ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

Remote Controled Garbage Collecting Boat

ชื่อนักศึกษา

1. นายวิชัย	อริยพรพงศ์	รหัสประจำตัว	44035414
2. นายวิเชียร	ขันมี	รหัสประจำตัว	44035415
3. นายวินัย	เพ็ชร์กลับ	รหัสประจำตัว	44035416
4. ว่าที่ร้อยตรีสมศักดิ์	สมบูรณ์	รหัสประจำตัว	44035422

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์โกศล ตราชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. ผศ.วิสุทธิ์	อธิพรธรรม	.....
2. อาจารย์โกศล	ตราชู	.....
3. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....
4. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....
5. อาจารย์อมรชัย	ชัยชนะ	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอาทิตย์ที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.427 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2545

<BT4503082>
เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

REMOTE CONTROLED GARBAGE COLLECTING BOAT

นายวิชัย อริยพรพงศ์
นายวิเชียร ขันมี
นายวินัย เพ็ชร์กลับ
ว่าที่ ร.ต.สมศักดิ์ สมบูรณ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 48309
วัน, เดือน, ปี 10 ต.ค. 2546

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

Remote Controled Garbage Collecting Boat

วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการทำงานการบังคับควบคุมระบบรีโมทและไมโครคอนโทรลเลอร์
2) เพื่อออกแบบเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรเลอร์
3) เพื่อสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
4) เพื่อทดลองการเก็บขยะในน้ำด้วยเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล
5) เพื่อนำเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลไปใช้ในการเก็บขยะในน้ำได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ความรู้ในหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบรีโมทคอนโทรล
2) ได้โครงสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
3) ได้เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
4) ได้ผลการทดลองในการเก็บขยะในน้ำด้วยเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล
5) ได้นำเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลไปใช้ในงานจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล
ชื่อนักศึกษา	นายวิชัย อริยพรพงศ์
	นายวิเชียร ขันมี
	นายวินัย เพ็ชร์กลับ
	ว่าที่ ร.ต.สมศักดิ์ สมบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์โกศล ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ ฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบและการสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลด้วยรีโมทโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ควบคุมการทำงานเพื่อขับมอเตอร์ให้เรือเก็บขยะเคลื่อนที่และใช้สายพานเก็บขยะในน้ำ เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลที่สร้างขึ้นใช้รีโมทควบคุมให้ไปในทิศทางที่ต้องการได้และมีวงจรตรวจสอบแบตเตอรี่และวงจรการตรวจสอบเมื่อขยะเต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Remote Controled Garbage Collecting Boat	
Students	Mr.Wichai	Ariyapornpong
	Mr.Wichian	Kunmee
	Mr.Winai	Petklub
	Acting Sub.Lt.Somsak	Somboon
Advisor	Assist.Prof.Wisuit	Atiporntum
Co-Advisor	Mr.Koson	Trachu
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Industrial Instrument Technology	
Academic Year	2002	

ABSTRACT

This thesis represents how to build a Remote Controled Garbage Collecting Boat . Which is collects the trash in the river. It is operated by microcontroller MCS-51.The trash would be collected by controling the boat to the right-direction. Moreover the battery monitoring and the system for checking the quantity of the trash are also installed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่านผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และอาจารย์โกศล ตราชู อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำแนวความคิดความรู้ต่างๆแนวทางดำเนินการแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ และเพื่อนๆ ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือในด้านต่างๆ สุดท้ายควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนทางด้านการศึกษา เงินทุน และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและขีดความสามารถของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51	3
2.3 วงจรเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์	4
2.3.1 โฟโตไอโซเลเตอร์	5
2.3.2 โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์	5
2.4 มอเตอร์กระแสตรง	9
2.4.1 ประเภทของมอเตอร์กระแสตรง	9
2.4.2 มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน	9
2.4.3 มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม	9
2.5 มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร	10
2.6 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน	11
2.7 การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง	12
2.7.1 การควบคุมไฟตรงของอาร์เมเจอร์	12
2.7.2 การควบคุมความเข้มสนามแม่เหล็ก	13
2.8 แบตเตอรี่	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.8.1 เซลล์ปฐมภูมิ	13
2.8.2 เซลล์ทุติยภูมิ	13
2.9 หลักการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส	15
2.9.1 กรรมวิธีการผลิต	15
2.9.2 ลักษณะและความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์	16
2.9.3 ชนิดและคุณสมบัติของวัตถุดิบ	16
2.9.4 คำนึงถึงสภาพและลักษณะของดินฟ้าอากาศและสิ่งแวดล้อม	16
2.10 ข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส	16
2.10.1 ข้อผิดพลาดในการเตรียมงานก่อนลงมือทำงาน	16
2.10.2 ข้อผิดพลาดในขณะลงมือทำ	17
2.10.3 ข้อผิดพลาดในระหว่างรอให้โพลี เอสเตอร์เรซิ่นแข็งตัว	18
2.10.4 ข้อผิดพลาดในการถอดแบบ	18
2.10.5 ข้อผิดพลาดหลังจากถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแล้ว	19
210.6 ข้อผิดพลาดในการออกแบบและเสริมกำลัง	19
2.11ทฤษฎีและหลักการคำนวณหาความต้านทานและแรงม้าเรือ	20
2.11.1 ความต้านทานของเรือ	20
2.11.2 แรงม้าต่าง ๆ ภายในเรือ	21
2.12 ตัวประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความต้านทาน	24
2.12.1 สัมประสิทธิ์การผลักน้ำ	24
2.12.2 ความต้านทานเนื่องจากลม	25
2.12.3 ความต้านทานเนื่องจากน้ำตื้น	25
2.12.4 ตัวประกอบอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความต้านทาน	25
2.13 การขับเคลื่อน	26
2.14 ใบจักรเรือ	26
2.14.1 พิชของใบจักรเรือ	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.14.2 เนื้อที่คลี่แบน	28
2.14.3 เนื้อที่ โปรเจคเตด	28
2.15 แรงลอยตัว	29
2.15.1 แนวของแรงลอยตัว	29
2.15.2 เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยอยู่บนน้ำ	30
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	32
3.1 การออกแบบทางด้านโครงสร้าง	32
3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของเรือ	32
3.1.2 การออกแบบสายพานลำเลียง	34
3.1.3 การออกแบบการวางมอเตอร์ขับเคลื่อน	37
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	39
4.1 แบตเตอรี่	39
4.2 รีโมทคอนโทรล	40
4.3 การเคลื่อนที่ของเรือ	41
4.3.1 การขับเคลื่อนไปข้างหน้า	41
4.3.2 การเลี้ยวซ้าย	41
4.3.3 การเลี้ยวขวา	42
4.4 การเก็บขยะของเรือเก็บขยะ	42
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	44
5.1 สรุป	44
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	44
5.3 แนวทางการพัฒนา	45
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	46
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	52
ภาคผนวก ค แผนผังการทำงานและโปรแกรมควบคุมการทำงาน	60
ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก จ ความหนืดไคเนแมติค และความแน่นมวลน้ำ	73
ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน	76
ภาคผนวก ช รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	80
บรรณานุกรม	90
ประวัติผู้แต่ง	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ	4
ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ	7
ตารางที่ 2.2 (ต่อ) คุณสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปร่างโฟโตคัปเปลอร์	6
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน	9
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม	10
รูปที่ 2.4 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร	10
รูปที่ 2.5 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน	11
รูปที่ 2.6 การควบคุมแรงดันไฟตรงแบบอาร์เมเจอร์	12
รูปที่ 2.7 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก	13
รูปที่ 2.8 ชนิดของแบตเตอรี่	15
รูปที่ 2.9 แนวแรงลอยตัว	30
รูปที่ 2.10 เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยอยู่บนน้ำ	31
รูปที่ 3.1 รูปด้านข้างของเรือ	32
รูปที่ 3.2 รูปด้านหน้าของเรือ	32
รูปที่ 3.3 รูปด้านบนของเรือ	33
รูปที่ 3.4 ลักษณะของทุ่น	33
รูปที่ 3.5 การเชื่อมทุ่นการโดยการหล่อไฟเบอร์กลาสตรงกลาง	34
รูปที่ 3.6 การเย็บยางติดกันตรงปลายสาย	35
รูปที่ 3.7 ลักษณะของลูกกลิ้ง	35
รูปที่ 3.8 ลักษณะการจัดชุดขับแบบต่อตรง	36
รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบโครงร่างสายพาน	37
รูปที่ 3.10 ลักษณะการวางมอเตอร์ขับเคลื่อน	38
รูปที่ 4.1 แบตเตอรี่ที่ใช้จ่ายแรงดันและกระแสให้กับเรือเก็บขยะ	40
รูปที่ ก.1 การวางอุปกรณ์และการต่อใช้งานของเรือเก็บขยะ	47
รูปที่ ก.2 ด้านบนของเรือเก็บขยะ	47
รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของเรือเก็บขยะ	48
รูปที่ ก.4 ด้านข้างของเรือเก็บขยะ	48
รูปที่ ก.5 ด้านหลังของเรือ	49

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.6 การทดลองเก็บขยะ	49
รูปที่ ก.7 การทดลองเลี้ยวซ้าย	50
รูปที่ ก.8 การทดลองเลี้ยวขวา	50
รูปที่ ก.9 การทดลองเคลื่อนที่ไปข้างหน้า	51
รูปที่ ข.1วงจรควบคุม	53
รูปที่ ข.2 วงจรอินพุต	54
รูปที่ ข.3 เซนเซอร์วัตถุ	54
รูปที่ ข.4 วงจรเตือนระดับน้ำหนักบรรทุกพิกัด	55
รูปที่ ข.5 ภาครับรีโมท	55
รูปที่ ข.6 ภาคส่งของรีโมท	56
รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรควบคุมหลัก	57
รูปที่ ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์วงจรควบคุมหลัก	57
รูปที่ ข.9 แผ่นวงจรตรวจสอบน้ำหนัก	58
รูปที่ ข.10 ตำแหน่งตรวจอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบน้ำหนัก	58
รูปที่ ข.11 วงจรตรวจสอบแบตเตอรี่	59
รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบแบตเตอรี่	59
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ	61
รูปที่ ค.1(ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ	62
รูปที่ ค.1(ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ	63
รูปที่ ค.1(ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ	64
รูปที่ ค.1(ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ	65
รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานรวม	66
รูปที่ ค.3 โปรแกรมการทำงาน	68
รูปที่ ฉ.1 รูปเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล	77
รูปที่ ฉ.2 รีโมทคอนโทรล	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันขยะในแหล่งน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำเน่าเสียซึ่งก่อให้เกิดเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในแหล่งน้ำมีขยะอยู่หลายชนิด ทั้งขยะที่ย่อยสลายง่ายและขยะที่ย่อยสลายยาก ซึ่งขยะดังกล่าวส่วนใหญ่มาจากการกระทำของมนุษย์เอง

การกำจัดขยะในแหล่งน้ำปัจจุบันเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล มีประสิทธิภาพในการเก็บขยะน้อยมาก เก็บได้ในปริมาณที่น้อย และวัสดุที่ใช้ในการประกอบยังไม่เหมาะสม ยังไม่สามารถรับน้ำหนักปริมาณมากๆได้ ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาออกแบบและจัดสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลขึ้น

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถเก็บขยะได้ปริมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อครั้ง

2) ตัวเรือออกแบบโดยการใช้ไฟเบอร์กลาส

3) ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ บังคับการทำงานด้วยรีโมทคอนโทรลได้ระยะ 30 เมตร

4) การขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์กระแสตรงบังคับการเลี้ยวด้วยการสลับการทำงานของมอเตอร์

5) การเก็บขยะใช้หลักการขยะที่ลอยอยู่เหนือน้ำแล้วลำเลียงเก็บด้วยสายพานลำเลียง

6) มีระบบเตือนพลังงานเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ

7) สามารถเก็บขยะได้ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

8) บังคับด้วยรีโมทความถี่ 49 MHz

9) มีระบบเตือนเมื่อเรือบรรทุกน้ำหนักเกิน

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อความสะดวกในการศึกษาและการทำความเข้าใจ ในแต่ระบบจะประกอบด้วยเนื้อหาที่สำคัญดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ประกอบด้วยเนื้อหาทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คือ เนื้อหาข้อมูลทางทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89CH052 ทั้งสถาปัตยกรรมโครงสร้าง การทำงานตลอดจนรายละเอียด การทำงานของชุดคำสั่งที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ ทฤษฎีหลักการทำงานวงจรเครื่องควบคุมระยะไกล ทฤษฎีหลักการ DC Motor ทฤษฎีการออกแบบโครงสร้างและส่วนประกอบของเรือ

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่องขั้นตอน การประกอบและการสร้างเรือ การออกแบบและการสร้างวงจรควบคุมระยะไกล การออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเรือและอื่นๆ เพื่อให้ผู้อ่านได้เข้าใจถึงวิธีการในการออกแบบการสร้างเพื่อพัฒนา หรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพเพิ่ม

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ประกอบด้วยขั้นตอนในการทำการทดลอง การทำงานในส่วนต่างๆ ของเรือ ได้แก่ การทดลองการทำงานของวงจรควบคุมระยะไกล การทดลองการทำงานของมอเตอร์ การทดลองการทำงานของโปรแกรม รวมถึงการทดลองและบันทึกผลการใช้งานเรือเก็บขยะ

บทที่ 5 บทสรุปปัญหา แนวทางแก้ไขพัฒนา กล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงานของผู้จัดทำ และแนวทางการแก้ไขที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ในด้านต่างๆ

ในภาคผนวกแสดงรายระเอียดของวัสดุอุปกรณ์รายละเอียดโปรแกรมรายละเอียดการทำเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล และส่วนต่างๆที่ใช้จัดทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แผนผังการทำงานและโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ภาคผนวก ง รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก จ ความหนืดไดเนแมติค และความแน่นมวลน้ำ

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงาน โดยประกอบไปด้วยเรื่อง การออกแบบเรือ หลักการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มอเตอร์กระแสตรง แบตเตอรี่ ซึ่งกล่าวรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 ไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051

1) เป็นไมโครคอลโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต

2) มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรผลิตสัญญาณนาฬิกาภายในไอซี

3) มีขาสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตจำนวน 32 บิต

4) สามารถเชื่อมต่อหน่วยความจำจากข้อมูลภายนอก (External Data Memory) โดยจะอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 Kbytes

5) สามารถเชื่อมหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (External Program Memory) โดยจะอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ถึง 64 Kbytes

6) มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในตัว (On-Chip Program Memory) ขนาด 4 kbyte โดยเฉพาะเบอร์ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 8 Kbytes และสำหรับเบอร์ 8031 และ 8032 นั้นจะไม่มีหน่วยความจำในส่วนนี้

7) มีหน่วยความจำข้อมูลภายในตัว (On-chip Data Memory) ขนาด 128 ไบต์ โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีหน่วยความจำในส่วนนี้ถึง 256 ไบต์

8) หน่วยความจำข้อมูลภายในบางส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย ทำให้การจะควบคุมหรือการตรวจสอบสถานะบิตทำได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายมากขึ้น

9) ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ (Timer/Counter) ขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัวโดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะมีไทม์เมอร์เคาน์เตอร์จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) การอินเตอร์รัพต์สามารถทำได้จาก 5 แหล่งกำเนิด โดยเฉพาะเบอร์ 8032 และ 8052 จะทำการอินเตอร์รัพต์ได้ 6 แหล่งกำเนิด โดยการอินเตอร์รัพต์นั้นยังสามารถจะจัดระดับความสำคัญได้เป็น 2 ระดับ

11) มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมภายในตัวเอง ซึ่งทำงานเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)

12) มีคำสั่งในการคำนวนทางคณิตศาสตร์และทางตรรกศาสตร์

13) คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 MHz

14) ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ เพียงชุดเดียว

ตารางที่ 2.1 ไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4 k ROM	128 Byte	2
8031	-	128 Byte	2
8751	4 k EPROM	128 Byte	2
8052	8 k ROM	256 Byte	3
8032	-	256 Byte	3
8752	8 k EPROM	256 Byte	3

จากตารางที่ 2.1 แสดงจำนวนของหน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ และ TIMERS ของ ไมโครคอลโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

2.3 วงจรเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์

เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่แล้วนั้นตัวเซนเซอร์ที่ใช้จะมีหลักการทำงานโดยอาศัยการตรวจจับทางแสงและแสงที่นิยมตรวจจับมักเป็นแสงอินฟาเรดเพราะสามารถออกแบบวงจรได้ง่ายและการทำงานก็ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และอุปกรณ์สามารถหาได้ง่ายราคาถูกเซนเซอร์อินฟาเรดนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายอย่าง เซนเซอร์อินฟาเรดเป็นเซนเซอร์จะมีการทำงานถ้าหากได้รับแสงที่ตรวจจับได้เข้ามาจะเหมือนสวิตช์อีกตัวหนึ่งที่สามารถทำงานได้อัตโนมัติ อุปกรณ์เซนเซอร์ในปัจจุบันนั้นได้มีการพัฒนาเพื่อจะให้มีการใช้อุปกรณ์ทางกลร่วมอยู่ด้วยน้อย ที่สุดหรือใช้เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกือบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเซนเซอร์ไปประยุกต์ในการใช้งานนั้นทำได้มากมายเช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกระบวนการผลิตอัตโนมัติระบบควบคุมต่างๆระบบป้องกัน หรือเครื่องมืออำนวยความสะดวกต่างๆ

โฟโตคัปเปลอร์ (Photocoupler) คือ สิ่งประดิษฐ์ทางออปโตอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยภาคเปล่งแสงและภาครับแสงอยู่ในชิปเดียวกันแสงที่เปล่งออกมาจากภาคเปล่งแสงจะวิ่งเข้าสู่ภาครับแสง ภาคเปล่งแสงอาจจะอยู่ติดกับภาครับแสงในระยะใกล้ๆมากได้หรือจะอยู่ห่างกันบ้างก็ได้ แล้วแต่วัตถุประสงค์การออกแบบหน้าที่สำคัญของโฟโตคัปเปลอร์ คือ จะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นแสงด้วยภาคเปล่งแสง และเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่งด้วยภาครับแสง โฟโตคัปเปลอร์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ โฟโตไอโซเลเตอร์ (Photoisolator) และโฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ (Photointerrupter) ปัจจุบันมีการใช้งานโฟโตคัปเปลอร์กันอย่างแพร่หลายทั้งในงานอิเล็กทรอนิกส์และในงานวัดคุมอุตสาหกรรมต่างๆ ถ้าแบ่งโฟโตคัปเปลอร์ออกตามวิธีตัดแสงจะแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ โฟโตไอโซเลเตอร์ โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์

2.3.1โฟโตไอโซเลเตอร์

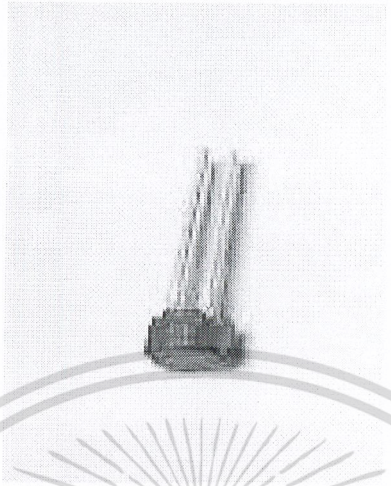
โฟโตไอโซเลเตอร์ ได้แก่อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยภาคเปล่งแสงและภาครับแสงที่อยู่ใกล้ชิดกันมากภานในภาชนะเดียวกันที่ปิดมิดชิด โดยแสงนั้นไม่มีการเล็ดลอดออกมาภายนอกเลยและแสงจากภายนอกไม่สามารถเข้าสู่ภายในโฟโตไอโซเลเตอร์เปรียบเสมือนอินเทอร์เฟส (Imterface) ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นแสง คือ เปลี่ยนพลังงานจากไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

2.3.2 โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์

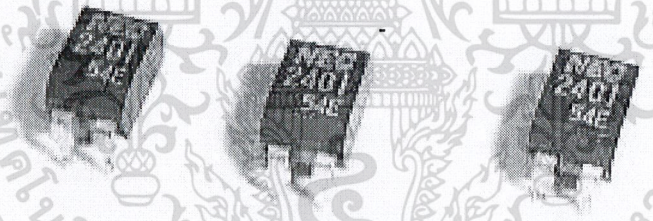
โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ ได้แก่ อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยภาคเปล่งแสงหรือเรียกว่าภาคส่งแสงและอุปกรณ์ภาครับแสงที่อยู่ห่างกันเป็นระยะไม่ไกลมากนัก เช่น ประมาณ 0.3-1 เซนติเมตร และบรรจุอยู่ภายในภาชนะที่เปิดออก โดยแสงนั้นสามารถถูกตัดขาดได้ ถ้ามีวัสดุ จากภายนอกมาวางกั้นขวางระหว่างภาคเปล่งแสงและภาครับแสงดังนั้นการใช้งานจึงสามารถเป็นเซนเซอร์ชนิดหนึ่งได้ เช่น ใช้ตรวจวัดว่ามีวัสดุผ่านเข้ามาหรือไม่ มีขนาดเท่าใด มีจำนวนเท่าใดตรวจหาตำแหน่งของวัสดุอยู่นั้นไหนหรือใช้เป็นเครื่องอ่านข้อมูลแบบโรตารีเอนโคดเดอร์ (Rotary encoder) นั้นก็และจะได้วิธีการใช้งานกว้างขวางมาก

จากรูปที่ 2.1 แสดงโฟโตคัปเปลอร์ที่ใช้งานกันทั่วไป ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดแสงตัดผ่านและชนิดแสงสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) ชนิดแสงตัดผ่าน



(ข) ชนิดแสงสะท้อน

รูปที่ 2.1 รูปร่างโฟโตคัปเปลอร์

โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์แบ่งตามความแตกต่างของโครงสร้างออกเป็นชนิดย่อยได้ 2 ชนิด คือ ชนิดแสงเดินตรง (Transmission type) และชนิดแสงสะท้อน (Reflection type)

1) โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงเดินตรง มีโครงสร้างจัดวางให้ภาคเปล่งแสงและภาครับแสงหันหน้าเข้าหากันในแนวตรง โดยอยู่ห่างกันเป็นระยะประมาณ 0.3-1 เซนติเมตร ถ้ามีวัสดุสิ่งของเข้ามากั้นอยู่กลางระหว่างภาคเปล่งแสงและภาครับแสงก็จะทำให้แสงถูกตัดขาด หรือความเข้มที่วิ่งเข้าสู่ภาครับแสงเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้รับทราบว่ามีวัสดุขวางกั้นแสงอยู่ตรงกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อน มีโครงสร้างจัดวางให้ภาคเปล่งแสงและภาครับแสงหันหน้าเข้าหากันในแนวเดียวกันแสงที่วิ่งออกจากภาคเปล่งแสงไปกระทบกับวัสดุสิ่งของและสะท้อนกลับสู่ภาครับแสงการวัดแสงสะท้อนจงใช้ตรวจวัสดุไป้จจุบันมีการโฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อนไปใช้ในเครื่องอ่านราคาสินค้าชนิดบาร์โค๊ดกันอย่างแพร่หลาย

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ

ภาคเปล่งแสง	ภาครับแสง	คุณสมบัติเด่น	อัตราส่วนถ่ายทอดกระแส	ความเร็วตอบสนอง
หลอดNe	CdSโฟโตเซลล์	1) ใช้ได้ทั้งACและDC 2) ราคาถูก 3) กินไฟฟ้ามาก 4) อายุสั้นตอบสนองช้า	-	ms~10 ms
LED แสงมองเห็น	CdSโฟโตเซลล์	1) ใช้ได้ทั้งACและDC 2) ราคาถูก 3) ตอบสนองช้า	-	ms~10 ms
LED แสงอินฟาเรด	โฟโตไดโอด	1) ตอบสนองเร็ว 2) เอาต์พุต เป็นเชิงเส้นดี	0.2~0.3%	หลาย 10 ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) คุณสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ

LED แสงอินฟาเรด	โฟโตทรานซิสเตอร์	1) ตอบสนองเร็ว 2) ราคาถูก	10%-100%	1μs-10μs
LED แสงมองเห็น	โฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดมีเบส	1) ความเร็วตอบสนองขึ้นอยู่กับความต้านทานที่ขาเบส	10%-100%	1μs-10μs
LED แสงอินฟาเรด	โฟโตดาร์ลิงตัน	1) กระแสมืดมีค่ามาก 2) ตอบสนองเร็ว	100%-1000%	1μs-10μs
LED แสงอินฟาเรด	โฟโตไทริสเตอร์	1) ควบคุมสัญญาณAC ได้โดยตรง 2) ใช้กับงานไฟฟ้ากำลัง	-	-
LED แสงอินฟาเรด	โฟโต FET	1) ใช้ได้ทั้งACและDC 2) ตอบสนองเร็ว	-	15μs

จากตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน

คุณสมบัติอย่างหนึ่งของโฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ คือ สามารถวัดข้อมูลได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัสดุมีรูปร่างขนาดเล็ก มีความเที่ยงตรงสูง มีขั้วเอาต์พุตก็สามารถต่อไปสู่ IC ชนิด TTL หรือ CMOS ได้โดยตรง ภาคเปล่งแสงนิยมใช้ LED ชนิด GaAs (ให้แสงอินฟาเรด) หรือ GaP (ให้แสงสีแดงและราคาถูก) LED ชนิด GaP มีข้อด้อยกว่าชนิด GaAs ตรงจุดที่ชนิด GaP ให้แสงเอาต์พุตความเข้มน้อยกว่า ดังนั้นถ้ามีแสงรบกวนจากภายนอกมากๆอาจจะทำงานผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามผู้ใช้ควรเลือกชนิด LED ให้เหมาะสมกับวัสดุที่จะตัดแสงจาก LED จะต้องไม่ทะลุผ่านวัสดุ

ทางด้านรับแสงนิยมใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ และอาจจะต่อให้เป็นแบบดาร์ลิงตันเพื่อที่จะได้เพิ่มขนาดเอาต์พุตแต่ความเร็วในการตอบสนองจะช้ากว่าการใชโฟโตทรานซิสเตอร์ธรรมดาในปัจจุบันมีการผลิตโฟโตอินเตอร์รัปเตอร์และไอซีสำหรับขยายสัญญาณอยู่ในชิปเดียวกัน จึงสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานมาก ช่องว่างที่เราจะใช้วัสดุกั้นมีขนาดความกว้าง 0.3 เซนติเมตร และมีขนาดความลึกประมาณ 0.75 เซนติเมตร

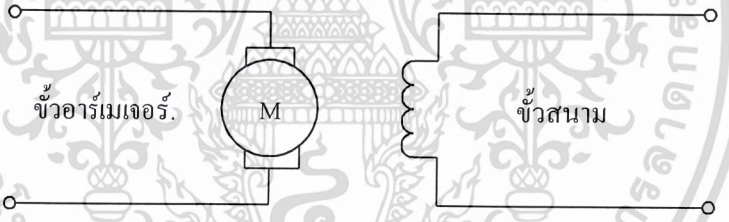
2.4 มอเตอร์กระแสตรง

2.4.1 ประเภทของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงนั้น สามารถจำแนกออกได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการสร้างที่รู้จักกันเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบัน คือ มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร แบบขนาน แบบอนุกรม และแบบผสม

2.4.2 มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน

มอเตอร์แบบนี้สามารถปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างอิสระต่อกระแสอาร์เมเจอร์จะเป็นผลทำให้สามารถควบคุมพารามิเตอร์ของมอเตอร์ให้มีค่าคงที่ได้ ตลอดช่วงพิสัยที่กว้างมอเตอร์ชนิดนี้จึงมักจะใช้ในงานระบบที่ควบคุมการเคลื่อนที่ที่ต้องการแรงบิดสูง โดยโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนานแสดงได้ดังรูปที่ 2.2

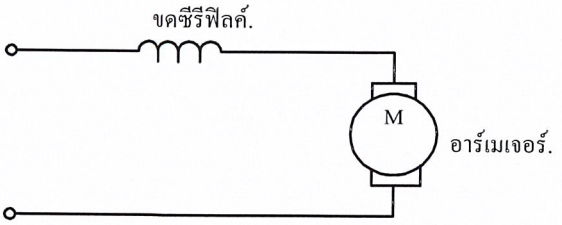


รูปที่ 2.2 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน

2.4.3 มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบนี้จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแส ดังนั้น เส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กจึงสามารถปรับค่าได้ ซึ่งเราจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและแรงบิดเป็นนอนลิเนียร์ (Non Linear) จึงเหมาะที่จะนำไปใช้งานในภาวะเฉพาะ คือ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง เช่น ระบบการขับเคลื่อนของรถลาก เป็นต้น โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม แสดงได้ดังรูปที่ 2.3

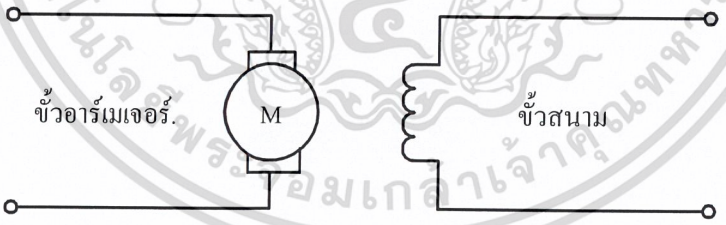
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม

2.5 มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

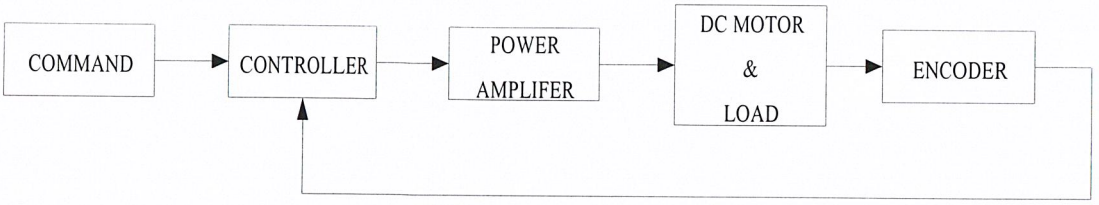
มอเตอร์แบบนี้จะใช้การกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งต่างจากที่กล่าวมาข้างต้นที่ใช้ขดลวดซีรีย์ฟิลด์ ซึ่งจะให้เส้นแรงของฟิลด์มีค่าคงที่ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างขนาดของกระแสอาร์เมเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่ด้วยซึ่งมีข้อดี คือ ไม่มีกำลังสูญเสียในขดฟิลด์ และยังจะประสิทธิภาพสูงกว่า และมีขนาดเล็กกว่า เมื่อเทียบกับแบบใช้ขดลวดในการกระตุ้นที่มีขนาดกำลังม้าเท่ากัน จึงเหมาะกับงานที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร แสดงได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน



รูปที่ 2.5 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน

จากรูปที่ 2.5 อธิบายได้ดังนี้

1) ตัวควบคุม เป็นระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมนำไปบังคับมอเตอร์กระแสตรงและตัวภาระ ซึ่งอาจจะเป็นแอนะลอกหรือดิจิตอลก็ได้

2) Power Amplier หรือส่วนตัวขับ ทำหน้าที่ปรับปรุงและขยายสัญญาณให้เหมาะสมขึ้นก่อนที่จะป้อนไปขับมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งสามารถแยกเป็นลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิไพล์และพัลส์วิดท์โมดูเลชั่น

3) Linear Power Amplier เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบต่อเนื่อง แต่ก็จะมีความสูญเสียทางกำลังงานสูง เพราะเนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงาน ทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวมัน

4) พัลส์วิดโมดูเลชั่น เป็นสวิทชิ่งแอมปลิไฟล์ คือ การควบคุมโวลท์เตจของมอเตอร์โดยการปรับ Duty Cycle ของโวลท์เตจที่จ่ายให้มอเตอร์ และให้มันทำงานทุกๆ ภาวะอิ่มตัวหรือภาวะไม่นำกระแส ด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อย เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้ และเมื่อหยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมจะประมาณเท่ากับ VCC ดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมากประมาณศูนย์แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดีและความถี่ต้องคงที่ไม่เช่นนั้นอาจเกิดออสซิเลทขึ้นได้

5) มอเตอร์กระแสตรงและโหลด คือ ระบบที่ถูกคอนโทรลหรือส่วนที่ออกแรงทำงานซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกล

6) Encoder หรือเรียกว่าฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์ ใช้สำหรับรับรู้และตรวจจับสัญญาณทางเอาต์พุต ที่ต้องการโดยจะไม่มีผลของการโหลดดิ้ง (Loading) สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

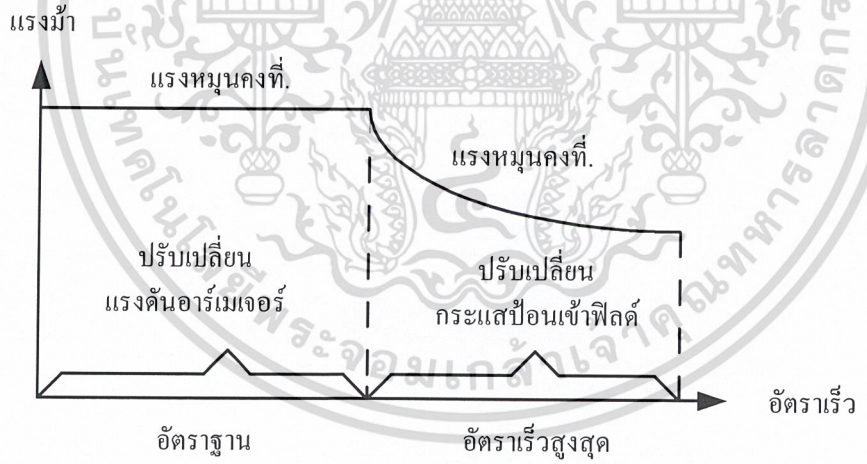
เพื่อไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงเพื่อควบคุมมอเตอร์อีกที ซึ่งฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์นี้จะแบ่งเป็นอนาลอกและดิจิตอล

2.7 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงทำได้ 2 วิธี คือ

2.7.1 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วมอเตอร์กระแสตรงแปรผันตรงกับแรงดันที่ได้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ดังนั้นเราจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์มีค่าคงที่ตลอดช่วงความเร็วเมื่อกระแสอาเมเจอร์มีค่าเท่ากับค่าสูงสุด ส่วนกำลังออกของมอเตอร์นั้นจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 2.6โดยจะมีกำลังที่ ออกมาสูงสุดโดยเราให้มีความเร็วที่กำหนดการควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

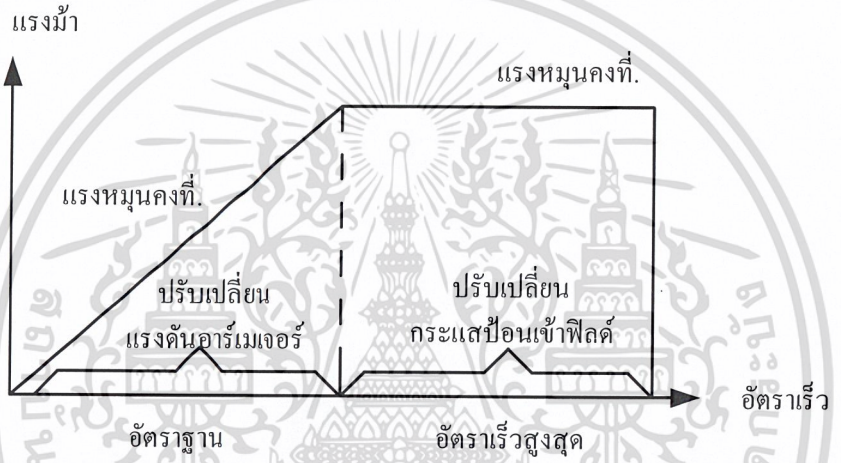


รูปที่ 2.6 การควบคุมแรงดันไฟตรงแบบอาร์เมเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์เมื่อเราต้องการเพิ่มความเร็ว เราจะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวด การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง เพราะว่าขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2.7 วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูง โดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็นการโอเวอร์โหลดมอเตอร์



รูปที่ 2.7 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

2.8 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีต้นกำเนิดมาจากเซลล์ไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉายชนิดต่างๆและแบตเตอรี่รถยนต์ เป็นต้น

เซลล์ไฟฟ้า คือ ต้นกำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งแบ่งลักษณะการใช้งานได้ 2 ชนิด คือ

2.8.1 เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าที่เมื่อเรานำมาใช้งานจนหมดสภาพแล้วนั้น เราจะไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก อันได้แก่ ถ่านไฟฉายที่ใช้ไฟตรงทั่วไป

2.8.2 เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเมื่อเรานำมาใช้งานเราแล้วสามารถนำกลับมาใช้งานได้ใหม่อีกโดยการเติมประจุเข้าที่ตัวเซลล์ไฟฟ้านี้ ได้แก่ แบตเตอรี่รถยนต์
หรือถ่านนิเกิลแคดเมี่ยม ที่ใช้กับวิทยุบังคับ เครื่องเล่น หรือวิทยุมือถือ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนี้เซลล์ไฟฟ้านั้นแบบต่างๆที่นิยมใช้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

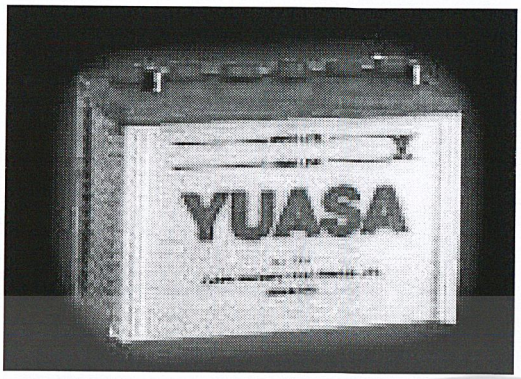
1) โวลตาอิก เซลล์ (Volic Cell) หรือบางทีเรียกว่า เซลล์เปียก (Wet Cell) คือ การนำเอาแผ่นโลหะ 2 แผ่น ที่ต่างชนิดกันมาทำเป็นขั้วอิเล็กโทรดนำไปจุมสารละลายกรดกำมะถันเจือจางที่เรียกว่า อิเล็กโตรไลท์ จะปรากฏผลทำให้ขั้วอิเล็กโทรดแผ่นหนึ่งแสดงประจุไฟฟ้าบวก และอีกแผ่นแสดงประจุลบ เมื่อเรานำเอาหลอดไฟฟ้ามาต่อที่ขั้วอิเล็กโทรดทั้ง 2 จะทำให้หลอดไฟสว่างได้ในระยะเวลาหนึ่งขั้วอิเล็กโทรดก็จะเสื่อมภาพ และผุกร่อนไปจนกระทั่งไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าออกมาได้ เซลล์แบบนี้เมื่อหมดสภาพการทำงานแล้ว ถ้าจะนำมาใช้ใหม่สามารถทำได้แต่ที่เราจะต้องทำการเปลี่ยนขั้วอิเล็กโทรดทั้ง 2 แผ่น และละลายสารอิเล็กโตรไลท์ใหม่

2) เซลล์แห้ง (Dry Cell) จะใช้หลักการเดียวกับแบบโวลตาอิกเซลล์ เพียงแต่จะต่างกันตรงสารที่ใช้สารละลายอิเล็กโตรไลท์ที่เป็นลักษณะข้นเหนียว ซึ่งไม่เป็นของเหลวและบรรจุไว้ในกระบอกหุ้มด้วยสังกะสี และที่ฐานของสังกะสีนั้นจะมีฉนวนกั้นอยู่เพื่อไม่ให้แท่งคาร์บอนที่อยู่ตรงกลางกระบอกที่มีสารอิเล็กโตรไลท์ข้นเหนียวหุ้มอยู่ไปสัมผัสกับแผ่นโลหะสังกะสี โดยแท่งคาร์บอนนั้นจะเป็นสารอิเล็กโทรดขั้วบวก และโลหะสังกะสีจะเป็นขั้วลบเซลล์แห้งส่วนมากจะมีค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมาใช้งานประมาณ 1.5 โวลต์ หรือบางทีเรียกเซลล์ชนิดนี้ว่า เซลล์แบบสังกะสี กับถ่าน

3) เซลล์ไฟฟ้าแบบอัลคาไลน์ (Alkaline Cell) บางทีเรียก ว่า นิเกิล-ไอออน เซลล์ หรือเรียกว่า เอดิสันเซลล์แบบนี้ใช้ นิเกิลไดออกไซด์เป็นอิเล็กโทรดขั้วบวก และเหล็กบริสุทธิ์ โดยเราใช้เป็นอิเล็กโทรดขั้วลบในการใช้งานอย่างต่อเนื่อง ส่วนอิเล็กโทรดขั้วลบจะเปลี่ยนเป็นเหล็กออกไซด์และอิเล็กโทรดขั้วบวกจะเปลี่ยนเป็นนิเกิลออกไซด์อัลคาไลท์เซลล์สามารถผลิตให้มีประจุไฟฟ้าได้เต็มที่ 1.37 โวลต์ ซึ่งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าตกคร่อมขณะใช้งาน 1 โวลต์ โดยจะถือว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ปรกติ คือ 1.2 โวลต์ เราจะพบเห็นอัลคาไลน์เซลล์นำไปใช้งาน เช่น ถ่านไฟฟ้าที่ใช้กับแฟลตถ่ายรูป หรือใช้กับวิทยุรับและส่งแบบมือถือ เป็นต้น อัลคาไลน์เซลล์ยังสามารถนำไปใช้เป็นเซลล์ไฟฟ้าแบบเซลล์ปฐมภูมิแบบแห้ง หรือเซลล์ทุติยภูมิได้ โดยชนิดอัลคาไลน์แห้งที่เรารู้นั้นก็ คือ เซลล์ไฟฟ้าแบบนิเกิล-แคดเมียม เซลล์แบบนี้จะใช้อิเล็กโทรดขั้วบวกทำมาจาก นิเกิลไดออกไซด์ใช้ผสมกับสารอิเล็กโทรดขั้วลบทำมาจากแคดเมียมบริสุทธิ์ซึ่งจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.2 โวลต์

4) แบตเตอรี่ (Battery) เป็นเซลล์ไฟฟ้าชนิดทุติยภูมิ เมื่อเรานำเอาแบตเตอรี่ไปใช้งานแล้วจนแรงเคลื่อนไฟฟ้าหมดแล้ว เราสามารถที่ทำการเก็บประจุไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า ชาร์จประจุใหม่ได้ อีก โดยโครงสร้างของแบบเตอรี่จะประกอบด้วยแผ่นธาตุแช่อยู่ในกำมะถัน แผ่นอิเล็กโทรดขั้วบวกทำมาจากแผ่นตะกั่วเปอร์ออกไซด์ และแผ่นอิเล็กโทรดขั้วลบจะทำมาจากแผ่นตะกั่ว (Lead) ภายในตัวแบตเตอรี่จะแบ่งเป็นช่องๆ หลายๆ ช่องเพื่อบรรจุเซลล์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบตเตอรี่แบบเซลล์

(ข) แบตเตอรี่รีโมท

รูปที่ 2.8 ชนิดของแบตเตอรี่

2.9 หลักการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

ในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสสิ่งต่างๆ ที่จะต้องคำนึงถึงคือ

1) คำนึงถึงกรรมวิธีการผลิต

2) ควรคำนึงถึงลักษณะและความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่จะเป็นไปตามความต้องการ

3) คำนึงถึงชนิด และคุณสมบัติของวัตถุดิบ

4) คำนึงถึงสภาพและลักษณะของดินฟ้าอากาศและสิ่งแวดล้อม

2.9.1 กรรมวิธีการผลิต

ควรเลือกกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสมกับชนิดของงานที่จะทำ จำนวนการผลิต ความสามารถของคนงานและอื่นๆที่จะมีผลต่อค่าใช้จ่ายและคุณภาพของงานกรรมวิธีการผลิตมีหลายวิธีแต่ที่นิยมใช้และเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันของประเทศไทยมีดังนี้

1) กรรมวิธีการผลิตแบบใช้มือทำ

2) กรรมวิธีการผลิตแบบใช้เครื่องพ่น

2.9.2 ลักษณะและความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์

ในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสเราจะต้องรู้ถึงความต้องการ (Requirement) ก่อนว่าผลิตภัณฑ์ที่จะทำขึ้นมานั้นจะต้องมีรูปร่างลักษณะเช่นไรมีการใช้งานอย่างไรมีสีสันเป็นอย่างไรทึบแสงหรือโปร่งแสงต้องทนต่อแรงกดดัน หรือแรงกระแทกมากเท่าไรต้องมีคุณสมบัติพิเศษเช่นไรบ้าง เป็นต้นว่าต้องทนกรดด่างหรือว่าสารเคมีหรือว่าต้องทนไฟ ทนความร้อนแค่ไหน ด้วยเหตุนี้เราจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้ความรอบคอบในการเลือกใช้วัสดุในการทำและวิธีทำรวมทั้งกรรมวิธีต่างๆที่จะทำให้ผลิตผลนั้นใช้งานได้ถูกต้องตามความประสงค์ให้มากที่สุด สวยงามมากที่สุด และมีราคาต้นทุนต่ำที่สุด

2.9.3 ชนิด และคุณสมบัติของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่จะใช้งานในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสมีมากมาย เพราะฉะนั้นการที่จะเลือกวัตถุดิบให้ถูกต้องในการใช้งานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

2.9.4 คำนึงถึงสภาพและลักษณะของดินฟ้าอากาศและสิ่งแวดล้อม

ในภาคปฏิบัติสภาพลักษณะของดินฟ้าอากาศและสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการทำงานด้านผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสทั้งนี้เพราะการทำปฏิกิริยาทางเคมีของโพลีเอสเตอร์เรซิ่นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นของอากาศ สถานที่ที่ทำการผลิต เป็นต้นว่า ทำภายนอกหรือภายในโรงงาน ทำบนพื้นดินหรือใต้พื้นดิน

ความผิดพลาดโดยทั่วๆ ไป เกิดขึ้นเพราะโพลีเอสเตอร์เรซินไม่แข็งตัวเลยหรือแข็งตัวช้าเกินไปทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา เช่น เกิดฟองอากาศมากหรือสีเจลโค๊ตที่พ่นไว้พองลอกหลุดออกมาจากแม่แบบ ทำให้เกิดความเสียหายทางด้านความสวยงาม บางทีโพลีเอสเตอร์เรซิ่นแข็งตัวแต่ไม่ยอมแห้งสนิท (Undercured) เป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและคุณภาพของไฟเบอร์กลาสนั้นมีคุณภาพด้อยลงไปทำให้ความแข็งแรงหรือความคงทนต่างๆ ไม่ดีเท่าที่ควร

2.10 ข้อผิดพลาดต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ในการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

1) ข้อผิดพลาดในการเตรียมงานก่อนลงมือทำงาน
2) ข้อผิดพลาดในขณะลงมือทำงาน
3) ข้อผิดพลาดในระหว่างรอให้โพลีเอสเตอร์เรซิ่นแข็งตัว
4) ข้อผิดพลาดในการถอดแบบ
5) ข้อผิดพลาดหลังจากถอดแบบแล้ว
6) ข้อผิดพลาดในการออกแบบ และการเสริมกำลัง

2.10.1 ข้อผิดพลาดในการเตรียมงานก่อนลงมือทำงาน

ในการเตรียมงานหรือก่อนจะเริ่มลงมือทำงานนั้น สิ่งที่เราจะต้องคำนึงถึง คือ

1) สภาพของสถานที่

เป็นต้นว่าถ้าต้องทำงานภายนอก คำนึงถึงอุณหภูมิอากาศถ้าร้อนมากโพลีเอสเตอร์เรซินจะแข็งตัวเร็วถ้าอากาศเย็นจะแข็งตัวช้า หรือไม่แข็งตัวเลยในโรงงานทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

มาตราฐาน จะมีห้องอบซึ่งมีอุณหภูมิภายในประมาณ 50° - 60° C ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพดินฟ้าอากาศที่แปรปรวน และเพื่อให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ดีเท่ากัน

2) เครื่องมือ

จะต้องเตรียมไว้ให้ครบถ้วนและอยู่ใกล้มือเพราะลงมือทำงานแล้วจะไม่มีเวลาพอที่จะเสาะหาเครื่องมือที่ไม่ได้เตรียมเอาไว้ให้ครบ เพราะโพลีเอสเตอร์เรซินจะแข็งตัวเสียก่อน

3) ใยแก้ว

จะต้องตัดขนาดของใยแก้วให้เข้ากับขนาดของชิ้นส่วนที่จะทำเสียก่อนแล้วเรียงหรือพับไว้ให้ดีในที่ๆ หยิบจับได้ง่าย และปลอดภัยต่อสิ่งที่ไม่คาดฝันจะเกิดขึ้น เช่น ฝนตกเปียก หรือวางบนพื้นที่สกปรกเป็นดินหรือทราย เป็นต้น

4) โพลีเอสเตอร์เรซิน

จะต้องเตรียมโพลีเอสเตอร์เรซินใส่ภาชนะที่เทได้สะดวกและผสมได้ง่าย จะต้องมีเครื่องตวงหรือวัดสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวทำปฏิกิริยาเพื่อผสมให้ถูกส่วน และจะต้องเตรียมอาซีโทนและบรรจุภาชนะสำหรับล้างมือและเครื่องมือไว้ให้พร้อม

5) แม่แบบ

จะต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี ถ้าเสียหายจะต้องซ่อมแซมเสียก่อน เพราะถ้าทำชิ้นงานออกมาแล้วจะต้องมาแก้ไขส่วนที่เสียหาย ซึ่งออกมาเหมือนแม่แบบทุกครั้งไป จะต้องเสียเวลามากขึ้นคือต้องโป๊วขัดบริเวณที่เสียหายก่อนและหากตรวจพบว่าส่วนที่เสียหายนั้นจะใช้ดินน้ำมันอุดแทนเป็นการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าก่อนก็ได้

2.10.2 ข้อผิดพลาดในขณะลงมือทำ

1)จะต้องกำหนดเวลาประมาณการทำงานของช่วงงานแต่ละช่วงนั้นจะต้องให้พอเหมาะกับระยะเวลาที่มีอยู่ คือ กำหนดเวลาในการทำงานให้เหมาะกับการแข็งตัวของโพลีเอสเตอร์เรซิน

2) เมื่อถึงเวลาในการลงมือทำงานจะต้องลำดับช่วงของงานให้เป็นไปตามที่ควรจะเป็น เช่น ทาโพลีเอสเตอร์เรซินจากที่สูงลงมาหาที่ต่ำ เพื่อไม่ให้โพลีเอสเตอร์เรซินไหลไปกองอยู่ด้านล่างมากเกินไป หรือ ทาโพลีเอสเตอร์เรซินจากด้านหนึ่งไปหาอีกด้านหนึ่งซึ่งจะได้รีดฟองอากาศได้สะดวก

3) จะต้องกำหนดส่วนผสมให้มีอัตราส่วนพอดีกับงาน คือ มีเวลาทำงานได้ทันกับการแข็งตัวของโพลีเอสเตอร์เรซิน เช่น โพลีเอสเตอร์เรซินที่ใช้ควรผสมตัวเร่งปฏิกิริยา1-2% และโมโนสไตรีน 10-15% ไว้ก่อนได้เลยปริมาณการใช้โพลีเอสเตอร์เรซินแต่ละครั้งไม่ควรเกิน 1 กก. ชิ้นงานเล็กเราอาจใช้เพียง 100 –200 ก. และตัวทำปฏิกิริยาควรเริ่มต้นที่ 1% ก่อนจากนั้นจึงปรับให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48309

4) จะต้องพิถีพิถันกับการไล่ฟองอากาศออกจากเส้นใยแก้วทั้งหมด เพราะฟองอากาศนั้นจะทำให้ชิ้นงานด้อยคุณภาพไป หากโพลีเอสเตอร์เรซินข้นเกินไปจะทำให้การไล่ฟองอากาศออกยาก ให้เติมโนโนสไตรีนลงไปอีก แต่ทั้งหมดไม่ควรเกิน 15%

5) จะต้องระมัดระวังความปลอดภัย เป็นต้นว่าใส่เครื่องป้องกันไม่ให้โพลีเอสเตอร์เรซินและสารเคมีอื่นๆ กระเด็นเข้าตา และควรใช้ผ้าปิดจมูกป้องกันฝุ่นละอองเศษใยแก้ว และไอระเหยของสารเคมีจากการหายใจเข้าไป

6)ในการล้างเครื่องมือนั้นจะต้องทำให้สะอาดปราศจากความเหนียวเหนอะของโพลีเอสเตอร์ที่ติดอยู่ เพราะมิฉะนั้นแล้วโพลีเอสเตอร์เรซินจะแข็งตัวทำให้เครื่องมือเครื่องใช้เสียหายใช้ไม่ได้

2.10.3 ข้อผิดพลาดในระหว่างรอให้โพลีเอสเตอร์เรซินแข็งตัว

ในระยะที่โพลีเอสเตอร์เรซินกำลังแข็งตัวนี้ เป็นระยะที่อันตรายที่สุด

1) ถ้ามีการขยับแม่แบบ หรือจะถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบจะทำให้โพลีเอสเตอร์เรซิ่นนั้นไม่เกาะกับใยแก้ว เนื้อโพลีเอสเตอร์เรซิ่นจะแตกหัก และทำให้เกิดรอยย่นสีขาวและชิ้นงานนั้นจะเสียกำลัง และจะไม่คงทนต่อดินฟ้าอากาศหรือสิ่งที่กัดกร่อนอื่นๆ เช่นแสงอุลตราไวโอเลตกรดและด่าง เป็นต้น

2) ในระยะที่โพลีเอสเตอร์เรซิน เริ่มแข็งตัวได้ที่พอสมควรแล้ว นั้นจะต้องรีบใช้มีดคมๆ หรือมีดคัตเตอร์ตัดขอบที่ยื่นออกไปจากแม่แบบให้เสมอขอบ แต่ถ้าโพลีเอสเตอร์เรซินยังแข็งตัวไม่พอจะทำให้เกิดการร่อนของชิ้นงานออกจากแม่แบบได้ ทำให้ชิ้นงานเบี้ยวหรือเสียรูปทรง และถ้าหากว่าปล่อยโพลีเอสเตอร์เรซินแข็งตัวจนเกินไป การตัดขอบด้วยมีดจะทำไม่ได้ ต้องใช้เลื่อยตัด และขัดแต่งด้วยตะไบ ซึ่งต้องเสียเวลามากและทำงานไม่สะดวกด้วย

3) ในระยะที่โพลีเอสเตอร์เรซินยังไม่แข็งตัวดีถ้าวางแม่แบบไม่ดีบิดเบี้ยวหรือเอียงแล้วชิ้นงานซึ่งจะแข็งตัวจะมีลักษณะเดียวกับแม่แบบที่ตั้งไว้

4)ในระหว่างที่รอให้โพลีเอสเตอร์เรซินเริ่มแข็งตัวถ้าเกิดมีอากาศแปรปรวนเกิดขึ้นเช่นฝนตกหรือเกิดอุณหภูมิลดลงอย่างฉับพลัน เป็นต้น จะต้องรีบแก้ไขโดยด่วน ทางที่ดีที่สุด คือ เร่งปฏิกิริยาโดยให้ความร้อนเพิ่ม เช่นใช้เปิดไฟสปอตไลท์หรือหลอดไฟฟ้าแรงเทียนสูงๆ ส่องไปที่ชิ้นงาน หรือ ใช้เครื่องเป่าลมร้อน เป็นต้น เพราะการจะเร่งปฏิกิริยาโดยเติมตัวทำปฏิกิริยาให้มากขึ้นย่อมทำไม่ได้แล้ว (หากมีห้องอบจะตัดปัญหาดังกล่าวได้ทั้งหมด)

2.10.4 ข้อผิดพลาดในการถอดแบบ

1)ในระยะที่ชิ้นงานที่หล่อยังไม่แข็งตัวเต็มที่ถ้ารีบถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแล้วชิ้นงานนั้นอาจจะเสียรูปทรงได้หากวางไม่ได้ระดับวางเอียง และเมื่อโพลีเอสเตอร์เรซินแข็งตัวสนิทหมดปฏิกิริยาแล้ว ชิ้นงานนั้นจะไม่คืนรูปอีกต่อไปนั่น คือ เสียรูปทรงบิดเบี้ยวไปเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2)ไม่ควรรีบถอดแบบถ้ามีการถอดชิ้นงานออกจากแบบโดยไม่รอให้โพลีเอสเตอร์เรซินแข็งตัวเต็มที่แล้วการหดตัวของเนื้อไฟ เบอร์กลาส (4-5%) จะทำให้ชิ้นงานนั้นเสียรูปทรงได้

3)ในการถอดแบบจะต้องแกะชิ้นงานออกจากแม่แบบและจะต้องเอาชนะแรงดึงดูดระหว่างผิวแม่แบบและผิวชิ้นงานให้ได้จึงจะถอดชิ้นงานอได้ถ้าใช้กำลังในการงัดหรือเคาะอย่างแรงในบริเวณเดียวกันอาจจะทำให้ชิ้นงานหรือแม่แบบชำรุดเสียหายได้ วิธีการถอดแบบที่นุ่มนวลและดีที่สุด คือ การใช้น้ำ หรือ ลมอัดเข้าไปให้มีกำลังดันยกชิ้นงานขึ้นจากแม่แบบ

1) ความเอียงลาดของด้านตั้งชิ้นงานที่มีด้านตั้งเอียงลาดมากจะถอดแบบง่ายกว่า

2) ผิวแม่แบบจะต้องเรียบมัน จะช่วยให้ถอดแบบได้ง่าย

3) การทาหรือพ่นน้ำยาถอดแบบ พี.วี.เอ. ต้องให้คลุมทั่วผิวหน้า หรือการใช้ขี้ผึ้งถอดแบบต้องทาให้คลุมทั่วผิวหน้า และซึมเข้าไปในเนื้อของแม่แบบ โดยต้องขัดขี้ผึ้งถอดแบบสำหรับแม่แบบใหม่อย่างน้อย 6-7 ครั้งก่อนใช้งานเพื่อจะได้ถอดแบบได้ง่าย

2.10.5 ข้อผิดพลาดหลังจากถอดชิ้นงานออกจากแม่แบบแล้ว

จะต้องวางชิ้นงานไว้ในที่ที่เหมาะสม เช่น ในที่โล่งที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี และมีความร้อนมากพอสมควรทั้งนี้เพราะเนื้อของชิ้นงานที่ถอดออกจากแม่แบบนั้นยังไม่หมดปฏิกิริยาและเมื่อยังไม่หมดปฏิกิริยาชิ้นงานนั้นก็ยังสามารถที่จะเปลี่ยนรูปไปตามสิ่งรองรับที่บังคับอยู่

2.10.6 ข้อผิดพลาดในการออกแบบและการเสริมกำลัง

1) การออกแบบ จะต้องคำนึงถึงความง่ายและสะดวกในการทำงาน เพื่อความเรียบร้อย และสวยงาม เช่น สันและขอบต่างๆ จะต้องมนให้พอ เป็นต้น

2) การออกแบบ จะต้องคำนึงถึงลักษณะความยากง่ายของชิ้นงานในการที่จะถอดแบบ เช่น จะต้องไม่มีส่วนสอบเข้า (Undercut) ทำให้ติด ถอดออกไม่ได้และจะต้องมีมุมเฉียง (Tapered) พอสมควรหรือต้องแบ่งแยกแม่แบบ เพื่อให้การถอดแบบง่ายขึ้น มุมเฉียงที่เหมาะสมต้องไม่น้อยกว่า 1.5° ต่อชิ้นงานที่มีความลึก 200 มม. หากความลึกเพิ่มขึ้นความเฉียงต้องเพิ่มขึ้น

3) การออกแบบ จะต้องคำนึงถึงการใช้รูปทรงของชิ้นงานให้เป็นประโยชน์ เพื่อความสวยงามและแข็งแรง เช่น ทำให้มีสัน (Sickening) เกิดขึ้น หรือทำให้เป็นลอน (Corrugated) เป็นต้น

4) การออกแบบจะต้องคำนึงถึงความประหยัด หมายถึงเราหรือควรจะใช้วัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงเท่าหรือมากกว่าแต่ถูกกว่า หรือน้ำหนักเบากว่านำมาใช้ร่วมกับไฟเบอร์กลาสเช่นโครงสร้างแบบแซนด์วิช (Sandwich Construction) โดยการเสริมแผ่นไม้หรือแแผ่นโฟมเข้าไประหว่างกลาง

5) การออกแบบนั้นเราจะต้อง ระมัดระวังในด้านเรื่องคุณสมบัติของไฟเบอร์กลาสในด้านความแข็งแรง (Mechanical Strength) และความเหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย (Function)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ทฤษฎีและหลักการคำนวณหาความต้านทานและแรงม้าเรือ

2.11.1 ความต้านทานของเรือ (Resistance of Ship)

เมื่อพยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ผ่านในของเหลว จะต้องออกแรงจำนวนหนึ่งเพื่อเอาชนะความต้านของน้ำ ความต้านทานนี้ มีอยู่สำคัญ ๆ 3 ประการคือ ความต้านทานความฝืด ความต้านทานคลื่น และความต้านทานกระแสน้ำวน

1) ความต้านทานความฝืด (Friction Resistance, Rr) เป็นความต้านทานที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างผิวของเรือส่วนที่จมกับน้ำในทางปฏิบัติความต้านทานฝืดจะมีค่าประมาณ 2 ใน 3 ของความต้านทานทั้งหมด โดยมีสูตรการคำนวณดั้งนี้

$$Rr = Cfs(Vs)^2 \qquad (2.1)$$

$Rr = ความต้านทานความฝืด(Ib)$

$Cf = สัมประสิทธิ์ความฝืด$

$\rho = ความหนาแน่นของน้ำ$

$S = พื้นที่ผิวเปียก(Wetted\ Surface)$

หมายถึง พื้นที่ผิวภายนอกเรือที่อยู่ภายใต้แนวน้ำ

$Vs = ความเร็วเรือ \quad \frac{ft}{sec}$

สัมประสิทธิ์ความฝืด (Frictional Coefficient , Cf)

ในการหา ส.ป.ส.ความฝืด จำเป็นต้องทราบค่า เรโนลด์นัมเบอร์ (Reynold Number, Re)

$$Re = \frac{LVs}{\delta}$$

$L = ความยาวของเรือที่แนวน้ำ(Ib)$

$\delta = ความหนืดไดเนแมติคน้ำ$

$ที่อุณหภูมิ\ 77\ F^o$

โดยค่าของ δ และ ρ ของน้ำนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

เมื่อคำนวณหาค่าของเรโนลด์นัมเบอร์เสร็จแล้วนำไปเปดหาสัมประสิทธิ์ความฝืด Cf ซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าเรโนลด์นัมเบอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความต้านทานคลื่น (Wake-Making Resistance) เป็นความต้านทานอันเกิดจากการที่เรือดันน้ำให้เป็นคลื่น

3) ความต้านทานกระแสน้ำวน (Eddy-Making Resistance) เป็นความต้านทานอันเกิดจากกระแสน้ำวนในทางปฏิบัติจะต้องคิดความต้านทานทั้งสองอย่างนี้เป็นจำนวนเดียวกันและใช้ชื่อใหม่ว่าความต้านทานคลื่น-กระแสน้ำวน (ResidualResistance, Rr) โดยจะมีค่าประมาณ 1 ใน 3 ของความต้านทานทั้งหมดของเรือ ดังนั้น

ความต้านทานทั้งหมดของเรือ, Rt มีดังนี้

$$Rt = Rf + Rr \tag{2.2}$$

$$= \frac{Rf + Rt}{3} \tag{2.3}$$

$$Rf = \frac{2Rt}{3}$$

2.11.2 แรงม้าต่าง ๆ ภายในเรือ (Power of Ship)

แรงม้าคือ งานที่ผลิตออกมาในจำนวน 550 ฟุต-ปอนด์ใน 1วินาที หรือ 33,000 ฟุต-ปอนด์ใน 1 วินาที หรือ 75 กิโลกรัม-เมตร ใน 1 วินาที แรงม้าของเรือมีหลายชนิดด้วยกันสุดแต่ จะติดตั้งเครื่องใดลงในเรือ เครื่องจักรข้อต่อเสือ (Reciprocating Engine) กำหนดด้วย แรงม้าลูกสูบ (Indicated Horsepower, IHP) เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine) กำหนดด้วยแรงม้าลูกสูบ ก็ได้แต่โดยมากกำหนดด้วยแรงม้าเบรค (Brake Horsepower, BHP) เครื่องเทอร์ไบน์ไอน้ำ (Steam Turbine) กำหนดด้วยแรงม้าเพลา (Shaft Horsepower, SHP) ในที่นี้เราจะใช้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ฉะนั้นใช้แรงม้าเบรค , BHP

$$BHP = \frac{2\pi QN}{550}$$

Q = *ท๊อคที่เกิดจากเบรคเป็นปอนด์ต่อฟุต*

N = *จำนวนรอบของเครื่องยนต์ต่อวินาที*

1) แรงม้าหน้าหางเสือ (Delivered Horsepower , DHP หรือ Propeller Horsepower, DHp) เป็นแรงม้าที่กำหนดตรงใบจักรเมื่อคิดความสูญเสียความฝืดของเพลาและแบริงต่าง ๆ แล้วการสูญเสียความฝืดมีกำหนดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียที่กระบอกดีฟุต Stern Tube 1%

สูญเสียที่แบริงธรรมดา Stool Bearing 2%

สูญเสียที่แบริงกันรุน Thrust Bearing 2% ต่ออัน

โดยมากคิดเสียว่าความสูญเสียจากท้ายเครื่องจนถึงเพลาพันตัวเรือประมาณ 5%แล้วถ้าจะสมมติว่า เรือนี้ติดเครื่องและแรงม้าเบรค 550 แรงม้าเรือลำนี้จะมีแรงม้าหน้าหางเสือ DHP เท่ากับ

$$BHP = \frac{DHP}{0.95} \tag{2.4}$$

2) แรงม้าความฝืด (Frictional Horsepower, FHP)เป็นแรงม้าที่เกิดจากความต้านทานความฝืด Rf เป็นปอนด์ คูณด้วยความเร็ว Vk เป็นน๊อตหารด้วย 326 น๊อตปอนด์ต่อ 1 แรงม้า

$$FHP = \frac{RfVk}{326} \tag{2.5}$$

$$= \left(0.00307\right)RtVk$$

3) แรงม้าผิวหยาบ (Roughness Horsepower , RHP) เป็นแรงม้าอันเกิดจากความหยาบของผิวตัวเรือเป็นปอนด์ คูณด้วยความเร็ว Vk เป็นน๊อต หารด้วย 326 น๊อต-ปอนด์-ต่อแรงม้า แต่ในทางการเรามักใช้การเผื่อด้วยจำนวนเปอร์เซนต์ของความต้านทานทั้งหมดเปอร์เซนต์เหล่านั้นจะได้จากเนื้อหาซึ่งมีทั้งเรือที่สร้างด้วยหมุดย้ำและแล่นประสาน ซึ่งจะได้พบในตัวอย่างต่อไป

4) แรงม้าคลื่น-กระแสน้ำวน (Eddy and Wave-Making Horsepower, WHP) คือแรงม้าที่เกิดจากการสูญเสียไปเพราะความต้านทาน คลื่น-กระแสน้ำวน Rr ปอนด์ คูณด้วยความเร็วของเรือเป็นน๊อต หารด้วย 326 น๊อต-ปอนด์ต่อแรงม้า

$$WHP = \frac{RrVk}{32} \tag{2.6}$$

$$= \frac{0.003}{RtVk}$$

5) แรงม้าลมนิ่ง (Still Air Horsepower, SAHp) เป็นแรงม้าของเรือที่กล่าวมาแล้ว แต่เรานั้นไม้ได้คิดถึงความต้านทานอันเกิดจากกระแสลม ฉะนั้นในการที่จะคิดถึงความต้านทานหรือขนาดแรงม้านั้นให้มีใกล้เคียงความจริงจะต้องคิดเผื่อกำลังลมไว้ด้วย ประมาณ 2 หรือ 3 เปอร์เซ็นต์ของความต้านทานนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) แรงม้าส่วนยื่น (Appendage Horsepower, AHP) เป็นแรงม้าที่ต้องสูญเสียไปเพราะ ความต้านทานอันเกิดจากส่วนยื่นต่าง ๆ เช่นกระดูกงูปีก (Bilge Keel) หางเสือโยงโย่รับเพลาใบจักร (Struts) เป็นต้น ในทางใช้การมักเผื่อไว้เป็นเปอร์เซนต์ เช่น ณ อัตราส่วนความเร็ว-ความยาว (Speed-Length Ratio) ,จะพบว่าอัตราเผื่อของแรงม้าส่วนยื่นเท่ากับ11% ของความต้านทานทั้งหมด จึงให้เอาอัตราเผื่อนี้ไปรวมกับความต้านทานทั้งหมดอีกครั้งหนึ่งก็จะได้แรงม้าของเรือที่ใกล้เคียงความจริงที่สุด

7) แรงม้าผลักน้ำ (Thrust Horsepower, THP) เป็นแรงม้าชนิดหนึ่งอันเกิดจากอาการผลักน้ำของใบจักร สามารถจะวัดกำลังผลักน้ำของใบจักรได้ที่แบริงกันรุน (Thrust Bearing) ด้วยเครื่องมือทรัสมิเตอร์ (Thrust Meter) หรือเครื่องมือวัดกำลังผลักหรือกำลังรุน เครื่องทรัสมิเตอร์ที่เราใช้ติดอยู่ตรงตอนท้ายของแบริงกันรุนจะบอกกำลังกดด้วยอาการของ ไฮโดรลิกส์และไดอาแฟรมโดยจะมีเข็มชี้ แรงม้าผลักน้ำใช้สำหรับคำนวณออกแบบแบริงกันรุน และในบางกรณีใช้ออกแบบใบจักรด้วย

8) แรงม้าลากจูง (Towrope Horsepower, TRHP) คือแรงม้าลากจูงเรือ เป็นแรงม้าลากจูงเรือเรือที่ใช้ลากหรือขับเพื่อให้เรือวิ่งไปตามแรงความเร็วที่ต้องการโดยไม่มีอาการลื่น (Slip) เกิดขึ้นเลย การเรียกแรงม้าลากจูงนี้นำชื่อมาจาก ในการที่เราลากเรือลำใดลำหนึ่ง โดยเราออกแรงไปเท่าใดแรงก็เกิดผลทำให้เรือวิ่งเท่านั้น ไม่มีความสูญเสียอะไรเลย แต่ในการจะลากเรือไปถึงสถานที่ใด ๆ นั้นทำไม่ได้ จำเป็นต้องอาศัยเครื่องจักรเป็นตัวทำแทนการลากจูงนั้นและแรงม้าของเครื่องที่ติดตั้งนั้นก็มากำหนดมากน้อยมาจากแรงม้าลากจูงนี้เอง

9) แรงม้าประสิทธิผล (Effective Horsepower, EHP) คือแรงม้าชนิดเดียวกับแรงม้าลากจูงนั้นที่กล่าวมาแล้วเกิดจากความต้านทานทั้งหมดของเรือRt เป็นปอนด์คูณด้วยความเร็วของเรือ Vk เป็นน๊อต หารด้วย 326 น๊อตปอนด์ต่อแรงม้า

$$TRHP = EHP = \frac{RtVk}{326} = \left(0.00307\right)RtVk \tag{2.7}$$

แรงม้าประสิทธิผล หรือแรงม้าลากจูงจึงเป็นแรงม้าที่จำเป็นและน้อยมากยังไม่ได้เผื่อความสูญเสียใด ๆ เลย ฉะนั้นในการจะคิดให้เป็นแรงม้าของเครื่องจักรเช่นแรงม้าลูกสูบหรือแรงม้าเบรคหรือแรงม้าเพลา ก็ต้องมีวิธีดำเนินการ ซึ่งจะพบในตัวอย่างต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) แรงม้าหลังหางเสือ (Useful Horsepower, UHP หรือ U) เป็นแรงม้าที่เกิดประโยชน์จริงๆหลังจากนำอิทธิผลของหางเสือเข้าเกี่ยวข้องแล้วจะได้กล่าวต่อไป

แรงม้าเรือที่กล่าวมานี้มีความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$\frac{EHP}{IHP} = \frac{EHP}{UHP} \times \frac{UHP}{DHP} \times \frac{DHP}{BHP} \times \frac{BHP}{IHP}$$

$$\frac{EHP}{IHP} = \text{สัมประสิทธิ์การผลักประมาณ 50 ถึง 60\%}$$

$$\frac{EHP}{UHP} = \text{สัมประสิทธิ์การผลักผ่านหางเสือ}$$

สัมประสิทธิ์การผลักน้ำผ่านหางเสือ (Qwuasi Propulsive Coef.) ขึ้นอยู่กับลักษณะของหางเสือที่ออกแบบ

หางเสือคอนตรา Contra Rudder e = 1.37

หางเสือแบบเพรียว Streamilne Rudder e = 1.33

หางเสือแบบแผ่นเหล็กธรรมดา Single Plase Rudder e = 1.03

หางเสือในเรืองสองเพลา Twin Screw Rudder e = 0.95-1.05

$\frac{UHP}{DHP}$ = ประสิทธิภาพใบจักร Propeller Efficiency E หรือ np

$\frac{DHP}{BHP}$ = ประสิทธิภาพการส่งกำลัง Transmission Efficiency ประมาณ 95% ซึ่งขึ้นอยู่กับการสูญเสียความฝืด (Friction Loss) ปกติใช้ 5%

$\frac{BHP}{IHP}$ = ประสิทธิภาพเชิงกล Mechanical Efficiency ประมาณ 7.1% ซึ่งมันจะขึ้นอยู่กับการสูญเสียความฝืดปกติใช้ 8.8%

2.12 ตัวประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความต้านทาน

2.12.1 สัมประสิทธิ์การผลักน้ำ

แรงม้าเพลาที่จะขับเรือให้วิ่งไปได้ ตามความเร็วที่ต้องการนั้นต้องมากพอที่จะเผื่อไว้ในการสูญหายไปตามที่ต่างๆ เช่น สูญหายไปเพราะความต้านทานสูญไปที่ใบจักรเพราะการลื่นของน้ำเมื่อหักการสูญเสียออกทั้งหมดแล้วแรงม้าที่เหลือแท้ ๆ ที่ใช้ในการขับเรือให้แล่นจริง ๆนั้นเรียกว่า แรงม้าประสิทธิผล (Fffective Horsepower ,EHP) หรือแรงม้าลากจูง (Tow Rope-Horsepower, TRHP) ซึ่งเมื่อนำแรงม้าสองชนิดมาสัมพันธ์กันแล้วจะมีชื่อว่า สัมประสิทธิการผลักน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2 ความต้านทานเนื่องจากลม

ความต้านทานอันเนื่องจากลม นั้นน้อยมาก ถ้าเรือเคลื่อนไปในที่ลมสงัด ความต้านทางลมนิ่ง (Still Air Resistance) มีเพียง 2-4 เปอร์เซ็นต์ของความต้านทานอันเกิดจากน้ำ ถ้าเรือวิ่งทวนลมอย่างเต็มที่ ความต้านทานอันเกิดจากลมประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ของความต้านทานทั้งหมด

2.12.3 ความต้านทานเนื่องจากน้ำตื้น

ความต้านทานอันเกิดจากน้ำดูดเนื่องจากน้ำดูดเนื่องจากน้ำตื้นมีความต้านทาน 2 แบบเกิดขึ้น

1) ความต้านทานเกิดขึ้นนิดหน่อยแต่พอวัดได้เพิ่มขึ้นเมื่อ เรือแล่นเข้าไปในอาณาเขตน้ำลึกเป็นครึ่งหนึ่งของความยาวเรือหรือเพียง1ใน4 ของความยาวเรือ

2) ความต้านทานที่เกิดขึ้นอย่างทันทีทันใด เริ่มขึ้นต่อเมื่อค่า ความเร็วของเรือเป็น 2 เท่าของขนาดความลึกของน้ำเป็นฟุตหรือให้ค่า $V = \frac{2}{H}$ เมื่อ V = *ความเร็วเป็นน๊อต* H = *เป็นความลึกของน้ำเป็นฟุต* ถ้า $V = \frac{2.5}{H}$ นับว่าเป็นค่าความเร็วที่สูงมากเกือบจะวิ่งไม่ได้แล้วฉะนั้นในน้ำตื่นอย่างนั้นถ้า $V = \frac{3.36}{H}$ นับว่าเป็นความเร็วสูงสุดที่จะวิ่งในน้ำตื้นนั้น

2.12.4 ตัวประกอบอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อความต้านทาน

มีวิธีหลายอย่างที่จะลดความต้านทานลงได้ซึ่งจะได้กล่าวดังต่อไปนี้

1) หัวเรือท้องป่อง (The Bulbousbow) จากการทดลองในการลากเรือและถึงเราทดลองจะพบว่าเรือประเภทใดที่มีหัวเรือท้องป่อง เป็นเรือที่ทำให้ความต้านทานของเรือน้อยลงมากเพราะความต้านทานคลื่นน้อยลงไป

2) ความยาว การเพิ่มความยาวจะสามารถทำให้อัตราส่วนความเร็ว-ความยาว จะลดลง หรือจะพูดว่าทำให้ความต้านทานคลื่นกระแสน้ำวนลดน้อยลงด้วย การเพิ่มความยาวทำให้พื้นที่ผิวเปียกเพิ่มขึ้น พร้อมกันนั้นก็ทำให้ความต้านทานความฝืดเพิ่มขึ้นด้วย ถ้าพื้นที่ผิวเปียกเพิ่มมากกว่าความต้านทานความฝืดแล้วควรทำให้เพิ่มความยาวของเรือทางส่วนหัวและใช้รูปหน้าตัดกลางลำใหม่อาจจะทำให้ความต้านทานทั้งหมดลดลง ความเร็วจะสูงขึ้น นั่นคือการใช้แรงม้าที่มีขนาดกำลังน้อยกว่าและได้ความเร็วเท่าเดิม

3) อัตราส่วนระวางขับน้ำ-ความยาว ซึ่งบางทีเรียกว่าอัตราส่วน ความอ้วน (Fatnecs Ratio) เรือที่มีอัตราส่วนนี้ต่ำ จะเป็นเรื่อที่วิ่งเร็ว ถือท้ายง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การขับเคลื่อน (Propulsion)

วิธีการถ่ายทอดกำลังเพื่อทำให้เรือแล่นนั้นจะมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ใช้ในการถ่ายทอดกำลังจากเครื่องจักรใหญ่ลงสู่น้ำโดยผ่านใบจักรหรือสิ่งอื่นๆ เพื่อทำให้เรือแล่น เช่น พาย(Oars) ใบ (Sail) กังหันน้ำ (Paddle-Wheels) เจ๊ท (Jet Propulsion) และใบจักร (Propeller) ในที่นี้จะกล่าวอย่างละเอียดเฉพาะเรื่องใบจักรของเรือเท่านั้น

2.14 ใบจักรเรือ (The Screw Propeller)

ก่อนที่จะกล่าวถึงใบจักรเรือโดยละเอียดนั้นมันเป็นการจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกล่าวถึงภาษาเราใช้ในการเรียกใบจักรเสียก่อน การจะทราบว่าใบจักรหมุนขวาหรือซ้ายนั้น ให้ยืนทางท้ายเรือหันหน้าไปทางหัวเรือถ้าใบจักรหมุนไปทางขวามือใบจักรนั้นจะเป็นใบจักรหมุนขวา (Right-Handed Wheel) ถ้าหมุนไปทางซ้ายมือ ใบจักรนั้นเป็นใบจักรหมุนซ้าย (Left-Handed Wheel) ใบจักรด้วยที่มองเห็นก่อนเรียกด้านหน้า (Face Of The Blade หรือ Suction Side) ขอบที่ฟันน้ำก่อนเรียกขอบน้ำ (Leading Edge) ส่วนขอบอีกขอบหนึ่งเรียกขอบตาม (Trailing Edge) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาแล้ว ใบจักรเรือยังมีส่วนต่าง ๆ สัมพันธ์กันดังนี้

อัตราส่วนความกว้างเฉลี่ย Mean Width Ratio, M.W.R.

$$= \frac{\text{ความกว้างปีกใบจักรเฉลี่ย}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางใบจักร}}$$

$$= \frac{Im}{D} \quad \text{หรือ } b$$

อัตราส่วนความหนาของปีกใบจักรBlade Thickness Fraction, B.T.F.

$$= \frac{\text{ความหนาปีกใบจักรที่เพลาใบจักร}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางใบจัก}}$$

$$= \frac{tC}{D} \text{ หรือ } \frac{Si}{D}$$

อัตราส่วนความเอนของปีกใบจักร Rake Ratio

$$= \frac{\text{ความเอนของปีกใบจักร}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางของใบจักร}}$$

$$= \frac{Xr}{D} = \tan\frac{E}{2} = I$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนเส้นผ่าศูนย์กลางดุมใบจักร Boss-Diameter Ratio

$$= \frac{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางดุมใบจักร}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางใบจักร}}$$

$$= \frac{dn}{D}$$

อัตราส่วนพิช Pitch-Diameter Ratio

$$= \frac{\text{พิชของใบจักร}}{\text{เส้นผ่าศูนย์กลางใบจักร}}$$

$$= \frac{H}{D}$$

อัตราส่วนเนื้อที่คลี่แบน Developed Area Ratio, D.A.R.

$$= \frac{\text{เนื้อคลี่ของปีกใบจักร}}{\text{เนื้อที่วงกลมของใบจักร}}$$

$$= \frac{Fo}{F}$$

อัตราส่วนเนื้อที่ โปรเจคเตด Projected Area Ratio

$$= \frac{\text{เนื้อที่โปรเจคเตดของปีกใบจักร}}{\text{เนื้อที่วงกลมของใบจักร}}$$

$$= \frac{Fp}{F}$$

2.14.1 พิชของใบจักร (Pitch,P หรือ H)

คือระยะทางตรงที่เรือเคลื่อนที่ไปเมื่อใบจักรหมุนได้หนึ่งรอบ ถ้าเส้นตรง AB ซึ่งตั้งฉากกับ XY หมุนด้วยความเร็วมุม และเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยความเร็ว V ระยะทาง AC โดย ที่เส้นตรง AB หมุนไปครบหนึ่งรอบระยะ AC นั้นเรียกว่า พิชของใบจักร ถ้าเส้นตรง AB หมุนรอบ XY โดยไม่มีความเร็วเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเลย V ระยะ AC จะไม่เกิดขึ้น นั่นคือพิชเป็นสูญเสียเรือจะไม่เคลื่อนที่ พิชใบจักรที่กล่าวนี้เรียกเต็มว่า พิชด้านหน้าของใบจักร (Face PITCH) พิชของใบจักรจำเป็นต้องกล่าวแน่นอนว่า พิชของใบจักร ณ ตำแหน่งใด ห่างจากศูนย์กลางใบจักรเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมากมักแบ่งระยะจากศูนย์กลางใบจักร ถึงปลายใบจักรออกเป็น 10 ส่วน และให้ชื่อว่า 0.1R 0.2 R , 1.0R ซึ่ง R เป็นรัศมีของใบจักรฉะนั้นพิช ณ.ปลายใบจักรคือ 1.0R หรือพิชปลายใบ (Tip PITCH) ย่อมจะไม่เท่ากับพิช ณ. ตำแหน่ง 0.5R คำว่า พิชเฉลี่ย (Mean Pitch) นั่นคือ 98% ของพิชปลายใบจักร การคำนวณนั้นใช้ได้ทั้งพิชปลายใบจักรและพิชเฉลี่ย

เมื่อพิจารณาดูแล้ว จะพบพิชโดยแท้ (Virtual Pitch) และพิชธรรมดา ที่กล่าวมาแล้ว (Nominal Pitch) พิชโดยแท้นั้นวัดลำบากจึงไม่ใช้ในการคำนวณ ตามที่กล่าวมาแล้วว่าพิช คือ ระยะทางตรงที่เรือเคลื่อนที่ไปเมื่อใบจักรหมุนไปได้หนึ่งรอบ คือ 2rR เรือเคลื่อนที่ไปเท่ากับพิช H จึงจะเกิดความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{มุมพิช } \textit{Ritch Angle, } tane = \frac{H}{2rR}$$

ในการที่จะหาพิชใบจักรทางใช้การของใบจักรเรือจริง ๆ นั้นให้ใบจักรนั้นวางลงกับพื้นแล้ววัดระยะ X และY ดูรูป 3 ก็จะได้ค่าของมุมพิช

$$tane = \frac{X}{Y}$$

ซึ่งเป็นค่าที่คงที่ ฉะนั้นเมื่อนำ 2rR คูณด้วย tane ก็จะได้พิชปลายใบจักรของใบจักรนั้นโดย เนื้อที่วงกลม Disc Area , F คือเนื้อที่วงกลมธรรมดา rD^2 ในเมื่อ D เป็นเส้นผ่าศูนย์กลางของใบจักร

2.14.2 เนื้อที่คลี่แบน (Developed Area , Fo)

คือเนื้อที่เมื่อคลี่ปีกใบจักรออกแบบราบ (Flattened Out) ไปกับพื้นที่ๆขวางและมันจะตั้งฉากอยู่กับเพลาใบจักร

2.14.3 เนื้อที่ โปรเจคเตด (Projected Area , Fp)

คือเนื้อที่ของปีกใบจักรเมื่อโปรเจคไปบนพื้นที่ใช้วาง และตั้งฉากอยู่กับเพลาใบจักรแบบของปีกใบจักรมีอยู่สองแบบด้วยกัน คือ แบบ A และแบบ B , แบบ A เป็นใบจักรปลายปีกจะแคบใช้กับเรือที่มีแรงผลักน้ำ (Thrust) น้อยและเมื่อขณะใบจักรนี้ทำงานอยู่นั้น ต้องไม่เกิดโพรงอากาศ (Cavitation) ขึ้นเลย ถ้ามิฉะนั้นแล้วประสิทธิภาพของใบจักรจะตก สำหรับใบจักรแบบ B เป็นใบจักรปลายปีกกว้าง ใช้กับเรือที่มีแรงผลักน้ำสูงและขณะใบจักรหมุนอยู่นั้นอาจเกิดโพรงอากาศได้บ้างก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพใบจักรตก

การระบุแบบใบจักรมักเขียนดังนี้ A.4.40 หรือ B.3.35 ตัวแรกเป็นแบบของใบจักร คือ แบบ A หรือ แบบ B ตัวที่สองเป็นจำนวนปีกใบจักรคือ 3 ใบ หรือ 4 ใบ ตัวที่สาม คือ จะเกิดอัตราส่วนเนื้อที่คลี่แบน (Developed Area Ratio, D.A.R.) คือ เป็น 0.35 หรือ 0.50 หรือ 0.55 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 แรงลอยตัว (Bouyant Force)

โดยปกติก้อนวัตถุที่จมอยู่ในของเหลวทั้งก้อนนั้นจะมีแรงกระทำต่อวัตถุนั้นสองแรงคือ แรงดึงดูดของโลก และแรงเนื่องจากความดันรอบ ๆ ของเหลวนั้น จากภาพเราจะอธิบายได้ว่าเมื่อวัตถุก้อนในภาพจะมีแรงตามแนวดิ่ง F ซึ่งจะมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของไหลที่อยู่เหนือก้อนวัตถุนั้นแล้วมีแรง F ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของไหลที่ถูกแทนที่ด้วยก้อนวัตถุนั้น ดังนั้นแรงลอยตัวก็คือความแตกต่างระหว่าง แรง F กับแรง F และเราให้แรงลอยตัวถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ F ดังนั้นในภาวะสมดุลย์แล้วน้ำหนักของวัตถุก็จะเท่ากับแรงลอยตัว F ซึ่งก็หมายความว่าในสภาวะนั้นความหนาแน่นของวัตถุกับของเหลวเท่ากันแล้ว ถ้าน้ำหนักของวัตถุมาก F วัตถุก็จะจม แต่ถ้าน้ำหนักน้อยกว่า F วัตถุนั้นก็จะลอยสูงขึ้นจนกระทั่งความหนาแน่นของวัตถุกับความหนาแน่นของของเหลวนั้นเท่ากัน

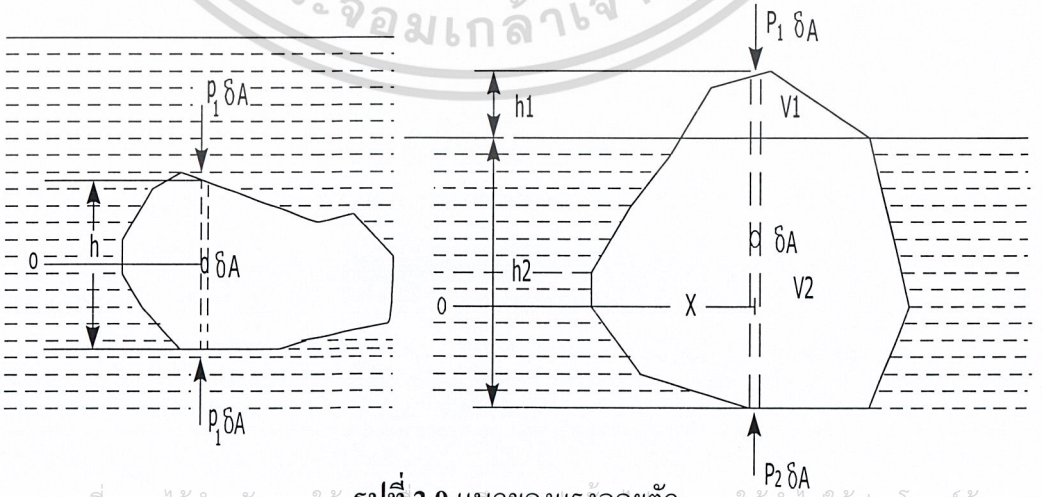
สำหรับวัตถุที่อยู่ในของเหลวที่มีผิวอิสระถ้าหากน้ำหนักของวัตถุมีขนาดน้อยกว่าน้ำหนักของเหลวที่ถูกแทนที่โดยวัตถุนั้นและวัตถุนั้นก็จะลอยตัวสูงขึ้นเรื่อย ๆไปจนกว่า น้ำหนักของวัตถุ (F) เท่ากับแรงลอยตัว (F) นั้นก็หมายความว่า วัตถุลอยจะแทนที่ของเหลวจำนวนเท่ากับ น้ำหนักของวัตถุนั้น และสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

เมื่อ F = *แรงลอยตัว*

F = *น.น.จำเพาะของของไหล*

V = *ปริมาตรของของไหลที่ถูกแทนที่*

2.15.1 แนวของแรงลอยตัว (Line of Action of Bouyant Force)



รูปที่ 2.9 แนวของแรงลอยตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าแรงลัพธ์ตามแนวดิ่งที่กระทำกับวัตถุรูปทรงกระบอกเล็ก ๆ ซึ่งจะแสดงอยู่ในแนวดิ่งและมีพื้นที่หน้าตัด A

ในการหาแนวของแรงลอยตัว เราจะกำหนดให้ เป็นจุดหมุนของแรงย่อยต่าง ๆ แล้วนำโมเมนต์รวมจากแรงย่อยมาเท่ากับโมเมนต์ของแรงลัพธ์

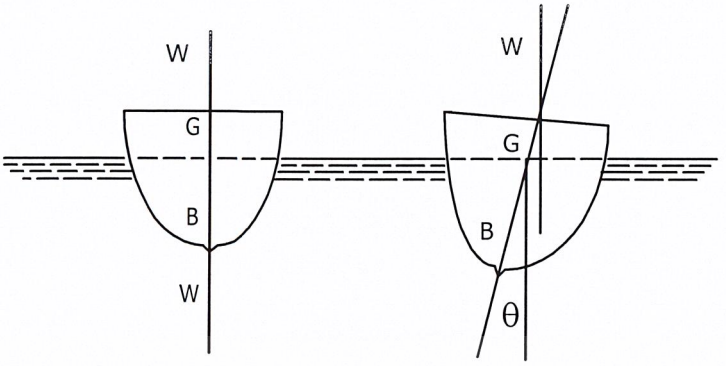
2.15.2 เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยอยู่บนน้ำ(Stability of Floating Body)

เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยอยู่บนน้ำแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ประเภทเสถียรภาพเชิงเส้น (Limear Stability) และ เสถียรภาพเชิงมุม (Rotational Stability) การที่วัตถุนั้นจะมีเสถียรภาพเชิงเส้นนั้นก็ต่อเมื่อมันเกิดมีแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงระดับในการลอยตัวในทิศทางใดสามารถบังคับให้วัตถุนั้นกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมได้ ส่วนวัตถุจะมีเสถียรภาพเชิงมุมได้ก็ต่อเมื่อ มีโมเมนต์คู่ควบที่เกิดจากการเอียงตัวเป็นมุมเล็ก ๆ แล้วสามารถบิดตัวกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมได้

เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยบนผิวน้ำนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแนวแรงลอยตัวและตำแหน่งของศูนย์กลางมวลของวัตถุ ถ้าวัตถุนั้นมีเสถียรภาพการลอยตัวแล้ว ก็จะแสดงว่ามีแรงลอยตังกระทำผ่านศูนย์กลางแรงลอยตัว (Center of Bouyancy) ที่จุดเดียวกับจุดศูนย์กลางของมวลของวัตถุนั้นด้วย เงื่อนไขสำหรับเสถียรภาพเชิงมุมของวัตถุที่ลอยอยู่บนของเหลวนั้นจะสับซ้อนกว่าวัตถุที่อยู่ในของไหลทั้งก้อนเล็กน้อย เพราะโดยปกติจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวจะต้องอยู่เหนือจุดศูนย์กลางของมวลเท่านั้นจึงจะมีเสถียรภาพแต่สำหรับกรณีที่วัตถุลอยอยู่บนของเหลวนั้นเมื่อวัตถุเอียงรอบแกนตามแนวนอนขนาบผิวของของเหลวรูปร่างของส่วนที่จมในของเหลวจะเปลี่ยนไปดังนั้นจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวก็จะย้ายไปยังตำแหน่งอื่นทำให้เกิดแรงบิดวัตถุกลับคืนสู่สมดุลย์ได้อีกแม้ว่าจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวจะอยู่ต่ำกว่าจุดศูนย์กลางมวล

Metacentric Height เป็นค่าที่ใช้บอกความมีเสถียรของวัตถุต่างๆที่ลอยอยู่บนของเหลวโดยวัตถุที่มีเสถียรภาพจะมีค่า Metacentric Height เป็นบวกคือจุด Metacenter (M) จะต้องอยู่เหนือจุดศูนย์กลางมวล (G) โดยที่จุด Metacenter ได้จากการลากเส้นแนวแรงลอยตัวก่อนเสียเสถียรภาพไปตัดกับแนวแรงลอยตัวใหม่เราก็จะได้จุด Metacenter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 เสถียรภาพของวัตถุที่ลอยอยู่บนน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

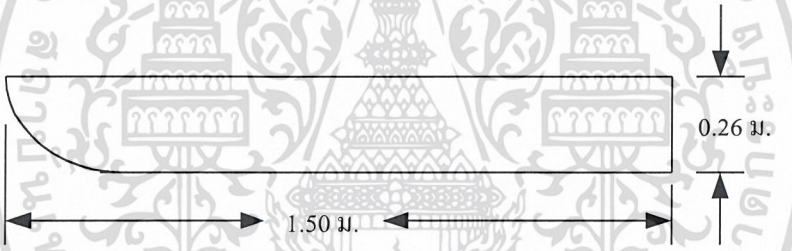
บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

การออกแบบการสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การออกแบบการสร้างทางด้านโครงสร้าง (Hardware) และโปรแกรมควบคุม (Software) ซึ่งจะกล่าวละเอียดดังต่อไปนี้

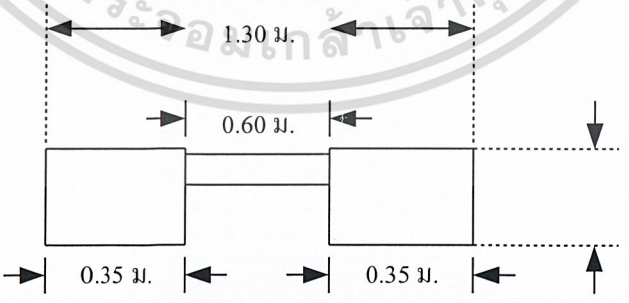
3.1 การออกแบบทางด้านโครงสร้าง

3.1.1 การออกแบบโครงสร้างของเรือ

โครงสร้างของเรือถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นตัวช่วยในการพยุงในการลอยตัว และเป็นที่ยึดอุปกรณ์ชิ้นส่วนสายพานลำเลียงและที่พักขยะที่ทำจากไฟเบอร์กลาสจะมีส่วนประกอบดังนี้

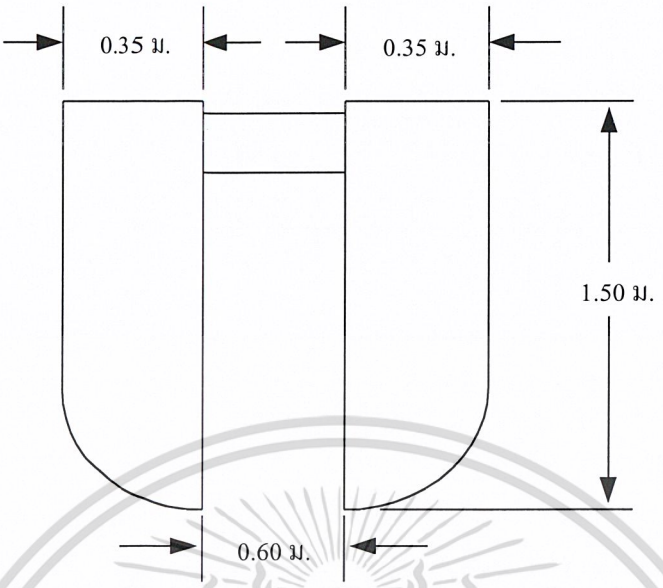


รูปที่ 3.1 รูปด้านข้างของเรือ

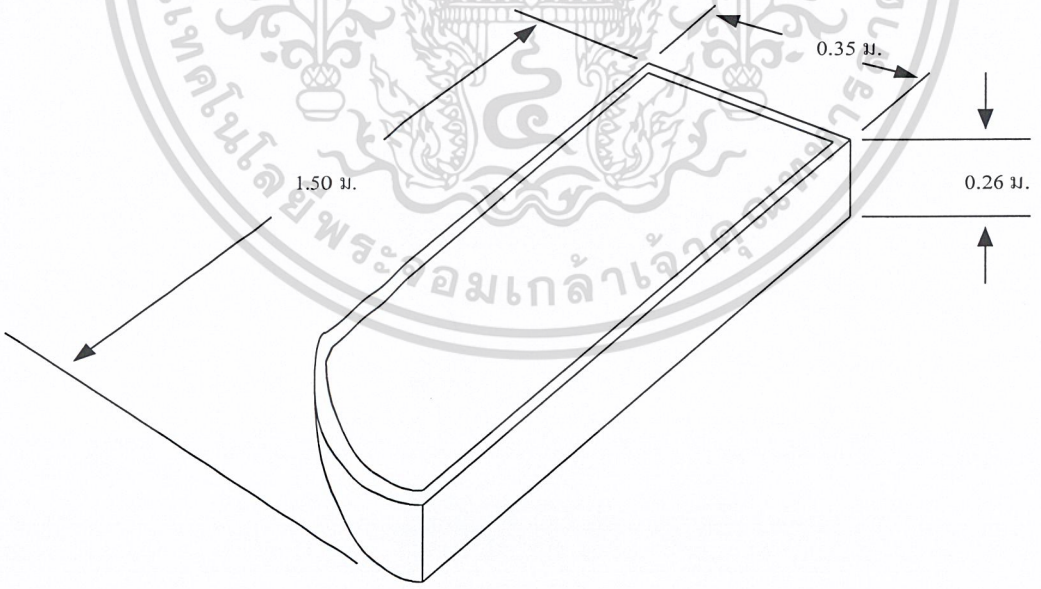


รูปที่ 3.2 รูปด้านหน้าของเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 รูปด้านบนของเรือ

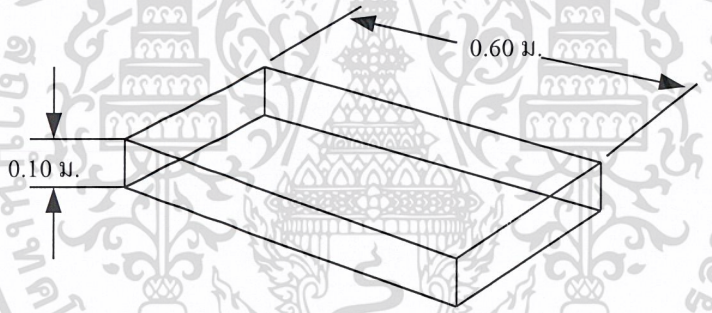


รูปที่ 3.4 ลักษณะของทุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างเรือเป็นลักษณะทุ่นที่ใช้ทำตัวเรือจะมีอยู่ 2 ทุ่น เพื่อจะช่วยในการพยุงตัวเรือในขณะที่ยังลอยน้ำ และเป็นตัวยึดชิ้นส่วนสายพานลำเลียงและที่พักขยะ ลักษณะของตัวทุ่นจะเป็นทรงสี่เหลี่ยม มีความยาว 1.50 เมตรและมีความกว้าง 0.35 เมตร ดังรูปที่ 3.4

โครงสร้างตัวเรือขึ้นแบบด้วยไม้ซึ่งมีขนาดเท่ากับของจริงวัสดุที่ใช้ทำทุ่นใช้ไฟเบอร์กลาสโดยมีความหนา 5 มิลลิเมตร และทำหล่อด้วยน้ำยาเรซินซึ่งเป็นพลาสติกเหลวที่ใช้ทำเนื้อผลิตภัณฑ์มีสภาพเป็นของเหลวโดยการผสมกับตัวทำปฏิกริยาจะเป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพทางเคมีทำให้เรซินเปลี่ยนจากรูปของเหลวเป็นรูปของแข็ง และเส้นใยแก้วจะเป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้เรซิ่นและเติมผงเบาเพื่อให้เรซินเพื่อจะให้เพิ่มความเหนียวข้นขึ้นอีกการเชื่อมต่อทุ่นทั้ง 2 ข้างโดยการหล่อไฟเบอร์กลาสขึ้นมาโดยมีขนาด ยาว 60 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตรดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมทุ่นการโดยการหล่อไฟเบอร์กลาสตรงกลาง

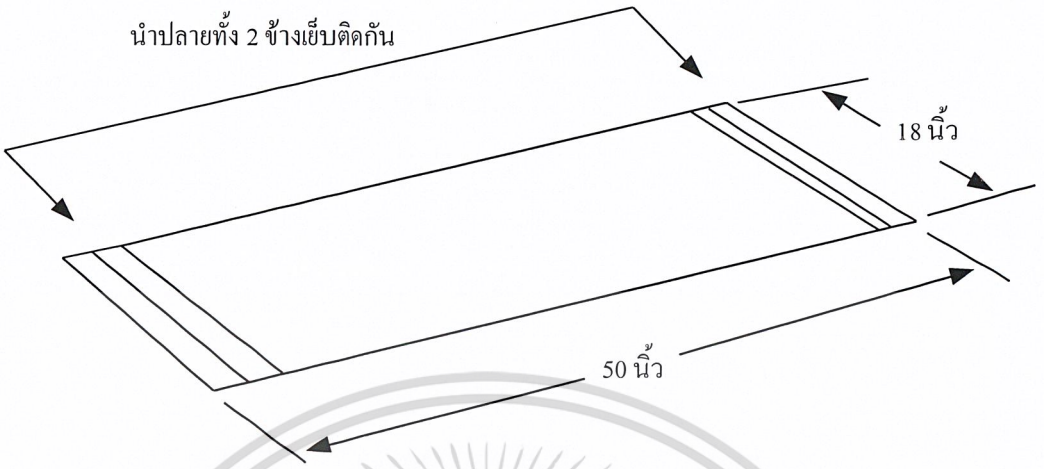
3.1.2 การออกแบบสายพานลำเลียง

การออกแบบสายพานเป็นสายพานลำเลียงที่เมื่อมีการกดเดินหน้า ใช้สำหรับการขนถ่ายขยะจากผิวน้ำขึ้นมายังที่พักขยะในแนวลาดเอียงระบบสายสายพานนั้นประกอบไปด้วย

1) สายพาน

เป็นส่วนที่รองรับวัสดุขนถ่ายและทำให้วัสดุขนถ่ายที่อยู่บนสายพานนั้นเคลื่อนที่ตามสายพานไปด้วยสารประกอบสายพานที่นำมาใช้ด้วยแผ่นยางสังเคราะห์ที่เหมาะสมกับการใช้งานของวัสดุขนาดเล็ก ใช้งานเบาโดยทั่วไป การออกแบบนั้นใช้สายพานขนาดกว้าง 18 นิ้ว ความยาว 50 นิ้ว โดยการนำมาเย็บติดกันดังรูปที่ 3.6

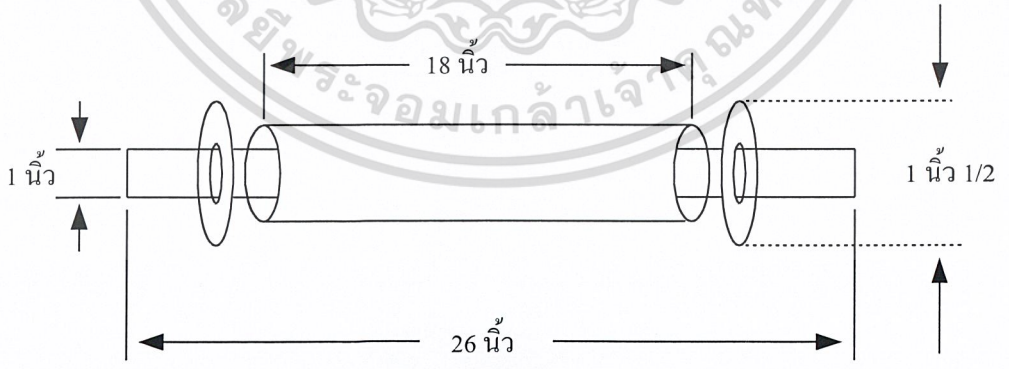
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การเย็บยางติดกันตรงปลายสาย

2) การออกแบบลูกกลิ้ง

จะออกแบบให้เป็นท่อทรงกระบอกกลมกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ขนาดยาว18 นิ้ว โดยมีแบริ่งลดแรงเสียดทานขนาด เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้วทั้ง 2 ข้างและมีท่อขนาด 1 นิ้วยาว 25 นิ้วใส่เข้าในในท่อทรงกระบอกกลมกลวงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2 นิ้วและแหวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ขนาด 1 นิ้วครึ่ง เพื่อไม่ให้สายพานตกขอบแสดงดัง รูปที่ 3.7

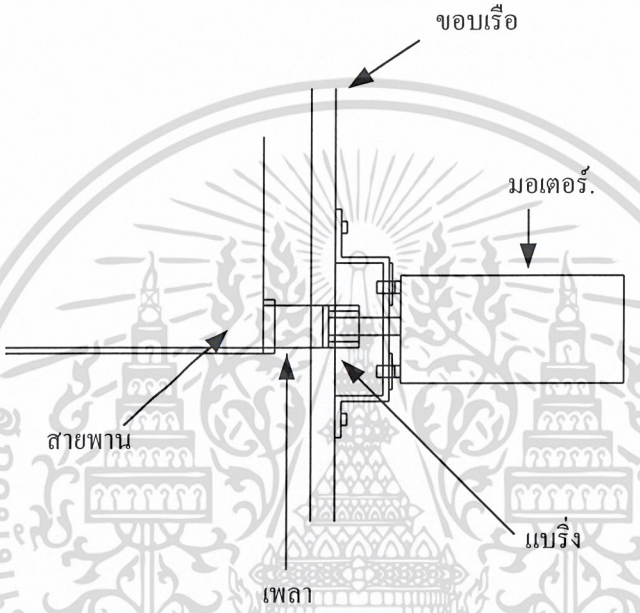


รูปที่ 3.7 ลักษณะลูกกลิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ระบบขับสายพาน

การขับสายพานลำเลียงได้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ลักษณะการต่อเพื่อเป็นอุปกรณ์ขับสายพานโดยการต่อมอเตอร์ต่อตรงด้วยการเชื่อมแบบดิ้นได้ (Fixible Coupling) ไปยังเพลาขับและยึดมอเตอร์ไว้กับแผ่นเหล็กรูปตัวยูโดยการยึดน๊อต 2 ตัว เพลาของมอเตอร์นั่นผ่านแบริ่งเพื่อลดแรงเสียดทาน แสดงดังรูปที่ 3.8

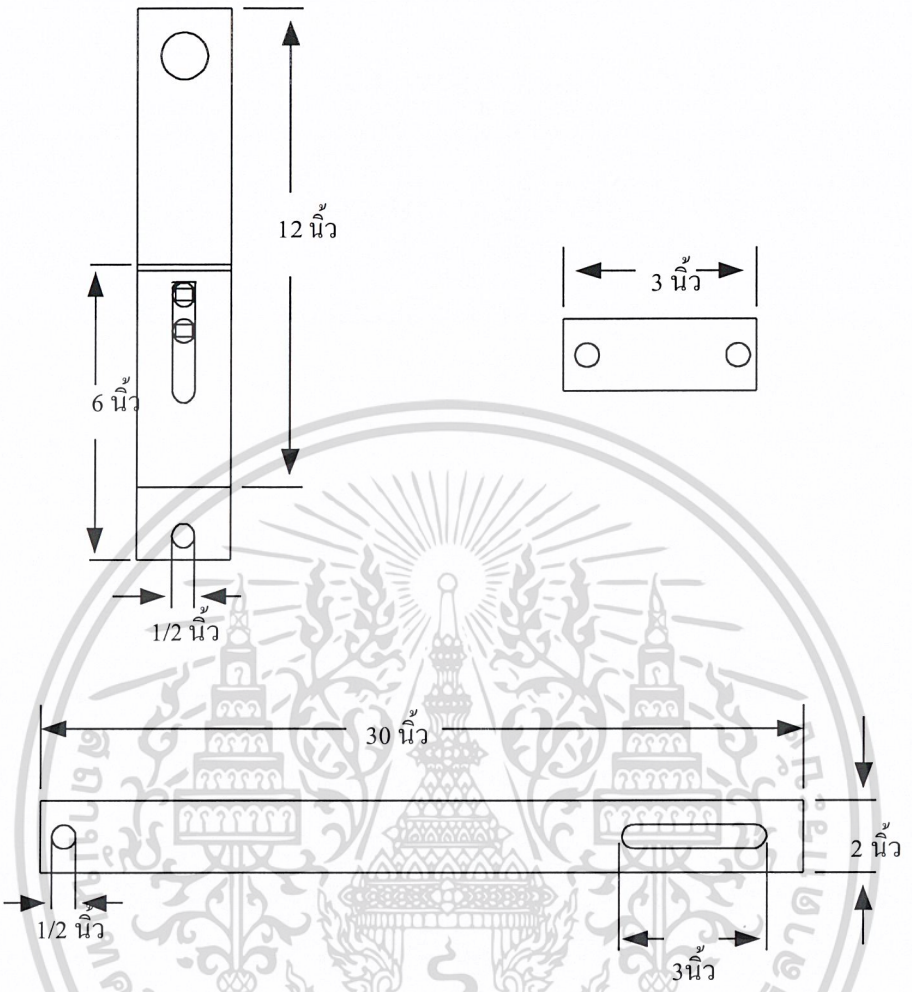


รูปที่ 3.8 ลักษณะการจัดชุดขับแบบต่อตรง

4) โครงร่างของสายพาน

สายพานลำเลียงของเรือเก็บขยะนี้นี้เป็นแบบเอียงขึ้นการออกแบบนั้นเพื่อจะให้สายพานมีลักษณะเอียงมุมและจะมีการลองรับลูกกลิ้งด้านสายพานด้านหน้าซึ่งเป็นการรองรับสายพานด้านหน้าและลูกกลิ้งด้านสายพานด้านหลังการออกแบบนั้นใช้แผ่นเหล็กหนา ½ นิ้ว และความกว้าง 2 นิ้ว ยาว 30 นิ้ว มีร่องผ่าตรงปลายเป็นรูวงรีปลายหนึ่ง เพื่อเอาปรับขนาดสายพานลำเลียงและตัวยึดเป็นแผ่นเหล็กหนา ½ นิ้ว และกว้าง 2 นิ้ว ยาว 12 นิ้ว เพื่อเป็นตัวยึดและปรับขนาดสายพานลำเลียงและมีร่องเป็นรูปวงรีปลายด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

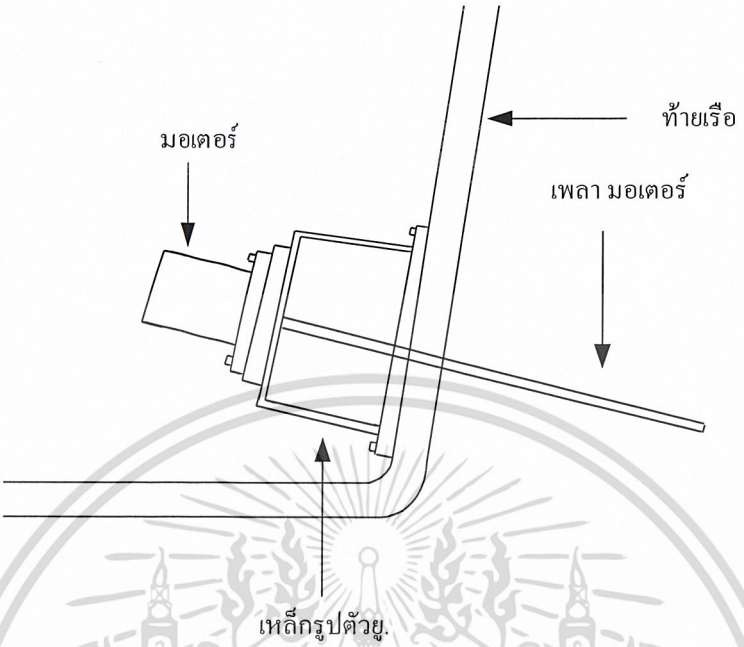


รูปที่ 3.9 ส่วนประกอบโครงร่างสายพาน

3.1.3 การออกแบบการวางมอเตอร์ขับเคลื่อน

การออกแบบวางมอเตอร์ขับเคลื่อนนั้นใช้ 2 ตัวเป็นตัวขับเคลื่อนและบังทิศทางซึ่งออกแบบไว้ด้านท้ายของตัวทุ่นแต่ล่ะข้างและลักษระการวางมอเตอร์ขับเคลื่อนแบบเอียงโดยทำการยึดมอเตอร์ไว้กับตัวทุ่นโดยการใช้แผ่นตัวยูเหล็กทำการยึดกับมอเตอร์ไว้และทำการยึดเหล็กตัวยูด้วยน็อตกับตัวทุ่นเพื่อความแข็งแรงและมอเตอร์ก็จะต่อเพลาออกมาเพื่อจะให้ขับเคลื่อนโดยต่อเข้ากับใบจักรเรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ลักษณะการวางมอเตอร์ขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

สำหรับเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลนั้นได้เป็นการออกแบบและการสร้างขึ้นมาก็ตรงตามวัตถุประสงค์และขีดความสามารถที่ตั้งไว้ สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลที่ได้จากการออกแบบและประกอบวงจรต่างๆ ส่วนในบทที่ 3 คือส่วนประกอบของเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลรวมทั้งส่วนของแผนผังวงจรควบคุมต่างๆที่นำมาประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเพื่อทำการทดลองโดยการทดลองได้ทดลองที่บริเวณแหล่งน้ำที่โล่งแจ้งและการทดลองมีดังนี้

4.1 แบตเตอรี่

เพื่อตรวจสอบดูว่าแบตเตอรี่ที่เลือกมาใช้งาน สามารถจ่ายแรงดันและกระแสได้ตามที่ออกแบบหรือไม่ สามารถจ่ายแรงดันและกระแสได้ตามที่ต้องการหรือไม่ โดยได้เลือกใช้แบตเตอรี่ที่จะนำมาจ่ายแรงดันและกระแสให้กับเรือเก็บขยะเป็นชนิดแบตเตอรี่แบบเซลล์ ขนาด 12 V 35 A มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม มีขนาดเท่ากับ 12 x 19 x 20 เซนติเมตร 2 ลูกโดยจะจ่ายให้วงจรทั้งหมด 3 ภาค คือจะมีภาควงจรควบคุม 5 โวลท์ วงจรขับมอเตอร์ 24 โวลท์ วงจรเครื่องรับรี โมท 3โวลท์

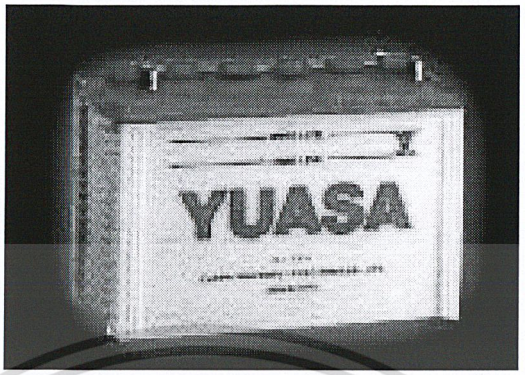
4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อแบตเตอรี่กับโหลดที่ทดลอง
2) ต่อไฟเลี้ยงให้กับโหลด
3) สังเกตและทำการบันทึกผลการทดลอง

4.1.2 ผลการทดลอง

1) แรงดันที่จ่ายออกมาจากแบตเตอรี่ 24.2 โวลท์
2) กระแสที่จ่ายออกมาจากแบตเตอรี่ 3 แอมป์
3) กระแสที่เรือเก็บขยะต้องการทั้งหมด 3 แอมป์
4) ในการชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งใช้เวลา 2 ชั่วโมง
5) ในการชาร์ตแบตเตอรี่แต่ละครั้งจะใช้งานได้ 3-5 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แบตเตอรี่ที่ใช้จ่ายแรงดันและกระแสให้กับเรือเก็บขยะ

4.2 รีโมทคอนโทรล

รีโมทเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเรือเก็บขยะให้ทำงานตามที่ต้องการ ไม่ว่าจะเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย หรือเลี้ยวขวาก็จะสั่งงานมาจากรีโมทเพราะรีโมทจะมีภาครับภาคส่งการทำงานจะต่างกันคือ ภาคส่งจะส่งสัญญาณออกมาเป็นรูปคลื่นวิทยุส่วนภาครับจะรับสัญญาณที่ส่งมาจากเครื่องส่ง แล้วถอดรหัสเพื่อส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลและส่งออกไปทางเอาต์พุต สิ่งที่ต้องการสำหรับรีโมทคือ ระยะห่างระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่ง

1) ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1.1) ประกอบเครื่องภาคส่งรีโมทและเครื่องรับ

1.2) จ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรทั้งสอง

1.3) สังเกตการทำงานของวงจรและทำการบันทึกการทดลอง

2) ผลการทดลอง

2.1) ในบริเวณที่โล่งสามารถรับส่งเป็นระยะทาง 30 เมตร

2.2) ในบริเวณจุดอับสัญญาณหรือสิ่งกีดขวางรับได้เป็นระยะทาง 15 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเคลื่อนที่ของเรือ

4.3.1 การขับเคลื่อนไปข้างหน้า

การทำงานจะกดรีโมทควบคุมปุ่มเดินหน้าโดยกดค้างไว้ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ขับเคลื่อนทำงานพร้อมกันสองตัวเรือเก็บขยะก็สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ หลังจากนั้นเมื่อเรือเก็บขยะเคลื่อนที่ไปได้ตามที่ต้องการแล้วเมื่อเราต้องการหยุดก็หยุดกดปุ่มเดินหน้าเรือเก็บขยะก็จะหยุดถ้าต้องการให้เคลื่อนที่ก็จะทำแบบนี้ไปเรื่อยๆทุกครั้งที่ต้องการให้เรือเก็บขยะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ตรวจสอบว่าสวิตช์ ที่ควบคุมการจ่ายไฟให้ระบบควบคุมตำแหน่ง ON/OFF ที่เรือเก็บขยะว่าอยู่ในตำแหน่ง ON หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ต้องกดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON ก่อนสั่งให้เรือเก็บขยะทำงานเสมอ

1.2) กดสวิตช์ ON ที่เรือเก็บขยะ

1.3) กดปุ่มเดินหน้าจากรีโมท

1.4) สังเกตการเคลื่อนที่ของเรือเก็บขยะ และทำการบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

2.1) ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของเรือเก็บขยะในระยะทาง 5 เมตร ใช้เวลา 20วินาที

2.2) ในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าระยะทาง 10 เมตรใช้เวลาในการเคลื่อนที่ 35วินาที

4.3.2 การเลี้ยวซ้าย

สำหรับการเลี้ยวซ้ายนั้นการทำงานจะกดรีโมทควบคุมปุ่มเลี้ยวซ้ายโดยกดค้างไว้ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ขับเคลื่อนที่อยู่ด้านขวาของเรือทำงานเรือเก็บขยะก็สามารถเลี้ยวซ้ายได้ หลังจากนั้นเมื่อเรือเก็บขยะเลี้ยวได้ตามที่ต้องการแล้วก็หยุดกดปุ่มเลี้ยวซ้ายเรือเก็บขยะก็จะหยุดเลี้ยวซ้ายถ้าต้องการเลี้ยวครั้งต่อไปก็ทำอย่างนี้ทุกครั้งเมื่อต้องการเลี้ยวซ้าย

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ตรวจสอบว่าสวิตช์ ที่ควบคุมการจ่ายไฟให้ระบบควบคุมตำแหน่ง ON/OFF ที่เรือเก็บขยะว่าอยู่ในตำแหน่ง ON หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ต้องกดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON ก่อนสั่งให้เรือเก็บขยะทำงานเสมอ

1.2) กดสวิตช์ ON ที่เรือเก็บขยะ

1.3) กดปุ่มเลี้ยวซ้ายจากรีโมท

1.4) สังเกตการเลี้ยวซ้ายของเรือเก็บขยะ และบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ผลการทดลอง

2.1) ในการเลี้ยวซ้ายของเรือเก็บขยะนั้นจะได้ มุมในการเลี้ยว 30° ใช้เวลา 10 วิ นาที

2.2) ในการเลี้ยวซ้ายของเรือเก็บขยะนั้นจะได้มุมในการเลี้ยว 45° ใช้เวลา 15 วินาที

2.3) ในการเลี้ยวซ้ายของเรือเก็บขยะนั้นจะได้มุมในการเลี้ยว 90° ใช้เวลา 25 วินาที

4.3.3 การเลี้ยวขวา

สำหรับการเลี้ยวขวานั้นการทำงานจะกดรีโมทควบคุมปุ่มเลี้ยวขวาโดยกดค้างไว้ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ขับเคลื่อนที่อยู่ ด้านซ้ายของเรือทำงานเรือเก็บขยะก็สามารถเลี้ยวขวาได้ หลังจากนั้นเมื่อเรือเก็บขยะเลี้ยวได้ตามที่ต้องการแล้วก็หยุดกดปุ่มเลี้ยวขวาเรือเก็บขยะก็จะหยุดเลี้ยวขวาถ้าต้องการเลี้ยวครั้งต่อไปก็ทำอย่างนี้ทุกครั้งเมื่อต้องการเลี้ยวขวา

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ตรวจสอบว่าสวิตช์ ที่ควบคุมการจ่ายไฟให้ระบบควบคุมตำแหน่ง ON/OFF ที่เรือเก็บขยะว่าอยู่ในตำแหน่ง ON หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ต้องกดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON ก่อนสั่งให้เรือเก็บขยะทำงานเสมอ

1.2) กดสวิตช์ ON ที่เรือเก็บขยะ

1.3) กดปุ่มเลี้ยวขวาจากรีโมท

1.4) สังเกตการเลี้ยวขวาของเรือเก็บขยะ และบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

2.1) ในการเลี้ยวขวาของเรือเก็บขยะนั้นจะได้ มุมในการเลี้ยว 30° ใช้เวลา 15 วิ นาที

2.2) ในการเลี้ยวขวาของเรือเก็บขยะนั้นจะได้มุมในการเลี้ยว 45° ใช้เวลา 25 วินาที

2.3) ในการเลี้ยวขวาของเรือเก็บขยะนั้นจะได้มุมในการเลี้ยว 90° ใช้เวลา 40 วินาที

4.4 การเก็บขยะของเรือเก็บขยะ

สำหรับการเก็บขยะนั้นการทำงานจะกดรีโมทควบคุมปุ่มเก็บขยะโดยกดปุ่มค้างไว้ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ที่ขับสายพานในการเก็บขยะทำงานสายพานจะหมุนเก็บเอาขยะที่ลอยอยู่เหนือน้ำขึ้นมากับสายพานแล้วเก็บที่ตะแกรงเก็บขยะการทำงานของเรือเก็บขยะนั้นก็สามารถเก็บขยะได้ หลังจากนั้นเมื่อเรือเก็บขยะทำการเก็บขยะได้ตามที่ต้องการแล้วเมื่อขยะหมดก็หยุดกดปุ่มเก็บขยะเรือเก็บขยะจะหยุดเก็บขยะถ้าต้องการเก็บขยะครั้งต่อไปก็ทำอย่างนี้ทุกครั้งเมื่อต้องการเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 การเก็บขยะของเรือเก็บขยะ

1) ลำดับการทดลอง

1.1) ตรวจสอบว่าสวิตช์ ที่ควบคุมการจ่ายไฟให้ระบบควบคุมตำแหน่ง ON/OFF ที่เรือเก็บขยะว่าอยู่ในตำแหน่ง ON หรือไม่ ถ้าไม่อยู่ต้องกดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง ON ก่อนสั่งให้เรือเก็บขยะทำงานเสมอ

1.2) กดสวิตช์ ON ที่เรือเก็บขยะ

1.3) กดปุ่มเก็บขยะจากรีโมท

1.4) สังเกตการเก็บขยะของเรือเก็บขยะ และบันทึกผลการทดลอง

2) ผลการทดลอง

2.1) ในการเก็บขยะของเรือเก็บขยะนั้นจะเก็บได้ 3-5 กิโลกรัมต่อครั้ง

2.2) ในการเก็บขยะของเรือเก็บขยะนั้นจะรับน้ำหนักได้ 5-10 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 สรุป

การออกแบบและการสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล มีลักษณะพอสรุปได้ดังนี้ คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้างเรือเก็บขยะจะทำมาจากไฟเบอร์กลาสลักษณะจะเป็นทุ่นสองข้างและเชื่อมต่อกันระหว่างทุ่นตรงส่วนท้ายของเรือเป็นส่วนเดียวกันโดยแต่ละทุ่นของตัวเรือตรงส่วนท้ายจะติดตั้งดีซีมอเตอร์ขับเคลื่อนข้างละ 1 ตัว โดยมีสำหรับทำหน้าที่ขับเคลื่อนเรือเก็บขยะให้เดินหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และจะมีดีซีมอเตอร์ 1 ตัวเพื่อจะทำหน้าที่หมุนสายพานในการเก็บขยะขึ้นจากน้ำโดยการใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวเพลากับลูกกลิ้งสายพาน โดยที่ดีซีมอเตอร์ทั้งหมดในระบบจะถูกสั่งการด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลที่สร้างมีความกว้าง 120 เซนติเมตร มีความยาว 150 เซนติเมตร มีความสูง 40 เซนติเมตร มีน้ำหนักรวมทั้งสิ้น 30 กิโลกรัม มีระยะการควบคุมได้ไกล 30 เมตร มีระบบเตือนเมื่อแบตเตอรี่ต่ำและระบบเกลี่ยขยะ เมื่อล้นขอบตะแกรง

จากการทดลอง การทำงานของเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และเก็บขยะในน้ำ โดยการควบคุมจากรีโมทและสามารถเกลี่ยขยะเมื่อขยะล้นขอบตะแกรง เตือนเมื่อน้ำหนักบรรทุกมากเกินไป

ส่วนจุดที่ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขคือ ระบบการขับเคลื่อนความเร็วของเรือเก็บขยะที่ยังจะมีความเร็วไม่มากเท่าไหร่ในการเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งที่ต้องการ การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาประกอบเป็นเรือควรใช้อุปกรณ์ที่แข็งแรงและน้ำหนักเบาราคาถูกในการนำมาสร้างเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลจะทำให้เรือคล่องตัวและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ปัญหา

1) ปัญหา ข้อมูลที่ทำการศึกษาวงจรจากรายละเอียดของวงจรเมื่อเรานำมาใช้ปฏิบัติแล้วค่าของตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรให้ผลทางเอาต์พุตได้ไม่ตรงตามที่ออกแบบไว้

แนวทางแก้ไข ทำการสุ่มทดลองเปลี่ยนค่าของตัวอุปกรณ์ที่ใช้ให้ค่าเอาต์พุตไม่ตรงไปเรื่อยๆจนกว่าผลที่ได้ทางเอาต์พุตเป็นไปตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ปัญหา รีโมทส่ง-รับสัญญาณไม่ได้ไกล เนื่องจากวางรีโมทไว้ในตัวเรือเก็บขยะเกิดจากการรบกวนจากการหมุนของมอเตอร์และความถี่จากวงจรการควบคุมทำให้รับส่งได้ไม่ไกล

แนวทางแก้ไข วางเครื่องรับรีโมทไว้ในบริเวณที่ไม่เกี่ยวข้องจากความถี่มอเตอร์ที่เกิดจากการหมุนความถี่จากวงจรควบคุมโดยวางไว้ที่ไกลจากวงจรควบคุมและมอเตอร์เพื่อจะได้รับสัญญาณได้มากขึ้น

3) ปัญหา ในการนำวัสดุที่จะนำมาทำโครงสร้างของเรือเก็บขยะในการขึ้นรูปการตกแต่งระยะเวลาในการขึ้นรูป อุณหภูมิ สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการทำงานทำให้การขึ้นรูปได้ยากและต้องรีบทำเพราะการแข็งตัว ขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อม

แนวทางแก้ไข ต้องเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะในการทำงาน อุณหภูมิและความชื้นของอากาศประมาณ 50°-60° C และการผสมเคมีที่มีปฏิกิริยาในระยะการแข็งตัวของชิ้นงานต้องพอเหมาะในการตกแต่งและขึ้นรูป

4) ปัญหา ในการถอดแบบเอาชิ้นงานออกจากแม่แบบ เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างผนังของแม่แบบและชิ้นงานจะมีแรงดึงดูดมากเมื่อยังมีปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้ถอดแบบได้ยากและอาจเสียรูปทรงของชิ้นงานไปเลย ถ้าเราถอดแบบโดยการงัดด้วยอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้อง

แนวทางแก้ไข ในการที่จะเอาชนะแรงดึงดูดในการถอดแบบให้นุ่มนวลที่สุดให้ใช้น้ำหรือลมอัดเข้าไปจะมีกำลังดันยกชิ้นงานขึ้นจากแม่แบบหรือพ่นน้ำยาถอดแบบจะทำให้ชิ้นงานที่เราถอดแบบออกมาไม่เสียรูปหรือเสียหายได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

แนวทางในการพัฒนาเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกลเพื่อให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีขึ้นจำเป็นต้องพัฒนาส่วนต่างๆดังนี้

1) ปรับปรุงรีโมทให้สามารถส่ง-รับสัญญาณให้ได้ไกลกว่าเดิม

2) ทำโครงสร้างให้มีความเหมาะสมในการใช้งานและตกแต่งให้ดูสวยงามและแข็งแรง

3) ควรจะมีเครื่องค้นหาตำแหน่งวัตถุเพื่อใช้ในการตรวจสอบสิ่งของใต้น้ำ

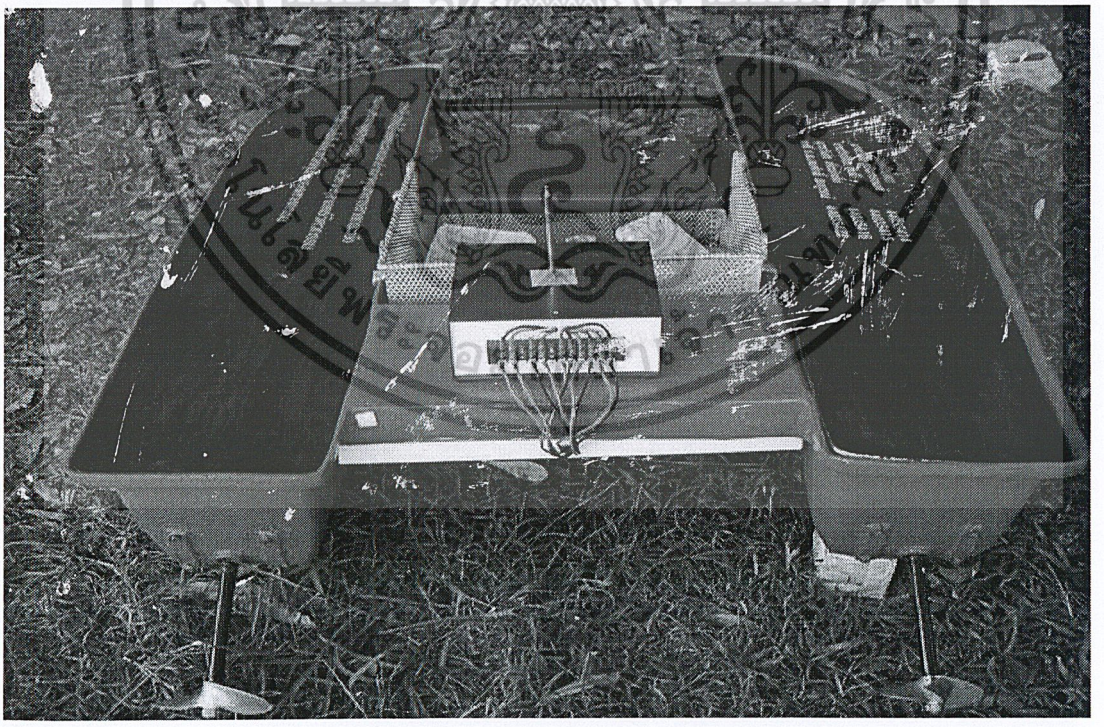
4) ควรนำไปประยุกต์ใช้งานให้ได้หลายๆอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

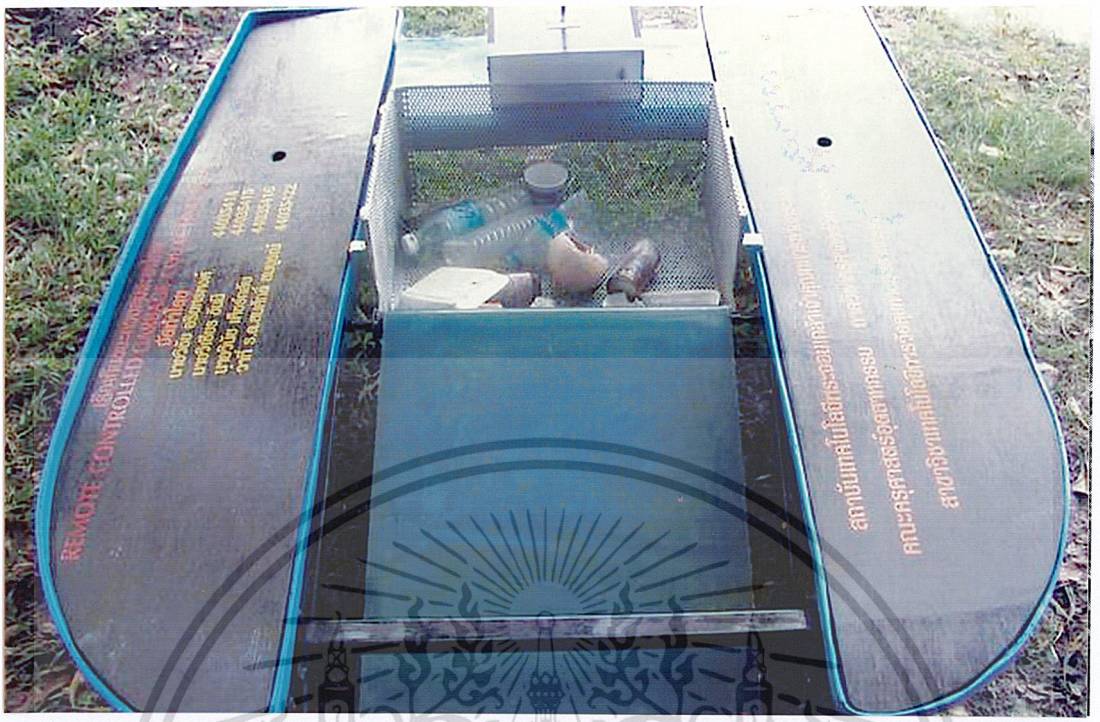
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 การวางอุปกรณ์และการต่อใช้งานของเรือเก็บขยะ

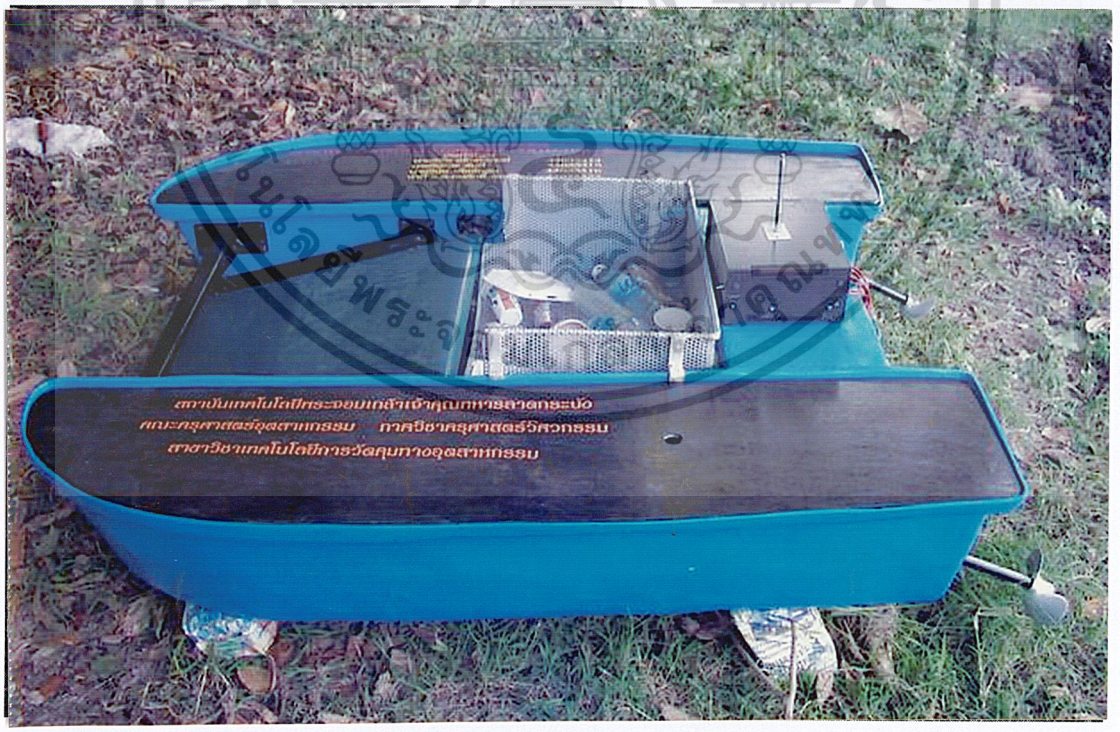


รูปที่ ก.2 ด้านบนของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

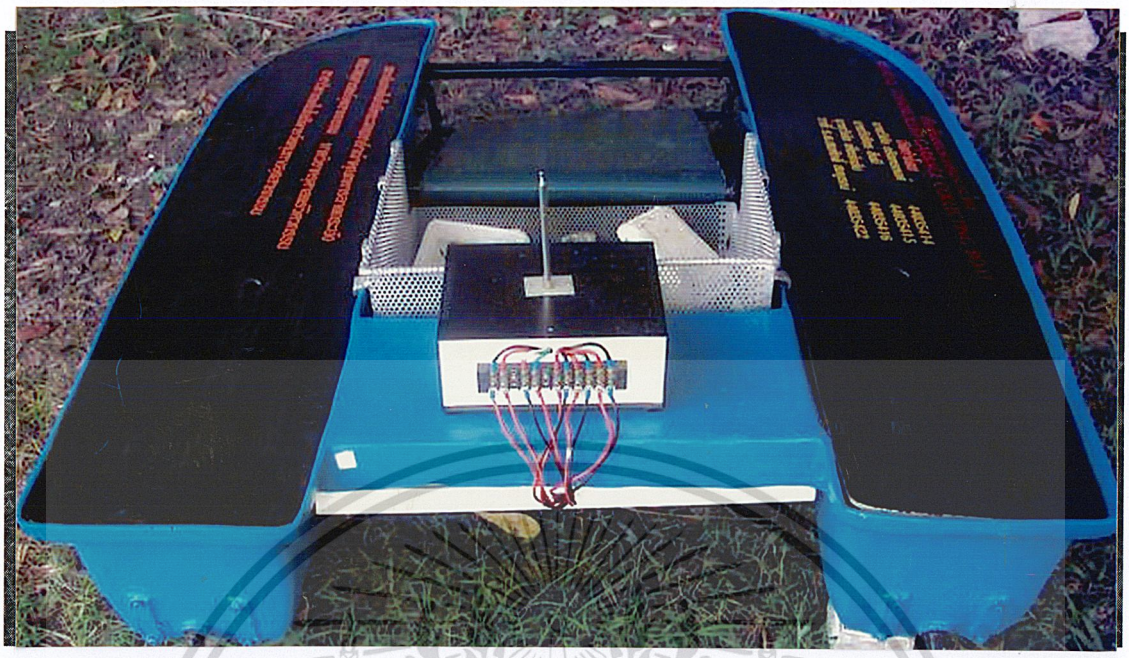


รูปที่ ก.3 ด้านหน้าของเรือเก็บขยะ

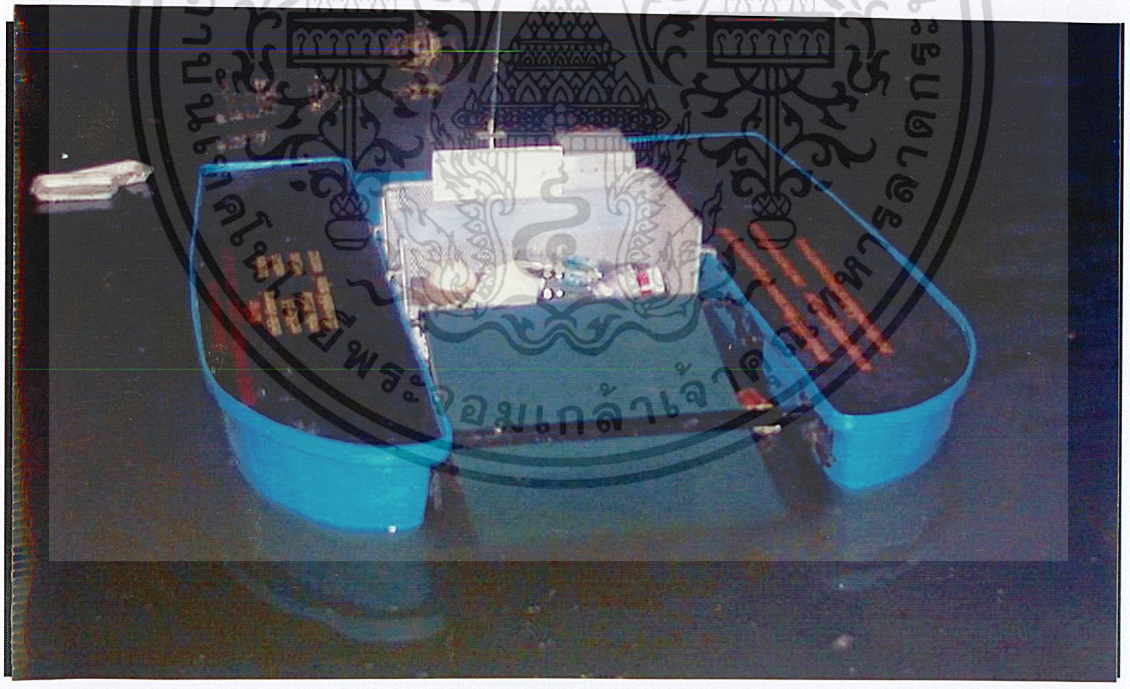


รูปที่ ก.4 ด้านข้างของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

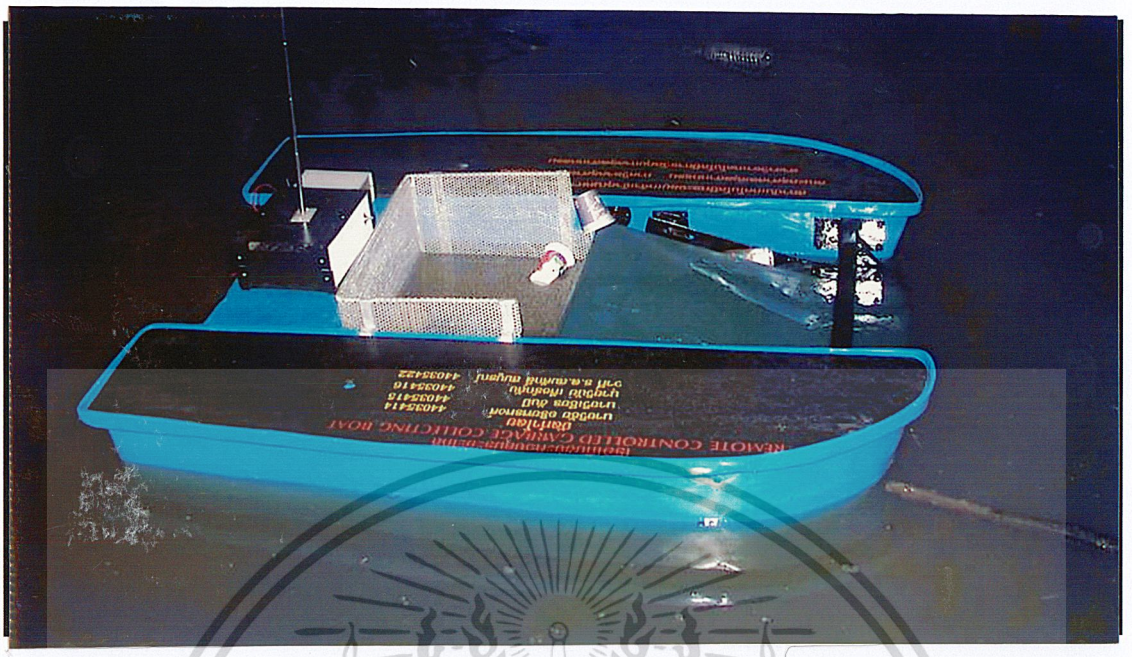


รูปที่ ก.5 ด้านหลังของเรือ

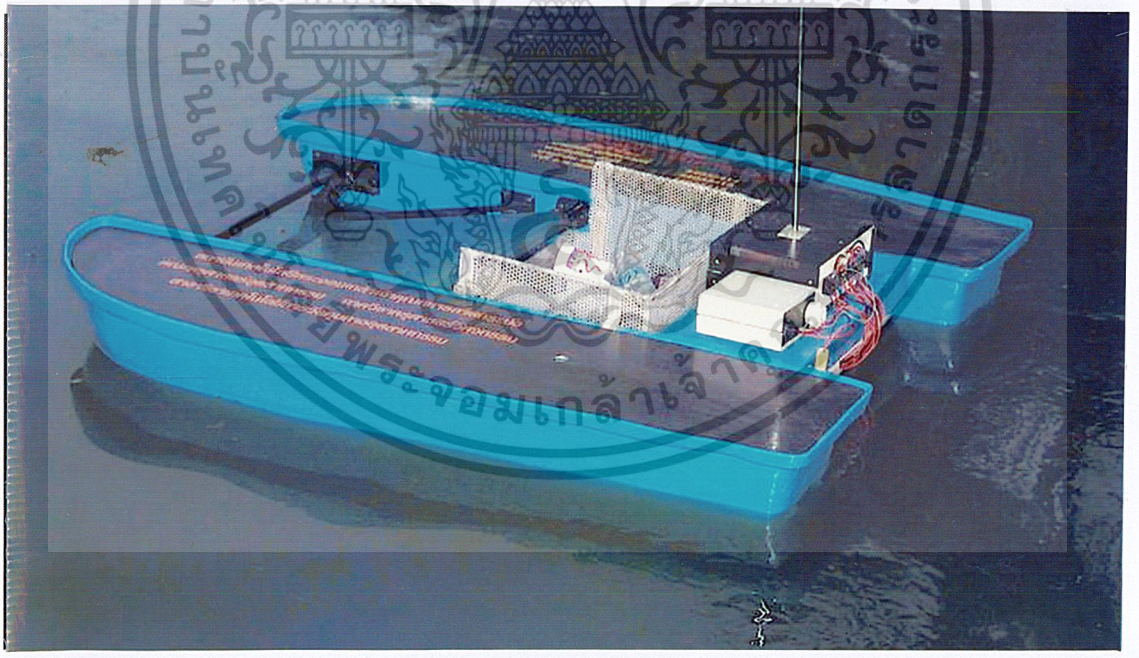


รูปที่ ก.6 การทดลองเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

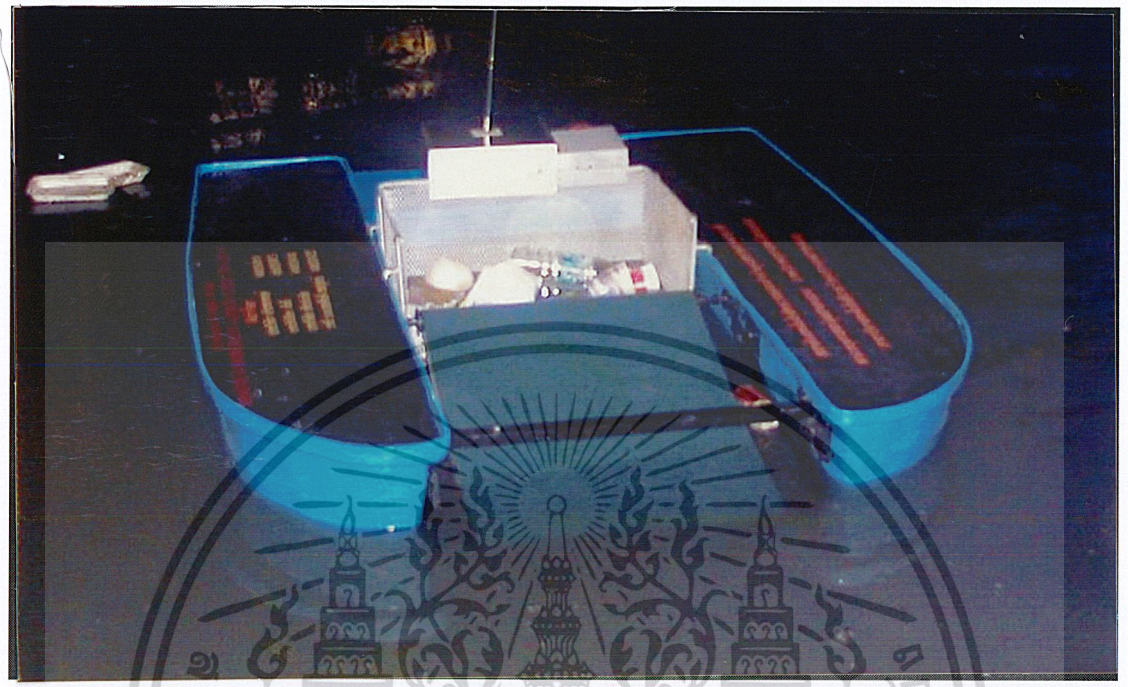


รูปที่ ก.7 การทดลองเลี้ยวซ้าย

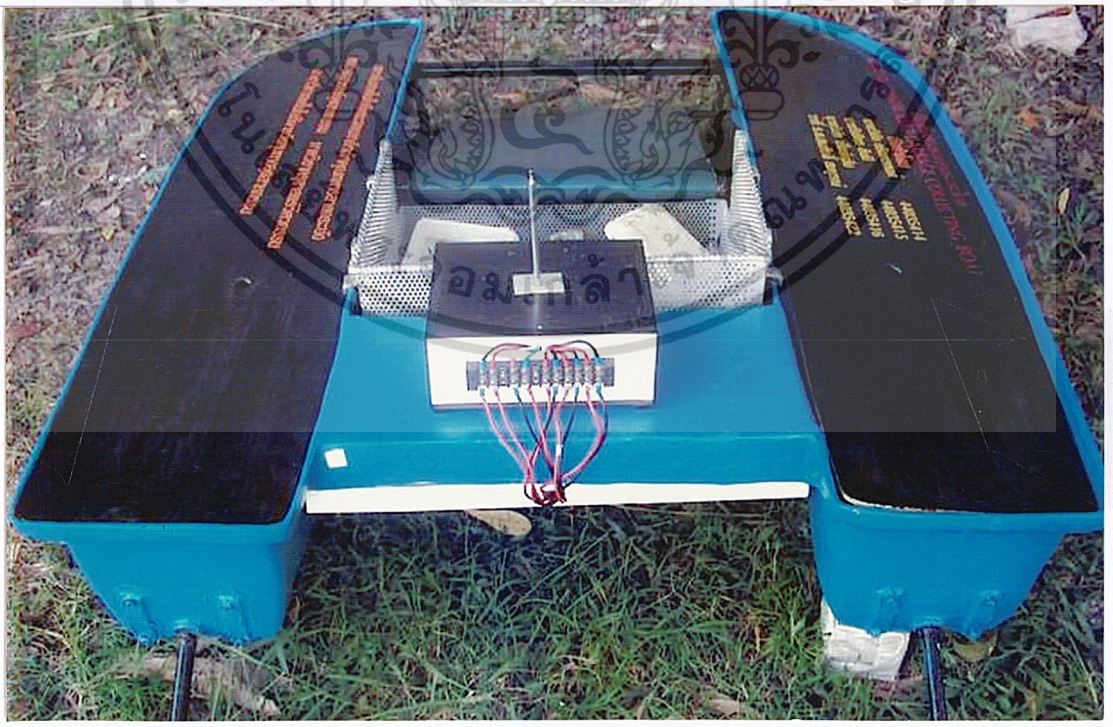


รูปที่ ก.8 การทดลองเลี้ยวขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 การทดลองเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

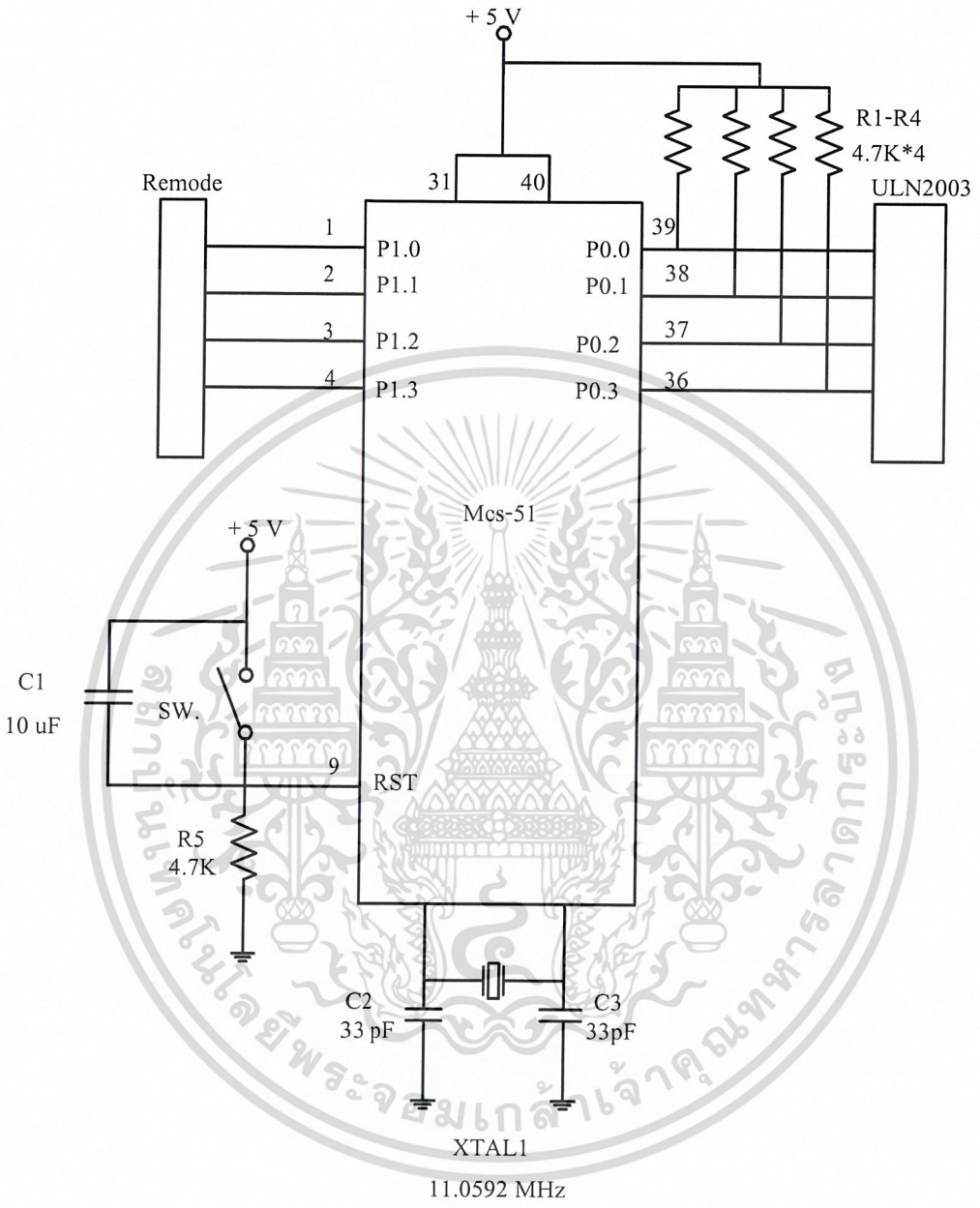


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

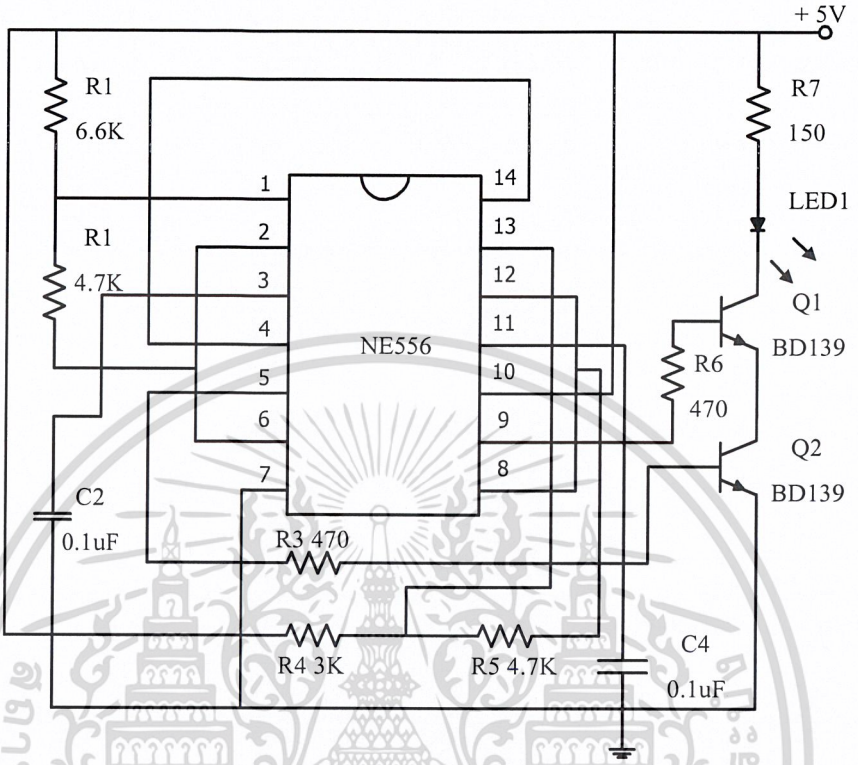
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

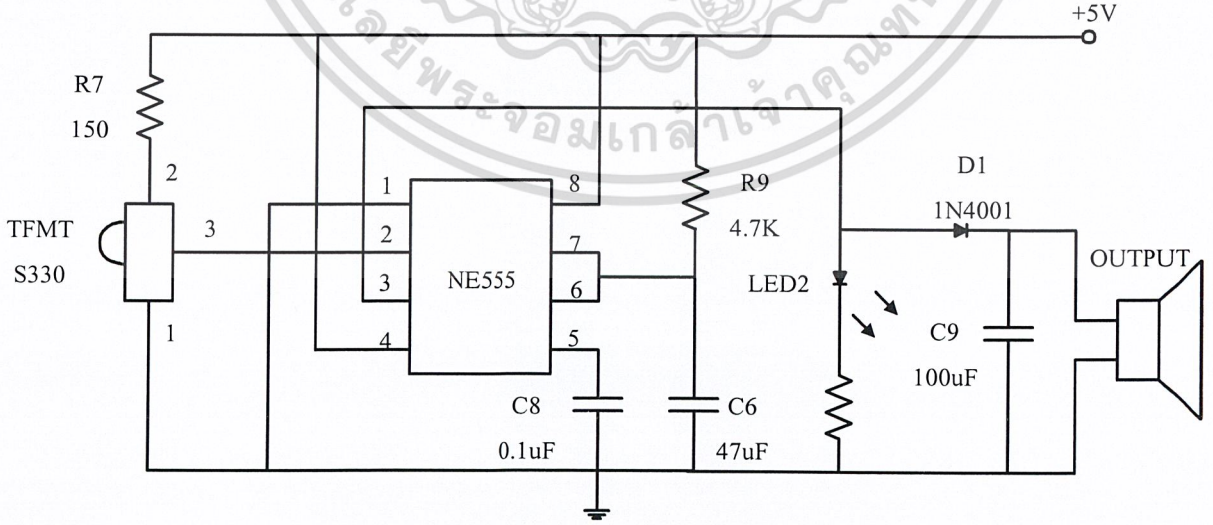


รูปที่ ข.1 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

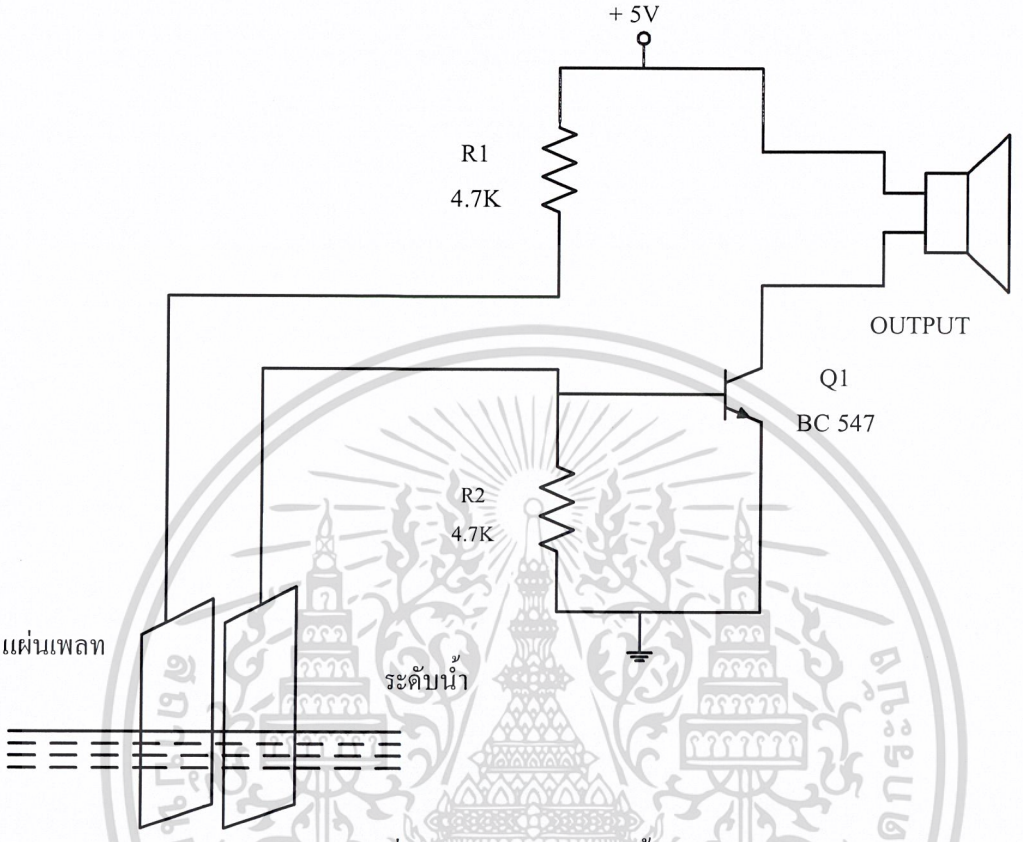


รูปที่ ข.2 ภาคส่งวงจรเซนเซอร์วัตถุ

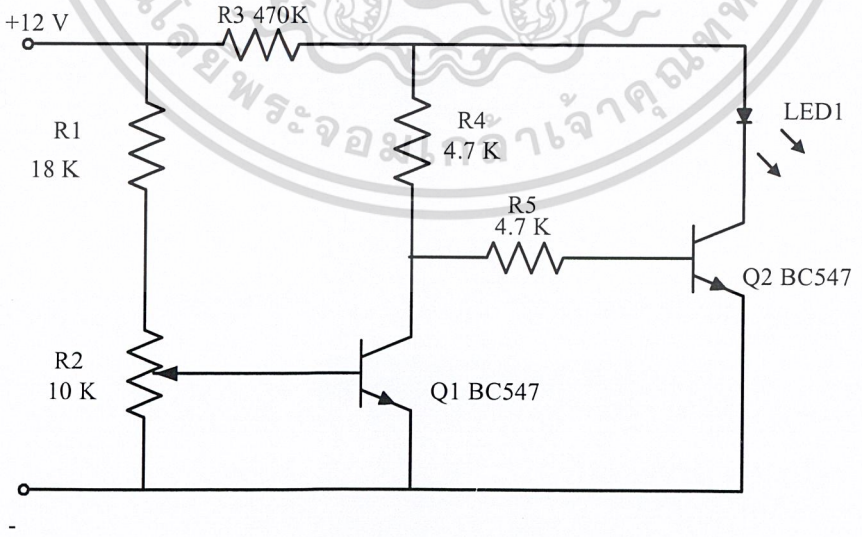


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.3 ภาครับวงจรเซนเซอร์วัตถุ

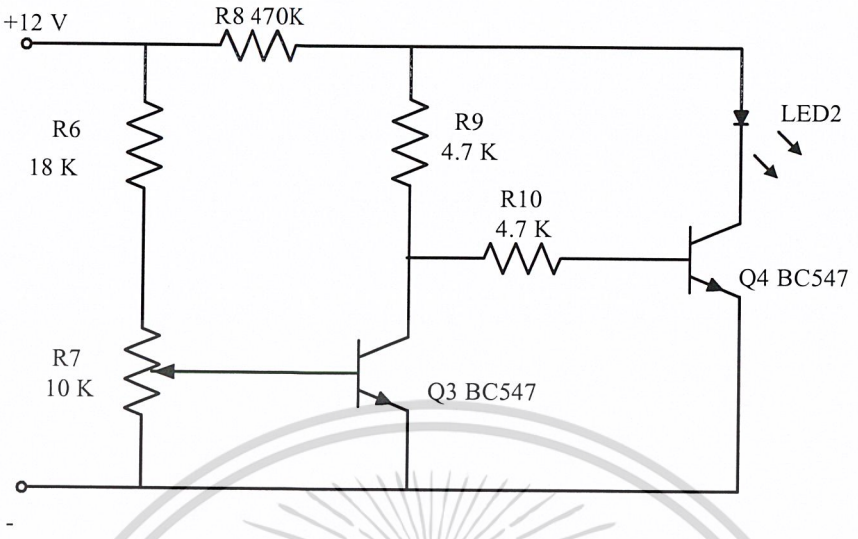


รูปที่ ข.4 วงจรตรวจสอบน้ำหนัก



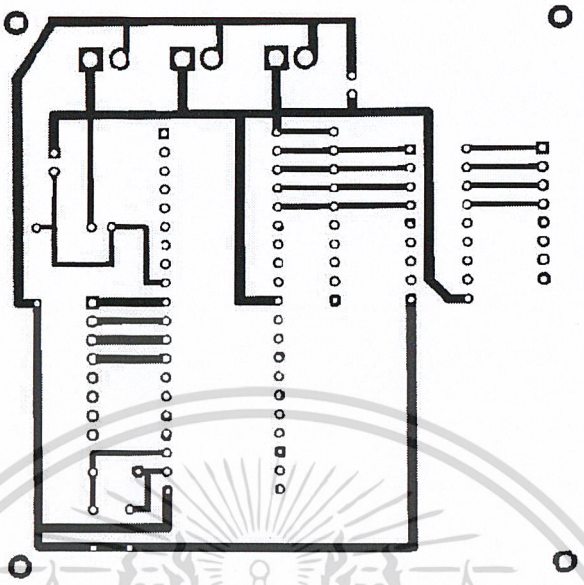
รูปที่ ข.5 วงจรตรวจสอบแบตเตอรี่ลูกที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

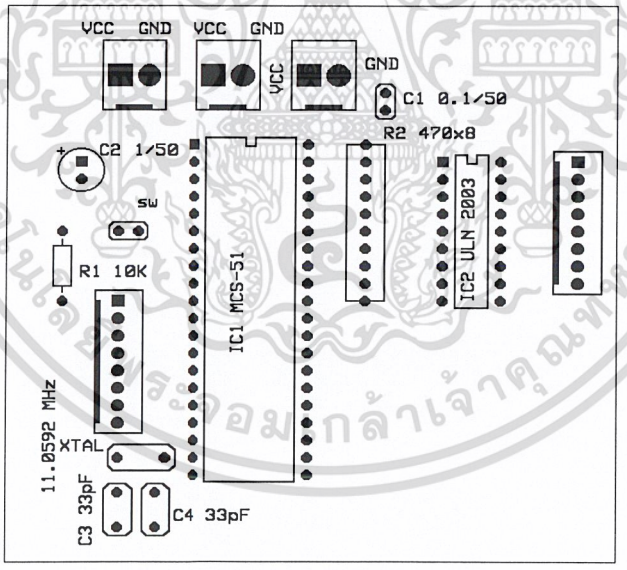


รูปที่ ข.6 วงจรตรวจสอบแบตเตอรี่ลูกที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

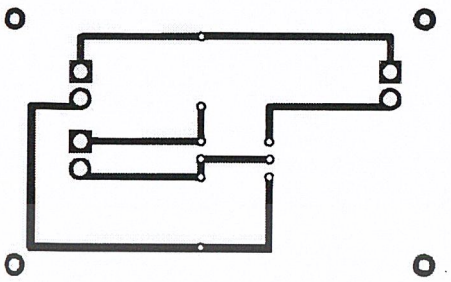


รูปที่ ข.7 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุมหลัก

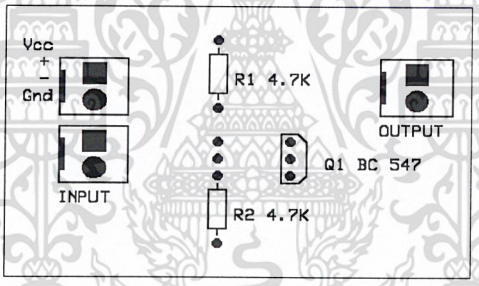


รูปที่ ข.8 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรควบคุมหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

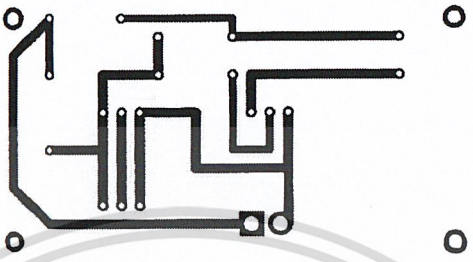


รูปที่ ข. 9 แผ่นวงจรตรวจสอบน้ำหนัก

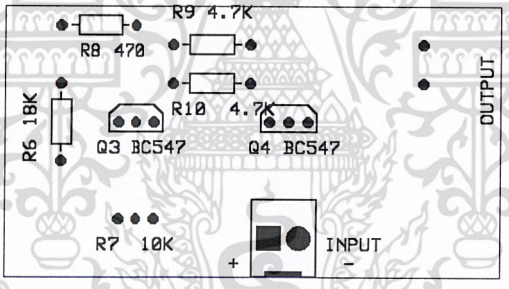


รูปที่ ข.10 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

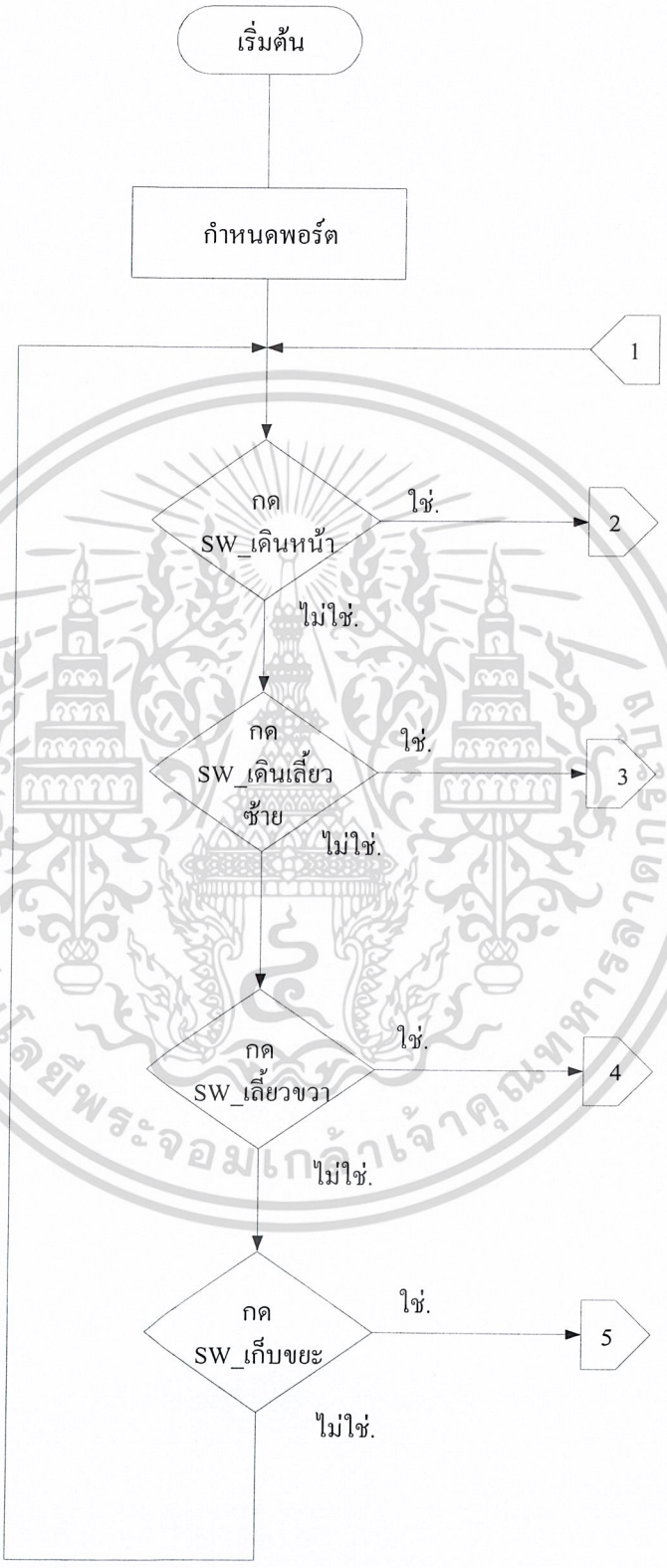


รูปที่ ข.11 วงจรตรวจสอบแบตเตอรี่



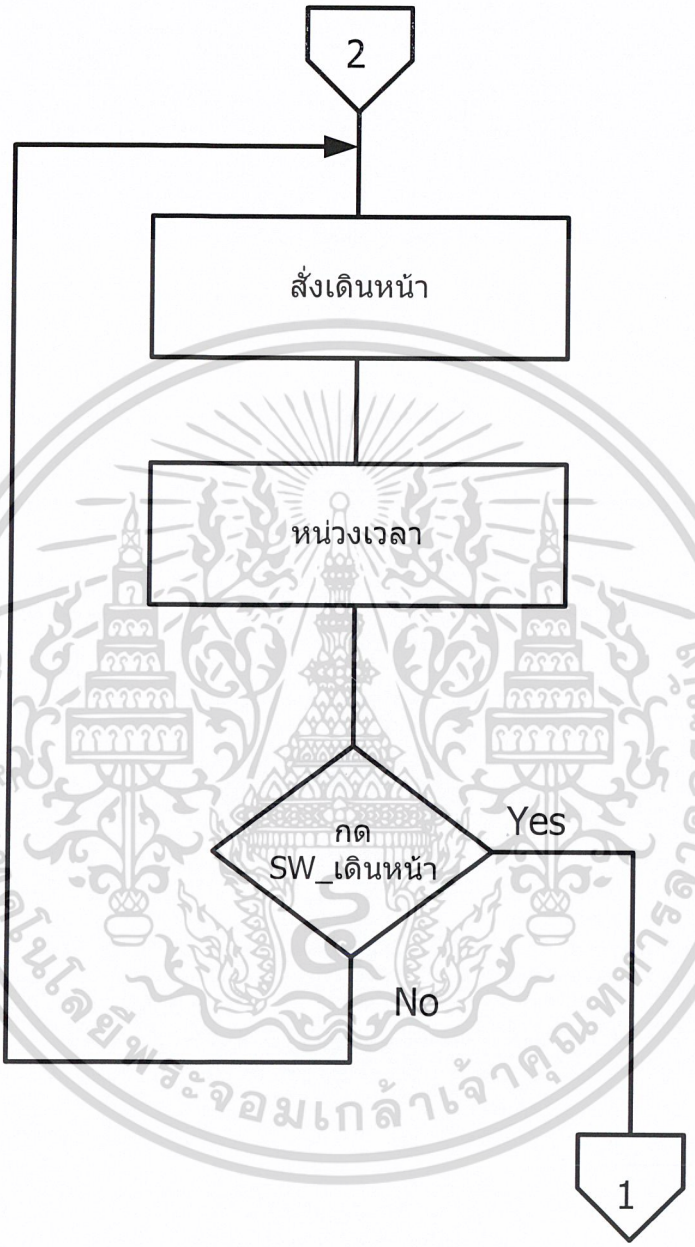
รูปที่ ข.12 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ของวงจรตรวจสอบแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



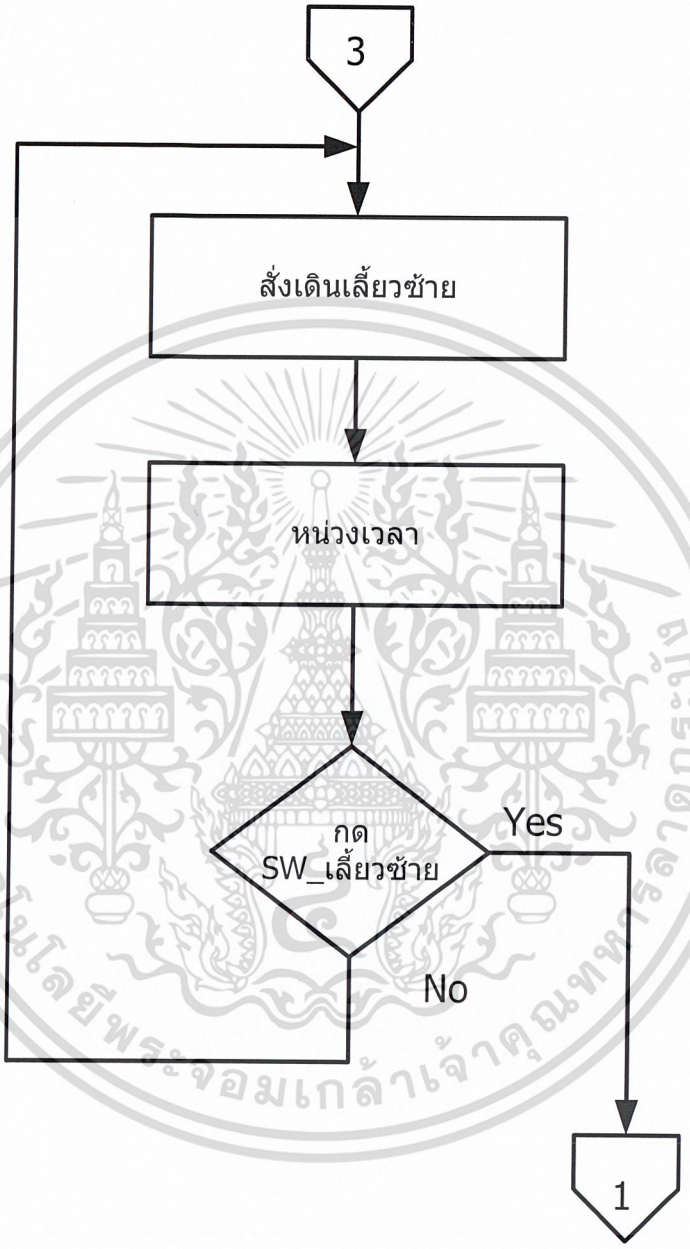
รูปที่ ค.1 แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



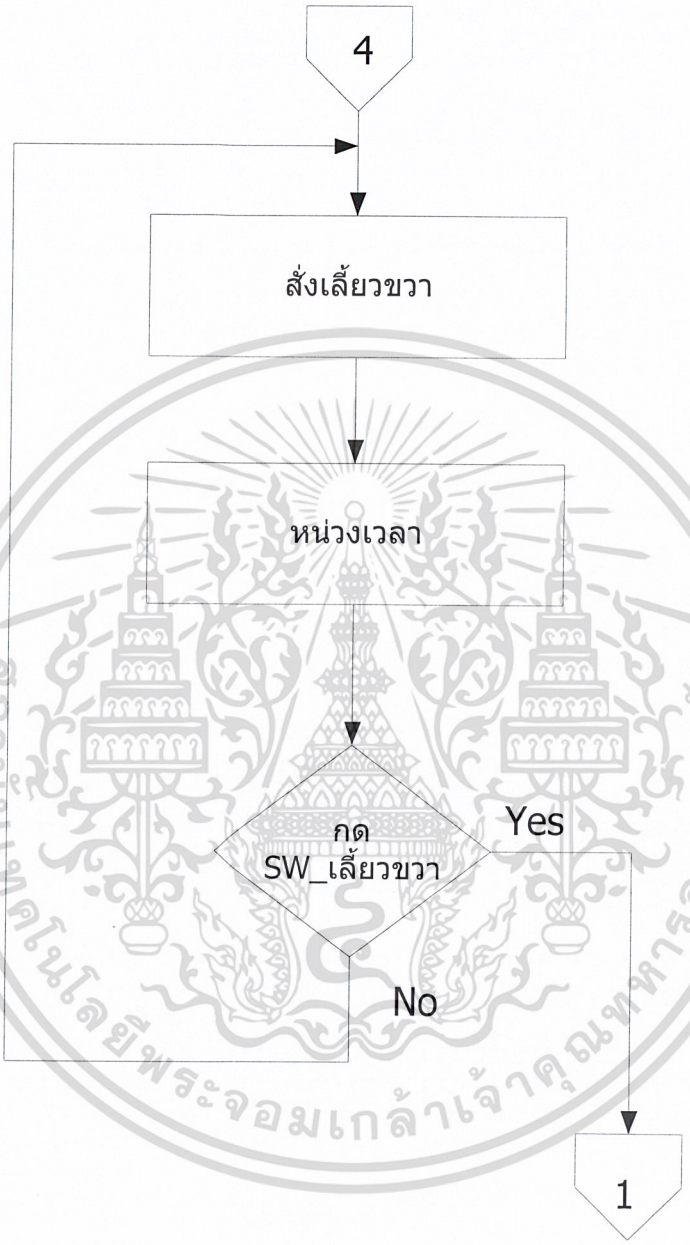
รูปที่ ค.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



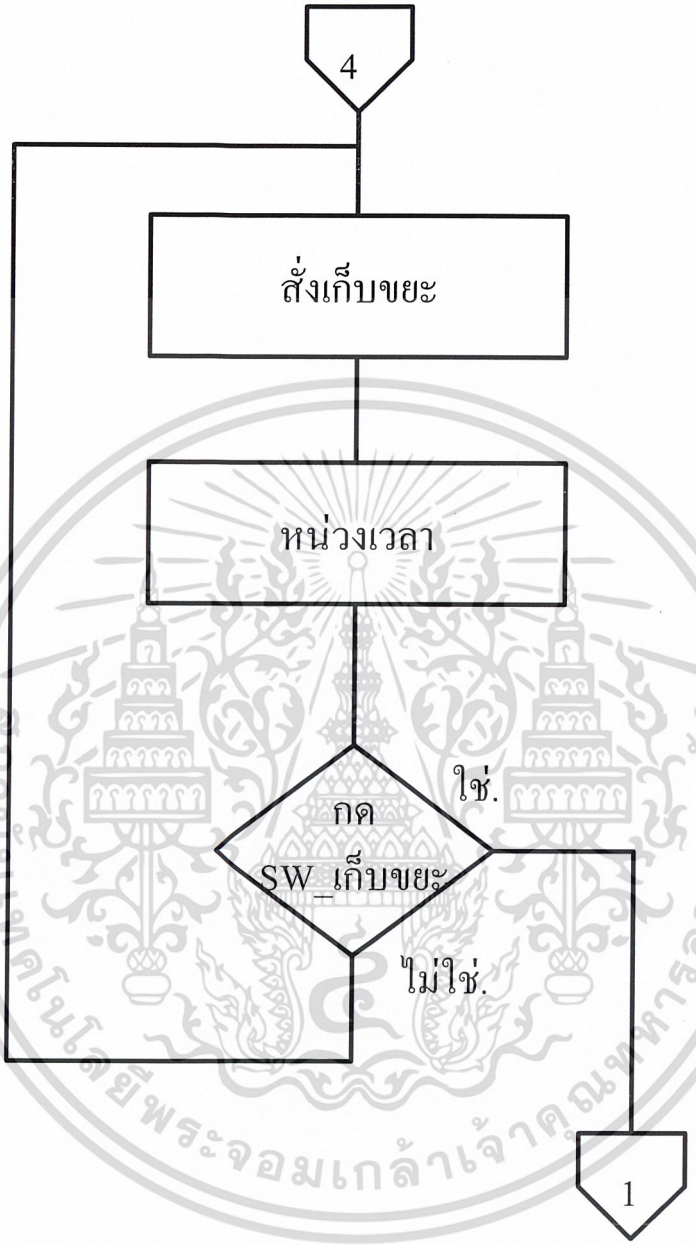
รูปที่ ค.1(ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



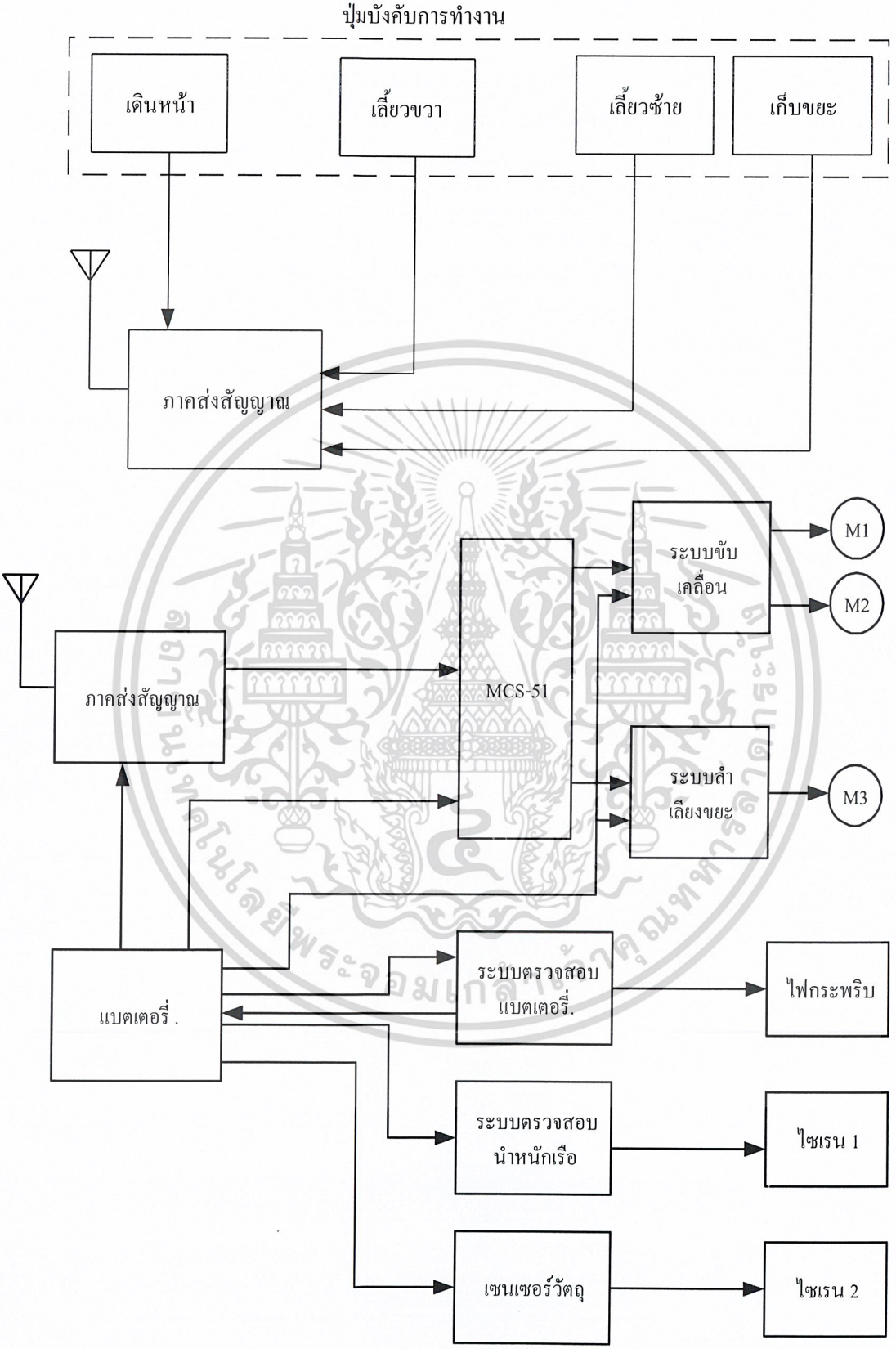
รูปที่ ค.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 (ต่อ) แผนผังการทำงานของเรือเก็บขยะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SW_LEFT                 BIT   P1.0
SW_RIGHT                BIT   P1.1
SW_FORWARD              BIN   P1.2
SW_GARBAGE              BIN   P1.3
LEFT                    BIN   P0.0
RIGHT                   BIN   P0.1
FORWARRD                BIN   P0.2
GARBAGE                 BIN   P0.3

;*************************************************************

;                       MAIN PROGAM

;*************************************************************
                        ORG   0000H
                        MOV   P0,#00H
                        MOV   P1,#00H

CHECK:                  MOV   A,P1
                        ANL   A,#00001111B
                        CJNE  A,#00001110B,NEXT1

FORWARD:                MOV   P0,#00000011B
                        ACALL DELAY_D
                        JNB   P1.0,$
                        SJMP  CHECK
NEXT1:                  CJNE  A,#00001101B,NEXT2
RIGHT:                  MOV   P0,#00001011B
                        ACALL DELAY_D
                        JNB   P1.1,$
                        SJMPCHECK

NEXT2:                  CJNE  A,#00001011B,NEXT3
LEFT  :                 MOV   PO,#00001111B
                        ACALL DELAY_D
                        JNB   P1.2,$
                        SJMP  CHECK

NEXT3:                  CJNE  A,#00000111B,NEXT4
GARBAGE:                MOV   P0,#00010000B
                        ACALL DELAY_D
                        JNB   P1.3,$
                        SJMP  CHECK

NEXT4:                  SJMP  CHECK

DELAY_D:                MOV   R3,#0FH
DELAY_D:                MOV   R4,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ  R4,#0FFH
                DJNZ  R4,$
                DJNZ  R3,DELAY1_D
                RET

                END
```

รูปที่ ค.3 โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์

1. วงจรควบคุม

1) ตัวต้านทาน

10kΩ	9 ตัว

2) คาปาซิสเตอร์

0.01 uF 50 V	1 ตัว
10 uF 16 V	1 ตัว
33 uF 50 V	2 ตัว

3) ไอซี

MCS 8051	1 ตัว

4) สวิตช์

สวิตช์	ตัว

2.วงจรเครื่องส่งรี โมท

1) ตัวต้านทาน

100kΩ	2 ตัว
1Ω	1 ตัว
10kΩ	1 ตัว
22kΩ	1 ตัว
39kΩ	1 ตัว
100kΩ	1 ตัว

2) คาปาซิสเตอร์

0.01 uF 50 V	3 ตัว
10 uF 16 V	1 ตัว
33 uF 50 V	1 ตัว
47 uF 50 V	1 ตัว
5 uF 50 V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

4) ไดโอด

1N4148	8 ตัว

5) ขดลวด

1uH	2 ตัว

6) คริสตอล

49.860 เมกะเฮิรตซ์	2 ตัว

7) ไดโอดเปล่งแสง

1N4148	1 ตัว

8) ไอซี

GTTX2	1 ตัว

9) สวิตช์

สวิตช์	4 ตัว

3.วงจรเครื่องรับรี โมท

1) ตัวต้านทาน

10Ω	4 ตัว
180Ω	1 ตัว
560Ω	1 ตัว
1kΩ	1 ตัว
2.2kΩ	1 ตัว
4.2kΩ	1 ตัว
4.3kΩ	2 ตัว
1MΩ	1 ตัว
2.2MΩ	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

2) คาปาซิสเตอร์

0.00012 uF 50 V	1 ตัว
0.001 uF 50 V	2 ตัว
0.002 uF 50 V	1 ตัว
0.04uF 50 V	1 ตัว
0.1uF 50 V	3 ตัว
47uF 50 V	1 ตัว
100uF 16 V	2 ตัว
4pF 50 V	1 ตัว
7pF 50 V	1 ตัว
15pF 50 V	1 ตัว

3) ขดลวด

2.2uH	2 ตัว

4) ทรานซิสเตอร์

8085	4 ตัว
8550	4 ตัว
1815Y	5 ตัว
1015	1 ตัว
1815R	1 ตัว

5) ไอซี

GRX2 0107	1 ตัว

6) ไดโอด

1N4007	1 ตัว

7) ซี เนอร์ไดโอด

3V	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ (ต่อ)

4.วงจรขับมอเตอร์

1) ไอซี

ULN2003	1 ตัว

2) มอเตอร์กระแสตรง

12 V	1 ตัว
24 V	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ความหนืดไดเนแมติคและความแน่นมวลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนืดไคเนแมติคของน้ำ

(Kinematic Viscosity of Water)

มาตราของอังกฤษ

น้ำจืด υ x10^{-5} (ft ^{2}/sec)	อุณหภูมิ ° F	น้ำเค็ม υ x10^{-5} (ft ^{2}/sec)
1.9291	32	-
1.8922	33	-
1.8565	34	-
1.8219	35	-
1.7988	36	-
1.7558	37	-
1.7242	38	-
1.6935	39	-
1.6638	40	1.6846
1.6349	41	1.6568
1.6068	42	1.6298
1.5795	43	1.6035
1.5530	44	1.5780
1.5272	45	1.5531
1.5021	46	1.5289
1.4476	47	1.5053
1.4539	48	1.4823
1.4306	49	1.4599
1.4080	50	1.4381
1.3860	51	1.4168
1.3646	52	1.3961
1.3437	53	1.3758
1.3233	54	1.3561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแน่นมวลของน้ำ(Mass Density of Water, ρ)

มาตราอังกฤษ

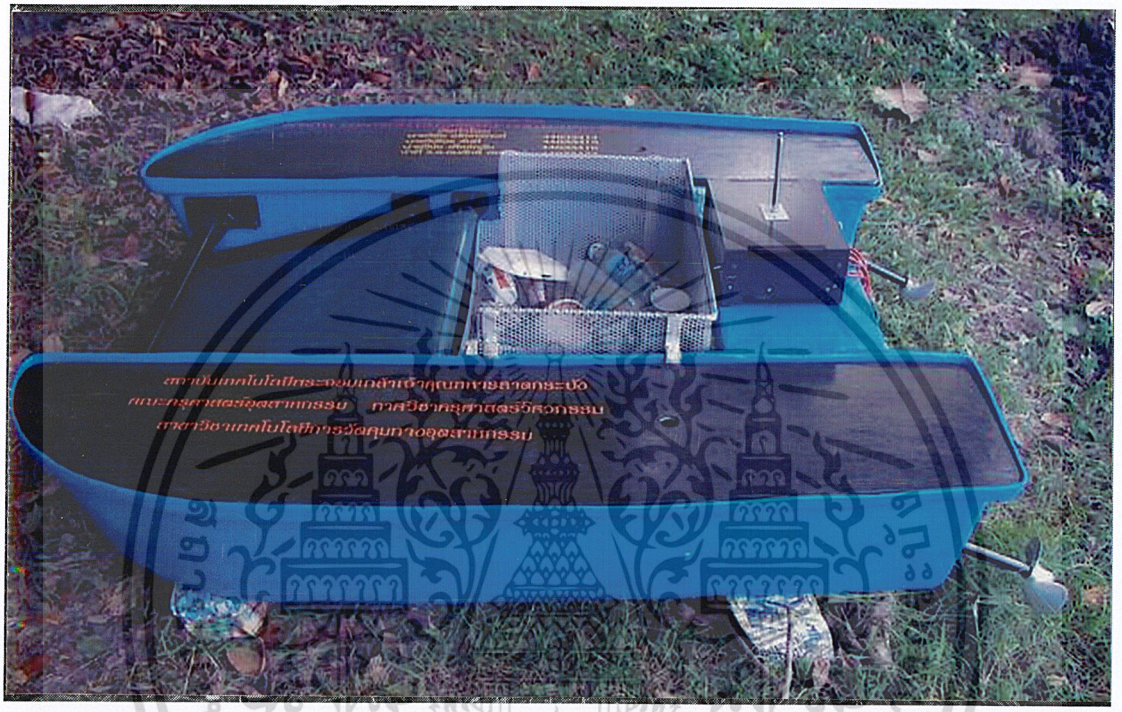
น้ำจืด ρ(lb-sec^3 /ft^4)	อุณหภูมิ ° F	น้ำเค็มρ_s (lb-sec^3 /ft^4)
1.9399	32	1.9947
1.9399	33	1.9946
1.9400	34	1.9946
1.9400	35	1.9945
1.9401	36	1.9944
1.9401	37	1.9943
1.9401	38	1.9942
1.9401	39	1.9941
1.9401	40	1.9940
1.9401	41	1.9939
1.9401	42	1.9937
1.9401	43	1.9936
1.9400	44	1.9934
1.9400	45	1.9933
1.9398	46	1.9931
1.9398	47	1.9930
1.9398	48	1.9928
1.9397	49	1.9926
1.9396	50	1.9924
1.9395	51	1.9923
1.9394	52	1.9921
1.9393	53	1.9919
1.9392	54	1.9914

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการใช้งานเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน
เรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล



รูปที่ ฉ.1 รูปเรือเก็บขยะควบคุมระยะไกล

1.แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ 35Ah จำนวน 2 ลูก

1.1 การตรวจสอบแบตเตอรี่

ตรวจสอบแบตเตอรี่ โดยการใช้เสียงและแสดงผลทางหลอดไฟเตือนเมื่อพลังงานในแบตเตอรี่ต่ำกว่าที่วงจรสามารถทำงานได้ให้ทราบว่าต้องชาร์จแบตเตอรี่เพื่อที่จะให้ประสิทธิภาพการทำงานของเรือเก็บขยะได้เต็มที่

1.2 การชาร์จแบตเตอรี่

การชาร์จแบตเตอรี่ต้องให้ระบบเตือนแบตเตอรี่เตือนก่อนและทำการชาร์จในการชาร์จใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง และตรวจดูน้ำกลั่นทุกครั้งก่อนชาร์จถ้าต่ำกว่าระดับที่กำหนดให้ทำการเติมก่อนจะชาร์จเพื่อจะทำให้อายุการใช้งานได้นาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

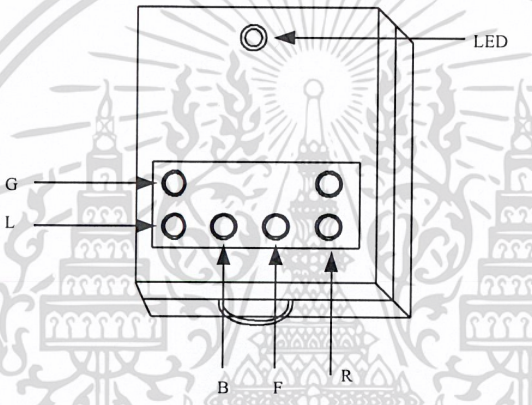
2.มอเตอร์

2.1 มอเตอร์ขับเคลื่อน

มอเตอร์ขับเคลื่อนเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลท์ กระแส 3.5 แอมป์ ความเร็วรอบ 3,300 รอบต่อนาที ขนาด 84 วัตต์ ทำการติดตั้งในการหมุนใบจักรขับเคลื่อนเรือเก็บขยะ 2 ตัว คือด้านซ้ายและด้านขวามือ

2.2 มอเตอร์สายพานเก็บขยะ

มอเตอร์สายพานเก็บขยะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลท์ กระแส 3.5 แอมป์ ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที ขนาด 84 วัตต์



รูปที่ ฉ.2 รีโมทคอนโทรล

3. ปุ่มกดควบคุมการใช้งานเรือเก็บขยะ

3.1 ปุ่มกดเก็บขยะ (G)

เมื่อกดปุ่มเก็บขยะแล้วเรือเก็บขยะจะเก็บขยะโดยใช้สายพานเก็บขยะที่ลอยอยู่เหนือน้ำ โดยใช้การชนแล้วหมุนลำเลียงขยะขึ้นมาเก็บไว้ที่ตะแกรง

3.2 ปุ่มเดินหน้า (F)

เมื่อกดปุ่มเดินหน้าแล้วเรือเก็บขยะจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าการกดเดินหน้าให้กดปุ่มค้างไว้เรือจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าเรื่อยๆและหยุดกดปุ่มเดินหน้าเมื่อต้องการให้เรือหยุดการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ปุ่มเลี้ยวซ้าย (L)

เมื่อกดปุ่มเลี้ยวซ้ายแล้วเรือเก็บขยะจะทำการเลี้ยวซ้ายและการเลี้ยวทำมุมมากน้อยจะขึ้นอยู่กับการกดปุ่มค้างไว้ถ้าได้มุมหรือทิศทางในการเลี้ยวตามที่ต้องการแล้วก็หยุดกดปุ่มเลี้ยวซ้ายเรือก็จะหยุดเลี้ยวซ้าย

3.4 ปุ่มเลี้ยวขวา (R)

เมื่อกดปุ่มเลี้ยวขวาแล้วเรือเก็บขยะจะทำการเลี้ยวขวาและการเลี้ยวทำมุมมากน้อยจะขึ้นอยู่กับการกดปุ่มค้างไว้ถ้าได้มุมหรือทิศทางในการเลี้ยวตามที่ต้องการแล้วก็หยุดกดปุ่มเลี้ยวขวาเรือก็จะหยุดเลี้ยวขวา

4.ขั้นตอนการใช้งาน

4.1 การต่อแหล่งจ่ายไฟ

ต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรควบคุมและมอเตอร์ให้ตรงตามขั้วที่กำหนดไว้ให้ถูกต้องเพื่อป้องกันการต่อสลับขั้วเพราะจะทำให้วงจรควบคุมภายในเสียหายได้

4.2 การปิด-เปิดสวิตซ์

เมื่อต่อวงจรถูกต้องเรียบร้อยแล้วทำการเปิดสวิตซ์เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงวงจรควบคุมและมอเตอร์เมื่อต้องการที่จะให้เรือเก็บขยะทำงาน

4.3 การควบคุมการทำงาน

เมื่อเปิดสวิตซ์จ่ายไฟให้วงจรควบคุมและมอเตอร์เรียบร้อยแล้วเรือเก็บขยะพร้อมที่จะทำงานการควบคุมทำได้โดยกดรีโมทคอนโทรลตามฟังก์ชันการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

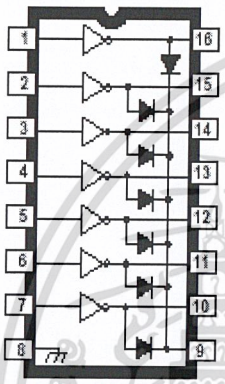
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024

2X3U4F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9504

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}
(ULN200xA and ULN200xL) ..... **50 V**
(ULN202xA and ULN202xL) ..... **95 V**
Input Voltage, V_{IN} ..... **30 V**
Continuous Output Current,
I_C ..... **500 mA**
Continuous Input Current, I_{IN} ..... **25 mA**
Power Dissipation, P_D
(one Darlington pair) ..... **1.0 W**
(total package) ..... **See Graph**
Operating Temperature Range,
T_A ..... **-20°C to +85°C**
Storage Temperature Range,
T_S ..... **-55°C to +150°C**

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

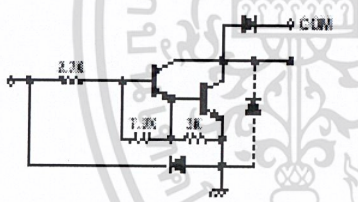
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	Part Number	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

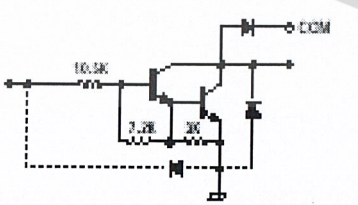
*Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

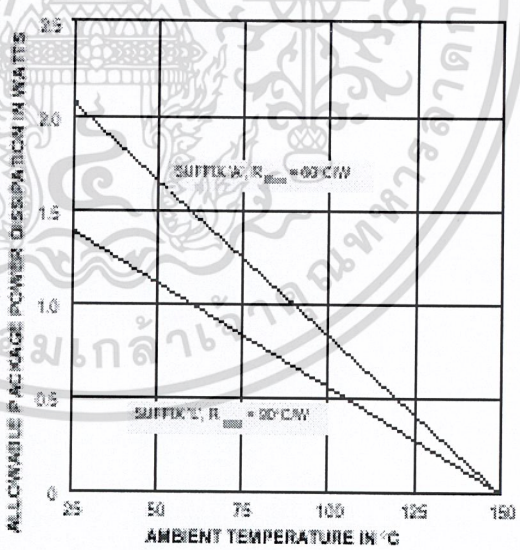
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)



ULN20x4A/L (Each Driver)





X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 50 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2004A/L	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{I(ON)}$	3	ULN2003A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{I(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2004A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 50 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 50 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L
ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

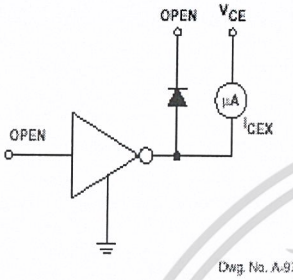
Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

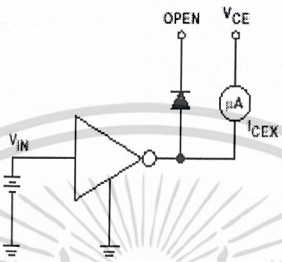
TEST FIGURES

FIGURE 1A



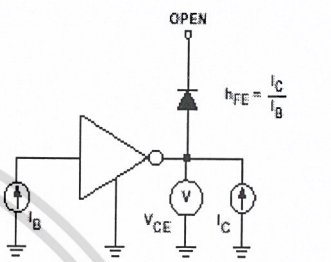
Dwg. No. A-9729A

FIGURE 1B



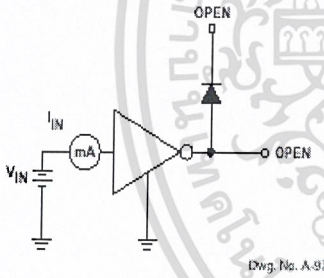
Dwg. No. A-9730A

FIGURE 2



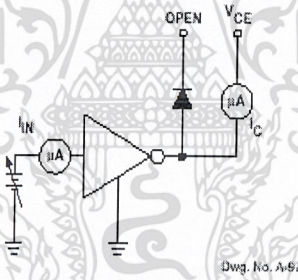
Dwg. No. A-9731A

FIGURE 3



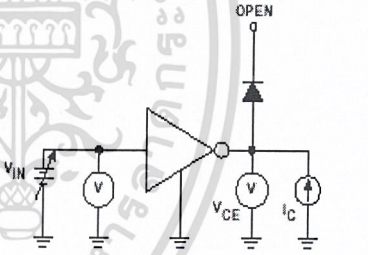
Dwg. No. A-9732A

FIGURE 4



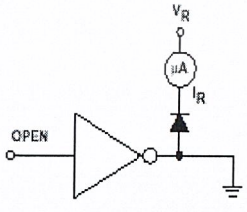
Dwg. No. A-9733A

FIGURE 5



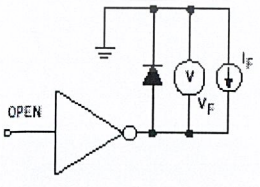
Dwg. No. A-9734A

FIGURE 6



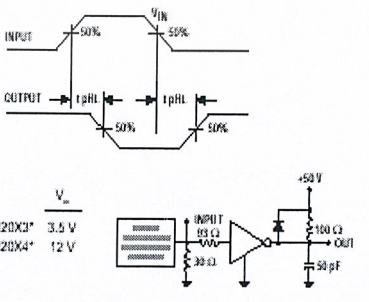
Dwg. No. A-9735A

FIGURE 7



Dwg. No. A-9736A

FIGURE 8



* Complete part number includes a final letter to indicate package.

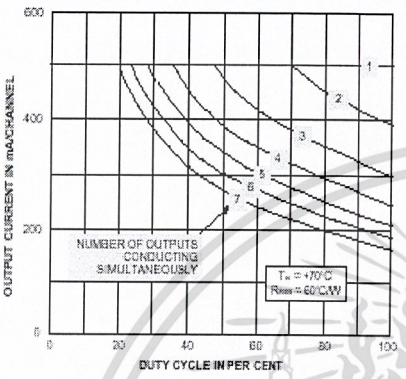
X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

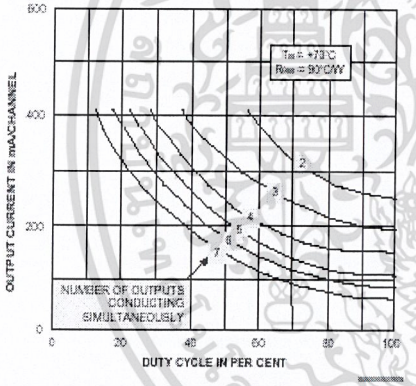
2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

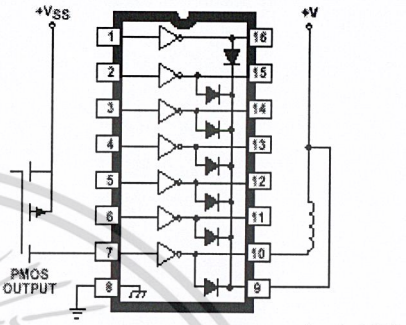
(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A,)



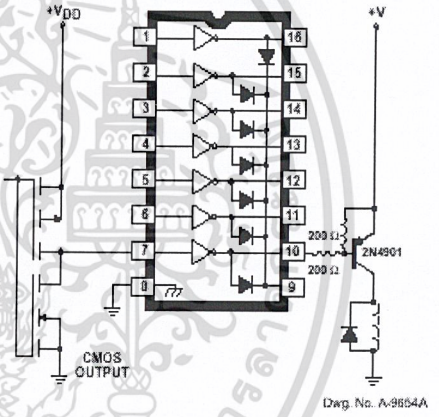
(Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L,)



TYPICAL APPLICATIONS

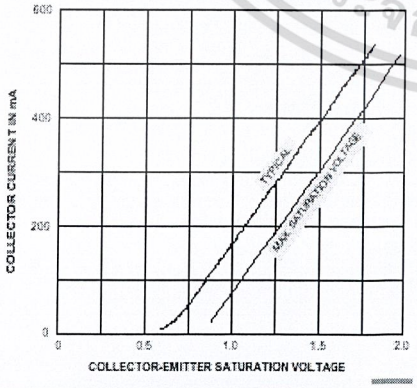


Dwg. No. A-9652

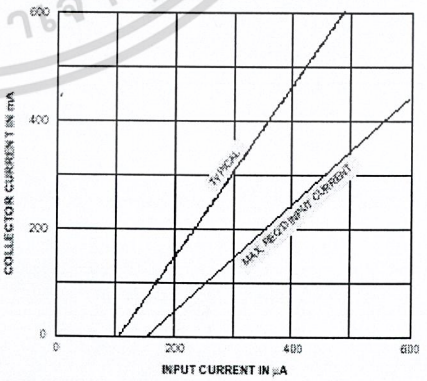


Dwg. No. A-9654A

SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT

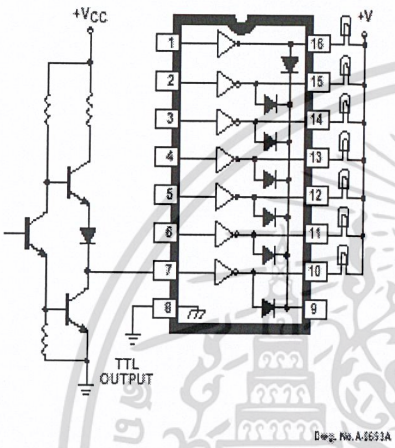


Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

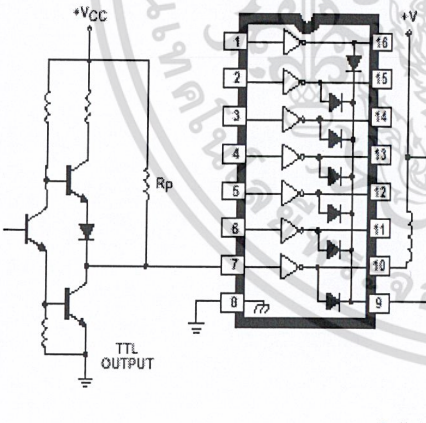
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

TYPICAL APPLICATIONS

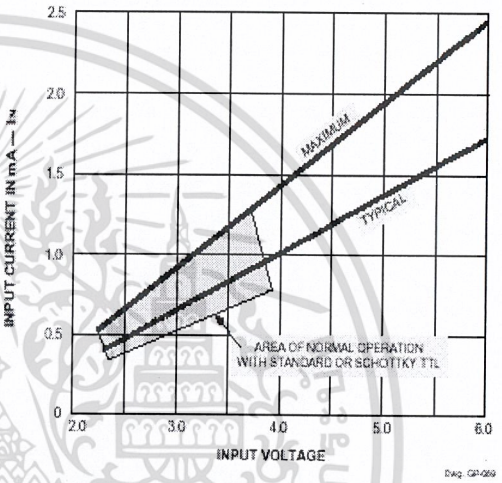


B Cð ÿ à ¦cà ▒x! 8#? ~x▒ao Â ø ~ü ? ü

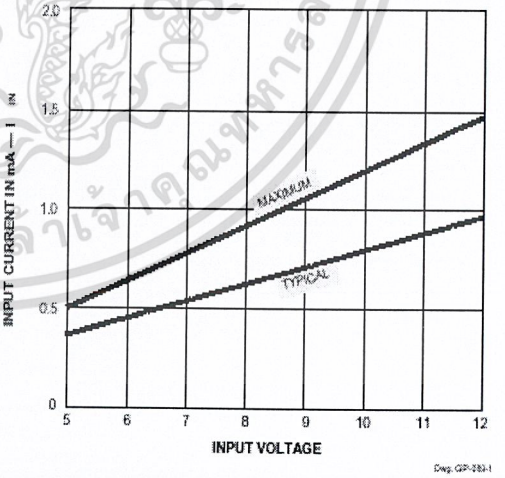


INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



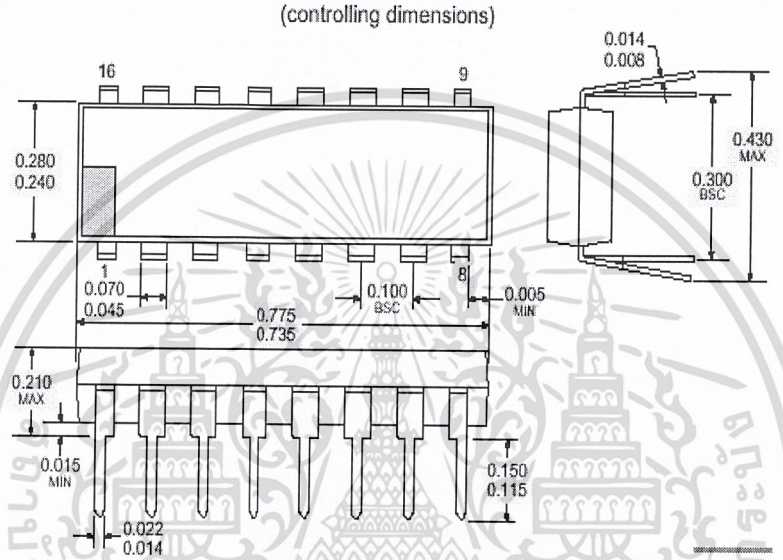
Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L



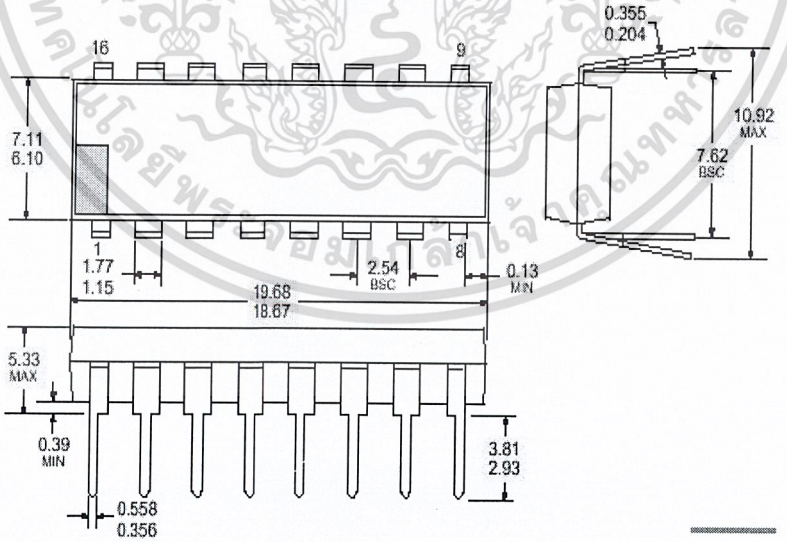
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dimension in Millimeters
(for reference only)



NOTES: 1. Leads 1, 8, 9, and 16 may be half leads at vendor's option.

2. Lead thickness is measured at seating plane or below.

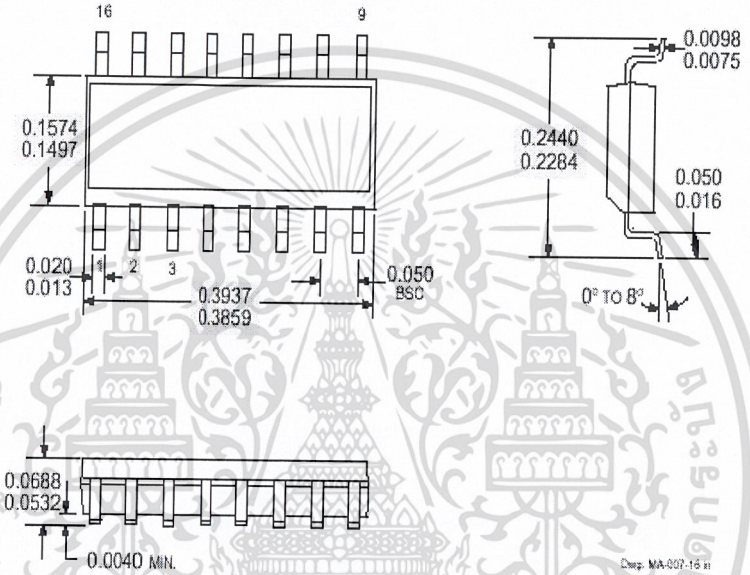
3. Lead spacing tolerance is non-cumulative.

4. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

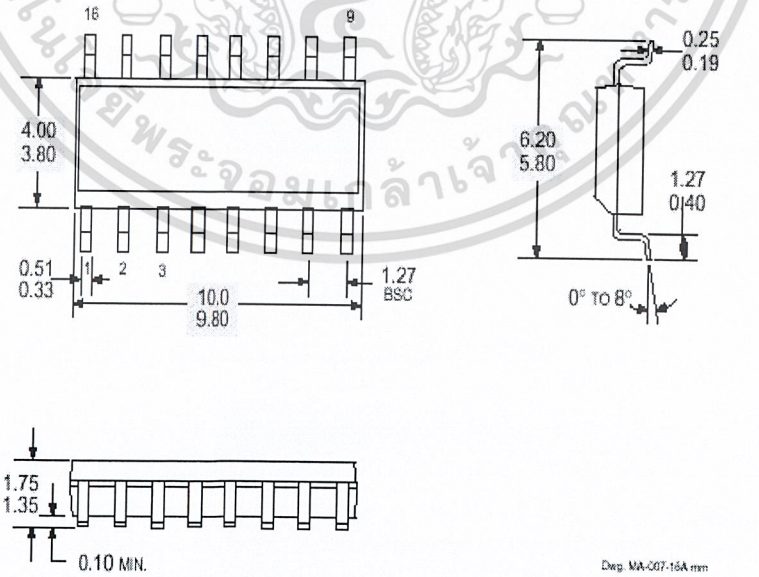
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DESIGNATOR "L"

Dimensions in Inches
(for reference only)



Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



NOTES: 1. Lead spacing tolerance is non-cumulative.

2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

บรรเจิด ตันติกัลยาภณร์. “ **นักเลงรี โมท**.” กรุงเทพฯ : สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพรังสิต. 2543

พันธ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์. “ **เครื่องรับวิทยุ (Radio Receiver)**.” กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.2538

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล.“**เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช**.” กรุงเทพฯ : บริษัท อินโนโวตีฟ เอ็กเพอริ เมนต์ จำกัด.2542

วิเชียร ปิ่นกุลบุตร. “**หนังสือชุดการออกแบบการต่อเรือ**.” กรุงเทพฯ :เอมพันธ์.2537

วุฒิไกร จิตรวุฒิโชติ. “ **วงจรเซนเซอร์อิเล็กทรอนิกส์**.” เซมิคอนดักเตอร์(177) : หน้า 30-35.2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวิชัย อริยพรพงศ์
วันเดือนปีเกิด	13 ตุลาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลศิริราช
ภูมิลำเนา	1100 ซอยเทิดไท 21 แขวงบางยี่เรือ เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600
ที่อยู่ปัจจุบัน	104/266 หมู่ที่ 5 แขวง/เขต มีนบุรี กรุงเทพมหานคร 10510
โทรศัพท์	02-7423753 กด 6

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดกันตทาราราม
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดอินทาราม
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนวัดอินทาราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	ตนเป็นที่พึ่งแห่งตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวิเชียร ขันมี
วันเดือนปีเกิด	30 มีนาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลยุพราชด่านซ้าย
ภูมิลำเนา	66/1 หมู่ที่ 1 ตำบลด่านซ้าย อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย 42120
ที่อยู่ปัจจุบัน	166/11 หมู่ที่ 3 แขวง/เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	042-891230

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนชุมชนบ้านด่านซ้าย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเซนต์นิ โกลาส
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคเลย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตขอนแก่น
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ คบคนพาลพาไปหาผิด คบบัณฑิตพาไปหาผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวินัย เพ็ชร์กลับ
วันเดือนปีเกิด	13 กันยายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลหนองจอก
ภูมิลำเนา	4/1 หมู่ที่ 6 แขวงคู้ฝั่งเหนือ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
ที่อยู่ปัจจุบัน	4/1 หมู่ที่ 6 แขวงคู้ฝั่งเหนือ เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530
โทรศัพท์	02-9895696

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดทรัพย์สโมสร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนวัดหนองจอก
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	เอาชนะใจตัวเองเป็นเลิศแห่งบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	ว่าที่ ร.ต.สมศักดิ์ สมบูรณ์
วันเดือนปีเกิด	2 สิงหาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลตระการพืชผล
ภูมิลำเนา	180 หมู่ที่ 12 ตำบลแก่งเค็ง อำเภอกุดข้าวปุ้น จังหวัดอุบลราชธานี 34270
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/16 หมู่ที่ 3 แขวง/เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	045-212048

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านแก่งเค็ง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงซิเมนต์ไทยอนุสรณ์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ทำวันนี้ให้ดีกว่าเมื่อวาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้