สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์ทำความสะอาด

CLEANER ROBOT

โดย

นายจิรยุทธ บัวพก

นายสมควร นักร้อง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....46415
วัน, เดือน, ปี.....1 เม.ย. 2546

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	หุ่นยนต์ทำความสะอาด	
THESIS TITLE	CLEANER ROBOT	
โดย	นายจิรยุทธ บัวพก	43015718
	นายสมควร นักร้อง	43015749
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อาจารย์ พิชญ สุพรรณกูล	
	อาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2544	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโนยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(อาจารย์ พิชญ สุพรรณกูล)

(อาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	หุ่นยนต์ทำความสะอาด
นักศึกษา	นายจิรยุทธ บัวพก รหัสประจำตัว 43015718
	นายสมควร นักร้อง รหัสประจำตัว 43015749
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์ พิชญ สุพรรณกูล
	อาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย
ระดับการศึกษา	ปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการสร้างหุ่นยนต์ทำความสะอาดเพื่อความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดผนังที่มีผิวเรียบตามตึกสูง โครงสร้างของหุ่นยนต์ประกอบด้วย ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์และส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าทั้งแบบไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ โดยส่วนขาของหุ่นยนต์ถูกออกแบบมาเป็นพิเศษสำหรับการไต่ผนังที่เป็นผิวเรียบโดยเฉพาะ จากผลการทดลองพบว่าหุ่นยนต์สามารถไต่ผนังได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง อย่างไรก็ตาม น้ำหนักของหุ่นยนต์ได้กลายมาเป็นปัญหาหลักสำหรับการไต่ผนังในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THESIS TITLE	CLEANER ROBOT	
STUDENT	Mr. Jirayut Buaphok	No. 43015718
	Mr. Somkuan Nukrong	No. 43015749
ADVISOR	Mr. Pichaya Supanakoon	
	Mr. Monchai Chamchoy	
COURSE	Bachelor of Industrial Technology in Electronics	
DEPARTMENT	Information Engineering	
YEAR	2001	

ABSTRACT

This thesis presents the prototype of the cleaner robot for safety operation of human cleaner on high building flat wall. The main structure of the robot consists of microcontroller and electrical motor. The former part is used to control the later parts that are AC motor and DC motor. The legs of the robot were specially designed to climb on the flat wall. From the experimental results, the robot can be climbed on both the vertical place and the horizontal plane. However, the weight of the robot became the main problem when it climbing on the vertical plane.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณอาจารย์ พิชญ สุพรรณกูล และอาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย ที่ให้โอกาสช่วยเหลือให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศว..รรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนจนกระทั่งทำโครงงานนี้สำเร็จ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ และผู้มีน้ำใจทุกท่านที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือดูแลให้คำปรึกษามาตลอด จนเป็นผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐาน	3
2.1 ส่วนของแมคคาทรอนิกส์	3
2.1.1 เฟืองทั่วไป	4
2.1.2 โซ่และเฟืองโซ่	5
2.1.3 การออกแบบสูญญากาศ	7
2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	8
2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง	8
2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง	9
2.2.3 แมกเนติกส์รีเลย์	11
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์	12
2.3.1 ส่วนประกอบต่างๆ และคุณสมบัติ	12
2.3.2 การใช้งานของขาและพอร์ต	13
2.3.3 การทำงานของพอร์ต	16
2.3.4 หน่วยความจำโปรแกรม	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.5 หน่วยความจำข้อมูล	22
บทที่ 3 โครงสร้างและหลักการทำงาน	23
3.1 โครงสร้างส่วนแมคคาทรอนิกส์	24
3.1.1 ส่วนของลำตัวหุ่น	24
3.1.2 ส่วนของขาหุ่น	26
3.1.3 ส่วนของตัวทำความสะอาด	28
3.2 การทำงานและการเคลื่อนที่	29
3.2.1 การเคลื่อนที่ของตัวหุ่น	29
3.2.2 การยึดเกาะ	31
บทที่ 4 การทดลอง	34
4.1 การทดลองทางแมคคาทรอนิกส์	34
4.2 การทดลองการยึดเกาะ	35
4.3 การทดลองการทำงาน	36
4.4 ผลการทดลอง	38
บทที่ 5 สรุป	39
5.1 สรุปปัญหาการทำงาน	39
5.2 การแก้ไขและพัฒนา	39
5.3 สรุปโครงงาน	39
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก.	
ภาคผนวก ข.	
ภาคผนวก ค	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

ชื่อรูป	หน้า
รูปที่ 2.1 เฟืองชนิดต่าง ๆ	4
รูปที่ 2.2 โซ่โรลเลอร์	5
รูปที่ 2.3 โซ่บูช	6
รูปที่ 2.4 เฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์และโซ่บูช	6
รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ของโซ่ขณะส่งกำลัง	7
รูปที่ 2.6 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง	9
รูปที่ 2.7 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง	10
รูปที่ 2.8 วงจรภายในตัวรีเลย์	11
รูปที่ 2.9 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์	13
รูปที่ 2.10 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ในอนุกรม AT89C5x	14
รูปที่ 2.11 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช	17
รูปที่ 2.11 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช (ต่อ)	18
รูปที่ 2.12 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช	21
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานรวมทั้งหมด	23
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ทำความสะอาด	24
รูปที่ 3.3 ลักษณะและขนาดของเหล็กฉากที่ใช้ในการเคลื่อนที่	25
รูปที่ 3.4 ลักษณะและขนาดของแกนเหล็กฉากที่ใช้ในการเคลื่อนที่	25
รูปที่ 3.5 ลักษณะและขนาดของ PVC ที่ใช้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ	26
รูปที่ 3.6 ลักษณะของขาหุ่นยนต์	27
รูปที่ 3.7 ลักษณะและขนาดของเหล็กฉากที่ใช้ในการกดตัวดูดกระจก	27
รูปที่ 3.8 ลักษณะและขนาดของ PVC ที่ใช้เลื่อนตัวดูดกระจก	28
รูปที่ 3.9 ลักษณะของตัวทำความสะอาดประกอบกับลำตัว	28
รูปที่ 3.10 ตัวทำความสะอาด	29
รูปที่ 3.11 ลักษณะของหุ่นเมื่อวางลงบนพื้น	29
รูปที่ 3.12 ลักษณะของหุ่นที่เลื่อนลงทั้งตัว	30
รูปที่ 3.13 ลักษณะขอหุ่นเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 1 ทำงาน	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.14 ลักษณะของหุ่นยนต์เมื่อเลื่อนขาทั้งสองลงมาแล้ว 31

รูปที่ 3.15 ลักษณะของตัวดูดกระจก 31

รูปที่ 3.16 ลักษณะของขาหุ่นยนต์เมื่อกดลงพื้นผิว 32

รูปที่ 3.17 ลักษณะของขาหุ่นยนต์ เมื่อดึงออกจากพื้นผิว 33

รูปที่ 4.1 Timing Diagram การทำงานของหุ่นยนต์ทั้งหมด 34

รูปที่ 4.2 การยึดเกาะหุ่นยนต์ทางด้านข้าง 35

รูปที่ 4.3 การยึดเกาะหุ่นยนต์ทางด้านบน 35

รูปที่ 4.4 หุ่นยนต์ยกขาหน้าซ้ายและขาหลังขวาแล้วเคลื่อนไปข้างหน้า 36

รูปที่ 4.5 หุ่นยนต์ยกขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายแล้วเคลื่อนไปข้างหน้า 37

รูปที่ 4.6 หุ่นยนต์เลื่อนส่วนลำตัวไปข้างหน้า 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

อาคารสูงทั่วไปที่มีผนังเป็นผิวเรียบ เช่น กระจก จำเป็นต้องใช้มนุษย์เท่านั้นที่สามารถทำหน้าที่ทำความสะอาดได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำความสะอาดนี้ต้องทำในที่สูงแม้จะมีอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยที่ดีแล้ว แต่ถ้าหากเจ้าหน้าที่ขาดความระมัดระวังหรืออุปกรณ์ที่ใช้นั้นชำรุดเสียหายก็อาจจะเกิดอันตรายขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงของมนุษย์จึงได้ทำการประดิษฐ์หุ่นยนต์กึ่งอัตโนมัติโดยเบื้องต้นสามารถเคลื่อนที่บนผิวเรียบใดๆ ในแนวดิ่งได้

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์เบื้องต้นของการทำโครงงานนี้คือ สามารถใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ได้ ออกแบบระบบกลไกและระบบแมคคาทรอนิกส์ให้การเคลื่อนที่เป็นลักษณะของการไต่ผิวเรียบ และที่สำคัญคือ สามารถนำหุ่นยนต์มาทำงานเพื่อลดความเสี่ยงของมนุษย์ในการทำความสะอาดผิวเรียบของตึกสูง แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้งานอื่นอีกต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาค้นคว้าและสร้างหุ่นยนต์ ทั้งทางด้านของแมคคาทรอนิกส์ที่ประกอบด้วยกลไกที่เป็นเครื่องกลไฟฟ้า และชิ้นส่วนที่ออกแบบและประดิษฐ์ขึ้นเองเป็น ตัวหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือถอยกลับได้ , ขาหุ่นยนต์ที่สามารถกดยึดผิวเรียบหรือถอนออกจกผิวเรียบได้ โดยมีตัวดูดกระจกทำหน้าที่ยึดเกาะผิวเรียบ และทางด้านของอิเล็กทรอนิกส์ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนกลไกแมคคาทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้ ให้ได้หุ่นยนต์ต้นแบบที่มีความสามารถในการเคลื่อนที่ในลักษณะของการไต่ผิวเรียบทั่วๆไป เช่น กระจก หินอ่อน และอื่นๆ เบื้องต้นให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวราบก่อน แล้วพัฒนาให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง ให้หุ่นยนต์สามารถทำความสะอาดผิวเรียบทั้งในแนวราบ และแนวดิ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินโครงงาน

การทำโครงนี้ใช้ระยะเวลาเวลาประมาณ 10 เดือน เนื่องจากได้ออกแบบหุ่นยนต์หลายครั้ง ทั้งนี้เนื่องมาจากผู้สร้างขาดประสปการณ์และอุปกรณ์ที่ใช้ไม่ตรงตามต้องการและมีราคาแพง จึงต้องทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงอยู่หลายแบบ ซึ่งสามารถแยกขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

1.4.1 ค้นหาข้อมูล และออกแบบส่วนแมคคานิกส์ โดยใช้ฐานข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ค้นหาข้อมูลในด้านของอุปกรณ์เครื่องกลไฟฟ้าชนิดต่างๆ และทางด้านวงจรและโปรแกรมที่ใช้ควบคุม แล้วได้ทำการออกแบบสร้างหุ่นยนต์ตัวแรกขึ้นมาโดยเริ่มสร้างในส่วนของแมคคานิกส์ก่อน เพื่อออกแบบการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ ส่วนประกอบหลักจะเป็นเฟืองขนาดต่างๆ ซึ่งหุ่นยนต์นี้ยังเคลื่อนที่ไม่ได้เพราะเฟืองที่ออกแบบไว้ ไม่สัมพันธ์กับเฟืองที่มีขายจริง

1.4.2 แก้ไขส่วนแมคคานิกส์ ส่วนของเฟือง โดยใช้การทำงานของลูกเบี้ยวเข้ามาแทนเฟืองที่ออกแบบไว้แล้วใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวขับเคลื่อนขาให้เคลื่อนที่ในลักษณะยกแล้วผลักไปข้างหน้าซึ่งลักษณะการเคลื่อนที่แบบนี้ไม่สามารถใช้กับการไต่ผิวเรียบได้

1.4.3 แก้ไขส่วนแมคคานิกส์ ส่วนของการเคลื่อนที่ ดั้งนั้นจึงต้องออกแบบใหม่ทั้งหมด หุ่นยนต์ตัวที่สองนี้ออกแบบให้มีขั้นตอนการเคลื่อนที่แบบกดและยกตัวดูดให้ยึดกับผิวเรียบ แทนหุ่นยนต์ตัวแรกที่กดแล้วผลักไปด้านหน้าซึ่งไม่สามารถไต่ผิวเรียบได้ หุ่นยนต์ตัวที่สองนี้ใช้เวลาในการออกแบบนานมาก เพราะต้องหาซื้ออุปกรณ์และประดิษฐ์ส่วนประกอบให้ตรงกับความต้องการหากขัดข้องก็ต้องรีบแก้ไข

1.4.4 พัฒนาวงจรควบคุมและโปรแกรมการทำงาน ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานโดยใช้พอร์ตขนานของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมมอเตอร์ คือใช้ไอซีขยายกระแสให้กับแมกเนติกส์รีเลย์ แล้วแมกเนติกส์รีเลย์นี้ก็ทำหน้าจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดทดเฟือง ที่มีกระแสสูง ส่วนของโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่ใช้ตัดต่อวงจรแมกเนติกส์รีเลย์ตามเซ็นเซอร์ที่เป็นลิมิตสวิตซ์ที่ติดไว้ในตำแหน่งต่างบนตัวหุ่น ปัญหาที่ยังเกิดขึ้นก็คือ ไอซีที่ใช้ขยายกระแสนั้นเมื่อใช้งานพร้อมกันทั้งหมดทุกบิทแล้วทำให้กระแสที่ได้ไม่พอที่จะจ่ายให้กับแมกเนติกส์รีเลย์ได้เป็นผลรวมไปถึงการทำงานของโปรแกรม

1.4.5 แก้ไขวงจรควบคุม เมื่อเปลี่ยนจากไอซีเป็นทรานซิสเตอร์ก็จะให้แมกเนติกส์รีเลย์ทำงานได้ และนำไดโอดกับคาปาซิเตอร์มาต่อคร่อมขดลวดของแมกเนติกส์รีเลย์ก็ช่วยแก้ปัญในส่วนของโปรแกรมที่ทำงานผิดปกติเนื่องมาจากเกิดกระแสป้อนกลับไปยังพอร์ตขนานของคอนโทรลเลอร์

1.4.6 ทำการทดลอง โดยนำส่วนประกอบทั้งหมดมาทำงานร่วมกัน และทำการไต่ผิวเรียบจริง ผลที่ได้นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้แต่เมื่อนำมาไต่ผิวเรียบในแนวดิ่งยังมีปัญหาในเรื่องของน้ำหนักรวม สาเหตุเพราะหาอุปกรณ์ตามที่ต้องการทั้งหมดไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐาน

สำหรับเนื้อหาในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้กับหุ่นยนต์ทำความสะอาดทั้งหมด ซึ่งสามารถแบ่งอุปกรณ์ทั้งหมดเป็นสามส่วน คือ ส่วนของแมคคาทรอนิกส์ อุปกรณ์ทางเครื่องกลไฟฟ้า และไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 ส่วนของแมคคาทรอนิกส์

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นการทำงานของหุ่นยนต์ที่ควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติซึ่งมีส่วนประกอบของแมคคาทรอนิกส์ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าส่วนประกอบทางวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนประกอบทางแมคคาทรอนิกส์นี้ ก็คือส่วนของกลไกการทำงานนั่นเอง

2.1.1 เฟืองทั่วไป

การจำแนกประเภทของเฟืองสามารถจำแนกได้ โดยการยึดเอาตำแหน่งเพลาทั้งสองทิศทางการหมุนของฟันเป็นหลัก เฟืองแบบต่าง ๆ จำแนกได้ดังนี้

1. เฟืองตรง (spur gear) เป็นฟันเฟืองที่ธรรมดาที่สุดโดยที่ฟันของเฟืองจะถูกตัดให้ขนานกับผิวของเพลาแสดงไว้ ในรูปที่ 2.1 (ก)

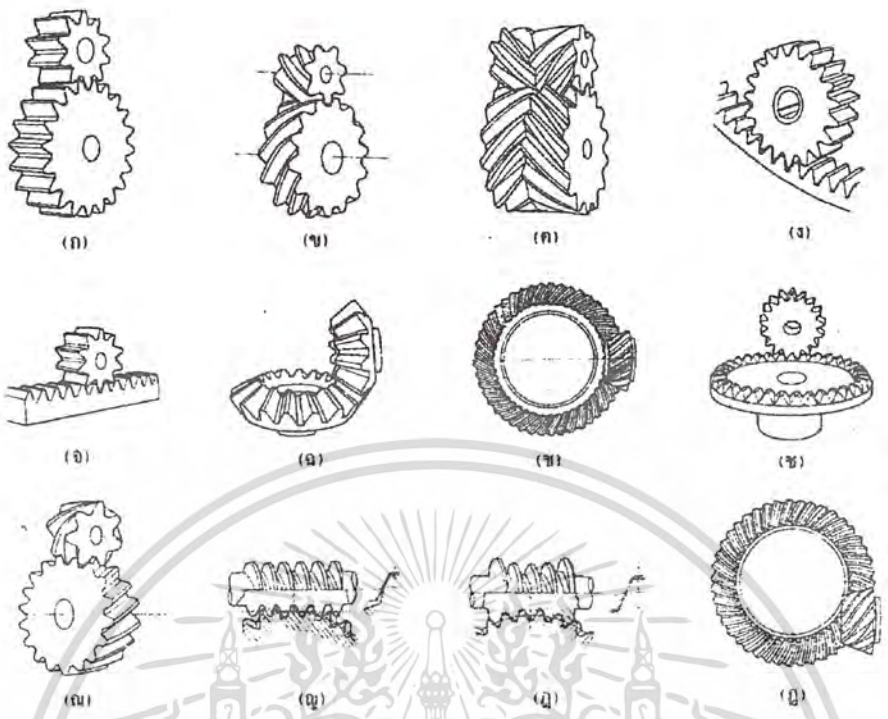
2. เฟืองเอียง (helical gear) ฟันทุกตัวที่ถูกตัดบนทรงกระบอกพิตช์จะเอียงเป็นก้นหอย แต่เนื่องจากจำนวนคู่ของฟันที่สัมผัสกันอยู่ (ซึ่งเราเรียกว่าอัตราส่วนสัมผัส) ของเฟืองชนิดนี้มีมากกว่าแบบเฟืองตรง ดังนั้น การขบกันจึงทำได้อย่างราบเรียบ และทำให้เหมาะกับการถ่ายทอดที่โหลดและมีความเร็วสูง ๆ อย่างไรก็ตาม เฟืองแบบนี้ต้องการการรองลื่นกันรุนและห้องเฟืองที่แข็งแกร่งเนื่องจากแรงดันรุนที่ส่งมาจากเฟืองและผ่านต่อมายังเพลา ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ข)

3. เฟืองเอียงฟันคู่ (double helical) มีลักษณะที่มีฟันเอียงเป็นมุมกัน ทำให้แรงดันรุนสามารถทำให้หักล้างกันเองได้ อัตราทดความเร็วในแนวเส้นรอบวงเฟือง และกำลังที่ถ่ายทอดจะกระทำได้มาก แต่มีข้อเสียคือสร้างได้ยาก แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ค)

4. เฟืองฟันใน (internal gear) มีประโยชน์ในการลดขนาดของเฟืองลงและให้อัตราทดสูงเนื่องจากมีเฟืองพีเนี่ยนวางไว้ภายในนั่นเอง แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ง)

5. เฟืองรางและพีเนี่ยน (pinion and rack) เหมาะที่จะใช้กับงานที่ต้องการเปลี่ยนจากการหมุนไปเป็นการเคลื่อนที่ในแนวเส้น แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 เฟืองชนิดต่าง ๆ

รูป (ก) เฟืองตรง , รูป (ข) เฟืองเอียง , รูป (ค) เฟืองฟันคู่ ,รูป (ง) เฟืองฟันใน , รูป (จ) เฟืองรางและเฟืองพีเนียน , รูป (ฉ) เฟืองดอกจอกตรง , รูป (ช) เฟืองดอกจอกใน , รูป (ซ) เฟืองหน้าตรง , รูป (ฌ) เฟืองเอียงขวา , รูป (ญ) และ รูป (ฎ) เฟืองหนอนทรงกระบอก และรูป (ฏ) เฟืองหนอนล้อมคู่

6. เฟืองดอกจอกตรง (straight bevel gear) เป็นเฟืองที่มีผิวหน้าเป็นรูปทรงกรวยตรงพื้นผิวของกรวยที่มีจุดยอดร่วมกัน เรียกว่าพื้นผิวพิตช์ เฟืองดอกจอกตรงเป็นแบบที่ใช้มากที่สุดในชนิดของเฟืองดอกจอก แต่จะมีเสียงดังมากในขณะทำงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีอัตราส่วนสัมผัสน้อยและยังมีความลำบากในการใส่รองลื่นรับที่ปลายทั้งสองของเพลาที่ประกอบกันกับเฟืองอีก แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ฉ)

7. เฟืองดอกจอกเกลียว (spiral bevel gear) ให้อัตราส่วนสัมผัสมากกว่าเฟืองดอกจอกตรง ทำให้สามารถถ่ายทอดโหลดมาก ๆ และที่มีรอบสูง ๆ ได้ มุมที่เพลาทั้งสองของเฟืองที่กระทำกันปรกติแล้วเท่ากับ 90 องศา แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ช)

8. เฟืองหน้าตรง (face gear) ลักษณะการใช้งานเหมือนกับเฟืองดอกจอกตรง แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ซ)

9. เฟืองเอียงขวาง (crossed helical gear) เป็นเฟืองที่ใช้ถ่ายทอดการหมุนกับเพลาข้าม แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ฌ)

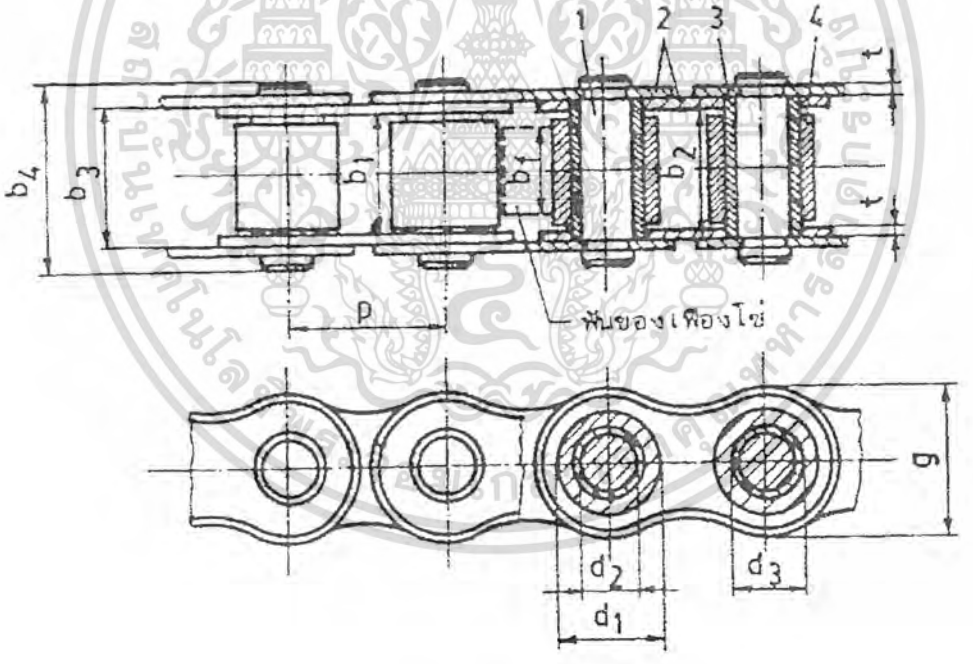
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เฟืองหนอนทรงกระบอก (cylindrical worm gear) ใช้ถ่ายทอดการหมุนของเพลาข้ามที่ข้ามตั้งฉากกันด้วยอัตราที่สูง เฟืองหนอนทรงกระบอกเป็นแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 (ญ,ฏ)

10. เฟืองหนอนล้อมคู่ (double enveloping worm gear) สามารถใช้ถ่ายทอดโหลดที่สูงกว่าเฟืองหนอนทรงกระบอกเนื่องจากให้อัตราส่วนสัมผัสที่มากกว่า แสดงไว้ในรูปที่2.1 (ฏ)

2.1.2 โซ่ และ เฟืองโซ่

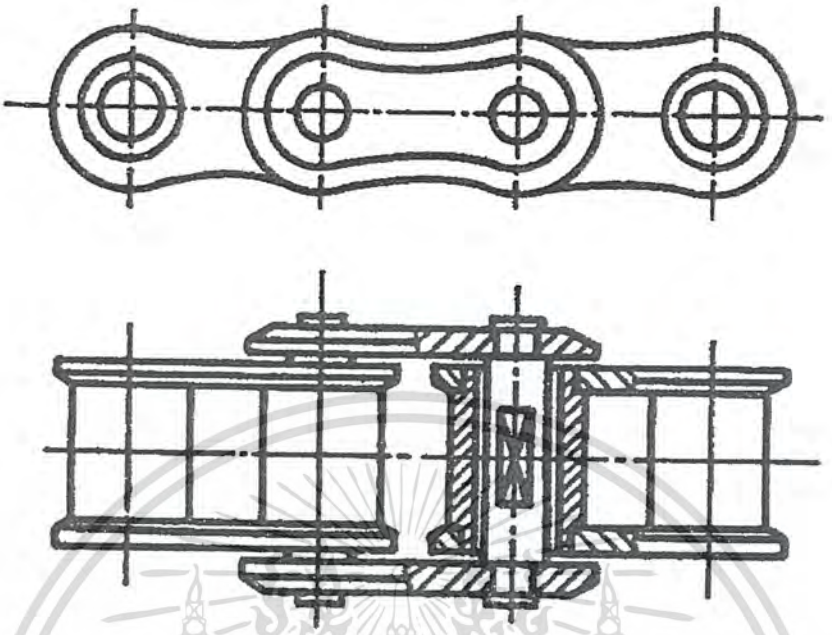
1. โซ่บูช (bushed chains) รูปที่ 2.3โซ่ชนิดนี้ไม่มีโรลเลอร์เหมือนกับโซ่โรลเลอร์(roller chains) รูปที่ 2.2 ดังนั้นจึงสามารถออกแบบให้บูชและสลักมีขนาดใหญ่กว่าโซ่โรลเลอร์ โดยที่ระยะพิตช์เท่ากัน โซ่บูชจึงรับน้ำหนักได้มากกว่าและแข็งแรงกว่า แต่เนื่องจากในการใช้งานจะเกิดเสียงดัง และการสึกหรอมาก โดยทั่วไปแล้วจึงนิยมใช้โซ่โรลเลอร์มากกว่าโซ่บูช



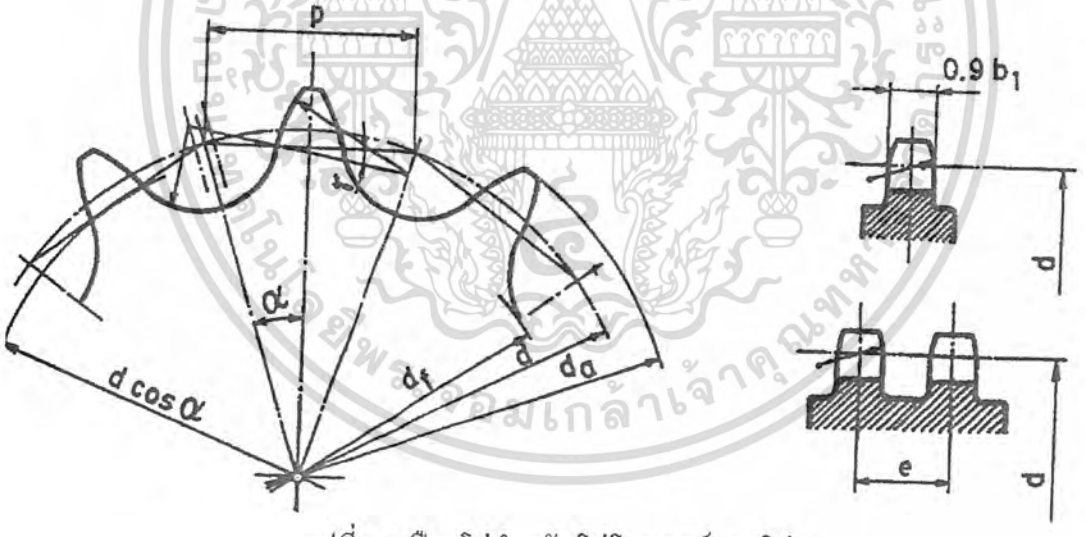
รูปที่ 2.2 โซ่โรลเลอร์

2. เฟืองโซ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของโซ่ d ดังรูป 2.4 คือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางของข้อต่อโซ่ที่คล้องอยู่บนเฟืองโซ่ ซึ่งก็คือวงกลมที่ลากผ่านมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่เกิดขึ้นเนื่องจากโซ่คล้องบนเฟืองโซ่ เซอร์คิวลาพิตช์ Pc ของวงกลมพิตช์ซึ่งวัดตามส่วนโค้งของวงกลมพิตช์ จึงมีค่ามากกว่าระยะพิตช์ p ของโซ่ สำหรับเฟืองโซ่เฟืองหนึ่งจะมีมุมพิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



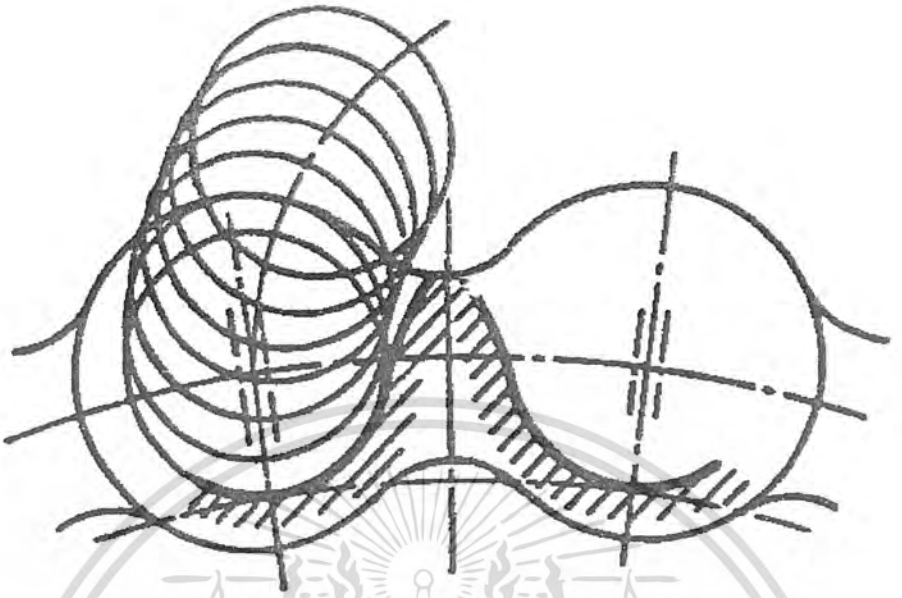
รูปที่ 2.3 โซ่บูช



รูปที่ 2.4 เฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์และโซ่บูช

α เป็นค่าคงที่ ซึ่ง sin α = p/d ลักษณะของฟันเฟืองโซ่จะต้องทำให้การเคลื่อนที่ของโรลเลอร์เป็นไปได้สะดวก ซึ่งจะเห็นการเคลื่อนที่ของโซ่ได้ดังรูปที่ 2.5 นอกจากนี้อาจจะมีลักษณะแตกต่างกันไปอีกตามความต้องการของบริษัทผู้ผลิต เพื่อให้มีมุมกด γ ตามความต้องการเฟืองโซ่สำหรับโซ่โรลเลอร์และโซ่บูชดังรูปที่ 2.4 จะมีมุมกดแตกต่างกันไปมาก ถ้ามุมกด γ โตมากจะทำให้โซ่ยึดออกใกล้เคียงกันทุกข้อ แต่จะต้องทำให้โซ่ด้านหย่อนตึงขึ้น และทำให้เกิดเสียงดังขณะขับมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ของโซ่ขณะส่งกำลัง

2.1.3 การออกแบบสูญญากาศ (Vacuum system)

ในการออกแบบระบบสูญญากาศจะต้องพิจารณาเกี่ยวกับการคำนวณเวลาที่ใช้ในการสร้างสูญญากาศของทีดูดกระจก มีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เวลาที่ใช้ในการสร้างสูญญากาศ สมการพื้นฐานในการกำหนดเวลาที่ใช้ในการสร้างสูญญากาศสำหรับปริมาตรและความดันที่ต้องการ คือ

$$T=203(V/S)\log_{10}(P1/P2) \quad (2.1)$$

$$P_{abs}=P_{atm}+P_g \quad (2.2)$$

$$P_2=P_{atm}+P_{vacuum} \quad (2.3)$$

เมื่อ

P_{atm}=Atmosphere Pressure = 1013.25 mbar

แทนค่า P_{vacuum} = -70 cmHg = -933.524 mbar

P_2 = 79.966 mbar

S = Pumping speed = 50 $Lmin^{-1}$

V = volume of vacuum tank = 50 L

P_1 = Atmosphere Pressure = 1013.25 mbar

P_2 = Absolute Pressure = 79.996 mbar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

T = Pump-down time

แทนค่า $T = 2.3(1)\log_{10}(1013.25/79.996)$ (2.4)

T = 2.5 min

จะได้ สมการที่ใช้ในการคำนวณไม่คำนึงถึงผลของการนำอากาศออกและการรั่วซึมใช้สำหรับพื้นที่สะอาด

2. องค์ประกอบของตัวดูดกระจกที่ต้องคำนึงถึง

- เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวดูด
- ลักษณะของพื้นผิวที่ดูด
- รูปทรงของตัวดูดกระจก เช่น สี่เหลี่ยม,วงกลม
- ยางที่ใช้ทำ
- อุณหภูมิของอากาศ

2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้า และ อิเล็กทรอนิกส์

เป็นส่วนของอุปกรณ์ที่ส่งกำลังทำให้กลไกลนั้นขยับไปตามโปรแกรมที่มีอยู่ในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานเชิงเครื่องกลคือ

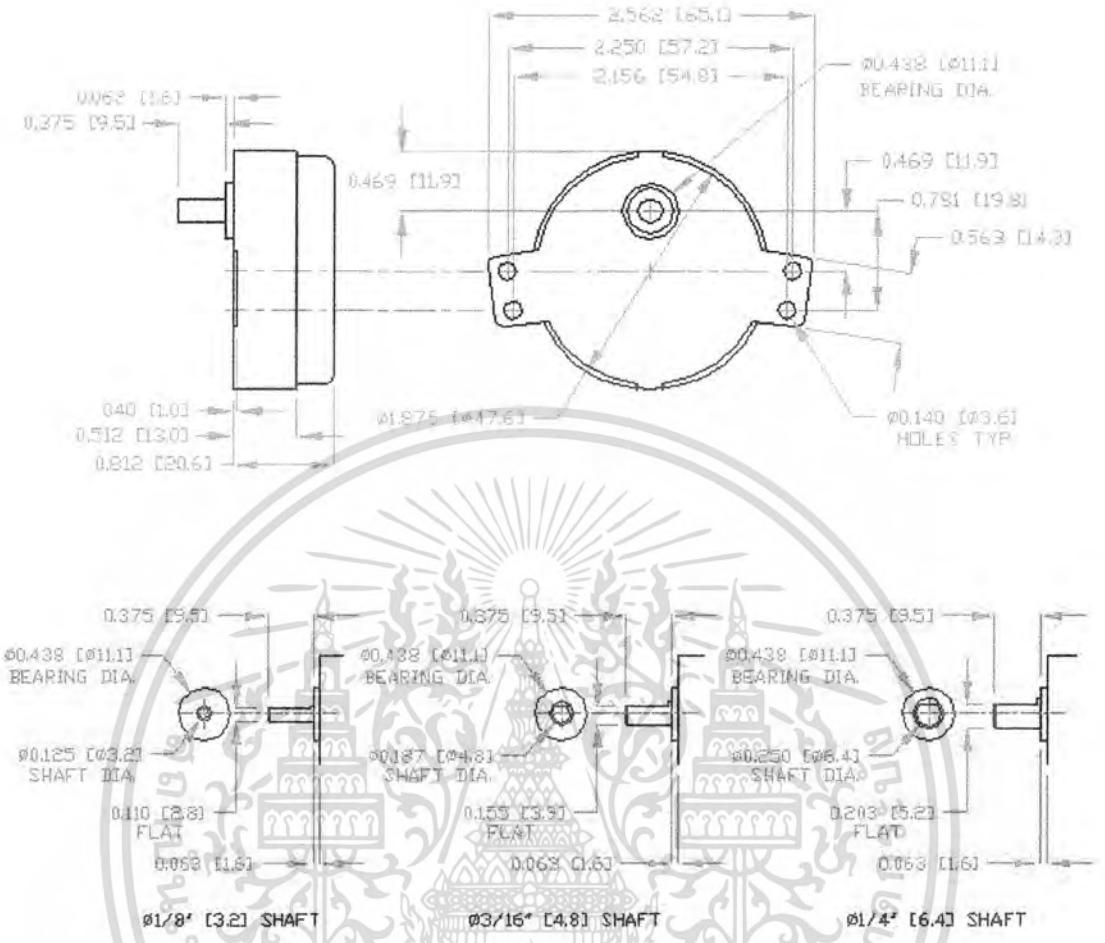
2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง

เป็นมอเตอร์ซิงโครนัส ชนิดทดเฟืองแล้ว(Compact Synchronous Motor) ซึ่งมีการหมุนด้วยความเร็วคงที่ตามความถี่ของแหล่งจ่ายกระแสสลับ มอเตอร์ชนิดนี้สามารถใช้ประโยชน์ในการจับเวลาและขับเคลื่อนด้วยความเร็วที่แน่นอนหากแหล่งจ่ายแรงดันนั้นผิดพลาดไม่เกิน 10% ส่วนของโรเตอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ทำมาจากแม่เหล็กถาวร ทำให้มอเตอร์ชนิดนี้ไม่สามารถกำหนดขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าในการกลับทางหมุนได้

1. คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง

- **อัตราแรงบิด** 200 นิ้ว-ออนซ์ ที่ 1 รอบต่อนาที
- **ความเร็วเอาท์พุท** 1 , 2-1/2 , 4 , 6 , 10 , 16 , 24 , 33 , 55 รอบต่อนาที
- **เฟืองทด** มีคุณสมบัติหล่อลื่นด้วยตัวเอง (TM) อัตราการทดเฟือง 40 นิ้ว-ออนซ์ ประโยชน์ของแรงบิดคือทำให้อัตราการทดเฟืองมีความเร็วต่ำกว่า 4 รอบ/นาที
- **เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา** มีขนาดตั้งแต่ 1/8 นิ้ว , 3/16 นิ้วและ ¼ นิ้ว นอกจากนี้จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง

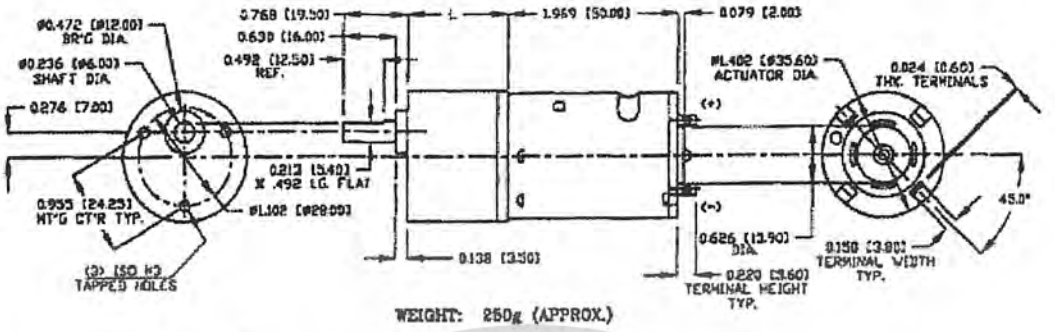
ขนาด 3/8 นิ้วขึ้นไป

- แรงดันไฟฟ้า 120 VAC , หรือ 220 VAC ที่ความถี่ 60 Hz
- กำลังงานที่ต้องการ 3 วัตต์
- การหมุน หมุนตามเข็มนาฬิกา

2.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor : DC Motor) ชนิดทดเฟืองแล้วมีหลักการคล้ายกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แต่มอเตอร์กระแสตรงยังต้องมีการกระบวนการกลับทิศทางของกระแสสลับในตัวอาร์เมเจอร์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Commutation) ซึ่งจะมีหลักการคือ ปลายขดลวดด้านหนึ่งที่พันอยู่กับอาร์เมเจอร์ที่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าต่ออยู่กับซี่คอมมิวเตเตอร์และมีแปรงถ่านด้านบนสัมผัสอยู่ ดั้งนั้นแรงดันที่ไหลผ่านแปรงถ่านด้านนี้จึงเป็นแรงดันไฟฟ้าขั้วบวก ส่วนปลายขดลวดอีกด้านหนึ่งที่พันอยู่กับอาร์เมเจอร์เดียวกันนี้จะมีกระแสไหลออกต่ออยู่กับซี่ คอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ลักษณะของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง

มิวเตเตอร์และแปรงถ่านด้านล่างสัมผัสอยู่ แปรงถ่านนี้จึงมีแรงดันไฟฟ้าขั้วลบปรากฏอยู่ ดั้งนั้น ลักษณะเช่นนี้จึงเป็นกระบวนการการเกิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

1. ส่วนประกอบโดยทั่วไปของ DC Motor

- **ขั้วแม่เหล็ก (Field poles)** เป็นส่วนที่สร้างฟลักแม่เหล็ก เมื่อตัวนำอาร์เมเจอร์หมุนตัดผ่านฟลักแม่เหล็กนี้จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้น

- **แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core)** ทำจากแผ่นเหล็กบางๆ แต่ละแผ่นอาบน้ำยาวานิชหรือกั้นด้วยกระดาษแล้วนำไปอัดเป็นรูปแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ สาเหตุที่ต้องใช้แผ่นลามิเนททำแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ก็เพื่อลดความสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy current loss) ที่เกิดขึ้นในตัวอาร์เมเจอร์เอง แกนเหล็กอาร์เมเจอร์จะมีร่องสลอตมากมายสำหรับฝังขดลวดตัวนำลงไปในร่องเหล่านี้

- **คอมมิวเตเตอร์ (Commutater)** ประกอบด้วยซี่ทองแดงหลายๆ ซี่อัดกดด้วยความร้อนแล้วนำไปกลึงให้เป็นรูปทรงกระบอก ซี่คอมมิวเตเตอร์แต่ละซี่คั่นด้วยแผ่นฉนวนไมก้าเพื่อไม่ให้ต่อถึงกัน คอมมิวเตเตอร์มีหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากแปรงถ่านเพื่อส่งไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์

- **แปรงถ่านและที่ยึดแปรงถ่าน (Brush and Brush holder)** แท่งแปรงถ่านอาจทำจากส่วนผสมของคาร์บอนกับกราไฟท์ หรือ คาร์บอนกับทองแดง แปรงถ่านทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากวงจรภายนอกส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

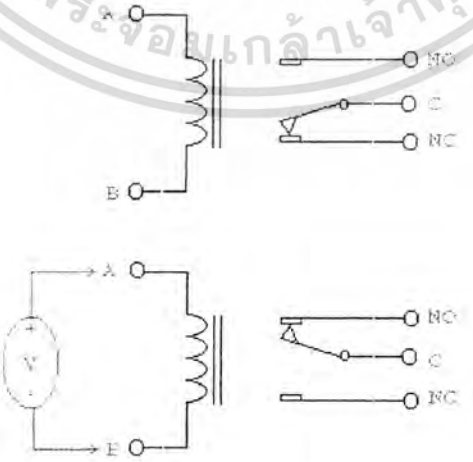
2. คุณสมบัติไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟือง

โมเดล	แรงดัน	ไม่มีโหลด		โหลดสูงสุด				สตาร์ทมอเตอร์	
		ความเร็ว	กระแส	ความเร็ว	แรงบิด	กระแส	กำลัง	แรงบิด	กระแส
140-19	12	275	0.20	229	34.5	1.08	5.87	204.6	5.4
	24	550	0.23	480	52.5	1.56	18.7	410.6	10.6
140-64	12	82	0.20	69	110.6	1.04	5.68	687.1	5.4
	24	165	0.23	145	172.8	1.54	18.50	1237	10.4
100-19	24	490	0.22	400	41.5	0.97	12.50	241.9	4.60
100-64	12	40	0.21	54	89.9	0.70	3.58	387.1	2.31
	24	145	0.22	120	145.2	1.01	52.9	815.7	4.70

2.2.3 แมกเนติกสวิตช์

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์แม่เหล็ก (Megnatics device) เมื่อขดลวดได้รับแรงดันตกคร่อม (ขา A และ B) จะทำให้มีกระแสไหลผ่านขดลวด (Coil) ซึ่งจะทำให้เกิดอำนาจสนามแม่เหล็ก ดึงดูดให้หน้าสัมผัส ปกติเปิด (Normally Open : NO) ให้ติดกับ Common (COM) และให้หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Close :NC) กับ Common ออกจากกัน ในรีเลย์ 1 ตัวอาจจะมีหน้าสัมผัสมากกว่า 1 ชุดก็ได้



รูปที่ 2.8 วงจรภายในตัวรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลกระทบของการใช้รีเลย์ในการประกอบวงจร

- ผลกระทบของการตอบสนอง เนื่องจากรีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่มีความเร็วในการทำงานต่ำ เช่นชนิดแรงดันต่ำ (แรงดันที่ขดลวดไม่เกิน 24 โวลท์) จะให้เวลาในการทำงานประมาณ 10 ถึง 15 mS และรีเลย์ขนาดใหญ่ ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ในโรงงานอุตสาหกรรม นั้นอาจใช้เวลาในการทำงานมากกว่า 100 mS

- ผลกระทบจากอำนาจแม่เหล็ก รีเลย์เป็นอุปกรณ์แม่เหล็ก อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นอาจไปกระทบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ วิธีแก้ไขก็คือ แยกกราวด์ โดยใช้ Opto Coppler หรือแยกบอร์ดในส่วนของวงจรรีเลย์ออกไป แล้วทำการซีลด์ที่บอร์ด

2.3 ไมโครคอนโทรเลอร์

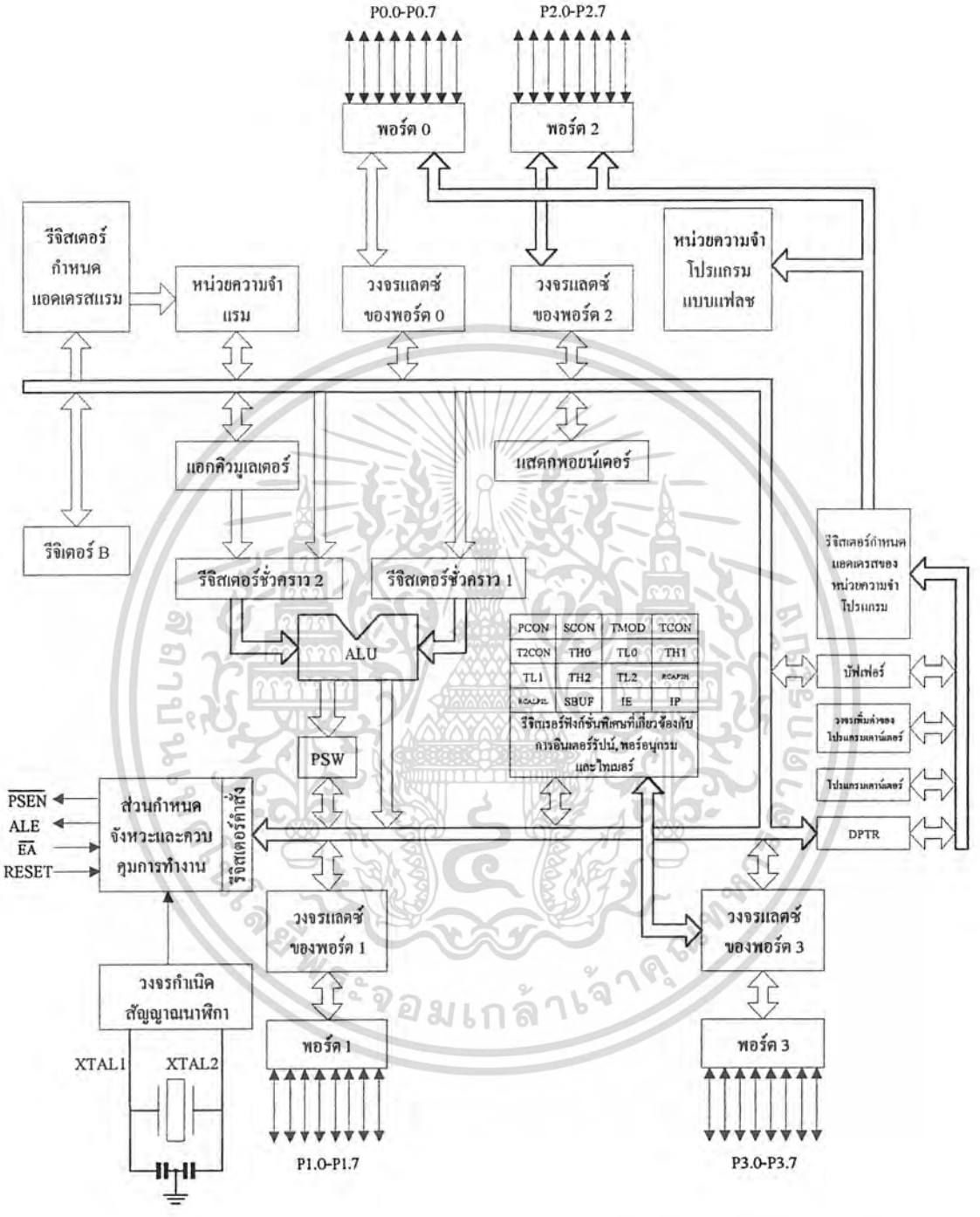
เป็นทั้งหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ที่ทำหน้าที่ตัดสินใจเพื่อให้ได้ขั้นตอนการทำงานที่ถูกต้อง และไมโครคอนโทรลเลอร์นี้ยังสามารถที่จะรับอินพุท และส่งเอาท์พุทเป็นสัญญาณลอจิกออกมาได้โดยไม่ต้องอาศัย พอร์ตเพิ่มเติมทำให้ใช้งาน ได้ง่ายและสะดวก

2.3.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ และคุณสมบัติ

1. คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MSC51 อนุกรม AT89Cxx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม ในบางเบอร์จะมีหน่วยความจำแบบอีอีพรอมเพิ่มเติม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์ / เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยู่ในภายชิฟ
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

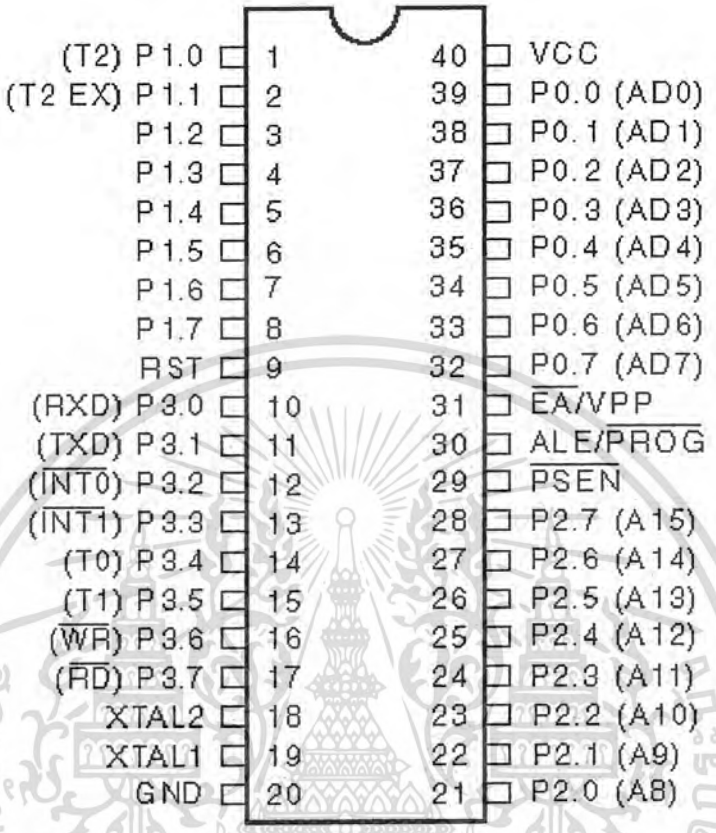


รูปที่ 2.9 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชของ Atmael

2.3.2 การใช้งานของขา และ พอร์ต

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.9 และ 2.10 โดยมีรายละเอียดขั้นต้น ดังนี้

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ในอนุกรม AT89C5x

- **ขา Vcc** ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง + 5V
- **ขา GND** เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ
- **ขารีเซต (Reset)** ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีน ไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ
- **ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program pulse input)** เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตซ์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม
- **ขา PSEN (Program Store Enable)** ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขานี้ 2 ครั้งในแต่ละแมชีนไซเกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

- **ขา EA/Vpp (External Access enable/Programming voltage input)** ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "1" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MSC51 แบบเฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12V

- **ขา XTAL1 และ XTAL2** เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

- **พอร์ต O (ขา PO.PO.7)** มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0 – A7) และขาข้อมูล (DO – D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

- **พอร์ต 1 (ขา P1.0 – P1.7)** มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

- **พอร์ต 2 (ขา P2.0 – P 2.7)** มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตได้เป็นอินพุตสามารถทำให้ได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก (A8 - A15)

- **พอร์ต 3 (ขา P3.0 – P3.7)** มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณ ไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา TO

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปจากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

2.3.3 การทำงานของพอร์ต

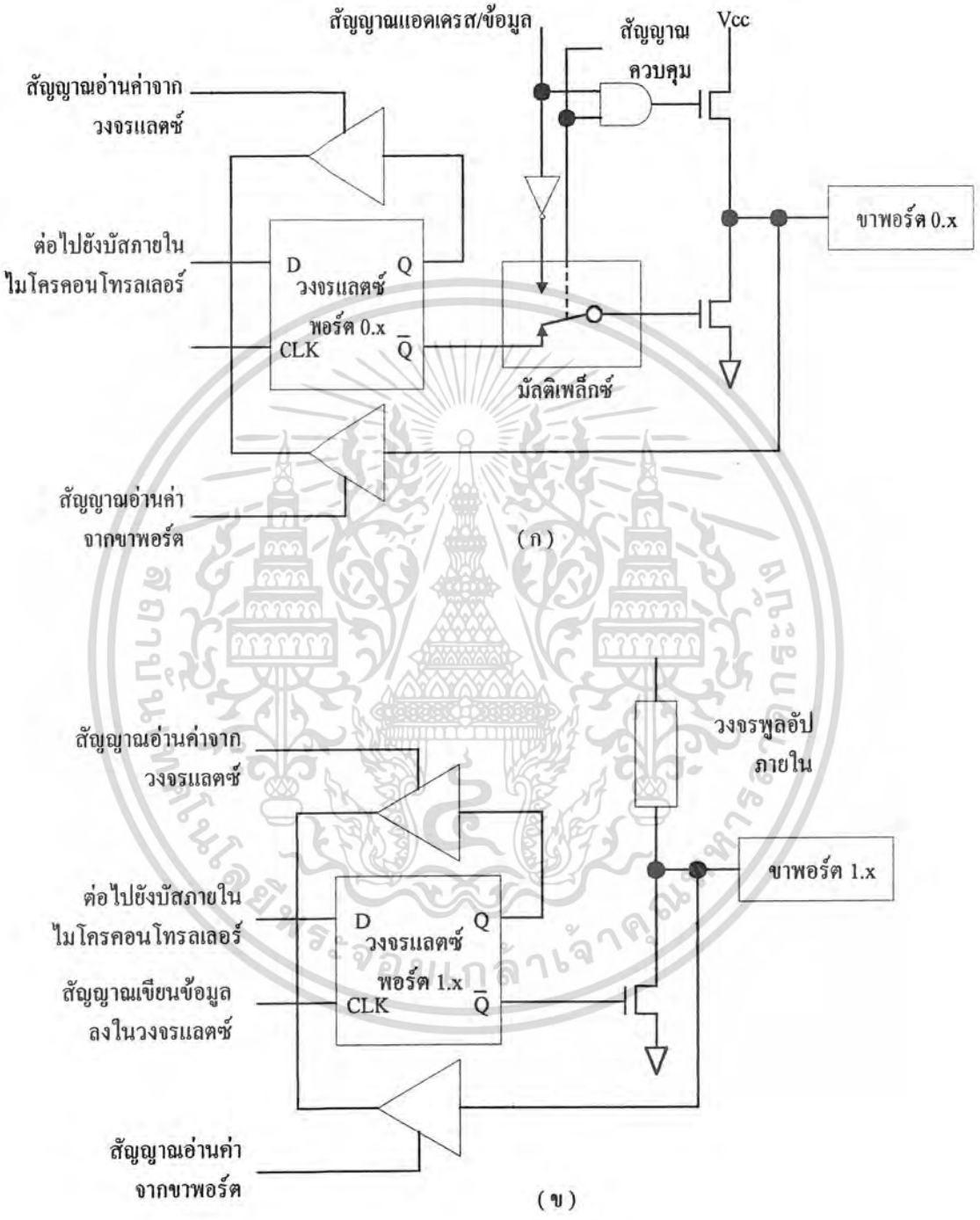
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชมีพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึง พอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับสัญญาณข้อมูลเข้าและเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออกทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรมรูปที่ 2.9 ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้ว ยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ดังทีจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

ในรูปที่ 2.11 แสดงวงจรภายในของแต่ละพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช โดยในรูปที่ 2.11 (ก) เป็นวงจรของพอร์ต 0 วงจรแลตช์ของแต่ละบิตในแต่ละพอร์ตก็คือวงจรดีฟลิฟลอปนั่นเอง การอ่านค่าสถานะของพอร์ตและสถานะของวงจรแลตช์ ส่วนการเขียนข้อมูลมายังพอร์ตต้องส่งสัญญาณมายังขา CLK ของดีฟลิปฟลอปในขณะที่ข้อมูลจะผ่านมาทางขาบัสข้อมูลภายในเข้าสู่ขา D ของดีฟลิฟลอป

ที่พอร์ตนี้มีวงจรมัลติเพล็กซ์สำหรับกำหนดลักษณะการทำงานของพอร์ตว่า ต้องการใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตปกติหรือใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกไมโครรคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

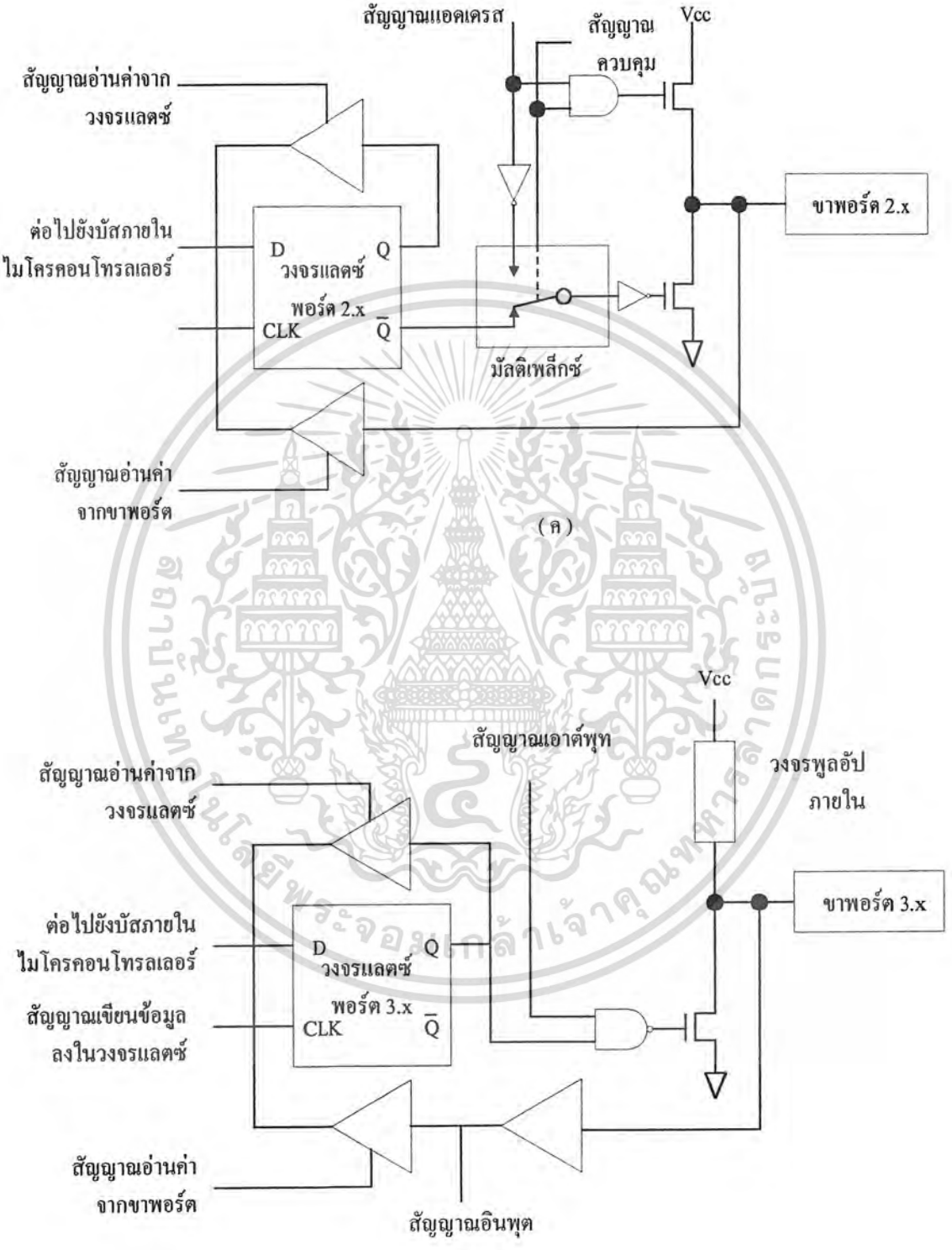
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.11 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช
รูปที่ 2.11 ก. วงจรภายในพอร์ต 0 , รูปที่ 2.11 ข.วงจรภายในพอร์ต 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46415



รูปที่ 2.11 วงจรภายในของพอร์ตทุกพอร์ตในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช (ต่อ)

รูปที่ 2.11 ค. วงจรภายในพอร์ต 2 , รูปที่ 2.11 ง. วงจรภายในพอร์ต 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากที่ขาพอร์ต 0 ไม่มีวงจรพูลอัปภายใน หากมีการนำพอร์ต 0 ไปใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอกเข้าที่ขาพอร์ต 0 ทุกขาด้วย

ในรูปที่ 2.11 (ข) เป็นวงจรของพอร์ต 1 ซึ่งมีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับพอร์ต 0 หากแต่ไม่มีวงจรมัลติเพล็กซ์ เนื่องจากพอร์ตนี้จะไม่ใช่ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก แต่จะมีวงจรพูลอัปภายในที่แต่ละบิตของพอร์ตนี้แทน สำหรับรายละเอียดของวงจรพูลอัปแสดงในรูปที่ 2.5

ในรูปที่ 2.11 (ค) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 2 จะคล้ายกับพอร์ต 0 มาก ต่างกันเพียงมีวงจรพูลอัปเพิ่มเติมเข้ามา ส่วนในรูปที่ 2.11 (ง) เป็นวงจรภายในของพอร์ต 3 จะเห็นได้ว่าคล้ายกับพอร์ต 1 มีการเพิ่มเติมวงจรบัฟเฟอร์และวงจรอินพุตเอาต์พุตเมื่อทำงานในฟังก์ชั่นพิเศษเข้ามา เนื่องจากพอร์ต 3 สามารถนำไปใช้งานในหน้าที่พิเศษได้ทุกขา

- **การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต**

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุต ต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล “1” มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้น ๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น “1” สามารถรับสัญญาณลอจิก “0” จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก “0” จะดีและสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์อินพุตที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก “0”แล้ว)

- **การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต**

โดยปกติแล้ว ขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล “0” ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก “0” ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล “1”ออกไป ก็ให้เขียนข้อมูล “1” ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 มิลแอมป์ และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 มิลเอมป์ สำหรับพอร์ต 0 และ 15 มิลแอมป์ สำหรับพอร์ต 1 – 3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 มิลแอมป์ ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่งการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ต ในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชสามารถอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตได้ 2 ลักษณะคือ อ่านจากขาพอร์ตโดยตรง และอ่านจากวงจรแลตช์ของแต่ละพอร์ต

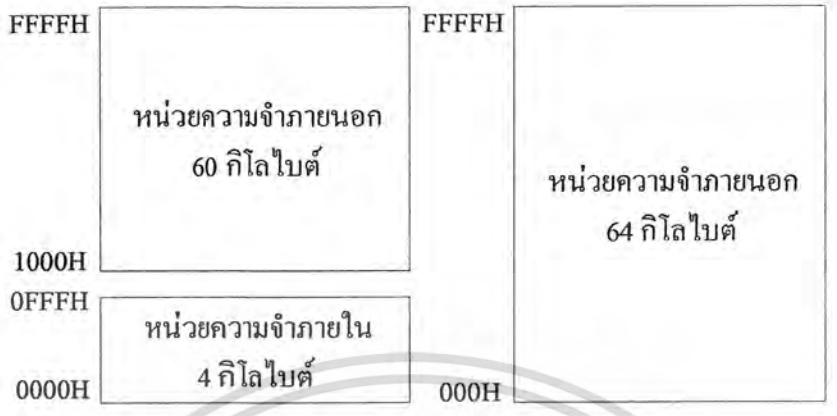
ในกรณีที่พอร์ตกับขาเบสทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวนั้นต่อลงกราวด์ หากมีการส่งข้อมูล "1" ไปยังทรานซิสเตอร์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน สถานะลอจิกที่ขาพอร์ตจะเป็น "0" เนื่องจากเมื่อทรานซิสเตอร์ทำงาน จะเสมือนว่าขาพอร์ตนั้นถูกต่อลงกราวด์ ทำให้หากอ่านค่าลอจิกที่ขาพอร์ตจะได้ผลตรงข้ามกับที่ส่งออกมา แต่ถ้าหากทำงานอ่านค่าลอจิกที่วงจรแลตช์ จะได้ค่าที่ตรงกับค่าที่ต้องการส่งจริง ดังนั้น ในการอ่านค่าลอจิกจากพอร์ตจึงต้องเลือกวิธีการให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วย

2.3.4 หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory)

ในรูปที่ 2.12 แสดงการจัดหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชในเบอร์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้งาน อันประกอบด้วยเบอร์ AT89C51 และ AT89C52 จะเห็นได้ว่า ทั้งสองเบอร์สามารถติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยสามารถเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมภายในอย่างเดียวหรือรวมกับภายนอกหรือเลือกใช้หน่วยความจำภายนอกอย่างเดียวก็ได้ โดยภายใน AT89C51 จะมีหน่วยความจำโปรแกรมภายใน 4 กิโลไบต์ ในขณะที่ AT89C52 จะมีขนาด 8 กิโลไบต์ ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายในและภายนอกรวมกัน หากใช้ AT89C51 ก็จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ 60 กิโลไบต์ และถ้าใช้เบอร์ AT89C52 จะสามารถติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 56 กิโลไบต์

หน่วยความจำโปรแกรมใช้เก็บข้อมูลของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือที่เรียกว่า โปรแกรมมอนิเตอร์ (monitor program) หากใช้หน่วยความจำภายนอกมักจะบรรจุอยู่ในหน่วยความจำชนิดอีพรอม (EPROM : Erasable Programmable Read – Only Memory) ซึ่งสามารถทำการอ่านได้เพียงอย่างเดียว หน่วยความจำโปรแกรมมีแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0000H เมื่อซีพียูได้รับการรีเซตให้เริ่มต้นการทำงาน จะต้องมาเริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H นี้เสมอ อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่ของหน่วยความจำโปรแกรมไม่ว่าจะใช้งานจากภายในหรือภายนอกก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก) การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51

ข) การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C52

รูปที่ 2.12 การจัดสรรหน่วยความจำโปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลช

ต้องมีการสงวนพื้นที่บางตำแหน่งเอาไว้สำหรับการบริการอินเตอร์รัปต์ 6 ประเภท ประเภทละ 8 ไบต์ ประกอบด้วย

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 0 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0003H

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 0 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 000BH

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ 1 จากภายนอก กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0013H

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 1 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 001BH

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์ของการสื่อสารอนุกรม กำหนดไว้ที่แอดเดรส 0023H

พื้นที่สำหรับบริการอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์ 2 กำหนดไว้ที่แอดเดรส 002BH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 หน่วยความจำข้อมูล (Data memory)

มีด้วยกัน 2 แบบคือ หน่วยความจำข้อมูลภายนอกและภายใน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 สามารถติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์ โดยการใช้คำสั่ง MOVX ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำข้อมูลภายในเป็นแบบแรม (RAM : Random Access Memory) โดยแต่ละเบอร์จะมีขนาดแตกต่างกันไป ในเบอร์ AT89C51 มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 128 ไบต์ ในขณะที่เบอร์ AT89C52 มีขนาด 256 ไบต์ สำหรับการจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลภายในแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ หน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง (lower) , ส่วนบน (upper) และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (SFR : Special Function Register) แต่ละส่วนมีขนาด 128 ไบต์ หน่วยความจำข้อมูลส่วนบนและรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษมีตำแหน่งทับซ้อนกัน แต่จะใช้การติดต่อที่แตกต่างกัน และในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 บางเบอร์จะไม่มีหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน

ขนาดของหน่วยความจำข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชโดยแท้จริงแล้วมีเพียง 256 ไบต์ แต่ด้วยการจัดการเข้าถึงที่แตกต่างกัน จึงดูเสมือนว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 แบบแฟลชมีหน่วยความจำข้อมูลภายในสูงถึง 384 ไบต์ โดยในหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างขนาด 128 ไบต์ มีแอดเดรสอยู่ที่ 00H – 7FH สามารถเข้าถึงได้โดยตรงและโดยอ้อม สำหรับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบนมีขนาด 128 ไบต์เช่นกัน มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H – FFH สามารถเข้าถึงแบบโดยอ้อมเท่านั้น ในขณะที่รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ที่ 80H – FFH เช่นเดียวกับหน่วยความจำข้อมูลส่วนบน แต่สำหรับรีจิสเตอร์ SFR ใช้การเข้าถึงแบบโดยตรง ดังนั้นเพื่อความสะดวกและง่ายตลอดจนป้องกันความสับสนในการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้นจึงควรใช้หน่วยความจำข้อมูลภายในเพียง 128 ไบต์จากหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่างร่วมกับรีจิสเตอร์ SFR การจัดสรรหน่วยความจำข้อมูลส่วนล่าง หน่วยความจำ 32 ไบต์ต่ำสุดที่แอดเดรส 00H-1FH แบ่งเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า 4 แบงก์ (bank) แต่ละแบงก์มีรีจิสเตอร์ 8 ตัวคือ R0 – R7 การติดต่อกับหน่วยความจำในแบงก์ใดให้กำหนดที่รีจิสเตอร์ PSW (Program Status Word register)

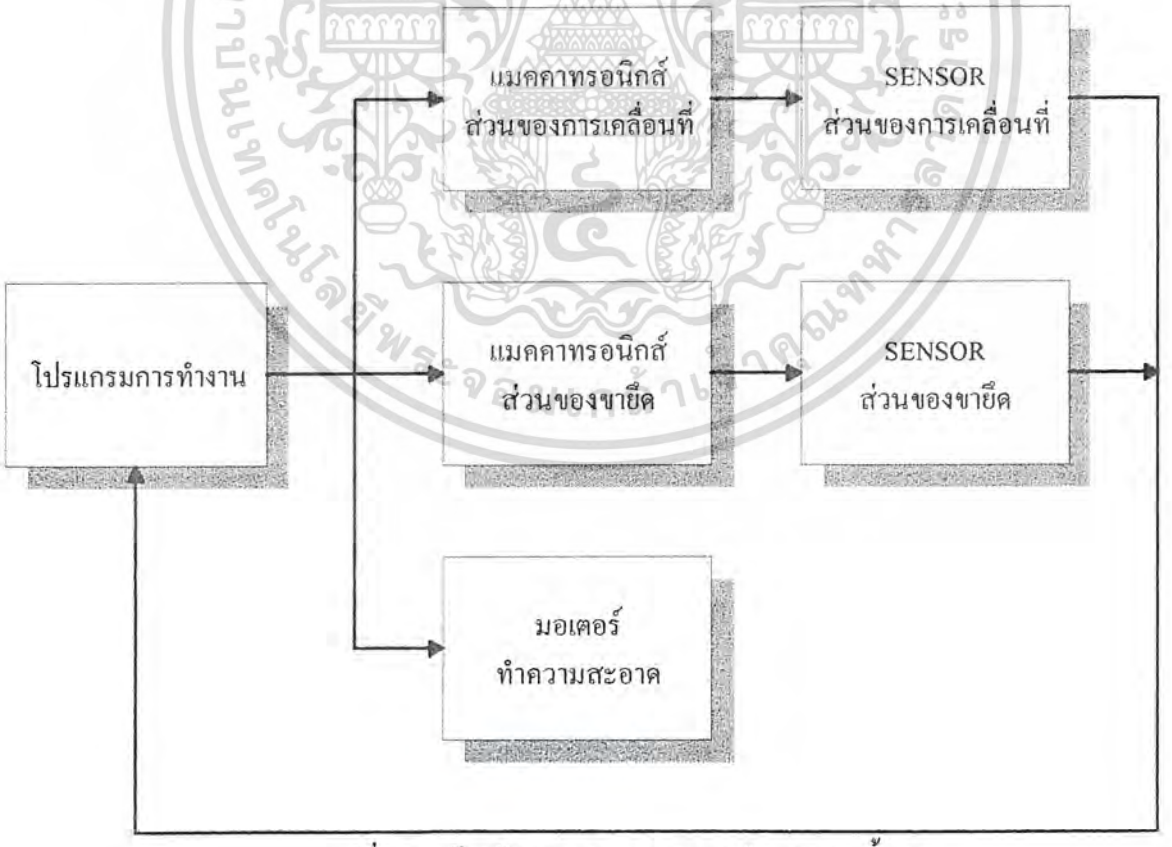
หน่วยความจำข้อมูล 16 ไบต์ถัดมาที่แอดเดรส 20H – 2FH เป็นพื้นที่สำหรับใช้งานทั่วไป สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต (Bit addressable) และหน่วยความจำข้อมูลที่เหลือ 80 ไบต์ จะต้องแบ่งส่วนหนึ่งสำรองไว้เป็นพื้นที่ของสแต็ก (stack: ที่พักข้อมูลชั่วคราวในกรณีที่ซีพียูมีการกระโดดไปทำงานในโปรแกรมย่อย) การเข้าถึงหน่วยความจำในส่วนนี้ต้องใช้การเข้าถึงในระดับไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างและการทำงาน

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงโครงสร้างและการทำงานของส่วนที่เป็นแมคคาทรอนิกส์หรือกลไกลต่าง ๆ ซึ่งมีลายละเอียดทั้งการออกแบบขนาดและการออกแบบการเคลื่อนที่และการทำงานที่ซับซ้อนมากกว่าในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นเพียงการใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ประกอบกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อนำอินพุทและเอาท์พุทของไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ควบคุมให้การทำงานเป็นลำดับขั้นตอนเท่านั้น

โครงสร้างและการทำงานสามารถเขียนแสดงด้วยบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1 ซึ่งแบ่งโครงสร้างทั้งหมดออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแมคคาทรอนิกส์ของการเคลื่อนที่หรือลำตัวหุ่น และส่วนที่สองคือส่วนของการยึดเกาะหรือส่วนของขาหุ่น และแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วนเช่นเดียวกับโครงสร้าง คือ การทำงานของตัวหุ่นและการทำงานของขาหุ่น



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานรวมทั้งหมด

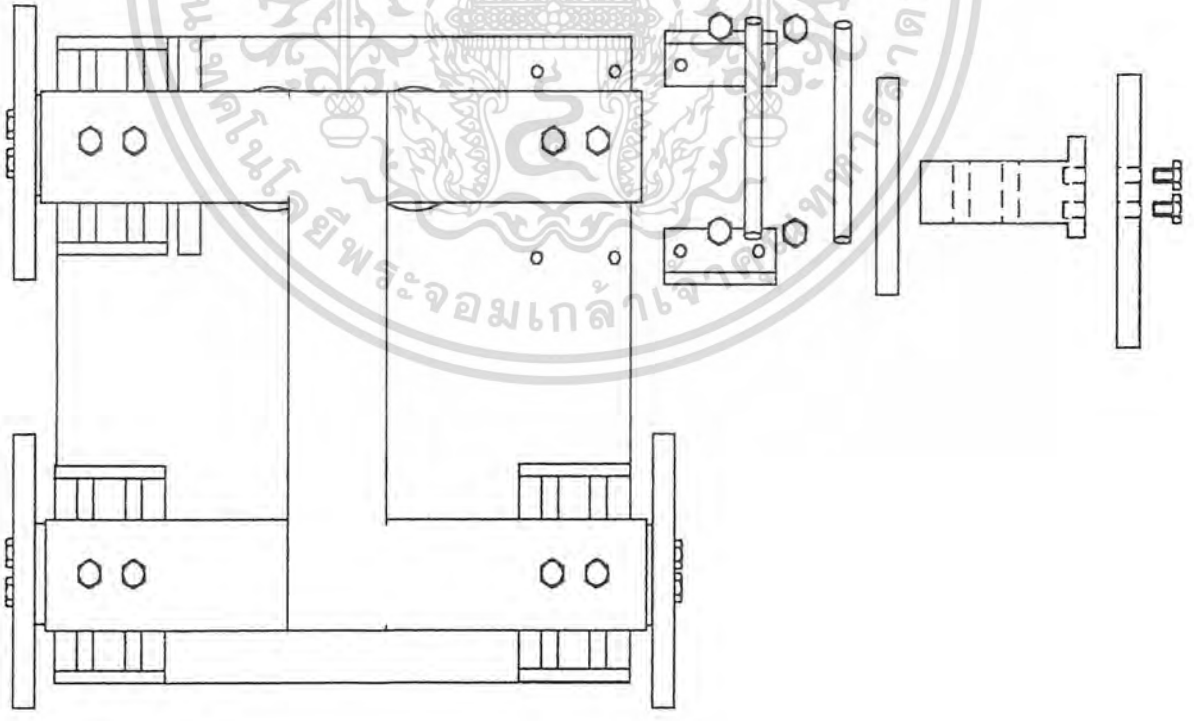
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 โครงสร้างทางแมคคาทรอนิกส์

แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของลำตัวหุ่นและส่วนของขาหุ่น ประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งลายละเอียดในแต่ละส่วนจะกล่าวถึงต่อไปนี้

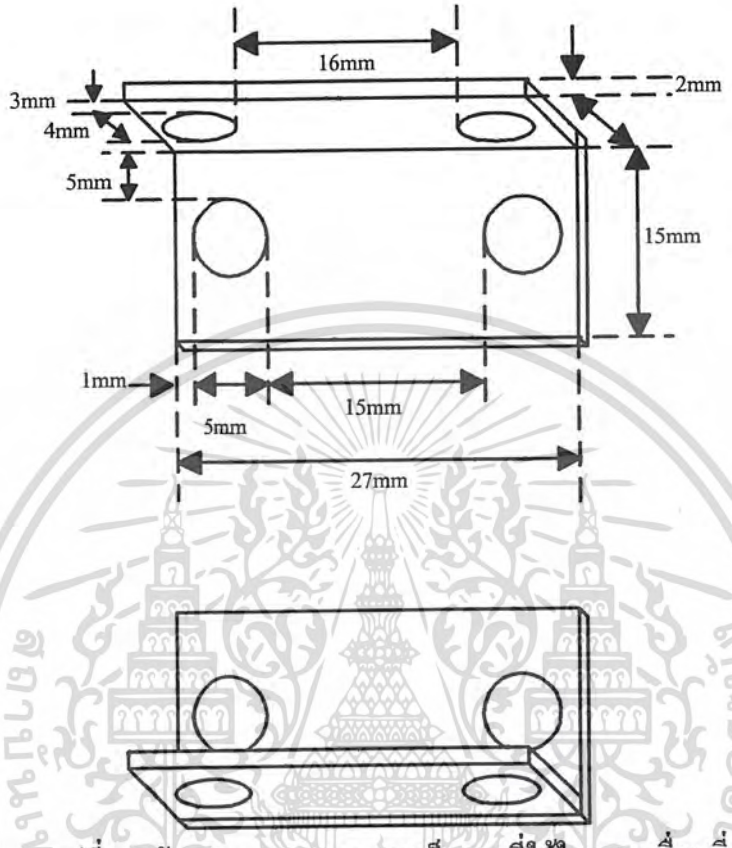
3.1.1 ส่วนของลำตัวหุ่น

เป็นส่วนที่ทำให้หุ่นยนต์ขยับไปด้านหน้า หรือถอยหลัง ดังรูปที่ 3.2 ประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ทดเฟืองแล้ว (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.2.1) เฟืองทีมีอยู่ในมอเตอร์คือ เฟืองชนิด เฟืองตรงและเฟืองเอียง (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.1.2) ซึ่งประกอบสำเร็จมากับมอเตอร์แล้ว พิกัดของมอเตอร์คือ แรงดันขนาด 24 โวลท์ และ กระแสสูงสุด 1 แอมป์แปร สองตัว , โซ่ชนิดโซ่บูช (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.1.2) , และเฟืองโซ่ (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.1.2) ชนิดที่เป็นพลาสติกส์เหนียว เพื่อที่จะได้มีน้ำหนักเบา ทั้งหมดนี้เป็นที่เป็นชุดขับเคลื่อนให้หุ่นขยับไปได้ ชิ้นส่วนที่ยึดส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน คือ PVC มีขนาดโดยละเอียดดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.5 และนำเหล็กฉากและแกนเหล็กดังรูปที่ 3.3 และรูปที่ 3.4 มาช่วยในการขยับส่วนขาให้การเคลื่อนที่ตรง และไม่ออกนอกทิศทางที่กำหนดไว้ และส่วนที่สำคัญมากที่สุดในการทำความสะอาดคือมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและตัวขัดทำความสะอาด

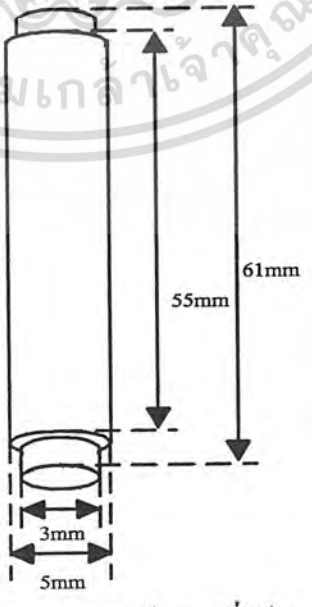


รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ทำความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

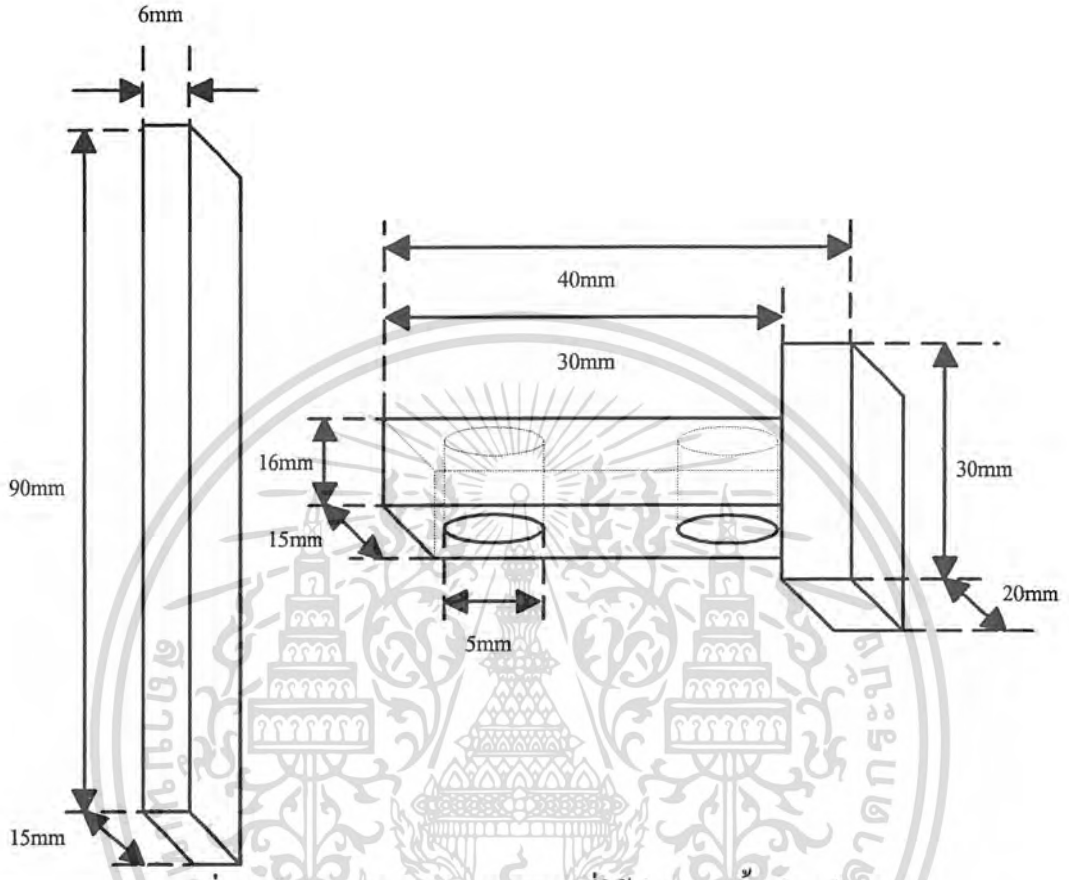


รูปที่ 3.3 ลักษณะและขนาดของเหล็กฉากที่ใช้ในการเคลื่อนที่



รูปที่ 3.4 ลักษณะและขนาดของแกนเหล็กฉากที่ใช้ในการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

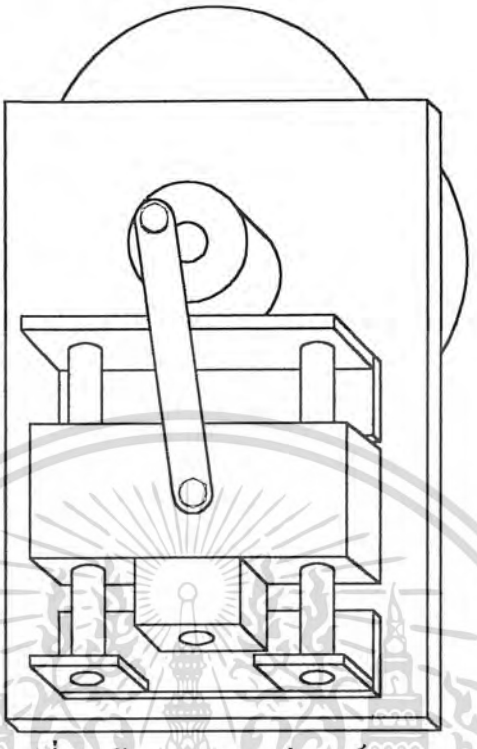


รูปที่ 3.5 ลักษณะและขนาดของ PVC ที่ใช้ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ

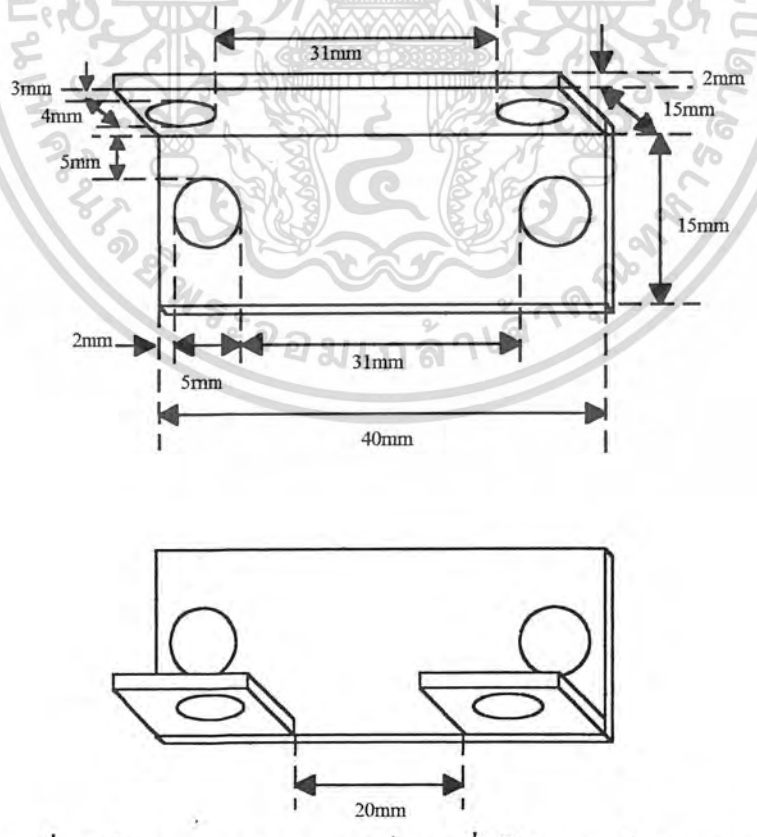
3.1.2 ส่วนของขาหุ่น

ในส่วนของขาหุ่นนี้มีความสำคัญในการยึดเกาะ มีหน้าที่ยึดเกาะพื้นผิวให้ติดแน่นก่อนจะเริ่มทำความสะอาด ส่วนประกอบของขาหุ่นหนึ่งขาจะกอบไปด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับทดเฟืองแล้ว (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.2.1) เฟืองที่ใช้ทดคือเฟืองชนิดเฟืองตรง (ทฤษฎีหัวข้อที่ 2.1.1) ซึ่งประกอบมากับมอเตอร์สำเร็จรูปแล้ว พิกัดของมอเตอร์คือ กำลังไฟฟ้าขนาด 3 วัตต์ และแรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์, เหล็กฉากนำมาช่วยในการเคลื่อนที่ยึดพื้นเรียบดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับรูปที่ 3.3 แต่มีขนาดไม่เท่ากัน , แกนเหล็กนำมาใช้ร่วมกับเหล็กฉากดังแสดงในรูปที่ 3.4 , ตัวดูดกระจกใช้สำหรับยึดพื้นผิวเพื่อให้ติดแน่นมีลักษณะดังรูปที่ 3.13 , PVC นำมาออกแบบดังรูปที่ 3.7 เป็นส่วนที่ยึดให้ตัวดูดกระจกเคลื่อนที่ตามการทำงานที่กำหนดไว้ และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับปลดการยึดเกาะของตัวดูดกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

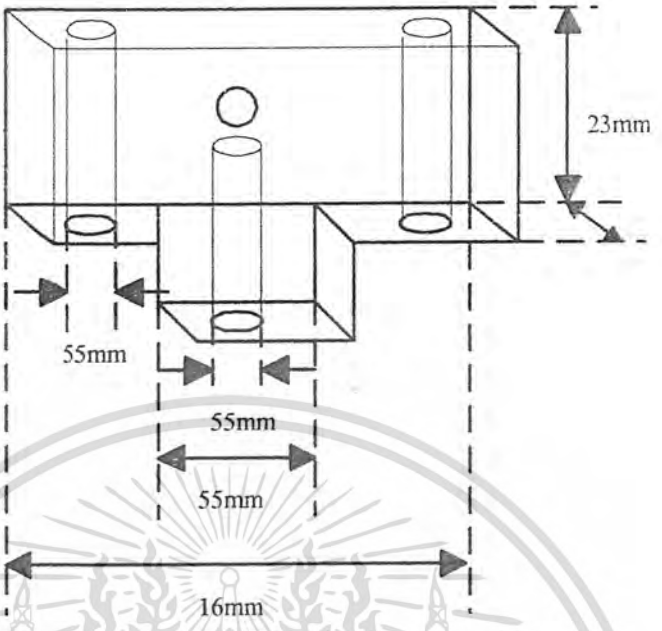


รูปที่ 3.6 ลักษณะของขาหุ่นยนต์



รูปที่ 3.7 ลักษณะและขนาดของเหล็กฉากที่ใช้ในการกดตัวดูดกระจก

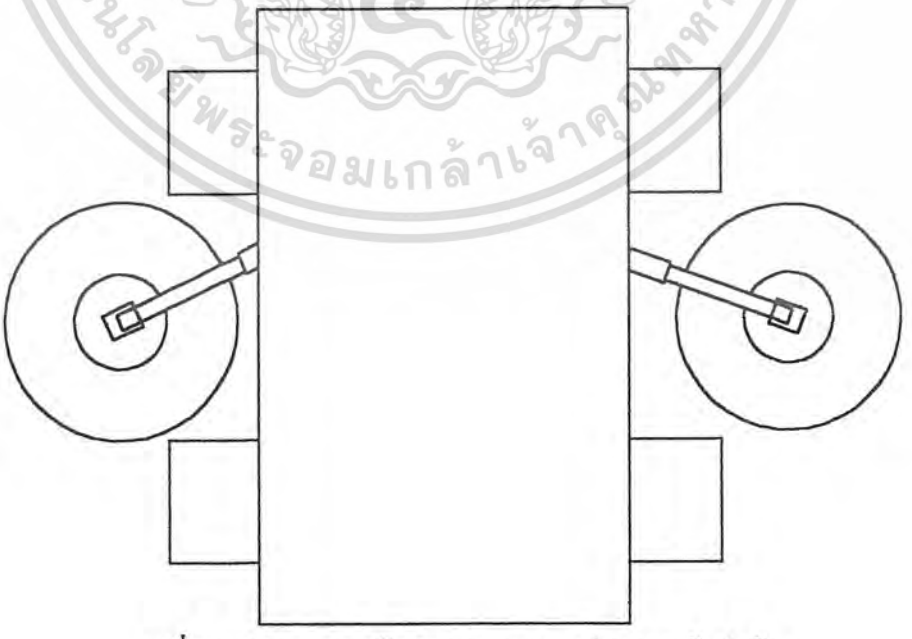
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ลักษณะและขนาดของ PVC ที่ใช้เลื่อนตัวดูดกระจก

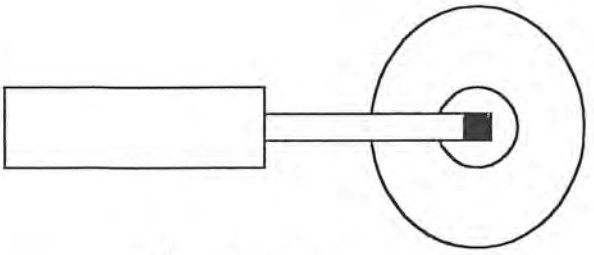
3.1.3 ส่วนของตัวทำความสะอาด

ในส่วนของตัวทำความสะอาดนี้ ประกอบด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็กที่มีอยู่ทั่วไป ติดด้วยฟองน้ำ และยึดเข้ากับลำตัวด้วย PVC ดังรูปที่ 3.10 ตัวทำความสะอาดจะติดอยู่ทั้งหมด 2 ตำแหน่ง คือ ที่ด้านซ้ายและที่ด้านขวา ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ลักษณะของตัวทำความสะอาดประกอบกับลำตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ตัวทำความสะอาด

3.2 การทำงานและการเคลื่อนที่

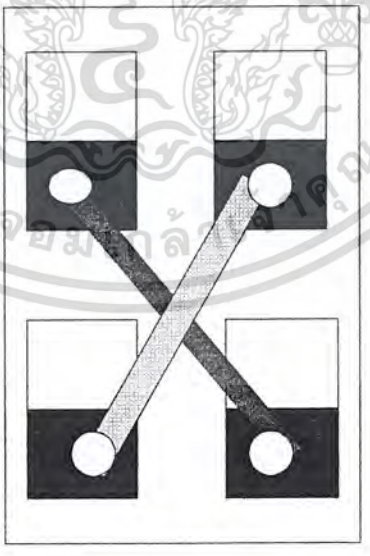
การทำงานและการเคลื่อนที่ก็แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะเช่นเดียวกับโครงสร้าง คือ แบ่งเป็นการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ และการยึดเกาะ

3.1.1 การเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์

การเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์จะแบ่งการเคลื่อนที่เป็น 3 ขั้นตอน

- **ขั้นตอนที่ 1**

จับตัวตัวหุ่นวางไว้กับพื้นหรือผนังดังรูปที่ 3.11

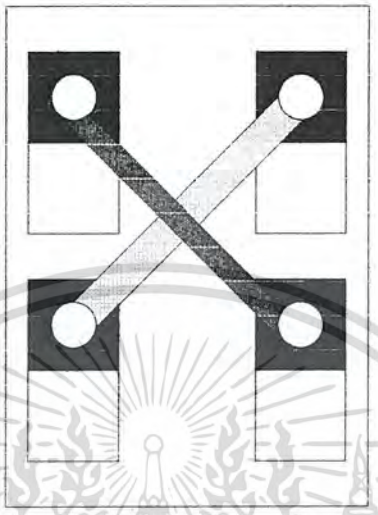


รูปที่ 3.11 ลักษณะของหุ่นเมื่อวางลงบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ขั้นตอนที่ 2**

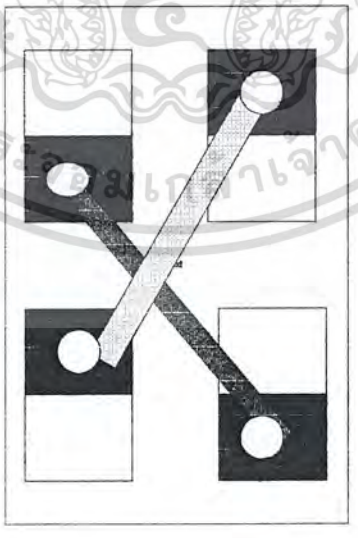
ตัวหุ่นจะเลื่อนลงดังรูป ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้ง 2 ตัว ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ลักษณะของหุ่นที่เลื่อนลงทั้งตัว

- **ขั้นตอนที่ 3**

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 1 (ซ้ายมือ) จะหมุนทำให้ขาหน้าขวาและหลังซ้ายเลื่อนขึ้นไปข้างหน้าแล้วหยุด ดังรูปที่ 3.13

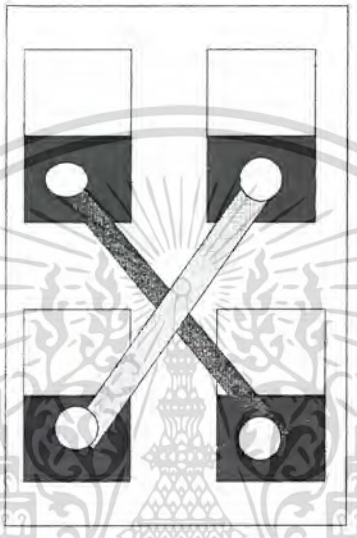


รูปที่ 3.13 ลักษณะขอหุ่นเมื่อมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 1 ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ขั้นตอนที่4**

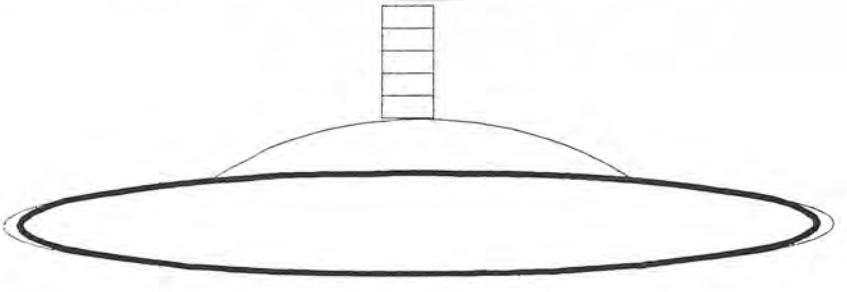
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 2 (ขวามือ) จะหมุนให้ขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายขึ้นไปข้างหน้าแล้วหยุด ดังรูปที่ 3.14 จากนั้นก็จะกลับไปทำขั้นตอนที่ 1 โดยที่มอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงทั้ง 2 ตัวจะยกตัวหุ่นขึ้นไปอีกครั้ง ดังที่กล่าวไว้แล้วในขั้นตอนที่ 1 และทำอย่างนี้ไปจนกว่าจะครบตามโปรแกรมที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.14 ลักษณะของหุ่นยนต์เมื่อเลื่อนขาทั้งสองลงมาแล้ว

3.2.2 การยึดเกาะ

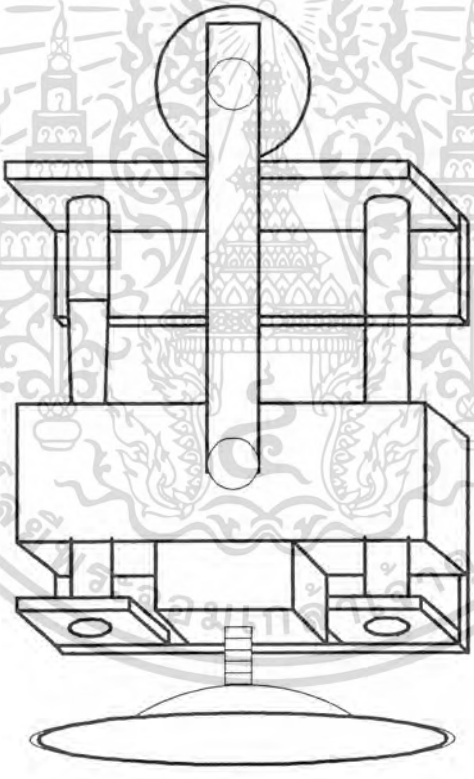
จากที่กล่าวไว้แล้วว่า จะมีการใช้ระบบสุญญากาศในการใช้งานนั้นก็คือการยึดเกาะนั่นเอง โดยวัสดุที่ใช้จะเป็นตัวดูดกระจกที่เห็นกันทั่วไปนั่นเองดังรูป



รูปที่ 3.15 ลักษณะของตัวดูดกระจก

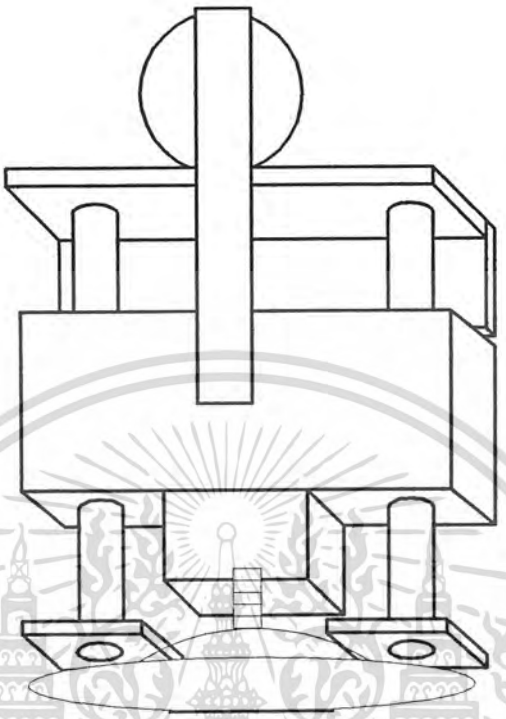
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของการยึดเกาะนั้นอาศัยการกดของตัวดูดกระจกดังรูปที่ 3.15 ซึ่งในโครงานนี้ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับมาเป็นตัวกดตัวดูดกระจก สาเหตุที่ใช้มอเตอร์กระแสสลับชนิดทดเฟืองแล้วนี้เพราะว่าจะได้แรงบิดมากพอๆ กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดทดเฟืองแต่มีน้ำหนักเบากว่า ซึ่งต้องคำนึงถึงน้ำหนักเป็นเรื่องสำคัญ เพราะต้องใช้มอเตอร์รวมทั้งหมดถึง 4 ตัว และเนื่องมาจาการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับนั้นไม่สามารถถควบคุมทิศทางการหมุนได้จึงออกแบบให้มีการหมุนเป็นแบบลูกเบี้ยว เมื่อตัวดูดกระจกเคลื่อนที่ลงสุดแล้วดังรูปที่ 3.16 ก็จะทำการกดเรียบร้อยรอการเลื่อนของขาหุ่นยนต์ เมื่อขาหุ่นเลื่อนเรียบร้อยแล้วก็จะปลดการยึดเกาะแล้วดึงขึ้นดังรูปที่ 3.17 เพื่อทำการก้าวต่อไปอีก และทำเช่นนี้ทุกครั้งที่มีการยึดเกาะ



รูปที่ 3.16 ลักษณะของขาหุ่นยนต์เมื่อกดลงพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ลักษณะของขาหุ่นยนต์ เมื่อดึงออกจากพื้นผิว

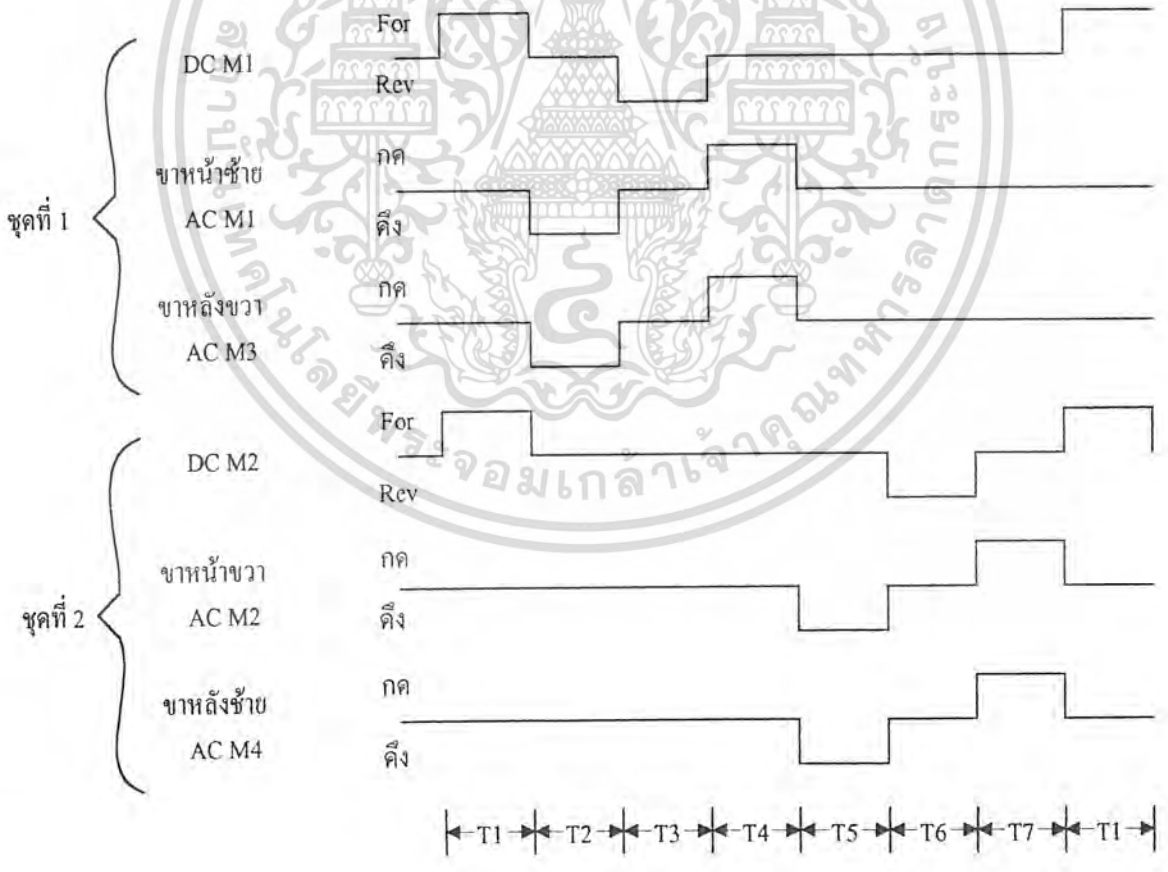
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองทางแมคคาทรอนิกส์

การทำงานทางแมคคาทรอนิกส์นั้นจะทำงานซ้ำกันเป็นขั้นตอน ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในหลักการทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของลำตัว และส่วนของขาหุ่นยนต์ เมื่อสองส่วนนี้ทำงานร่วมกันแล้ว ก็จะแบ่งการทำงานออกเป็นสองชุดที่ทำงานเหมือนกันแต่เกิดขึ้นคนละเวลาดังนั้นจึงเขียนออกมาเป็นไดอะแกรมเวลาดังรูปที่ 4.1 เพื่อนำไปทดลองเพื่อให้ได้การทำงานที่ถูกต้อง จากไดอะแกรมเวลานี้ เริ่มต้นที่วางกดหุ่นลงบนผิวเรียบใดๆ แล้วเริ่มต้นด้วยการยกตัวหุ่นขึ้นด้วยเวลา T1 แล้วหยุดรอการปลดการยึดเกาะที่เวลา T2 เมื่อปลดการยึดเกาะแล้วก็ยกขาข้างหน้าซ้ายและขาข้างหลังขวาขึ้นที่เวลา T3 แล้วก็ยึดเกาะด้วยขาทั้งสี่ที่เวลา T4

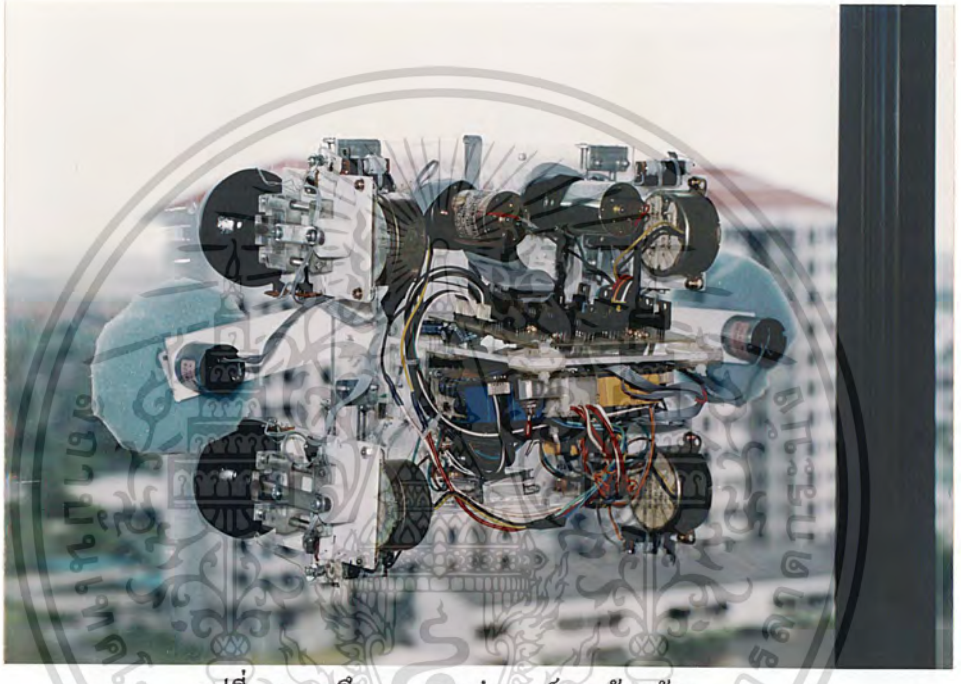


รูปที่ 4.1 Timing Diagram การทำงานของหุ่นยนต์ทั้งหมด

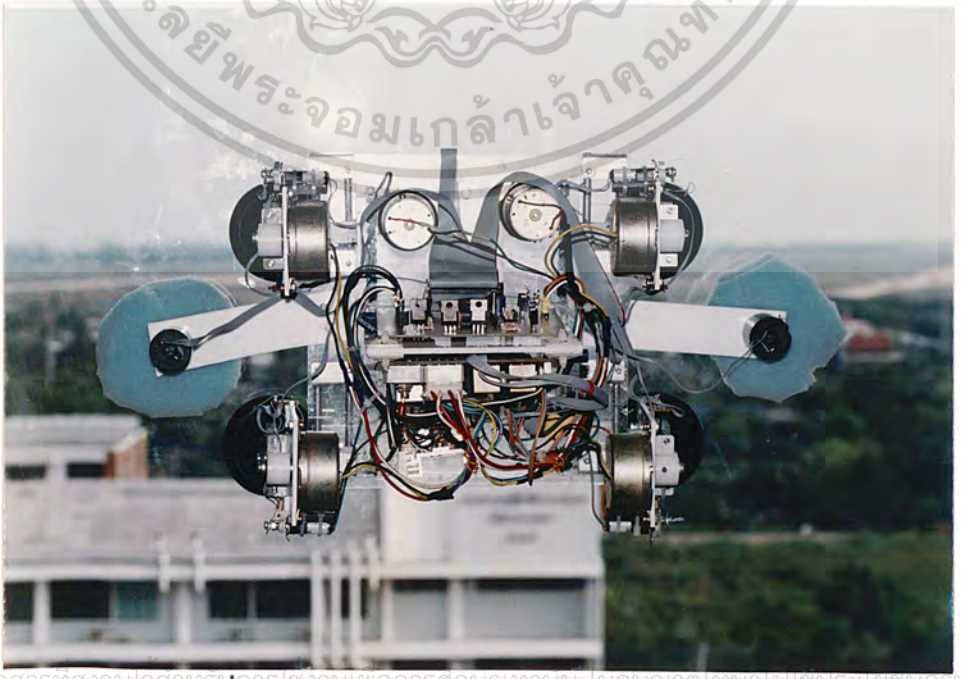
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองการยึดเกาะ

การทดลองนี้เป็นการนำหุ่นยนต์ที่มีส่วนประกอบทางด้านแมคคาทรอนิกส์และวงจรควบคุมที่นำมารวมกันครบถ้วนแล้ว มาทำการทดลองการเกาะยึดผิวเรียบ ซึ่งผิวเรียบที่ใช้ทดลองนี้เป็นกระจก โดยหุ่นยนต์จะยึดเกาะด้วยขาทั้ง 4 ขาเห็นได้จากรูปที่ 4.2 ซึ่งเป็นภาพถ่ายหุ่นยนต์ทางด้านข้าง และรูปที่ 4.3 เป็นภาพถ่ายหุ่นยนต์ทางด้านบน



รูปที่ 4.2 การยึดเกาะของหุ่นยนต์ทางด้านข้าง



รูปที่ 4.3 การยึดเกาะของหุ่นยนต์ทางด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

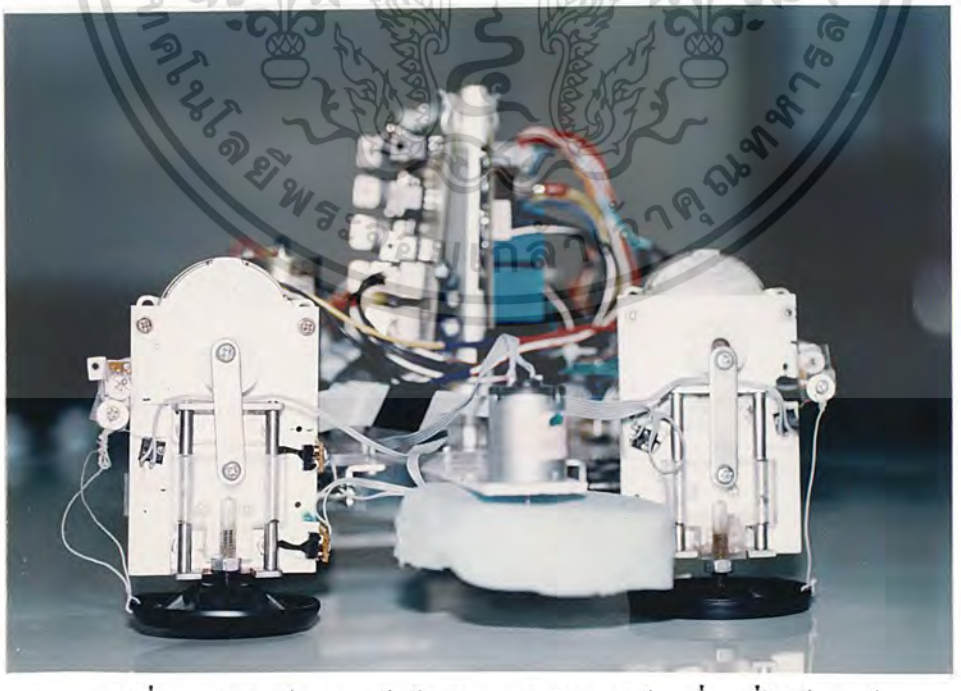
4.3 การทดลองการทำงาน

ในการทดลองการทำงานนี้เป็นการทำงานรวมทั้งการยึดเกาะของขาหุ่น , การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของตัวหุ่น และการทำความสะอาดด้วยฟองน้ำโดยจะทดลองบนพื้นราบก่อน สามารถแบ่งการทดลองออกได้เป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.1 ขั้นตอนที่ 1 หุ่นยนต์จะยกขาหน้าซ้ายและขาหลังขวาขึ้น ทีละขาตามลำดับ เมื่อยกทั้งขาหน้าซ้ายและขาหลังขวาขึ้นจนที่ดูดกระจกพ้นจากพื้นผิวแล้ว ทั้งสองขานี้ก็จะเลื่อนไปข้างหน้าพร้อมกัน ดังรูปที่ 4.4

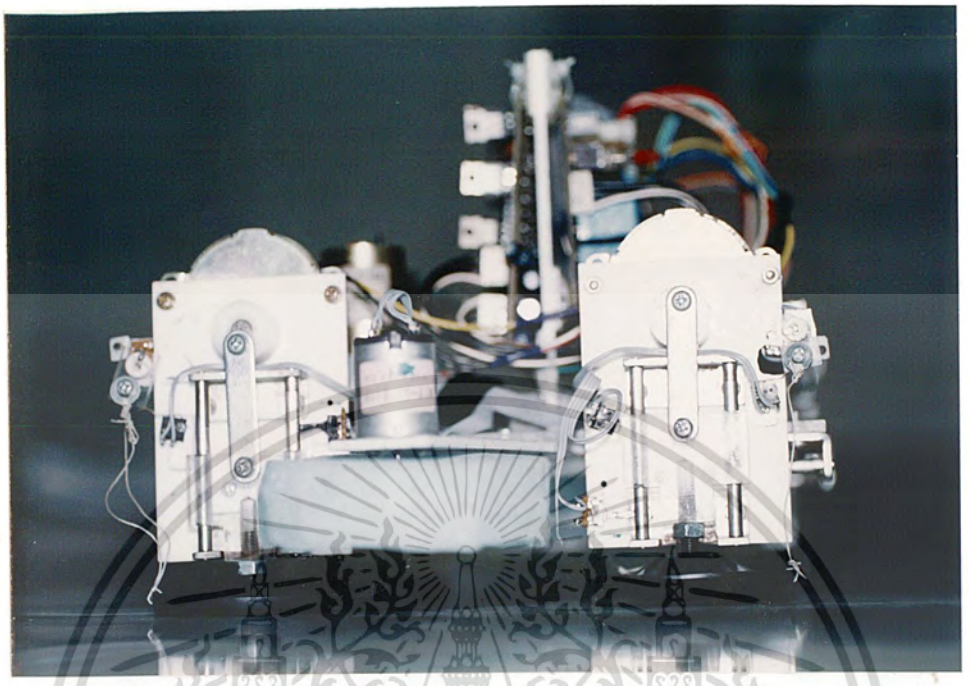
4.3.2 ขั้นตอนที่ 2 เมื่อขาหน้าซ้ายและขาหลังขวาเลื่อนมาข้างหน้าแล้ว ก็จะกดที่ดูดกระจกลงเพื่อทำการยึดเกาะ แล้วก็จะยกขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายขึ้นอีกทีละขาตามลำดับ เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 1 คือเมื่อยกทั้งขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายขึ้นสุดแล้ว ก็จะเลื่อนไปข้างหน้า ดังรูปที่ 4.5

4.3.3 ขั้นตอนที่ 3 จากทั้งสองขั้นตอนจะเห็นได้ว่าส่วนที่เลื่อนไปคือขาทั้งสี่ของหุ่นยนต์ แล้วขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายก็จะกดที่ดูดกระจกลงเพื่อยึดเกาะ เมื่อขาทั้งสี่ยึดเกาะกับพื้นผิวแล้วส่วนที่เป็นลำตัวก็จะเลื่อนตามไป ดังรูปที่ 4.6 ก็จะได้ว่าหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้า 1 ครั้ง แล้วจะเคลื่อนที่ซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง ขั้นตอนที่ 3 เช่นนี้ทุกครั้ง

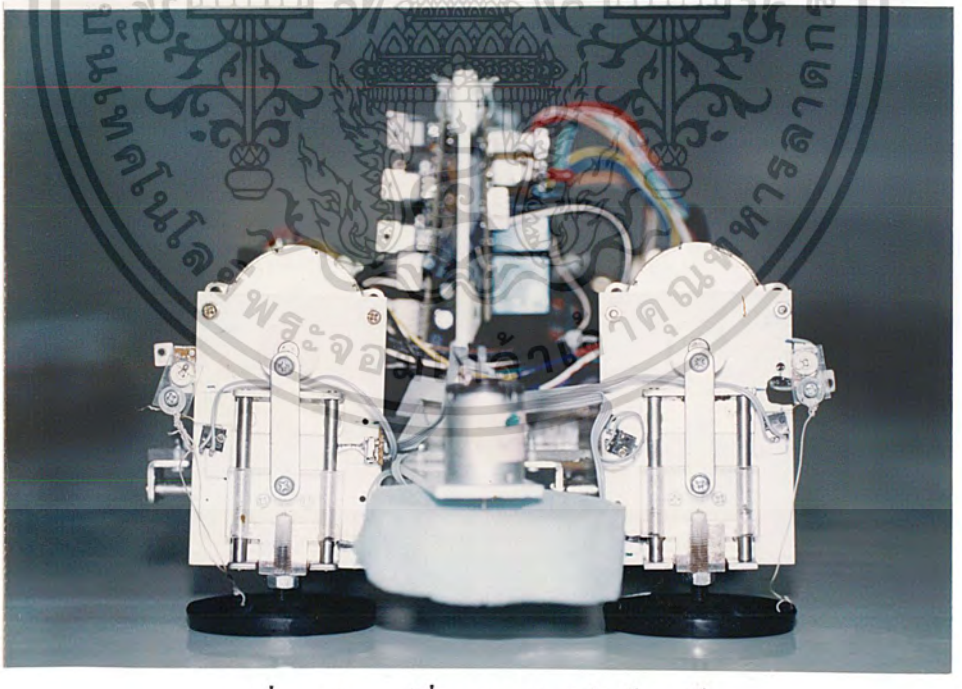


รูปที่ 4.4 หุ่นยนต์ยกขาหน้าซ้ายและขาหลังขวาแล้วเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 หุ่นยนต์ยกขาหน้าขวาและขาหลังซ้ายแล้วเคลื่อนที่ไปข้างหน้า



รูปที่ 4.6 หุ่นยนต์เลื่อนส่วนลำตัวไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

จากการทดลองการเคลื่อนที่ทั้งหมด ทำให้ทราบถึงความสามารถและปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งแบ่งผลการทดลองออกเป็นสองส่วน เหมือนกับที่ได้การทดลองไว้ คือส่วนของการยึดเกาะและการทำงานโดยรวม

4.4.1 ผลการทดลองการยึดเกาะ หุ่นยนต์สามารถยึดเกาะได้ ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง ซึ่งเป็นไปตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ แต่เนื่องจากที่ดูดกระจกที่ใช้มีความยืดหยุ่น เมื่อเวลาผ่านไปน้ำหนักของหุ่นยนต์ก็จะทำให้ที่ดูดกระจกหลุดออกจากผนังได้

4.4.2 ผลการทดลองการทำงาน หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ในลักษณะของการไต่บนพื้นราบได้ แต่เนื่องจากน้ำหนักทำให้หุ่นยนต์เสียสมดุล คือเมื่อมีการยกขาทีละคู่แล้วเลื่อนไปนั้นหุ่นยนต์จะเอียง และส่วนของตัวดูดกระจกที่ไม่มีความสามารถพอที่จะรับน้ำหนักได้ ทำให้ประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของหุ่นยนต์ยังไม่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปปัญหาการทำงาน

5.1.1 ปัญหาเรื่องน้ำหนักรวมของตัวหุ่นยนต์ ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 3 กิโลกรัม ทั้งนี้เพราะต้องใช้ ac motor และ dc motor หลายตัวจึงทำให้มีน้ำหนักมากและที่สำคัญการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เป็นส่วนที่สัมพันธ์กับน้ำหนักโดยตรง จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้

5.1.2 การออกแบบผิดพลาดจึงต้องออกแบบบ่อยๆ เพราะผู้จัดทำยังไม่เคยเห็นต้นแบบที่แท้จริง จึงต้องออกแบบขึ้นมาเอง เนื่องจากการออกแบบและการทำงานที่ได้กำหนดไว้ได้ไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ จึงต้องออกแบบอยู่หลายแบบทั้งด้าน soft ware และ hard ware

5.1.2 ปัญหาด้านการหาอุปกรณ์ต่างๆทั้งด้าน soft ware และ hard ware บางอย่างหายากมากหรืออาจมีราคาสูง จึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายตามมาด้วย

5.1.3 ใช้เวลาในการทำงานนานเนื่องจากต้องแก้ไขโครงสร้างอยู่หลายแบบ

5.2 การแก้ไขและพัฒนา

5.2.1 เลือกมอเตอร์ที่มีลักษณะตามต้องการแต่ต้องเลือกมอเตอร์ที่น้ำหนักเบา เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการเคลื่อนที่

5.2.2 ออกแบบโครงสร้างโดยศึกษาหาข้อมูลให้มากที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด

5.2.3 เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีขายทั่วไป เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการหาซื้อ

5.3 สรุปโครงงาน

ในการสร้างหุ่นยนต์ทำความสะอาดนั้นมีส่วนที่สำคัญได้แก่โครงสร้างทั้งการเกาะ การยึดการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ ซึ่งต้องออกแบบอย่างพิถีพิถัน ส่วนที่สำคัญที่ควรทราบอีกก็คือ การทำงานของหุ่นยนต์ การทำงานนั้นจะเป็นไปตาม ขั้นตอน โดยแต่ละ ขั้นตอน จะต้องมาจากการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะเป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ

อุปกรณ์ไมโครคอนโทรเลอร์นั้นเป็นเหมือนกับสมองสั่งงานโดยจะทำการคิดประมวณผลตามโปรแกรมเราได้ทำการเขียนเอาไว้ซึ่งหลังจากไมโครคอนโทรเลอร์ประมวณผลเสร็จแล้วก็จะให้ลอจิกออกมาควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล , ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล "ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51แบบแฟลช , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด , 2539

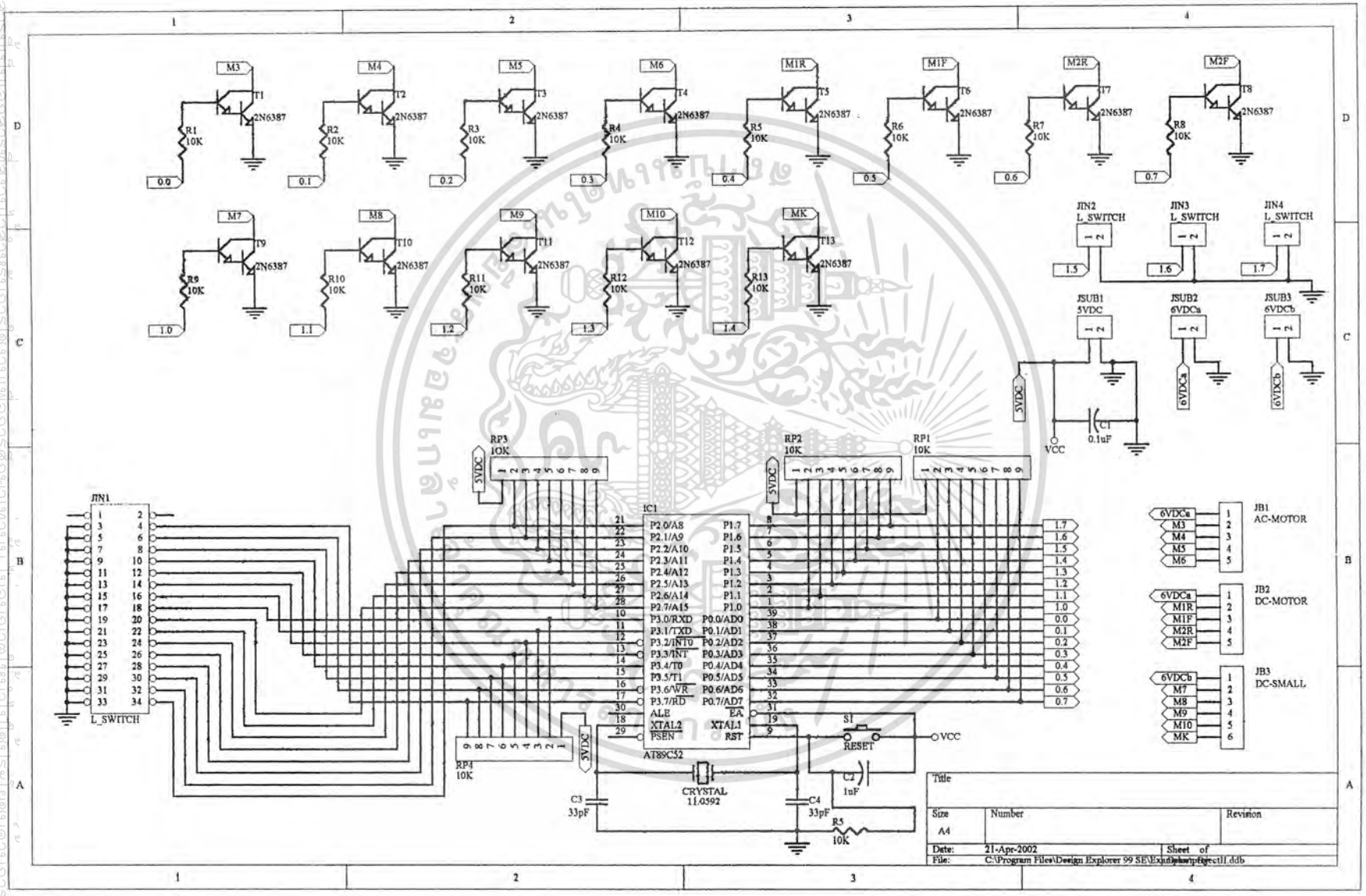
มงคล ทองสงคราม " เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง " บริษัท รามาการพิมพ์ จำกัด

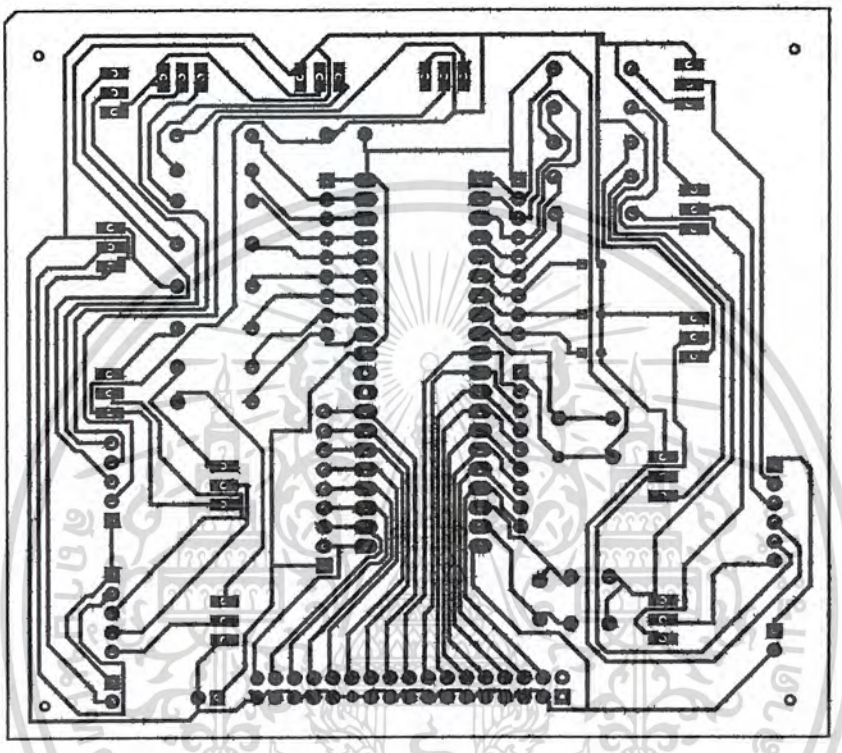
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วงจรอิเล็กทรอนิกส์

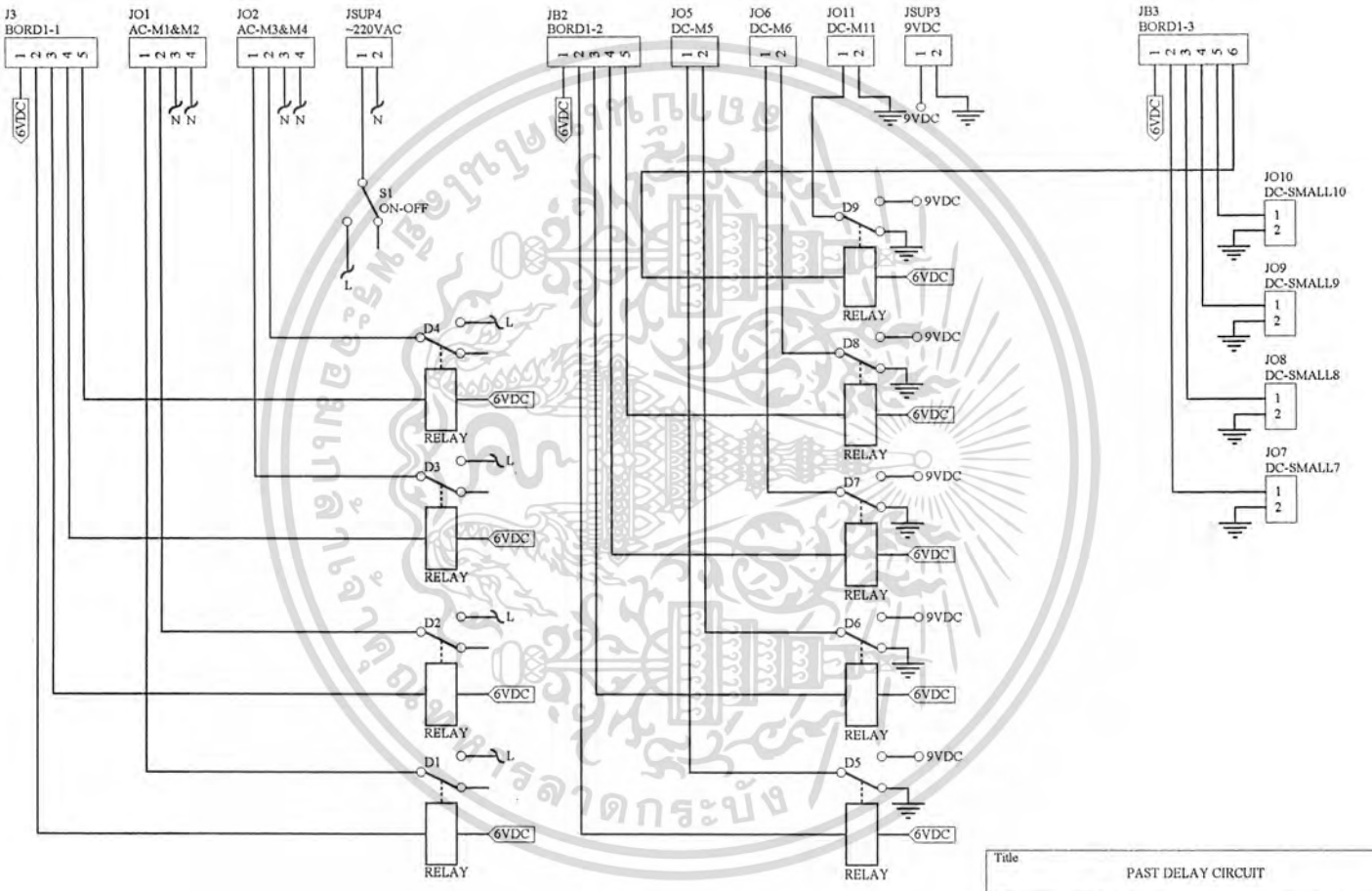
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


M3
T1
2N6387
R1
10K
0.0
M4
T2
2N6387
R2
10K
0.1
M5
T3
2N6387
R3
10K
0.2
M6
T4
2N6387
R4
10K
0.3
M1R
T5
2N6387
R5
10K
0.4
M1F
T6
2N6387
R6
10K
0.5
M2R
T7
2N6387
R7
10K
0.6
M2F
T8
2N6387
R8
10K
0.7
M7
T9
2N6387
R9
10K
1.0
M8
T10
2N6387
R10
10K
1.1
M9
T11
2N6387
R11
10K
1.2
M10
T12
2N6387
R12
10K
1.3
MK
T13
2N6387
R13
10K
1.4
JIN2
L_SWITCH
1.5
JIN3
L_SWITCH
1.6
JIN4
L_SWITCH
1.7
JSUB1
5VDC
JSUB2
6VDCa
JSUB3
6VDCb
C1
0.1uF
VCC
RP3
10K
RP2
10K
RP1
10K
JIN1
L_SWITCH
IC1
AT89C52
P2.0/A8
P2.1/A9
P2.2/A10
P2.3/A11
P2.4/A12
P2.5/A13
P2.6/A14
P2.7/A15
P3.0/RXD
P3.1/TXD
P3.2/INT0
P3.3/INT
P3.4/T0
P3.5/T1
P3.6/WR
P3.7/RD
ALE
PSEN
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
P0.0/AD0
P0.1/AD1
P0.2/AD2
P0.3/AD3
P0.4/AD4
P0.5/AD5
P0.6/AD6
P0.7/AD7
EA
XTAL1
XTAL2
RST
RP4
10K
CRYSTAL
11.0592
C2
1uF
C3
33pF
C4
33pF
R5
10K
S1
RESET
JB1
AC-MOTOR
JB2
DC-MOTOR
JB3
DC-SMALL
Title
Size
A4
Number
Revision
Date:
21-Apr-2002
Sheet of
File:
C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Exa

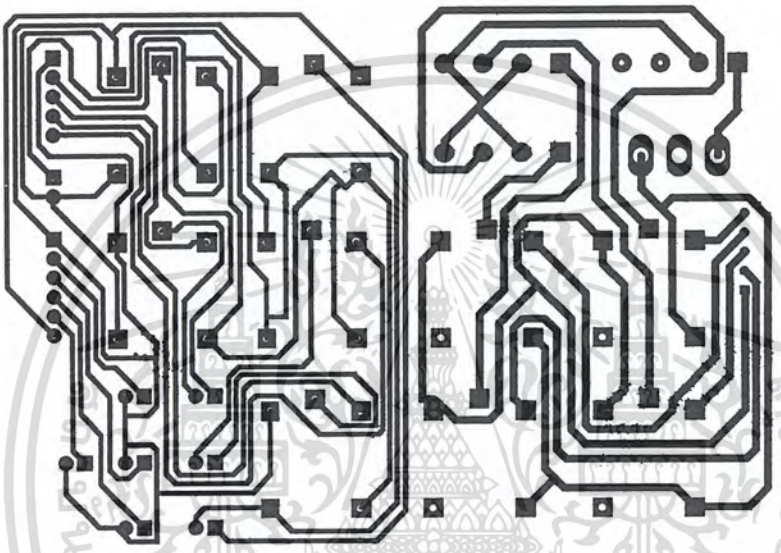


รูป ที่ ก.1 ลายทองแดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

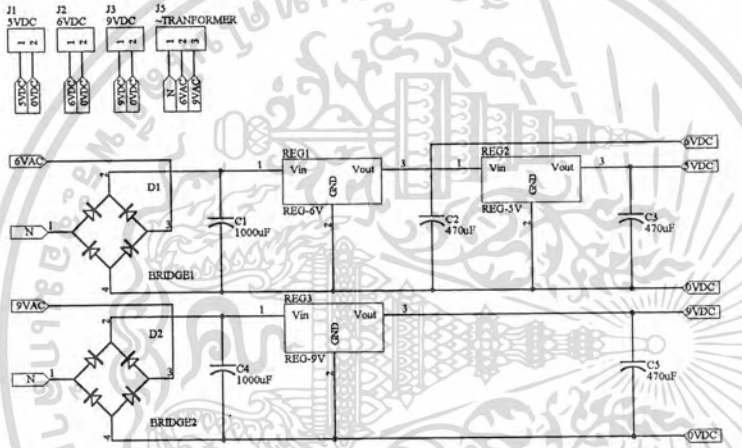


Title: PAST DELAY CIRCUIT		
Size: A4	Number:	Revision:
Date: 15-Mar-2002		Sheet of
File: C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Examples\ProjectII.ddb		

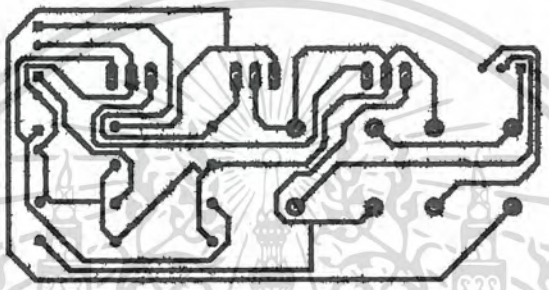


รูปที่ ก.2 ลายทองแดงวงจรรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title	POWER SUPPLY		
Size: B	Number		Revision
Date:	15-Mar-2002	Sheet of	
File:	C:\Program Files\Design Explorer 99 SE\Examples\project1.ddb		



รูปที่ ก.3 ลายทองแดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้า

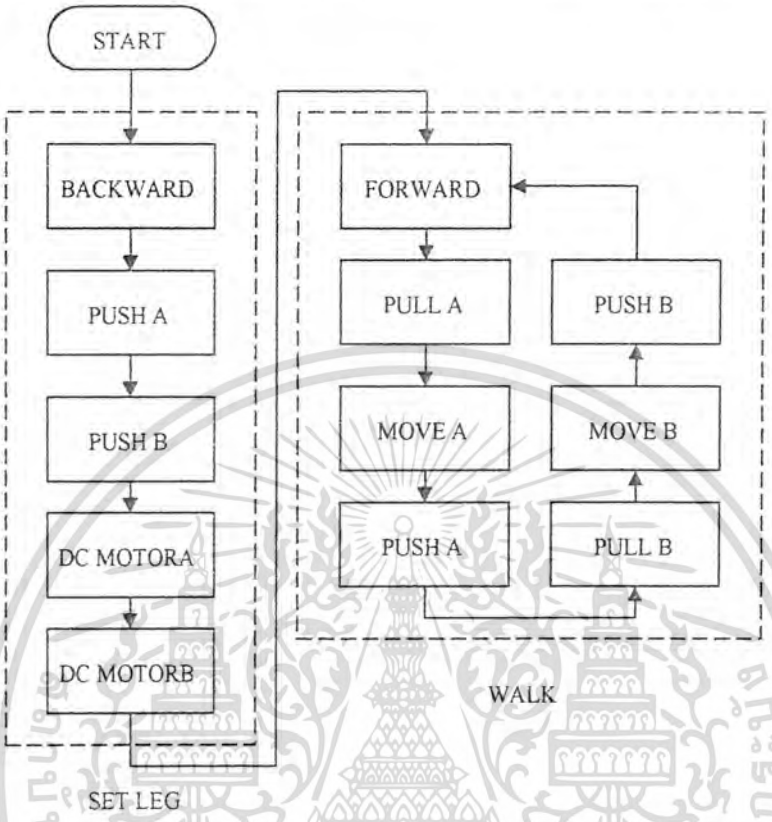
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

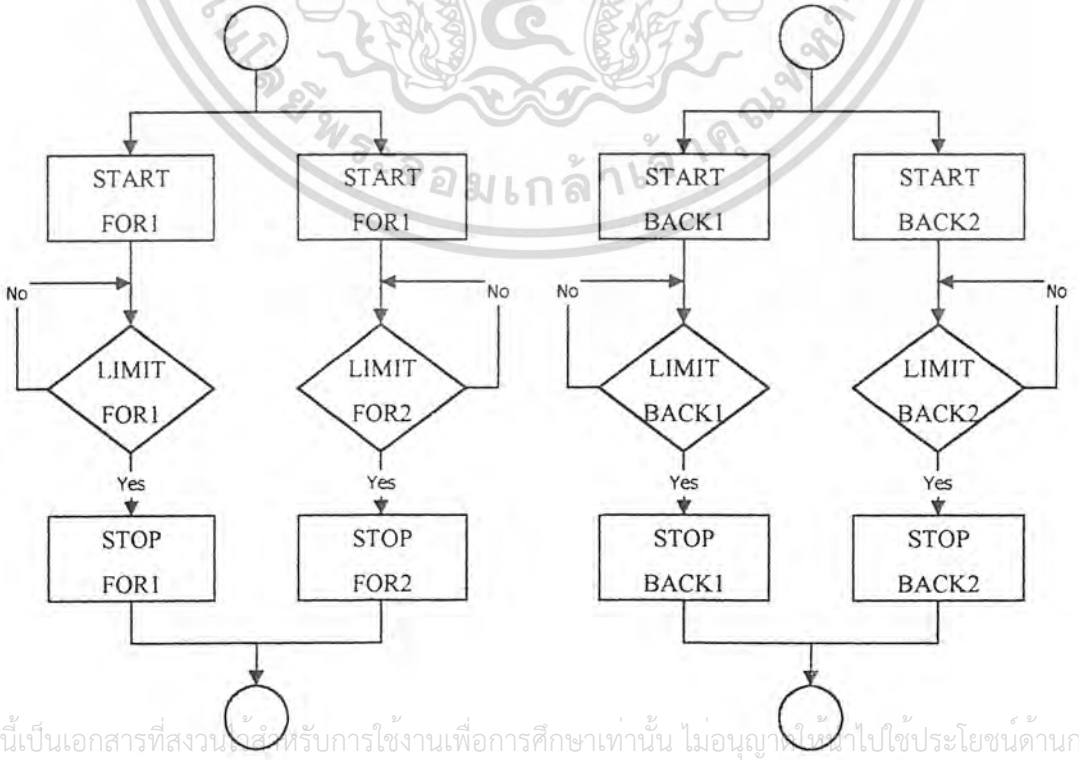
Flowchart และ โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart โปรแกรมหลักของหุ่นยนต์ทำความสะอาด

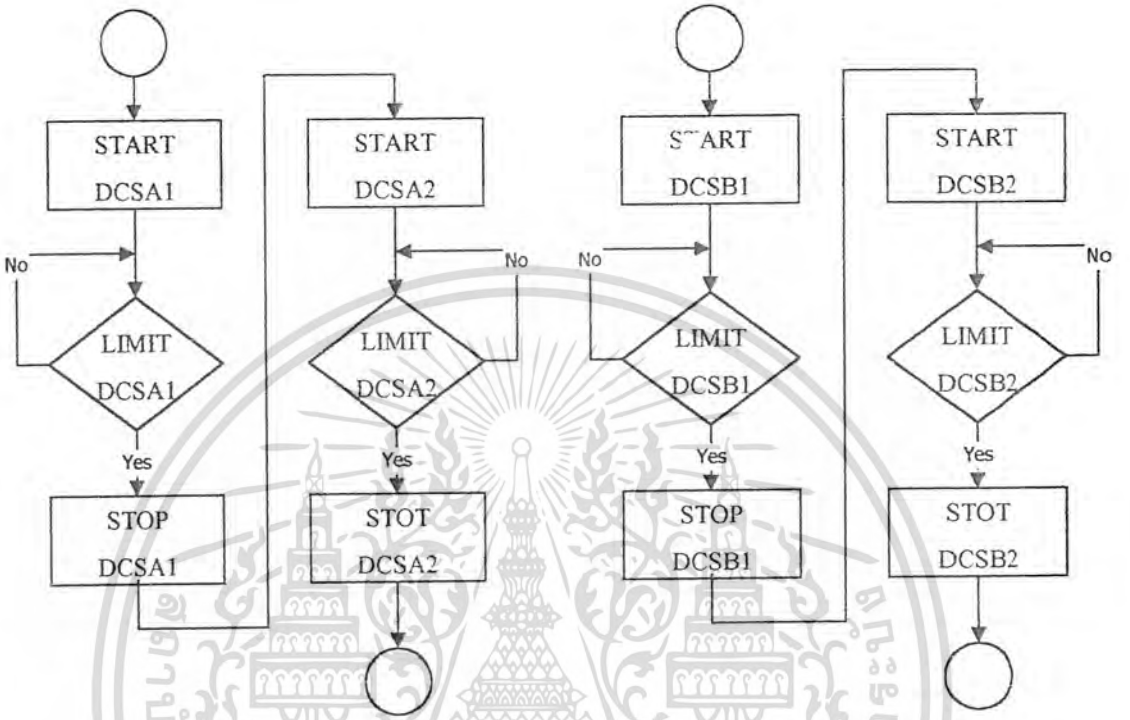


Flowchart โปรแกรมย่อยควบคุมการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรงชนิดทดเฟือง
ที่ใช้เลื่อนหุ่นยนต์ไปด้านหน้าและถอยกลับ

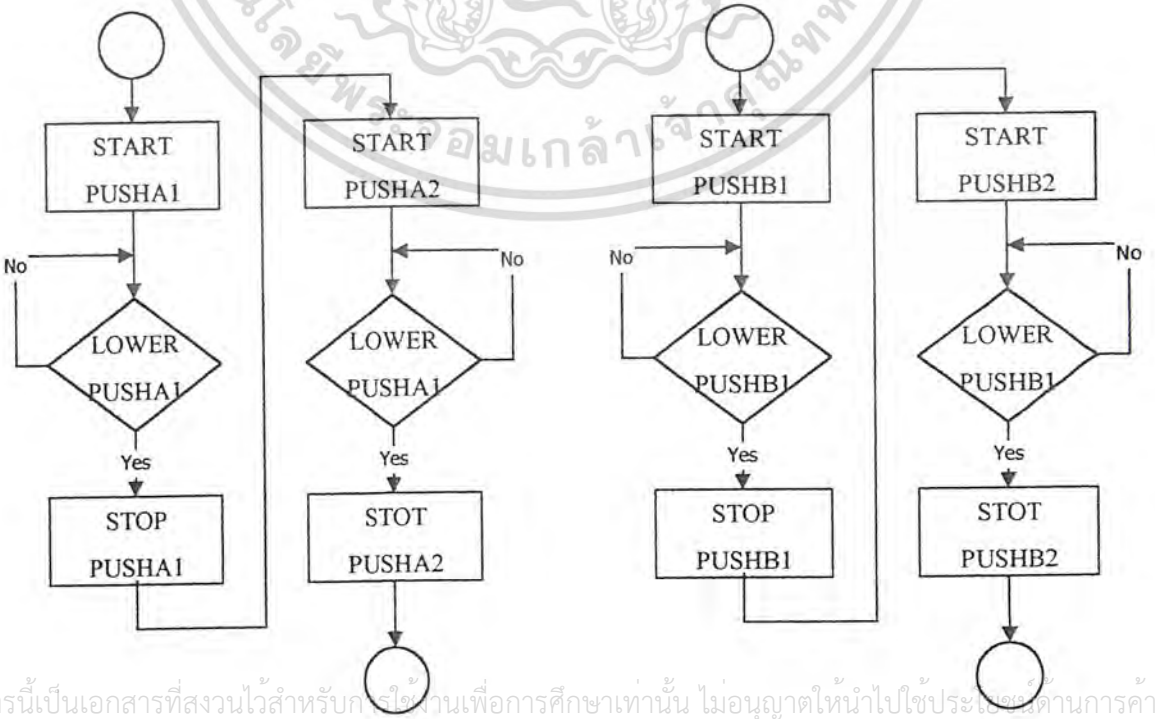


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart โปรแกรมย่อยควบคุมการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระตรง
ที่ใช้ปลดการยึดเกาะของขาทั้งสองชุด

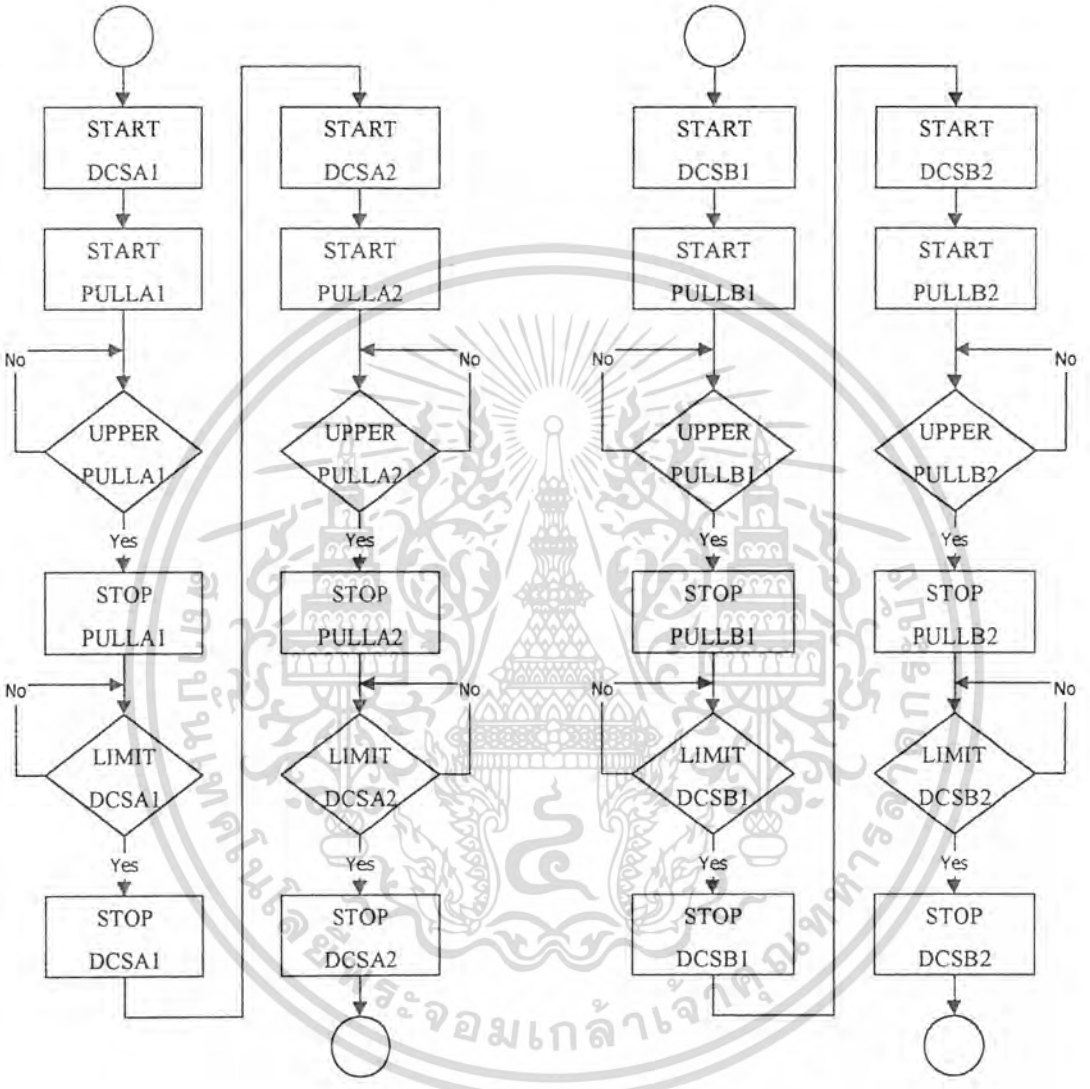


Flowchart โปรแกรมย่อยควบคุมกระทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง
ที่ใช้กดยึดตัวดูดกระจกของขาทั้งสองชุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart โปรแกรมย่อยควบคุมกระทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิดทดเฟือง
และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ดึงตัวดูดกระจกของขาทั้งสองชุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ****************** CLEANOR ROBOT ******************

; ******************BIT TO SENSOR *********************
                S1    BIT   P2.0
                S2    BIT   P2.1
                S3    BIT   P2.2
                S4    BIT   P2.3
                S5    BIT   P2.6
                S6    BIT   P3.4
                S7    BIT   P3.1
                S8    BIT   P3.7
                S9    BIT   P2.4
                S10   BIT   P2.5
                S11   BIT   P3.2
                S12   BIT   P3.3
                S13   BIT   P2.7
                S14   BIT   P3.0
                S15   BIT   P3.5
                S16   BIT   P3.6

; ******************SET UP BIT ************************
                ORG     0000H
                LCALL   DELAY
                MOV     P0,#00H          ; CLEAR PORT
                MOV     P1,#00H          ; CLEAR PORT
                MOV     P2,#0FFH         ; INPUT PORT
                MOV     P3,#0FFH         ; INPUT PORT

;****************** SET UP LEG FOR STICK ****************
                ACALL   BACKWARD         ;MOVE A & B RACKWARD
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                ACALL   PUSHA           ;PUSH LEG PART A
                ACALL   PUSHB           ;PUSH LEG PARTB
                ACALL   DCSA            ;SET LEG PART A
                ACALL   DCSB            ;SET LEG PART B

;*************************************************************
;****************** START WALK FORWORD ****************
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
                LCALL   DELAY
START:

;******************STEP 1 MOVE AB *************************
                ACALL   FORWARD

;****************** STEP 2 *******************************
                LCALL   PULLA           ;PULL LEG PART A
MOVEA:          JNB     S1,MOVEA1       ; MOVE A
                SETB    P0.4
                CLR     P0.5
                SJMP    MOVEA
MOVEA1:         CLR     P0.4
                LCALL   DELAY
                LCALL   PUSHA

;****************** STEP 3 *****************************
                LCALL   PULLB           ; PULL LEG PART B
MOVEB:          JNB     S3,MOVEB1       ; MOVE B
                SETB    P0.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                CLR     P0.7
                SJMP    MOVEB
MOVEB1:         CLR     P0.6
                LCALL   DELAY
                LCALL   PUSHB
                SJMP    START

;*******************END OF WALK ****************************

;*******************ALL LOOP FOR CALL**********************
;******************* DCSA *********************************
DCSA:           JNB     S5,DCSA1
                SETB    P1.0
                SJMP    DCSA
DCSA1:          CLR     P1.0
DCSA2:          JNB     S8,DCSA3
                SETB    P1.3
                SJMP    DCSA2
DCSA3:          CLR     P1.3
                RET

;*******************DCSB *********************************
DCSB:           JNB     S6,DCSB1
                SETB    P1.1
                SJMP    DCSB
DCSB1:          CLR     P1.1
DCSB2:          JNB     S7,DCSB3
                SETB    P1.2
                SJMP    DCSB2
DCSB3:          CLR     P1.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

; ***************** MOVE FORWARD **********************
FORWARD:        JNB     S2,FORWARD1
                SETB    P0.5
                CLR     P0.4
                SJMP    FORWARD2
FORWARD1:       CLR     P0.5
FORWARD2:       JNB     S4,FORWARD3
                SETB    P0.7
                CLR     P0.6
                SJMP    FORWARD
FORWARD3:       CLR     P0.7
                JB      S2,FORWARD
                RET

; ***************** MOVE BACKWARD ******************
BACKWARD:       JNB     S1,BACKWARD1
                SETB    P0.4
                CLR     P0.5
                SJMP    BACKWARD2
BACKWARD1:      CLR     P0.4
BACKWARD2:      JNB     S3,BACKWARD3
                SETB    P0.6
                CLR     P0.7
                SJMP    BACKWARD
BACKWARD3:      CLR     P0.6
                JB      S1,BACKWARD
                RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ******************  PULLA ***********************
PULLA:          SETB    P1.0
PULLA1:         JNB     S9,PULLA
                SETB    P0.0
                SJMP    PULLA1
PULLA2:         CLR     P0.0
DCSPULLA:       JNB     S5,DCSPULLA1
                SETB    P1.0
                SJMP    DCSPULLA
DCSPULLA1:      CLR     P1.3
                SETB    P1.3
PULLA3:         JNB     S15,PULLA4
                SETB    P0.3
                SJMP    PULLA3
PULLA4:         CLR     P0.3
DCSPULLA2:      JNB     S8,DCSPULLA3
                SETB    P1.3
                SJMP    DCSPULLA2
DCSPULLA3:      CLR     P1.3
                RET

; ******************PUSH A **********************
PUSHA:          JNB     S10,PUSHA1
                SETB    P0.0
                SJMP    PUSHA
PUSHA1:         CLR     P0.0
PUSHA2:         JNB     S16,PUSHA3
                SETB    P0.3
                SJMP    PUSHA2
PUSHA3:         CLR     P0.3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                RET

;*****************PULL B*************************
PULLB:          SETB    P1.1
PULLB1:         JNB     S11,PULLB2
                SETB    P0.1
                SJMP    PULLB1
PULLB2:         CLR     P0.1
DCSPULLB:       JNB     S6,DCSPULLB1
                SETB    P1.1
                SJMP    DCSPULLB
DCSPULLB1:      CLR     P1.1
                SETB    P1.2
PULLB3:         JNB     S13,PULLB4
                SETB    P0.2
                SJMP    PULLB3
PULLB4:         CLR     P0.2
DCSPULLB2:      JNB     S7,DCSPULLB3
                SETB    P1.2
                SJMP    DCSPULLB2
DCSPULLB3:      CLR     P1.2
                RET

;*****************PUSH B *********************
PUSHB:          JNB     S12,PUSHB1
                SETB    P0.1
                SJMP    PUSHB
PUSHB1:         CLR     P0.1
PUSHB2:         JNB     S14,PUSHB3
                SETB    P0.2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SJMP    PUSHB2
PUSHB3:         CLR     P0.2
                RET

; ****************** DELAY *************************
DELAY:          MOV     R0,#07H
DELAY1:         MOV     R1,#0FFH
DELAY2:         MOV     R2,#0FFH
                DJNZ    R3,$
                DJNZ    R1,DELAY2
                DJNZ    R0,DELAY1
                RET

                END
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

รายละเอียดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียด Transistor

2N6387

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ON Semiconductor

Plastic Medium-Power Silicon Transistors

2N6387
2N6388*

*ON Semiconductor Preferred Device

DARLINGTON
8 AND 10 AMPERE
NPN SILICON
POWER TRANSISTORS
60–80 VOLTS
65 WATTS

. . . designed for general–purpose amplifier and low–speed switching applications.

- High DC Current Gain —
  h_{FE} = 2500 (Typ) @ I_C = 4.0 Adc
- Collector–Emitter Sustaining Voltage — @ 100 mAdc
  $V_{CEO(sus)}$ = 60 Vdc (Min) — 2N6387
  = 80 Vdc (Min) — 2N6388
- Low Collector–Emitter Saturation Voltage —
  $V_{CE(sat)}$ = 2.0 Vdc (Max) @ I_C = 5.0 Adc — 2N6387, 2N6388
- Monolithic Construction with Built–In Base–Emitter Shunt Resistors
- TO–220AB Compact Package

CASE 221A–09
TO–220AB

***MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	2N6387	2N6388	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CB}	60	80	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EB}	5.0		Vdc
Collector Current — Continuous Peak	I_C	10 15	10 15	Adc
Base Current	I_B	250		mAdc
Total Power Dissipation @ T_C = 25 C Derate above 25 C	P_D	65 0.52		Watts W/ C
Total Power Dissipation @ T_A = 25 C Derate above 25 C	P_D	2.0 0.016		Watts W/ C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–65 to +150		C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristics	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.92	C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	62.5	C/W

Preferred devices are ON Semiconductor recommended choices for future use and best overall value.

Semiconductor Components Industries, LLC, 2001
March, 2001 – Rev. 9

Publication Order Number:
2N6387/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

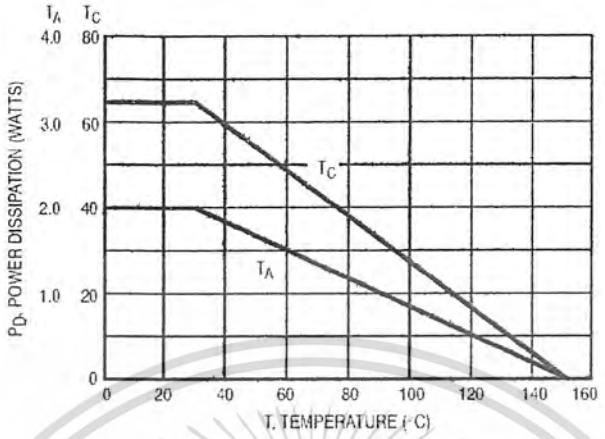


Figure 1. Power Derating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Characteristic		Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS					
Collector–Emitter Sustaining Voltage (1) (I_C = 200 mAdc, I_B = 0)	2N6387 2N6388	$V_{CEO(sus)}$	 60 80	 — —	Vdc
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 60 Vdc, I_B = 0) (V_{CE} = 80 Vdc, I_B = 0)	 2N6387 2N6388	I_{CEO}	 — —	 1.0 1.0	mAdc
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 60 Vdc, $V_{EB(off)}$ = 1.5 Vdc) (V_{CE} = 80 Vdc, $V_{EB(off)}$ = 1.5 Vdc) (V_{CE} = 60 Vdc, $V_{EB(off)}$ = 1.5 Vdc, T_C = 125 C) (V_{CE} = 80 Vdc, $V_{EB(off)}$ = 1.5 Vdc, T_C = 125 C)	 2N6387 2N6388 2N6387 2N6388	I_{CEX}	 — — — —	 300 300 3.0 3.0	μAdc mAdc
Emitter Cutoff Current (V_{BE} = 5.0 Vdc, I_C = 0)		I_{EBO}	—	5.0	mAdc
ON CHARACTERISTICS (1)					
DC Current Gain (I_C = 5.0 Adc, V_{CE} = 3.0 Vdc) (I_C = 1.0 Adc, V_{CE} = 3.0 Vdc)	 2N6387, 2N6388 2N6387, 2N6388	h_{FE}	 1000 100	 20,000 —	—
Collector–Emitter Saturation Voltage (I_C = 5.0 Adc, I_B = 0.01 Adc) (I_C = 10 Adc, I_B = 0.1 Adc)	 2N6387, 2N6388 2N6387, 2N6388	$V_{CE(sat)}$	 — —	 2.0 3.0	Vdc
Base–Emitter On Voltage (I_C = 5.0 Adc, V_{CE} = 3.0 Vdc) (I_C = 10 Adc, V_{CE} = 3.0 Vdc)	 2N6387, 2N6388 2N6387, 2N6388	$V_{BE(on)}$	 — —	 2.8 4.5	Vdc
DYNAMIC CHARACTERISTICS					
Small–Signal Current Gain (I_C = 1.0 Adc, V_{CE} = 5.0 Vdc, f_{test} = 1.0 MHz)		$\|h_{fe}\|$	20	—	
Output Capacitance (V_{CB} = 10 Vdc, I_E = 0, f = 1.0 MHz)		C_{ob}	—	200	pF
Small–Signal Current Gain (I_C = 1.0 Adc, V_{CE} = 5.0 Vdc, f = 1.0 kHz)		h_{fe}	1000	—	—

*Indicates JEDEC Registered Data

(1) Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

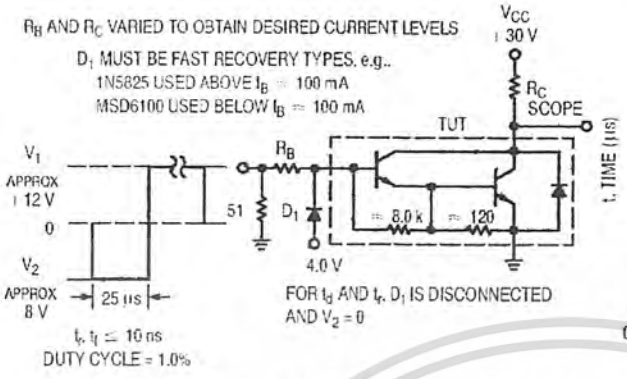


Figure 2. Switching Times Test Circuit

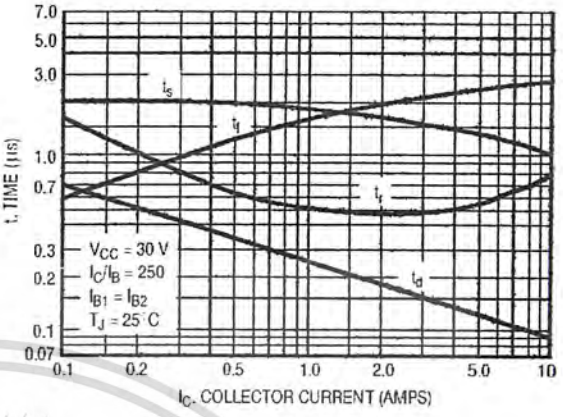


Figure 3. Switching Times

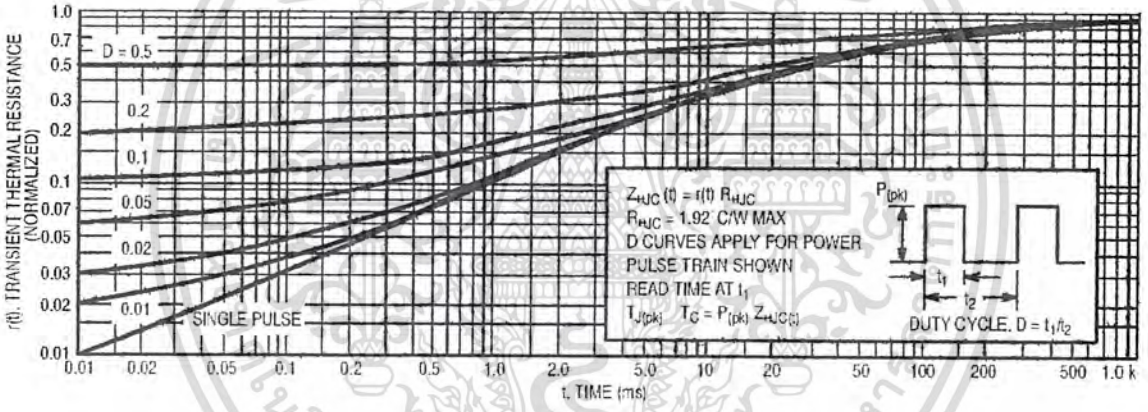


Figure 4. Thermal Response

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

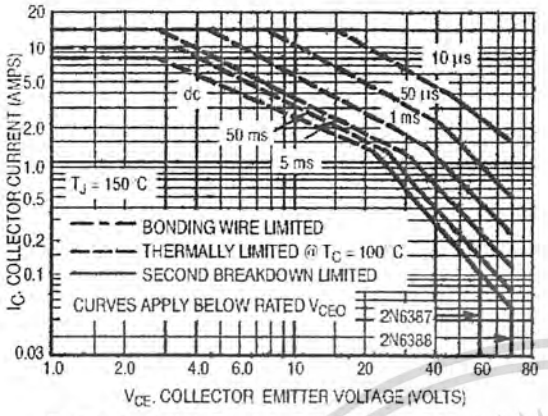


Figure 5. Active-Region Safe Operating Area

There are two limitations on the power handling ability of a transistor: average junction temperature and second breakdown. Safe operating area curves indicate $I_C - V_{CE}$ limits of the transistor that must be observed for reliable operation; i.e., the transistor must not be subjected to greater dissipation than the curves indicate.

The data of Figure 5 is based on $T_{J(pk)}$ = 150°C; T_C is variable depending on conditions. Second breakdown pulse limits are valid for duty cycles to 10% provided $T_{J(pk)}$ ≤ 150°C. $T_{J(pk)}$ may be calculated from the data in Figure 4. At high case temperatures, thermal limitations will reduce the power that can be handled to values less than the limitations imposed by second breakdown.

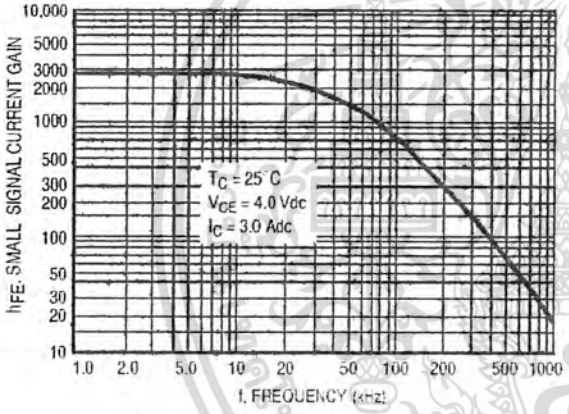


Figure 6. Small–Signal Current Gain

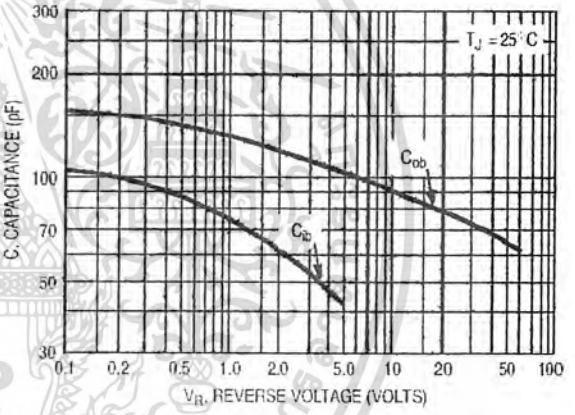


Figure 7. Capacitance

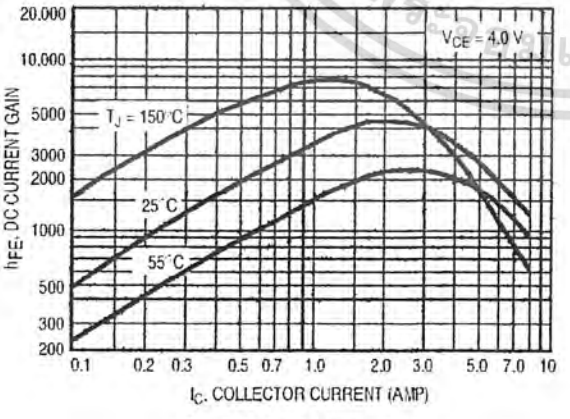


Figure 8. DC Current Gain

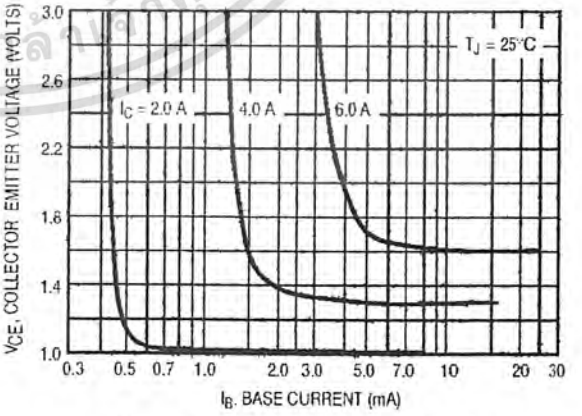


Figure 9. Collector Saturation Region

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

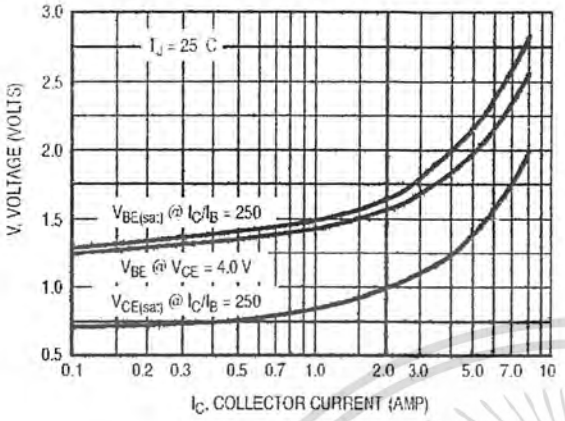


Figure 10. "On" Voltages

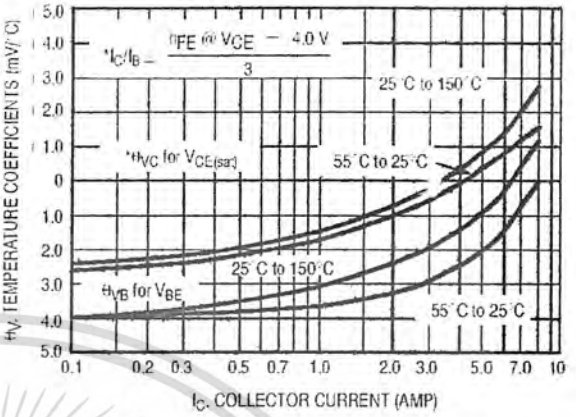


Figure 11. Temperature Coefficients

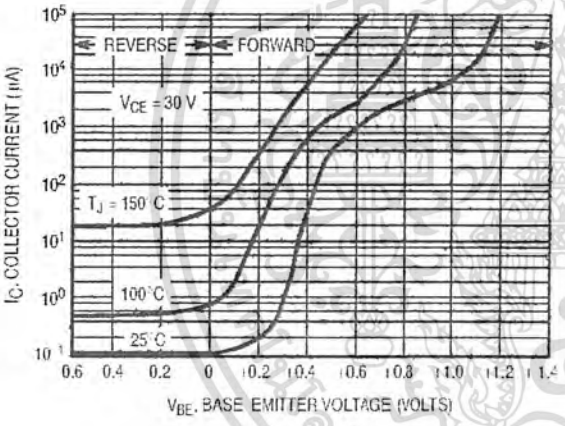


Figure 12. Collector Cut−Off Region

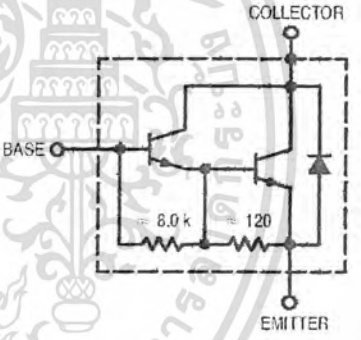
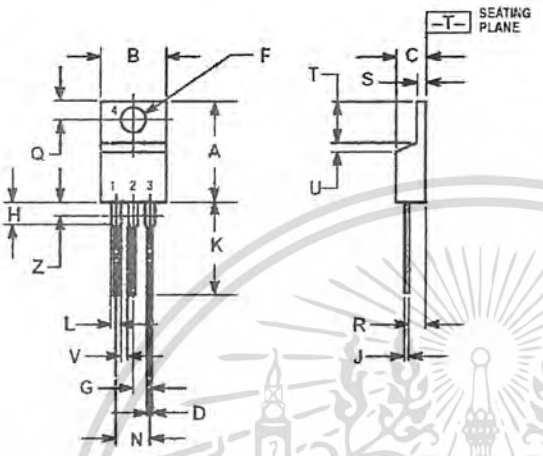


Figure 13. Darlington Schematic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE DIMENSIONS

TO–220AB
CASE 221A–09
ISSUE AA



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION Z DEFINES A ZONE WHERE ALL BODY AND LEAD IRREGULARITIES ARE ALLOWED.

	INCHES		MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.570	0.620	14.48	15.75
B	0.380	0.405	9.66	10.28
C	0.160	0.190	4.07	4.82
D	0.025	0.035	0.64	0.88
F	0.142	0.147	3.61	3.73
G	0.095	0.105	2.42	2.66
H	0.110	0.155	2.80	3.93
J	0.018	0.025	0.46	0.64
K	0.500	0.562	12.70	14.27
L	0.045	0.060	1.15	1.52
N	0.190	0.210	4.83	5.33
Q	0.100	0.120	2.54	3.04
R	0.080	0.110	2.04	2.79
S	0.045	0.055	1.15	1.39
T	0.235	0.255	5.97	6.47
U	0.000	0.050	0.00	1.27
V	0.045	---	1.15	---
Z	---	0.080	---	2.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้