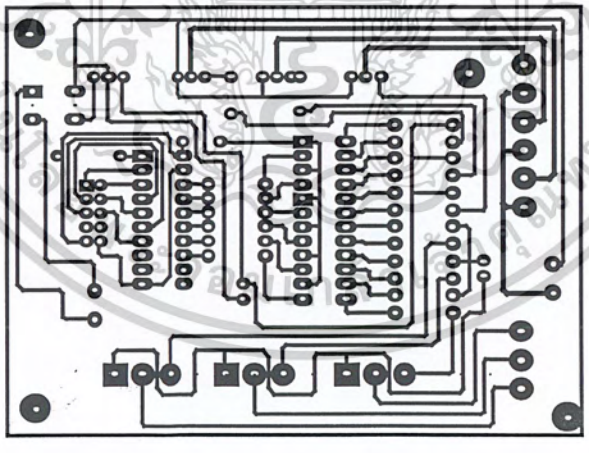


รูปที่ ข.12 วงจรขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

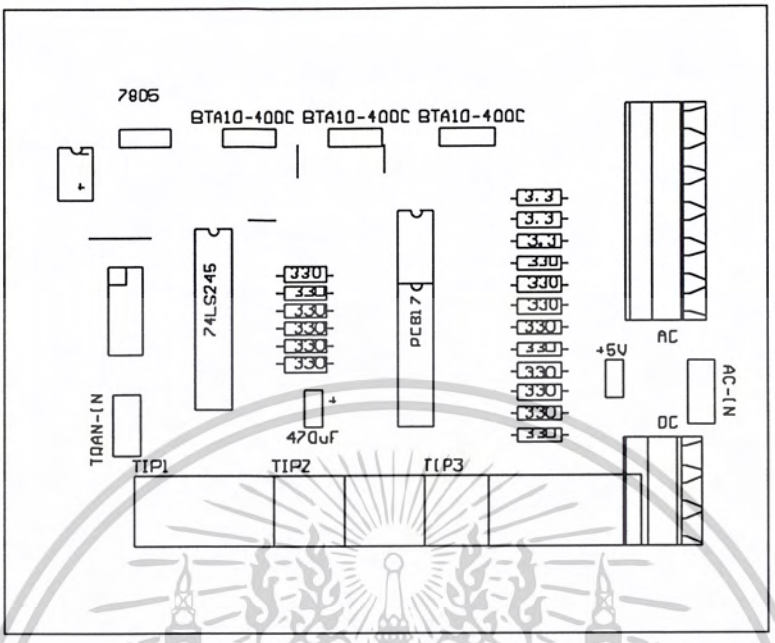


รูปที่ ข.13 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

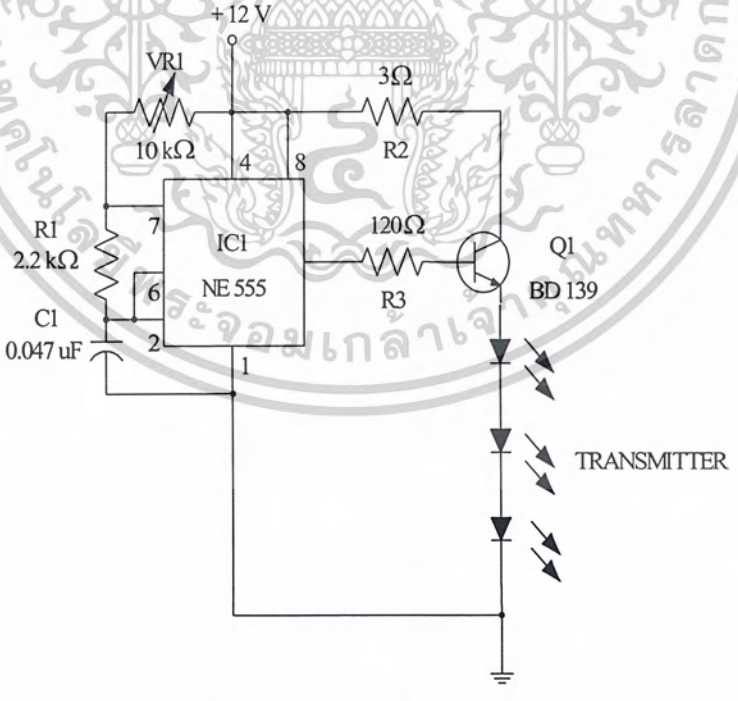


รูปที่ ข.14 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์และวงจรขับโซลิอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

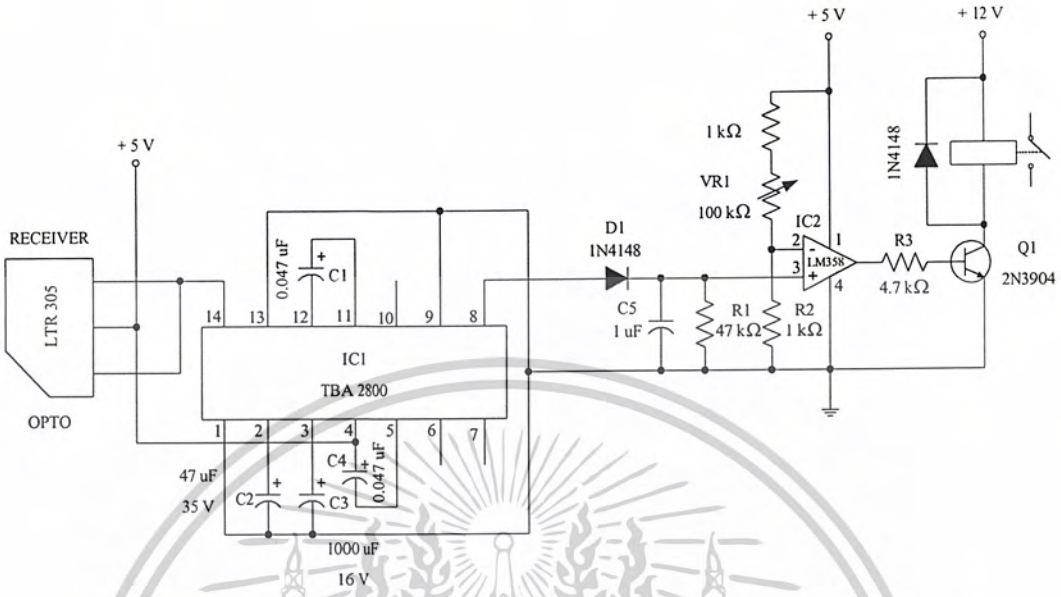


รูปที่ ข.15 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรขับมอเตอร์และวงจรขับโซลิอยด์วาล์ว

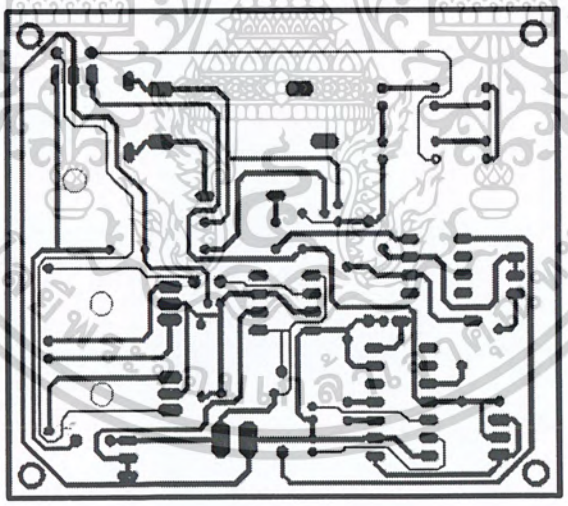


รูปที่ ข.16 วงจรตรวจจับภาคส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

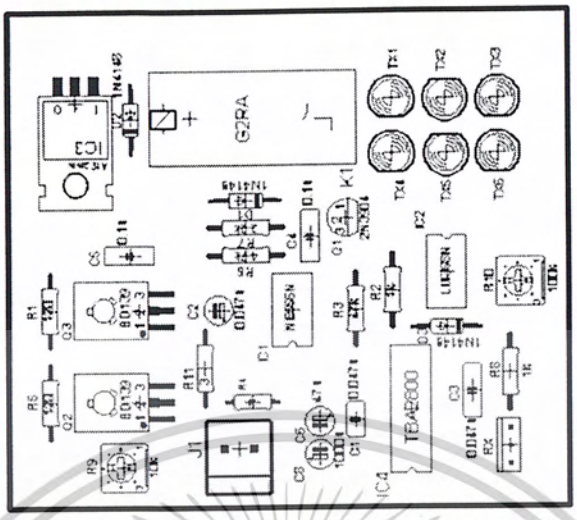


รูปที่ ข.17 วงจรตรวจจับภาครับ



รูปที่ ข.18 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.19 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์วงจรตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรภาคจ่ายไฟสำหรับปั๊มน้ำ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1, IC2	7924	2 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D4	1N 4001	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C3	4700 µF 50 V	2 ตัว
C2, C4	100µF 50 V	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE Connector 10 pin	1 ตัว
	แผ่นระบายความร้อน	2 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	7805A	1 ตัว
IC2	LM338P	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1-D4	1N5002	4 ตัว
D5 –D6	1N4007	4 ตัว
Q1	MJ2955	1 ตัว
LED1-LED8	สีเหลือง	8 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1, C3	1000 µF 50 V	2 ตัว
C2, C4	0.1 µF 50 V	2 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	220 Ω ¼ W	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรรวมภาคจ่ายไฟ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
ตัวต้านทาน		
VR1	10 kΩ	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE Connector 10 pin	1 ตัว
	แผ่นระบายความร้อน	3 ตัว
	TERMINAL 2 ขา	4 ตัว

ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	74LS245N	1 ตัว
IC2	L7805 CV	3 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	DB104G	1 ตัว
	OPTO PC 817	6 ตัว
Q1	TIP3055	3 ตัว
TRIAC	BTA10400B	3 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1, R4, R6	20 Ω ¼ W	3 ตัว
R7-R12	330 Ω ¼ W	12 ตัว
R2, R3, R5	3.3 Ω ¼ W	3 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	4700 µF 50 V	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE Connector 10 pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.3 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรขับมอเตอร์และโซลินอยด์วาล์ว

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
	แผ่นระบายความร้อน	6 ตัว
	TERMINAL 2 ขา	2 ตัว
	TERMINAL 3 ขา	3 ตัว
T1	หม้อแปลง 9V, 1A	1 ตัว
T2	18V CT 18V	
	0-6-9-12 V, 3A	1 ตัว

ตารางที่ ค.4 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม MCS-51

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	AT89C51	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1	DB104G	1 ตัว
LED	สีเหลือง	1 ตัว
	บริดจ์ไดโอด LM340TS	1 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	10 kΩ ¼ W	1 ตัว
R2	330Ω ¼ W	1 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	1000 µF 50 V	1 ตัว
C2	0.1 µF	1 ตัว
C3	1 µF	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
J1	IDE Connector 10 pin	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 (ต่อ) รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม MCS-51

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
	แผ่นระบายความร้อน	1 ตัว
	TERMINAL 2 ขา	1 ตัว
S1	ไมโครสวิตซ์	1 ตัว
XTAL-1	คริสตอล 11.0592 MHz	1 ตัว

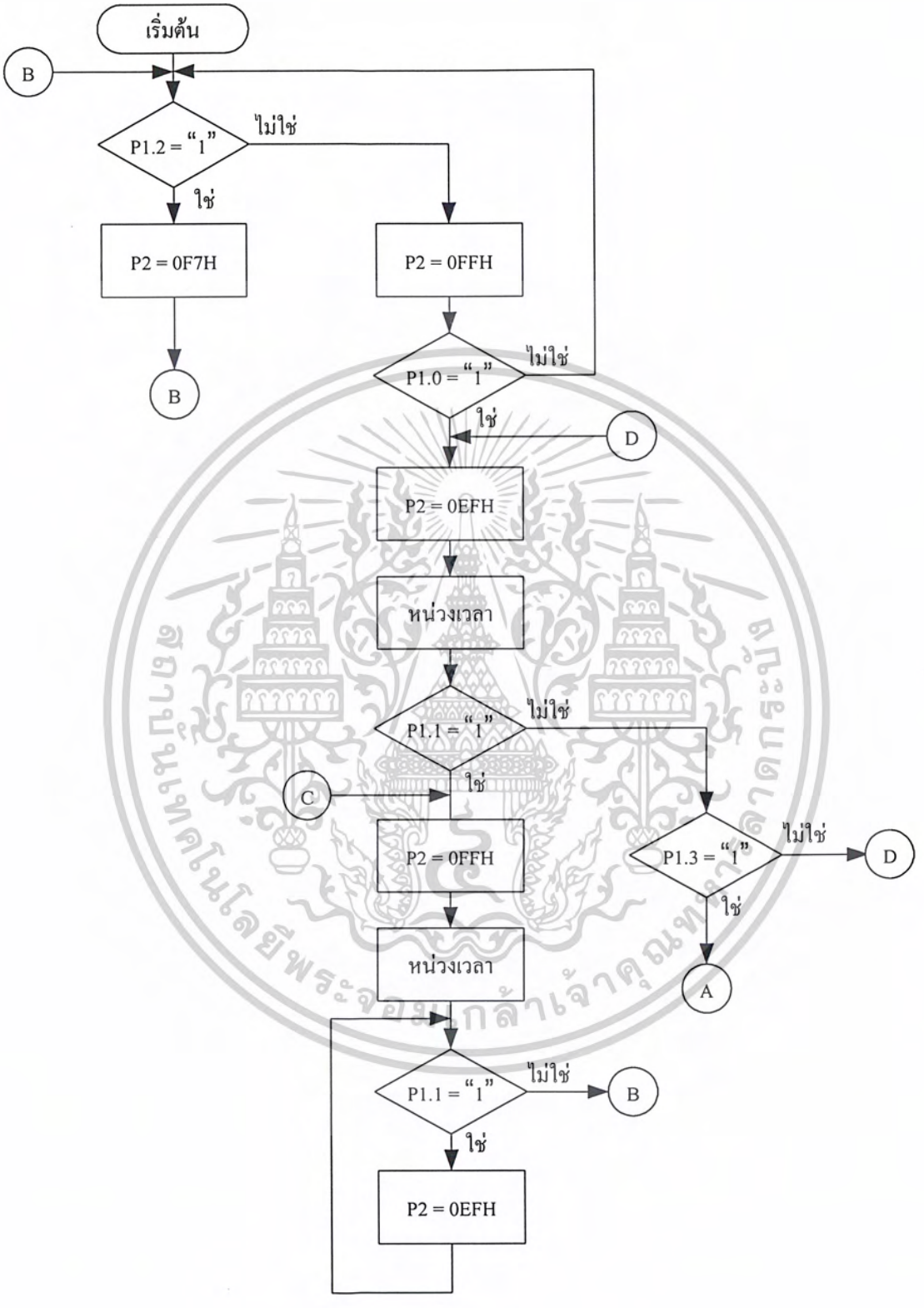
ตารางที่ ค.5 รายการของอุปกรณ์ทางระบบนิวแมติกส์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์อื่นๆ		
	กระบอกสูบ 2 ทาง	2 ตัว
	โซลินอยด์วาล์ว 5/2	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

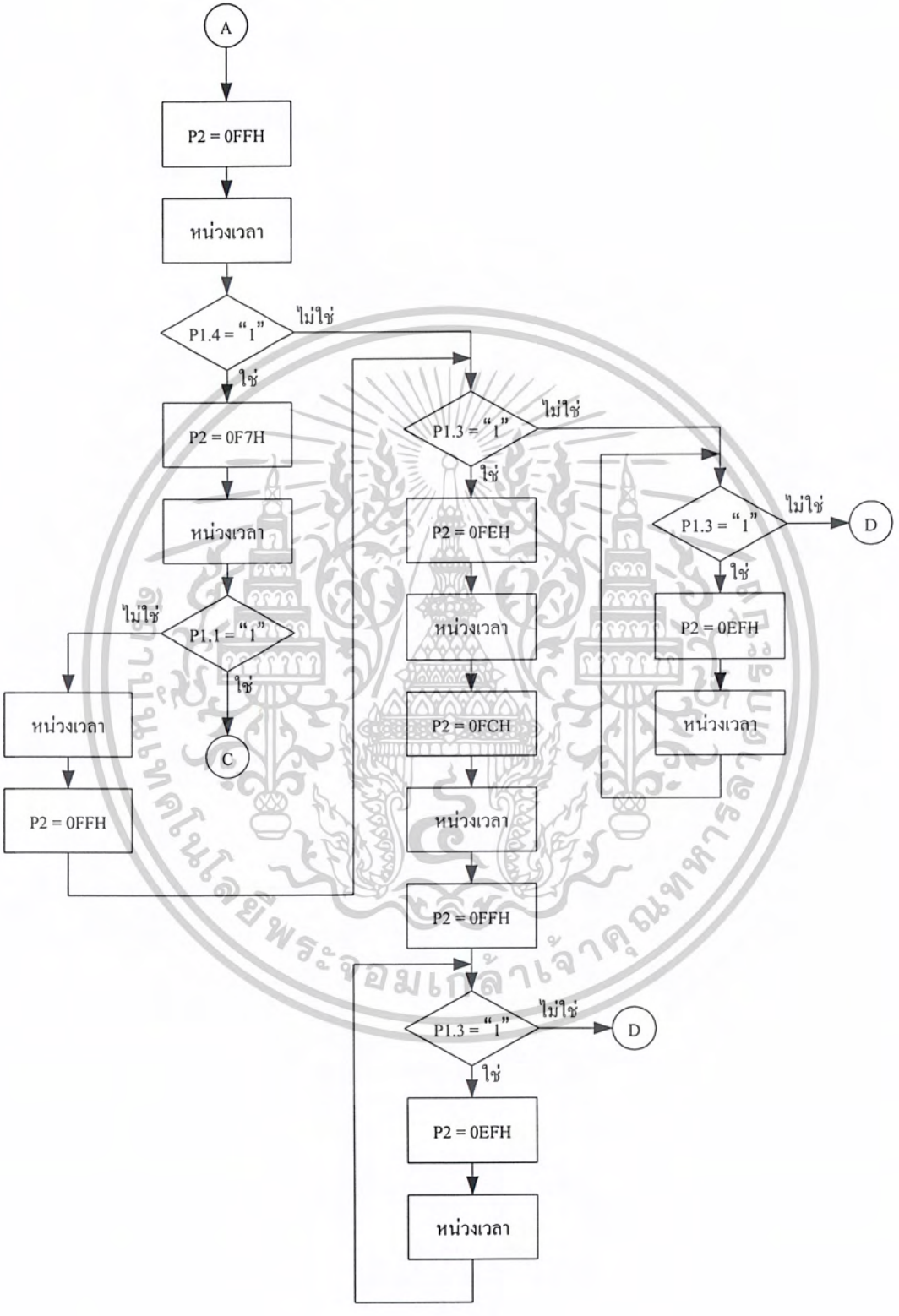
ภาคผนวก ง
แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 ผังงานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 (ต่อ) ผังงานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม

```
;*****************************************************************
*************
; Program    : Project
; Filename   : JAS04.asm
;*****************************************************************
************
;**************************
; Define Port&Pin Name
;**************************
            START BIT    P1.0
            STOP  BIT    P1.1
            PUMP  BIT    P1.2
            SENS1 BIT    P1.3
            SENS2 BIT    P1.4
            RELAY BIT    P1.5
;*****************************************************************
************
;**************************
;Main Program
;**************************
                  ORG    0000H

                  MOV    P1,#00H
                  MOV    P2,#0FFH
                  MOV    A,#00H

      MAIN:       JB     PUMP,PUMP_1
                  SJMP   BEGIN

      PUMP_1:     MOV    P2,#0F7H
                  SJMP   MAIN

      BEGIN:      MOV    P2,#0FFH
                  JB     START,MOTOR
                  SJMP   MAIN

      MOTOR:            MOV    P2,#0EFH
                  ACALL  DELAY_10mS

                  JB     STOP,CLEAR_ALL
                  JB     RELAY,CLEAR_MOTOR
                  SJMP   MOTOR
      CLEAR_MOTOR:MOV    P2,#0FFH
                  ACALL  DELAY_10mS
                  ACALL  DELAY_10mS
                  ACALL  DELAY_10mS
                  JB     SENS1,PUMP_2
                  SJMP   CHECK_SENS2
PUMP_2:     MOV   P2,#0FFH
                  MOV    P2,#0F7H
                  ACALL  DELAY_1S
                  ACALL  DELAY_1S
                  ACALL  DELAY_1S
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

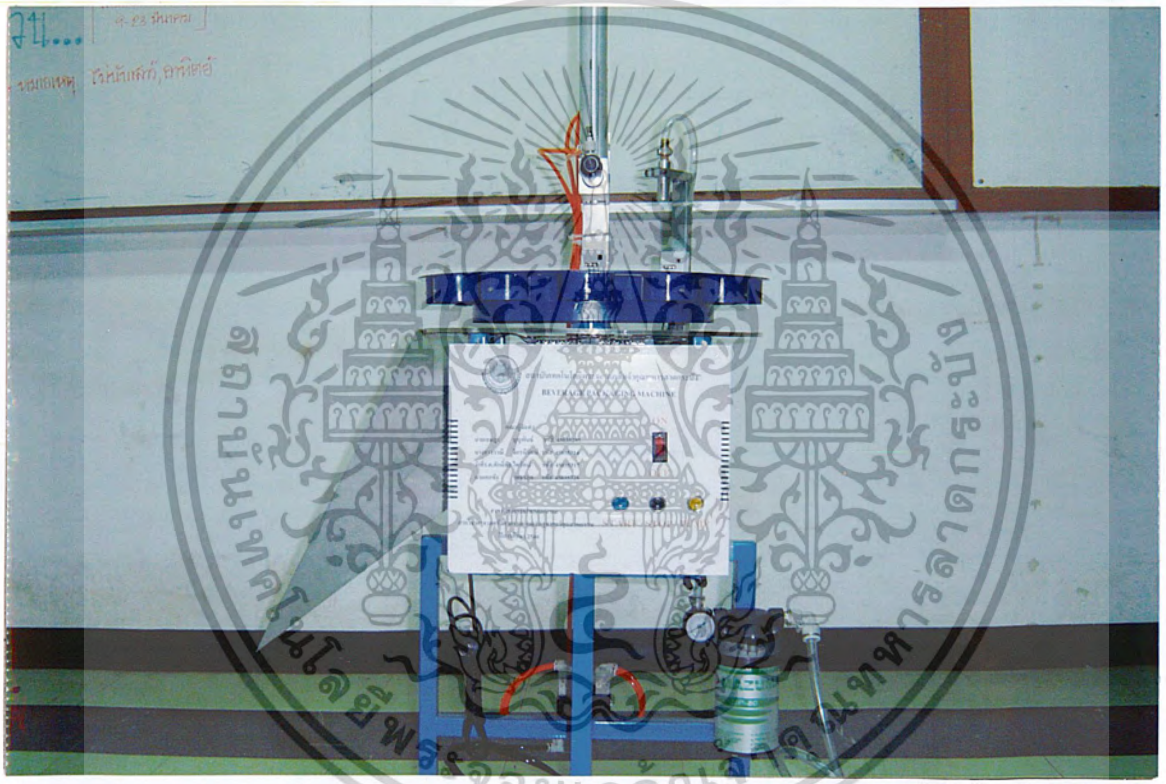
```
                ACALL DELAY_1S
                JB    STOP,CLEAR_ALL
                ACALL DELAY_1S
                ACALL DELAY_1S
                ACALL DELAY_1S
                MOV   P2,#0FFH
CHECK_SENS2:    JB    SENS2,COVER
RELAY_1:        JB    RELAY,MOTOR_1
                JMP   MOTOR
COVER:          MOV   P2,#0FEH
                ACALL DELAY_1S
                MOV   P2,#0FCH
                ACALL DELAY_1S
                ACALL DELAY_1S
                MOV   P2,#0FFH
RELAY_2:        JB    RELAY,MOTOR_2
                JMP   MOTOR

CLEAR_ALL:      MOV   P2,#0FFH
                ACALL DELAY_1S
LOOP:           JB    STOP,CLEAR_ALL_1

                JMP   MAIN
CLEAR_ALL_1:    MOV   P2,#0EFH
                SJMP  LOOP

MOTOR_1:        MOV   P2,#0EFH
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                SJMP  RELAY_1

MOTOR_2:        MOV   P2,#0EFH
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                ACALL DELAY_10mS
                SJMP  RELAY_2

;*****************************************************************
*************
;*************************
; DELAY TIME
;*************************
DELAY:          MOV   R1,#0FFH
DELAY_1:        MOV   R2,#0FFH
                DJNZ  R2,$
                DJNZ  R1,DELAY_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET
DELAY_10mS:  MOV    R7,#010
DELAY_10mS_1:       MOV    R6,#0E6H
DELAY_10mS_2:       NOP
                NOP
                DJNZ   R6,DELAY_10mS_2
                DJNZ   R7,DELAY_10mS_1
                RET

DELAY_60mS:  MOV    R5,#25
DELAY_60mS_1:       ACALL DELAY_10mS
                DJNZ   R5,DELAY_1S_1
                RET

DELAY_1S:    MOV    R5,#100
DELAY_1S_1:  ACALL DELAY_10mS
                DJNZ   R5,DELAY_1S_1
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

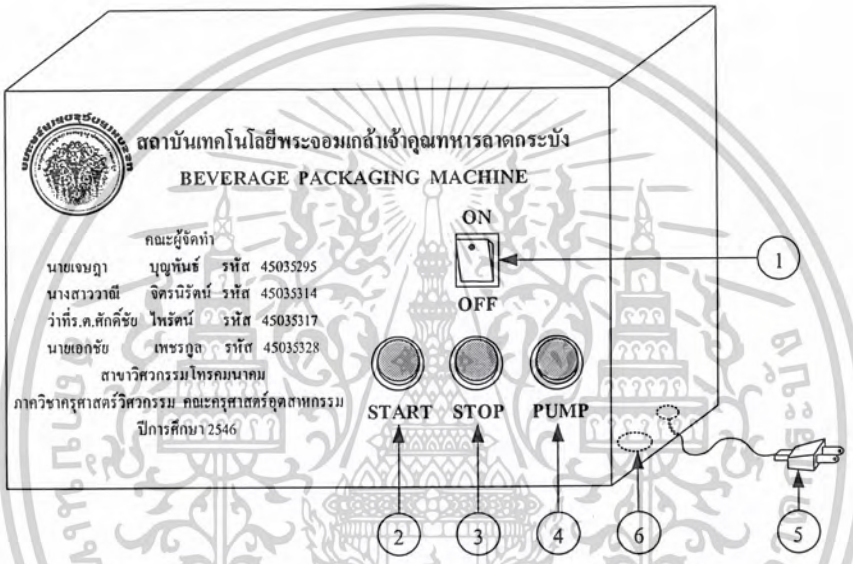
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะลงมือใช้งานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม ควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจ เพื่อการใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุม



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่ม

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

(1) สวิตซ์เปิด-ปิด

(2) ปุ่ม START สำหรับเริ่มต้นการทำงานการเริ่มบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปั๊มฝาขวด

(3) ปุ่ม STOP สำหรับหยุดการทำงานกระบวนการบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปั๊มฝาขวด

(4) ปุ่ม PUMP สำหรับสูบน้ำเพื่อให้เครื่องดื่มที่จะบรรจุเข้าไปรอไว้ในสายยางและใช้สำหรับสูบน้ำสะอาดเข้าไปเพื่อทำความสะอาดเครื่องสูบน้ำและสายยางเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานหรือเมื่อเริ่มการทำงาน

(5) ปลั๊กเสียบไฟ AC

(6) ฟิวส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การติดตั้งและใช้งาน

3.1 ทำการเปิดสวิตซ์เครื่องควบคุม เพื่อจ่ายไฟเข้าสู่วงจร

3.2 บรรจุขวดลงบนวงรอบสำหรับบรรจุขวดและบรรจุฝาลงในกระบอกใส่ฝาขวด

3.3 กดปุ่ม PUMP เพื่อสูบน้ำเครื่องดื่มให้ได้ตามที่ต้องการ

3.4 กดปุ่ม START เพื่อเริ่มทำการบรรจุเครื่องดื่มลงขวดและปั๊มฝาขวดตามลำดับ

3.5 เติมขวดที่จะใช้บรรจุเครื่องดื่มลงในวงรอบสำหรับบรรจุขวดเรื่อยๆ และเติมฝาขวดในกระบอกใส่ฝาเมื่อเห็นว่าฝาขวดใกล้จะหมด

3.6 กดปุ่ม STOP เพื่อหยุดการทำงาน

3.7 กดปุ่ม PUMP เพื่อสูบน้ำสะอาดสำหรับล้างปั๊มน้ำและสายยาง

3.8 กดสวิตซ์เพื่อปิดเครื่องควบคุม

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งานเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มสามารถตรวจสอบแนวทางการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
เครื่องไม่ทำงาน	ตรวจเช็คให้แน่นอนว่าเสียบปลั๊กไฟเรียบร้อยแล้วหรือยัง ถ้าเสียบแล้วเครื่องยังไม่ทำงานอีกให้ตรวจเช็คดูที่ฟิวส์ว่าฟิวส์ขาดหรือไม่ ถ้าขาดให้ทำการเปลี่ยนฟิวส์ใหม่
ไม่สามารถบรรจุน้ำได้	อาจเนื่องมาจากปั๊มน้ำไม่ทำงาน ให้ตรวจเช็คว่ามีวงจรขัดข้องหรือไม่

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ทำความสะอาดเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มทุกครั้งหลังการใช้งาน
- สูบน้ำสะอาดเข้าไปในเครื่องปั๊มน้ำทุกครั้งทั้งก่อนและหลังการใช้งาน เพื่อรักษาความสะอาดของเครื่องปั๊มน้ำและสายยาง
- การล้างตัวถังเครื่องบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มควรใช้ผ้าสะอาดเช็ด อย่าใช้น้ำล้างเพราะจะทำให้น้ำเข้าไปในชุดควบคุมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อควรระวัง

- ทำการปิดสวิตซ์ทุกครั้งหลังการใช้งาน เพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งานของเครื่อง
- ไม่ควรบรรจุน้ำผลไม้ที่มีเนื้อผลไม้เป็นชิ้นผสมอยู่เพราะจะทำให้ปั๊มน้ำเกิดการติดขัดได้
- อย่าขัดขวางการหมุนของวงรอบบรรจุขวดโดยเด็ดขาดเพราะจะทำให้เกิดความเสียหายต่อมอเตอร์และวงจรควบคุมได้
- หากขวดติดค้างอยู่ในวงรอบบรรจุขวดไม่หล่นไปตามรางลำเลียงขวดจนทำให้วงรอบบรรจุขวดหยุดหมุนให้รีบปิดสวิตซ์ทันทีเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับมอเตอร์ได้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ปริมาณน้ำที่จะบรรจุลงขวด	300 ลูกบาศก์เซนติเมตร
จำนวนขวดที่ใส่ลงในวงรอบ	12 ขวด
จำนวนฝาที่ใส่ในช่องใส่ฝา	20 ฝา
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์
ความเร็วในการทำงาน	3 ขวดต่อนาที (กรณีเครื่องทำงานเต็มประสิทธิภาพ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC817 Series

High Density Mounting Type Photocoupler

* Lead forming type (I type) and taping reel type (P type) are also available. (**PC817I/PC817P**)
** TÜV (VDE0884) approved type is also available as an option.

■ Features

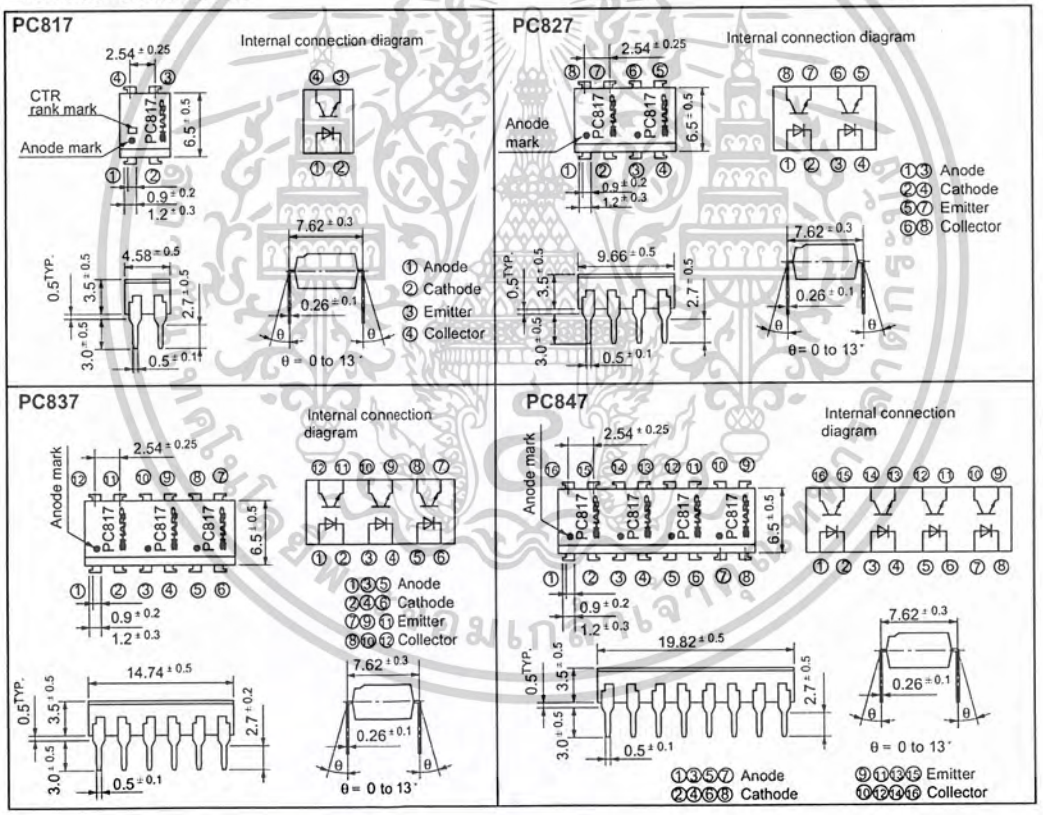
1. Current transfer ratio
   (CTR: MIN. 50% at I_F = 5mA , V_{CE}=5V)
2. High isolation voltage between input and output (V_{iso} : 5 000V $_{rms}$)
3. Compact dual-in-line package
   PC817 : 1-channel type
   PC827 : 2-channel type
   PC837 : 3-channel type
   PC847 : 4-channel type
4. Recognized by UL, file No. E64380

■ Applications

1. Computer terminals
2. System appliances, measuring instruments
3. Registers, copiers, automatic vending machines
4. Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
5. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

■ Outline Dimensions

(Unit : mm)



" In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that occur in equipment using any of SHARP's devices, shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest version of the device specification sheets before using any SHARP's device."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Absolute Maximum Ratings (Ta= 25°C)

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	*1Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	35	V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	Collector power dissipation	P_C	150	mW
Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
*2Isolation voltage		V_{iso}	5 000	V_{rms}
Operating temperature		T_{opr}	- 30 to + 100	°C
Storage temperature		T_{stg}	- 55 to + 125	°C
*3Soldering temperature		T_{sol}	260	°C

*1 Pulse width <=100μs, Duty ratio : 0.001
*2 40 to 60% RH, AC for 1 minute
*3 For 10 seconds

■ Electro-optical Characteristics (Ta= 25°C)

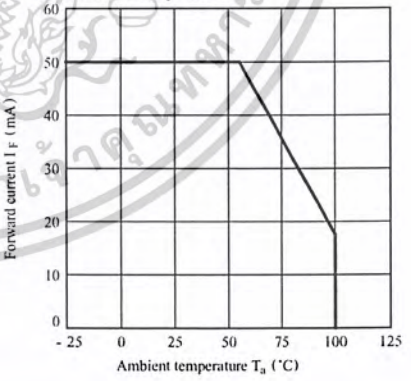
Parameter			Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage		V_F	I_F = 20mA	-	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage		V_{FM}	I_{FM} = 0.5A	-	-	3.0	V
	Reverse current		I_R	V_R = 4V	-	-	10	μA
	Terminal capacitance		C_t	V = 0, f = 1kHz	-	30	250	pF
Output	Collector dark current		I_{CEO}	V_{CE} = 20V	-	-	10^{-7}	A
Transfer characteristics	*4Current transfer ratio		CTR	I_F = 5mA, V_{CE} = 5V	50	-	600	%
	Collector-emitter saturation voltage		$V_{CE(sat)}$	I_F = 20mA, I_C = 1mA	-	0.1	0.2	V
	Isolation resistance		R_{ISO}	DC500V, 40 to 60% RH	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	Floating capacitance		C_f	V = 0, f = 1MHz	-	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency		f_c	V_{CE} = 5V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω, - 3dB	-	80	-	kHz
	Response time	Rise time	t_r	V_{CE} = 2V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω	-	4	18	μs
		Fall time	t_f		-	3	18	μs

*4 Classification table of current transfer ratio is shown below.

Model No.	Rank mark	CTR (%)
PC817A	A	80 to 160
PC817B	B	130 to 260
PC817C	C	200 to 400
PC817D	D	300 to 600
PC8※7AB	A or B	80 to 260
PC8※7BC	B or C	130 to 400
PC8※7CD	C or D	200 to 600
PC8※7AC	A, B or C	80 to 400
PC8※7BD	B, C or D	130 to 600
PC8※7AD	A, B, C or D	80 to 600
PC8※7	A, B, C, D or No mark	50 to 600

※ : 1 or 2 or 3 or 4

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 2 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

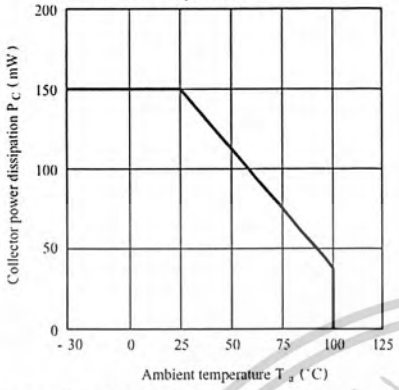


Fig. 3 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

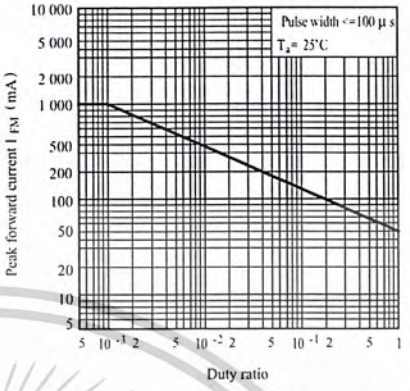


Fig. 4 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

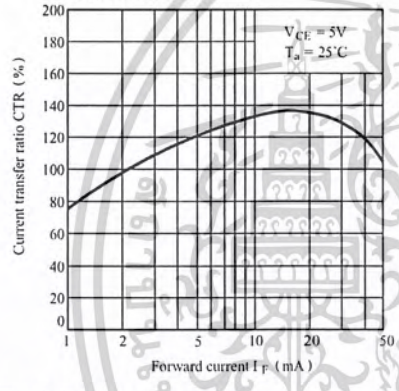


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage

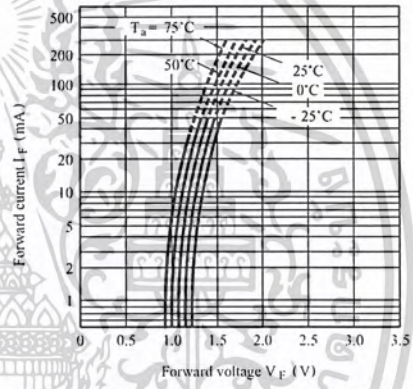


Fig. 6 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage

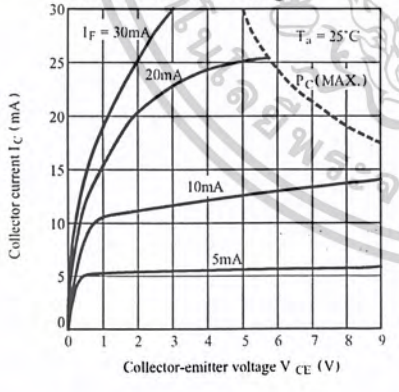
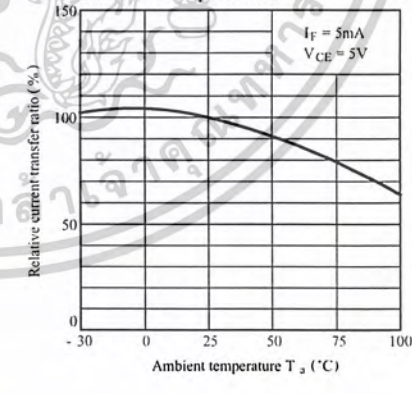


Fig. 7 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 8 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

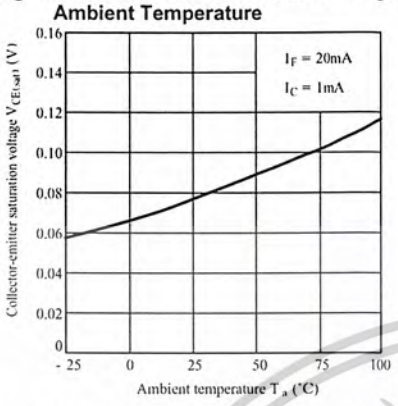


Fig. 9 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

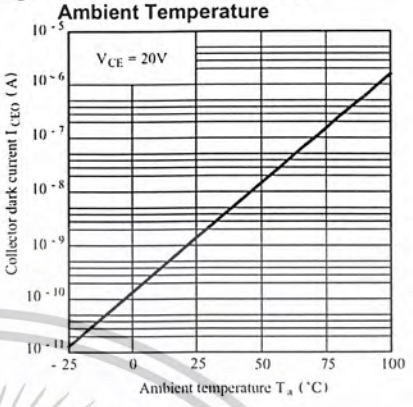


Fig.10 Response Time vs. Load Resistance

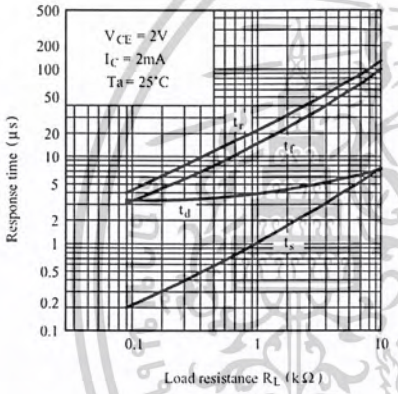
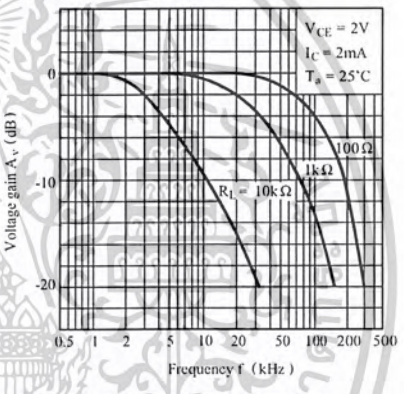


Fig.11 Frequency Response



Test Circuit for Response Time

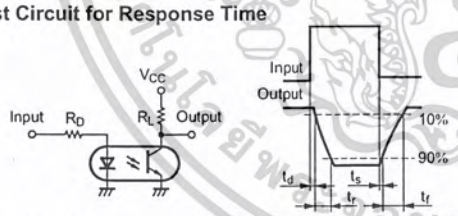
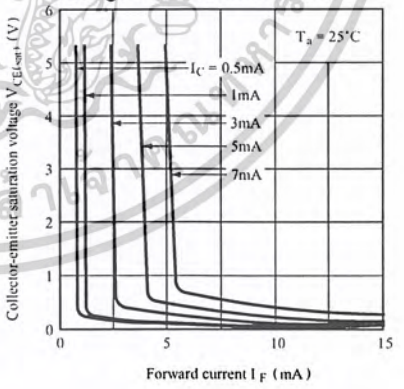
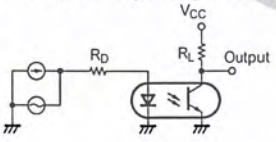


Fig.12 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current



Test Circuit for Frepuency Response



● Please refer to the chapter "Precautions for Use"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายเจษฎา บุญพันธ์

วัน เดือน ปีเกิด 15 ตุลาคม พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา 151 หมู่ 1 ตำบลบางพระ อำเภอปากพนัง
จังหวัดนครศรีธรรมราช 80140
โทรศัพท์ 0-7551-8274

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนหลวงครูวิทยา จังหวัดนครศรีธรรมราช

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสตรีปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช

ปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ทุนการศึกษา ทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา

คติพจน์ ธรรมชาติสร้างอาหารให้กับพวกนกทั้งหลาย แต่ธรรมชาติมิได้โยนอาหารเข้าไปในรังของพวกนกเหล่านั้นไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นางสาววาณี จิตรนิรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	22 กันยายน พ.ศ. 2525
ภูมิลำเนา	21 หมู่ 1 ตำบลนาจอมเทียน อำเภอสัตหีบ
	จังหวัดชลบุรี 20250 โทรศัพท์ 0-3825-5458

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนราษฎร์ประดิษฐ์วิทยา จังหวัดชลบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสิงห์สมุทร จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	ความฝันกับความจริงต่างกันแค่ ทำ กับ ไม่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	ว่าที่ร.ต.ศักดิ์ชัย ไพรัตน์
วัน เดือน ปีเกิด	16 ตุลาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	218 หมู่ 3 ตำบลแม่เจ้าอยู่หัว อำเภอเชียรใหญ่
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80190
	โทรศัพท์ 0-6539-5183

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านน้ำบ่อ จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเชียรใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถ ปีการศึกษา2536-2546
คติพจน์	ชีวิตจะมีค่า อยู่ที่การจัดสรรเวลาให้เกิดคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายเอกชัย เพชรกูล
วัน เดือน ปีเกิด	30 ธันวาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	138 หมู่ 1 ตำบลนาสาร อำเภอพระพรหม
	จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000
	โทรศัพท์ 0-7535-0182

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านย่านซื่อ จังหวัดนครศรีธรรมราช
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนท้าวราษฎร์สงเคราะห์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคนครศรีธรรมราช
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
ทุนการศึกษา	ทุนกู้ยืมเพื่อการศึกษา
คติพจน์	ทำแล้วไม่พูด ดีกว่าพูดแล้วไม่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้