ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ เครื่องขัดพื้น

Floor Cleaning Machine

ชื่อนักศึกษา

1. นายโกวิทย์	พิมพ์จันทร์	รหัสประจำตัว	43035245
2. นายนิคม	ภู่สีบพงษ์	รหัสประจำตัว	43035259
3. นายราวิน	ประยูรหงษ์	รหัสประจำตัว	43035267
4. นายวรวุฒิ	ตั้งนรกุล	รหัสประจำตัว	43035268

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์วรวิทย์ สมหา

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุชิน	อาจหาญ	.....
2. อาจารย์วรวิทย์	สมหา	.....
3. อาจารย์พีระวุฒิ	สุวรรณจันทร์	.....
4. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
5. อาจารย์ไพบูลย์	พวงวงศ์ตระกูล	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันอังคารที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2545 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.315 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545

<BT4401112>
เครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

เครื่องขัดพื้น

FLOOR CLEANING MACHINE

นายโกวิทย์ พิมพ์จันทร์
นายนิคม ภู่สืบพงษ์
นายราวิน ประยูรหงษ์
นายวรวุฒิ ตั้งนรกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43188
วัน, เดือน, ปี 26 ก.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง เครื่องขัดพื้น

Floor Cleaning Machine

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี และหลักการทำงานของมอเตอร์ และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น
2. เพื่อออกแบบ และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานมอเตอร์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น
3. เพื่อสร้างเครื่องขัดพื้น
4. เพื่อทดลองการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น
5. เพื่อนำเครื่องขัดพื้นไปใช้งานได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของมอเตอร์ และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น
2. ได้โปรแกรมควบคุมมอเตอร์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น
3. ได้เครื่องขัดพื้นต้นแบบ
4. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ขัดพื้นของเครื่องขัดพื้น
5. ได้เครื่องขัดพื้นที่พร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	เครื่องขัดพื้น
นักศึกษา	นายโกวิทย์ พิมพ์จันทร์
	นายนิคม ภู่สืบพงษ์
	นายราวิน ประยูรหงษ์
	นายวรวุฒิ ตั้งนรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์วรวิทย์ สมหา
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบ และการสร้างเครื่องขัดพื้น เครื่องขัดพื้นที่สร้างขึ้นนี้ทำงานได้โดยไม่ต้องอาศัยมนุษย์ในการควบคุม เพียงแค่วางเครื่องขัดพื้นไว้บริเวณมุมห้องที่ต้องการขัด แล้วเปิดสวิตซ์ของเครื่องขัดพื้น เครื่องขัดพื้นจะทำงานโดยอัตโนมัติ สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ และสามารถใช้กับแผ่นขัดพื้นที่ใช้อยู่ในเครื่องขัดพื้นแบบทั่วไป ซึ่งมีขายตามท้องตลาด สามารถนำไปปรับปรุง หรือพัฒนาให้สามารถขัดพื้นได้หลายชนิด ซึ่งจะอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Floor Cleaning Machine
Students	Mr.Kowit Phimchan
	Mr.Nikom Pusuebpong
	Mr.Rawin Prayoonhong
	Mr.Worawut Tangnorakul
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co-Advisor	Mr.Worawit Somha
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Telecommunication Engineering
Academic Year	2001

ABSTRACT

This thesis presents designing and building the floor cleaning machine .This project can be operated has no human to control. Which you are put the floor cleaning machine near the corner and push button over the cleaning machine . When the floor cleaning machine operated. It can avoid any object has across, and can use general polish plate is selling in market . The floor cleaning machine can be modified or develop for washing many kind floors, such user be comfort.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ส่วนหนึ่งเกิดจากคำแนะนำ การสนับสนุน จากอาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี อาจารย์วรวิทย์ สมหา อาจารย์โกศล ตราชู และอาจารย์ในภาควิชา ครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่าน ตลอดจนการอนุเคราะห์ในด้านงบประมาณในการสร้างชิ้นงาน และ อุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการสร้างจากภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณเป็น อย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

อนึ่งทางคณะผู้จัดทำขอขอบคุณแม่บ้านคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อมูลที่มีความจำเป็นในการทำ โครงงานครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณลุงสมโภชณ์ ไกจะบก และอาจารย์สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรมทุก ท่าน ที่ดูแลห้องปฏิบัติงานโลหะที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ขอบพระคุณบิดา มารดาที่ได้ สนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอด และสุดท้ายก็คือกำลังใจจากเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกท่านที่ มีให้เสมอในการทำโครงงานนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.1.1 โครงสร้างของ MCS-51	3
2.1.2 การจัดขาต่างๆของ MCS-51	4
2.2 โฟโตคัปเปลอร์	6
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	13
2.3.1 ประเภทของมอเตอร์กระแสตรง	13
2.3.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน	14
2.3.3 การทำงานของแอมปลิไฟล์แบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	15
2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง	16
2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	18
2.4.1 มอเตอร์คาปาซิเตอร์	18
2.4.2 คาปาซิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับมอเตอร์	19
2.5 หลักการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	22
3.1 กล่าวนำ	22
3.2 การออกแบบวงจรขับมอเตอร์	23
3.2.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	23
3.2.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์	25
3.3 การออกแบบวงจรภาคตรวจจับสิ่งกีดขวาง	26
3.3.1 วงจรภาคส่งอินฟราเรด	26
3.3.2 วงจรภาครับอินฟราเรด	28
3.4 การออกแบบทางโครงสร้าง	28
3.4.1 การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่องขัดพื้น	28
3.4.2 การออกแบบชุดล้อขับเคลื่อน	29
3.4.3 การออกแบบชุดล้อช่วยรับแรง	30
3.4.4 การออกแบบชุดยกชุดขัดพื้น	30
3.4.5 การออกแบบชุดขัดพื้น	31
3.4.6 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านต่างๆ	32
3.5 การออกแบบทางด้าน Software	33
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	35
4.1 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ	35
4.2 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด	36
4.3 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	38
4.3 การทดลองการทำงานของวงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง	39
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวการแก้ไข และการพัฒนา	42
5.1 บทสรุป	42
5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข	42
5.2.1 ปัญหาในการสร้างเครื่องขัดพื้น	42
5.2.2 ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงาน	42
5.3 แนวทางการพัฒนา	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	45
ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์ของเครื่องขัดพื้น	51
ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม	58
ภาคผนวก ง รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์	66
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	92
บรรณานุกรม	95
ประวัติผู้แต่ง	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ	4
ตารางที่ 2.2 ลักษณะสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ	9
ตารางที่ 2.2 (ต่อ)ลักษณะสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ	10
ตารางที่ 2.3 หลักการเคลื่อนที่ และการเลี้ยวของเครื่องขัดพื้น	21
ตารางที่ 3.1 ค่าความจริงของวงจรในรูปที่ 3.3	23
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ	35
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด	37
ตารางที่ 4.3 การทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	38
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของ MCS-51	4
รูปที่ 2.2 ขาต่างๆ ของ MCS-51	5
รูปที่ 2.3 การจำแนกโฟโตคัปเปลอร์	7
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โฟโตคัปเปลอร์	8
รูปที่ 2.5 การจัดคู่ของภาคเปล่งแสง และภาครับแสงในโฟโตคัปเปลอร์	8
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของโฟโตอินเตอร์รัปเตอร์	10
รูปที่ 2.7 โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อน	11
รูปที่ 2.8 โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงเดินตรง	12
รูปที่ 2.9 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน	13
รูปที่ 2.10 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม	14
รูปที่ 2.11 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร	14
รูปที่ 2.12 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน	14
รูปที่ 2.13 วงจรพื้นฐานของแอมปลิไฟล์แบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น	16
รูปที่ 2.14 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์	17
รูปที่ 2.15 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก	17
รูปที่ 2.16 ลักษณะของมอเตอร์คาปาซิเตอร์	19
รูปที่ 2.17 ลักษณะของคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน	20
รูปที่ 2.18 ลักษณะคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติก	20
รูปที่ 3.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	24
รูปที่ 3.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์	26
รูปที่ 3.3 โครงสร้างการจัดวางภาคส่ง และภาครับแสงอินฟราเรด	26
รูปที่ 3.4 วงจรภาคส่งอินฟราเรด	27
รูปที่ 3.5 วงจรภาครับอินฟราเรด	28
รูปที่ 3.6 โครงสร้างเครื่องขัดพื้น	29
รูปที่ 3.7 ชุดล้อขับเคลื่อน	29
รูปที่ 3.8 รายละเอียดของชุดล้อช่วยรับแรง	30
รูปที่ 3.9 ชุดยกชุดขัดพื้น	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 3.10 ชุดขัดพื้น	31
รูปที่ 3.11 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านข้าง	32
รูปที่ 3.12 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านบน	32
รูปที่ 3.13 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านล่าง	33
รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม	34
รูปที่ 4.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ	36
รูปที่ 4.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด	37
รูปที่ 4.3วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	38
รูปที่ 4.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตภาคส่งจากจอออสซิลโลสโคป	40
รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตภาคส่ง และเอาต์พุตภาครับจากจอออสซิลโลสโคป	40
รูปที่ 4.6 วงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง	41
รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบ	46
รูปที่ ก.2 โครงสร้างด้านหน้า	46
รูปที่ ก.3 โครงสร้างด้านข้าง	47
รูปที่ ก.4 โครงสร้างด้านหน้าบน	47
รูปที่ ก.5 ล้อ และมอเตอร์	48
รูปที่ ก.6 ฝาครอบโครงเครื่องขัดพื้น	48
รูปที่ ก.7 แผ่นขัดพื้น	49
รูปที่ ก.8 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านหน้า	49
รูปที่ ก.9 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านหน้า	50
รูปที่ ก.10 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านหน้า	50
รูปที่ ข.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	52
รูปที่ ข.2 ลายทองแดงของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	52
รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	53
รูปที่ ข.4 วงจรวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	53
รูปที่ ข.5 ลายทองแดงของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	54
รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ข.7 วงจรภาคส่งอินฟราเรด	54
รูปที่ ข.8 ลายทองแดงของวงจรภาคส่งอินฟราเรด	55
รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคส่งอินฟราเรด	55
รูปที่ ข.10 วงจรภาครับอินฟราเรด	55
รูปที่ ข.11 ลายทองแดงของวงจรภาคส่งอินฟราเรด	56
รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาครับอินฟราเรด	56
รูปที่ ข.13 วงจรควบคุม	56
รูปที่ ข.14 ลายทองแดงของวงจรควบคุม	57
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม	57
รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม	59
รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมเครื่องขัดพื้น	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในการจัดการเรียนการสอนของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้มีการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม เกษตรกรรม สถาปัตยกรรม การบริหาร การจัดสภาพแวดล้อม การจัดห้องเรียนต้องมีความเป็นระเบียบสะอาด ซึ่งในการทำความสะอาดของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จำเป็นต้องจ้างพนักงานในการทำความสะอาดพื้น แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากจำนวนแม่บ้านมีจำนวนไม่เพียงพอกับตัวอาคาร จึงทำให้พื้นของอาคารเกิดความสกปรก และมีอีกสาเหตุหนึ่ง คือการเดินของนักเรียนนักศึกษา ซึ่งทำให้พื้นสกปรกเพิ่มขึ้น และการทำความสะอาดนั้นก็ยังไม่ทั่วถึง เป็นสาเหตุให้พื้นสกปรก จึงได้จัดทำเครื่องขัดพื้นขึ้นมาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำความสะอาดพื้นภายในอาคารเรียนคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถขัดพื้นหินขัด และปาร์เก้ได้
2) สามารถขัดพื้นในที่โล่ง ห้องโถง และระเบียงได้
3) สามารถขัดพื้นได้ขนาดพื้นไม่ต่ำกว่า 80 ตารางเมตรต่อชั่วโมง
4) ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 โวลต์
5) สามารถทำการขัดพื้นได้ภายในรัศมีของสายไฟฟ้าที่จ่ายให้เครื่อง

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วยรายละเอียดต่างๆ มีหัวข้อดังต่อไปนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ กล่าวถึง ลักษณะการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้นในแบบต่างๆ การออกแบบเครื่องขัดพื้น อุปกรณ์เซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน กล่าวถึง การออกแบบโครงสร้างเครื่องขัดพื้น และการทำงานของวงจรต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง กล่าวถึง วิธีการทดลอง และผลที่ได้จากการทดลองของเครื่องขัดพื้น

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา กล่าวถึง สรุปการทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงาน รวมถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งได้เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาต่อไป

ในภาคผนวก แสดงรายละเอียดของการทำเครื่องขัดพื้น รวมถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงงานดังนี้

ภาคผนวก ก เครื่องขัดพื้นต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์ของเครื่องขัดพื้น

ภาคผนวก ค ผังการทำงาน และโปรแกรม

ภาคผนวก ง รายละเอียด และคุณสมบัติของอุปกรณ์

ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ถ้าหากนำ CPU หมายเลข Z-80 มาประกอบเป็นคอมพิวเตอร์จะต้องนำไอซี หน่วยความจำ และพอร์ตมาประกอบเป็นระบบ แต่ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปไอซีจะมีหน่วยความจำ พอร์ตประกอบอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่า เป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว หรืออาจมองง่ายๆ ว่าถ้ามีไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถสร้างเป็นระบบคอมพิวเตอร์ได้เลยเพียงแต่ป้อนแหล่งจ่ายไฟ และสัญญาณนาฬิกาเข้าไปเท่านั้น

2.1.1 โครงสร้างของ MCS-51

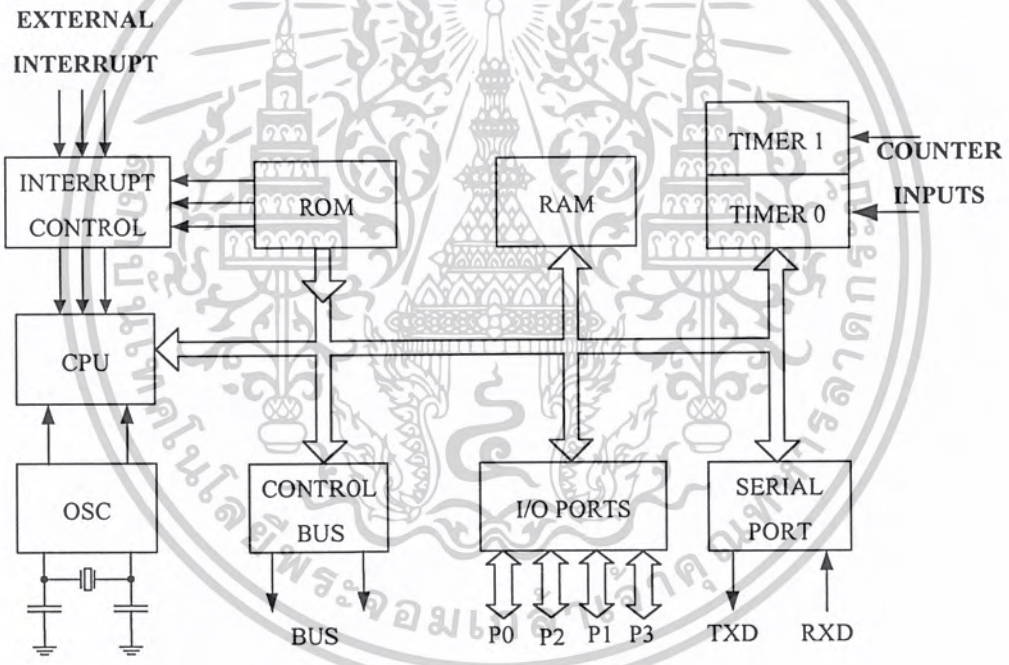
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายหมายเลขขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางหมายเลขจะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบรอม บางหมายเลขเป็นแบบอีพรอม บางหมายเลขมีหน่วยความจำแบบแรมภายใน 128 ไบต์ บางหมายเลขมี 256 ไบต์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะศึกษาได้จากคู่มือโดยตรง และลักษณะของขาต่างๆ จะเหมือนกัน คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

1) มีหน่วยความจำรอม 4 กิโลไบต์
2) มีหน่วยความจำแรม 128 ไบต์
3) มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
4) มี Timer 16 บิต 2 ตัว
5) สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
6) มีวงจรกำเนิดความถี่ และวงจรนาฬิกาบนชิป
7) มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
8) อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
9) อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
10) สามารถประมวลผลทีละบิตได้
11) สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
12) หนึ่งวัฏจักรคำสั่งใช้เวลา 1 ไมโครวินาทีที่ สัญญาณนาฬิกา 12 เมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล MCS-51 หมายเลขต่างๆ

หมายเลข	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิป	หน่วยความจำข้อมูลบนชิป	TIMERS
8051	4k ROM	128 ไบต์	2
8031	-	128 ไบต์	2
8751	4k EPROM	128 ไบต์	2
8052	8k ROM	256 ไบต์	3
8032	-	256 ไบต์	3
8752	8k EPROM	256 ไบต์	3

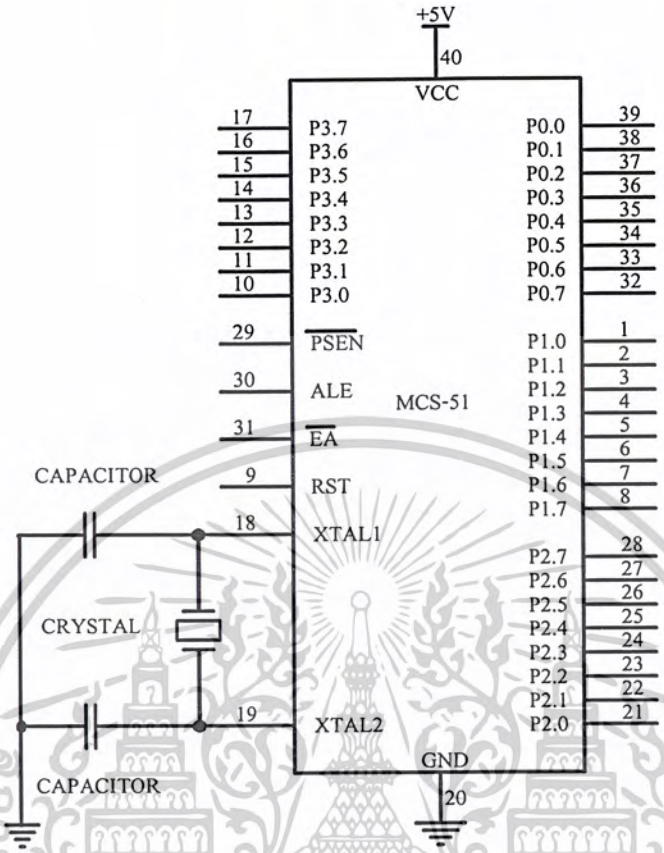


รูปที่ 2.1 โครงสร้างภายในของ MCS-51

2.1.2 การจัดขาต่างๆ ของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โครงสร้างเป็นแบบ Dual Inline Package (DIP) มีขาทั้งหมด 40 ขาโดยขาต่างๆ จะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุต เอาต์พุต ขาสัญญาณควบคุม ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ขาต่างๆ ของ MCS-51

1) ความหมายของขาต่างๆ ดังนี้

1.1) พอร์ต 0 (Port 0)

พอร์ต 0 ได้แก่ขาที่ 32-39 ของ MCS-51 สามารถใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus อีกด้วย

1.2) พอร์ต 1 (Port 1)

พอร์ต 1 ได้แก่ ขาที่ 1-8 เป็นพอร์ต 8 บิต สามารถอ้างทีละบิตได้ คือ P1.0 ถึง P1.7

1.3) พอร์ต 2 (Port 2)

พอร์ต 2 ได้แก่ขาที่ 21-28 จะใช้งานสองหน้าที่ คือใช้เป็นพอร์ต 8 บิต กับใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิต ในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

1.4) พอร์ต 3 (Port 3)

พอร์ต 3 ได้แก่ขาที่ 10-17 จะใช้งานอยู่สองหน้าที่คือ เป็นพอร์ตอินพุต และเอาต์พุต และใช้เป็นขาควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5) $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Store Enable)

ขา $\overline{\text{PSEN}}$ เป็นขาที่ส่งสัญญาณออก คือ ขา 29 ขานี้จะแอคทีฟ เมื่อ MCS-51 ต้องการอ่านโปรแกรมภายนอก โดยปกติขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะต่อกับขา $\overline{\text{OE}}$ ของหน่วยความจำภายนอก

1.6) ALE (Address Latch Enable)

ขา ALE ได้แก่ ขา 30 ขานี้จะใช้มัลติเพล็กซ์สัญญาณ Address Bus ของพอร์ต 0

1.7) $\overline{\text{EA}}$ (External Access)

ขา $\overline{\text{EA}}$ ได้แก่ ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก "1" จะใช้กับหมายเลข 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน และถ้าเป็นลอจิก "0" จะบอกให้ว่า MCS-51 ทำโปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา $\overline{\text{EA}}$ เป็น "0" ขา $\overline{\text{PSEN}}$ จะแอคทีฟ) ถ้าหากเป็นหมายเลข 8031 หรือ 8032 ขา EA จะเป็น "0" เสมอเพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้หมายเลข 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน และให้ขา $\overline{\text{EA}}$ เป็น "0" ซึ่งจะ Disabled รอม ภายใน และจะอ่านโปรแกรมจาก อีพรอมภายนอกแทน

1.8) RST (Reset)

ขา RST ได้แก่ ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะต้องให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 Machine Cycles จึงจะรีเซ็ตได้

2) ความถี่สัญญาณนาฬิกาบนชิป (ON-Chip Oscillator Input)

เป็นวงจรกำเนิดความถี่บนชิป ได้แก่ ขา 18-19 โดยต่อ Crystal เข้ากับขานี้โดยปกติจะใช้ Crystal ความถี่ 11.059 เมกะเฮิรตซ์ กับตัวเก็บประจุ หรือใช้สัญญาณนาฬิกาจาก TTL Clock Source ต่อกับ XTAL1 และ XTAL2

3) Power Connections

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ใช้แหล่งจ่าย 5 โวลต์ต่อเข้ากับขา Vcc (ขา40) ส่วนขา Vss (ขา20) จะต่อลง Ground

2.2 โฟโตคัปเปลอร์

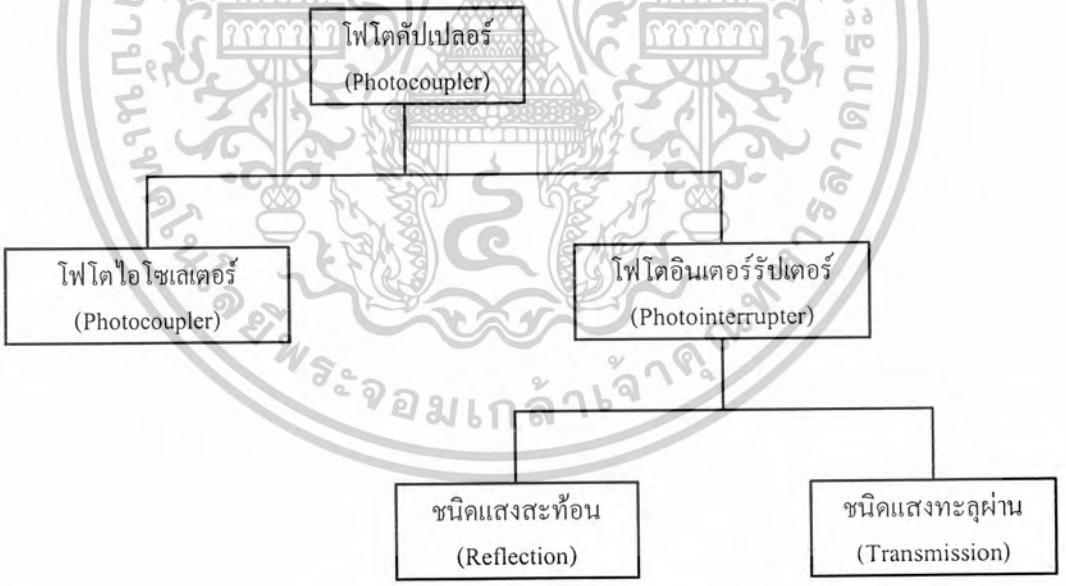
โฟโตคัปเปลอร์ (Photocoupler) คือ สิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ทางแสงชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยภาคเปล่งแสง และภาครับแสงอยู่ในชิปเดียวกัน แสงที่เปล่งออกมาจากภาคเปล่งแสงจะวิ่งเข้าสู่ภาครับแสง ภาคเปล่งแสงอาจอยู่ติดกับภาครับแสงในระยะใกล้ๆ มากก็ได้ หรืออยู่ห่างกันบ้างก็ได้ แล้วแต่วัตถุประสงค์การออกแบบ หน้าที่สำคัญของโฟโตคัปเปลอร์คือ เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นแสงด้วยภาคเปล่งแสง และเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าอีกครั้งหนึ่งด้วยภาครับแสง ปัจจุบันมีการใช้โฟโตคัปเปลอร์กันอย่างแพร่หลาย ทั้งในงานอิเล็กทรอนิกส์ และใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวัดคุมทางอุตสาหกรรม ถ้าแบ่งโฟโตคัปเปลอร์ออกตามวิธีการตัดแสง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ โฟโตไอโซเลเตอร์ (Photoisolator) และโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ (Photointerrupter)

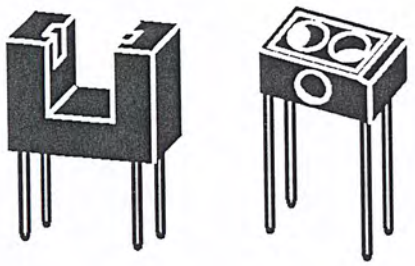
โฟโตไอโซเลเตอร์ (Photoisolator) ได้แก่ อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยภาคเปล่งแสง และภาครับแสงที่อยู่ใกล้ชิดกันมากภายในภาชนะเดียวกันที่ปิดมิดชิด โดยแสงนั้นไม่มีการเล็ดลอดออกมาภายนอกเลย และแสงจากภายนอกไม่สามารถเข้าสู่ภายในโฟโตไอโซเลเตอร์ จึงเปรียบเสมือนอินเทอร์เฟซ (Interface) ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคลื่นแสง กล่าวคือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง และเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

โฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ (Photointerrupter) ได้แก่อุปกรณ์ที่ประกอบด้วยภาคเปล่งแสง และภาครับแสงที่อยู่ห่างกันเป็นระยะไม่ไกลมากนักเช่นประมาณ 0.3 – 1 เซนติเมตร บรรจุอยู่ในภาชนะที่เปิดออก โดยแสงนั้นสามารถถูกตัดขาดได้ ถ้ามีวัสดุจากภายนอกมาวางกั้นระหว่างภาคเปล่งแสงและภาครับแสง ดังนั้นการใช้งานจึงสามารถเป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งได้ เช่น ใช้ตรวจวัดว่ามีวัสดุผ่านเข้ามา หรือไม่ มีขนาดเท่าใด มีจำนวนเท่าใด ตำแหน่งวัสดุอยู่ที่ไหน หรือใช้เป็นเครื่องอ่านข้อมูลแบบโรตารีเอนโคดเดอร์ (Rotary encoder) ก็ได้มีวิธีการใช้งานกว้างขวางมาก



รูปที่ 2.3 การจำแนกโฟโตคัปเปลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

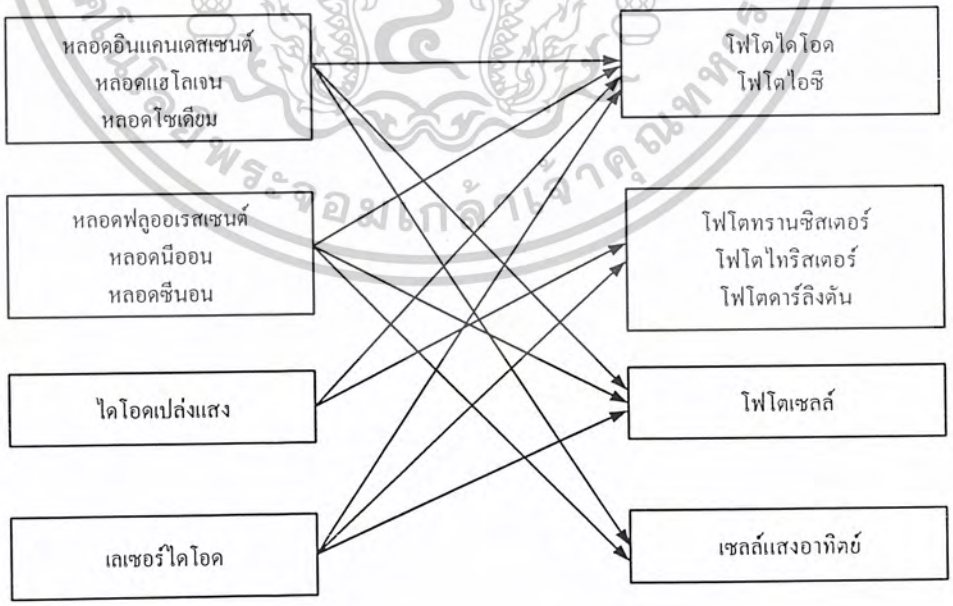


(ก) ชนิดแสงตัดผ่าน (ข) ชนิดแสงสะท้อน

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์โฟโตคัปเปลอร์

รูปที่ 2.3 แสดงแผนผังการจำแนกโฟโตคัปเปลอร์ รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์โฟโตคัปเปลอร์ที่ใช้งานกันทั่วไป

สิ่งประดิษฐ์ที่ใช้เป็นต้นกำเนิดแสง และรับแสงในโฟโตคัปเปลอร์ มีด้วยกันมากมายหลายชนิดตามความเหมาะสมการใช้งาน เช่นภาคเปล่งแสงอาจจะเป็นหลอดไฟฟ้า ไดโอดเปล่งแสง หรือเลเซอร์ไดโอด ภาครับแสงอาจจะเป็นโฟโตเซลล์ โฟโตไดโอด หรือโฟโตทรานซิสเตอร์ เป็นต้น



รูปที่ 2.5 การจัดคู่ของภาคเปล่งแสง และภาครับแสงในโฟโตคัปเปลอร์

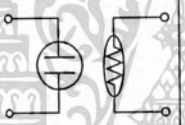
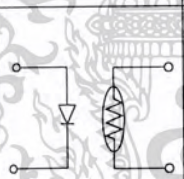
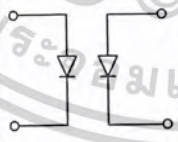
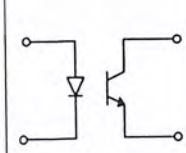
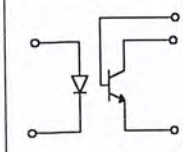
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์

โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์แบ่งตามความแตกต่างของโครงสร้างออกเป็นชนิดย่อยได้ 2 ชนิดดังรูปที่ 2.6 คือ (ก) ชนิดแสงเดินตรง (Transmission type) และ (ข) ชนิดแสงสะท้อน (Reflection type)

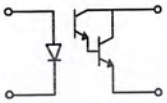
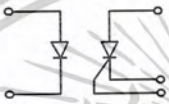
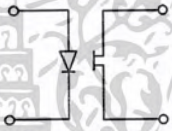
โฟโตอินเตอร์รัปเตอร์ชนิดแสงเดินตรง มีโครงสร้างจัดวางให้ภาคเปล่งแสง และภาครับแสงหันหน้าเข้าหากันในแนวตรง โดยอยู่ห่างกันเป็นระยะประมาณ 0.3 – 1 เซนติเมตร ถ้ามีวัสดุสิ่งของเข้ามากั้นอยู่กลางระหว่างภาคเปล่งแสงกับภาครับแสงก็จะทำให้แสงถูกตัดขาด หรือความเข้มของแสงที่วิ่งเข้าสู่ภาครับแสงเกิดการเปลี่ยนแปลง ทำให้สามารถทราบว่ามีวัสดุขวางกั้นแสงอยู่

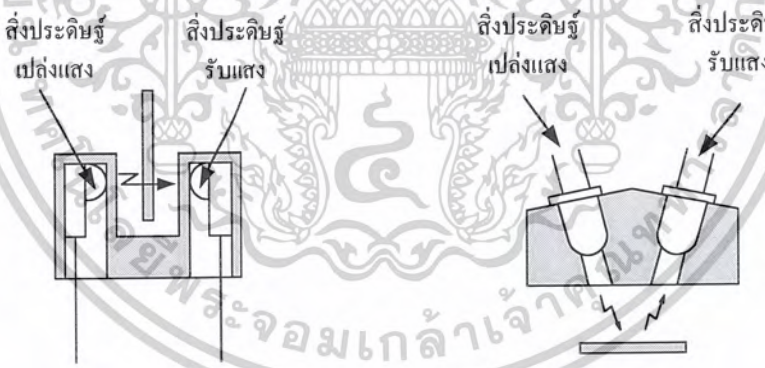
ตารางที่ 2.2 ลักษณะสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ

ภาคเปล่งแสง	ภาครับแสง	โครงสร้าง	คุณสมบัติเด่น	อัตราส่วนถ่ายทอดกระแส	ความเร็วตอบสนอง
หลอด Ne	CdS โฟโตเซลล์		. ใช้ได้ทั้ง AC และ DC . ราคาถูก . กินไฟฟ้ามาก . อายุสั้น ตอบสนองช้า	---	ms ~ 100 ms
LED แสงมองเห็น	CdS โฟโตเซลล์		. ใช้ได้ทั้ง AC และ DC . ราคาถูก . ตอบสนองช้า	--	ms ~ 100 ms
LED แสงอินฟราเรด	โฟโตไดโอด		. ตอบสนองเร็ว . อัตราส่วนถ่ายทอดกระแสมีค่าน้อย . เอาต์พุตเป็นเชิงเส้นดี	0.2 ~ 0.3%	หลาย 10 ns
LED แสงอินฟราเรด	โฟโตทรานซิสเตอร์		. ตอบสนองเร็ว . อัตราส่วนถ่ายทอดกระแสมีค่ามาก . ราคาถูก	10% ~ 100%	1μs ~ 10 μs
LED แสงมองเห็น	โฟโตทรานซิสเตอร์ชนิดมีเบส		. ความเร็วตอบสนองขึ้นกับความต้านที่ขาเบส และทำให้ลดกระแสมืด	10% ~ 100%	1μs ~ 10 μs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) ลักษณะสมบัติของโฟโตคัปเปลอร์ชนิดต่างๆ

ภาคเปล่งแสง	ภาครับแสง	โครงสร้าง	คุณสมบัติเด่น	อัตราส่วนถ่ายทอดกระแส	ความเร็วตอบสนอง
LED แสงอินฟราเรด	โฟโตดาร์ลิงตัน		. กระแสมืดมีค่ามาก . อัตราส่วนถ่ายทอดกระแสมีค่ามาก	100% ~ 1000%	1μs ~ 10 μs
LED แสงอินฟราเรด	โฟโตไทริสเตอร์		. ควบคุมสัญญาณ AC ได้โดยตรง . ใช้กับงานไฟฟ้ากำลังได้	--	--
LED แสงอินฟราเรด	โฟโต FET		. ใช้ได้ทั้ง AC และ DC . ตอบสนองเร็ว	--	15μs



(ก) ชนิดของแสงเดินตรง (ข) ชนิดแสงสะท้อน

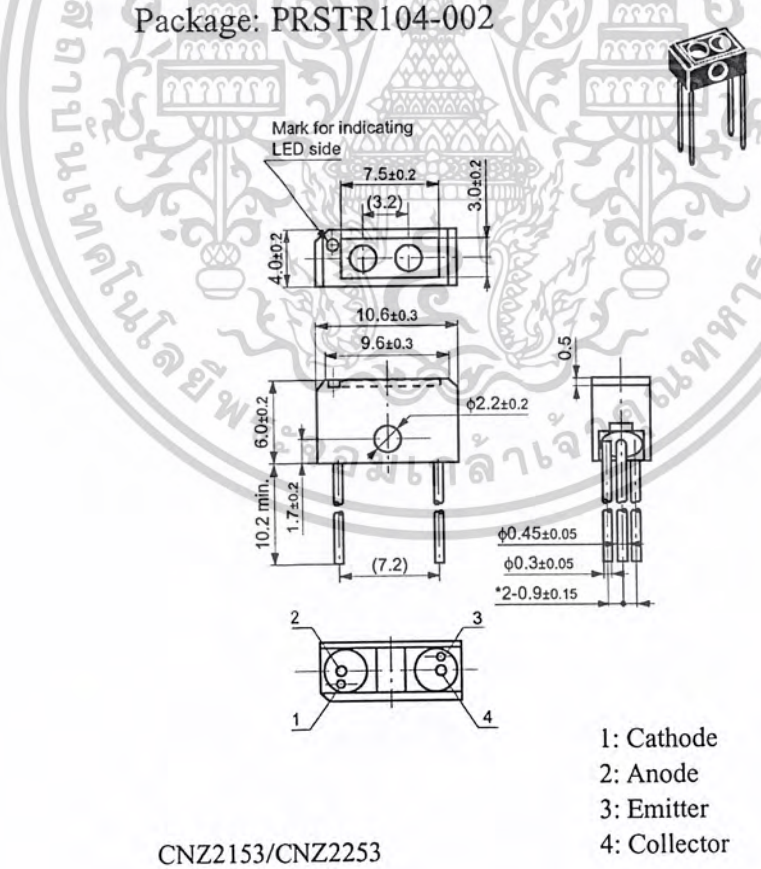
รูปที่ 2.6 โครงสร้างของโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์

ส่วนโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อน มีโครงสร้างจัดวางให้ภาคเปล่งแสง และภาครับแสงหันหน้าไปทางเดียวกัน แสงที่วิ่งออกจากภาคเปล่งแสงไปกระทบกับวัสดุสิ่งของ และสะท้อนกลับเข้าสู่ภาครับแสง การวัดแสงสะท้อนจึงใช้ตรวจวัสดุได้ มีการนำโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อนไปใช้เป็นเครื่องอ่านราคาสินค้าชนิดบาร์โค๊ดกันอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

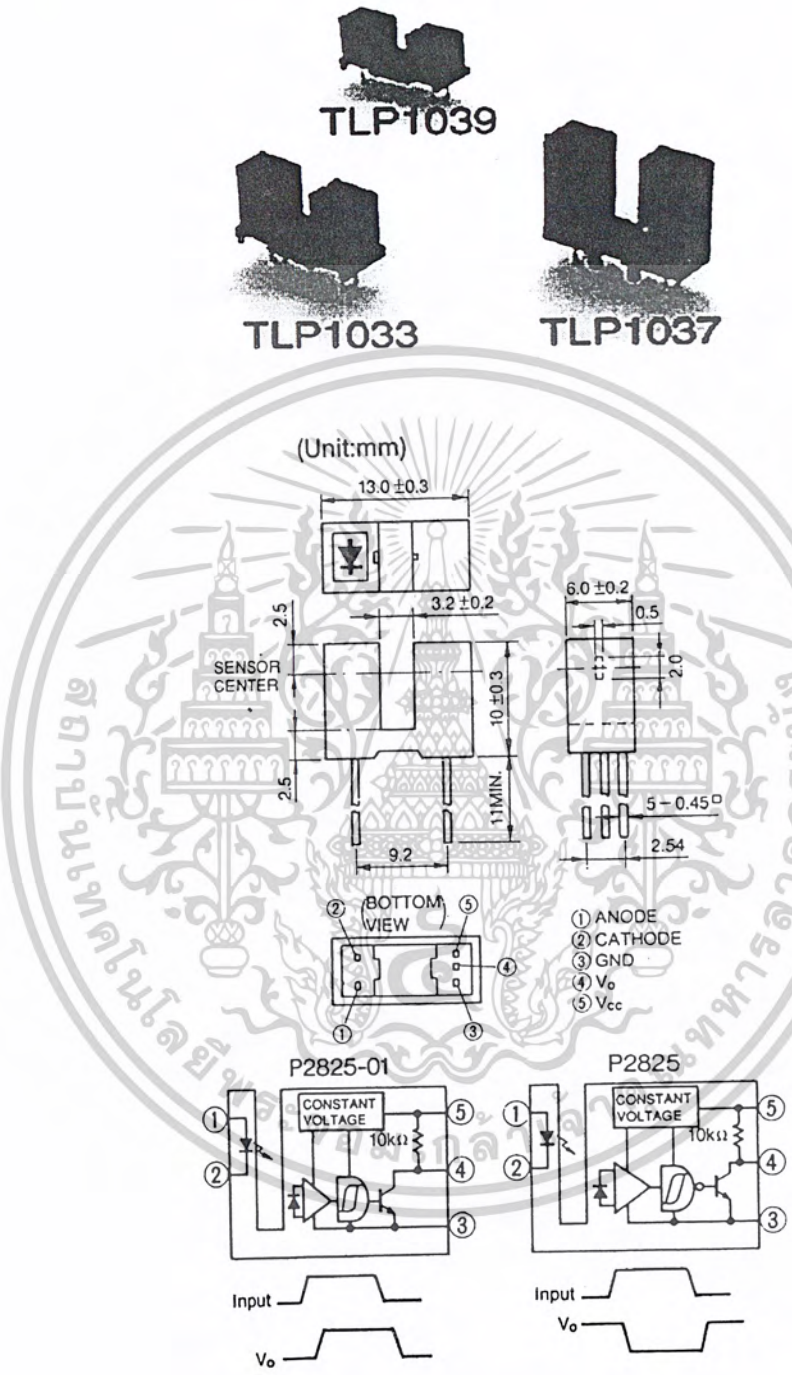
คุณสมบัติอย่างหนึ่งของโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ คือ สามารถวัดข้อมูลได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับวัสดุมีรูปร่างขนาดเล็ก มีความเที่ยงตรงสูง และขั้วเอาต์พุตก็สามารถต่อไปสู่ไอซี ชนิด TTL หรือ CMOS ได้โดยตรง ภาคเปล่งแสงนิยมใช้ LED ชนิด GaAs (ให้แสงอินฟราเรด) หรือ GaP (ให้สีแดงและราคาถูก) LED ชนิด GaP มีข้อด้อยกว่าชนิด GaAs ตรงจุดที่ชนิด GaP ให้แสงเอาต์พุตความเข้มน้อยกว่า ดังนั้นถ้ามีแสงรบกวนจากภายนอกมากๆ อาจทำงานผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามผู้ใช้ควรเลือกชนิดของ LED ให้เหมาะสมกับวัสดุที่จะตัดแสงด้วยว่าแสงจาก LED จะต้องไม่ทะลุผ่านวัสดุ

ทางด้านภาครับแสงนิยมใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ และอาจจะต่อให้เป็นแบบดาร์ลิงตันเพื่อเพิ่มขนาดเอาต์พุต แต่ความเร็วในการตอบสนองจะช้ากว่าการใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ธรรมดา ในปัจจุบันมีการผลิตโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ และไอซีสำหรับขยายสัญญาณอยู่ในชิปเดียวกัน จึงสะดวกในการใช้งานมาก ช่องว่างที่จะใช้วัสดุกั้นมีขนาด 3 มิลลิเมตร และมีความลึกของช่องว่างประมาณ 7.5 มิลลิเมตร รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อน และรูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างของโฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงตรง



รูปที่ 2.7 โฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 โฟโตอินเทอร์รัปเตอร์ชนิดแสงเดินตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 ประเภทของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) นั้น สามารถจำแนกออกได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับวิธีการสร้าง ที่รู้จักกันเป็นส่วนใหญ่ในปัจจุบันคือ มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน (Shunt motor) แบบอนุกรม (Series) แบบผสม (Compound) และแบบแม่เหล็กถาวร (PM Motor หรือ Permanent magnet motor)

1) มอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน

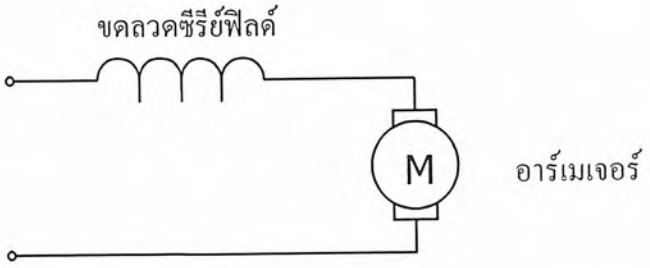
มอเตอร์แบบนี้สามารถปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างอิสระต่อกระแสอาร์เมเจอร์ เป็นผลให้สามารถควบคุมพารามิเตอร์ของมอเตอร์ให้มีค่าคงที่ได้ ตลอดช่วงพิสัยที่กว้างมอเตอร์ชนิดนี้จึงมักใช้ในงานระบบควบคุมการเคลื่อนที่ที่ต้องการแรงบิดสูง ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน แสดงได้ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบขนาน

2) มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบนี้จะมีเส้นแรงแม่เหล็กเป็นสัดส่วนกับกระแส ดังนั้นเส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กจึงสามารถปรับค่าได้ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว และแรงบิดเป็น นอนลิเนียร์ จึงเหมาะที่จะนำไปใช้งานในภาวะเฉพาะ คือ เมื่อต้องการแรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่ความเร็วสูง เช่นระบบการขับเคลื่อนของรถลาก ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ กระแสตรงแบบอนุกรม แสดงได้ดังรูปที่ 2.10

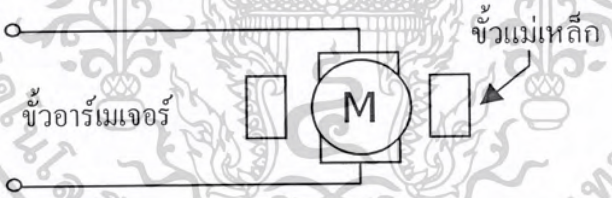
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม

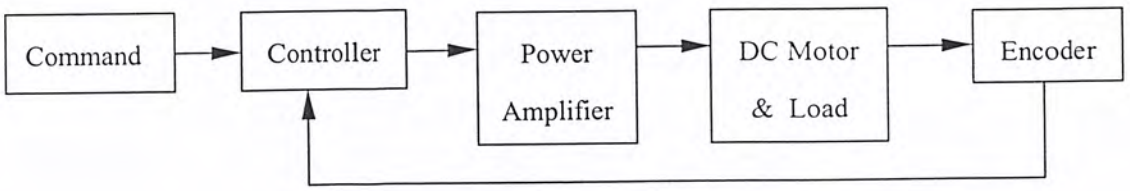
3) มอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

มอเตอร์แบบนี้จะใช้การกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งต่างจากที่กล่าวมาข้างต้นที่ใช้ขดลวด ซึ่งแบบนี้จะให้เส้นแรงของฟิลด์มีค่าคงที่ ดังนั้นอัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่ด้วย ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์ มีประสิทธิภาพสูงกว่า และมีขนาดเล็กกว่า เมื่อเทียบกับแบบใช้ขดลวดในการกระตุ้นที่มีขนาดกำลังม้าเท่ากัน จึงเหมาะกับงานที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร แสดงได้ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร

2.3.2 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน



รูปที่ 2.12 ระบบการควบคุมมอเตอร์กระแสตรงแบบพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ตัวควบคุม

เป็นส่วนของระบบ ที่ทำให้เกิดสัญญาณควบคุมไปบังคับให้กับมอเตอร์กระแสตรง และโหลด ซึ่งอาจจะเป็นแอนะลอก หรือดิจิตอลก็ได้

2) Power Amplifier หรือส่วนตัวขับ

จะทำหน้าที่ปรับปรุง และขยายสัญญาณให้เหมาะสม ก่อนที่จะทำการป้อนไปขับมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งอาจจะแยกเป็นลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิไฟล์ และพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

3) ลิเนียร์เพาเวอร์แอมปลิไฟล์

เป็นการควบคุมมอเตอร์แบบต่อเนื่อง แต่จะมีความสูญเสียทางกำลังงานสูงมาก เนื่องจากกำลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียในทางเอาต์พุตของทรานซิสเตอร์เป็นจำนวนมาก เพราะขณะมอเตอร์ไม่ทำงานทรานซิสเตอร์ส่วนนี้ก็ต้องแบกภาระเนื่องจากมีกระแสไหลผ่านตัวมัน

4) พัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

เป็นสวิทชิ่งแอมปลิไฟล์ คือ การควบคุมโวลต์เตจของมอเตอร์ โดยการปรับ Duty cycle ของโวลท์เตจที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และให้มันทำงานทุกๆ ภาวะอิ่มตัว (ON) หรือภาวะไม่นำกระแส (OFF) ด้วยเหตุนี้กำลังสูญเสียน้อย เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์นำกระแส แรงดันตกคร่อมตัวมันจะน้อยจนตัดทิ้งได้ และเมื่อหยุดนำกระแส แรงดันตกคร่อมจะประมาณเท่ากับแหล่งจ่ายดังนั้นกระแสไหลผ่านจึงน้อยมาก ประมาณศูนย์ แต่จะใช้กับความถี่สูงได้ไม่ดี และความถี่ต้องคงที่ ไม่เช่นนั้นอาจเกิดออสซิเลทขึ้นได้

5) มอเตอร์กระแสตรง และโหลด

คือ ระบบที่ถูกคอนโทรล หรือส่วนที่ออกแรงทำงาน ซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกล

6) Encoder หรือฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์

ใช้รับรู้ หรือตรวจจับสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ โดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง (Loading) สัญญาณที่ตรวจจับได้นี้จะป้อนกลับไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงเพื่อควบคุมมอเตอร์อีกที ซึ่งฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์นี้จะแบ่งเป็นแอนะลอก และดิจิตอล

2.3.3 การทำงานของแอมปลิไฟล์แบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

แอมปลิไฟล์แบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น แบ่งได้เป็น 3 ชนิด ตามลักษณะ การทำงานคือ

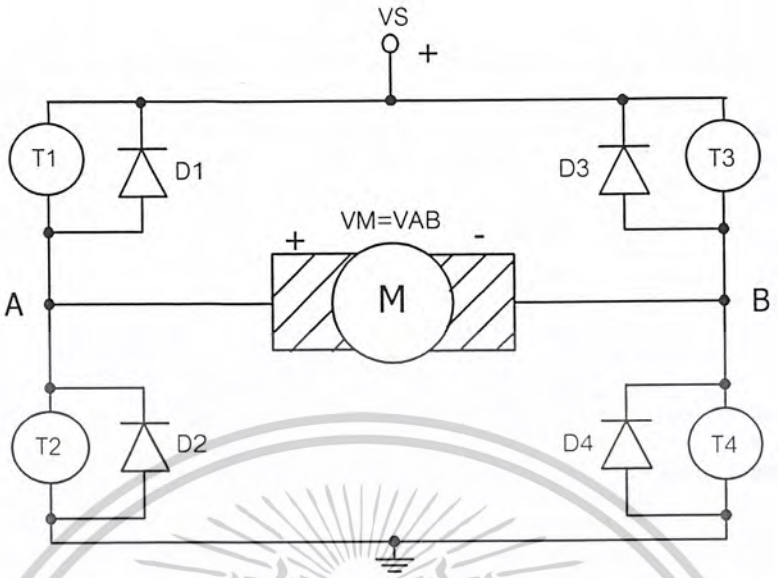
1) ไบโพล่าร์

2) ยูนิโพล่าร์

3) ลิมิตยูนิโพล่าร์

วงจรพื้นฐานในการใช้งานดังรูปที่ 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 วงจรพื้นฐานของแอมปลิไฟล์แบบพัลซ์วิดท์โมดูเลชั่น

ซึ่งทั้ง 3 ชนิดสามารถอธิบายด้วยวงจรพื้นฐานนี้ได้ ต่างกันตรงการการควบคุม ON OFF ของทรานซิสเตอร์ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวเฉพาะแบบไพโบล่าร์ เพราะแบบที่ควบคุม และเข้าใจง่ายคือ เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟส ON ก็ให้ T1 กับ T4 ON และ T2 กับ T3 OFF ดังนั้นกระแสจะไหลจาก VS ผ่าน T1 มอเตอร์ และ T4 ลงกราวด์ ดังนั้น Vm = Vs (มอเตอร์หมุนตามเข็ม) เมื่อให้มอเตอร์อยู่ในเฟส OFF ให้ T2 กับ T3 ON และ T1 กับ T4 OFF ดังนั้นกระแสจะไหลจาก VS ผ่าน T3 ขั้วลบ มอเตอร์ T2 และลงกราวด์ ดังนั้น Vm = Vs (มอเตอร์หมุนทวนเข็ม)

2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

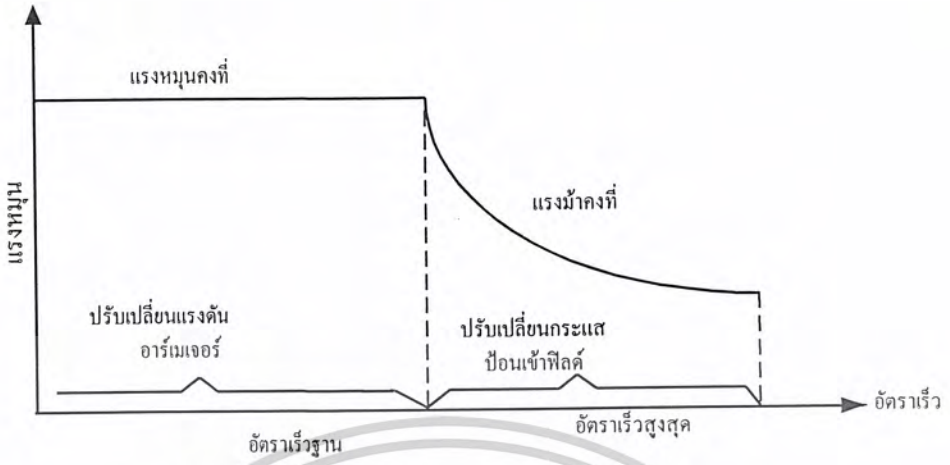
การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรงทำได้ 2 วิธีคือ

1) การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

เนื่องจากความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง จะแปรผันตรงกับแรงดันที่ได้ให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังนั้นจึงสามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยการควบคุมแรงดันของอาร์เมเจอร์ วิธีการนี้จะใช้ในช่วงความเร็วที่ต่ำกว่าความเร็วที่กำหนด (Base speed) หรือ n base การควบคุมแบบนี้จะทำให้แรงบิดสูงสุด (Maximum torque) ของมอเตอร์มีค่าคงที่ตลอดช่วงความเร็ว เมื่อกระแสอาร์เมเจอร์มีค่าเท่ากับค่าสูงสุด ส่วนกำลังออกของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเร็วที่เป็นเส้นตรง ดังรูปที่ 2.14 โดยจะมีกำลังออกสูงสุดที่ความเร็วที่กำหนด (Base speed) การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงโดยทั่วไปจะใช้วิธีนี้เพราะให้แรงบิดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

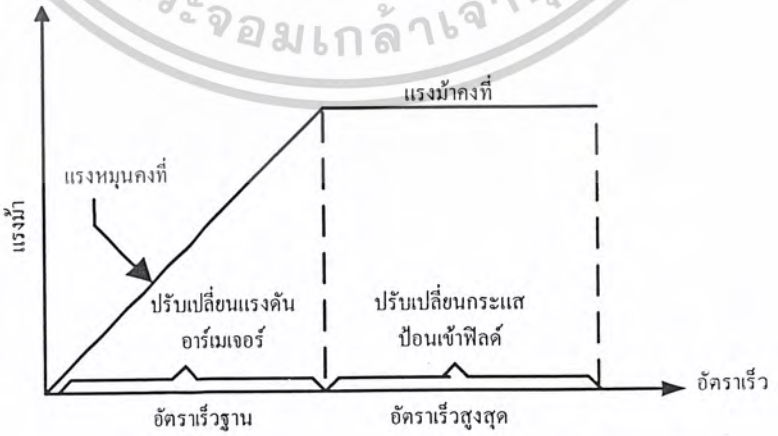
สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.14 การควบคุมแรงดันไฟตรงของอาร์เมเจอร์

2) การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงในย่านความเร็วที่สูงกว่าความเร็วที่กำหนดจะทำได้โดยการควบคุมกระแสของขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของมอเตอร์ เมื่อต้องการเพิ่มความเร็ว จะต้องลดขนาดของกระแสของขดลวดลง การลดความเข้มของสนามแม่เหล็กของมอเตอร์จะมีผลทำให้แรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ลดลง ขณะที่กำลังออกสูงสุดของมอเตอร์จะไม่เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2.15 วิธีนี้จะใช้กับโหลดที่ต้องการความเร็วสูง โดยที่แรงบิดของโหลดจะต้องลดลงเมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น ไม่เช่นนั้นจะเป็น การโอเวอร์โหลดมอเตอร์ (Over load motor)



รูปที่ 2.15 การควบคุมความเข้มของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43188

2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมีทั้งอินดั๊กชั่นมอเตอร์ และซิงโคนัสมอเตอร์ มีใช้งานอย่างแพร่หลายตั้งแต่โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จนถึงโรงงานอุตสหกรรมขนาดเล็กแม้แต่ในบ้านก็มีการใช้กัน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นมอเตอร์ที่ทำงานด้วยความเร็ว (Speed) คงที่เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางชนิดซึ่งอาจจะออกแบบให้สามารถปรับความเร็วได้ก็มี แต่ก็เป็นส่วนน้อย

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับคือเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่โรเตอร์ของมอเตอร์โดยตรง แต่ได้จากการเหนี่ยวนำ หรือที่เรียกว่า อินดั๊กชั่น (Induction) ดังนั้นจึงเรียก มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับว่าอินดั๊กชั่นมอเตอร์ บางทีมีชื่อเรียกสั้นๆ ว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ แบบที่มีโรเตอร์เป็นสไควเรลเกจ (Squirrel cage) หรือกรงกระรอก เรียกมอเตอร์แบบนี้ว่า สไควเรลเกจมอเตอร์ (Squirrel cage motor) และแบบมอเตอร์พันด้วยเส้นลวดเล็กๆ ที่เรียกว่า วาวด์โรเตอร์ (Wound rotor) เรียกมอเตอร์แบบนี้ว่า วาวด์โรเตอร์ มอเตอร์ (Wound rotor motor) หรือสลิปริงมอเตอร์ (Slip ring motor)

มอเตอร์ทั้งสองแบบนี้จะมีส่วนคล้ายๆกันดังนี้คือ ส่วนที่อยู่กับ (Stator) เหมือนกัน ฝาครอบ (End plate) เหมือนกัน จะแตกต่างกันก็เฉพาะส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) เท่านั้น และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ หรืออินดั๊กชั่นมอเตอร์นี้ ยังแบ่งออกได้ 2 ชนิดด้วยกันคือ ชนิด 1 เฟส และชนิด 3 เฟส

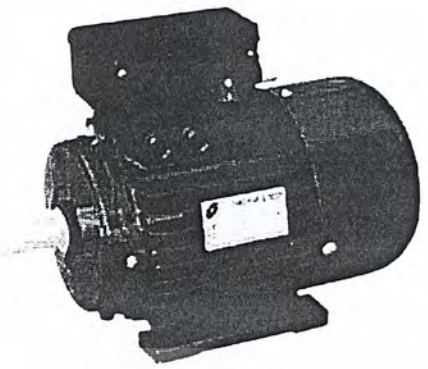
อินดั๊กชั่นมอเตอร์ 1 เฟส หรือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสมีหลายอย่างด้วยกัน ส่วนมากมักจะเป็นขนาดเล็ก หรือที่เรียกว่ามีขนาดเป็นเศษส่วนของแรงม้า (Fractional horse power) มีใช้งานทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนทั่วๆ ไป ตลอดจนเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ อินดั๊กชั่นมอเตอร์ 1 เฟสดังกล่าว ได้แก่ มอเตอร์คาปาซิเตอร์ (Capacitor motor) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 มอเตอร์คาปาซิเตอร์

มอเตอร์คาปาซิเตอร์มีขนาดตั้งแต่ 1/20 ถึง 10 แรงม้า และมีใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เช่น เครื่องทำความเย็น เครื่องซักผ้า ปั๊มน้ำ และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ส่วนประกอบ มอเตอร์คาปาซิเตอร์ส่วนประกอบคือ สเตเตอร์ โรเตอร์ ฝาครอบ และสวิตช์เซนตริฟูกัล และคาปาซิเตอร์เพิ่มขึ้นมาอีก โดยทั่วไปแล้วคาปาซิเตอร์จะติดอยู่ที่ด้านบนของตัวมอเตอร์มีฝาครอบมิดชิดลักษณะของมอเตอร์คาปาซิเตอร์ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ลักษณะของมอเตอร์คาปาซิเตอร์

2.4.2 คาปาซิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับมอเตอร์

คาปาซิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับมอเตอร์แบบนี้มีหลายแบบด้วยกันดังนั้นจึงจะกล่าวถึงคาปาซิเตอร์แต่ละแบบให้เข้าใจเสียก่อนดังนี้

คาปาซิเตอร์ทำด้วยแผ่นโลหะตัวนำ ซึ่งปกติใช้แผ่นอลูมิเนียมสองแผ่นวางขนานกันแล้วเอาฉนวนไฟฟ้าวางคั่นกลางเพื่อไม่ให้แผ่นอลูมิเนียมทั้งสองต่อถึงกันทางไฟฟ้า ฉนวนไฟฟ้าอาจจะเป็นกระดาษ หรือผ้าก๊อส แล้วม้วนแผ่นตัวนำทั้งสอง และฉนวนคั่นกลางไปพร้อมๆ กัน อาจจะม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอก หรือรูปสี่เหลี่ยมก็ได้ แล้วบรรจุลงในกล่องอลูมิเนียม หรือกล่องพลาสติก ต่อสายไฟออกจากแผ่นฉนวนตัวนำทั้งสอง เพื่อนำไปต่อกับขดลวดมอเตอร์ต่อไป ซึ่งคาปาซิเตอร์นี้มีคุณสมบัติที่เก็บประจุไฟฟ้าได้ แล้วทำให้กระแสไฟที่ไหลผ่านนำหน้าแรงดันที่ป้อนให้ 90 องศาไฟฟ้า ฉนวนคั่นกลางระหว่างแผ่นตัวนำเรียกว่า ไดอิเล็กตริก (Dielectric) คาปาซิเตอร์ที่ใช้กับมอเตอร์มีสองชนิดคือ

1) คาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน (Oil-filled capacitor) คาปาซิเตอร์ชนิดนี้ฉนวนคั่นกลางระหว่างแผ่นตัวนำทำด้วยแผ่นกระดาษบางๆ ชุบด้วยน้ำมันฉนวนไฟฟ้า แล้วม้วนทั้งแผ่นตัวนำ และแผ่นกระดาษที่ชุบด้วยน้ำมันให้มีรูปทรงกระบอก หรือรูปสี่เหลี่ยม แล้วบรรจุลงในกล่องอะลูมิเนียม หรือกล่องพลาสติกที่บรรจุด้วยน้ำมัน ดังรูปที่ 2.17 คาปาซิเตอร์ชนิดนี้สามารถต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าได้เป็นระยะเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 ลักษณะของคาปาซิเตอร์ชนิดบรรจุน้ำมัน

2) คาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติก (Electrolytic capacitor) ฉนวนคั่นกลางระหว่างแผ่นอลูมิเนียมทั้งสองจะทำด้วยผ้าก๊อสชุบน้ำด้วยสารละลายเคมีที่เรียกว่า "อิเล็กทรอไลต์" จนอิ่มตัว อิเล็กทรอไลต์ จะสร้างไขขึ้นมาคั่นกลางระหว่างอลูมิเนียมทั้งสอง ซึ่งไขที่สร้างขึ้นมานี้จะเป็นฉนวนไฟฟ้าด้วย แล้วจึงม้วนทั้งแผ่นตัวนำ และฉนวนไปพร้อมกันให้มีรูปทรงกระบอก หรือรูปสี่เหลี่ยม แล้วบรรจุลงในกล่องอลูมิเนียม กล่องพลาสติก หรือกล่องกระดาษชนิดดีดังรูปที่ 2.18 คาปาซิเตอร์ชนิดนี้ไม่สามารถต่อร่วมกับวงจรไฟฟ้าเป็นเวลานานๆ ได้ ปกติแล้วจะต่ออยู่ในวงจรในช่วงเวลา 2-3 นาทีเท่านั้น

รูปที่ 2.18 ลักษณะคาปาซิเตอร์ชนิดอิเล็กทรอไลติก

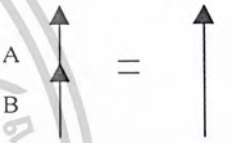
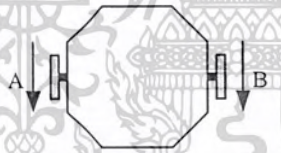
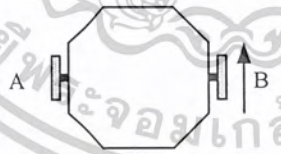
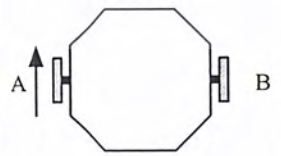
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 หลักการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้น

หลักการเคลื่อนที่ระบบเคลื่อน 2 ล้อ

ในการควบคุมการเคลื่อนที่นี้ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนซึ่งจะใช้มอเตอร์จำนวน 2 ตัว ติดตั้งที่บริเวณกึ่งกลางของฐานช่วงล่างของเครื่องขัดพื้น ต่อผ่านไปยังล้อขับเคลื่อนทั้งล้อซ้าย และล้อขวาสำหรับการเคลื่อนที่ และการบังคับเลี้ยวจะควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ หลักการเคลื่อนที่และการเลี้ยวของเครื่องดูได้จากตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 หลักการเคลื่อนที่ และการเลี้ยวของเครื่องขัดพื้น

ทิศทางการเคลื่อนที่	ทิศทางการหมุนของล้อ	เวกเตอร์ที่เกิดขึ้น	การเคลื่อนที่ของหุ่น
ก) เดินหน้า			
ข) ถอยหลัง			
ค) เลี้ยวซ้าย			
ง) เลี้ยวขวา			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้อ้างอิงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (Flash Memory) ของ ATMEL CORPORATION หมายเลข AT89C51 และเหตุผลที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดนี้มีหลายประการดังนี้

1) หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่เป็นแบบแฟลชซึ่งจะทำให้สามารถลบ และเขียนใหม่ได้เป็นพันครั้งจึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิปเดี่ยวไม่ต้องใช้หน่วยความจำภายนอกส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุต และเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2) ต้นทุน และเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์ และเครื่องโปรแกรมอีพรอม

3) บริษัทผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายหมายเลข โดยจะมีขีดความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4) ด้วยการใช้หน่วยความจำของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5) บางหมายเลขของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งผลิตโดย บริษัท ATMEL นั้นสามารถทำการโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมได้โดยที่ไม่ต้องถอดตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือที่เรียกว่า การโปรแกรมในวงจร หรือในระบบ (In-System Programming) โดยใช้ลักษณะของการติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การพัฒนาหรือการซ่อมบำรุงตลอดจนการปรับปรุง หรือพัฒนาข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้โดยอย่างสะดวก ภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงมากนัก

6) ชุดคำสั่ง และสถาปัตยกรรมพื้นฐานจะเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ของผู้ผลิตอื่นไม่ว่าจะเป็นของ บริษัทอินเทล บริษัทซีเมนส์ หรือบริษัทดัลลัส

จากเหตุผลข้างต้นคณะผู้จัดทำจึงได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มาใช้ในการออกแบบ และสร้างเป็นชุดควบคุมเครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการออกแบบ การสร้าง และการทำงานของเครื่องขัดพื้นนั้น จะประกอบด้วยการออกแบบส่วนใหญ่ๆ ที่สำคัญคือ การออกแบบทางด้านกลไก และการออกแบบวงจรควบคุมซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2 การออกแบบวงจรขับมอเตอร์

3.2.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรนี้ใช้ควบคุมมอเตอร์ให้หมุนซ้าย – ขวา และหยุดหมุนได้โดยการเปลี่ยนข้อมูลที่ B0 B1 และขาคอนโทรล

ตารางที่ 3.1 ค่าความจริงของวงจรในรูปที่ 3.3

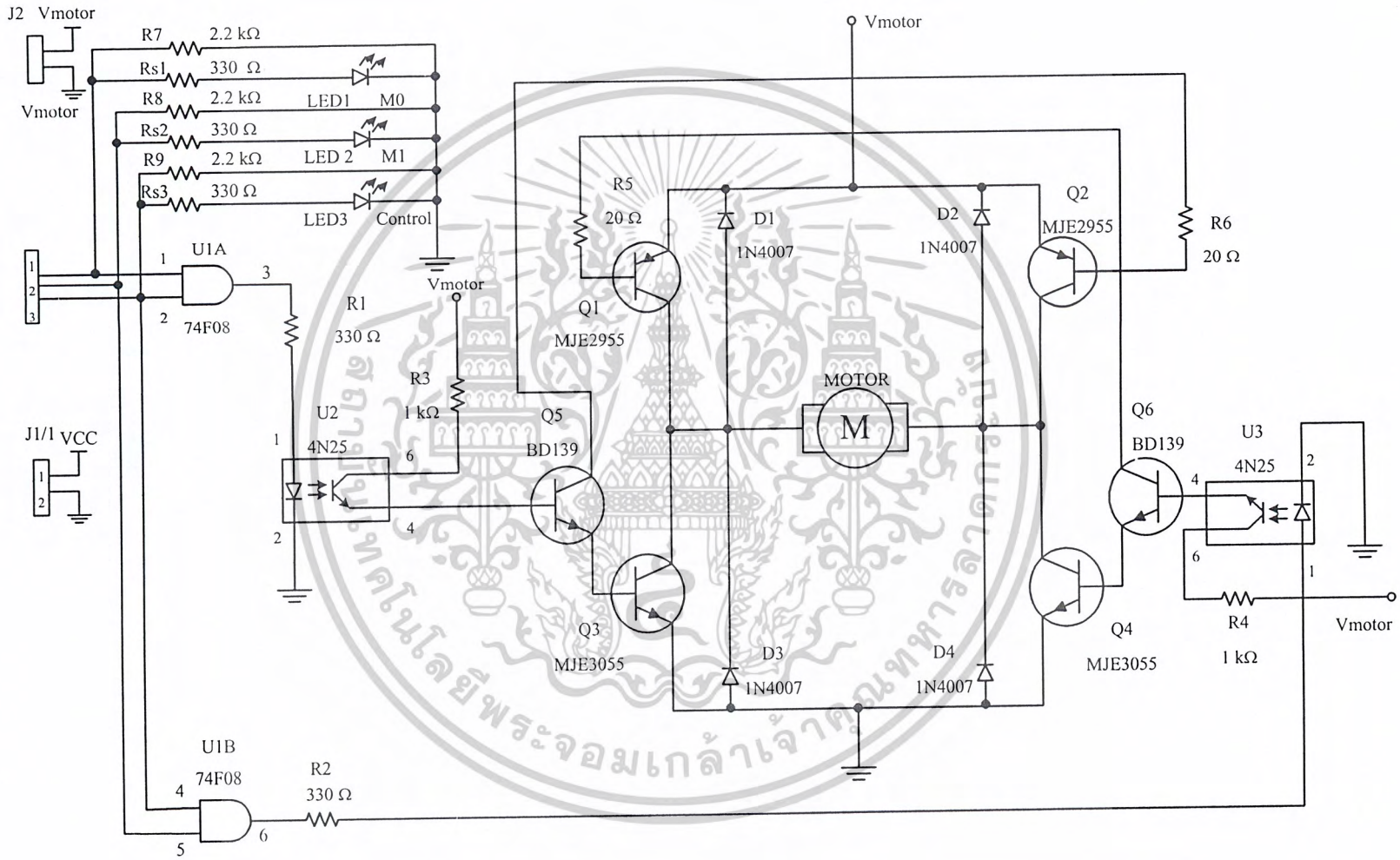
ลอจิกอินพุตที่ป้อน			ผลการเปลี่ยนแปลง
Control	M0	M1	
0	0	0	ไม่หมุน
0	0	1	ไม่หมุน
0	1	0	ไม่หมุน
0	1	1	ไม่หมุน
1	0	0	ไม่หมุน
1	0	1	หมุนซ้าย
1	1	0	หมุนขวา
1	1	1	ไม่หมุน

B0 เป็น “0” และ B1 เป็น “1” Q2, Q3 และ Q5 จะ ON ส่วน Q1, Q4 และ Q6 จะ OFF และมอเตอร์จะเริ่มหมุนไปทางซ้าย

B0 เป็น “1” และ B1 เป็น “0” Q1, Q4 และ Q6 จะ ON ส่วน Q2, Q3 และ Q5 จะ OFF และมอเตอร์จะเริ่มหมุนไปทางขวา

แต่เมื่อทั้งใดก็ตามที่ control เป็น “0” วงจรจะหยุดทำงาน ไม่มีกระแสไปเลี้ยงมอเตอร์ ถึงแม้ B0 และ B1 จะเป็น “1” หรือ “0” มอเตอร์ก็ไม่สามารถหมุนได้

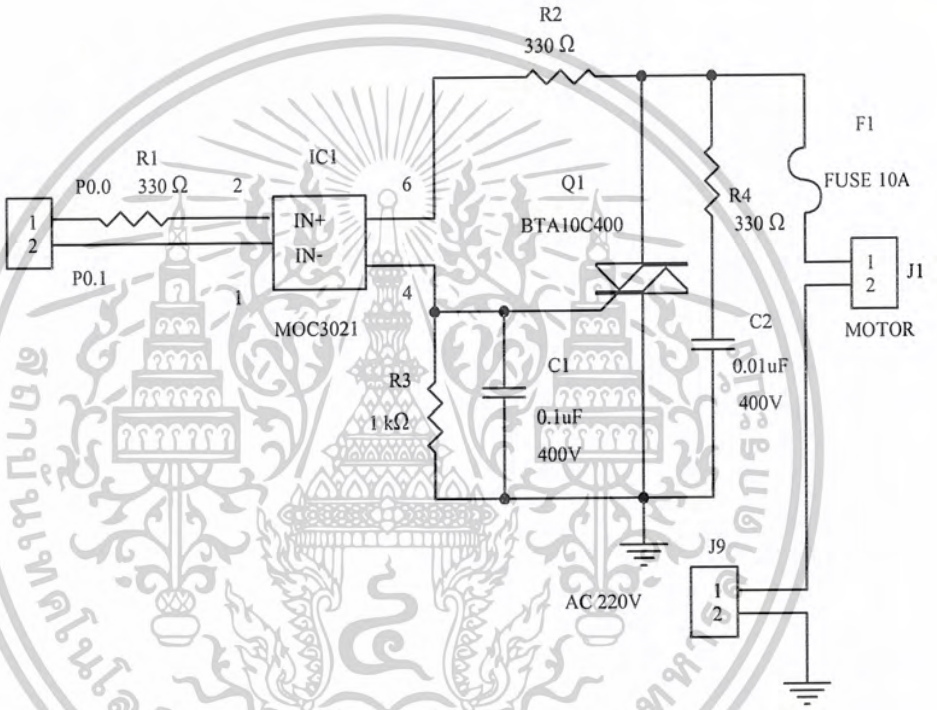
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.2.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

ทำการออกแบบวงจรโดยใช้อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสง เป็นตัวควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าที่จะไปขับให้ไตรแอกซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ให้ตัดต่อไฟฟ้ากระแสสลับแรงเคลื่อน 220 โวลต์ให้กับมอเตอร์ โดยวงจรนี้จะสามารถทนกำลังไฟฟ้าได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของตัวไตรแอกที่ใช้ในวงจร ซึ่งหมายเลข BTA10C400 ที่ใช้ในโครงงานนี้สามารถทนกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 2,200 วัตต์



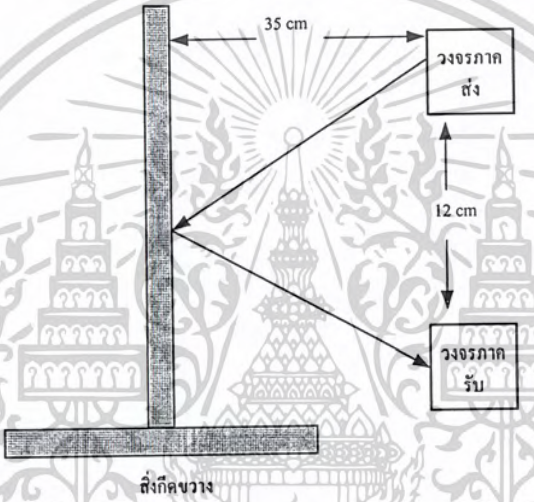
รูปที่ 3.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

จากวงจรในรูปที่ 3.2 เป็นวงจรในส่วนของการขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยรับค่าจากพอร์ต 0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเมื่อได้รับลอจิก “1” จะทำให้ วงจรรวมหมายเลข MOC3021 ซึ่งเป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงเริ่มทำงาน แล้วจะไปขับไตรแอก เพื่อทำหน้าที่ขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบภาคตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เป็นวงจรที่นำมาตรวจสอบสิ่งกีดขวาง โดยจัดวางให้ภาคส่งแสงอินฟราเรด และภาครับแสงอินฟราเรดหันหน้าไปทางเดียวกัน แสงที่ออกจากวงจรภาคส่งแสงอินฟราเรดจะไปกระทบกับสิ่งกีดขวาง และสะท้อนกลับเข้าสู่ภาครับแสงอินฟราเรด โดยที่ไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งกีดขวาง แล้วนำข้อมูลที่ได้ส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผล เพื่อเคลื่อนที่หลบหลีกสิ่งกีดขวาง วงจรภาคส่งอินฟราเรด และภาครับแสงอินฟราเรดมีรายละเอียดดังนี้

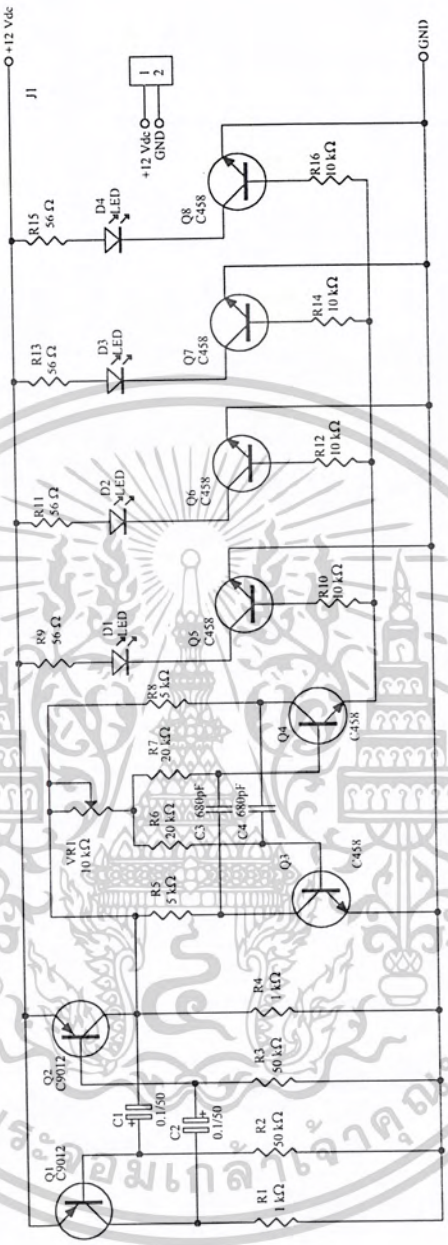


รูปที่ 3.3 โครงสร้างการจัดวางภาคส่ง และภาครับแสงอินฟราเรด

3.3.1 วงจรภาคส่งอินฟราเรด

ในการออกแบบวงจรภาคส่งอินฟราเรด ต้องคำนึงถึงแสงรบกวนจากสิ่งแวดล้อม โดยให้ภาคส่งอินฟราเรดเปล่งแสงแบบพัลส์ แล้วทำการขยายสัญญาณเฉพาะในส่วนที่เป็นสัญญาณกระแสสลับเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



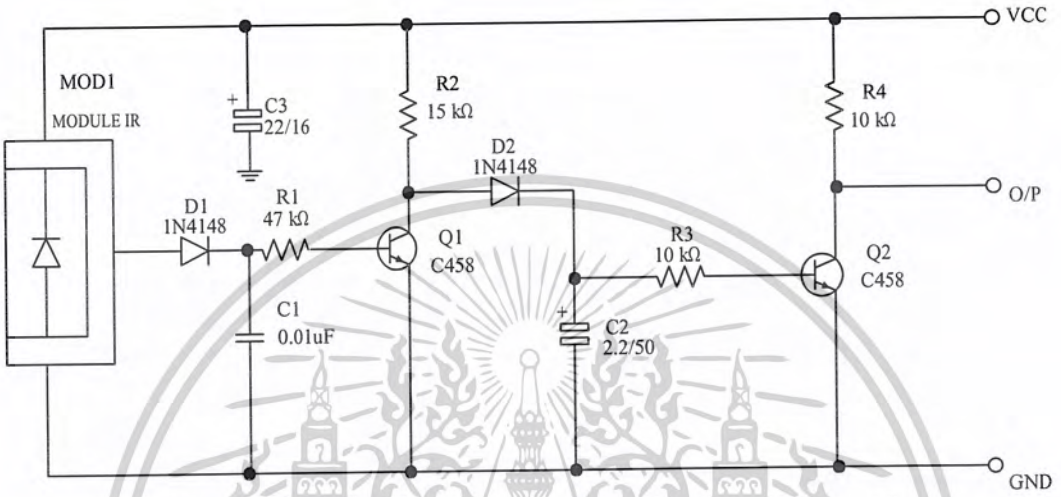
รูปที่ 3.4 วงจรภาคส่งอินฟราเรด

จากรูปที่ 3.4 ประกอบด้วยวงจรกำเนิดความถี่ 2 ชุด โดยชุดที่ 1 กำเนิดคลื่นพาห์ความถี่ต่ำ 110 Hz ชุดที่ 2 กำเนิดความถี่สูง 40 kHz โดยนำเอาสัญญาณความถี่ต่ำที่ได้มาเป็นไฟเลี้ยง สัญญาณเอาต์พุตเกิดจากการมอดดูเลตคลื่นพาห์ความถี่ต่ำ และความถี่สูง 40 kHz จะถูกส่งไปขยายแล้วป้อนให้กับ LED อินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรภาครับอินฟราเรด

ในการออกแบบวงจรภาครับอินฟราเรด ต้องคำนึงถึงแสงจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่ภาครับแสง



รูปที่ 3.5 วงจรภาครับอินฟราเรด

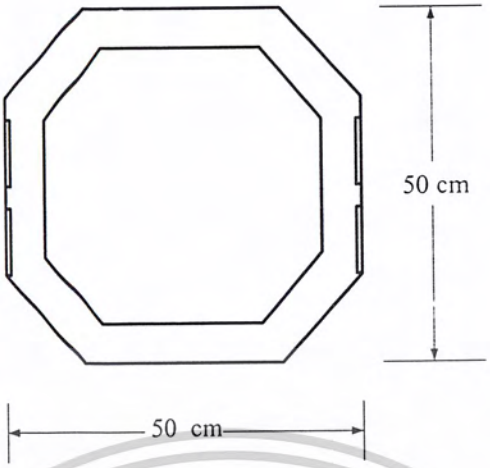
จากรูปที่ 3.5 ประกอบด้วยโมดูลอินฟราเรดที่มีฟิลเตอร์กรองความถี่สูงลงกราวด์ ซึ่งเหลือแต่ความถี่ต่ำที่เป็นคลื่นพาห์ผ่าน D1 ซึ่งยอมให้สัญญาณซีกบวกเท่านั้นส่งผ่านไปยัง R1 ซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ Q1 ขยายสัญญาณ และส่งผ่านไปยัง D2 ส่งผ่านไปยัง R3 ซึ่งทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับ Q2 ขยายสัญญาณ และส่งผ่านไปยังหน่วยประมวลผล

3.4 การออกแบบทางโครงสร้าง

3.4.1 การออกแบบชุดโครงสร้างเครื่องขัดพื้น

ในส่วนของโครงสร้างนั้นได้เลือกออกแบบ โดยคำนึงถึงพื้นที่ ที่ต้องการขัดพื้น ให้ได้พื้นที่ขัด ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด และสร้างง่าย ดังนั้นจึงเลือกใช้รูปทรงแปดเหลี่ยม ดังรูปที่ 3.6

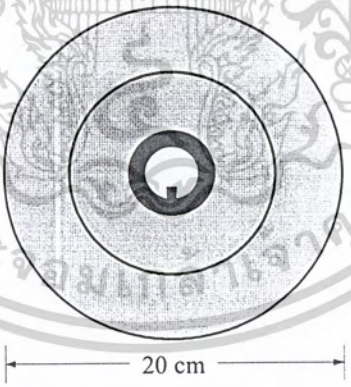
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 โครงสร้างเครื่องขัดพื้น

3.4.2 การออกแบบชุดล้อขับเคลื่อน

ในส่วนของชุดล้อขับเคลื่อน นั้นเลือกใช้ล้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางล้อที่ 20 เซนติเมตร โดยเป็นล้อที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งนำมาแก้ไขให้มีสลักล็อกติดกับเพลามอเตอร์

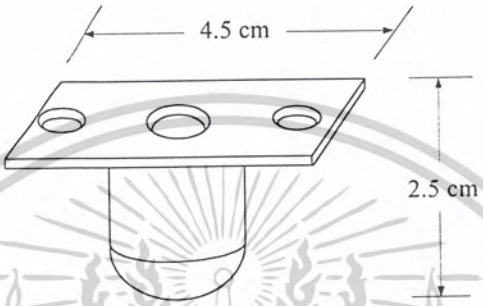


รูปที่ 3.7 ชุดล้อขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การออกแบบชุดล้อช่วยรับแรง

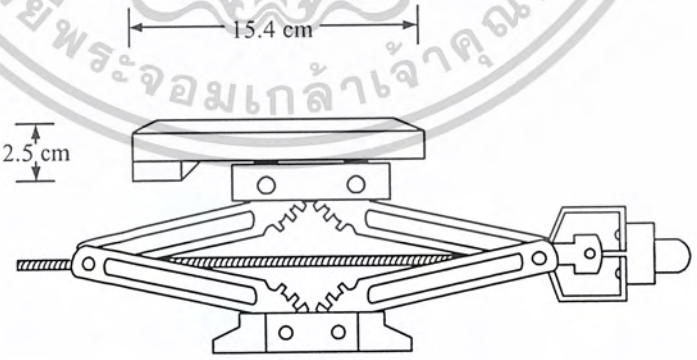
ในส่วนของชุดล้อช่วยรับแรง ออกแบบเพื่อรับน้ำหนักของเครื่องขัดพื้นที่จะส่งผ่านไปยังล้อขับเคลื่อน เพื่อพยุงน้ำหนักของเครื่อง รักษาสมดุลในขณะเคลื่อนที่ และเวลาเลี้ยว รายละเอียดดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 รายละเอียดของชุดล้อรับแรง

3.4.4 การออกแบบชุดยกชุดขัดพื้น

ในส่วนของชุดยกชุดขัดพื้นออกแบบโดยนำแม่แรงรถยนต์มาประยุกต์ต่อเข้ากับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งแม่แรงมีคุณสมบัติยกวัตถุที่มีน้ำหนัก 600 กิโลกรัม

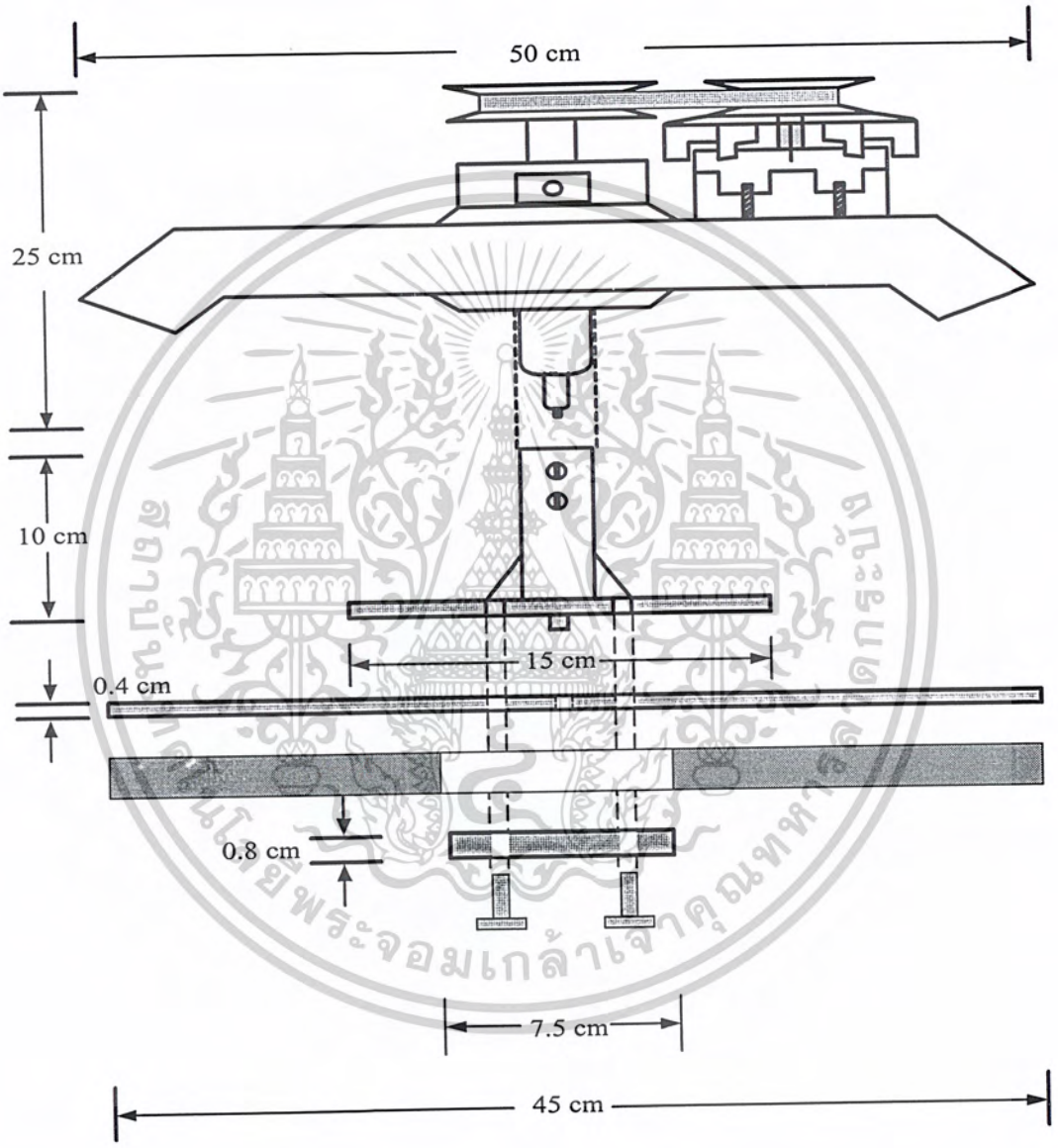


รูปที่ 3.9 ชุดยกชุดขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การออกแบบชุดขัดพื้น

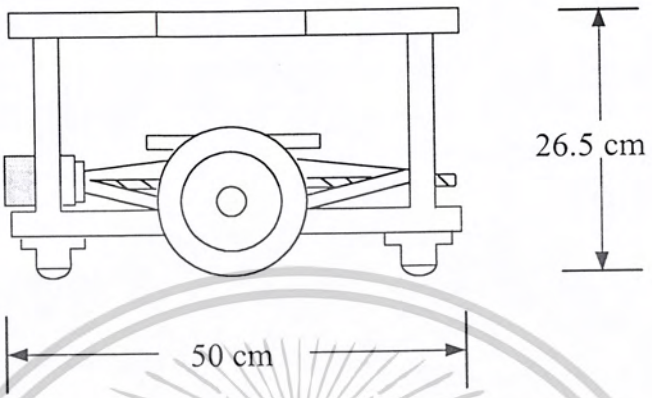
ในส่วนชุดขัดพื้นได้นำชิ้นส่วนของเครื่องซักผ้า SANYO MODEL SW9002D มาใช้เป็นชุดขัดพื้น แสดงในรูปที่ 3.10



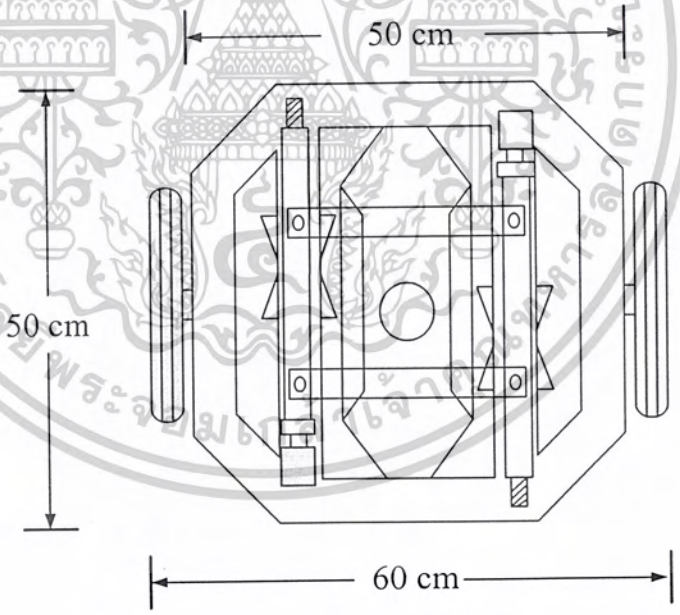
รูปที่ 3.10 ชุดขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านต่างๆ

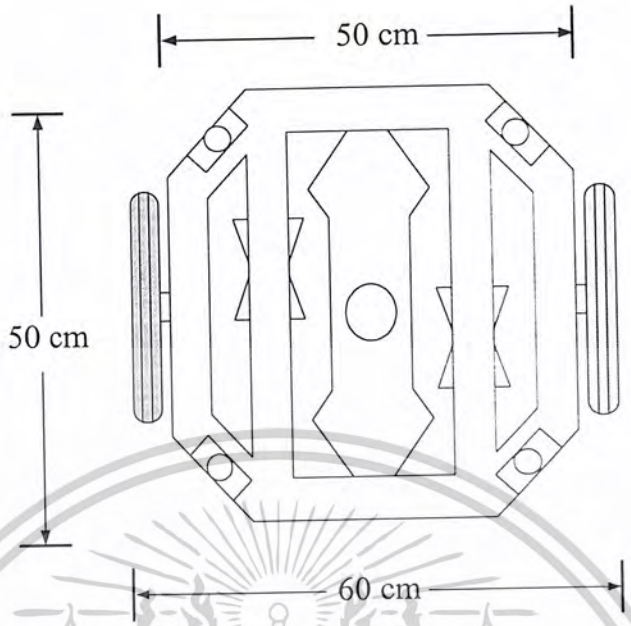


รูปที่ 3.11 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านข้าง



รูปที่ 3.12 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



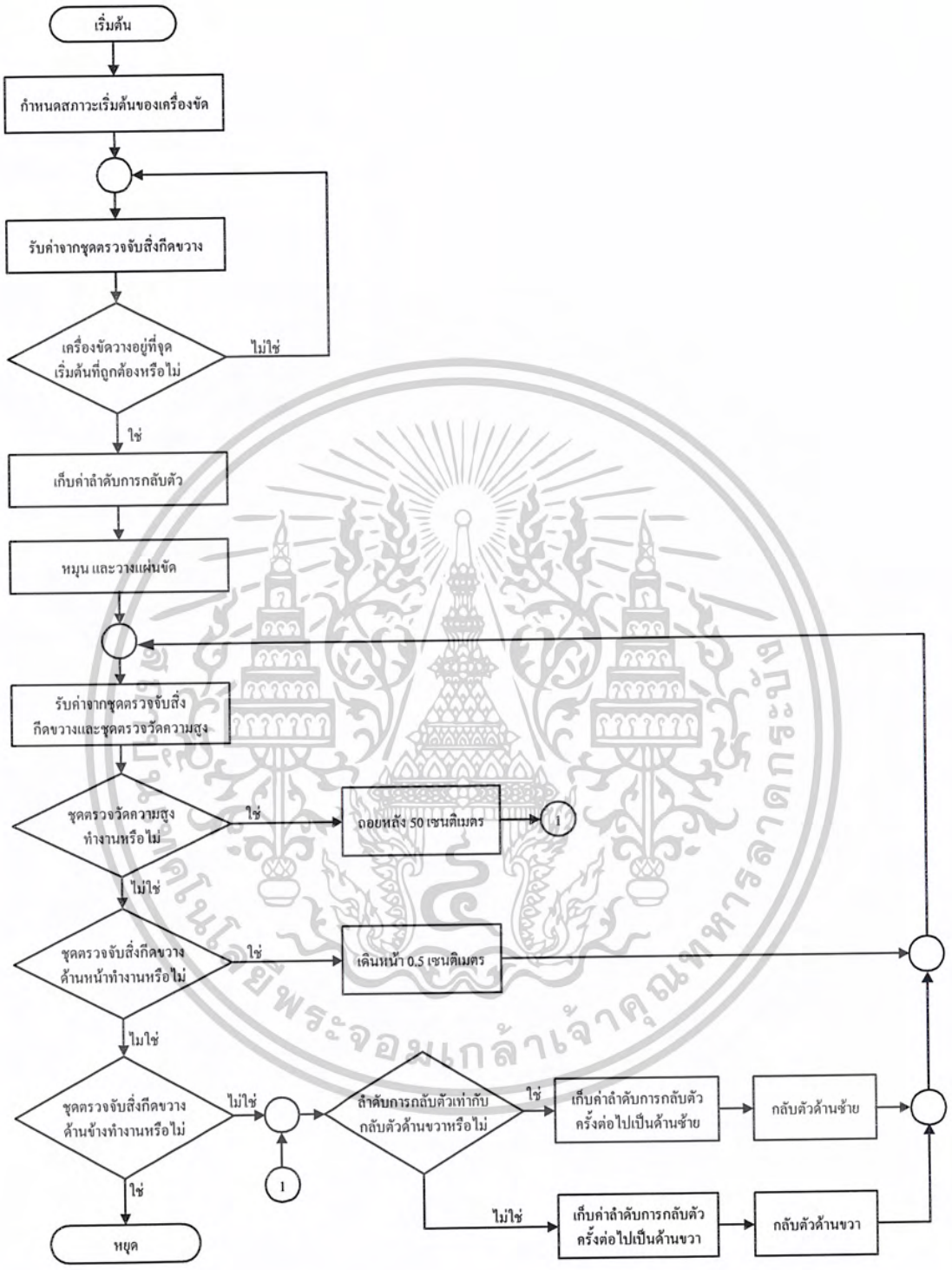
รูปที่ 3.13 โครงสร้างของเครื่องขัดพื้นเมื่อมองจากด้านล่าง

3.5 การออกแบบทางด้าน Software

3.5.1 การควบคุมการทำงานของเครื่องขัดพื้น

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องขัดพื้น เริ่มจากเปิดสวิตช์เครื่องขัดพื้น มีการทำงานเป็นลำดับคือ จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบการทำงาน เตรียมสภาวะต่างๆ ของเครื่องให้พร้อมทำการขัด หลังจากนั้นจะเริ่มตรวจสอบจุดเริ่มต้นที่ผู้ใช้งานนำตัวเครื่องไปวางไว้ ถ้าเครื่องขัดพื้นวางอยู่ที่มุมห้อง จะเก็บค่าเริ่มต้นของการกลับตัวเครื่องขัดพื้น รับค่าจาก ภาคตรวจวัดความสูง และภาคตรวจจับสิ่งกีดขวาง ถ้าพื้นมีระดับต่ำ หรือสูงเกินไปจากระดับพื้นที่กำลังทำการขัดอยู่ จะสั่งเครื่องขัดพื้นให้ถอยหลัง 50 เซนติเมตร แล้วกลับตัวตามลำดับที่เก็บค่าไว้ ถ้าเป็นกลับตัวด้านซ้าย จะทำการกลับตัวด้านซ้าย แล้วเก็บค่าต่อไปเป็นกลับตัวด้านขวา ถ้าลำดับที่เก็บค่าไว้เป็นกลับตัวด้านขวา ก็จะทำการกลับตัวด้านขวา แล้วเก็บค่าต่อไปเป็นกลับตัวด้านซ้าย ถ้ามีสิ่งกีดขวางด้านหน้า จะตรวจสอบสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านข้างถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านข้างจะเดินหน้าเครื่องขัดพื้นไปด้านหน้า 0.5 เซนติเมตร ถ้ามีสิ่งกีดขวางด้านหน้าก็จะไปตรวจสอบสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านข้าง กรณีที่ด้านข้างไม่มีสิ่งกีดขวางก็จะกลับตัวโดยตรวจสอบเช่นเดียวกับกรณีที่พื้นต่างระดับ แต่ถ้ามีสิ่งกีดขวางทั้งด้านหน้า และด้านข้าง อาจจะเป็นมุมห้องอีกด้าน ซึ่งเครื่องขัดพื้นไม่สามารถกลับตัวได้ เครื่องขัดพื้นจะหยุดทำงาน เป็นการสิ้นสุดการขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และผลการทดลอง

4.1 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ

4.1.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อแหล่งจ่ายไฟตรง 12 โวลต์ และขั้วมอเตอร์เข้าที่วงจร
2) ทดลองป้อนค่าลอจิกให้แก่อินพุตของวงจรตามตาราง
3) สังเกต และบันทึกผลการทดลอง

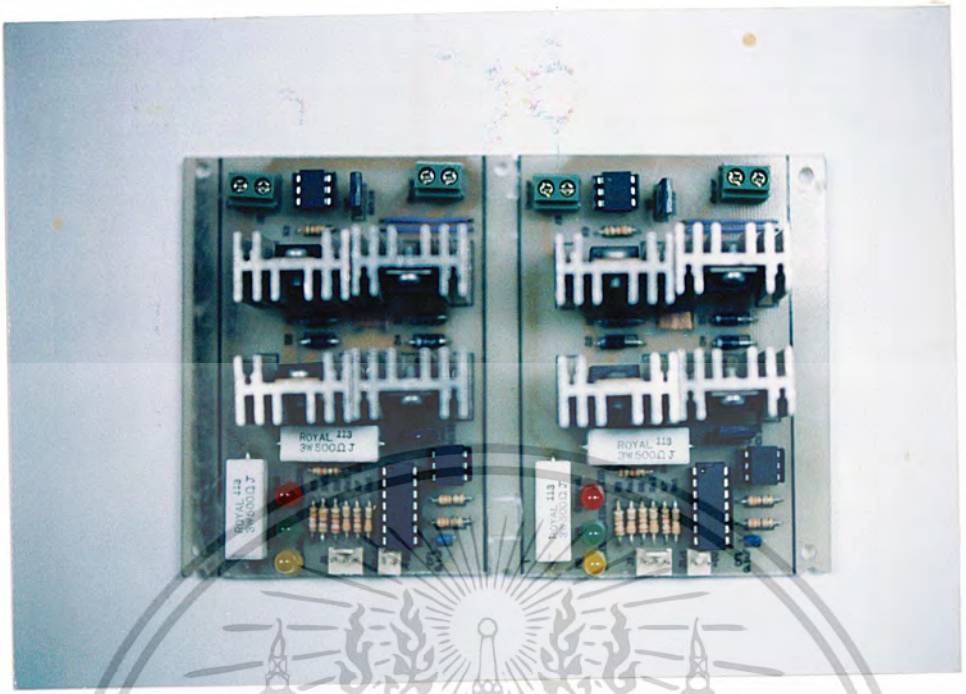
4.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อจะยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีการป้อนลอจิกที่อินพุต ทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่ออยู่นั้นหมุน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ

ลอจิกที่ป้อนทางอินพุต			ผลการเปลี่ยนแปลง
Control	M0	M1	
0	0	0	ไม่หมุน
0	0	1	ไม่หมุน
0	1	0	ไม่หมุน
0	1	1	ไม่หมุน
1	0	0	ไม่หมุน
1	0	1	หมุนซ้าย
1	1	0	หมุนขวา
1	1	1	ไม่หมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดขับล้อ

4.2 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด

4.2.1 ลำดับขั้นการทดลอง

1) ต่อแหล่งจ่ายไฟตรง 24 โวลต์ และขั้วมอเตอร์เข้าที่วงจร
2) ทดลองป้อนค่าลอจิกให้แก่อินพุตของวงจรตามตาราง
3) สังเกต และบันทึกผลการทดลอง

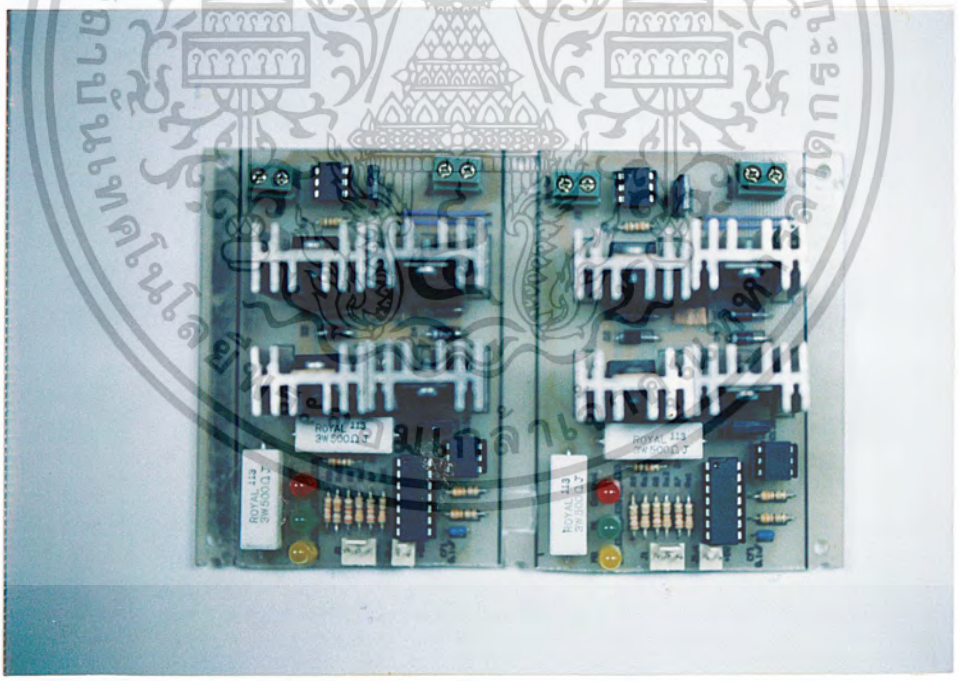
4.1.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัดจะยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีการป้อนลอจิกที่อินพุตทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ต่ออยู่นั้นหมุน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด

ลอจิกที่ป้อนทางอินพุต			ผลการเปลี่ยนแปลง
Control	M0	M1	
0	0	0	ไม่หมุน
0	0	1	ไม่หมุน
0	1	0	ไม่หมุน
0	1	1	ไม่หมุน
1	0	0	ไม่หมุน
1	0	1	ยกจานขัดขึ้น
1	1	0	วางจานขัดลง
1	1	1	ไม่หมุน



รูปที่ 4.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชุดยกจานขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการทำงานของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

4.3.1 ลำดับขั้นการทดลอง

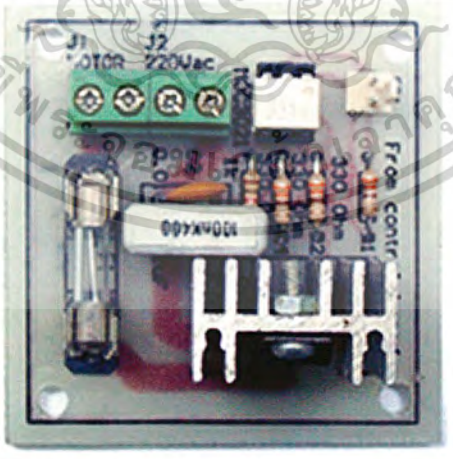
1) ต่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่จุดต่อสายของวงจร
2) ต่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์เข้าที่จุดต่อสายของวงจร
3) ทดลองป้อนลอจิกทางอินพุตให้แก่วงจร ตามตาราง
4) สังเกต และบันทึกผลการทดลอง

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจะยังไม่มีการทำงานจนกว่าจะมีการป้อนลอจิกทำให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ต่ออยู่นั้นทำการหมุน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การทดลองวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

ลอจิกที่ป้อนทางอินพุต	ผลการเปลี่ยนแปลง
0	มอเตอร์ไม่หมุน
1	มอเตอร์หมุน



รูปที่ 4.3 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการทำงานของวงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง

4.4.1 ลำดับการทดลอง

1) ต่อไฟฟ้ากระแสตรงแรงดัน 12 โวลต์ และ 5 โวลต์ ให้กับวงจรภาคส่ง และภาครับอินฟราเรดตามลำดับ พร้อมกับต่อ LED ที่เอาต์พุตของวงจรภาครับอินฟราเรด

2) ทดลองปรับระยะการส่ง และรับของวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางให้อยู่ในระยะ 35 เซนติเมตร.เพราะเครื่องขัดพื้นต้องการตรวจจับสิ่งกีดขวางในระยะไม่เกิน 35 เซนติเมตร.

3) นำวัตถุชนิดต่างๆ เป็นสิ่งกีดขวางชนิดต่างๆ ดังในตารางที่ 4.4 โดยวางให้ตรงกับชุดส่งและชุดรับอินฟราเรด ระยะห่าง 35 เซนติเมตร

4) สังเกตการเปลี่ยนแปลงจาก LED และบันทึกผลการทดลอง

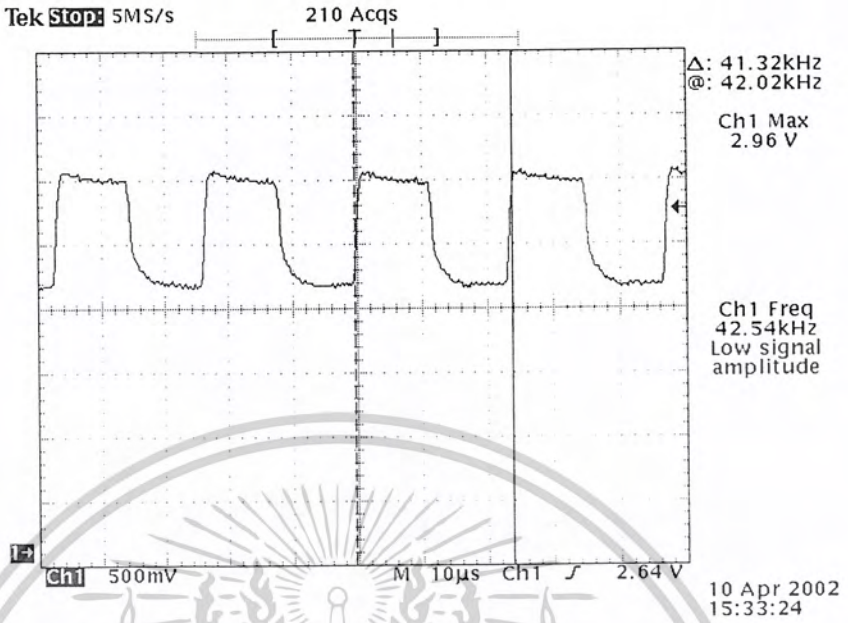
5) ทดลองซ้ำตามขั้นตอนที่ 1-4 โดยเปลี่ยนวัตถุที่นำมาเป็นสิ่งกีดขวางตามตารางที่ 4.4

จากผลการทดลองวงจรจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง จะยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีสิ่งกีดขวางหรือในการทดลองใช้แผ่นสะท้อน อยู่ในระยะที่เครื่องขัดพื้นต้องการ ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4

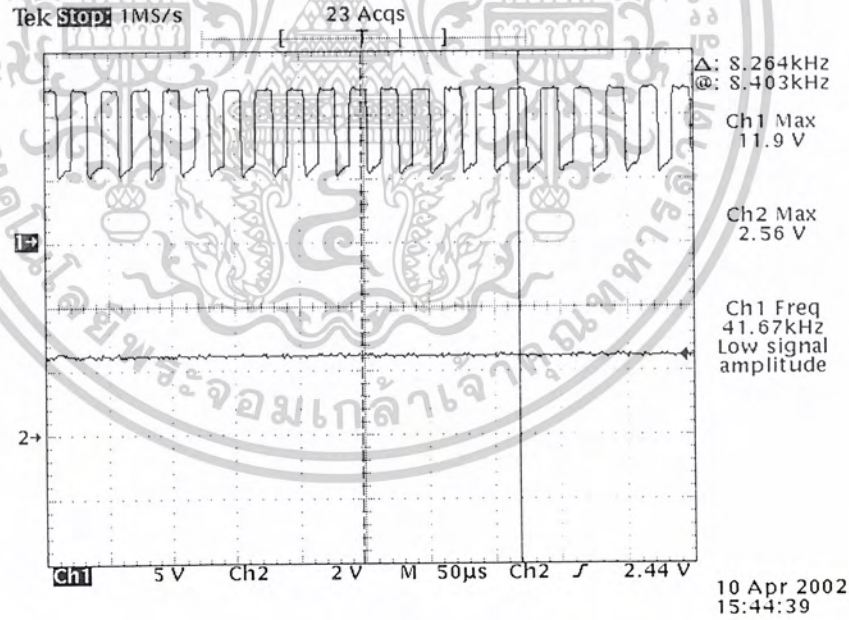
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองวงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง

ประเภทของวัตถุ	วัตถุที่นำมาเป็นสิ่งกีดขวาง	ผลการเปลี่ยนแปลง
วัตถุประเภททึบแสง	แฟ้มเอกสารสีดำ	LED ติดสว่าง
	ผนังสีขาว	LED ติดสว่าง
	ไม้อัด	LED ติดสว่าง
	ผ้า	LED ติดสว่าง
	กระดาษสีขาว	LED ติดสว่าง
วัตถุประเภทโปร่งแสง	แผ่นใส	LEDไม่ติด
วัตถุประเภทสะท้อนแสง	กระจกเงา	LED ติดสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

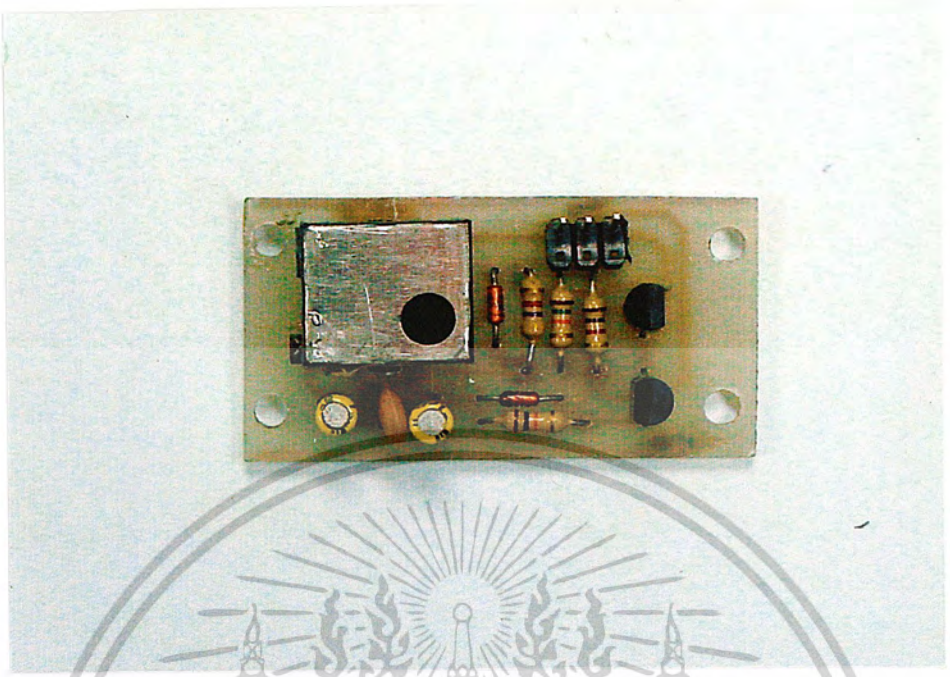


รูปที่ 4.4 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตภาคส่งจากจอออสซิลโลสโคป



รูปที่ 4.5 รูปคลื่นสัญญาณเอาต์พุตภาคส่ง และเอาต์พุตภาครับจากจอออสซิลโลสโคป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 วงจรชุดตรวจจับสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 สรุป

เครื่องขัดพื้นที่สร้างขึ้นมา มีลักษณะการทำงานที่อัตโนมัติทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกในการใช้งาน แค่เพียงวางเครื่องขัดพื้นในบริเวณมุมห้องที่ต้องการขัดพื้นแล้วเปิดสวิตช์เพียงเท่านั้น เครื่องขัดพื้นจะทำการขัดพื้นอย่างอัตโนมัติ โดยปราศจากการควบคุมจากผู้ใช้งาน เครื่องขัดพื้นที่จัดสร้างขึ้นมามีลักษณะแปดเหลี่ยม มีความกว้าง และยาว 50 เซนติเมตร มีน้ำหนักรวมทั้งสิ้น 28 กิโลกรัม มีระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยมีระยะการตรวจจับได้ไกล 35 เซนติเมตร

จากการทดสอบการทำงานของเครื่องขัดพื้นสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ถอยหลัง และสามารถเลี้ยวได้ โดยพิจารณาจากค่าที่ได้รับจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง แล้วนำมาประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เพื่อให้สามารถให้เครื่องขัดพื้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไขคือ น้ำหนักตัวของเครื่องขัดยังมีน้ำหนักที่มาก และการเคลื่อนที่ของเครื่องขัดพื้นควรคล่องตัวมากกว่านี้

5.2 ปัญหา และแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาในการสร้างเครื่องขัดพื้น

1) การสร้างโครงสร้างของเครื่องขัดพื้น เนื่องจากในการสร้างโครงสร้างของเครื่องขัดพื้นใช้วัสดุที่มีน้ำหนักมาก ทำให้เครื่องขัดพื้นมีน้ำหนักถึง 28 กิโลกรัม ไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายและการใช้งาน

แนวทางแก้ไข ทำการศึกษาหาวัสดุที่มีน้ำหนักเบา และมีความแข็งแรง ขอคำปรึกษาจากผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดทำโครงสร้าง หรือจากตำราวิชาการตลอดจนวารสารที่เกี่ยวข้อง

5.2.2 ปัญหาทางด้านการควบคุมการทำงาน

1) วงจรภาคจ่ายไฟ จากที่ได้ทำการทดลองวงจรภาคจ่ายไฟที่ใช้เป็นแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย มีสัญญาณรบกวนเป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงจากการทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟไปรบกวนวงจรภาคอื่นๆ ของเครื่องขัดพื้น เช่นวงจรตรวจจับวัตถุกีดขวาง และวงจรประมวลผล ทำให้การทำงานผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข ในการติดตั้งภาคจ่ายไฟแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายควรติดตั้งให้ห่างจากวงจรภาคตรวจจับวัตถุกีดขวาง และวงจรภาคประมวลผลให้มากที่สุด และควรมีการชีลด์ (Shield) เพื่อป้องกันการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ทั้งที่ตัวของภาคจ่ายไฟเอง และภาคตรวจจับวัตถุกีดขวางด้วย และควรแยกแหล่งจ่ายไฟให้ภาคประมวลผลออกจากแหล่งจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ด้วย

2) การควบคุมมอเตอร์ เริ่มแรกได้ทดลองใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping motor) ในการขับเคลื่อน เนื่องจากสามารถควบคุมตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ แต่มีปัญหาด้านแรงบิดที่น้อย เมื่อมีการรับน้ำหนักของเครื่องขัดที่มีน้ำหนักมาก ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มีขนาด และน้ำหนักมาก และมีราคาแพง หลังจากนั้นจึงนำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) มาใช้งานแทน โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นำมาใช้มีเฟืองทดภายในตัว ทำให้มีแรงบิดที่สูงมากกว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ อีกทั้งมีขนาดเล็ก และราคาถูก ทำให้ลดค่าใช้จ่าย และน้ำหนักไปได้อย่างมาก

เนื่องจากในการสร้างเครื่องขัดพื้น ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อน ทำให้การควบคุมตำแหน่ง และความเร็วยากกว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ซึ่งต้องจัดทำวงจรควบคุมความเร็วคงที่ขึ้นมาควบคุม ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

แนวทางการแก้ไข ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะต้องมีการหน่วงเวลา และความเร็วมอเตอร์ทั้งสองตัวให้เคลื่อนที่เกิดความสัมพันธ์กัน สามารถขับเคลื่อนเครื่องขัดให้เคลื่อนที่ตามที่ต้องการได้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

ในการพัฒนาเครื่องขัดพื้นให้มีความสามารถในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสะดวกต่อการนำไปใช้ในการขัดพื้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การพัฒนาทางด้านโครงสร้างของเครื่องขัดพื้นควรใช้วัสดุที่มีน้ำหนักที่เบา สามารถหาได้ง่าย และมีความแข็งแรงอย่างเพียงพอในการรับน้ำหนักของชุดจานขัด

2) การพัฒนาทางด้านภาคจ่ายไฟ ควรใช้แบตเตอรี่แทนไฟฟ้า 220 โวลต์ ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้แก่เครื่องขัดพื้น เพื่อให้เครื่องขัดพื้นสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอิสระ ไม่จำกัดกับความยาวของสายไฟฟ้าที่ต่อให้กับเครื่องขัดพื้น เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกยิ่งขึ้น

3) การพัฒนาทางด้านโปรแกรมควบคุม โดยการสร้างโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาชั้นสูง เพื่อปรับปรุงความสามารถ และรูปแบบวิธีการขัดพื้นของเครื่องขัดพื้นให้สามารถใช้งานได้หลากหลาย และเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ ที่ต้องการทำความสะอาดมากที่สุด

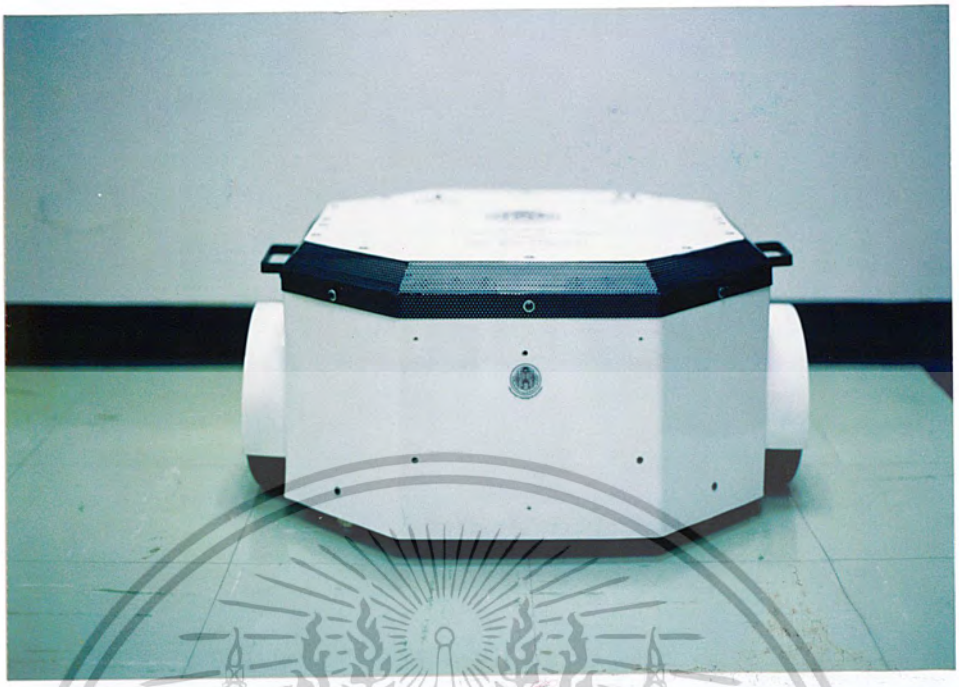
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การพัฒนาทางด้านมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนล้อ ควรใช้มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาด และกำลังวัตต์ที่เหมาะสม เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน และช่วยให้การเคลื่อนที่เพื่อขัดพื้นของเครื่องขัดพื้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

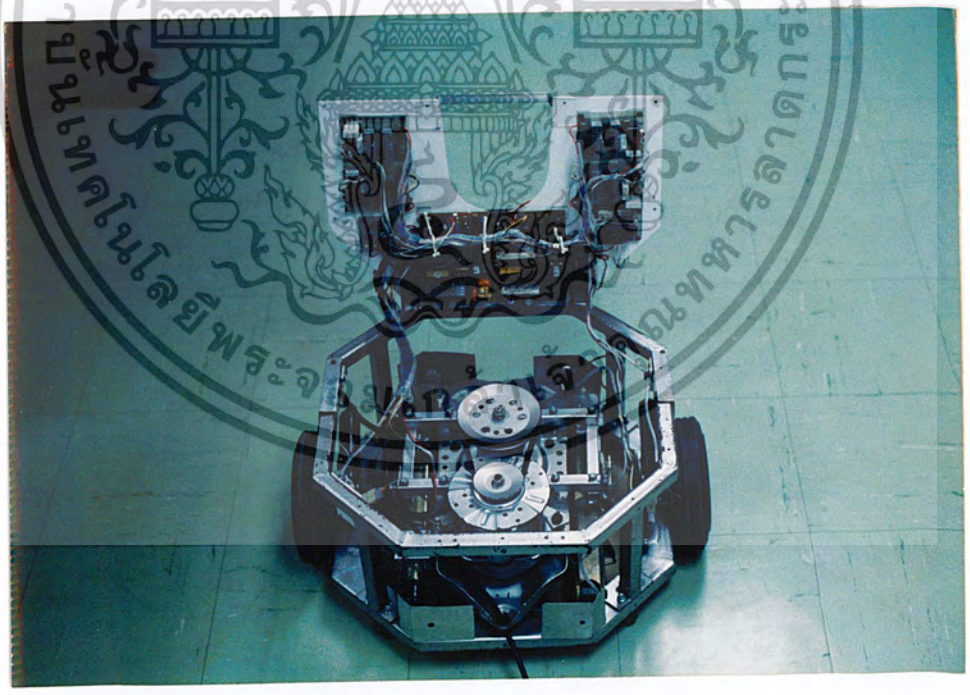
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องขัดพื้นต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

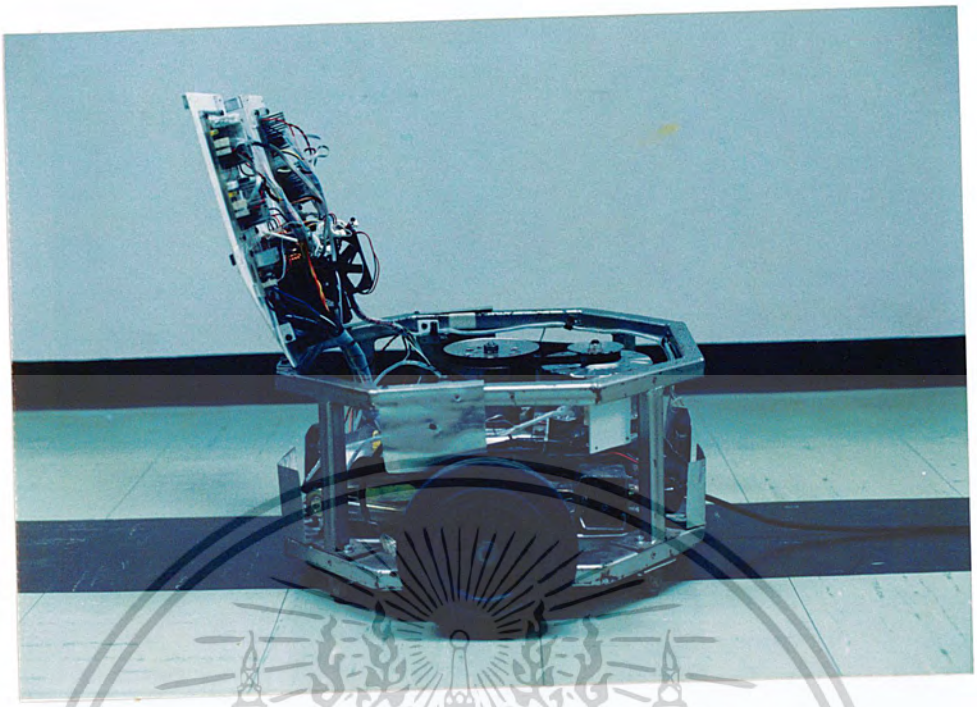


รูปที่ ก.1 เครื่องต้นแบบ

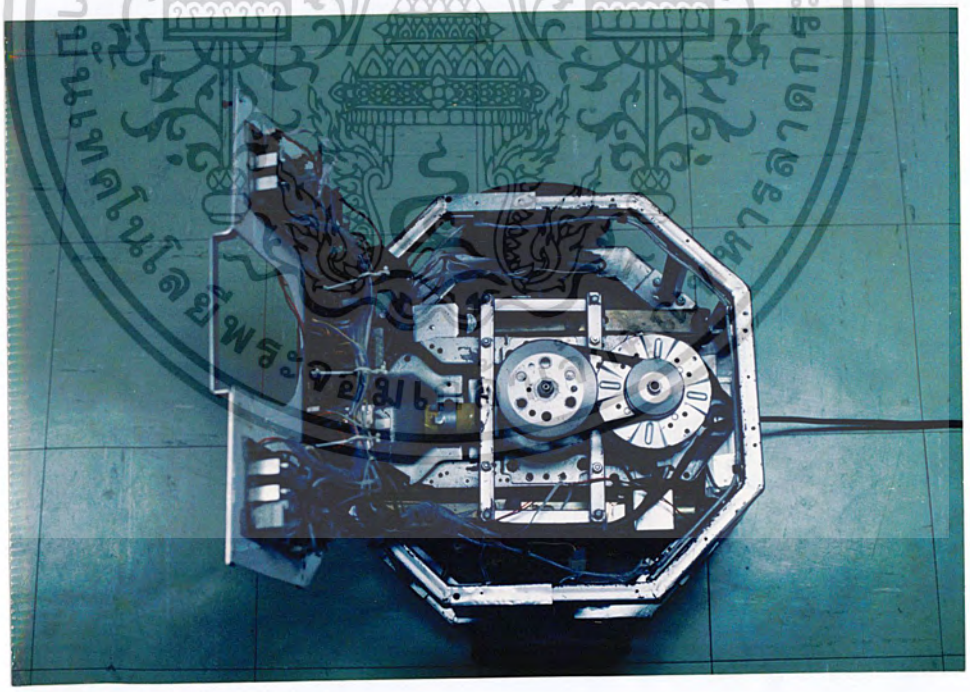


รูปที่ ก.2 โครงสร้างด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

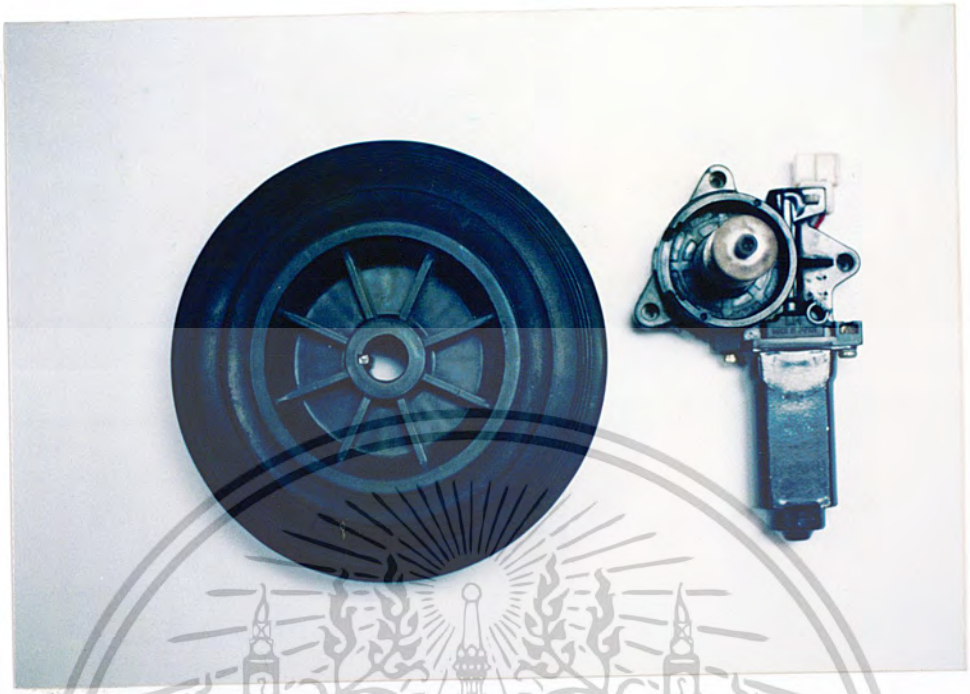


รูปที่ ก.3 โครงสร้างด้านข้าง



รูปที่ ก.4 โครงสร้างด้านบน

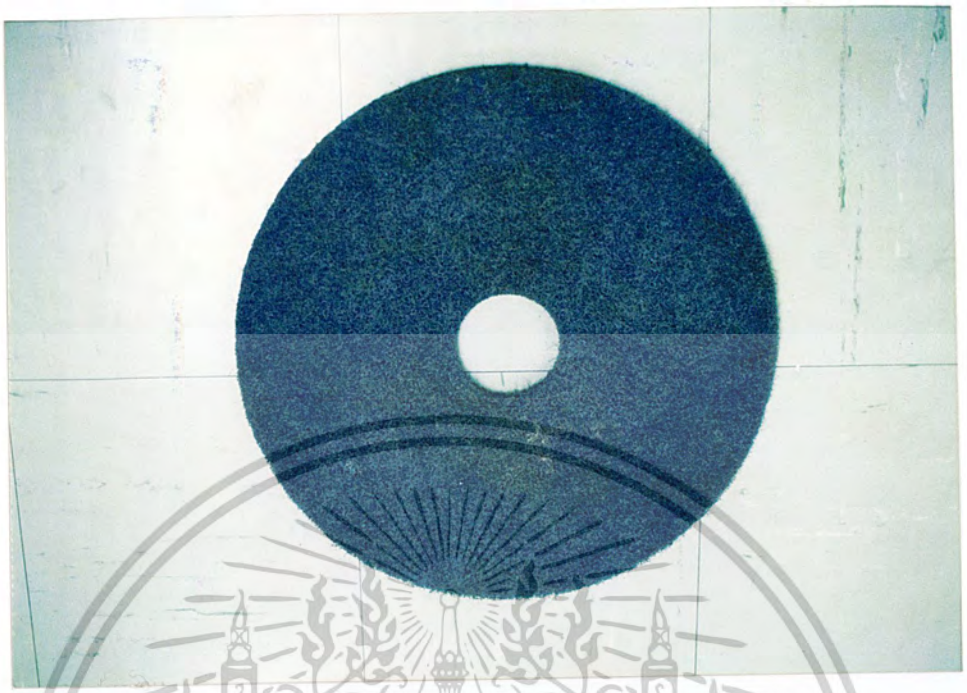
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



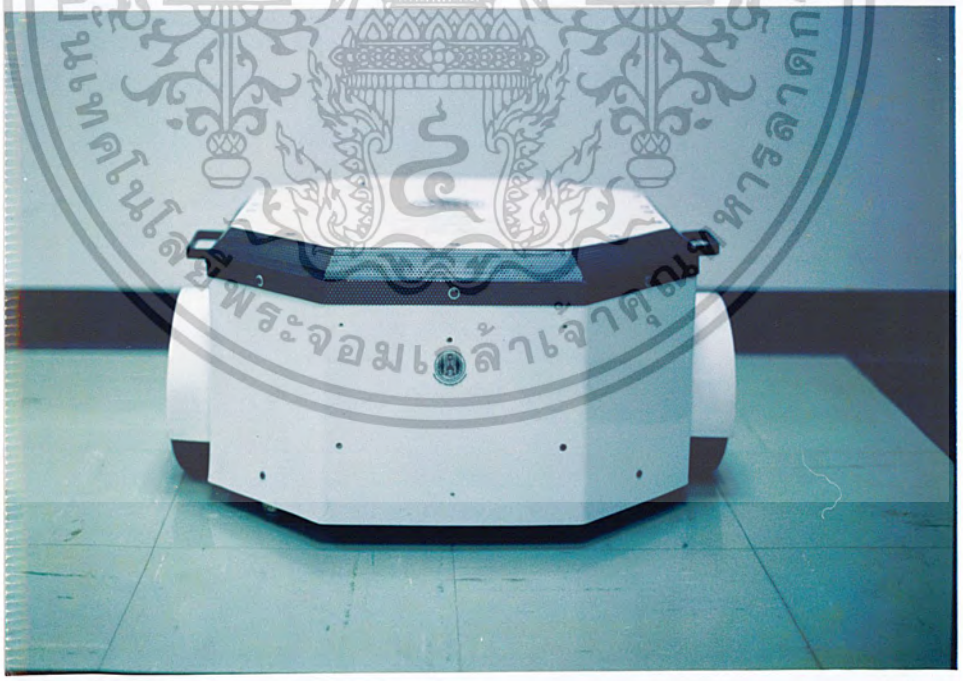
รูปที่ ก.5 ล้อ และมอเตอร์

รูปที่ ก.6 ฝาครอบโครงเครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

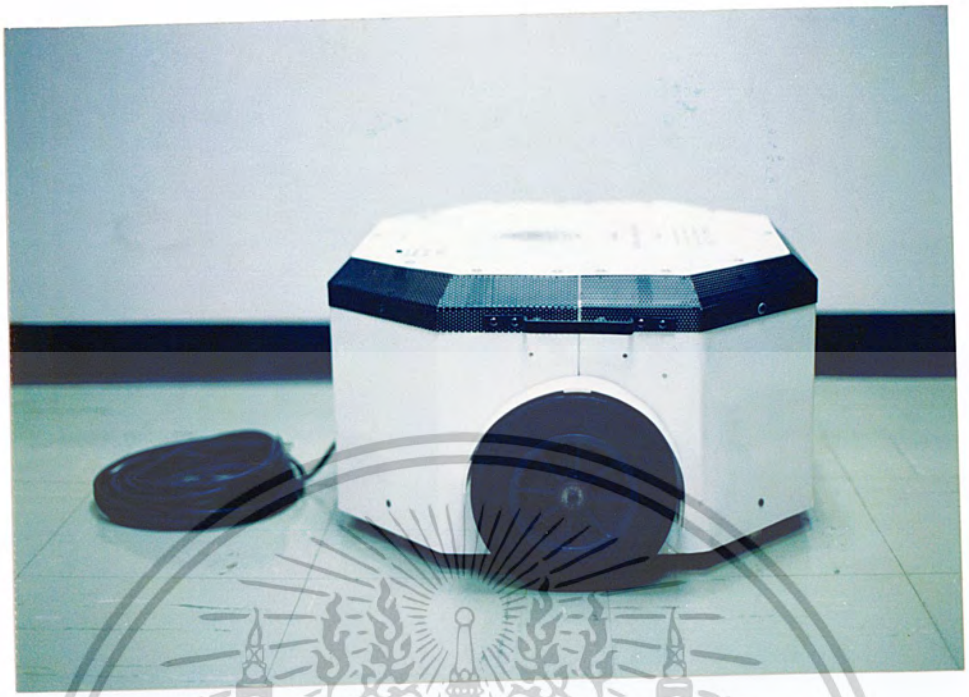


รูปที่ ก.7 แผ่นขัดพื้น



รูปที่ ก.8 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.9 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านข้าง

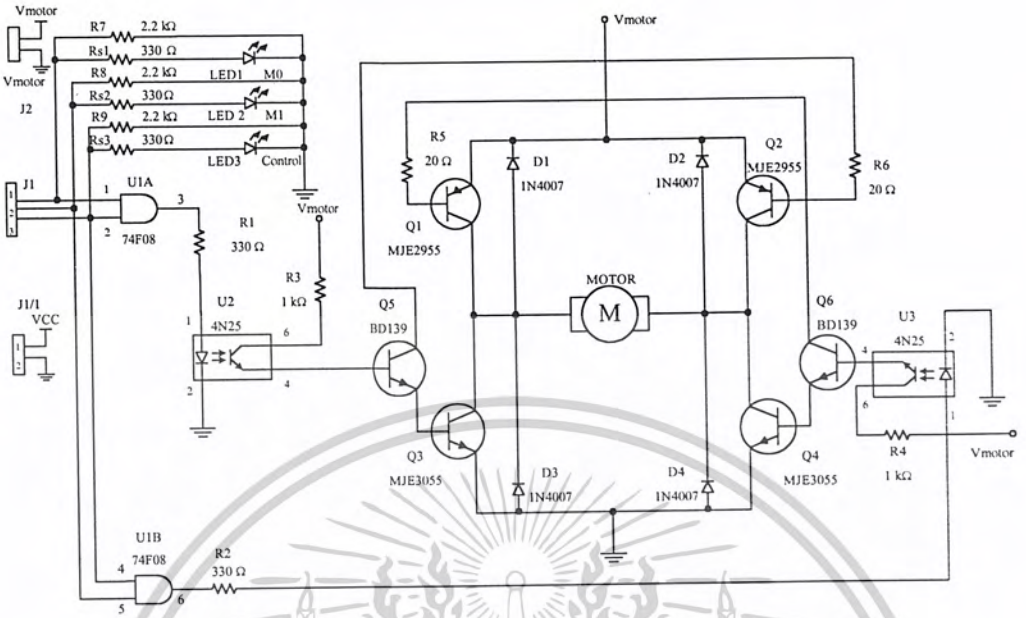
รูปที่ ก.10 เครื่องขัดพื้นต้นแบบด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

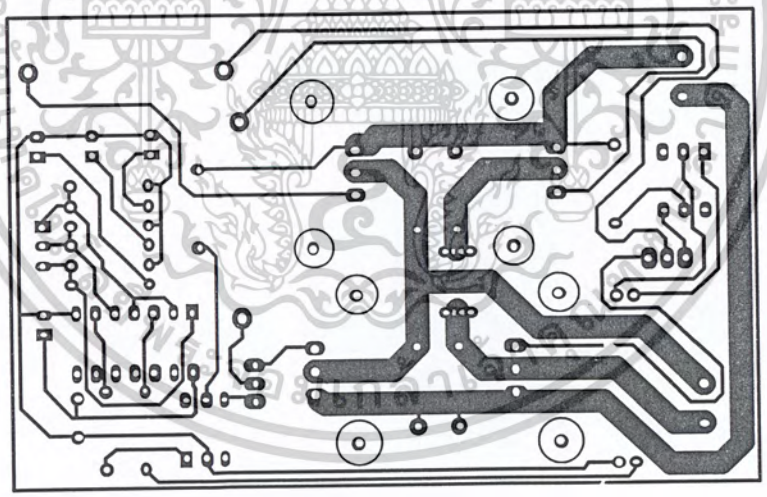
ภาคผนวก ข

วงจร และแผ่นวงจรพิมพ์ของเครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

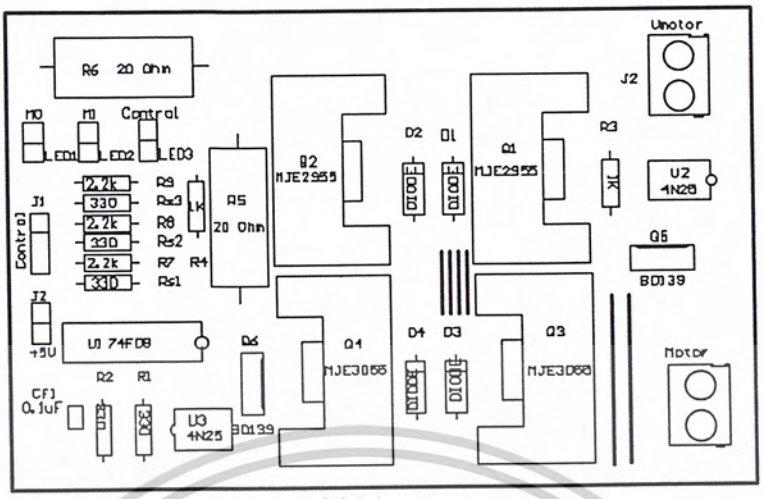


รูปที่ ข.1 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

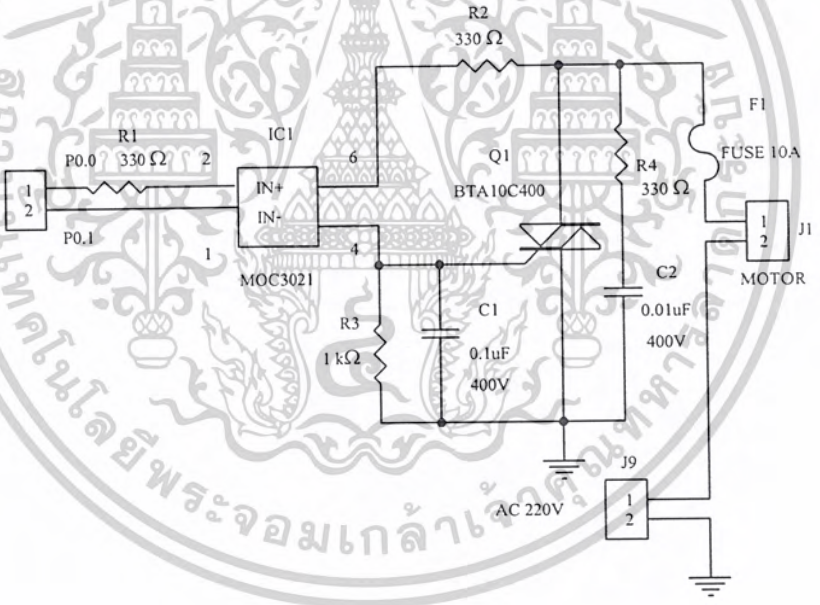


รูปที่ ข.2 ลายทองแดงของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

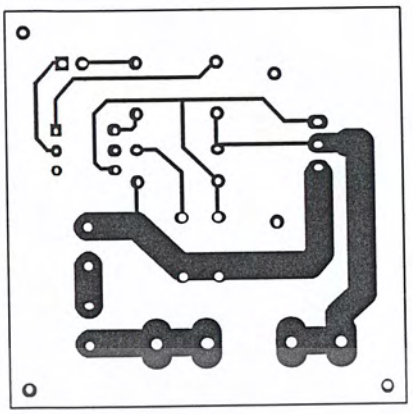


รูปที่ ข.3 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

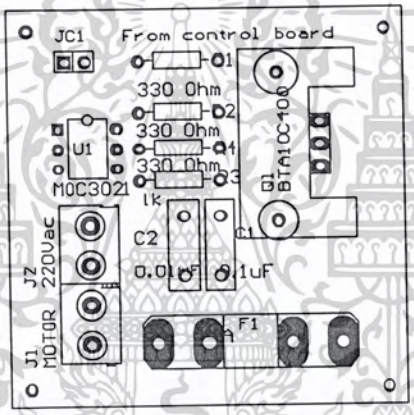


รูปที่ ข.4 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

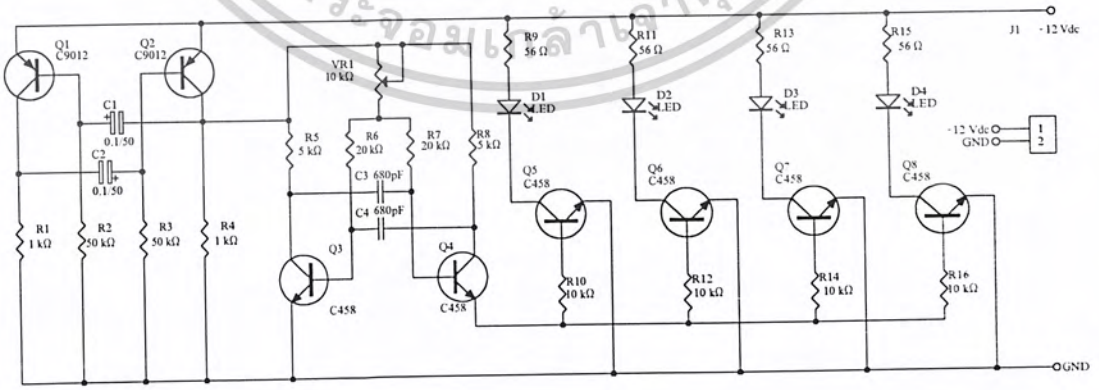
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ลายทองแดงของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

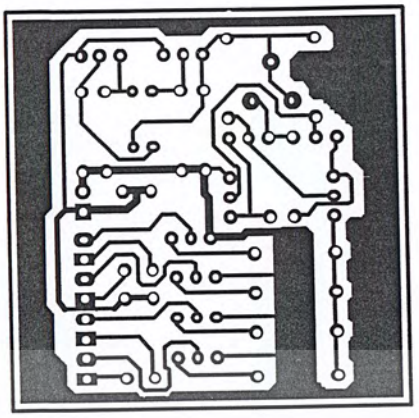


รูปที่ ข.6 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

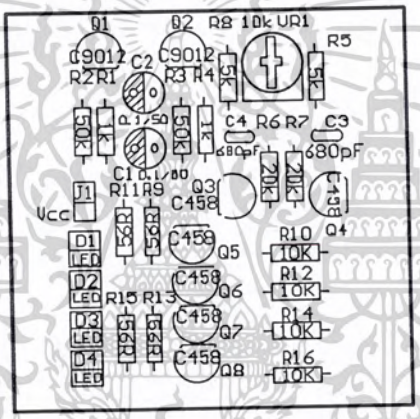


รูปที่ ข.7 วงจรภาคส่งอินฟราเรด

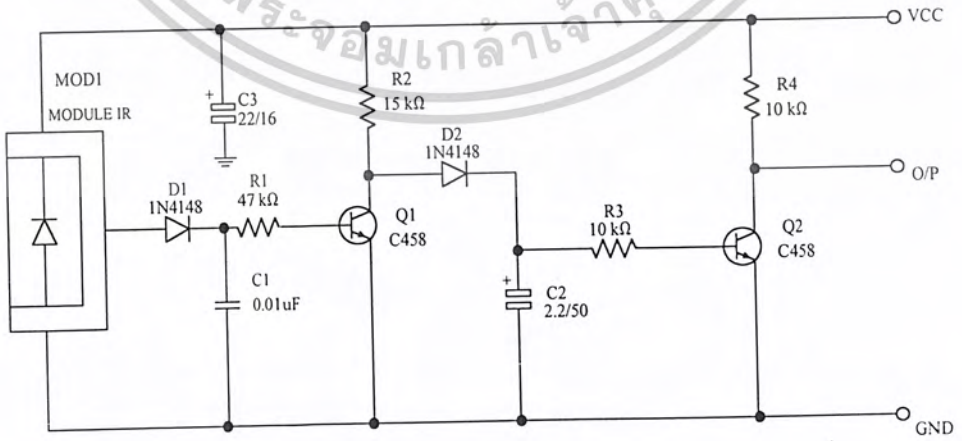
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 ลายทองแดงของวงจรภาคส่งอินฟราเรด

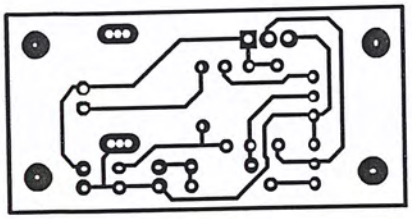


รูปที่ ข.9 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาคส่งอินฟราเรด

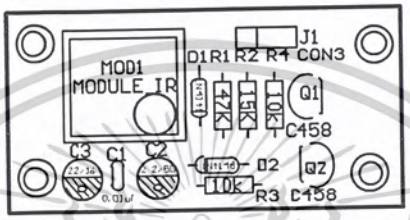


รูปที่ ข.10 วงจรภาครับอินฟราเรด

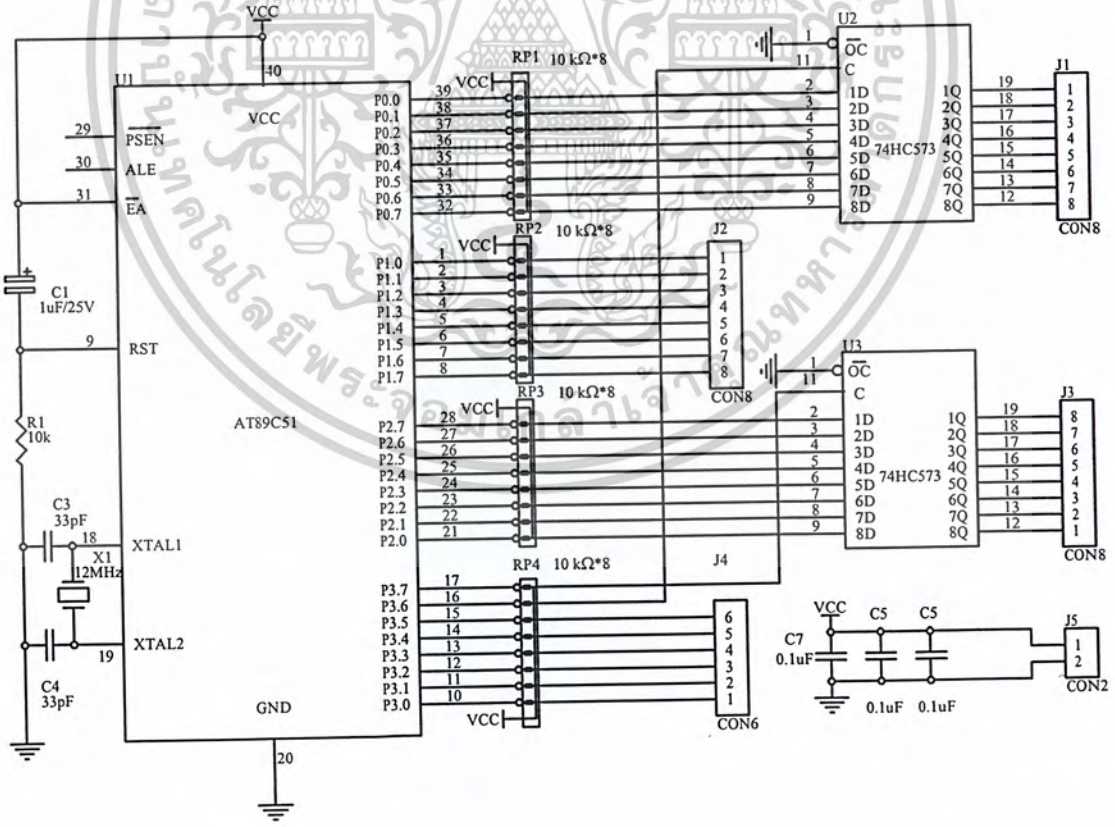
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.11 ลายทองแดงของวงจรภาคส่งอินฟราเรด

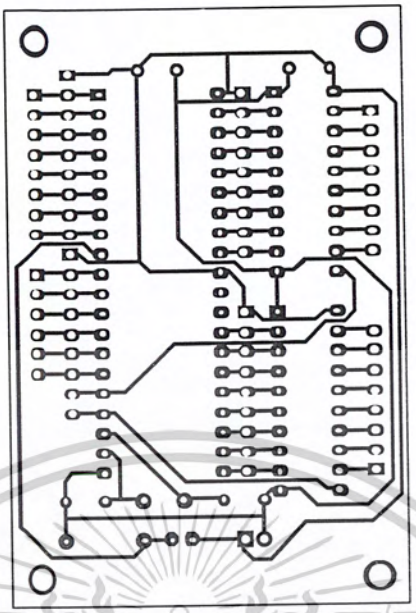


รูปที่ ข.12 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรภาครับอินฟราเรด

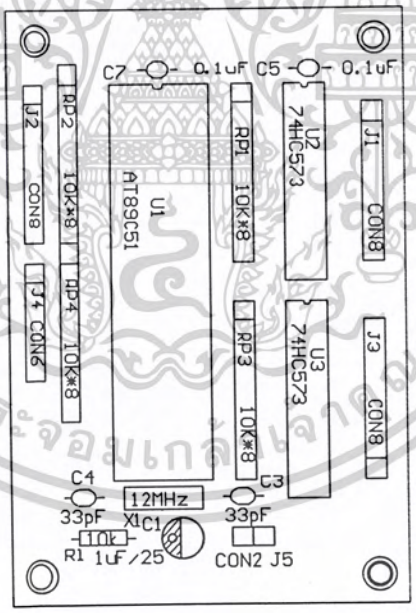


รูปที่ ข.13 วงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.14 ลายทองแดงของวงจรควบคุม



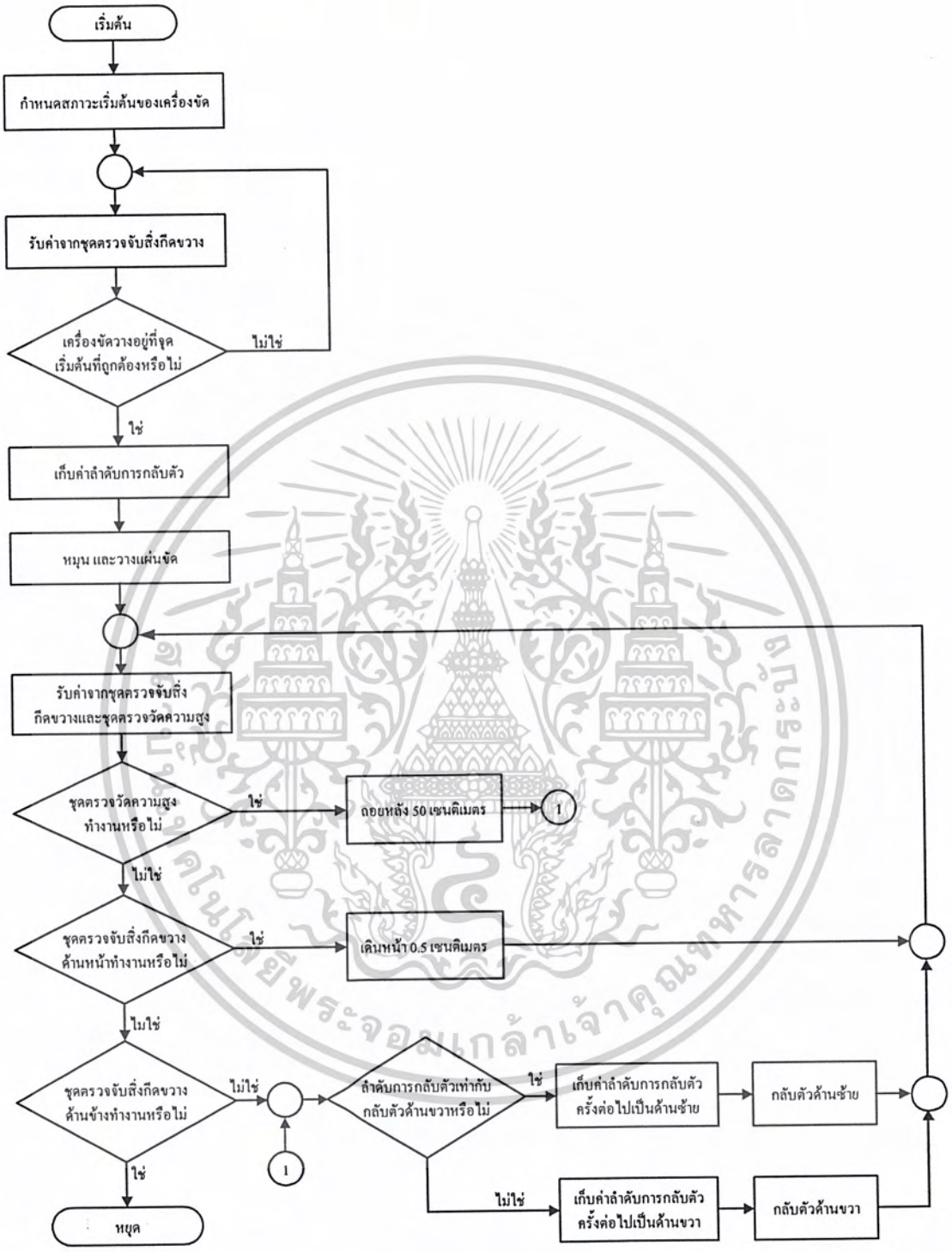
รูปที่ ข.15 การวางอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผังการทำงาน และโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 ผังการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
AC_DRV          EQU     P0.0
ACNEG_DRV       EQU     P0.1
LIFT_R          EQU     P0.2
LIFT_L          EQU     P0.3
WHEEL_R         EQU     P0.4
WHEEL_L         EQU     P0.5
M0              EQU     P0.6
M1              EQU     P0.7
SEN_BUF         EQU     030H
SEQ_STEP        EQU     031H
SEQ_UTURN       EQU     032H
CORN_START      EQU     033H
COUNT_LEFT      EQU     034H
COUNT_RIGHT     EQU     035H
STOP_STEP       EQU     000H
UTURN_R         EQU     001H
UTURN_L         EQU     002H
FW_STEP         EQU     003H
RW_STEP         EQU     004H
R_STEP          EQU     005H
L_STEP          EQU     006H
UNKNOW          EQU     007H
                ORG     0000H
;*********************************************
;       INITIAL CLEANER FOR START CLEANING
;*********************************************
                MOV     P0,#000H
                MOV     SEQ_STEP,#000H
                MOV     SEQ_UTURN,#000H
                CALL    LIFT_UP
BEGIN:          CALL    READ_SEN
                CALL    DET_START
                MOV     A,SEQ_UTURN
                CJNE    A,#000H,START
                JMP     BEGIN
;*********************************************
;       MAIN LOOP FOR CLEANINIG
;*********************************************
START:          CALL    LIFT_DW
MAIN:           CALL    READ_SEN
                CALL    DET_SEN
                MOV     A,SEQ_STEP
MAIN2:          CJNE    A,#STOP,MAIN3
                CALL    STOP
                JMP     MAIN
MAIN3:          CJNE    A,#UTURN_R,MAIN4
                CALL    TURN_RIGHT
                JMP     MAIN
MAIN4:          CJNE    A,#UTURN_L,MAIN5
                CALL    TURN_LEFT
                JMP     MAIN
MAIN5:          CJNE    A,#FW_STEP,MAIN6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CALL        MOV_FW
                JMP         MAIN
MAIN6:          CJNE        A,#FW_STEP,MAIN7
                CALL        MOV_RW
                JMP         MAIN
MAIN7:          CJNE        A,#R_STEP,MAIN8
                CALL        TURN_R
                JMP         MAIN
MAIN8:          CJNE        A,#L_STEP,MAIN
                CALL        TURN_R
                JMP         MAIN
;*********************************************
;      DETECT OBJECT TO START CLEANING
;*********************************************
DET_START:      MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#018H
                CJNE        A,#018H,DET_START2
                RET
DET_START2:     MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#004H
                CJNE        A,#004H,DET_START3
                MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#020H
                CJNE        A,#020H,DET_START4
                RET
DET_START3:     MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_R
                RET
DET_START4:     MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_L
                RET
;*********************************************
;      DETECT OBJECT WHEN ACTIVE CLEANING
;*********************************************
DET_TURN:       MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#018H
                CJNE        A,#018H,DET_TURN2
                RET
DET_TURN2:      MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#004H
                CJNE        A,#004H,DET_TURN3
                MOV         A,SEN_BUF
                ANL         A,#020H
                CJNE        A,#020H,DET_START4
                RET
DET_TURN3:      MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_R
                RET
DET_TURN4:      MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_L
                RET
;*********************************************
;      STOP CLEANER IF DETECT AGAINT CORNER
;*********************************************
STOP:           CALL        CLR_MOV
                JMP         STOP
;*********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;      CANCLE MOVE FOR NEXT OPERATION
;*************************************************
CLR_MOV:          MOV         A,P0,
                  ANL         A,#0C1H
                  MOV         P0,A
                  RET
;*************************************************
;      READ SENSER DATA FORM PORT 1
;*************************************************
DET_SEN:          MOV         A,SEN_BUF
                  ANL         A,#003H
                  CJNE        A,#003H,TURN_STEP
                  MOV         SEQ_STEP,#FW_STEP
                  RET
TURN_STEP:        MOV         A,SEQ_UTURN
                  CJNE        A,#UTURN_R,TURN_STEP2
                  MOV         SEQ_STEP,#UTURN_R
                  RET
TURN_STEP2:       MOV         SEQ_STEP,#UTURN_L
                  RET
;*************************************************
;      READ SENSOR DATA
;*************************************************
READ_SEN:         MOV         A,P1
                  MOV         P3,A
                  MOV         SEN_BUF,A
                  RET
;*************************************************
;      LIFT UP BRUSH PART
;*************************************************
LIFT_UP:          CALL        CLR_MOV
                  LR          M0
                  SETB        M1
                  SETB        LIFT_R
                  SETB        LIFT_L
                  CALL        DELAY_05S
                  RET
;*************************************************
;       PUT BRUSH PART
;*************************************************
LIFT_DW:          CALL        CLR_MOV
                  SETB        M0
                  CLR         M1
                  SETB        LIFT_R
                  SETB        LIFT_L
                  SETB        AC_DRV
                  CALL        DELAY_1S
                  CALL        DELAY_1S
                  CALL        DELAY_1S
                  CALL        CLR_MOV
                  RET
;*************************************************
;      CLEANER U-TURN RIGHT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;************************************************
TURN_RIGHT:     CALL        CLR_MOV
                MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_L
                CLR         M1
                SETB        M0
                SETB        WHEEL_L
                CALL        DELAY5
                CALL        CLR_MOV
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                RET
;************************************************
;       CLEANER U-TURN LEFT
;************************************************
TURN_LEFT:      CALL        CLR_MOV
                MOV         SEQ_UTURN,#UTURN_R
                CLR         M1
                SETB        M0
                SETB        WHEEL_R
                CALL        DELAY5
                CALL        CLR_MOV
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                RET

;************************************************
;     CLEANER MOVE FORWARD
;************************************************
MOV_FW:         SETB        WHEEL_R
                SETB        WHEEL_L
                CLR         M1
                SETB        M0
                SETB        AC_DRV
                CALL        DELAY5
                CALL        CLR_MOV
                ;CALL       DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                RET
;************************************************
;       CLEANER MOVE REWARD
;************************************************
MOV_RW:         SETB        M1
                CLR         M0
                SETB        AC_DRV
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SETB        WHEEL_L
                SETB        WHEEL_R
                RET
;***********************************************
;      CLEANER TURN RIGHT
;***********************************************
TURN_R:         CALL        CLR_MOV
                SETB        M0
                CLR         M1
                SETB        WHEEL_L
                CALL        DELAY5
                CALL        CLR_MOV
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                RET
;***********************************************
;      CLEANER TURN LEFT
;***********************************************
TURN_L:         MOV         P0,#00H
                SETB        M0
                CLR         M1
                SETB        WHEEL_R
                CALL        DELAY5
                CALL        CLR_MOV
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                CALL        DELAY5
                RET
;***********************************************
;     DELAY OPERATION
;***********************************************
DELAY:          MOV         R6,#005H
DEL:            MOV         R7,#050H
                DJNZ        R7,$
                DJNZ        R6,DEL
                RET
DELAY01:        MOV         R6,#001H
DELAY1:         MOV         R7,#080H
                DJNZ        R7,$
                DJNZ        R6,DELAY1
                RET
DELAY02:        MOV         R6,#002H
DELAY2:         MOV         R7,#080H
                DJNZ        R7,$
                DJNZ        R6,DELAY2
                RET
DELAY5:         MOV         R5,#005H
DELAY5_1:       CALL        DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ        R5,DELAY5_1
                RET
DELAY_005:      MOV         R6,#080H
DEL005:         MOV         R7,#000H
                DJNZ        R7,$
                DJNZ        R6,DEL005
                RET
DELAY_01S:      MOV         R6,#000H
DEL1:           MOV         R7,#000H
                DJNZ        R7,$
                DJNZ        R6,DEL1
                RET
DELAY_1S:       MOV         R5,#00AH
DELAY_1S_1:     CALL        DELAY_01S
                DJNZ        R5,DELAY_1S_1
                RET
DELAY_05S:      MOV         R5,#050H
DEL2:           CALL        DELAY_01S
                DJNZ        R5,DEL2
                RET
DELAY_10S:      MOV         R5,#0A0H
DEL3:           CALL        DELAY_01S
                DJNZ        R5,DEL3
                RET
                END
```

รูปที่ ค.2 โปรแกรมควบคุมเครื่องขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดแสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MOC3020/D

GlobalOptoisolator™

VDE | UL | CSA | SETI | SEMKO | DEMKO | NEMKO | BABT

6-Pin DIP Random-Phase Optoisolators Triac Driver Output
(400 Volts Peak)

MOC3021
[IFT = 15 mA Max]
MOC3022
[IFT = 10 mA Max]
MOC3023*
[IFT = 5 mA Max]

*Motorola Preferred Device

The MOC3020 Series consists of gallium arsenide infrared emitting diodes, optically coupled to a silicon bilateral switch.

To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.

They are designed for applications requiring isolated triac triggering.

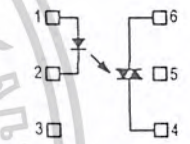
Recommended for 115/240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lamp Ballasts
- Interfacing Microprocessors to 115 Vac Peripherals
- Motor Controls
- Static ac Power Switch
- Solid State Relays
- Incandescent Lamp Dimmers

STYLE 6 PLASTIC

STANDARD THRU HOLE
CASE 730A–04

SCHEMATIC



1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
   DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL

MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE			
Reverse Voltage	V_R	3	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	60	mA
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Negligible Power in Triac Driver Derate above 25°C	P_D	100 1.33	mW mW/°C
OUTPUT DRIVER			
Off–State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	300 4	mW mW/°C
TOTAL DEVICE			
Isolation Surge Voltage(1) (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D	330 4.4	mW mW/°C
Junction Temperature Range	T_J	−40 to +100	°C
Ambient Operating Temperature Range(2)	T_A	−40 to +85	°C
Storage Temperature Range(2)	T_{stg}	−40 to +150	°C
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	°C

1. Isolation surge voltage, V_{ISO}, is an internal device dielectric breakdown rating.
   For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.
GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

REV 1

© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC3021 MOC3022 MOC3023

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED						
Reverse Leakage Current (V_R = 3 V)		I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage (I_F = 10 mA)		V_F	—	1.15	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR (I_F = 0 unless otherwise noted)						
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V_{DRM}(1))		I_{DRM}	—	10	100	nA
Peak On–State Voltage, Either Direction (I_{TM} = 100 mA Peak)		V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Critical Rate of Rise of Off–State Voltage (Figure 7, Note 2)		dv/dt	—	10	—	V/μs
COUPLED						
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V(3))	MOC3021 MOC3022 MOC3023	I_{FT}	— — —	8 — —	15 10 5	mA
Holding Current, Either Direction		I_H	—	100	—	μA

1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
2. This is static dv/dt. See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load–driving thyristor(s) only.
3. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}. Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3021, 10 mA for MOC3022, 5 mA for MOC3023) and absolute max I_F (60 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A = 25°C

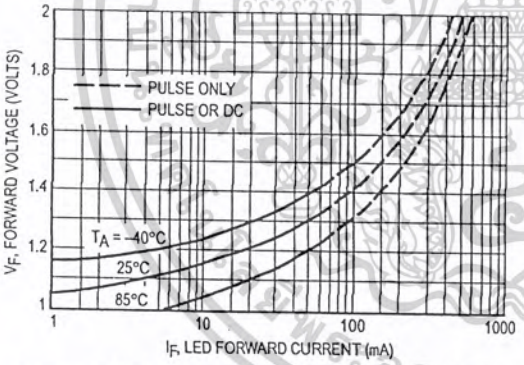


Figure 1. LED Forward Voltage versus Forward Current

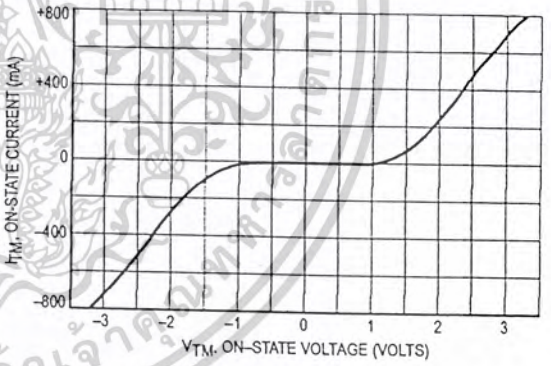


Figure 2. On–State Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

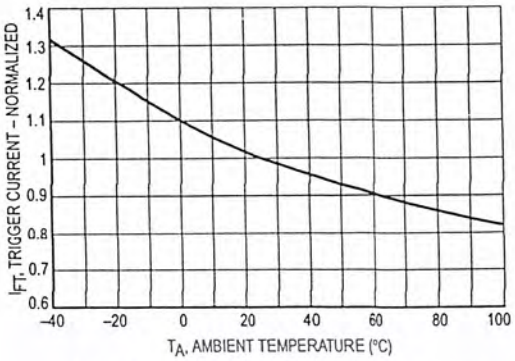


Figure 3. Trigger Current versus Temperature

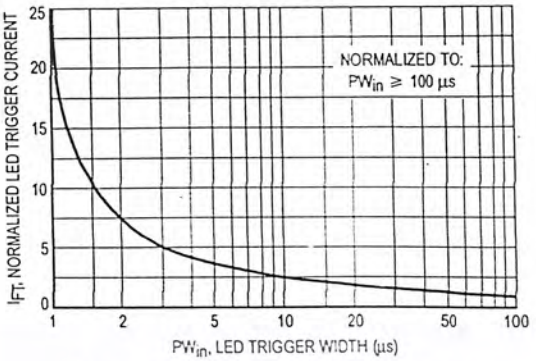


Figure 4. LED Current Required to Trigger versus LED Pulse Width

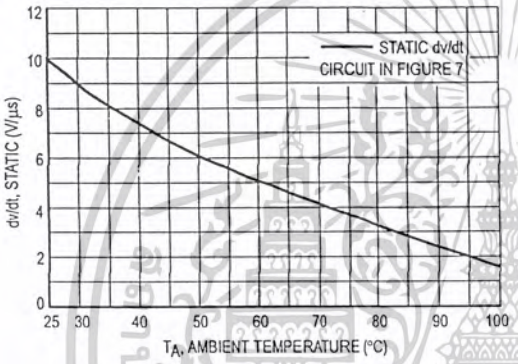


Figure 5. dv/dt versus Temperature

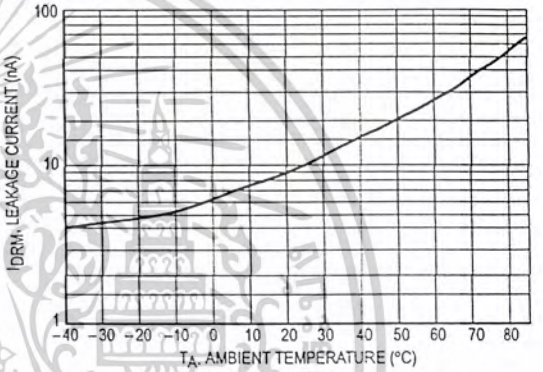
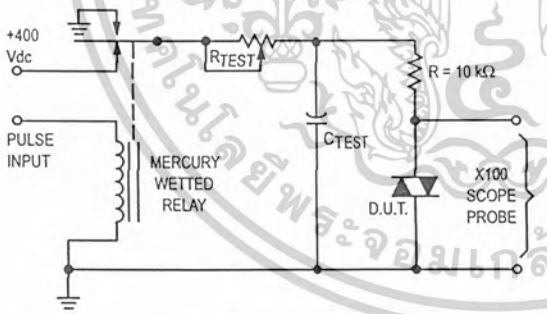


Figure 6. Leakage Current, I_{DRM} versus Temperature



1. The mercury wetted relay provides a high speed repeated pulse to the D.U.T.
2. 100x scope probes are used, to allow high speeds and voltages.
3. The worst–case condition for static dv/dt is established by triggering the D.U.T. with a normal LED input current, then removing the current. The variable R_{TEST} allows the dv/dt to be gradually increased until the D.U.T. continues to trigger in response to the applied voltage pulse, even after the LED current has been removed. The dv/dt is then decreased until the D.U.T. stops triggering. τ_{RC} is measured at this point and recorded.

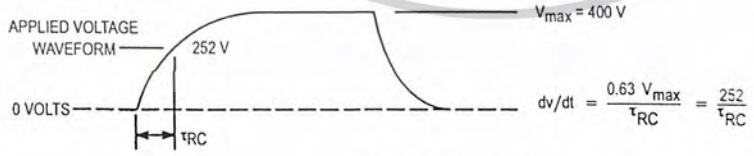
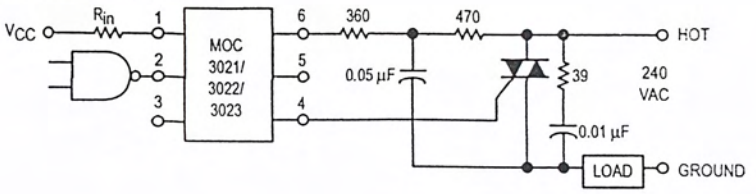


Figure 7. Static dv/dt Test Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



* This optoisolator should not be used to drive a load directly. It is intended to be a trigger device only.

Additional information on the use of optically coupled triac drivers is available in Application Note AN–780A.

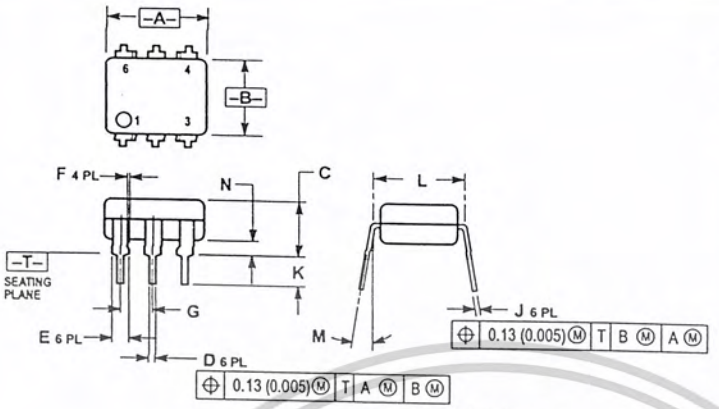
In this circuit the "hot" side of the line is switched and the load connected to the cold or ground side.

The 39 ohm resistor and 0.01 µF capacitor are for snubbing of the triac, and the 470 ohm resistor and 0.05 µF capacitor are for snubbing the coupler. These components may or may not be necessary depending upon the particular triac and load used.

Figure 8. Typical Application Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

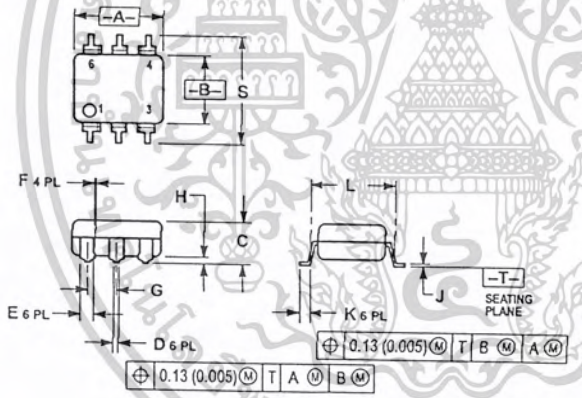


NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.100	0.150	2.54	3.81
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.015	0.100	0.38	2.54

STYLE 6:
PIN 1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
6. MAIN TERMINAL

CASE 730A–04
ISSUE G



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

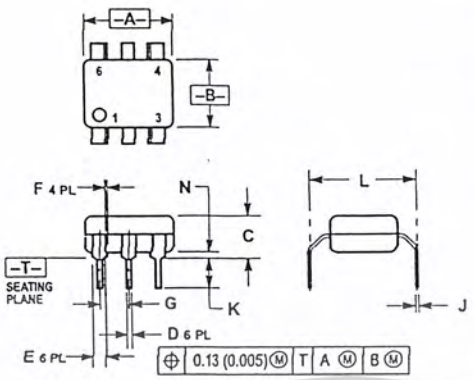
DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.020	0.025	0.51	0.63
J	0.008	0.012	0.20	0.30
K	0.006	0.035	0.15	0.88
L	0.320 BSC		8.13 BSC	
S	0.332	0.390	8.43	9.90

*Consult factory for leadform option availability

CASE 730C–04
ISSUE D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC3021 MOC3022 MOC3023



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.320	0.350	8.13	8.89
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.115	0.200	2.93	5.08
D	0.016	0.020	0.41	0.50
E	0.040	0.070	1.02	1.77
F	0.010	0.014	0.25	0.36
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.012	0.21	0.30
K	0.100	0.150	2.54	3.81
L	0.400	0.425	10.16	10.80
N	0.015	0.040	0.38	1.02

*Consult factory for leadform option availability

CASE 730D–05
ISSUE D

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and Ⓜ are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:
USA / EUROPE: Motorola Literature Distribution;
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1–800–441–2447

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com – TOUCHTONE (602) 244–6609
INTERNET: http://Design–NET.com

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi–SPD–JLDC, Toshikatsu Otsuki,
6F Seibu–Butsuryu–Center, 3–14–2 Tatsumi Koto–Ku, Tokyo 135, Japan. 03–3521–8315

HONG KONG: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852–26629298

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

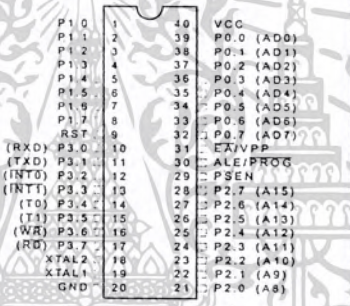
Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash Programmable and Erasable Read Only Memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard MCS-51™ instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

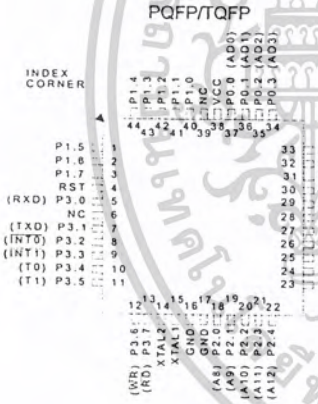
(continued)

Pin Configurations

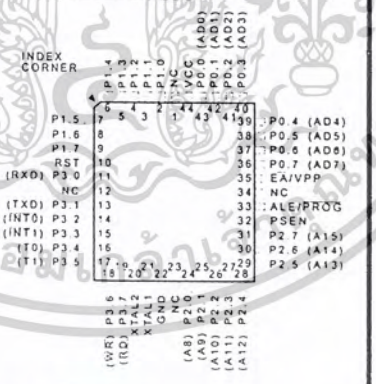
PDIP



PQFP/TQFP



PLCC



8-Bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

AT89C51

0265F-A–12/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LITEON

Infrared Remote Control Receiver Module

LTM-97 Series

Features

- Compact package
- High immunity from ambient light
- Good performance against electric field disturbance
- 5 volt supply voltage and low power consumption
- Pin out can be changed according to customer's requirement

Description

The LTM-97 series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. It is a single unit type module which incorporates a PIN diode and a receiving preamplifier IC. The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. It has excellent sensitivity and reliable function even in disturbed working environment.

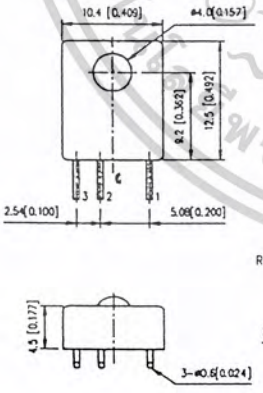
Device No.

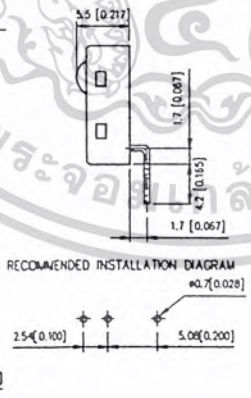
Device No.	Detecting Window	Package Dimension	Pin Out Function		
			3	2	1
LTM-97AS-XX	Side	A	Gnd	Vcc	Vout
LTM-97AT-XX	Top	B			
LTM-97BS-XX	Side	C	Gnd	Vcc	Vout
LTM-97BT-XX	Top	D			
LTM-97CS-XX	Side	C	Vcc	Vout	Gnd
LTM-97CT-XX	Top	D			
LTM-97DS-XX	Side	C	Vout	Vcc	Gnd
LTM-97DT-XX	Top	D			
LTM-97ES-XX	Side	C	Vout	Gnd	Vcc
LTM-97ET-XX	Top	D			

XX: Carrier frequencies for 33, 36, 38, 40, 56.8 kHz

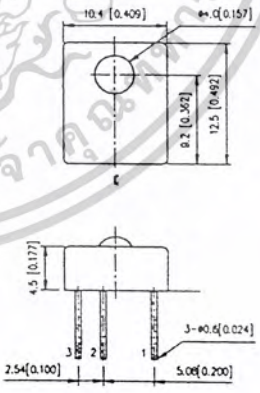
Package Dimensions

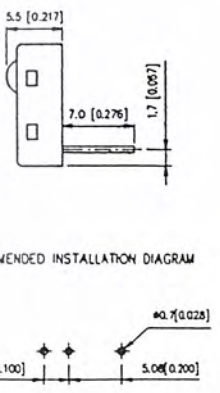
A. LTM-97AS-XX





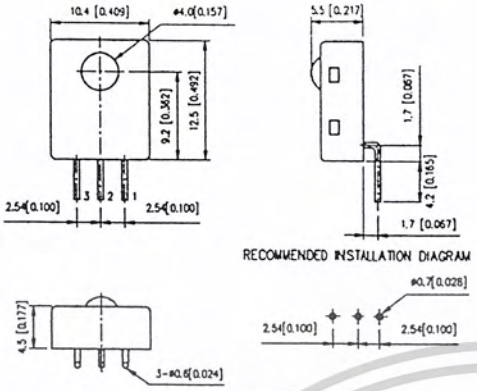
B. LTM-97AT-XX



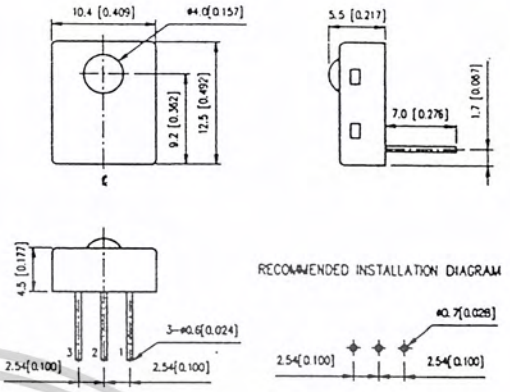


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C. LTM-97BS/CS/DS/ES-XX



D. LTM-97BT/CT/DT/ET-XX

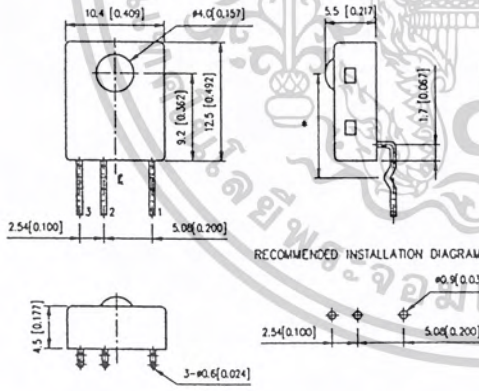


Note: 1. All dimensions are in millimeters (inches).
2. Tolerance is ± 0.25mm (0.01") unless otherwise noted.
3. XX: Frequency

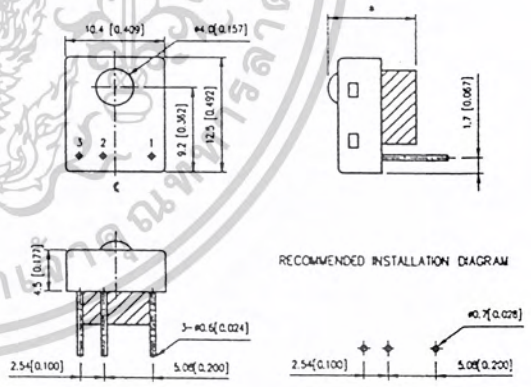
Special Forming (Option)

- We provide lead forming service if it's necessary.
- "*" Dimension can be changed according to customer's requirement

A. LTM-97AS-XX#

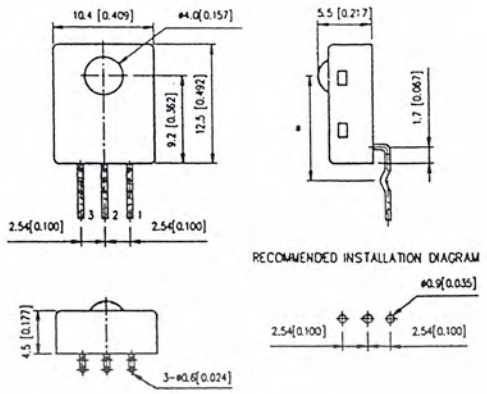


B. LTM-97AT-XX#

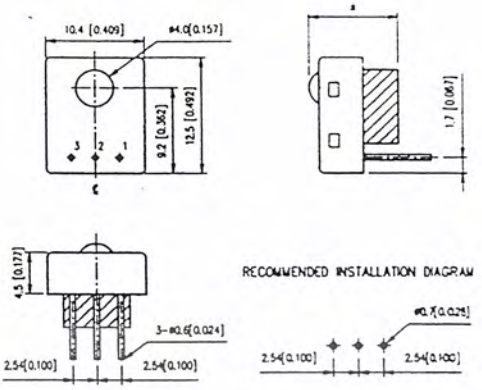


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

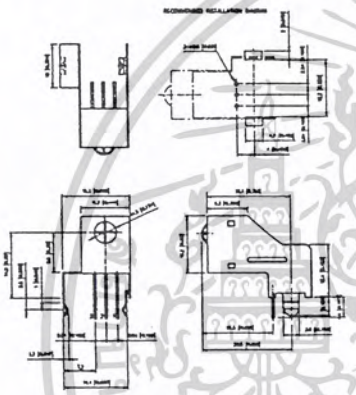
C. LTM-97BS/CS/DS/ES-XX#



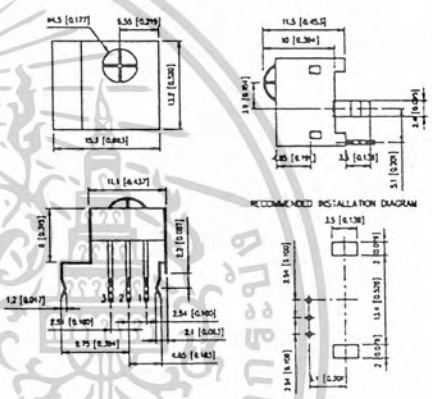
D. LTM-97BT/ CT/DT/ET -XX#



E. LTM-97XS-XXF



F. LTM-97XT-XXH



Note: 1. All dimensions are in millimeters (inches).
2. Tolerance is ± 0.25mm (0.01") unless otherwise noted.
3. XX: Frequency

Absolute Maximum Ratings (Ta=25℃)

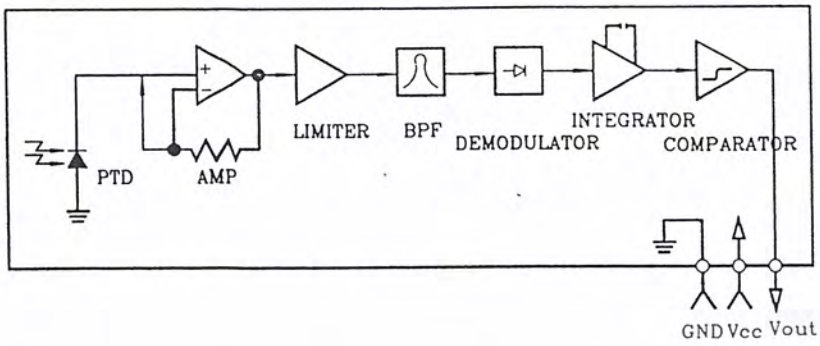
Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply Voltage	Vcc	6.0	V
Operating Temperature	Topr	-20 ~~ +70	℃
Storage Temperature	Tstg	-25 ~~ +85	℃
Soldering Temperature	Tsd	260	℃

Recommended Operating Condition

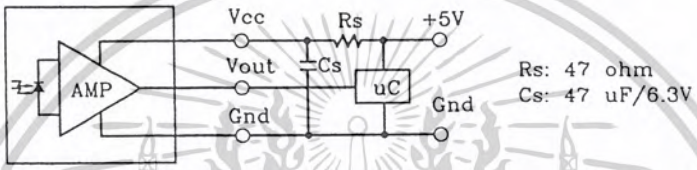
Parameter	Symbol	Min	Max	Unit
Supply Voltage	Vcc	4.7	5.3	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



Application Circuit



•Rs and Cs is only necessary to suppress power supply disturbance.

Electrical Characteristics

Item	Symbol	Conditions	Rating			Unit
			Min	Typ	Max	
Current Consumption	Icc	No signal input, Vcc=5V	1.1		2.5	mA
Wave Length of the Max. Sensitivity	λ Smax	–		940		nm
Reception Distance	L	At the ray axis	10			m
		The ray receiving surface at a vertex and in relation to the ray axis: a: in the range of 30° cone b: in the range of 45° cone	8 6			
Low Level Output Voltage	VOL	–			0.5	V
High Level Output Voltage	VOH	–	4.5			V
Low Level Pulse Width	tWL	Specified by the output tWL period within a range from 5cm to the reception distance	400	600	800	μS
High Level Pulse Width	tWH	Specified by the output tWH period within a range from 5cm to the reception distance	400	600	800	μS
Noise Suppression	NQ	25-50℃ No outside light			0	Pulse

Note: Detailed condition please refer to measuring method.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Measuring Method

A. Reception distance measurement

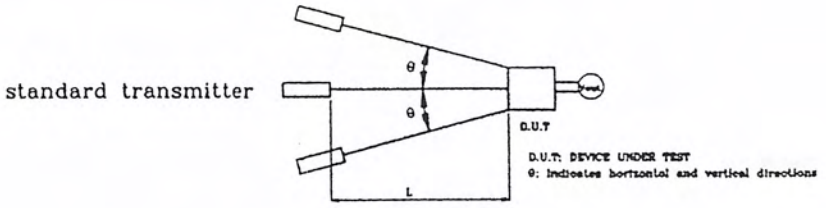


Fig. 1 Reception distance measuring condition

B. Standard transmitter

The transmitter whose output is adjusted up become Vo=400m Vp-p by output waveform as show in Fig. 2 and the measuring method as shown in Fig. 3 is specified as the standard transmitter. However, the infrared diode to be used for the transmitter should be λ p=940nm, △λ =50nm.

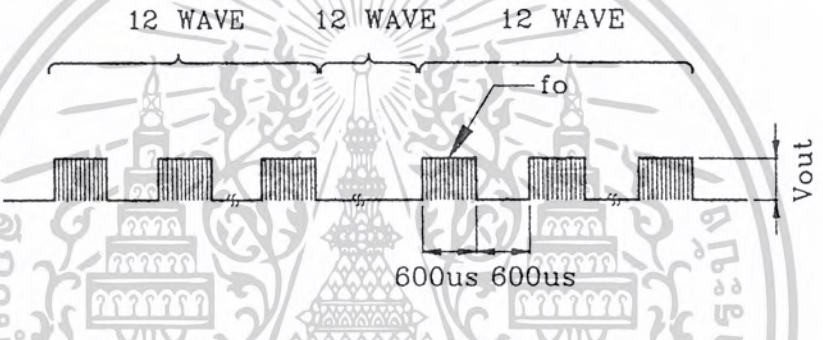


Fig. 2 Output wave form

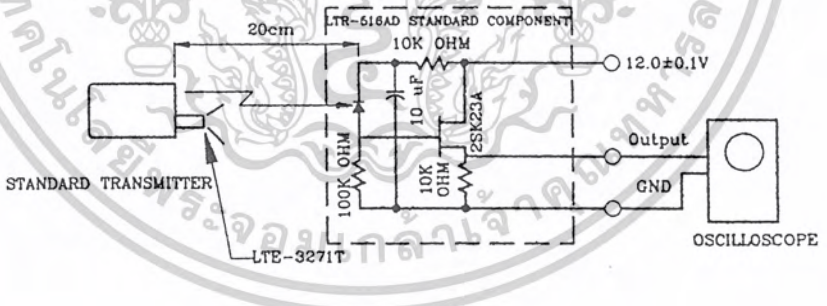


Fig. 3 Measuring method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C. Pulse width measurement

The following wave forms are transmitter output and our receiver module's output.

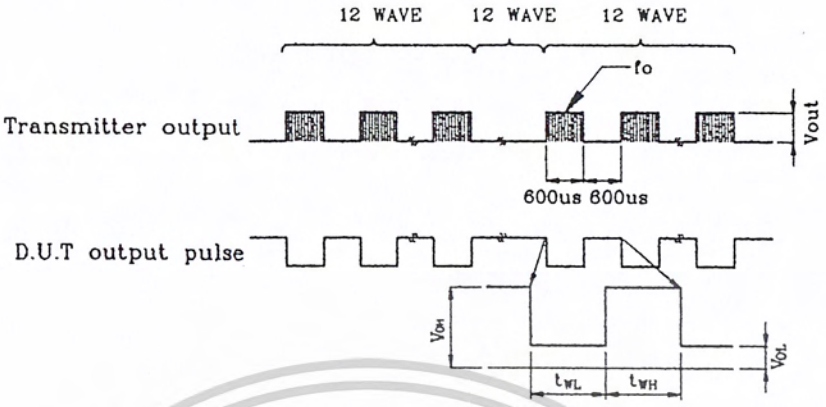


Fig. 4 Output pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by BD135/D

Plastic Medium Power Silicon NPN Transistor

BD135
BD137
BD139

. . . designed for use as audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi complementary circuits.

- DC Current Gain — h_{FE} = 40 (Min) @ I_C = 0.15 Adc
- BD 135, 137, 139 are complementary with BD 136, 138, 140

1.5 AMPERE
POWER TRANSISTORS
NPN SILICON
45, 60, 80 VOLTS
10 WATTS

CASE 77–08
TO–225AA TYPE

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Type	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 100	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}		5	Vdc
Collector Current	I_C		1.5	Adc
Base Current	I_B		0.5	Adc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D		1.25 10	Watts mW/°C
Total Device Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D		12.5 100	Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		−55 to +150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	θ_{JC}	10	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	θ_{JA}	100	°C/W

REV 7

© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BD135 BD137 BD139

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_C = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Type	Min	Max	Unit
Collector–Emitter Sustaining Voltage* (I_C = 0.03 Adc, I_B = 0)	BV_{CEO}*	BD 135 BD 137 BD 139	45 60 80	— — —	Vdc
Collector Cutoff Current (V_{CB} = 30 Vdc, I_E = 0) (V_{CB} = 30 Vdc, I_E = 0, T_C = 125°C)	I_{CBO}		— —	0.1 10	µAdc
Emitter Cutoff Current (V_{BE} = 5.0 Vdc, I_C = 0)	I_{EBO}		—	10	µAdc
DC Current Gain (I_C = 0.005 A, V_{CE} = 2 V) (I_C = 0.15 A, V_{CE} = 2 V) (I_C = 0.5 A V_{CE} = 2 V)	h_{FE}*		25 40 25	— 250 —	—
Collector–Emitter Saturation Voltage* (I_C = 0.5 Adc, I_B = 0.05 Adc)	$V_{CE(sat)}$*		—	0.5	Vdc
Base–Emitter On Voltage* (I_C = 0.5 Adc, V_{CE} = 2.0 Vdc)	$V_{BE(on)}$*		—	1	Vdc

* Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 µs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

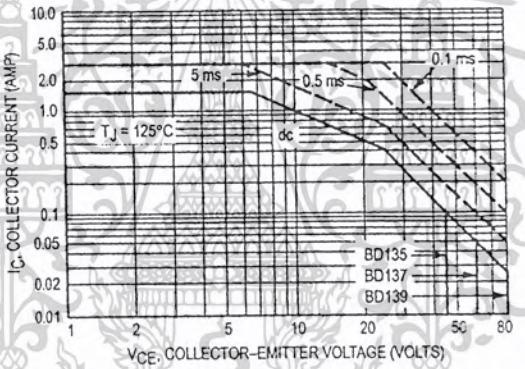
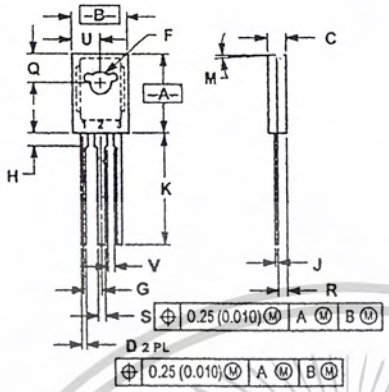


Figure 1. Active–Region Safe Operating Area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

DIM	INCHES MIN	INCHES MAX	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX
A	0.425	0.435	10.80	11.04
B	0.295	0.305	7.50	7.74
C	0.095	0.105	2.42	2.66
D	0.020	0.026	0.51	0.66
F	0.115	0.130	2.93	3.30
G	0.094 BSC		2.39 BSC	
H	0.050	0.095	1.27	2.41
J	0.015	0.025	0.39	0.63
K	0.575	0.655	14.61	16.63
M	5° TYP		5° TYP	
Q	0.148	0.158	3.76	4.01
R	0.045	0.055	1.15	1.39
S	0.025	0.035	0.64	0.88
U	0.145	0.155	3.69	3.93
V	0.040	—	1.02	—

STYLE 1:
PIN 1. EMITTER
2. COLLECTOR
3. BASE

CASE 77–08
TO–225AA TYPE
ISSUE V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

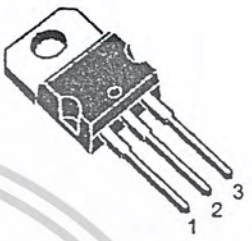
MJE2955T
MJE3055T

COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- SGS-THOMSON PREFERRED SALESTYPES

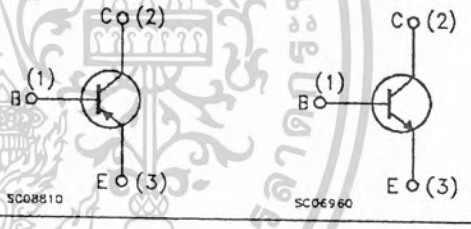
DESCRIPTION

The MJE3055T is a silicon epitaxial-base NPN transistor in Jedec TO-220 package. It is intended for power switching circuits and general-purpose amplifiers. The complementary PNP type is MJE2955T.



TO-220

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage (I_B = 0)	60	V
V_{CBO}	Collector-Base Voltage (I_E = 0)	70	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage (I_C = 0)	5	V
I_C	Collector Current	10	A
I_B	Base Current	6	A
P_{tot}	Total Power Dissipation at $T_{case} \leq 25$ °C	75	W
T_{stg}	Storage Temperature	-55 to 150	°C
T_j	Max. Operating Junction Temperature	150	°C

For PNP types voltage and current values are negative.

October 1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL DATA

$R_{thj\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	1.66	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{case} = 25 °C unless otherwise specified)

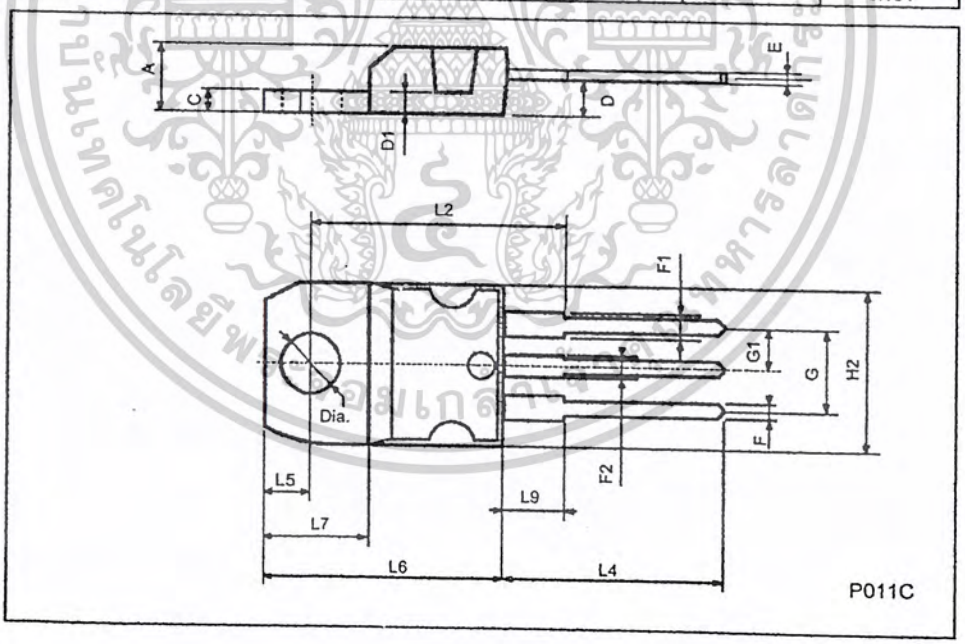
Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
I_{CEO}	Collector Cut-off Current (I_B = 0)	V_{CE} = 30 V				700	µA
I_{CEX}	Collector Cut-off Current (V_{BE} = 1.5V)	V_{CE} = 70 V T_{CASE} = 150°C				1 5	mA mA
I_{CBO}	Collector Cut-off Current (I_E = 0)	V_{CBO} = 70 V T_{CASE} = 150°C				1 10	mA mA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current (I_C = 0)	V_{EBO} = 5 V				5	mA
$V_{CEO(sus)}$*	Collector-Emitter Sustaining Voltage	I_C = 200 mA		60			V
$V_{CE(sat)}$*	Collector-Emitter Sustaining Voltage	I_C = 4 A I_C = 10 A	I_B = 0.4 A I_B = 3.3 A			1.1 8	V V
$V_{BE(on)}$*	Base-Emitter on Voltage	I_C = 4 A	V_{CE} = 4 V			1.8	V
h_{FE}	DC Current Gain	I_C = 4 A I_C = 10 A	V_{CE} = 4 V V_{CE} = 4 V	20 5		70	
f_T	Transistor Frequency	I_C = 500 mA f = 500 KHz	V_{CE} = 10 V	2			MHz

* Pulsed: Pulse duration = 300µs, duty cycle ≤ 2 %
For PNP type voltage and current values are negative.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TO-220 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			Inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
C	1.23		1.32	0.048		0.051
D	2.40		2.72	0.094		0.107
D1		1.27			0.050	
E	0.49		0.70	0.019		0.027
F	0.61		0.88	0.024		0.034
F1	1.14		1.70	0.044		0.067
F2	1.14		1.70	0.044		0.067
G	4.95		5.15	0.194		0.203
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H2	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16.4			0.645	
L4	13.0		14.0	0.511		0.551
L5	2.65		2.95	0.104		0.116
L6	15.25		15.75	0.600		0.620
L7	6.2		6.6	0.244		0.260
L9	3.5		3.93	0.137		0.154
DIA.	3.75		3.85	0.147		0.151



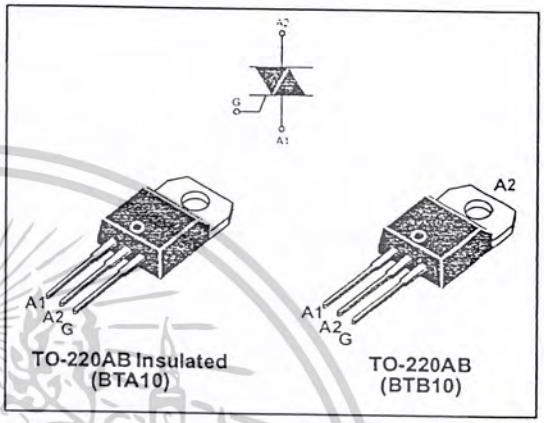
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BTA/BTB10 Series

SNUBBERLESS™ & STANDARD — 10A TRIACs

MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	10	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600 and 800	V
$I_{GT\ (Q_1)}$	25 to 50	mA



TO-220AB Insulated (BTA10) — TO-220AB (BTB10)

DESCRIPTION

Available either in standard or snubberless version, the BTA/BTB10 triac series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase control operation in light dimmers, motor speed controllers, ...

The snubberless version (W suffix) is specially recommended for use on inductive loads, thanks to their high commutation performances.

By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500 V RMS) complying with UL standards (File ref.: E81734).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	TO-220AB	Tc = 105°C	10	A
		TO-220AB Ins.	Tc = 95°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, Tj initial = 25°C)	F = 60 Hz	t = 16.7 ms	105	A
		F = 50 Hz	t = 20 ms	100	
I^2t	I^2t Value for fusing	tp = 10 ms		55	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, tr ≤ 100 ns	F = 120 Hz	Tj = 125°C	50	A/µs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	tp = 10 ms	Tj = 25°C	V_{DRM}/V_{RRM} + 100	V
I_{GM}	Peak gate current	tp = 20 µs	Tj = 125°C	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation		Tj = 125°C	1	W
T_{stg} T_j	Storage junction temperature range Operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 125	°C

October 2001 - Ed: 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BTA/BTB10 Series

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tj = 25°C, unless otherwise specified)

■ **SNUBBERLESS™ (3 Quadrants)**

Symbol	Test Conditions	Quadrant		BTA/BTB10		Unit
				CW	BW	
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 33 Ω	I - II - III	MAX.	35	50	mA
V_{GT}		I - II - III	MAX.	1.3		V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	I - II - III	MIN.	0.2		V
I_H (2)	I_T = 500 mA		MAX.	35	50	mA
I_L	$I_G = 1.2\ I_{GT}$	I - III	MAX.	50	70	mA
		II		60	80	
dV/dt (2)	V_D = 67 % V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	500	1000	V/µs
(dI/dt)c (2)	Without snubber Tj = 125°C		MIN.	5.5	9.0	A/ms

■ **STANDARD (4 Quadrants)**

Symbol	Test Conditions	Quadrant		BTA/BTB10		Unit
				C	B	
I_{GT} (1)	V_D = 12 V R_L = 33 Ω	I - II - III IV	MAX.	25 50	50 100	mA
V_{GT}		ALL	MAX.	1.3		V
V_{GD}	$V_D = V_{DRM}$ R_L = 3.3 kΩ Tj = 125°C	ALL	MIN.	0.2		V
I_H (2)	I_T = 500 mA		MAX.	25	50	mA
I_L	$I_G = 1.2\ I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	40	50	mA
		II		80	100	
dV/dt (2)	V_D = 67 %V_{DRM} gate open Tj = 125°C		MIN.	200	400	V/µs
(dV/dt)c (2)	(dI/dt)c = 4.4 A/ms Tj = 125°C		MIN.	5	10	V/µs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions			Value	Unit
V_{TM} (2)	I_{TM} = 14 A tp = 380 µs	Tj = 25°C	MAX.	1.55	V
V_{to} (2)	Threshold voltage	Tj = 125°C	MAX.	0.85	V
R_d (2)	Dynamic resistance	Tj = 125°C	MAX.	40	mΩ
I_{DRM}	$V_{DRM} = V_{RRM}$	Tj = 25°C	MAX.	5	µA
I_{RRM}		Tj = 125°C		1	mA

Note 1: minimum IGT is guaranted at 5% of IGT max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL RESISTANCES

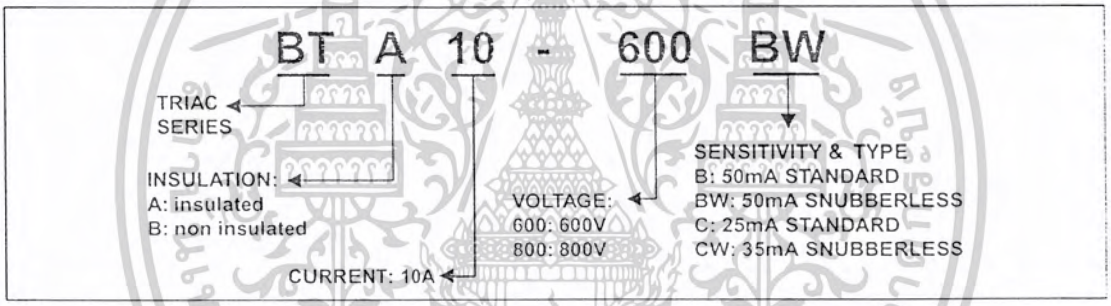
Symbol	Parameter		Value	Unit
$R_{th(j-c)}$	Junction to case (AC)	TO-220AB	1.5	°C/W
		TO-220AB Insulated	2.4	
$R_{th(j-a)}$	Junction to ambient	TO-220AB	60	°C/W
		TO-220AB Insulated		

PRODUCT SELECTOR

Part Number	Voltage (xxx)		Sensitivity	Type	Package
	600 V	800 V			
BTA/BTB10-xxxB	X	X	50 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxBW	X	X	50 mA	Snubberless	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxC	X	X	25 mA	Standard	TO-220AB
BTA/BTB10-xxxCW	X	X	35 mA	Snubberless	TO-220AB

BTB: Non insulated TO-220AB package

ORDERING INFORMATION



OTHER INFORMATION

Part Number	Marking	Weight	Base quantity	Packing mode
BTA/BTB10-xxxyz	BTA/BTB10xxxyz	2.3 g	250	Bulk

Note: xxx = voltage, y = sensitivity, z = type

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 1: Maximum power dissipation versus RMS on-state current (full cycle).

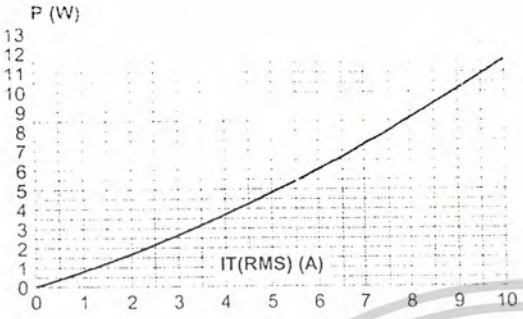


Fig. 2: RMS on-state current versus case temperature (full cycle).

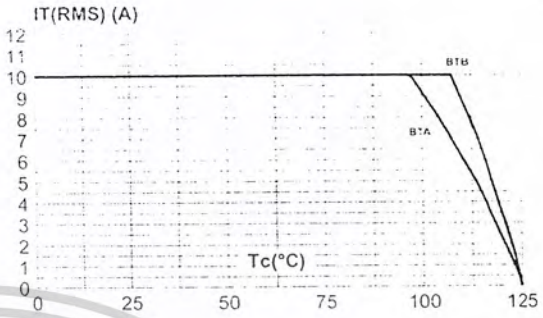


Fig. 3: Relative variation of thermal impedance versus pulse duration.

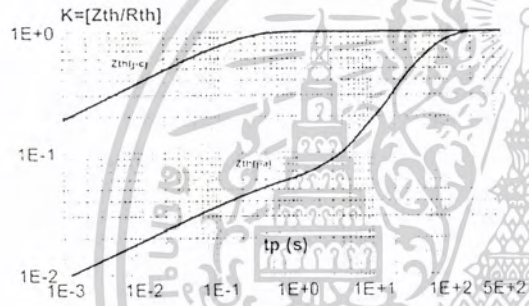


Fig. 4: On-state characteristics (maximum values).

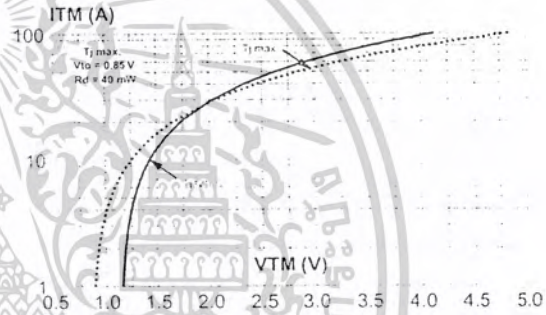


Fig. 5: Surge peak on-state current versus number of cycles.

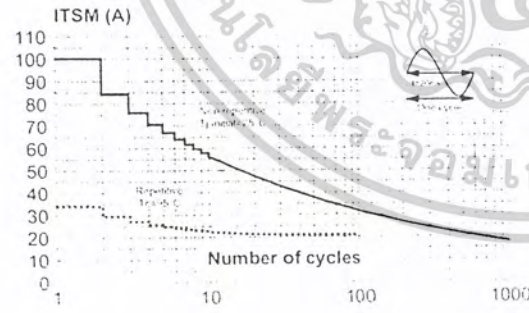
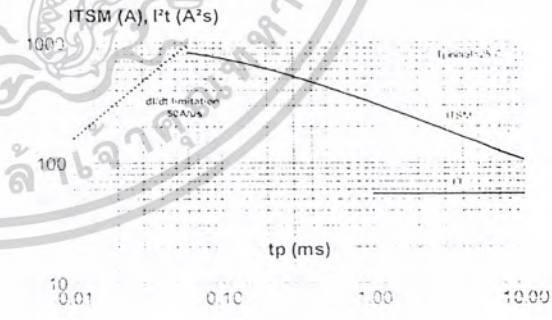


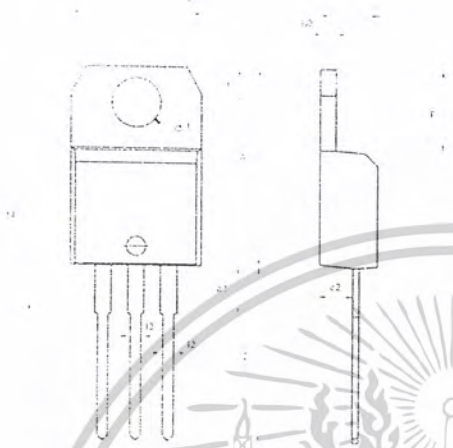
Fig. 6: Non-repetitive surge peak on-state current for a sinusoidal pulse with width tp < 10ms, and corresponding value of I^2t.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

TO-220AB (Plastic)



REF.	DIMENSIONS					
	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A	15.20		15.90	0.598		0.625
a1		3.75			0.147	
a2	13.00		14.00	0.511		0.551
B	10.00		10.40	0.393		0.409
b1	0.61		0.88	0.024		0.034
b2	1.23		1.32	0.048		0.051
C	4.40		4.60	0.173		0.181
c1	0.49		0.70	0.019		0.027
c2	2.40		2.72	0.094		0.107
e	2.40		2.70	0.094		0.106
F	6.20		6.60	0.244		0.259
I	3.75		3.85	0.147		0.151
I4	15.80	16.40	16.80	0.622	0.646	0.661
L	2.65		2.95	0.104		0.116
I2	1.14		1.70	0.044		0.066
I3	1.14		1.70	0.044		0.066
M		2.60			0.102	

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 2001 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia
Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A

http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 7: Relative variation of gate trigger current, holding current and latching current versus junction temperature (typical values).

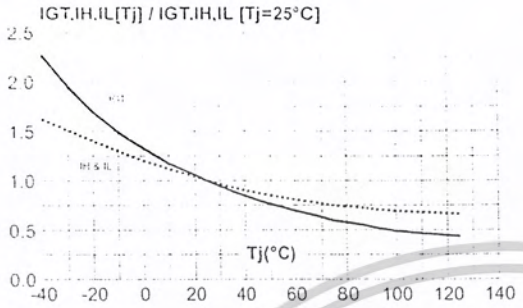


Fig. 8: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus (dV/dt)c (typical values).

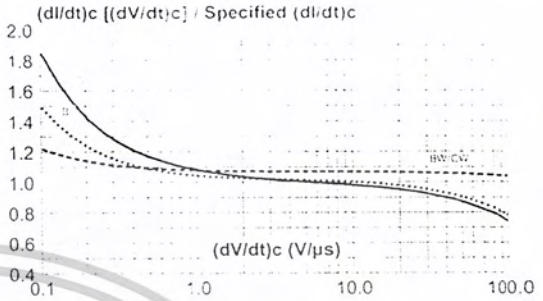
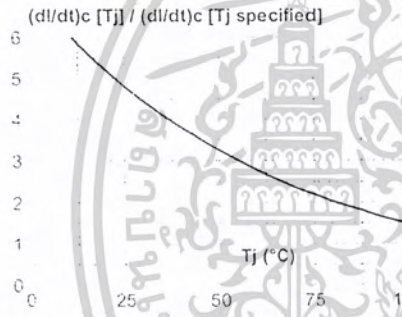


Fig. 9: Relative variation of critical rate of decrease of main current versus junction temperature.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน

ผู้ใช้งานเครื่องขัดพื้นควรปฏิบัติตามขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. นำแผ่นขัดพื้นติดตั้งกับเครื่องขัดพื้น ทางด้านล่างของเครื่องขัดพื้น ให้เหมาะสมกับสภาพของพื้นห้องที่ต้องการขัดพื้น

2. นำเครื่องขัดพื้นวางให้ชิดบริเวณมุมห้องที่ต้องการขัดพื้นมากที่สุดโดยหันด้านหน้าของเครื่องขัดพื้นออกจากมุมห้องที่วางเครื่องขัดพื้น ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง

3. เปิดสวิตช์ที่อยู่ด้านบนของเครื่องขัดพื้น ให้อยู่ในตำแหน่ง ON หลอดไฟสีแดงจะติดสว่าง เพื่อแสดงสภาวะว่าเครื่องขัดกำลังอยู่ในสภาวะพร้อมทำงาน

4. เลือกระดับความเร็วในการเคลื่อนที่ของเครื่องขัด ที่สวิตช์ SPEED ถ้าต้องการให้เครื่องขัดพื้นเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ ให้กดสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง QUICK ถ้าต้องการให้เครื่องขัดพื้นเคลื่อนที่ความเร็วระดับปกติให้กดสวิตช์อยู่ในตำแหน่ง NORMAL

5. เครื่องขัดพื้นจะเริ่มขัดพื้นโดยอัตโนมัติจากมุมห้องที่เครื่องเริ่มทำงานไปจนสิ้นสุดมุมห้องที่เครื่องขัดพื้นขัด เป็นมุมด้านสุดท้าย

6. เครื่องขัดจะหยุดทำงานเองโดยอัตโนมัติ หลอดไฟสีแดงจะยังคงติดสว่างอยู่จนกว่าจะมีการปิดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง OFF

7. เมื่อต้องการเลิกใช้งานเครื่องขัดพื้น ปิดสวิตช์ให้อยู่ในตำแหน่ง OFF หลอดไฟสีแดงจะดับเพื่อแสดงว่าเครื่องขัดพื้นหยุดทำงาน

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องขัดพื้น

1. ควรเลือกชนิดของแผ่นขัดพื้นให้เหมาะสมกับสภาพพื้นของห้องที่ต้องการขัดพื้น

2. ควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดพื้นในบริเวณที่มีน้ำเปียกแฉะ และมีน้ำขัง

3. ควรตรวจสอบสภาพของเครื่องขัดพื้น เต้าเสียบ เต้ารับ และสายไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพที่ปกติไม่ชำรุดก่อนการใช้งานทุกครั้ง

4. ควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องขัดพื้นในบริเวณที่มีผนังเป็นกระจกใส หรือวัตถุที่เป็นวัตถุโปร่งแสง

5. ควรปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานอย่างเคร่งครัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งแผ่นขัดพื้นเข้ากับเครื่องขัดพื้น

1. ยกตัวเครื่องขัดพื้นให้สูงจากพื้นพอสมควรโดยให้สามารถนำแผ่นขัดพื้นติดตั้งได้โดยง่าย

2. นำแผ่นขัดที่ต้องการขัดประกบลงบนแผ่นพลาสติกอาครีลิกโดยตรวจสอบให้แผ่นขัดพื้นและแผ่นพลาสติกให้ตรงกัน

3. ใช้ฝ่ามือกดให้ทั่วแผ่นขัดพื้น เพื่อให้แผ่นขัดพื้นยึดติดกับแผ่นพลาสติกอาครีลิกให้ยึดแน่นมากยิ่งขึ้น

4. ตรวจสอบการยึดติดของแผ่นขัดพื้นเข้ากับแผ่นพลาสติกอาครีลิกอีกครั้งหนึ่งให้เรียบร้อยก่อนนำไปใช้งานเป็นการเสร็จสิ้นการติดตั้งแผ่นขัดพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชลชัย ธรรมวิวัฒนุกูร. "รายละเอียดทางเทคนิค และการออกแบบสร้าง Bu Maxspeed." เซมิคอนดัคเตอร์. (198) : หน้า 126-132

ดุสิต เครืองาม **สิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2542

มานพ เกตุชีพ "การประยุกต์ใช้เพาเวอร์ออปโตไอโซเลเตอร์." เซมิคอนดัคเตอร์ (204) : หน้า 186-194

วรพันธ์ พิศาลสุนทร หลักการทำงานของอะนาลอกออปโตไอโซเลเตอร์ เซมิคอนดัคเตอร์ (191) : หน้า 197-205

สมเกียรติ ศุภเดช และ มนัส สังวรศิลป์. **ทฤษฎีการออกแบบวงจรพัลส์**. กรุงเทพ : สถาบันเทคโนโลยี-พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2522

สมพิศ ปล้องสวย. "อิเล็กทรอนิกส์เซนเซอร์พื้นฐาน." Hobby Electronics. (103) : หน้า 42-45

สัมพันธ์ หาญชเล. **เครื่องกลไฟฟ้า 1**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.2519

อุดม จีนประดับ. **ไมโครคอนโทรลเลอร์ Mcs-51**. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-พระนครเหนือ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายโกวิทย์ พิมพ์จันทร์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 7 สิงหาคม พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
ภูมิลำเนาเดิม	143 หมู่ 10 ตำบลช้างเผือก
	อำเภอสุวรรณภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด 45130
ที่อยู่ปัจจุบัน	111/52 หมู่ 3 หอพักฟูอัน ห้อง 303 แขวงลาดกระบัง
	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	0-2739-2512 ต่อ 303

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเปลือยคุรุสรรค์วิทยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนช้างเผือกวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ชีวิตจะมีค่า ต้องตัดสินใจเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายนิคม ภู่สีบพงษ์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2522
สถานที่เกิด	จังหวัดกำแพงเพชร
ภูมิลำเนาเดิม	25/2 หมู่ 2 ตำบลหนองปลิง
	อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/72 หมู่ 3 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ แขวงลาดกระบัง
	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	0-2739-2508 กด 0

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดคูยาง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนกำแพงเพชรพิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ คิดก่อนทำ ทำก่อนพูด พูดหลังทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายราวิน ประยูรหงษ์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ภูมิลำเนาเดิม	40 หมู่ 8 ตำบลบางยี่รงค์
	อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม 75120
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/72 หมู่ 3 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ แขวงลาดกระบัง
	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	0-2739-2508 กด 0

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนคลองตาจ่า (คงจีบอุทิศ)
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนถาวรานุกูล
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ก่อนที่จะรู้จักผู้อื่น ควรรู้จักตัวเองให้ดีเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายวรวุฒิ ตั้งนรกุล
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ภูมิลำเนาเดิม	14 ถนนสามยอด ตำบลนาสาร อำเภอนาสาร
	จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84120
ที่อยู่ปัจจุบัน	82/72 หมู่ 3 หมู่บ้านอ่อนนุชนิเวศน์ แขวงลาดกระบัง
	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์	0-2739-2508 กด 0

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนนาสาร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านนาสาร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ ความล้มเหลวที่สุด คือการที่ไม่กล้าแม้แต่จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้