สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบจัดเก็บและเรียกใช้แผ่นซีดีอัตโนมัติ

AUTOMATION CD CHANGER

นายเตชิษฐ์ ทองชิตร์

Mr.Techit Thongchit

นายบัณฑิต ตันตระกูล

Mr.Bundit Tuntrakool

นายสุรเกียรติ เหมวิมล

Mr.Surakead Hemvimol

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45811
วัน, เดือน, ปี 18 ก.พ. 2546

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**ระบบการจัดเก็บและเรียกใช้แผ่นซีดีอัตโนมัติ**
	Automation CD Changer
นักศึกษา	นายเตชิษฐ์ ทองชิตร์
	รหัสประจำตัว 41014618
	นายบัณฑิต ตันตระกูล
	รหัสประจำตัว 41014656
	นายสุรเกียรติ เหมวิมล
	รหัสประจำตัว 41014787
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์
สาขา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2544

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(อ. พลชัย โชติปลายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	**ระบบจัดเก็บและเรียกใช้แผ่นซีดีจากฐานข้อมูลอัตโนมัติ**
นักศึกษา	**นาย เตชิษฐ์ ทองชิตร์**
	รหัสประจำตัว 41014618
	นาย บัณฑิต ตันตระกูล
	รหัสประจำตัว 41014656
	นายสุรเกียรติ เหมวิมล
	รหัสประจำตัว 41014787
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	**อาจารย์พลชัย โชติปรายนกุล**

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เป็นการออกแบบและสร้าง ระบบจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลจากแผ่น CD แบบอัตโนมัติโดยใช้กลไกทางกลศาสตร์โดยมีส่วนสำคัญ คือ แขนกล (Robot Arm) แบบทรงกระบอก (Cylinder) ทำหน้าที่เคลื่อนที่หยิบย้ายแผ่นCDโดยเครื่องสามารถใช้ข้อมูลบนแผ่น CD ที่เป็นลักษณะของไฟล์ภาพยนตร์ (DAT, MPEG FILE) โดยใช้เครื่องเล่น VCD เป็นหน่วยในการอ่าน,เล่นข้อมูลที่อยู่บนแผ่น CD / VCD และทำการควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยคอมพิวเตอร์ โดยมีการอ้างอิงตำแหน่งและข้อมูลของแผ่นจากฐานข้อมูลจนไปถึงการสั่งงานและควบคุมเครื่องเล่น VCD ให้ทำงานตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic CD changer	
Student	Mr. Thechit	Thongchit
	Mr. Bundit	Tuntrakul
	Mr.Surakead	Hemvimol
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering	
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	
Advisor	Mr. Pholachai	Chotipraynakul

ABSTRACT

This Thesis is designed and constructed for data storage system, CD which it can be automatically recalled by cylindrical robot arm to tray of VCD player. References position of each CD is memorized and picked up by programming. This system can be applied to CD jukebox, which choose CD and song. Computer can control this system as reference the position until control VCD player.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำพร้อมคำปรึกษาเกี่ยวกับการดำเนินงานและจัดสร้างโครงงานจาก อ. เอกพจน์ ตันตราภิวัฒน์ และ อ. พลชัย โชติปรายนกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ และกรุณาให้ความรู้ในเรื่องที่เป็นประโยชน์และคอยดูแลในส่วนของปฏิบัติงานจนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ ผศ.พรศักดิ์ อรรถวานิช ที่เคารพและนับถือของทางคณะผู้จัดทำ นอกจากนี้ยังคอยเอาใจใส่พร้อมให้คำปรึกษาแนะนำสิ่งต่างๆเสมอมา

ขอขอบคุณ อ. อุดม จันทร์จรัสสุข ที่กรุณาให้คำปรึกษาและความรู้ด้านอิเล็คทรอนิคส์ตลอดจนคอยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิบัติงาน

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่านที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณน้องๆและเพื่อนทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างจนทำให้สามารถปฏิบัติงานและโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

นาย เตชิษฐ์ ทองชิตร์
นาย บัณฑิต ตันตระกูล
นาย สุรเกียรติ เหมวิมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและจุดเริ่มต้นของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน 1

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 3

2.2 ทฤษฎีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 10

2.3 ทฤษฎีของรีเลย์ 15

2.4 ทฤษฎีของทรานซิสเตอร์รอยต่อไบโพล่าร์ 17

2.5 ทฤษฎีของสวิตช์ตำแหน่ง 18

2.6 ทฤษฎีของการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 20

2.7 ทฤษฎีการ์ดอินเตอร์เฟส 8255 23

2.8 เทคโนโลยีหุ่นยนต์ 25

บทที่ 3 การดำเนินงาน

3.1 การดำเนินงานในส่วนของการเคลื่อนที่และจัดเก็บ 33

3.2 การดำเนินงานในส่วนของวงจรอิเล็คทรอนิคส์ 38

3.3 กี่ดำเนินงานในส่วนของโปรแกรม 41

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 วิธีการทดลอง 48

4.2 ผลการทดลอง 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน..... 51

5.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน..... 51

5.3 แนวทางการพัฒนาและปรับปรุง..... 52

บรรณานุกรม..... 54

ภาคผนวก..... 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	ตัวอย่างของมุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	4
ตารางที่ 2.2	การกำหนดตำแหน่งของพอร์ตสำหรับ การ์ด 8255	24
ตารางที่ 2.3	ตำแหน่งพอร์ตเริ่มต้นที่ 300 H 280H และ 200 ตามลำดับ	25
ตารางที่ 3.1	รายการอุปกรณ์และรายละเอียดที่จัดหามาได้	34
ตารางที่ 3.2	ความต้องการลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ	38
ตารางที่ 3.3	อุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการวงจรควบคุมปุ่มเครื่องเล่นวีซีดี	41
ตารางที่ 4.1	การทดสอบกับตั้งเก็บแผ่น วีซีดี ตั้งที่ 1	48
ตารางที่ 4.2	การทดสอบกับตั้งเก็บแผ่นวีซีดีตั้งที่ 2	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1	ภาพหน้าตัดและการพันขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์	5
รูปที่ 2.2	เส้นแรงแม่เหล็กขณะกระตุ้นเฟสที่ 1	5
รูปที่ 2.3	ขั้นตอนการหมุนเมื่อมีการกระตุ้นเฟส	6
รูปที่ 2.4	ภาพหน้าตัดของ PM สเต็ปปิ้งมอเตอร์	6
รูปที่ 2.5	วงจรกระตุ้นเฟสพื้นฐาน	7
รูปที่ 2.6	ลำดับขั้นการหมุนในมอเตอร์ 4 เฟส	7
รูปที่ 2.7	แสดงสเต็ปการหมุนในโหมดการทำงานแบบหมุนเป็นสเต็ป	8
รูปที่ 2.8	แสดงสเต็ปการหมุนในโหมดการทำงานแบบหมุนต่อเนื่อง	8
รูปที่ 2.9	แสดงการกระตุ้นเฟสแบบเฟสเดี่ยว	9
รูปที่ 2.10	แสดงหารกระตุ้นเฟสแบบเฟสคู่	9
รูปที่ 2.11	แสดงการกระตุ้นเฟสแบบกึ่งสเต็ป	10
รูปที่ 2.12	แสดงไดอะแกรมของระบบควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์	10
รูปที่ 2.13	แสดงโครงสร้างเครื่องกลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	11
รูปที่ 2.14	การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12
รูปที่ 2.15	วงจรแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์กระแสตรง	12
รูปที่ 2.16	วงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	13
รูปที่ 2.17	Torque Speed Curve ของมอเตอร์	14
รูปที่ 2.18	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Torque กับ Tω	14
รูปที่ 2.19	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Torque, ω และกำลังของมอเตอร์	15
รูปที่ 2.20	แสดงแผนผังภายในรีเลย์อย่างง่ายๆ	15
รูปที่ 2.21	แสดง E.M.R	16
รูปที่ 2.22	แสดงการใช้รีเลย์ควบคุมโหลดกระแสสูง	16
รูปที่ 2.23	ความสัมพันธ์ของ Ib และ Ic	17
รูปที่ 2.24	ความสัมพันธ์ของ Ie และ Ic	18
รูปที่ 2.25	แสดงถึง ลิมิตร์สวิตซ์ชนิดต่างๆ	19
รูปที่ 2.26	แสดงสัญลักษณ์ของลิมิตร์สวิตซ์	19
รูปที่ 2.27	ตัวอย่างวงจรควบคุมที่ใช้ในการเปิด – ปิดมอเตอร์	20
รูปที่ 2.28	แสดงการ์ดอินเตอร์เฟส 8255	23
รูปที่ 2.29	แสดงค่าควบคุมการทำงานของ 8255	24
รูปที่ 2.30	แสดงหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในระบบพิกัดตามแนวแกน XYZ	25
รูปที่ 2.31	แสดงหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกระบอก	26
รูปที่ 2.32	แสดงหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในลักษณะทรงกลม	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.33	แสดงหุ่นยนต์แบบเชื่อมต่อแขน	27
รูปที่ 2.34	แสดงหุ่นยนต์แบบ SCARA	27
รูปที่ 2.35	แสดงพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ	28
รูปที่ 2.36	แสดงส่วนประกอบของหุ่นยนต์	29
รูปที่ 2.37	แสดงกลไกการทำงานของแขนหุ่นยนต์	30
รูปที่ 2.38	ตัวอย่างการของมือที่ลักษณะเป็นแบบ GRIPPER	31
รูปที่ 2.39	แสดงลักษณะของมือหุ่นยนต์ที่เป็นอุปกรณ์	31
รูปที่ 3.1	แบบของระบบการเคลื่อนที่ในการหยิบจับแผ่นซีดี	35
รูปที่ 3.2	ชั้นเก็บแผ่นซีดี	36
รูปที่ 3.3	แสดงส่วนรองแผ่นซีดีในชั้นเก็บแผ่นที่ได้ออกแบบ	36
รูปที่ 3.4	แสดงตำแหน่งของระบบจัดเก็บแผ่นซีดี	37
รูปที่ 3.5	แสดงวงจรควบคุมปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดี 1 ปุ่ม	39
รูปที่ 3.6	แสดงวงจรที่ได้ทำการต่อและติดตั้งเรียบร้อย	40
รูปที่ 3.7	แสดงถึงการทำงานโดยรวม	43
รูปที่ 3.8	แสดงถึงการทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 1	44
รูปที่ 3.9	แสดงถึงการทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 2	45
รูปที่ 3.10	แสดงถึง การทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 3	46
รูปที่ 3.11	แสดงถึง การทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี4	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและจุดเริ่มต้นของโครงงาน

ในปัจจุบันการร้องเพลงคาราโอเกะเป็นที่นิยมมากขึ้น เนื่องจากเป็นการผ่อนคลายความเครียดและเป็นกิจกรรมแบบกลุ่มที่ดี นอกจากนี้ยังเป็นที่พบปะสังสรรค์ในหมู่เพื่อนหรือบุคคลประเภทต่างได้ เช่น ในกลุ่มนักธุรกิจเป็นต้น ดังนั้นจึงมีการผลิตเครื่องเล่นคาราโอเกะเป็นที่แพร่หลายทั่วไป ซึ่งสามารถพบเห็นได้ทั่วไปตามสถานที่ต่างๆ เครื่องเล่นคาราโอเกะเป็นการประยุกต์มาจากระบบจัดเก็บอัตโนมัติ เพื่อให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน และประหยัดเวลาในการจัดเก็บโดยไม่ต้องใช้แรงงาน เพราะเป็นการจัดเก็บและเรียกใช้งานแผ่นโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมในการจัดเก็บและเรียกแผ่นขึ้นมาใช้งาน นอกจากนี้มีระบบฐานข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะจัดทำอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในส่วนของการป้อนข้อมูลเพื่อจัดทำเป็นรายการที่จะใช้ในการดำเนินการ ซึ่งป้อนเข้าทางคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ และมีโปรแกรมของคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการดำเนินการทั้งในเรื่องของ การจัดเก็บ, การเรียกแผ่นขึ้นมาใช้งานและกระทำการเล่นตามรายการที่ได้ถูกป้อนเข้ามาในตอนแรก นอกจากนี้ยังมีส่วนแสดงผลทางจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้รู้ว่ามีรายการใดได้มีการเรียกเข้ามาในรายการแล้วหรือยัง ซึ่งทำให้มีความสะดวกขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- เพื่อศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติ
- เพื่อศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์แบบทรงกระบอก
- เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์
- เพื่อประยุกต์การใช้งานหุ่นยนต์แบบทรงกระบอก
- เพื่อสามารถออกแบบการทำงานและโครงสร้างของหุ่นยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานของระบบจัดเก็บและเรียกแผ่นซีดีอัตโนมัติได้แบ่งขอบเขตของโครงงานเพื่อให้สามารถประดิษฐ์โครงงานออกมาให้มีความเหมาะสมกับข้อจำกัดต่างๆที่เกิดขึ้นและในสภาวะแวดล้อมที่มีอยู่ เพื่อทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากทรัพยากรและเทคโนโลยีที่มี โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

ส่วนของฐานข้อมูล (Data Base) เป็นการศึกษาในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการเรียกและเก็บแผ่นซีดีจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ โดยข้อมูลของแผ่นจะถูกป้อนเข้าไปในส่วนของโปรแกรม ทำให้สามารถทราบถึงสิ่งต่างๆอาทิเช่น มีแผ่นอยู่หรือไม่ในชั้นเก็บแผ่น แผ่นไหนถูกเก็บไว้ที่ไหน เป็นต้น **ส่วนของระบบการเคลื่อนที่** การเคลื่อนที่สามารถเคลื่อนที่ได้ใน 3 แกน คือ 1. แกนที่ใช้ในการหมุน 2. แกนที่ในแนวระดับ 3. แกนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปหยิบแผ่น มีความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่พอสมควรและมีความแน่นอน **ชั้นเก็บแผ่นซีดี** สามารถใช้ในการเก็บแผ่นได้จำนวน 500 แผ่น โดยจัดทำชั้นที่ใช้เก็บแผ่นซีดีชั้นละ 64 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ศึกษามาใช้ให้เกิดประโยชน์
2. รู้จักการทำงานอย่างเป็นระบบและทีมงาน
3. สามารถเข้าใจหลักการทำงานของหุ่นยนต์แบบทรงกระบอก
4. สามารถประยุกต์การใช้งานวัสดุประเภทต่างๆให้เกิดประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการ ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้าที่มีอินพุทเป็นกลุ่มของ Binary Rotate และเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แบบเชิงมุม หรือหมุนไปตามสเต็ป (แต่ละสเต็ปจะอยู่ในช่วง 0.1 – 90 องศา ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสเต็ปปิ้งมอเตอร์) ตามสัญญาณพัลส์ที่ป้อนให้กับขั้วสเตเตอร์จึงเกิดแรงผลักต่อโรเตอร์ ทำให้โรเตอร์หมุนไป แต่ลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะมีขั้วของสเตเตอร์อยู่หลายขดซึ่งเรียกว่า เฟส นั้นเมื่อป้อนสัญญาณพัลส์ในลักษณะของ Sequence ของเลข Binary โดยผ่านวงจร Driver จะทำให้โรเตอร์หมุนได้อย่างต่อเนื่อง

2.1.1 คุณประโยชน์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

การใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในระบบกาควบคุมตำแหน่งมีข้อดีอยู่หลายประการดังนี้

1. เป็นลักษณะการควบคุมแบบไม่ต้องการการป้อนกลับ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งหรือความเร็ว
2. ความผิดพลาดเกี่ยวกับตำแหน่งแทบจะไม่มีเลย เนื่องจากการเคลื่อนมี่ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์นั้นเคลื่อนที่เป็นสเต็ปด้วยจำนวนองศาที่แน่นอน
3. สเต็ปปิ้งมอเตอร์ถูกนำมาใช้กับเครื่องมือที่ต้องการความละเอียดแม่นยำ และใช้อยู่ในเครื่องมือประเภทดิจิตอล เช่น เครื่องวาดรูป
4. ไม่จำเป็นต้องใช้วงจรแปลงดิจิตอลเป็นอินเตอร์เฟสกับ Microcomputer
5. สเต็ปปิ้งมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลไปเป็นการเคลื่อนที่ทางกล ดังนั้นการติดต่อกับอุปกรณ์ดิจิตอลก็เป็นไปโดยง่าย และวงจรขยายกำลังจากสัญญาณดิจิตอลที่ใช้ก็ถูกกว่าวงจรขยายกำลังเชิงเส้น
6. การออกแบบวงจรควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์สามารถทำได้ง่ายกว่าวงจรควบคุมแบบเซอร์โวมอเตอร์ และยังสามารถออกแบบวงจรในสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ให้สามารถทำงานหรือหยุดได้แบบทันทีทันใด

2.1.2 คุณลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

ความถูกต้องเที่ยงตรงของมุมของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ขณะไม่มีโหลดจะถูกระบุสำกรับมอเตอร์ทุกชนิดเช่น มอเตอร์ที่มี 7.5 องศา ขณะที่เคลื่อนที่ไปหนึ่งสเต็ปเป็นต้น

มอเตอร์ที่มีจำนวนสเต็ปต่อรอบเท่ากับ 4 จะมีค่าผิดพลาดเป็นศูนย์เมื่อหมุนครบ 1 รอบ เพราะขณะที่หมุนมาณ ตำแหน่งเดิมขณะเริ่มต้นขั้วแม่เหล็กและทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) วงเดิม ด้วยเหตุนี้การเปลี่ยนตำแหน่งของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ที่ต้องการความถูกต้องสูงๆ จะต้องแบ่งจำนวนสเต็ปต่อรอบเป็นจำนวนเท่าของ 4 สเต็ป เพื่อลดการสะสมของค่าผิดพลาด (Step Angle Error) ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงาน 4 สเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของมุมสเต็ป

มุมสเต็ป(องศา)	จำนวนสเต็ปต่อรอบ
0.9	400
1.8	200
3.6	100
3.75	93
7.5	48
15	24

2.1.3 แรงบิด (Torque)

การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีแรงบิดเกี่ยวข้องอยู่ 3 ชนิดคือ

1. โฮลดิ้งทอร์ค (Holding Torque) คือแรงบิดที่ทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนไป 2 สเต็ปขณะหยุดนิ่ง ถ้าแรงบิดที่ทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์มีขนาดมากกว่า Holding Torque จะทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์สูญเสียการหมุนแบบสเต็ป กลายเป็นการหมุนแบบต่อเนื่อง โดยปกติขณะการทำงานของมอเตอร์ Torque จะน้อยกว่าระดับ Holding

2. ดีเทนท์ทอร์ค (Detent Torque) เป็นสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ Hybrid และแบบแม่เหล็กถาวร จะมีส่วนประกอบของโรเตอร์ เป็นแม่เหล็กซึ่งจะสร้างแรงบิดมาเบรคการหมุนของมอเตอร์อย่างสม่ำเสมอในขณะที่ไม่มีการป้อนกระแสเข้าขดสเตเตอร์ แรงบิดดังกล่าวนี้เรียกว่าDetent Torque

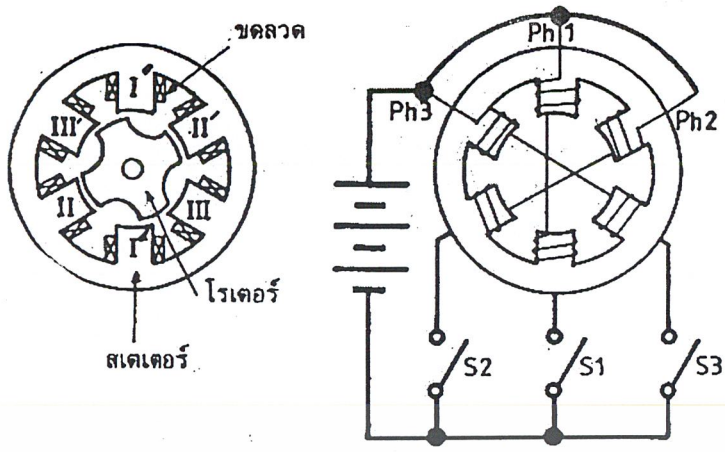
3. ไดนามิคทอร์ค (Dynamic or Working Torque) คือแรงบิดขณะทำงานซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนอัตราเร็วของมอเตอร์ โดยปกติการเปลี่ยนอัตราเร็วของมอเตอร์จะอยู่ในย่านระหว่างเส้นโค้งพูลอิน (Pull – in Curve) และเส้นโค้งพูลเอาท์ (Pull – out Curve) เพราะถ้าปรับอัตราเร็ว ณ จุดนอกโค้งพูลเอาท์ มอเตอร์จะสูญเสียการหมุนแบบสเต็ปได้ เกิดการหมุนแบบต่อเนื่องนั่นเอง

2.1.4 ชนิดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์และการทำงาน

สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบ่งออกได้หลายชนิดด้วยกัน เช่น Variable - reluctance, hybrid, permanent magnet เป็นต้น แต่ที่ใช้งานบ่อยๆ คือ แบบ Variable - reluctance และ permanent magnet ดังนั้นจะอธิบายหลักการทำงานของ 2 ชนิดนี้เท่านั้น

Variable - reluctance หรือเรียกสั้นๆว่า VR มอเตอร์ จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิดอื่นๆ ได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยสามารถพิจารณาส่วนประกอบของมอเตอร์ชนิดนี้ได้ดังรูป ซึ่งเป็นภาพหน้าตัดของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 ภาพหน้าตัดและการพันขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 3 เฟส

จากรูปแสดงถึงส่วนประกอบต่างๆของมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์แบบ 3 เฟส และนอกจากนี้ยังแสดงถึงการพันขดลวดของมอเตอร์ด้วย โดยมอเตอร์นี้จะมีขั้วเหนือและขั้วใต้อยู่ตรงข้ามกัน 3 คู่ โดยจะพันขดลวดแบบอนุกรมกันในแต่ละชุด

การทำงานจะเริ่มจากการกระตุ้นที่เฟส 1 ก่อน(S_1 "ON") ซึ่งจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้น ตัวโรเตอร์จะพยายามวางตำแหน่งของตัวเองให้อยู่ในทิศทางที่ทำให้เกิดค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด ดังรูป

รูป 2.2 แสดงเส้นแรงแม่เหล็กขณะกระตุ้นเฟสที่ 1

ในขณะเริ่มกระตุ้นที่เฟสที่ 2 (S_1 "OFF", S_2 "ON") ดังรูปที่ 2.10 เส้นแรงแม่เหล็กจะไม่อยู่ในแนวทางเดินที่สะดวก จึงทำให้ค่าความต้านทานแม่เหล็กมีค่าสูง ตัวโรเตอร์จะพยายามปรับตัวเองเพื่อให้ค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด ด้วยการหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งแรงบิดที่ใช้ในการหมุนเกิดจากแรงของเส้นแรงแม่เหล็ก แล้วจะไปหยุดที่ตำแหน่งที่ความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด นั่นคือ จะหมุนไป 1 สเต็ป หรือ 30 องศานั่นเอง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสเต็ปของการหมุนโรเตอร์ไป 1 รอบ แสดงได้ดังสมการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

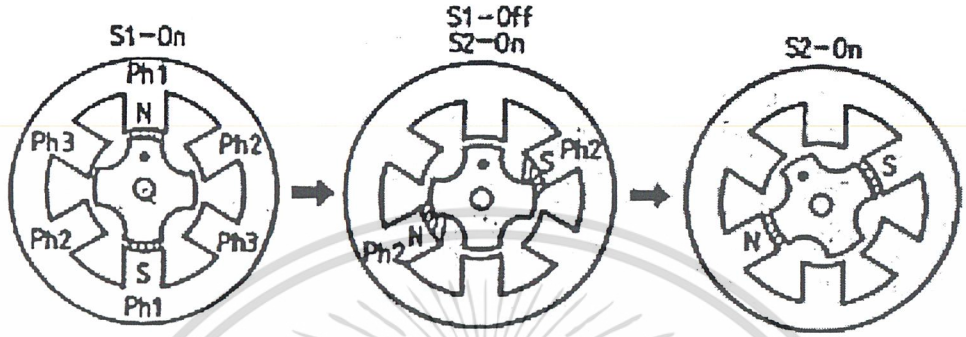
$$S = \frac{360}{\theta_S} = mN_r \quad (2.1)$$

โดย S : จำนวนสเต็ปของการหมุนโรเตอร์ 1 รอบ

m : จำนวนของสเตเตอร์

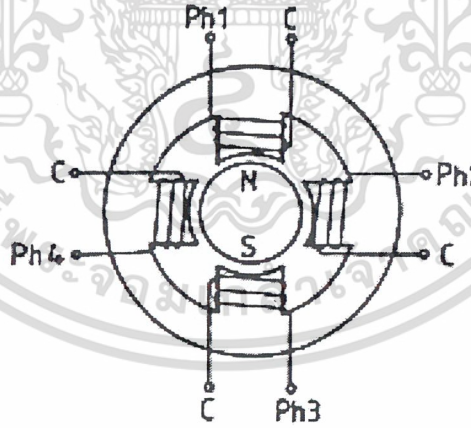
θ_s : มุมที่เปลี่ยนไปใน 1 สเต็ป

N_r : จำนวนฟันของโรเตอร์



รูปที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการหมุนเมื่อมีการกระตุ้นเฟสจาก เฟส 1 ไปยัง เฟส 2

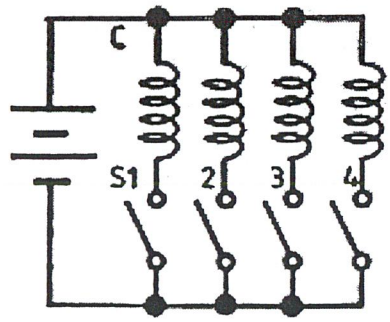
สำหรับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิด Permanent magnet หรือเรียกสั้นๆ ว่า PM มอเตอร์ จะมีข้อแตกต่างที่สำคัญจาก VR มอเตอร์ คือ โรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร จึงทำให้การพันลวดที่สเตเตอร์ต้องแตกต่างไปด้วย ดังแสดงดังรูปที่ 2.4



รูป2.4 แสดงภาพหน้าตัดของ PM สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 4 เฟส

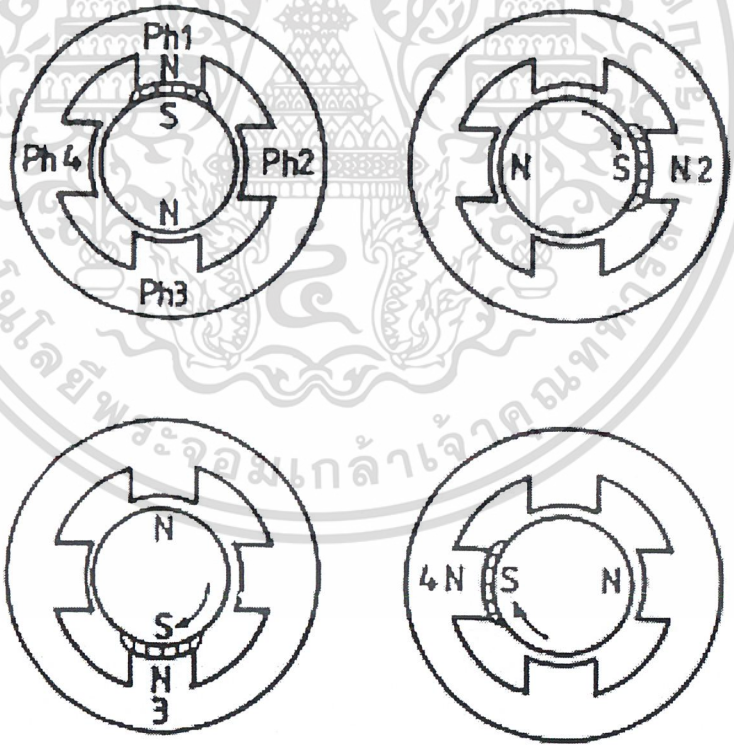
จะเห็นว่าสเตเตอร์ในแต่ละขั้วคือหนึ่งเฟส ดังนั้นจากรูปจึงมีทั้งหมด 4 เฟส ด้วยกัน สำหรับการต่อวงจรกระตุ้นเฟสมอเตอร์อย่างง่ายแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.5 แสดงวงจรกระตุ้นเฟสพื้นฐาน สำหรับ PM มอเตอร์ 4 เฟส

จะเห็นว่าปลายขดลวด (C)ของทุกเฟสจะต่อร่วมกันถึงขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ ดังนั้นเมื่อเกิดการกระตุ้นที่เฟสใดแล้วขั้วสเตเตอร์ที่เฟสนั้นก็จะกลายเป็นขั้ว เหนือ ดูได้จากรูป จะเป็นการแสดงตำแหน่งของโรเตอร์ในแต่ละสเต็ป หลังจากถูกกระตุ้นที่เฟส 1-2-3-4 ตามลำดับ และจะหมุนไปตามทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทุก 90 องศาต่อสเต็ป ถ้าต้องการจะให้มุมองศาต่อสเต็ปมีค่าลดลงหรือมีความละเอียดในตำแหน่งมากขึ้นก็จะต้องเพิ่มจำนวนเฟสของสเตเตอร์และจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ให้มากขึ้น ข้อเสียของ PM มอเตอร์คือ มีราคาแพงมาก และความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กจะถูกจำกัดโดยเส้นแรงแม่เหล็กภายในของแม่เหล็กถาวร ทำให้ไม่สามารถผลิตแรงบิดได้มาก



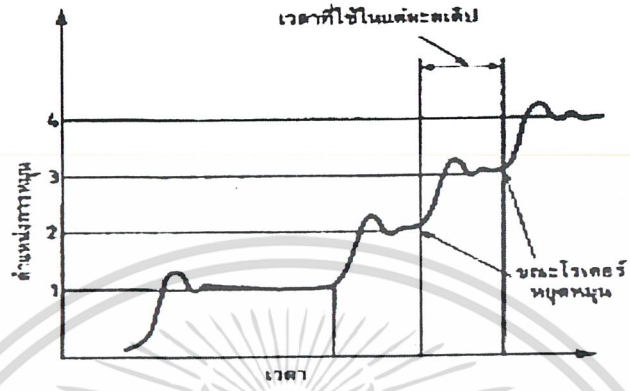
รูปที่ 2.6 แสดงลำดับขั้นการหมุนในมอเตอร์ 4 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 โหมดการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์

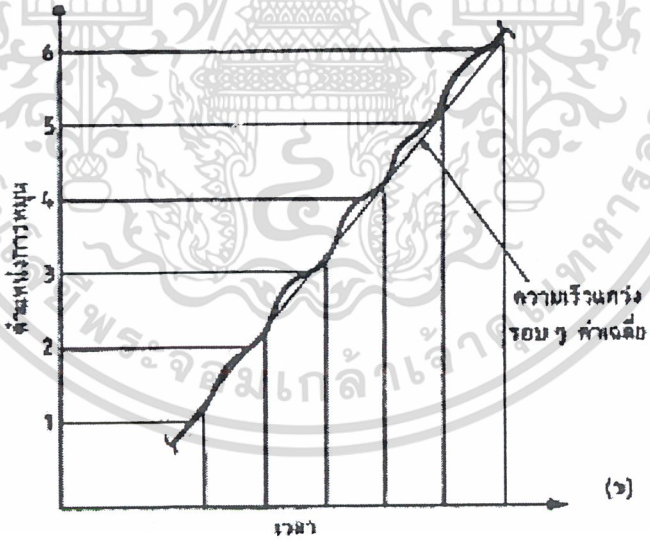
ถ้าจะแบ่งการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตามอัตราเร็วของสเต็ปแต่ละสเต็ปจะแบ่งออกเป็น 2 โหมด คือ หมุนเป็นสเต็ป และแบบหมุนอย่างต่อเนื่อง

โดยถ้าการหมุนเป็นแบบสเต็ปและมีเวลาหยุดนิ่งก่อนที่จะเปลี่ยนสเต็ปถัดไป จะเรียกการทำงานในโหมดนี้ว่า การหมุนเป็นสเต็ป ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่2.7 กราฟแสดงสเต็ปการหมุนในโหมดการทำงานแบบหมุนเป็นสเต็ป

ถ้าเพิ่มอัตราเร็วของในแต่ละสเต็ปให้เร็วขึ้น และเป็นไปอย่างต่อเนื่องไม่มีการหยุดนิ่งจะเรียกการหมุนแบบนี้ว่า การหมุนอย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่2.8 กราฟแสดงสเต็ปการหมุนในโหมดการทำงานแบบหมุนแบบต่อเนื่อง

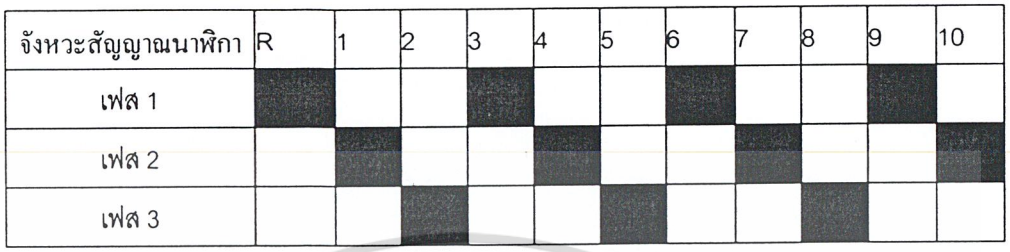
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 วิธีการกระตุ้นเฟส

การที่จะทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนได้อย่างต่อเนื่องเหมือนกับการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นต้องมีการจ่ายพัลส์เป็นลำดับอย่างต่อเนื่อง วิธีการที่จะกระตุ้นเฟสมีด้วยกันหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันมี ดังนี้

การกระตุ้นแบบเฟสเดี่ยว (Single – phase excitation)

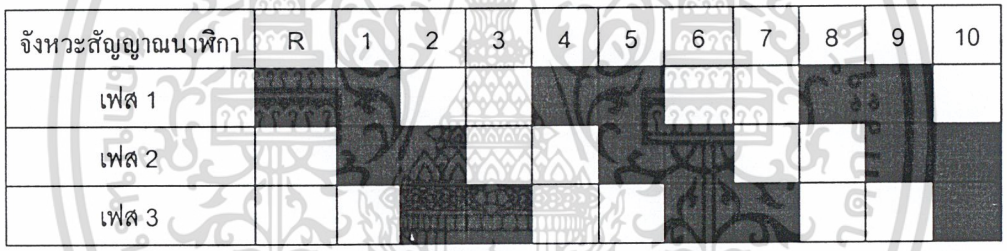
วิธีนี้เป็นการกระตุ้นเฟสเพียงเฟสเดียวเท่านั้นที่จังหวะสัญญาณนาฬิกาหนึ่งๆ



รูปที่2.9 แสดงการกระตุ้นเฟสแบบเฟสเดี่ยว

การกระตุ้นแบบเฟสคู่ (Two – phase excitation)

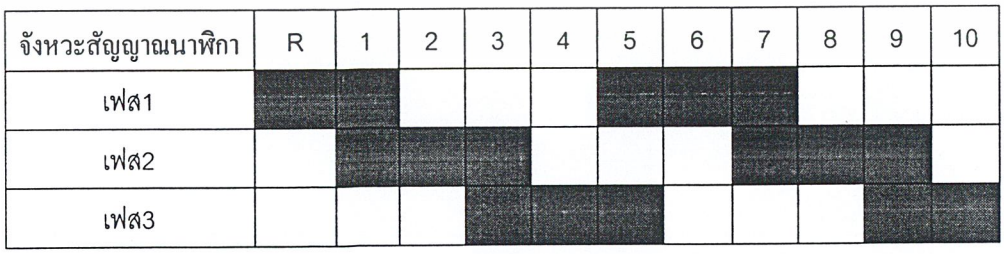
การกระคุ้นแบบนี้จะเป็นการกระตุ้นเฟสสองเฟสพร้อมกันในคราวเดียวกันในจังหวะสัญญาณนาฬิกาหนึ่งๆ



รูปที่ 2.10 แสดงการกระตุ้นเฟสแบบเฟสคู่

การกระตุ้นแบบกึ่งสเต็ป (Half – step excitation)

การกระตุ้นแบบนี้เป็นการรวมเอาการกระตุ้นทั้งสองแบบแรกเข้าด้วยกันโดยจะกระตุ้นเฟสแบบที่เฟสเดี่ยวและจะกระตุ้นแบบเฟสคู่สลับกันไปอย่างต่อเนื่อง

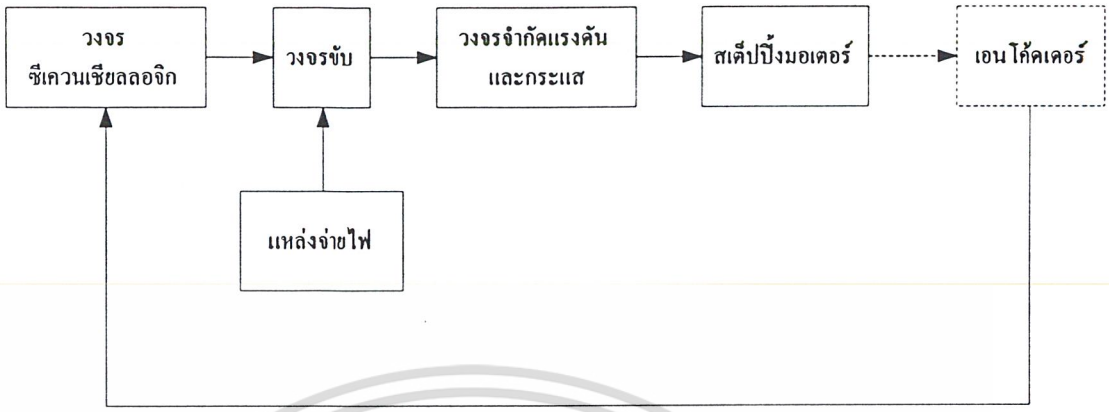


รูปที่ 2.11 แสดงการกระตุ้นเฟสแบบกึ่งสเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 การควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

บล็อกไดอะแกรมสำหรับสำหรับการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ จะแสดงได้ดังรูป 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

จากบล็อกไดอะแกรมซึ่งวงจรซีเควนเชียลลอจิกจะรับพัลส์อินพุทและคำสั่งควบคุมทิศทาง แล้วจึงจ่ายพัลส์ที่ใช้ในการกระตุ้นเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ออกไป แต่จะมีระดับของสัญญาณต่ำจึงต้องนำสัญญาณนี้ไปผ่านวงจรขับ เพื่อให้ระดับของสัญญาณสูงขึ้น และจะมีวงจรจำกัดกระแสและแรงดันซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอรีให้กับวงจรขับและมอเตอร์ จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นว่าไม่จำเป็นต้องต่อวงจรเอ็นโค้ดเดอร์ป้อนสัญญาณกลับมาเพื่อควบคุมตำแหน่งและความเร็ว แต่ในบางครั้งเช่นในกรณีที่ความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ระหว่างแกนหมุนของมอเตอร์กับตำแหน่งของโหลดไม่ตรงกัน อันเกิดจากความผิดพลาดของเฟืองเกียร์ หรือในกรณีที่โหลดบางอย่างทำให้เกิดความผิดพลาดของสเต็ปขึ้น ก็จำเป็นที่จะต้องมีการใช้สัญญาณป้อนกลับเพื่อควบคุมตำแหน่งและความเร็วให้ถูกต้อง

2.1.8 วงจรขับ (Drive Circuit)

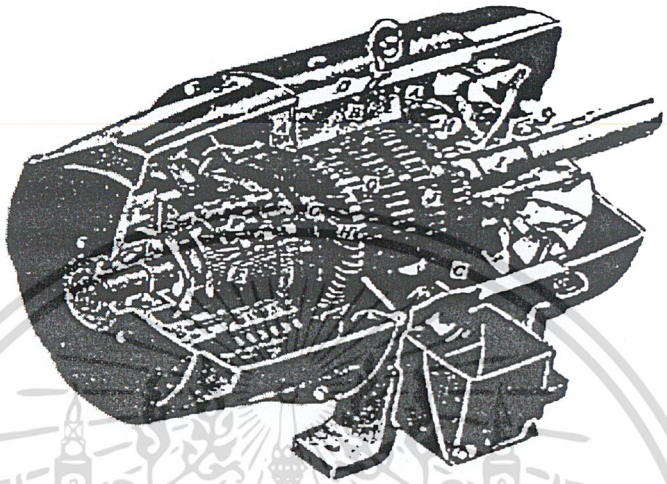
สัญญาณควบคุมที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มักจะเป็นสัญญาณที่สร้างจากวงจรดิจิตอล เช่น จากไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำพวก TTL แรงดันที่ใช้มีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ และสามารถจ่ายกระแสได้ไม่มากนัก แต่เนื่องจากการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ต้องการแรงดันกระแสที่สูงกว่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีวงจรขับ เพื่อทำหน้าที่จ่ายแรงดันและกระแสที่เพียงพอให้กับตัวสเต็ปปิ้งมอเตอร์ โดยทั่วๆไปวงจรขับมักจะสร้างจากไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ที่นำมาต่อใช้งานเป็นสวิตซ์เปิด / ปิด ให้กระแสไหลผ่านไปยังขดลวดในทิศทางเดียว เราเรียกวงจรขับแบบนี้ว่า ยูนิโพล่าร์ ซึ่งมีการจ่ายกระแสเพียงทิศทางเดียว แต่ถ้าใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบไฮบริดหรือแบบแม่เหล็กถาวรซึ่งมักจะมี 2 เฟส จะต้องใช้วงจรขับที่สามารถจ่ายกระแสตรงได้ 2 ทิศทาง เราเรียกวงจรขับแบบนี้ว่า ไบโพล่าร์ ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หลายตัวต่อเป็นวงจรแบบบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

2.2.1 ลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไป

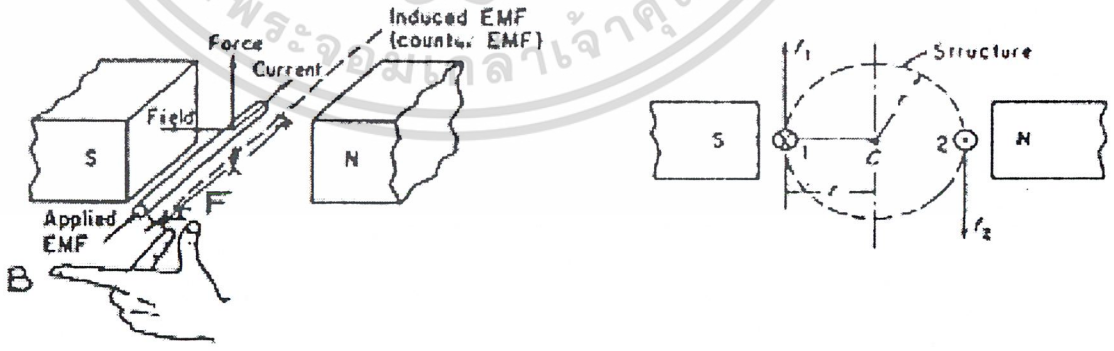
ลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่2.13 แสดงโครงสร้างเครื่องกลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.2 หลักการของมอเตอร์ (Motor 'Principle)

มอเตอร์เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลเพื่อที่จะนำไปใช้ต่อกับอุปกรณ์อื่น โดยอาศัยหลักการคือ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็กนั้นย่อมทำให้เกิดแรงขึ้นในทิศทางที่หาได้จากกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's Left Hand Rule) ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้ T_d : แรงบิดที่เกิดขึ้น (Torque) ในตัวนำอาร์เมเจอร์, หน่วย Newton – Meter (N-M)

F : แรงที่เกิดขึ้น (Force) ในตัวนำอาร์เมเจอร์, หน่วย Newton (N)

B : ความเข้มสนามแม่เหล็ก, หน่วย Wb / m^2

i : กระแสที่ไหลในตัวนำ, แอมแปร์ (A)

l : ความยาวของตัวนำที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก, เมตร

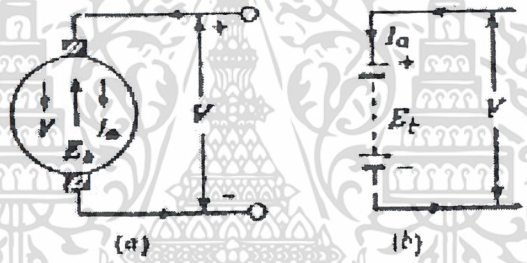
r : รัศมีความยาวของอาร์เมเจอร์, เมตร

สามารถหาแรงที่เกิดขึ้นในตัวนำได้ $F = B \times i \times l$ (2.2)

แรงบิด (Torque) ที่เกิดขึ้นได้ $T = F \times r$ (2.3)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าสวน (Back E.M.F)

เมื่ออาร์เมเจอร์เริ่มหมุน จะทำให้ตัวนำที่อยู่ในอาร์เมเจอร์ตัดเส้นแรงแม่เหล็กที่มาจากสนามแม่เหล็กหลักหรือสนามแม่เหล็กลัพธ์ที่เกิดในมอเตอร์นั้น ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นบนตัวนำภายในอาร์เมเจอร์ ซึ่งมีทิศทางสวนกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใส่เข้าไปให้กับมอเตอร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า "แรงเคลื่อนไฟฟ้าสวน" (Back E.B.F) ดังรูป



รูปที่ 2.15 วงจรแรงเคลื่อนไฟฟ้ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรสมมูลที่เขียนแทนแรงเคลื่อนไฟฟ้าสวนด้วยแบตเตอรี่

โดยทั่วไปสามารถหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าสวนได้จาก

$$E_b = K_e \Phi \omega \quad (2.4)$$

โดยที่ K_e : ค่าคงที่ในเครื่องกลไฟฟ้า

Φ : Flux Per Pole, Wb.

ω : ความเร็วรอบของอาร์เมเจอร์, รอบต่อนาที (rpm)

Electromagnetic Torque หรือ Developing Torque (T_{DEV})

เป็นแรงบิดที่มอเตอร์สร้างขึ้นมาเมื่อกระแสไหลผ่านตัวนำ ซึ่งหาได้จาก

$$T_{DEV} = K_T I \quad (2.5)$$

เมื่อ K_T : ค่าคงที่ของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Torque, T_{out}

เป็น Torque ที่ออกจากมอเตอร์ สามารถหาได้จาก

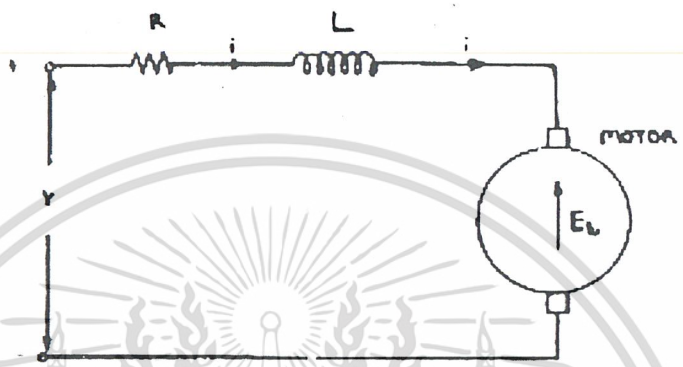
$$T_{out} = \frac{60\rho}{2\pi\omega} \quad (2.6)$$

เมื่อ P : กำลังที่เกิดจากการหมุนของมอเตอร์, Watt

ผลต่างของ T_{DEV} กับ T_{out} เรียกว่า "Mechanical Drag" (แรงต้านทางกล)

สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าทางกลของ DC Motor (Voltage equation of motor)

พิจารณาดูรูป



รูปที่ 2.16 วงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากกฎของ Kirchoff จะได้

$$V = iR + \frac{Ldi}{dt} + E_b \quad (2.7)$$

ที่ Steady State (di / dt = 0) จะได้

$$V = R + E_b \quad (2.8)$$

Torque Speed Curve ของมอเตอร์

จาก $V = iR + E_b \quad (2.9)$

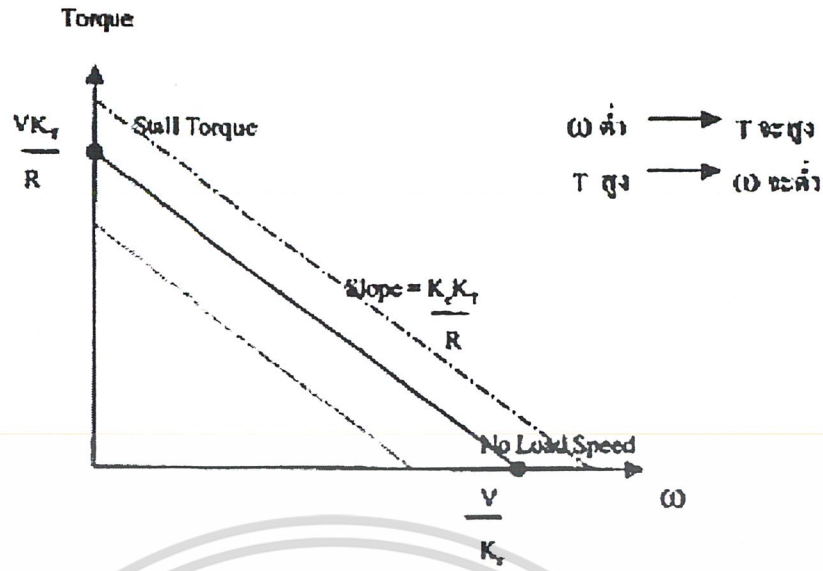
$$V = \frac{TR}{K_T} + K_e\omega \quad 2.10)$$

จะได้ $$T = \frac{VK_T}{R} - \frac{K_eK_T\omega}{R} \quad (2.11)$$

ดังนั้น $T = f(V, \omega)$

สามารถเขียนกราฟเส้นตรงได้ดังรูปที่ 2.17

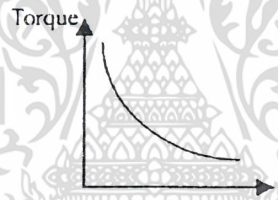
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 Torque Speed Curve ของมอเตอร์

การเลือกใช้มอเตอร์

จาก $P = T\omega$ (2.12)



รูปที่ 2.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Torque กับ $T\omega$

จากลักษณะกราฟ Power ของมอเตอร์

จาก $V = iR + E_b$ (2.13)

จะได้ $E_b = V - iR = K_e\omega$ (2.14)

$$\omega = \frac{v - iR(cons\tan t)}{K_e(cons\tan t)} \quad (2.15)$$

ดังนั้น $\omega = f(V)$

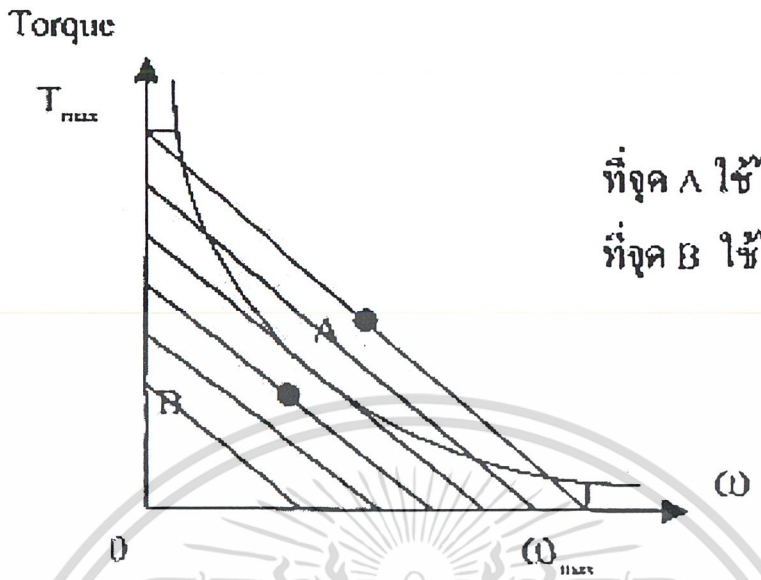
จาก $T = K_T i$ (2.16)

ดังนั้น $T = f(i)$

เนื่องจากมอเตอร์แต่ละตัวจะมีค่า I_{max} และ V_{max} ไม่เท่ากัน ส่งผลให้ค่า T_{max} และ ω_{max} มีค่าจำกัดค่าหนึ่งดังนั้น เมื่อนำกราฟ Power ของมอเตอร์ และ Torque Speed Curve ของมอเตอร์มาPlotรวมกัน โดยคำนึงถึงข้อจำกัดด้าน T_{max} และ ω_{max} ด้วยแล้วก็สามารถหาว่ามอเตอร์ตัวนั้นสามารถนำมาใช้ขับโหลด ณ Torque และ Speed ตามที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือไม่โดยดูว่าจุดดังกล่าว (ω , T) อยู่ภายใต้กราฟ Power ของมอเตอร์กับข้อจำกัดด้าน T_{max} และ ω_{max} หรือไม่ดังรูปที่ 2.19

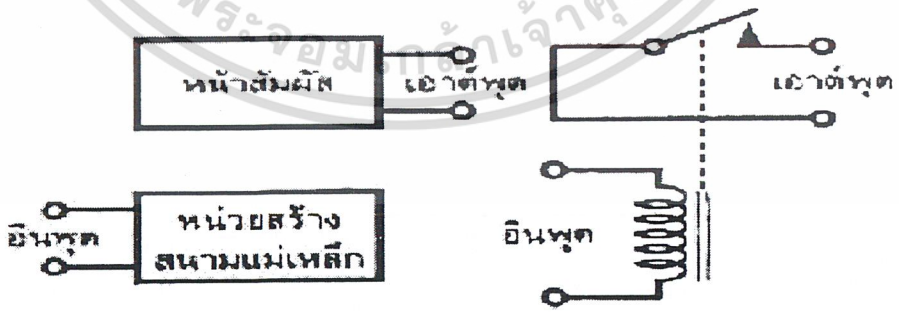


รูปที่ 2.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Torque, ω และกำลังของมอเตอร์

2.3 รีเลย์ (Relay)

2.3.1 หลักการของรีเลย์

รีเลย์ คือ ตัวถ่ายทอดกำลัง เพราะเมื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้แก่รีเลย์เพียงเล็กน้อยก็สามารถควบคุมกำลังงานสูงๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้ ไม่ว่ารีเลย์แบบธรรมดาหรือแบบเฉพาะงาน ถ้าถอดส่วนประกอบออกมาแล้วจะมีเหลืออยู่เพียง หน่วยสร้างสนามแม่เหล็ก และกลุ่มของหน้าสัมผัส ดังรูปที่ 2.20

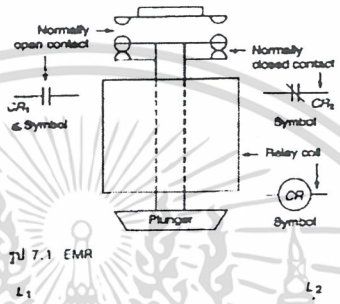


รูปที่2.20 แสดงแผนผังภายในรีเลย์ อย่างง่ายๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

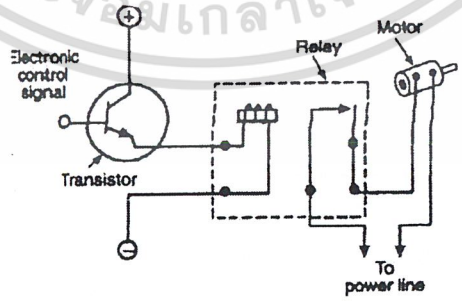
เวลาใช้งานก็เพียงแต่ป้อนกระแสไฟฟ้าแก่หน่วยสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งมักจะเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กจากแกนเหล็กไปดูดเหล็กอ่อนที่เรียกว่าอาร์เมเจอร์ให้โน้มต่ำลงมา ที่ปลายของอาร์เมเจอร์ด้านหนึ่งมักจะยึดติดกับสปริง และอีกปลายหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัส การเคลื่อนอาร์เมเจอร์จึงเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัสให้แยกออกจากกัน หรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่ง ซึ่งยึดติดกับที่ เมื่อหยุดป้อนกระแสเข้าขดลวดอาร์เมเจอร์ก็จะกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมด้วยแรงหดคัวของสปริง ซึ่งเป็นแบบที่เมื่อป้อนกระแสแล้ว หน้าสัมผัสทั้งสองจะแตะกัน

โดยปกติการควบคุมด้วยรีเลย์จะเป็นชุดควบคุมช่วยเหลือ การควบคุมวงจรและโหลดได้แก่ มอเตอร์ขนาดเล็ก เราอาจจะใช้รีเลย์ไฟฟ้าเชิงกล (Electromechanical Relay: EMR) เพื่อควบคุมโหลดแรงดันสูงด้วยวงจรควบคุมแรงดันต่ำที่เป็นเช่นนี้เพราะ ขดลวดและคอนแทคของรีเลย์เป็นฉนวนซึ่งกันและกัน



รูป ที่2.21 EMR

การประยุกต์รีเลย์อีกประการหนึ่งคือการควบคุมโหลดกระแสสูงด้วยวงจรควบคุมกระแสต่ำ ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าคอนแทคทนกระแสได้สูงกว่ากระแสที่กระตุ้นขดลวด ขดลวดรีเลย์ยังสามารถควบคุมด้วยสัญญาณกระแสต่ำจากวงจร IC และทรานซิสเตอร์ ดังในรูปที่ 2.22 ในวงจรดังกล่าวนี้สวิตซ์อิเล็คทรอนิกส์ควบคุมสัญญาณให้เปิดหรือปิดทรานซิสเตอร์ได้ จึงทำให้ขดลวดได้รับการกระตุ้นหรือไม่ได้รับการกระตุ้นกระแสในวงจรควบคุม ซึ่งประกอบด้วยทรานซิสเตอร์และขดลวดรีเลย์มีขนาดน้อยมาก กระแสของวงจรกำลังซึ่งประกอบด้วยคอนแทคและมอเตอร์ขนาดเล็กจะมีค่ามากกว่ามากๆ



รูป ที่2.22 การใช้รีเลย์ควบคุมโหลดกระแสสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระดับแรงดันที่กระตุ้นรีเลย์ เป็นผลให้เกิดคอนแทคสวิตช์ซึ่ง มีชื่อเรียกว่าแรงดันพิค-อัพ หลังจากรีเลย์ได้รับการกระตุ้น ระดับแรงดันของขดลวดรีเลย์ที่คอนแทคจะย้อนกลับมาที่เดิม เราเรียกแรงดันนี้ว่าแรงดันดร็อปเอาท์ โดยปกติจะออกแบบรีเลย์ไม่ดร็อปเอาท์ จนกว่าแรงดันจะตกลงมีค่าน้อยที่สุดประมาณ 85% ของอัตราแรงดัน และในขณะเดียวกันขดลวดรีเลย์จะไม่พิค-อัพ จนกว่าแรงดันเพิ่มเป็น 85% ของอัตราแรงดัน โดยปกติขดลวดจะทำงานอย่างต่อเนื่องถึง 110% ของอัตราแรงดันโดยที่ขดลวดไม่เสียหายได้

มีความแตกต่างของกระแสในขดลวดรีเลย์จากเวลาที่ขดลวดถูกกระตุ้นครั้งแรก กับเมื่อคอนแทคทำงานอย่างสมบูรณ์ เมื่อขดลวดได้รับการกระตุ้น พลังเจอร์จะเคลื่อนที่ออกมา เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างส้นทางแม่เหล็ก จึงทำให้กระแสเริ่มต้นในขดลวดมีค่าสูง กระแสในขณะเวลาดังกล่าวนี้มีชื่อเรียกว่า อิน - รัช เคอร์เรนท์ ขณะที่พลังเจอร์เคลื่อนที่กลับเข้าไปในขดลวด จะทำให้ช่องว่างลดลง ระดับของกระแสจะลดลงมีค่าต่ำลง ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ซีลด์ – เคอร์เรนท์ อิน - รัช เคอร์เรนท์จะมีค่าประมาณ 8 เท่าของซีลด์ – เคอร์เรนท์ เราจำแนกชนิดของรีเลย์ออกเป็น 2 ประเภทตามลักษณะการใช้งาน คือ รีเลย์กระแสตรงและรีเลย์กระแสสลับ การใช้งานในแรงดัน กระแส ความต้านทานและกำลัง ขดลวดรีเลย์ที่มีความไวสูงอาจจะมีอัตรากระแสเป็น mA ซึ่งใช้กันมากในทรานซิสเตอร์หรือ IC

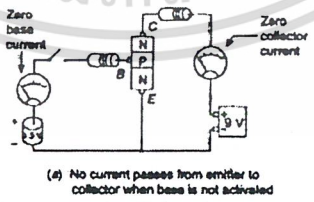
รายละเอียดที่สำคัญที่ควรทราบของรีเลย์คือ อัตราทนกระแส ซึ่งเป็นขนาดกระแสสูงสุดที่คอนแทคของรีเลย์ทนได้ อัตรากระแสของรีเลย์มี 3 แบบ คือ

1) อิน – รัช หรือเมคคอนแทค คาปาซิตี
2) กระแสปกติหรือต่อเนื่อง คาปาซิตี
3) โอเพนนิ่งหรือเบรค คาปาซิตี

แต่ละคอนแทคจะระบุอัตราระดับแรงดันไม่ว่าจะเป็นไฟสลับหรือไฟตรงไว้ รีเลย์ที่ใช้ในวงจรควบคุมจะมีอัตราแรงดันจาก 0 ถึง 5 A และแรงดันสูงสุด 600 V ซึ่งแสดงอุตราที่รีเลย์ทำงานได้ แม้ว่ารีเลย์ที่ผลิตจากหลายๆโรงงานซึ่งมีลักษณะและโครงสร้างที่ต่างกัน แต่ถ้ามีการระบุรายละเอียดไว้ครบถ้วน สามารถใช้งานได้เหมือนกัน

2.4 ทรานซิสเตอร์แบบรอยต่อไบโพลาร์

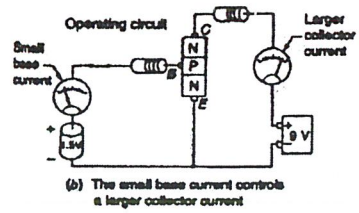
ในวงจรอิเล็คทรอนิคส์มักนิยมใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ข้อได้เปรียบจองการใช้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์คือ ส่วนหนึ่งของทรานซิสเตอร์เคลื่อนไหวได้แต่สามารถสวิตช์ “ON”หรือ “OFF”ได้ในเวลาอันรวดเร็วโดยการขับดันด้วยแรงดันและกระแสไม่มากนัก



รูปที่ 2.23 ความสัมพันธ์ของ Ib และ Ic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45811



รูปที่ 2.24 ความสัมพันธ์ของ Ib และ Ic

รูปแสดงการทำงานเป็นสวิตซ์ของทรานซิสเตอร์รอยต่อไบโพลาร์แบบ NPN โดย อิมิเตอร์ (Emitter) เป็นส่วนที่มีการโด๊ปอย่างมากเป็นแหล่งของกระแสอิเล็คตรอน เบส (Base) เป็นส่วนที่มีการโด๊ปไม่มากนักทำหน้าที่ควบคุมการไหลของอิเล็คตรอน ในทรานซิสเตอร์ NPN คอลเลคเตอร์ (Collector) มีการโด๊ปไม่มากนักและรับอิเล็คตรอนจากอิมิเตอร์ กระแสไหลในเบสที่ชื่อว่า (Base Current)

จากกระแสคอลเลคเตอร์ Ic เมื่อไม่มีกระแสเบสจะพบว่ากระแสคอลเลคเตอร์จะเป็นศูนย์ เรียกว่าทรานซิสเตอร์ปิดปกติ (Normally off) เมื่อมีกระแสเบสเพียงเล็กน้อยจะทำให้ค่ากระแสในคอลเลคเตอร์มีค่าสูงมากดังนั้นกระแสเบสจะเป็นปริมาณกระแสคอลเลคเตอร์

เกนกระแส(Current gain) มีอัตราส่วนของกระแสคอลเลคเตอร์กับกระแสเบส ทรานซิสเตอร์รอยต่อไบโพลาร์มี 2 ชนิด คือ NPN และ PNPซึ่งมีหลักการทำงานอย่างเดียวกันเพียงแต่ขั้วต่างกัน

2.5 สวิตซ์ตำแหน่ง (Limit Switch)

Limit Switch ประกอบด้วยหน้าสัมผัสทางไฟฟ้าซึ่งเป็นส่วนที่ถูกกระตุ้นทางกล หน้าสัมผัสจะเปิดหรือปิดเมื่อส่วนประกอบของตัวมันเองมาถึงตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ และกระตุ้นการทำงานของสวิตซ์ Limit Switch ถูกใช้มาหลายปี เนื่องจากเป็นสวิตซ์ที่มีการใช้งานง่ายและราคาถูก และมีความเป็นไปได้อย่างมากที่จะถูกใช้งานอีกหลายปี แม้ว่าต้องแข่งขันกับเซ็นเซอร์ที่สลับซับซ้อนและสามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้

2.5.1 วิธีการกระตุ้นการทำงาน

ส่วนมากแบ่งออกเป็น 4 ชนิดดังแสดงในรูป 2.25

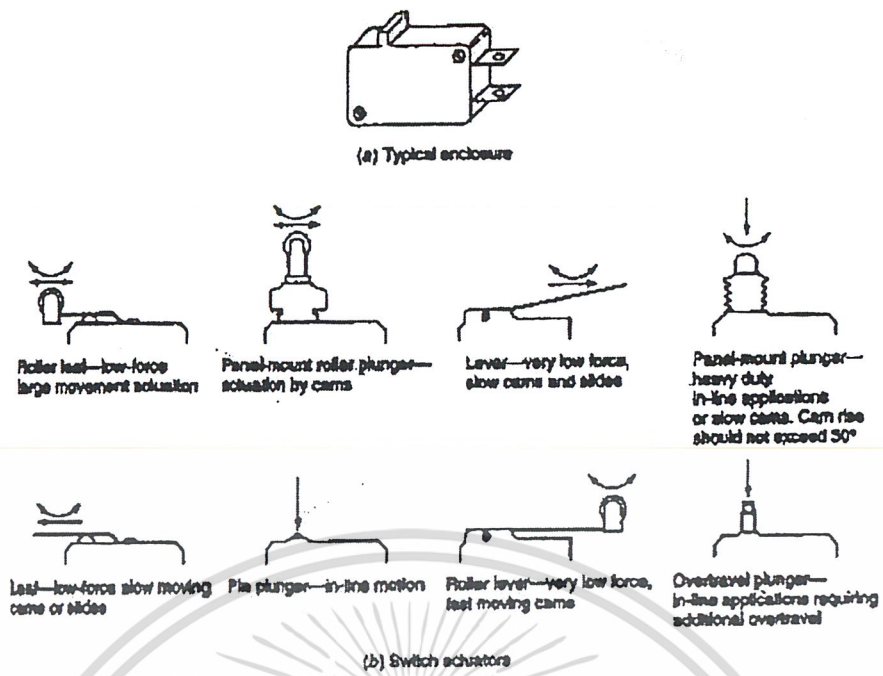
1. Overtravel Plunger: ถูกใช้ในการเคลื่อนที่ของการทำงานที่มีขอบเขต ซึ่งการเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้นต้องจัดให้เหมาะสม

2. Roller Actuation: อนุญาตให้การเคลื่อนที่ผ่านไปได้ ช่วยลดแรงที่มากระตุ้นและบ่อยครั้งที่ถูกใช้ในการเคลื่อนที่ของระบบนิวเมตริก และกระบอกสูบไฮโดรลิก

3. The Pin – plunger Actuation: ถูกใช้ในการประยุกต์กับการเคลื่อนที่ของการทำงานที่ถูกจำกัดและการเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่มีความแม่นยำและการทำซ้ำสูง

4. Lever Actuation: ถูกใช้ในการกระตุ้นที่แรงน้อยๆ ความยืดหยุ่นของคานจะอนุญาตสำหรับการเคลื่อนที่ที่เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป2.25 แสดงถึง Limit Switch ชนิดต่างๆ

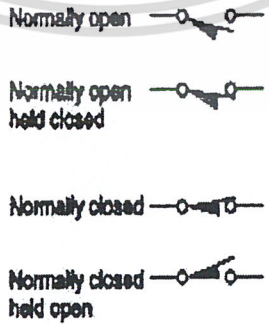
2.5.2 ช่วงการทำงานของ Limit Switch

Limit Switch มีช่วงการทำงานตามขนาด ได้แก่

- ช่วง tiny light - duty : สวิตช์จะถูกใช้ในการวัด หรือในอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับกลไกเล็กๆ
- ช่วง large heavy – duty : สวิตช์จะถูกใช้ในงานเครื่องกลขนาดใหญ่ และติดตั้งป้องกันอย่างรอบคอบ

2.5.3 การแบ่งประเภทและสัญลักษณ์ของ Limit Switch

เราสามารถแบ่งชนิดหน้าสัมผัสเป็นแบบปกติเปิด (NO) และปกติปิด (NC) ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.26



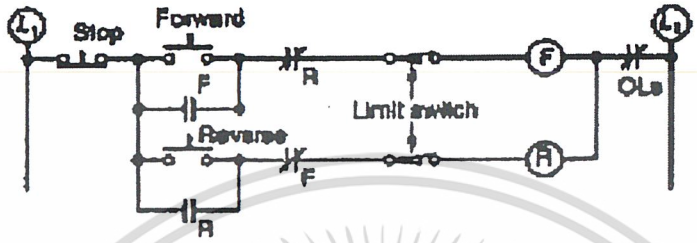
รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์ของ Limit Switches

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าสัมผัสแบบ Single – pole single – throw (SPST) ซึ่งจะมี Common pole เพียงอันเดียว
- หน้าสัมผัสแบบ Single - pole double – throw ซึ่งจะมีหน้าสัมผัส Change over หรือ Transfer

สัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสเป็นสิ่งที่ช่วยให้เราไม่สับสน ช่วยทำให้เห็นภาพการทำงานของสปริงใน Limit Switch ซึ่งไม่ได้แสดงในภาพสัญลักษณ์ "ตำแหน่งปกติ" สวิตช์จะเปิดสุดหรือปิดสุดจากแรงสปริงภายใน ส่วนตำแหน่งกระตุ้นสวิตช์จะอยู่ในสภาวะที่มีแรงมาต้านแรงสปริงภายใน

ในวงจรไฟฟ้า เราจะวาดสัญลักษณ์ Limit Switch ในขณะเริ่มต้นของเครื่องจักร ดังเช่นในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ตัวอย่างวงจรควบคุมที่ใช้ในการเปิด – ปิดมอเตอร์

2.5.4 การประยุกต์การใช้งาน

ในการประยุกต์ระบบอัตโนมัติ Limit Switch จะเกิดการผิดพลาดได้ง่ายที่สุดของระบบควบคุมประมาณ 90 % ของความผิดพลาดของ Limit Switch และเซ็นเซอร์อื่นๆ สามารถอธิบายได้จากตำแหน่งที่มันติดตั้งที่ต้องพบกับความร้อน, ความชื้น, บรรยากาศที่กัดกร่อน, การสั่นสะเทือนและอื่นๆ อย่างไรก็ตาม มีบ่อยครั้งที่ความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดาที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ของการใช้งานที่ผิดๆ โดยการใช้งานที่มากเกินไปจะทำให้เกิดผล ดังนี้

- การใช้ Limit Switch เป็นอุปกรณ์หยุดเครื่องจักรจะได้ความผิดพลาดทันที โดยตัวกระตุ้นการทำงานควรจะวางในตำแหน่งที่ไม่กระแทกกับระดับสวิตช์ หรือลูกสูบควรอยู่ห่างจากขอบเขตของสวิตช์ ถ้าจำเป็นควรจะมีบล็อกจำกัดการเคลื่อนที่ของตัวกระตุ้น การถูกแรงปะทะอย่างแรง ควรหลีกเลี่ยงสิ่งเหล่านี้ ตัวกระตุ้นควรจะมีลูกล้อกับความชันน้อยๆ
- การประยุกต์แรงด้านข้างบนสวิตช์โรลเลอร์สามารถสร้างความเสียหายกับแบริ่งสวิตช์ได้อย่างรวดเร็ว แรงกระตุ้นต้องอยู่ในทิศทางที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับการออกแบบสวิตช์

2.6 การติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

การอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ คือการทำงานติดต่อร่วมกันระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์อื่นๆ กับการถ่ายข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ นอกเหนือจากจะต้องทำงานติดต่อกับ RAM, ROM แล้วยังต้องมีการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกที่มีการส่งข้อมูลอินพุท, เอาท์พุทอีกทางหนึ่ง ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบสมบูรณ์ ในระบบต่างๆของอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์จะทำงานต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ ดังเช่น การรับส่งข้อมูลจากซีพียูไปยังส่วนอื่นๆเป็นต้น

การที่จะโอนย้ายข้อมูลทุกตัวนั้นจะต้องมีแหล่งที่ส่งข้อมูล และแหล่งที่รับข้อมูลสำหรับขบวนการเหล่านั้นจะมีส่วนที่สำคัญว่า ข้อมูลนั้นเป็นแอดเดรสหรือว่าเป็นดาต้าจะส่งไปยังจุดไหน ตัวอย่างเช่น ว่าไปยังหน่วยความจำ หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อินพุท / เอาท์พุท และจะส่งเมื่อไร การทำงานเหล่านี้โดยทั่วไปจะต้องมีสัญญาณในการตรวจสอบอุปกรณ์ว่าพร้อมที่จะส่ง/รับข้อมูลหรือยังก่อนเสมอ เนื่องจากจุดที่ส่งและรับข้อมูลจะต้องมีสัญญาณตรวจสอบความพร้อมเสมอเพื่อที่จะให้ข้อมูลที่เราใช้งานนั้นๆเป็นระเบียบ ตัวอย่างเช่น ส่งข้อมูลจากซีพียูไปที่อุปกรณ์รอบข้าง เป็นต้น ซึ่งจุดรับส่งคู่หนึ่งๆอาจจะเป็นระหว่างซีพียูด้วยกัน หรือ ซีพียูกับหน่วยความจำ ก็ได้ สำหรับข้อมูลที่โอนย้ายไปมานั้นจะอยู่ในลักษณะของเลขฐานสอง ตัวอย่างเช่น 01101100_2 ซึ่งเลขแต่ละตัวจะแทนด้วย 1 bit อาจ เป็น 8 bit หรือ 16 bit ก็ขึ้นอยู่กับการใช้งานของระบบนั้นๆ ถ้าหากเป็นการต่อจากพอร์ตพีซีไม่ว่าจะเป็น Serial หรือ Parallel ในสัญญาณที่ส่งมาจะมีระบบแรงดันไฟฟ้า

- Serial port (RS-232) ใช้แรงดันไฟประมาณ +3 ถึง +25 Vdc
- Parallel port(Printer port) ใช้แรงดันไฟฟ้าประมาณ

2.6.1 การอินเตอร์เฟสกับการ์ด PARALLEL PRINTER PORT

เราสามารถใช้การ์ด Parallel Printer Port เป็นตัวรับสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทแบบดิจิตอล เพื่อใช้ในการอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่นๆ การ์ดนี้มีรีจิสเตอร์อยู่หลายแบบ ได้แก่ รีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด 8 บิท ซึ่งเราสามารถอ่านาข้อมูลที่ส่งออกไปกลับเข้ามาตรวจสอบได้, รีจิสเตอร์ขนาด 4 บิท ซึ่งสามารถอ่านข้อมูลกลับมาตรวจสอบและใช้เป็นรีจิสเตอร์อินพุทได้, รีจิสเตอร์อินพุทขนาด 5 บิท และสุดท้ายรีจิสเตอร์อินพุทขนาด 1 บิท ซึ่งสามารถใช้ส่งสัญญาณในระดับที่ 7 ได้ นอกจากนี้ค่าแอออดเดรสของรีจิสเตอร์แต่ละตัวในการ์ด Parallel Printer Port มีค่าแอดเดรสกำกับอยู่ 2 ค่า ดังนั้นสมมุติว่าถ้าในระบบของของเรามีการ์ด Parallel Printer Port อยู่ 2 แผ่น เราสามารถกำหนดค่าแอดเดรสที่ต่างกันให้แก่รีจิสเตอร์แต่ละตัวในการ์ดแต่ละแผ่น เพื่อกันไม่ให้รีจิสเตอร์ชนิดเดียวกันในการ์ดทั้ง 2 แผ่นทำงานขึ้นพร้อมกัน ซึ่งก่อให้เกิด Conflict ขึ้น ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ส่งผิดพลาดไป เอาท์พุทและอินพุทของรีจิสเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้นจะต่อเข้ากับขาของคอนเน็คเตอร์ 25 ขา แบบ D ที่อยู่ด้านหลังการ์ดทำให้การใช้งานทำได้สะดวก

2.6.2 วิธีการแก้ไขค่าแอดเดรสของการ์ด

ค่าแอดเดรสของรีจิสเตอร์ต่างๆในการ์ด Parallel Printer Port มีค่าเท่ากับ 0378, 0379 และ 037A ทั้งหมดนี้เป็นเลขฐาน 16 เราสามารถแก้ไขค่าแอดเดรสนี้ให้มีค่าเป็น 0278, 0279 และ 027A ทั้งหมดนี้เป็นเลขฐาน 16 เช่นกัน สำหรับรายละเอียดของการ์ดและวงจรดูจากคู่มือของการ์ด การแก้ไขค่าแอดเดรสให้เป็นค่าใหม่ทำได้โดยตัดทางเดินสัญญาณออกหนึ่งเส้นตำแหน่งของทางเดินสัญญาณนี้อยู่ระหว่างขาทั้งสองขา Jump สองขา ซึ่งบนการ์ดระบุไว้ด้วยตัวอักษร J1 เมื่อเราตัดทางเดินระหว่างขาทั้งสองนี้ ในการถอดรหัสการเลือกใช้งานรีจิสเตอร์ต่างๆต้องใช้ค่าแอดเดรสใหม่ทั้งหมด

2.6.3 การอินเตอร์เฟสกับ GAME CONTROL CARD

หน้าที่หลักของการ์ดชนิดนี้คือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อ จอยสติก เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ก็สามารถใช้ในการอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์อื่นๆ เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ลักษณะสำคัญข้อหนึ่งของการ์ดชนิดนี้คือ สามารถรับข้อมูลได้อย่างเดียว โดยมีอินพุทซึ่งรับสัญญาณดิจิตอลอยู่ 4 อินพุทและอินพุทอีก 4 อินพุทที่รับสัญญาณผ่านทางความต้านทานเพื่อใช้เป็นค่าหน่วงเวลาให้กับวงจร อินพุททั้งหมดนี้ใช้ในการตรวจจับสัญญาณจากปุ่มกดและจากตำแหน่งของความต้านทานปรับค่าได้ในจอยสติก แอดเดรสของการ์ดนี้มีค่าเท่ากับ 0201 เป็นเลขฐาน 16 การใช้คำสั่ง OUT เพื่อ OUT ข้อมูลใดๆมาที่พอร์ตนี้จะเป็นตัวสั่งให้วงจร one – shot ทั้ง 4 ทำงาน เอาท์พุทที่ได้จากวงจร one – shot ทั้ง 4 สามารถอ่านกลับไปใช้งานได้โดยใช้คำสั่ง IN กับแอดเดรส 0201 สำหรับช่วงเวลาของเอาท์พุทที่ได้จากวงจร one –

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

shot จะถูกกำหนดโดยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุ ซึ่งถูกต่อเข้ากับวงจร one – shot แต่ละชุด สำหรับค่าความต้านทานที่ใช้เป็นค่า time – constant นี้ได้จากอุปกรณ์ภายนอกที่เรานำมาอินเตอร์เฟส ดังนั้นเมื่อเราวัดช่วงเวลาของสัญญาณเอาท์พุทที่ได้จากวงจร one – shot และทราบค่าตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจร เราจะสามารถทราบค่าความต้านทานที่ใช้ได้ ค่าความต้านทานตัวนี้ต้องถูกต่อขึ้นไฟบวก 5 โวลท์ เพื่อให้วงจรทำงานอย่างถูกต้อง จากหลักการนี้ ถ้าเราสร้างเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งขึ้นมาซึ่งสามารถแทรกตัวความต้านทานได้ เราจะสามารถตรวจจับและรับข้อมูลผ่านทางวงจรได้

2.6.4 ลักษณะสัญญาณที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐานต่างๆ

ปกติการอินเตอร์เฟสที่ออกแบบและจัดให้ใช้ควบคุมและตรวจสอบข้อมูลจะเป็นการอินเตอร์เฟสที่ใช้สัญญาณดิจิตอลเป็นหลัก สัญญาณพวกนี้จะถูกส่งและรับจากรีจิสเตอร์อินพุท / เอาท์พุท, อินพุทของ Interrupt – request, พอร์ตที่ใช้ในการทำ DMA และไทม์เมอร์ / เคาท์เตอร์ การอินเตอรีเฟสที่กล่าวมานี้ทุกตัวเป็นการใชสัญญาณดิจิตอลที่มีระดับสัญญาณแบบ TTL ในการอินเทอร์เฟส ดังนั้นถ้าเรานำอุปกรณ์อื่นที่ใช้ระดับสัญญาณ TTL ในการอินเตอร์เฟสด้วยเช่นกัน การทำการอินเตอร์เฟสเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะทำได้โดยตรง แต่หลายกรณีสัญญาณที่ใช้ไม่ได้เป็นระดับสัญญาณ TTL หรือไม่ได้เป็นสัญญาณดิจิตอล และระยะทางที่ทำการอินเตอร์เฟสก็มีระยะห่างมากซึ่งก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ เราสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้โดยการใช้การอินเตอร์เฟสแบบต่างที่ดังนี้

การอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS –232

มาตรฐาน RS –232 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนามานานและถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เราใช้ RS – 232 เชื่อมต่อ DTE (Data Terminal Equipment) เข้ากับ DCE (Data Communication Equipment) เช่น การต่อเทอร์มินอลเข้ากับโมเดม มาตรฐาน RS – 233 กล่าวถึงลักษณะทางกล, ลักษณะของสัญญาณทางไฟฟ้าและลักษณะการทำงานที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS – 232 ได้แก่ เทอร์มินอล, พล็อตเตอร์ ถ้าการประยุกต์ใช้งานของเราต้องทำการอินเตอร์เฟสอุปกรณ์เข้ากับอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS – 232 เราจำเป็นต้องแปลงระดับสัญญาณ TTL ให้เป็นระดับสัญญาณแบบอื่น

ลักษณะสัญญาณที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐาน RS – 232

มาตรฐาน RS – 232 ใช้สายส่งสัญญาณเพียงเส้นเดียวในการส่งสัญญาณ โดยสัญญาณที่ส่งๆไปได้ทิศทางเดียว ในกรณีที่อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าเท่ากับ 20k bps (กิโลบิท ต่อวินาที) ซึ่งค่านี้เป็นค่าสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูล ระยะทางที่ใช้ในการส่งไม่ควรเกิน 50 ฟุต สำหรับการแทนแรงดันของระดับสัญญาณ มีข้อกำหนดดังนี้ “1” แทนระดับแรงดันที่มีค่าระหว่าง +5ถึง +15 โวลท์ “0” แทนระดับแรงดันที่มีค่าระหว่าง - ถึง –15 โวลต์

2.6.5 การอินเตอร์เฟสที่ใช้มาตรฐาน RS- 423

มาตรฐาน RS- 423 เป็นมาตรฐานที่ได้รับการพัฒนาจากมาตรฐาน RS – 232 อุปกรณ์ที่ผลิตขึ้นมาใหม่ๆ มักจะใช้การอินเตอร์เฟสแบบนี้ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ต้องการให้อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าสูง

ลักษณะสัญญาณที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสมาตรฐานแบบนี้จะใช้สายสัญญาณเส้นเดียวในการส่งสัญญาณ โดยสัญญาณที่ส่งจะส่งไปได้ในทิศทางเดียว อัตราเร็วในการส่งข้อมูลมีค่าสูงถึง 100k bps ที่ระห่าง 40 ฟุต ตัวรับข้อมูลเป็นแบบ Balanced- Line ดังรูป ดังนั้นตัวรับข้อมูลจึงรับข้อมูลแบบขยายความแตกต่างของสัญญาณระหว่างสายกราวนด์กับตัวขับสัญญาณ การทำเช่นนี้จะช่วยแก้ปัญหาในกรณีที่เกิดความแตกต่างระหว่างแรงดันที่กราวนด์ของตัวรับข้อมูลกับตัวขับสัญญาณ สำหรับการแทนระดับแรงดันนั้น “1” แทนระดับแรงดันที่อยู่ระหว่าง +4 ถึง +6 โวลท์ ส่วน “0” แทนระดับแรงดันที่อยู่ระหว่าง –4 ถึง –6 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 การดักจับสัญญาณที่ส่งจากสวิตช์

บ่อยครั้งที่เดียวที่ใช้สวิตช์เป็นตัวระบุสภาวะการทำงานของระบบสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการควบคุมระยะในการเคลื่อนที่ (Limit Switch) เราสามารถสร้างสวิตช์ที่สามารถส่งสัญญาณ TTL ไปยังพอร์ตอินพุทที่ใช้ระดับสัญญาณ TTL ได้ดังวงจรในรูป 12.5 เมื่อสวิตช์เปิดวงจร ระดับแรงดัน +5 โวลท์ จะถูกส่งไปยังวงจรขับสัญญาณ เมื่อสวิตช์ปิดวงจร ระดับแรงดันที่ส่งไปจะเป็นแรงดันที่กราวนด์แทน

2.6.7 การอินเตอร์เฟสร่วมกับรีเลย์

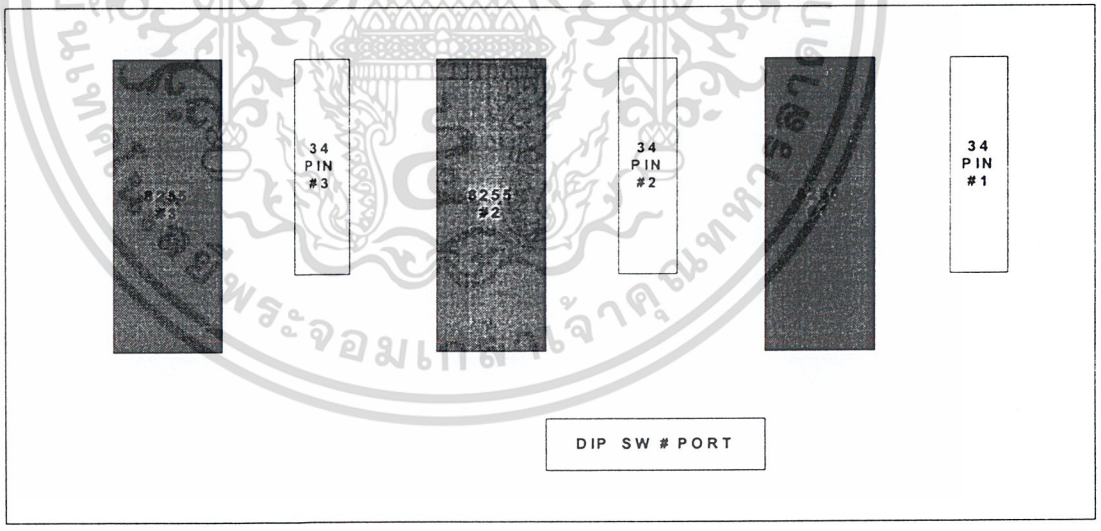
ในการอินเตอร์ร่วมกับรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการกำลังสูงๆ ต้องมีการเพิ่มอุปกรณ์พิเศษบางตัวเข้าไป อุปกรณ์พวกนี้ไม่สามารถขับได้โดยตรงจากอุปกรณ์ TTL เนื่องจากกระแสที่จ่ายจากอุปกรณ์ TTL ไม่มีกำลังพอที่จะทำให้รีเลย์ทำงานได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการขับรีเลย์ยังต้องเพิ่มอุปกรณ์ที่เป็นตัวป้องกันการเกิด Inductive Kickback ที่เกิดขึ้นในรีเลย์ ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสแบบนี้ได้แก่ ไอซีเบอร์ SN75475

2.7 PC CARD SERIAL 8255

2.7.1 ลักษณะของ ET-PC CARD SERIAL 8255

การ์ด 8255 จะเป็นการ์ดที่ต่อขยายระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ให้มีส่วนของอินพุท, เอาท์พุทพอร์ตให้ใช้งานได้มากขึ้น โดยจะมีพอร์ตอินพุทหรือเอาท์พุทจำนวน 9 พอร์ต หรือ 72 บิต

ตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆของชุดการ์ดที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส สามารถแสดงได้ดังรูป 2.26ดังนี้



รูปที่ 2.28 ของการ์ด ของ ET-PC CARD SERIAL 8255

2.7.2 การทำงานของ ET-PC CARD SERIAL 8255

การ์ดจะประกอบไปด้วย 2ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วน IC 8255 ซึ่งเป็น IC ทำหน้าที่เป็นอินพุท, เอาท์พุท พอร์ต และส่วนของวงจร IC DECODE ซึ่งทำหน้าที่เลือกตำแหน่งของพอร์ต 8255 คือ IC 74LS688, 74LS139 และ ดิพ สวิตช์

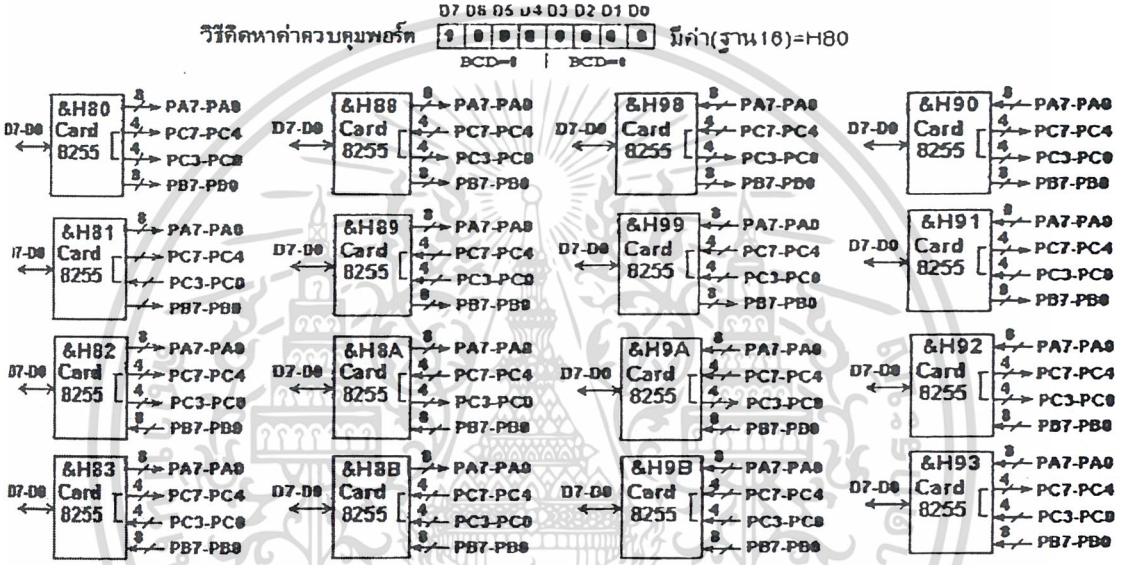
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การใช้งาน IC 8255

IC 8255 ประกอบด้วยพอร์ตใช้งาน 3 พอร์ต และอีก 1 พอร์ต ควบคุม ก่อนที่จะใช้งาน 8255 ซึ่งต้องส่งข้อมูลที่ใช้งาน 8255 ต้องส่งข้อมูลไปยังพอร์ตควบคุมก่อนว่าจะให้พอร์ตทั้ง 3 พอร์ต ของ 8255 ที่เหลือทำหน้าที่อะไร เป็น อินพุทหรือ เอาท์พุท พอร์ต

2.7.4 การ ดีโค้ดพอร์ต

ดีโค้ด พอร์ต 8255 บน การ์ดใช้ IC TTL 74LS688, IC TTL 74LS169 และ DIP SWITCH 8 พิน เป็นวงจรดีโค้ด เพื่อให้สามารถปรับเซตดิพ สวิตช์ ตั้งตำแหน่งเบอร์พอร์ตของการ์ดได้โดยการปดิพ สวิตช์ โดยการปรับดิพ สวิตช์ ต้องปรับไม่ไปตรงกับตำแหน่งพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย



รูปที่ 2.29 การทำงานค่าควบคุมการทำงานของ 8255

ตารางที่ 2.2 การกำหนดตำแหน่งของพอร์ตสำหรับ Card I / O 8255 ที่มี 3 Connector

Connector No.1	Connector No.2	Connector No.3
PortA = XX0H	PortA = XX4H	PortA = XX8H
PortB = XX1H	PortB = XX5H	PortB = XX9H
PortC = XX2H	PortC = XX6H	PortC = XXAH
Control Port = XX3H	Control Port = XX7H	Control Port = XXBH

เครื่องหมาย XX คือค่าที่เราสามรถเลือกตำแหน่งเริ่มต้นของพอร์ตโดยจากการตั้งค่าที่ Dip SW. ใน Card I / O 8255 ตามตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตำแหน่งพอร์ตเริ่มต้นที่ 300H 280H และ 200 ตามลำดับ

1		2		3		4		5		6		7		8	
1		2		3		4		5		6		7		8	
1		2		3		4		5		6		7		8	

2.7.5 ข้อจำกัดการใช้งาน

การใช้งาน ET-PC CARD SERIAL 8255 จะใช้ได้ดีกับคอมพิวเตอร์ที่มีระบบสัญญาณบัสต่ำกว่า 100 ลงไป ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ระบบสัญญาณบัสสูงกว่า 100 ต้องทำการปรับตั้งเครื่องใหม่จากเมนบอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์

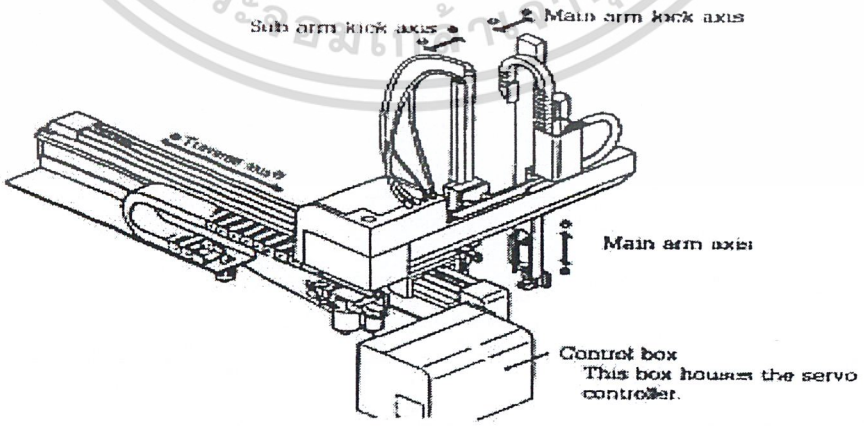
2.8 เทคโนโลยีหุ่นยนต์

2.8.1 ชนิดของหุ่นยนต์ (Robot Configuration)

หุ่นยนต์ที่มีการใช้งานในปัจจุบันมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่นำหุ่นยนต์ไปใช้งาน การแบ่งชนิดของหุ่นยนต์โดยทั่วไปแล้วจะแบ่งโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 5 ชนิดใหญ่ๆ คือ

2.8.1.1 หุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่ในระบบพิกัดตามแนวแกน (Cartesian or Rectangular Robot)

หุ่นยนต์ชนิดนี้จะมีการเคลื่อนที่ในแนวแกน XYZ หรือในลักษณะการเคลื่อนที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยการเคลื่อนที่ของแนวแกนของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงเท่านั้นดังรูป

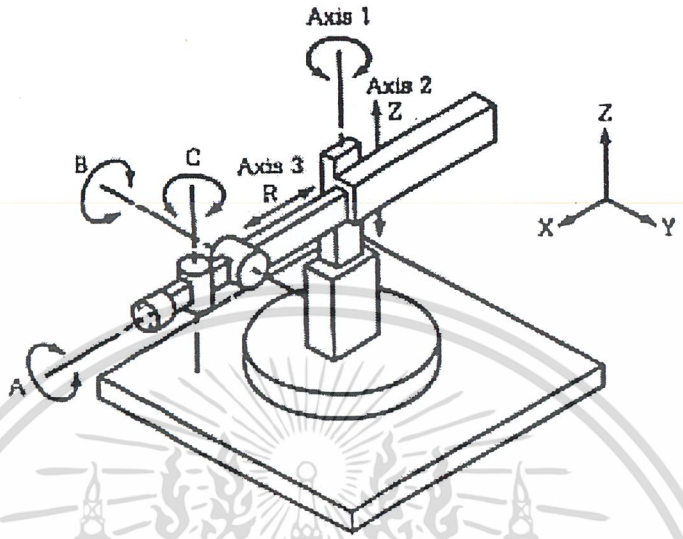


รูปที่2.30 หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในระบบพิกัดตามแนวแกน XYZ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 **หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกระบอก (Cylindrical or Post Type Robot)**

หุ่นยนต์ชนิดนี้จะคล้ายกับแบบที่มีการเคลื่อนที่ในแนวแกน แต่แตกต่างกันตรงที่เสาของหุ่นยนต์นั้นสามารถหมุนได้รอบ ทำให้แขนของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ในลักษณะเป็นทรงกระบอกดังรูป

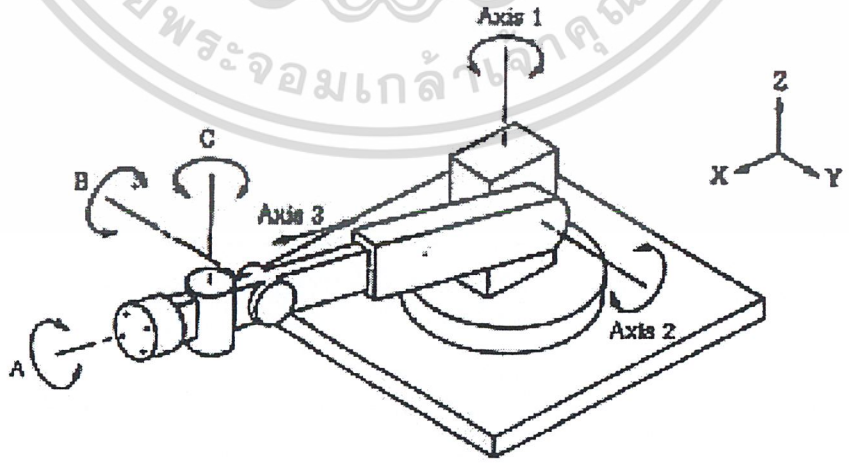


รูปที่ 2.31 หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกระบอก

2.8.1.3 **หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกลม (Spherical or Polar Robot)**

หุ่นยนต์แบบนี้แขนจองหุ่นยนต์จะกวาดไปในลักษณะเป็นทรงกลม โดยมือของหุ่นยนต์สามารถหมุนได้ 2 ทาง และเคลื่อนที่เข้า / ออก อีกหนึ่งทิศทาง คือ หมุนรอบแกน Z ได้ 360 องศา หมุนรอบแกน Y ได้ประมาณ 180 องศาหรือมากกว่านั้น และเคลื่อนที่เข้า / ออก ในแนวแกน X

ส่วนมือของหุ่นยนต์นั้นสามารถเคลื่อนที่ได้ 3 ทิศทาง คือ A = Roll, B = Pitch และ C = Yaw ดังในรูป



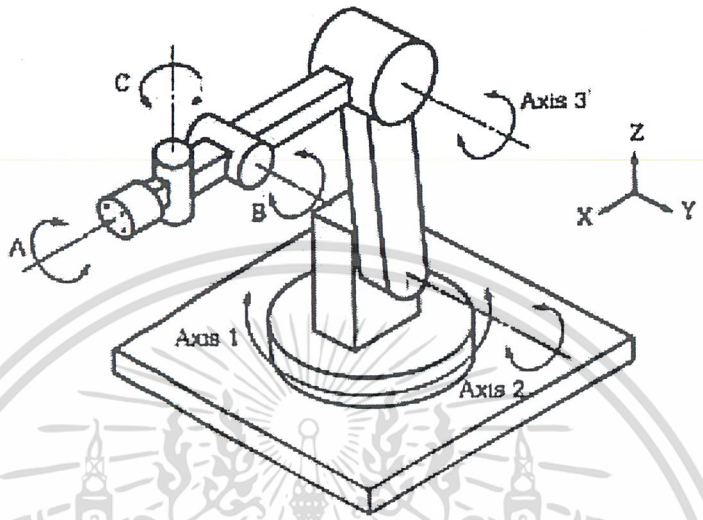
รูปที่ 2.32 หุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.4 หุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่โดยเชื่อมต่อแขน (Jointed Arm or Articulated Robot)

หุ่นยนต์ชนิดนี้จะถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงานที่คล้ายๆกับการทำงานของแขนมนุษย์ เช่น ให้ส่วนของแขนหุ่นยนต์นั้นสามารถ ยืด / หดเช่นเดียวกับไหล่ ข้อศอก หรือข้อมือ

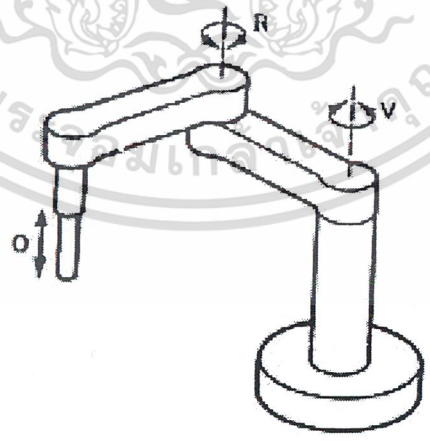
การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สามารถหมุนได้รอบทั้ง 3 แกน คือ X, Y, Z ดังรูป



รูปที่ 2.33 หุ่นยนต์แบบเชื่อมต่อแขน

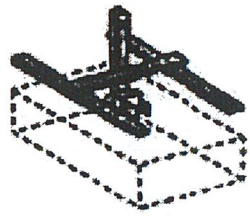
2.8.1.5 หุ่นยนต์แบบ SCARA (Selective Compliance Articulate Robot Arm)

หุ่นยนต์ชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับแบบที่มีการเคลื่อนที่โดยเชื่อมต่อแขน คือมีการเชื่อมต่อแขน 2 ตำแหน่ง และจำกัดการเคลื่อนที่ของแขขนในแนวดิ่ง ส่วนมือของหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ขึ้น / ลง ดังรูป

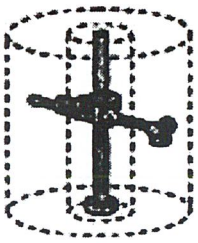


รูปที่ 2.34 หุ่นยนต์แบบ SCARA

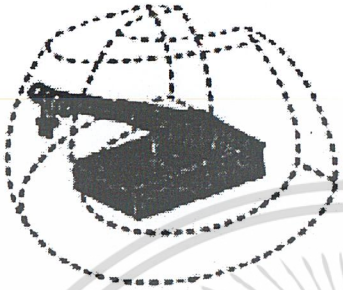
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



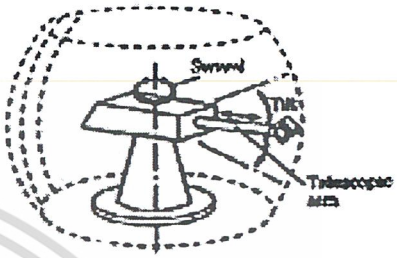
(ก) แบบเคลื่อนที่ในระนาบที่กำหนดตามแนวแกน

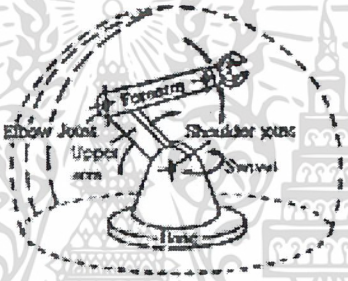


(ข) แบบเคลื่อนที่ในลักษณะทรงกระบอก



(ค) (ง) แบบเคลื่อนที่ในลักษณะเป็นทรงกลม





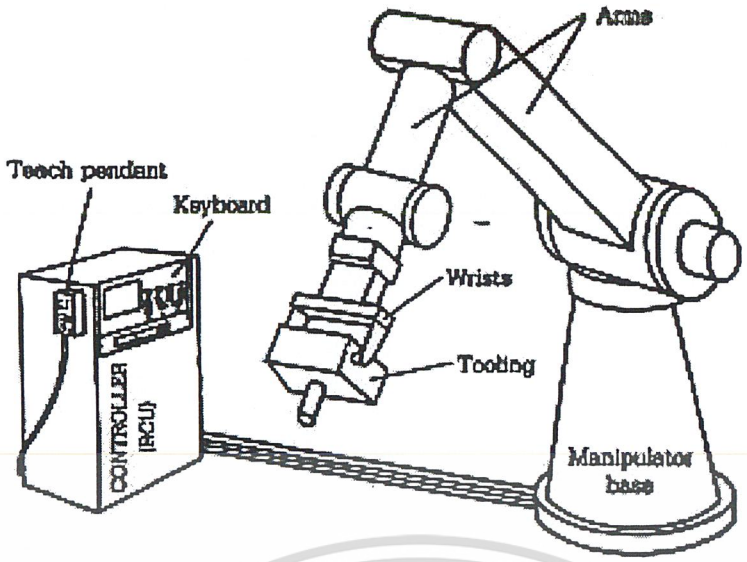
(จ) แบบที่มีการเคลื่อนที่โดยการเชื่อมต่อแขน

รูปที่ 2.35 แสดงพื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ชนิดต่างๆ

2.8.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์ที่ใช้งานในปัจจุบันจะมีโครงสร้างที่สำคัญๆอยู่ 3 ส่วนดังในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 แสดงส่วนประกอบของโรบอท

จากรูปจะเห็นว่าโครงสร่างของหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. หน่วยควบคุม (Controller) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ ในส่วนนี้ประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลรวมทั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เช่น เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์สำหรับป้อนข้อมูลเป็นต้น

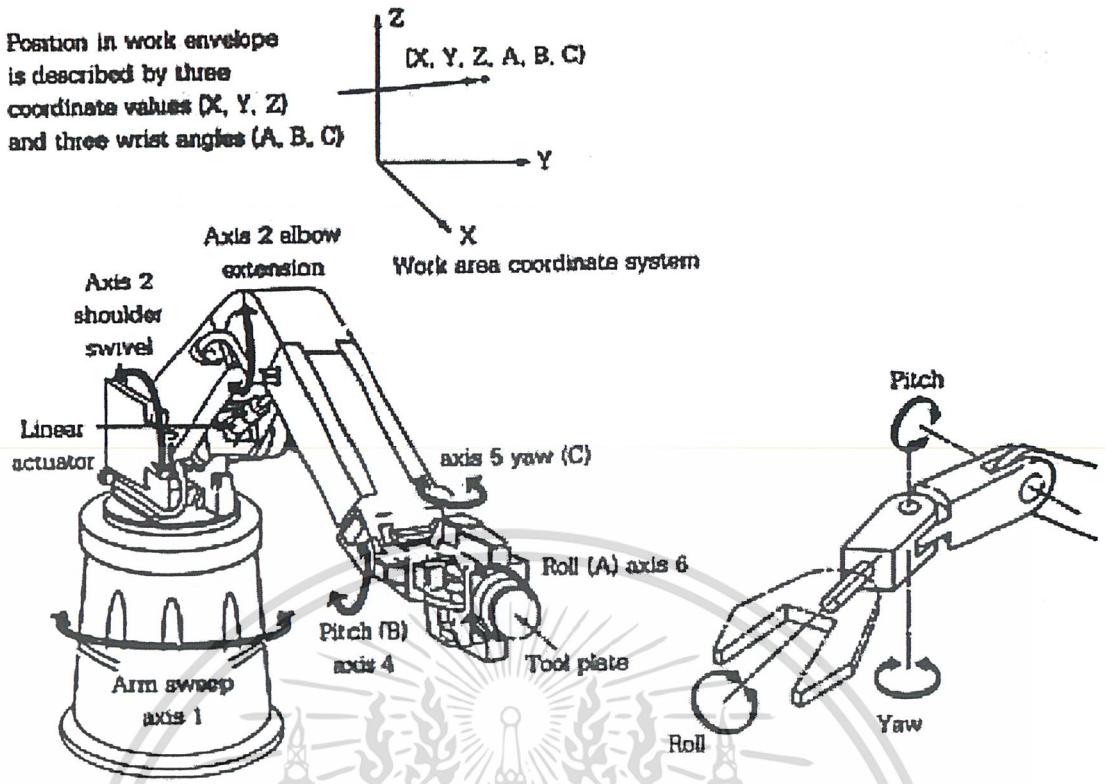
2. ส่วนที่ประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ (Manipulator) ประกอบด้วยฐาน (Base) แขนหุ่นยนต์ (Arm) ระบบการขับเคลื่อน (Drive Systems)

3. ส่วนที่เป็นเครื่องมือ (Tool) เป็นส่วนที่เป็นอุปกรณ์ในการทำงานจริงๆ ของหุ่นยนต์ เช่นการยกชิ้นงาน วัดขนาดชิ้นงาน

2.8.3 กลไกการทำงานของแขนหุ่นยนต์ (Mechanical Arm)

แขนของหุ่นยนต์เป็นกลไกที่สำคัญในการกำหนดตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่หรือการหมุน กลไกการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์สามารถทำได้ 6 ทิศทางการเคลื่อนที่หรือ 6 ระดับขั้นความอิสระซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ทั้ง 6 ทิศทางนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ การเคลื่อนที่ของลำตัวและแขน 3 ทิศทาง และการหมุนของมืออีก 3 ทิศทาง ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.37 กลไกการทำงานของแขนหุ่นยนต์

2.8.4 การเคลื่อนที่ของลำตัวและแขนหุ่นยนต์ประกอบด้วย

1. การหมุนในแนวตั้งรอบแกน Z (Z –axis motion)
2. การหมุนหรือเคลื่อนที่เข้าออกในแนวรัศมีในแนวแกน Y (in and out or Y – axis motion)
3. การเคลื่อนที่หรือหมุนในตำแหน่งซ้าย – ขวา ในแนวแกน X ของฐาน

2.8.5 การเคลื่อนที่ของมือหุ่นยนต์ ประกอบด้วย

1. การหมุนของข้อมือ (Pitch) เป็นลักษณะการต่อแบบ R – type โดยจะเชื่อมต่อกับแขนของหุ่นยนต์เพื่อยกขึ้น / ยกลง
2. การบิดของข้อมือ (Roll) เป็นลักษณะการต่อแบบ T – type เพื่อหมุนชิ้นงาน
3. การหันเหข้อมือ (Yaw) เป็นการเชื่อมต่อแบบ R – type เพื่อเคลื่อนที่ชิ้นงานไปทางซ้าย / ขวา

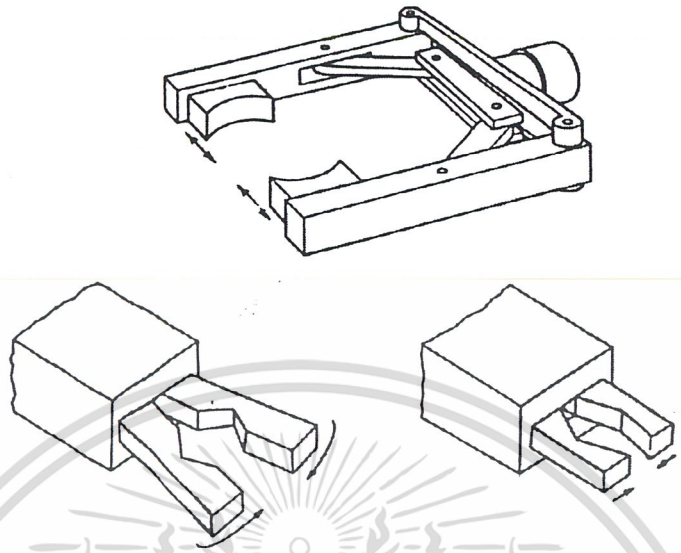
2.8.6 มือของหุ่นยนต์ (End Effectors)

มือของหุ่นยนต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานจริงของหุ่นยนต์ ซึ่งในส่วนของแขนจะทำหน้าที่เพียงเลื่อนและเคลื่อนตำแหน่งของมือ ลักษณะของงานที่หุ่นยนต์ทำเช่น งานเชื่อม งานพ่นสี เป็นต้น

ลักษณะของงานที่แตกต่างกันนี้ เราสามารถที่จะจัดแบ่งชนิดของมือออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

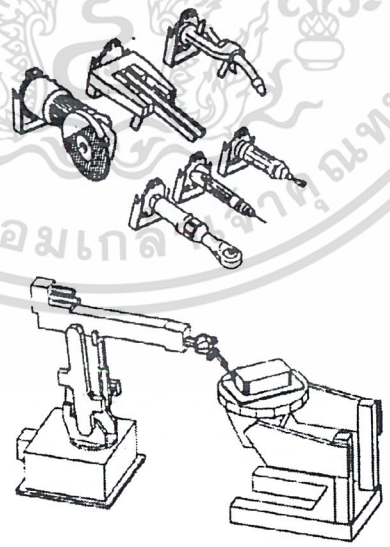
2.8.6.1 ลักษณะของมือที่ใช้จับ หรือที่เราเรียกว่า Gripper แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.38 ตัวอย่างของมือที่มีลักษณะเป็นแบบ Gripper

2.8.6.2 ลักษณะของมือที่เป็นอุปกรณ์ (Tools as End Effectors)

เป็นลักษณะของมือที่ออกแบบให้สามารถใช้กับงานได้หลายประเภท โดยจะเป็นอุปกรณ์ที่ยึดติดตายตัวหรือสามารถถอดเปลี่ยนได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 2.39 แสดงลักษณะของมือของหุ่นยนต์ที่เป็นอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.7 หลักการทำงานของหุ่นยนต์ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนต่างๆที่สำคัญได้ดังนี้

2.8.7.1 ระบบการขับเคลื่อน (Drive System)

ระบบการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ในปัจจุบันจะมีอยู่ 3 ลักษณะการเคลื่อนที่ คือ

1. ระบบไฮโดรลิค ซึ่งเป็นระบบที่ง่ายต่อการดูแลรักษา ทนทาน การเคลื่อนที่ทำได้รวดเร็ว และเหมาะกับงานที่มีขนาดใหญ่

2. ขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนสำหรับหุ่นยนต์จะเป็นมอเตอร์ชนิด เซอร์โว มอเตอร์ หรือ สเตป มอเตอร์ การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้านี้ให้ความละเอียดในการเคลื่อนที่ได้ดี

3. ขับเคลื่อนโดยใช้ลมดัน การขับเคลื่อนระบบนี้จะใช้กับหุ่นยนต์ขนาดเล็กและเป็นระบบที่ไม่ยุ่งยากในการใช้งาน

2.8.7.2 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ (Control System)

การเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ โดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งยังอีกจุดหนึ่ง แบบนี้เป็นการสั่งให้มือของหุ่นยนต์เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งตามที่ต้องการ โดยไม่ระบุเส้นทาง ตัวอย่างหุ่นยนต์ที่ใช้งานในลักษณะนี้ คือ การใช้หุ่นยนต์จับยกของ หรืองานเชื่อมเป็นจุด เป็นต้น

2. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง การเคลื่อนที่แบบนี้เป็นการสั่งให้แขนหรือมือของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยการกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ให้แน่นอน งานที่ใช้หุ่นยนต์ลักษณะนี้ได้แก่ งานพ่นสีรถ งานเชื่อม เป็นต้น

2.8.7.3 การรับสัญญาณ (Robot Sensors)

อุปกรณ์ที่เรียกว่า เซ็นเซอร์ นี้เป็นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ร่วมกับระบบอื่นๆ ในหุ่นยนต์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานให้กับหุ่นยนต์ เป็นการประยุกต์ใช้หุ่นยนต์ให้ทำงานในลักษณะอื่นๆ นอกเหนือจากการจับยกชิ้นงาน เช่นใช้หุ่นยนต์ในการตรวจสอบคุณภาพหรือการแยกชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

ลักษณะของอุปกรณ์รับสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ระบบสัมผัสในลักษณะการมอง (Visual Sensor) เป็นการเพิ่มความสามารถในการทำงานของหุ่นยนต์โดยเพิ่มอุปกรณ์ในการทำงานเข้าไป เช่น กล้องวิดีโอ ตัวกำเนิดแสงและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการกับข้อมูลในลักษณะภาพ

2. ระบบสัมผัสในลักษณะการจับต้อง (Tactile Sensor) เซ็นเซอร์ในระบบนี้จะทำให้หุ่นยนต์ทราบขนาดของแรงที่มากระทำระหว่างตัวหุ่นยนต์กับชิ้นงาน ตัวอย่างของเซ็นเซอร์ ระบบนี้ได้แก่

- ระบบการสัมผัสโดยการแตะชิ้นงาน (Touch Sensor)
- ระบบสัมผัสโดยใช้ความเค้น (Stress Sensor)

ระบบการสัมผัสโดยการแตะชิ้นงานนี้ จะใช้บอกให้ทราบว่าเกิดการแตะสัมผัสขึ้นหรือไม่ ลักษณะเซ็นเซอร์แบบนี้ เช่น ไมโครสวิตช์ หรือ ลิมิตรสวิตช์

ระบบสัมผัสโดยใช้ความเค้น จะใช้บอกขนาดของแรงที่มากระทำ ซึ่งอาจใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเครียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน

การดำเนินงานในการออกแบบและการสร้างระบบการเรียกและจัดเก็บแผ่นซีดีอัตโนมัติได้แบ่งส่วนการดำเนินการออกเป็น 3 ส่วนหลักในการดำเนินงาน คือ ส่วนแรกเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บแผ่นทั้งหมด ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เกี่ยวกับวงจรอิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ควบคุมด้านต่างๆ และส่วนสุดท้ายเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุมการจัดเก็บ

3.1 การดำเนินงานในส่วนของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บ

การดำเนินงานในส่วนของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บแผ่นซีดีสามารถแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนหลักดังนี้

3.1.1 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานในส่วนของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บแผ่นซีดี โดยจะประกอบไปด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์งานออกเป็นส่วนต่างๆ พร้อมกับวิเคราะห์ปริมาณงานเพื่อที่จะสามารถจัดสรรปริมาณงานได้ถูกต้องและเหมาะสมต่อจำนวนคนและความสามารถของแต่ละบุคคล
2. จัดทำแผนดำเนินงานในส่วนต่างๆตามที่ได้แบ่งปริมาณงานในขั้นตอนที่แล้ว และกำหนดขอบเขตความความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล เพื่อสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว
3. ศึกษาโครงสร้างต่างๆเพื่อให้มีความเหมาะสมและตรงตามขอบเขตที่วางไว้ และวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแบบต่างๆ เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องในการเลือกรูปแบบที่ใช้
4. ศึกษาระบบการเคลื่อนที่ในแบบต่างๆ และวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแบบต่างๆ เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเคลื่อนที่
5. ศึกษากลไกที่จะใช้ในการหยิบแผ่นซีดี และวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของแบบต่างๆ เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องในการเลือกรูปแบบที่ใช้
6. ออกแบบส่วนประกอบต่างๆตามที่ได้ศึกษา พร้อมกับกำหนดเป็นขนาดมาตรฐานขึ้นเพื่อนำไปใช้ปฏิบัติ
7. ดำเนินงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละบุคคล เพื่อทำให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพและมีมียืดหยุ่นในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บ

การออกแบบของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บนั้นจะถูกออกแบบในขั้นตอนการวางแผนการดำเนินงาน แต่การออกแบบที่สามารถนำไปปฏิบัติงานจริงนั้นต้องขึ้นอยู่กับวัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถจัดซื้อมาได้ เนื่องจากวัสดุและอุปกรณ์มีจำนวนจำกัด และบางประเภทไม่สามารถจัดหามาได้ตรงตามขนาดมาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้ในเบื้องต้น จึงต้องทำการปรับปรุงแบบให้สอดคล้องตามวัสดุและอุปกรณ์ที่จัดหามาได้ ทำให้เกิดโครงสร้างที่เหมาะสมต่อสภาวะการทำงานและทรัพยากรแวดล้อมที่มีอยู่อย่างพอดี

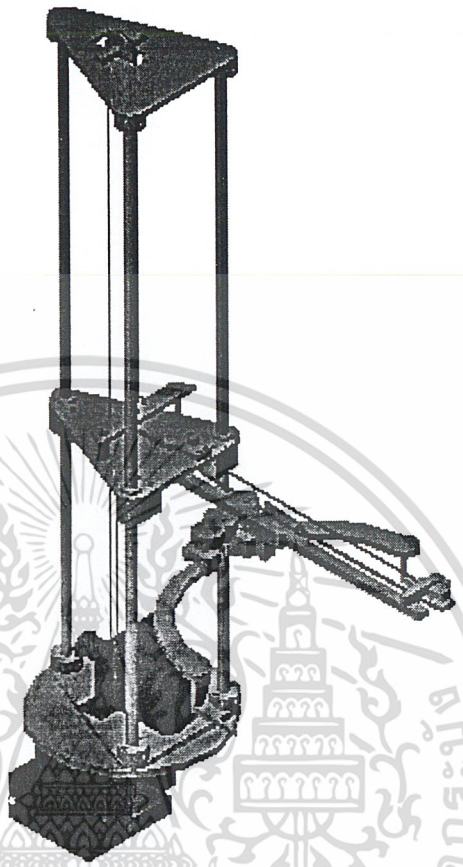
รายการของวัสดุและอุปกรณ์ที่สามารถจัดซื้อมาได้ และรายละเอียดต่างๆของวัสดุและอุปกรณ์จะแสดงได้ดังตารางที่ 3.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายการอุปกรณ์และรายละเอียดที่จัดหามาได้

ชนิดของวัสดุและอุปกรณ์	จำนวน	รายละเอียดของอุปกรณ์และลักษณะของอุปกรณ์
ชุดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่มี	1	ขนาดของชุดมอเตอร์ คือ 7.5 * 9.5 ซม.
ชุดเฟืองทดในตัวเอง		ลักษณะของมอเตอร์ คือ ใช้ไฟตรง 4.9 โวลต์
		2 แอมแปร์ และ 3 เฟส
สเต็ปปิ้งมอเตอร์	1	ขนาดของมอเตอร์ คือ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง คือ 5.5 ซม.
		ลักษณะของมอเตอร์ คือ ใช้ไฟตรง 5 โวลต์
เซอร์โวมอเตอร์	1	ขนาดของเซอร์โวมอเตอร์ คือ 2.7 * 1.5 ซม.
		ลักษณะของมอเตอร์ คือ ใช้ไฟตรง 12 โวลต์
แผ่นอะลูมิเนียมที่ใช้ทำตัว	3	ลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วโดยมีขนาดดังนี้
ระบบการเคลื่อนที่และจัดเก็บ		ฐานมีขนาด 10.5 ซม. ความสูงตั้งฉากจากฐานถึงยอด
		มีขนาด 12.5 ซม.
		น้ำหนักต้องเบา
ชุดที่ใช้ในการเคลื่อนที่หยิบ	1	ประกอบด้วย ตัวสไลด์บาร์เป็นอุปกรณ์พาเคลื่อนที่
และจัดเก็บแผ่นซีดี		ขนาดของชุด คือ 21.5 * 5 * 4.7 ซม.
		สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างดีในแนวแกนของสไลด์บาร์
ชนิดของวัสดุและอุปกรณ์	จำนวน	รายละเอียดของอุปกรณ์และลักษณะของอุปกรณ์
แหล่งต้นกำลังไฟฟ้า	1	เป็น Power Supply ของคอมพิวเตอร์ที่สามารถจ่าย
		แรงดันไฟฟ้าได้ทั้ง 5 และ 12 โวลต์
		มีขนาด 14.5 * 15 ซม.

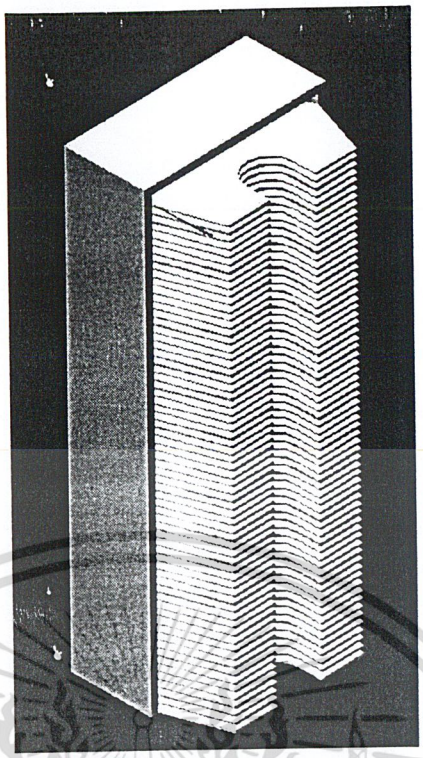
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ได้รับการปรับปรุงตามวัสดุที่จัดหามาได้ ซึ่งทำให้ได้รูปแบบที่มีความเหมาะสมต่อสภาวะการทำงาน และมีความยืดหยุ่นในตัวเอง

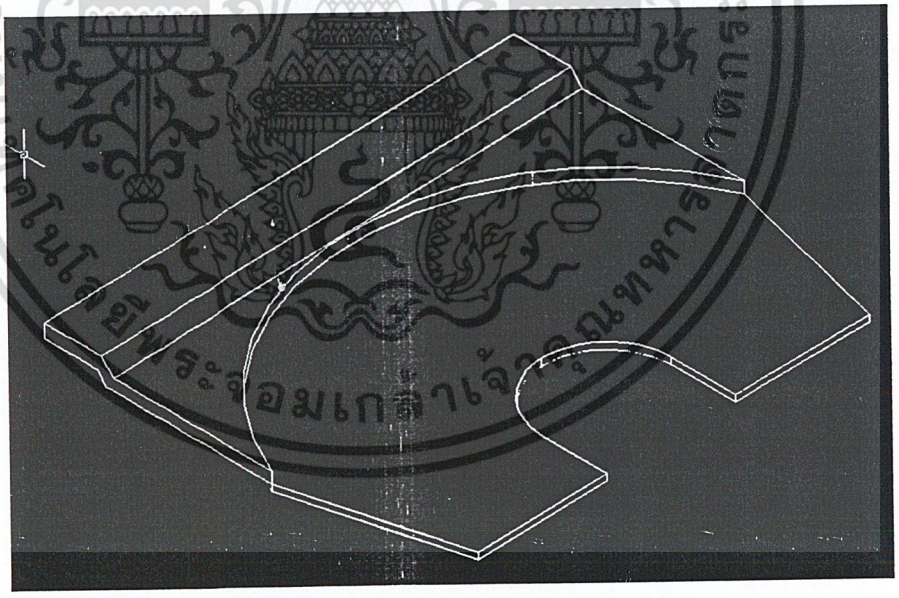


รูปที่ 3.1 แบบของระบบการเคลื่อนที่ในการหยิบจับแผ่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

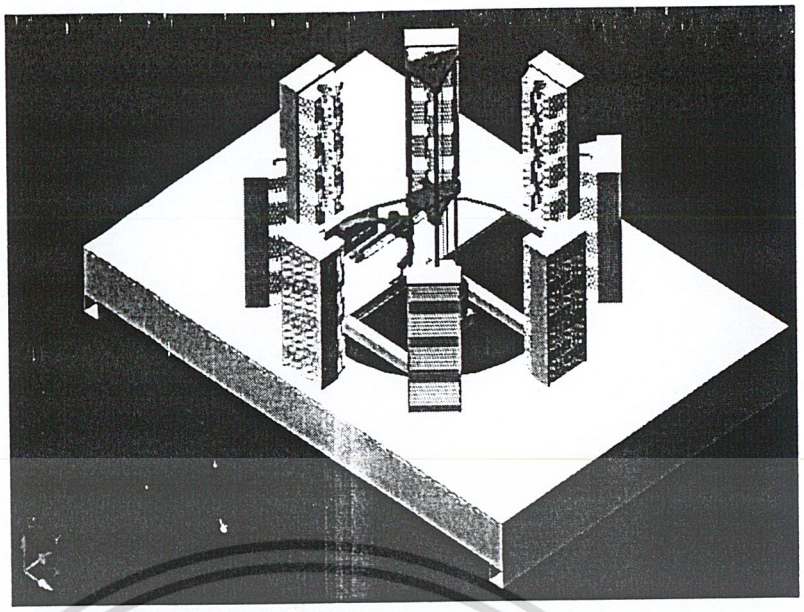


รูปที่ 3.2 ชั้นเก็บแผ่นซีดี



รูปที่ 3.3 แสดงส่วนรองแผ่นซีดีในชั้นเก็บแผ่นที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงตำแหน่งของระบบจัดเก็บแผ่นซีดี

3.1.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงานในส่วนของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บแผ่น

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในส่วนของระบบการเคลื่อนที่และการจัดเก็บแผ่นซีดีนั้นประกอบไปด้วยต่างๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. วัดขนาดชิ้นส่วนต่างๆ ในแบบขั้นสุดท้ายที่ได้รับการออกแบบอย่างสมบูรณ์ เพื่อดำเนินการจัดสร้างโครงงานให้ได้ตามขนาดมาตรฐานที่ออกแบบ
2. สร้างชิ้นส่วนประกอบต่างๆ ตามขนาดมาตรฐานที่ได้กำหนดขึ้น เพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานและการประกอบของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันได้อย่างพอดี
3. ประกอบชิ้นส่วนต่างๆพร้อมกับวัสดุและอุปกรณ์ที่ได้จัดหามาในขั้นตอนที่ 3.12 โดยได้โครงสร้างของส่วนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ
4. ติดตั้งวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของส่วนประกอบต่างๆ ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนการออกแบบ โดยประกอบเข้าไปในโครงสร้างการเคลื่อนที่ในแนวต่างๆที่กระทำในขั้นตอนที่แล้ว
5. ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่ง ซึ่งจะส่งสัญญาณป้อนกลับไปยังหน่วยควบคุมการเคลื่อนที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง อุปกรณ์นี้คือ ลิมิตสวิตช์
6. ทำการทดลองการเคลื่อนที่ในแนวต่างๆ เช่น แกนที่ใช้ในการหมุนหรือ แกนที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปหยิบแผ่นซีดี เป็นต้น และการจัดเก็บพร้อมกับเรียกแผ่นซีดีขึ้นมา
7. เก็บข้อมูลของความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง
8. ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลอง พร้อมหาแนวทางในทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น
9. ปฏิบัติตามแนวทางต่างๆที่ได้วิเคราะห์มาแล้วพร้อมกับเก็บผลการปฏิบัติงาน เพื่อใช้ในการเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการปฏิบัติงาน
10. เลือกแนวทางที่ดีที่สุดต่อการทำงานของระบบการเคลื่อนที่และจัดเก็บแผ่นซีดีอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การดำเนินงานในส่วนของวงจรอิเล็คทรอนิคส์

การดำเนินงานในส่วนของวงจรอิเล็คทรอนิคส์สามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 3 ขั้นคือ ขั้นการวางแผนการทำงาน ขั้นตอนการออกแบบวงจร ขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยจะแสดงขั้นตอนต่างได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 การวางแผนการดำเนินงาน

ในส่วนของการวางแผนการดำเนินงานในเรื่องของวงจรอิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในโครงงาน ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความต้องการของลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้วงจรอิเล็คทรอนิคส์เป็นตัวควบคุมการทำงานให้ได้ตามวัตถุประสงค์
2. กำหนดขอบเขตลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการ เพื่อใช้วงจรอิเล็คทรอนิคส์ควบคุมการทำงาน
3. ศึกษาวงจรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆในโครงงาน โดยต้องอยู่ในขอบเจตที่ได้กำหนดขึ้น
4. ศึกษาอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ต่างๆที่ใช้ในวงจรสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ชนิดต่างๆให้ทำงานได้ตามความต้องการ
5. จัดทำตารางการดำเนินงานในส่วนของวงจรอิเล็คทรอนิคส์

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงความต้องการลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

ชนิดของอุปกรณ์	ความต้องการการทำงานของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ
เซอร์โวมอเตอร์	- สามารถหมุนได้ใน 2 ทิศทางคือ หมุนตามเข็มนาฬิกา
	และหมุนทวนเข็มนาฬิกา
สเต็ปปิ้งมอเตอร์	- สามารถหมุนได้ใน 2 ทิศทางคือ หมุนตามเข็มนาฬิกา
	และหมุนทวนเข็มนาฬิกา
	- สามารถเคลื่อนที่ได้ตามความเร็วที่เหมาะสม
	- ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ต้องมีความแน่นอน
ปุ่มทำงานต่างๆของ	- สามารถแสดงการทำงานได้ใน 2 ลักษณะ คือ ทำงาน
เครื่องเล่นซีดี	และไม่ทำงาน โดยใช้แรงดันไฟจากคอมพิวเตอร์หรือ
	แหล่งจ่ายไฟอื่นๆเป็นตัวควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

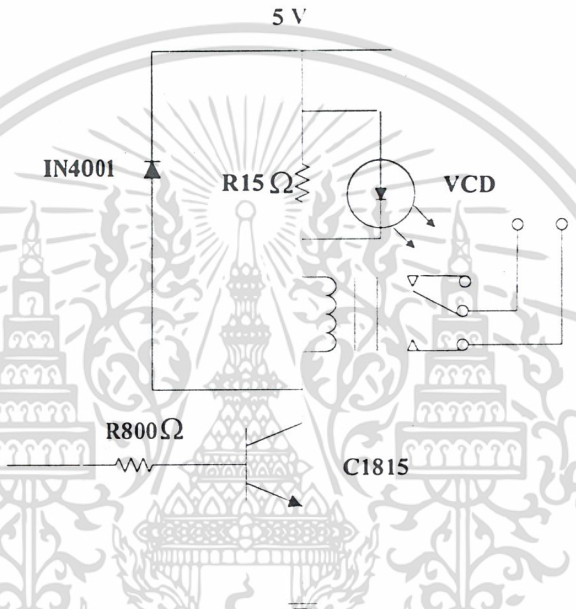
3.2.2 การออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

การออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ชนิดต่างๆจะทำการออกแบบตามฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์ชนิดนั้นๆที่ได้ถูกกำหนดขึ้นตามตารางความต้องการในหัวข้อที่ 3.1 โดยจะแสดงแบบวงจรตามอุปกรณ์ชนิดต่างที่ได้รับการออกแบบดังนี้

3.2.1.1 วงจรควบคุมปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดี

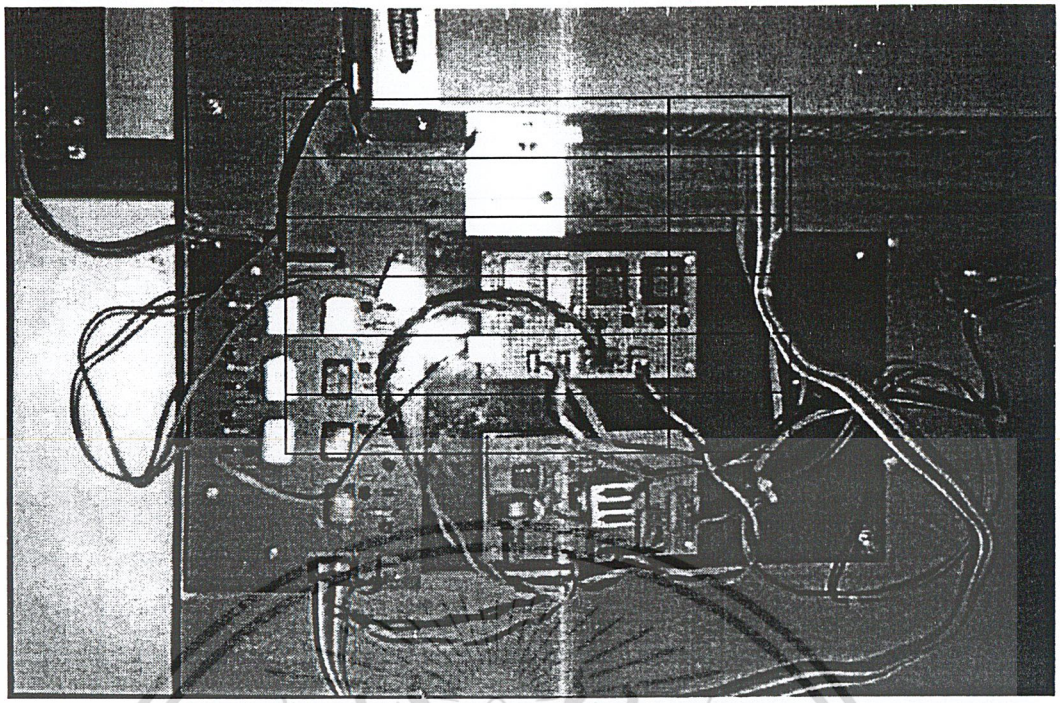
วงจรจรควบคุมปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งวงจรนี้ใช้ควบคุมได้เพียงวงจรละ 1 ปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดี โดยปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดีมีทั้งหมด 7 ปุ่มการทำงานดังนี้

1. ปุ่ม Play 2. ปุ่ม Stop 3. ปุ่มFF 4. ปุ่มREW 5. ปุ่ม Copy
6 ปุ่ม Pause 7. ปุ่มEject



รูปที่3.5 แสดงวงจรควบคุมปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดี 1 ปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรที่ได้ทำการต่อและติดตั้งเรียบร้อย

จากรูปเป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของปุ่มของเครื่องเล่นวีซีดี ซึ่งมีรีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของปุ่มเครื่องเล่นวีซีดี โดยมีสัญญาณไฟฟ้าจากเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งงานให้มีการกระทำหรือไม่มีการกระทำในหน้าคอนแทคของรีเลย์ เนื่องจากรีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ต้องได้รับสัญญาณไฟฟ้ากระตุ้นที่ขดลวดเหนี่ยวนำในตัวรีเลย์ หน้าคอนแทคของรีเลย์จึงจะมีการทำงานเกิดขึ้น ดังนั้นรีเลย์จึงต้องการใช้สัญญาณไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์เป็นตัวกระตุ้นขดลวดเพื่อให้หน้าคอนแทคทำงาน สัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการกระตุ้นเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า 5 V จากคอมพิวเตอร์ โดยสัญญาณไฟฟ้าแรงดัน 5 V หมายถึงให้มีการกระตุ้นที่ขดลวดของรีเลย์ ส่วนสัญญาณไฟฟ้าแรงดันเป็น 0 V หมายถึงไม่มีการกระตุ้นที่ขดลวดของรีเลย์หน้าคอนแทคก็จะไม่มีการทำงาน

3.2.2.2 วงจรขับเซอร์โวมอเตอร์

วงจรที่ใช้ในการขับเซอร์โวมอเตอร์เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์ ซึ่งสัญญาณพัลส์นี้จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ให้มีการหมุนของมอเตอร์ในสองทิศทาง คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา ของกลไกการหยิบจับแผ่นซีดีเพื่อทำให้เกิดการหยิบจับแผ่นซีดีและปล่อยแผ่นซีดี เหตุผลของการใช้วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์เพื่อควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ เนื่องจากง่ายต่อการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กและสามารถหาอุปกรณ์ได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงานในส่วนของวงจรอิเล็คทรอนิคส์สามารถแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังนี

1. จัดซื้ออุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ตามแบบวงจรที่ได้ออกแบบมา โดยสามารถแสดงอุปกรณ์ต่างตามแต่ละวงจรอิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในการควบคุมได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ที่ใช้ในวงจรควบคุมปุ่มการทำงานของเครื่องเล่นวีซีดี

ชนิดของอุปกรณ์	จำนวน
1. ตัวต้านทาน 800 โอห์ม	1
2. ตัวต้านทาน 15 โอห์ม	1
3. ทรานซิสเตอร์ เบอร์ C1815	1
4. ไดโอดเปล่งแสง	1
5 ไดโอด IN4001	1

2 ศึกษาหาความรู้ในเรื่องของอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ต่างๆ และการควบคุมการทำงานของวงจร

3 ประกอบอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ต่างๆตามแต่ละวงจรที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.2.2

4 ทดลองการทำงานของแต่ละวงจรที่ได้จัดทำขึ้น โดยตรวจสอบว่ามีความผิดพลาดอย่างไร

5 วิเคราะห์หาสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

แก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

3.3 การดำเนินงานในส่วนของโปรแกรม

ขั้นตอนการดำเนินงานส่วนโปรแกรมสามารถปฏิบัติได้ดังนี้

- ศึกษาการทำงานของระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบต่างๆ
- ออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม
- ทดลองการทำงานของโปรแกรม

3.3.1 การศึกษาการทำงานของระบบต่างๆที่เกี่ยวข้อง

การศึกษา Input Output ต่างๆ ของระบบ และรูปแบบการใช้งานนั้น เป็นส่วนสำคัญที่จะใช้ออกแบบโปรแกรม ซึ่งนอกจากจะใช้ความรู้ทางด้านการ Interface แล้ว ยังจำเป็นต้องใช้ความรู้ หรือโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับฐานข้อมูล (Database) อีกอย่างหนึ่ง เพื่อความสะดวกในการสร้าง Application สำหรับใช้งาน ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบต่างๆ

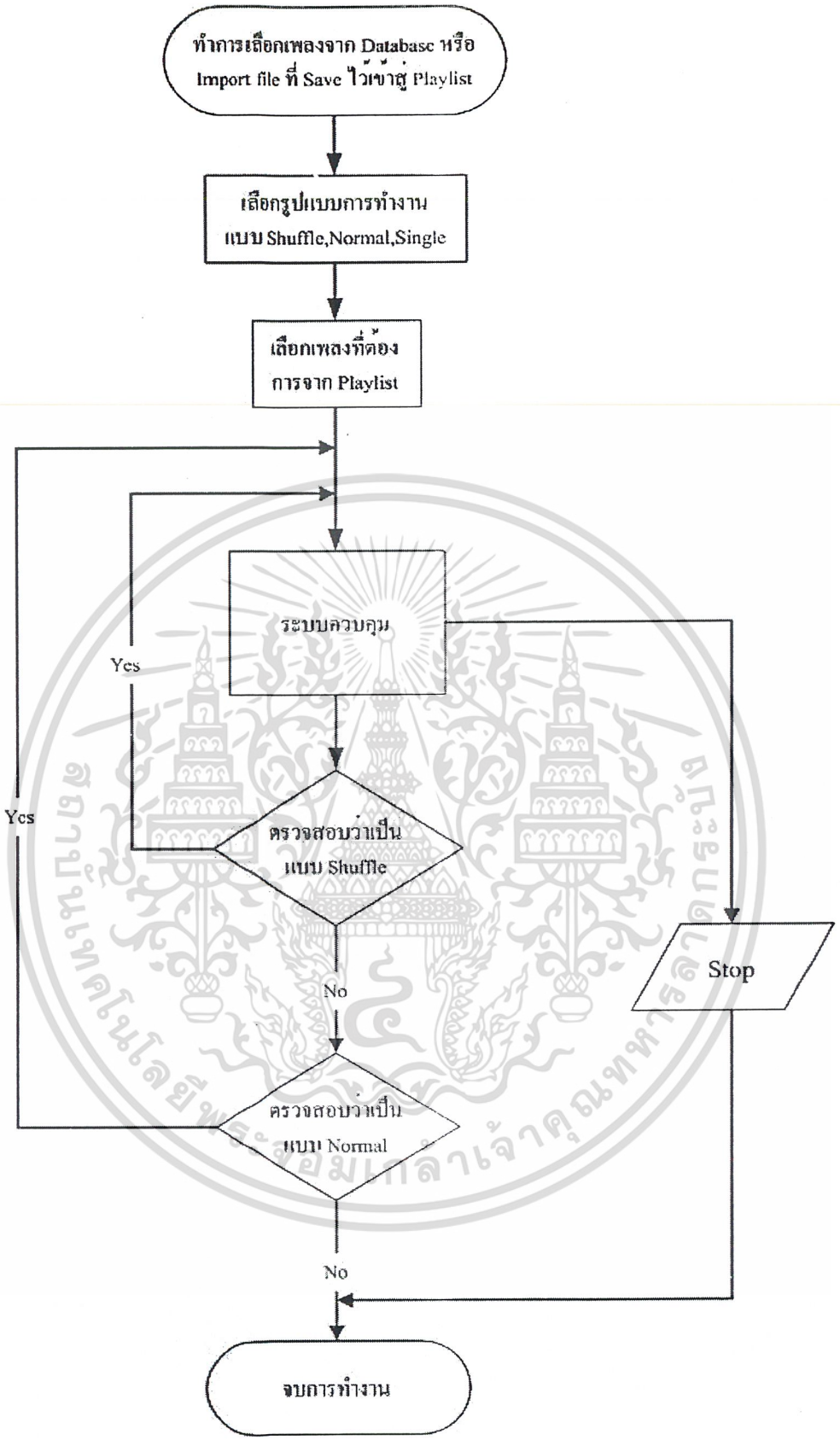
จากการศึกษาทางด้านต่างๆ สมาชิกภายในกลุ่มได้เลือกโปรแกรม Delphi 5 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้าง Application ต่างๆ ทั้งการ Interface และ Database บน Windows เพื่อความสะดวกสำหรับการใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจาก Delphi 5 เป็นโปรแกรมเชิงวัตถุ(Object Oriented Programming – OOP) หมายถึง โปรแกรมสามารถสร้างออบเจ็ค(Object) ที่มีลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ตามที่ผู้สร้างกำหนด โดยเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบวิชวล(Visual Programming) คือการพัฒนาโดยเห็นผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อรันโปรแกรมได้ตั้งแต่ในขณะกำลังสร้างโปรแกรมอยู่ สำหรับ Delphi 5 ยังมีส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล และระบบที่สามารถจัดการกับฐานข้อมูลแบบง่ายๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งได้แก่ dBase , Paradox , MS Access จำพวกนี้จะเรียกว่าเป็น Local Database คือ Database ที่ทำงานบนเครื่องๆ เดียว โดยจะใช้โปรแกรม Database Desktop ซึ่งติดมากับ Delphi 5 เป็นเครื่องมือในการทำงานกับฐานข้อมูล

3.3.3 ออกแบบรูปแบบการทำงานของโปรแกรม

จากการศึกษาภาพรวมของระบบ และอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้สามารถออกแบบกระบวนการทำงาน และ แผนภาพเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ และการเขียนโปรแกรมอย่างมีระบบ

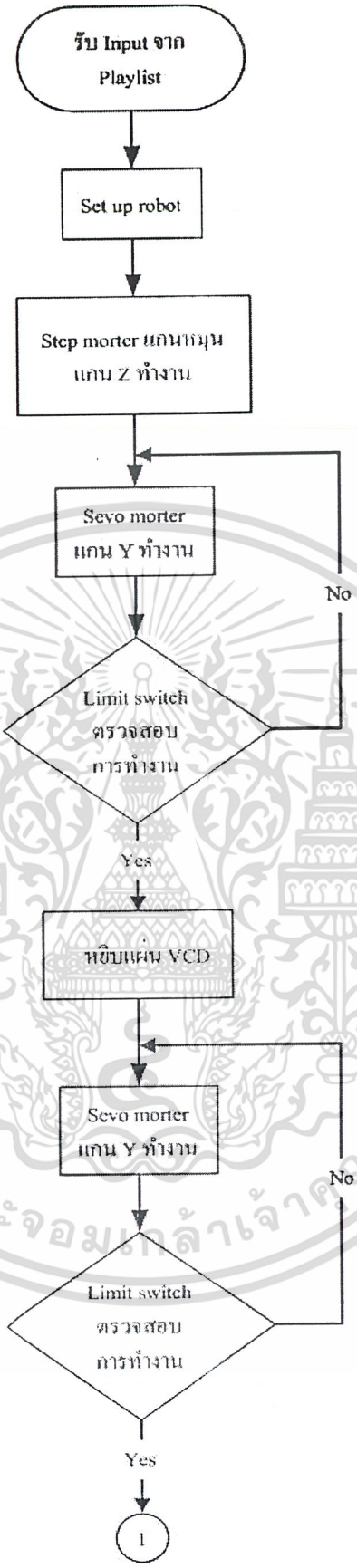
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



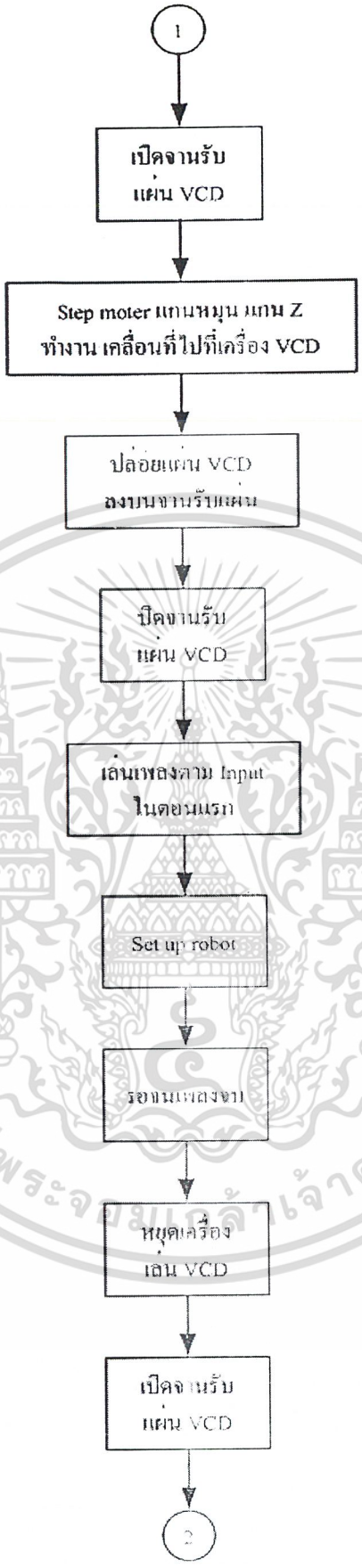
รูปที่ 3.7Flow Chart แสดงถึงการทำงานโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



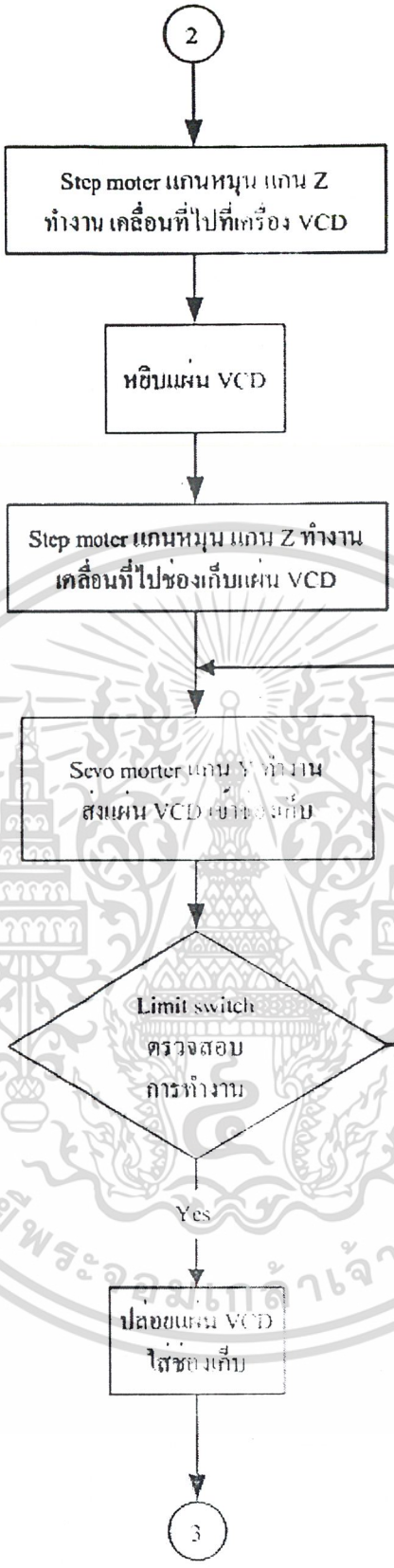
รูปที่ 3.8 แสดงถึงการทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



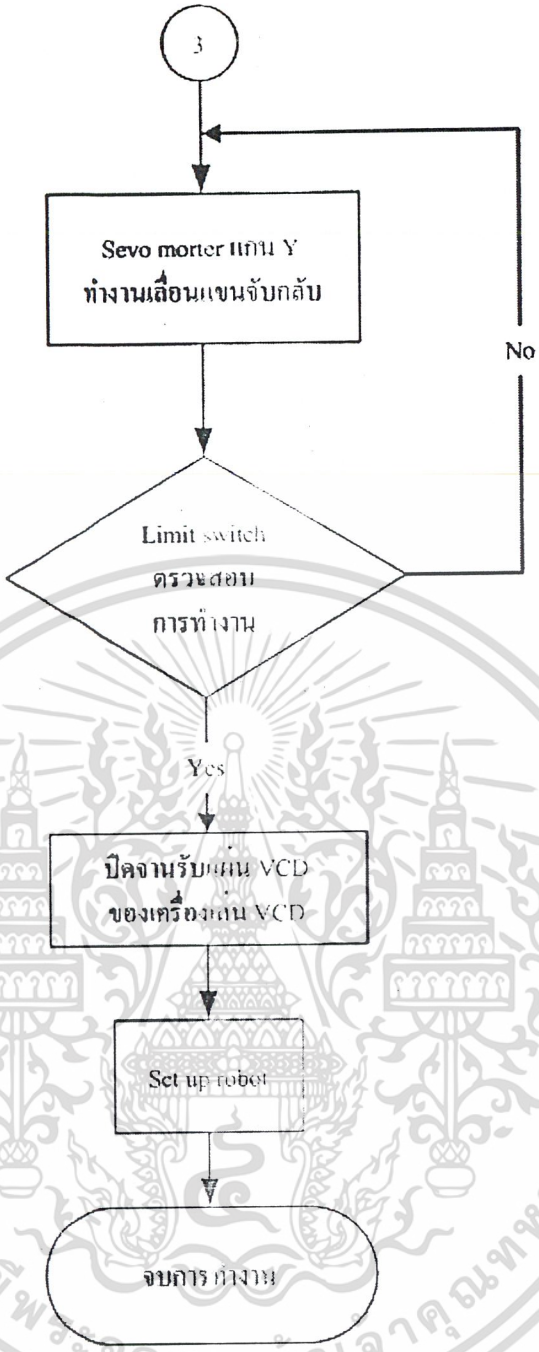
รูปที่ 3.9 แสดงถึงการทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงถึง การทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงถึง การทำงานของแขนกล และ เครื่องเล่น วีซีดี4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอน และ ผลการทดลอง

4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อทดสอบขีดความสามารถของแขนกล และประสิทธิภาพในส่วนต่างๆ ของระบบการทำงาน จากการทดลองทำงานจริง
2. เพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดต่างๆ และปริมาณของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น
3. เป็นแนวทางในการแก้ไข และพัฒนาส่วนต่างๆ ต่อไป

4.2 วิธีการทดลอง

จะทำการทดลองโดยป้อนค่า Input ซึ่งเป็นเพลง 1 เพลงเข้าสู่โปรแกรมการใช้งาน แล้วเริ่มสั่งให้ระบบทำงาน งานจากนั้นรอจนจบเพลง ทำซ้ำอย่างเดิมโดยเปลี่ยน Input เป็นเพลงที่อยู่ในแผ่นอื่นไปเรื่อยๆ จนครบ หมายถึง ขั้นตอนการทำงานของแขนกล จะเป็นดังนี้

1. เริ่มเคลื่อนที่จากจุด Set Up ไปหยิบแผ่นตาม Input ของโปรแกรม
2. หยิบแผ่นจากช่องเก็บไปใส่ในเครื่องเล่น VCD
3. รอจนจบเพลง
4. หยิบแผ่น VCD จากเครื่องเล่น VCD ไปเก็บใส่ในช่องเก็บที่เดิม
5. เคลื่อนที่กลับไปที่จุด Set Up

ทำซ้ำ 10 ครั้ง ต่อ 1 ช่องเก็บแผ่น ไปเรื่อยๆ จนครบทุกช่องเก็บ เพื่อทดสอบความสารถ และความแน่นอนของแขนกล

4.3 ผลการทดลอง

ข้อมูลประสิทธิภาพทั่วไปของแขนกล

ความเร็วของแขนกลในแนวแกน Z 3.75 cm/s

ความเร็วแกนหมุนรอบแกน Z 0.20 rad/s

เวลาเฉลี่ยรวมที่ใช้ในการหยิบแผ่น VCD จากตั้งที่ 1 = 48.97 วินาที

เวลาเฉลี่ยรวมที่ใช้ในการหยิบแผ่น VCD จากตั้งที่ 2 = 37.10 วินาที

(เป็นเวลาที่แขนกลใช้ใน 1 ขบวนการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ทดสอบกับตั้งเก็บแผ่น VCD ตั้งที่ 1

ช่องที่	หยิบแผ่น VCD ออกจากช่องเก็บ	หยิบแผ่น VCD ไปใส่ในเครื่องเล่น VCD	หยิบแผ่น VCD ออกจากเครื่องเล่น VCD	หยิบแผ่น VCD ไปเก็บที่เดิม
1	10	9	9	9
2	10	9	9	9
3	10	9	9	9
4	10	9	9	9
5	10	9	9	9
6	10	9	9	9
7	10	9	9	9
8	10	9	9	9
9	10	9	9	9
10	10	9	9	9
11	10	9	9	9
12	10	8	8	8
13	10	9	9	9
14	10	9	9	9
15	10	8	8	8
16	10	8	8	8
17	10	8	8	8
18	10	9	9	9
19	10	8	8	8
20	10	8	8	8
21	10	7	7	7
22	ไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้

- เลขที่ใส่ในช่องตาราง คือ จำนวนครั้งที่หยิบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ทดสอบกับตั้งเก็บแผ่น VCD ตั้งที่ 2

ช่องที่	หยิบแผ่น VCD ออกจากช่องเก็บ	หยิบแผ่น VCD ไปใส่ในเครื่องเล่น VCD	หยิบแผ่น VCD ออกจากเครื่องเล่น VCD	หยิบแผ่น VCD ไปเก็บที่เดิม
1	10	8	8	8
2	10	8	8	8
3	10	8	8	8
4	10	7	7	7
5	10	7	7	7
6	10	7	7	7
7	10	8	8	8
8	10	7	7	7
9	10	7	7	7
10	10	8	8	8
11	10	7	7	7
12	10	7	7	7
13	10	7	7	7
14	10	7	7	7
15	10	7	7	7
16	10	7	7	7
17	ไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้
18	ไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้
19	ไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้	ไม่สามารถดำเนินการต่อได้

* เลขที่ใส่ในช่องตาราง คือ จำนวนครั้งที่หยิบได้

จากตารางที่ 1,2 จะเห็นได้ว่า ขั้นตอนที่เกิดการผิดพลาดคือขั้นตอนที่ 2 ทำให้ขั้นตอนอื่นๆ เกิดการผิดพลาดไปด้วย มีสาเหตุมาจากการขั้นตอนที่ 4 ของขบวนการที่ผ่านมา ซึ่งทำให้แขนกลไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ไปใส่ในเครื่องเล่น VCD ในตำแหน่งที่เหมาะสมได้

จากในส่วนของช่องเก็บที่ 22 ของตั้งที่ 1 และช่องเก็บที่ 17 ของตั้งที่ 2 ขึ้นไป จนถึง ช่องเก็บที่ 65 นั้นแขนกลจะไม่สามารถหยิบแผ่น VCD ไว้ได้ ทำให้ขบวนการต่อมาไม่สารถดำเนินการต่อได้ เนื่องจากข้อผิดพลาดของช่องเก็บแผ่น VCD ที่ทำขึ้นมาไม่ได้ระนาบที่ควรจะเป็น คือ เอนเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดโอกาสที่แขนกลจะทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดเป็น 86.20 %
(เป็นโอกาสการทำงานของแขนกลกับตั้งเก็บแผ่น VCD ตั้งที่ 1)
คิดโอกาสที่แขนกลจะทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดเป็น 73.12 %
(เป็นโอกาสการทำงานของแขนกลกับตั้งเก็บแผ่น VCD ตั้งที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทำงานของแขนกล

สิ่งที่สนใจในผลการทดลองนี้มากที่สุดคือ แขนกลจะสามารถเคลื่อนย้ายแผ่น CD ได้หรือไม่ จากผลข้อมูลจะเห็นได้ว่าในช่วงการทำงานแรกแทบจะไม่มีความผิดพลาดเลย ความผิดพลาดจะอยู่ในตอนที่นำแผ่น VCD ไปใส่ในเครื่องเล่น VCD ซึ่งจะเกิดจากการวางแผ่น VCD ไม่ตรงกับถาดรับแผ่นของเครื่องเล่น VCD สาเหตุความผิดพลาดจะเกิดจากหลายๆอย่าง

- แผ่น VCD ติดอยู่กับแขนจับเนื่องจากการปรับตั้งตำแหน่งจับของเซอร์โวมอเตอร์ให้จับแผ่น CD แน่นเกินไป
- แขนจับหยิบแผ่น VCD มาไม่ดีตั้งแต่แรก ซึ่งเกิดจากช่องเก็บที่ทำด้วยมือทำให้แต่ละช่องมีขนาดและระดับไม่เท่ากันเช่นเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่งทำให้แขนไม่สามารถหยิบได้ดีเท่าทีควรหรือหยิบไม่ตรงตำแหน่งที่ตั้งไว้ซึ่งก็คือตรงกลางแผ่น CD ทำให้เมื่อนำไปวางบนเครื่องเล่น VCD จะทำให้แผ่น CD ไม่ตรงกับถาดใส่ของเครื่องเล่น VCD
- สัญญาณไฟไม่สม่ำเสมอ ทำให้แขนกลแกนหมุนและแกนขึ้นลงเกิดการกระตุกและพลาดจากตำแหน่งที่ตั้งไว้
- สายไฟและอุปกรณ์อื่นๆไปขัดขวางการทำงานของระบบ

จากปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทำการแก้ไขในส่วนที่สามารถแก้ได้แล้วทำการทดสอบอีกครั้งจนระบบทั้งหมดสามารถทำงานได้เกือบสมบูรณ์

5.1.2 การทำงานของวงจร

ในการทำการทดลองวงจรที่ใช้งานทั้งหมดสามารถใช้งานได้ตามปรกติโดยแต่ละวงจรจะมีสัญญาณไฟแสดงการทำงานเพื่อใช้ในการตรวจสอบในกรณีที่สั่งงานจากคอมพิวเตอร์หรือรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองและสรุปผลการทดลองสามารถนำมาวิเคราะห์ผลการทำงานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

- ในส่วนของแขนกลทั้งหมดสามารถเคลื่อนที่ได้ตรงตามตำแหน่งที่สั่งงานไป ปัญหาในการทดลองส่วนมากจะเป็นการหยิบจับแผ่น CD หรือส่วนของปากจับแผ่น
- การทำงานของวงจรเป็นไปตามปรกติไม่เกิดการโอเวอร์โหลด หรือเกิดการลัดวงจรเนื่องจากคุณสมบัติของวงจรทั้งหมดเพียงพอที่จะสามารถขับโหลดแต่ละอย่างได้ รวมถึงการจัดตำแหน่งและการเดินสายไฟทำให้ให้เรียบร้อยทำให้ไม่ไปขัดขวางการทำงานของแขนกล
- การสั่งงานจากคอมพิวเตอร์สามารถสั่งงานได้หลายรูปแบบทำให้ในการทดลองสามารถเลือกและปรับการทำงานของแขนกลได้มากและทำให้ได้ลักษณะการทำงานที่เสถียรที่สุดในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมและการแสดงผลของเครื่องเล่น VCD นั้นออกมาเป็นที่หน้าพอใจ จากการปรับเปลี่ยนการทำงานของโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องเล่น VCD ให้คล้ายกับการเล่นแผ่น CD จากเครื่องโดยตรงเช่น การเล่นข้ามเพลง การหยุดเพลง นอกจากนี้ยังนำเอาส่วน INPUT และ OUTPUT ของเครื่องเล่น VCD ออกมาให้สามารถต่อใช้งานได้ตามปรกติ เช่น ช่องต่อไมค์ โวลุ่มปรับต่าง ส่วนฟังก์ชั่นต่างๆของเครื่องเล่น VCD สามารถที่จะใช้งานได้ตามปรกติโดยใช้ REMOTE ที่มีให้มากับเครื่อง

5.3 แนวทางการพัฒนา

แนวทางการพัฒนาและการประยุกต์การใช้งานของโครงงานนี้ ซึ่งในโครงงานนี้เป็นการนำเอาแขนกลมาประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บแผ่น CD เพียงเพื่อแสดงให้เห็นถึงรูปแบบหนึ่งของการใช้งานแขนกลเท่านั้น ดังนั้นในการประยุกต์โครงงานก็สามารถนำเอาแขนกลไปใช้ในงานอื่นๆได้เช่นกัน เช่น แขนกลเชื่อมแบบทรงกระบอก หรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ส่วนแนวทางความคิดในการปรับปรุงโครงงานต่อไปเพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นดังนี้

- ปรับปรุงโปรมแกรมการควบคุมโดยเพิ่มการทำงานในส่วนของการหยิบและจัดเก็บแผ่นซีดีให้จัดเก็บแผ่นในชั้นเก็บแผ่นซีดีได้สมบูรณ์มากขึ้น
- จัดทำในส่วนของการควบคุมกับรีโมทคอนโทรล โดยต่อวงจรไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมา
- สร้างชั้นจัดเก็บแผ่นซีดีให้มีขนาดของช่องว่างที่ใช้ในการเก็บแผ่นซีดีเท่ากันทุกช่องว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

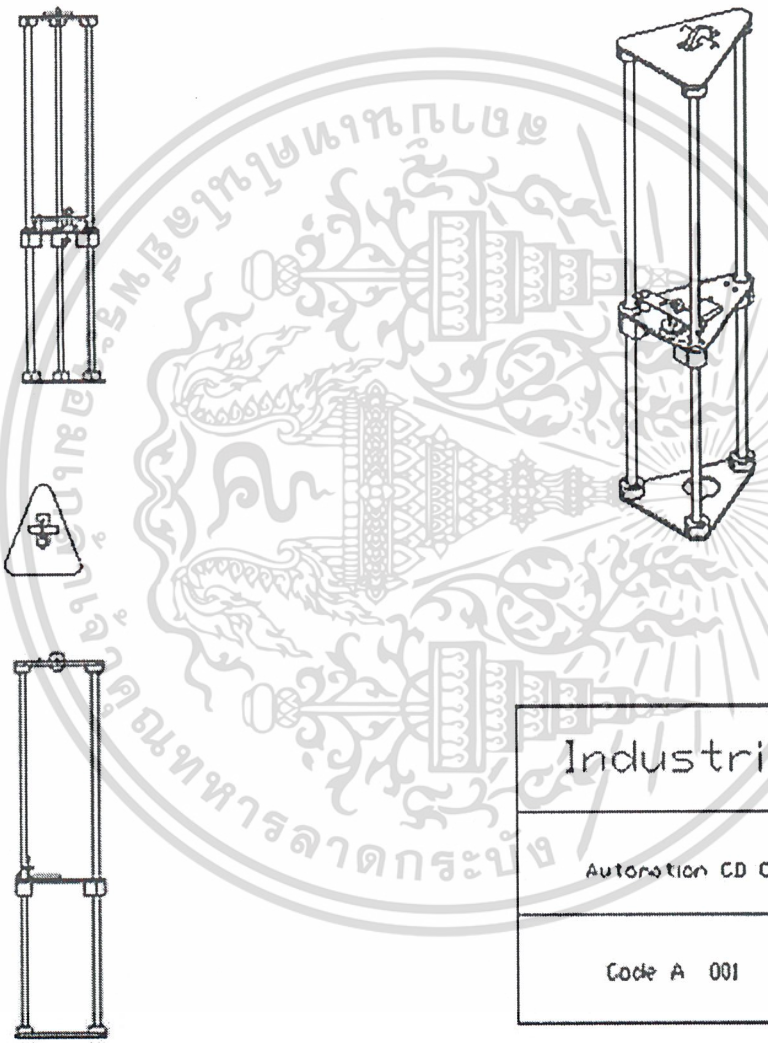
บรรณานุกรม

1. รศ. สุรพล รักวิจัย , อิเล็คทรอนิคส์สำหรับอุตสาหกรรม, แมคกรอ – ฮิล อินเตอร์เนชั่นแนล , 2541
2. บุญเลิศ เอี่ยมทัศนา " *Delphi* "สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
3. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร, จักรพงษ์สุขประเสริฐ " *Delphi* " สำนักพิมพ์อินโฟเพรส
4. ไชยันต์ สุวรรณชีวะศิริ " *บทความเรื่องเจาะกึ๋นหุ่นยนต์* " วารสารเซมิคอนดักเตอร์ อิเล็คทรอนิคส์ ฉบับที่ 116 2535 หน้า 102 –110
5. ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์ " *คู่มือการใช้โปรแกรม AutoCAD Release 14 : 3D Modeling*"
6. อำนาจ ทองแสน , เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและผลิต, สมคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย –ญี่ปุ่น), 2542, 296หน้า

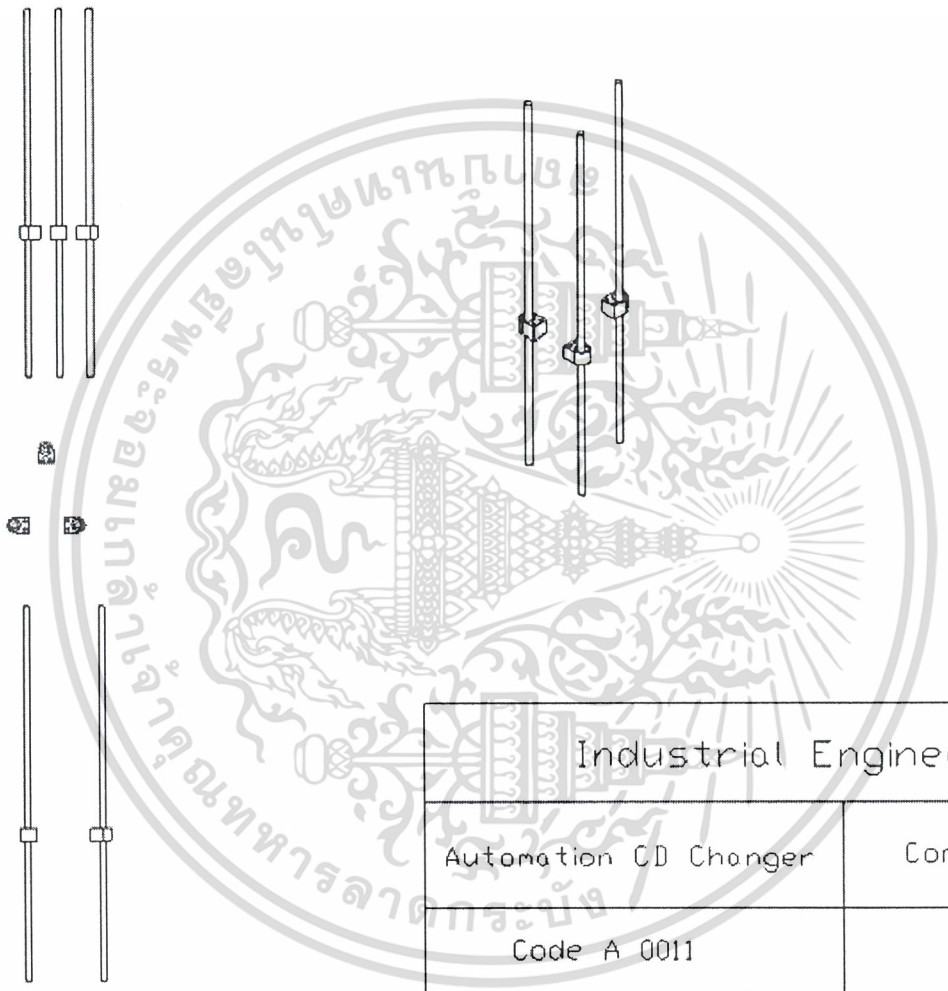
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

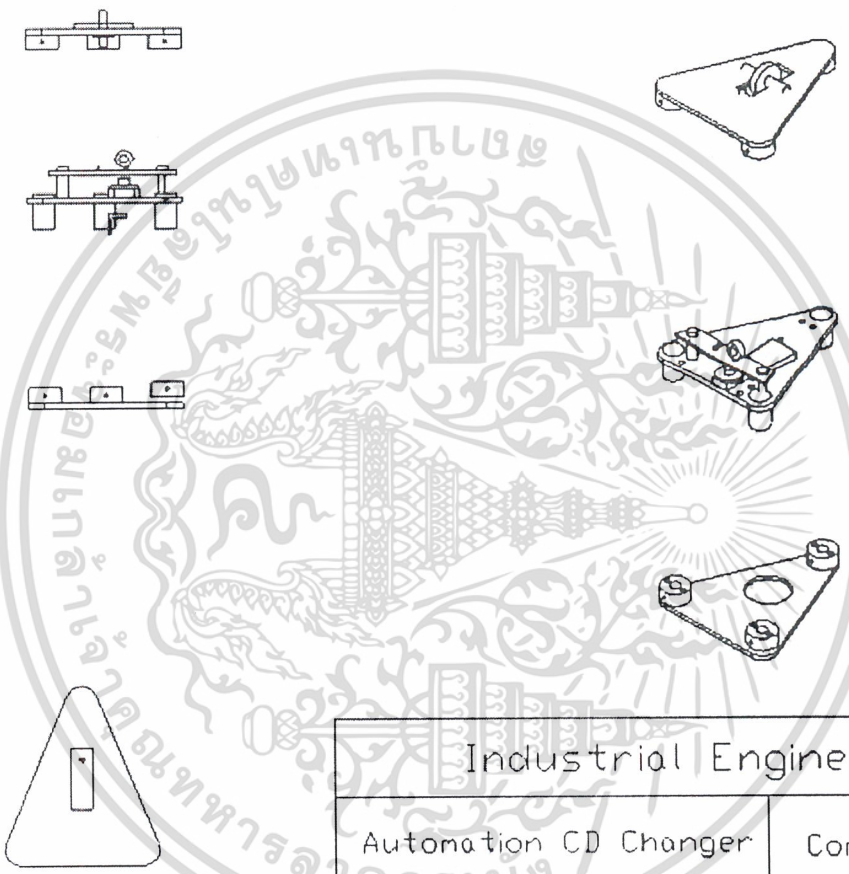
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



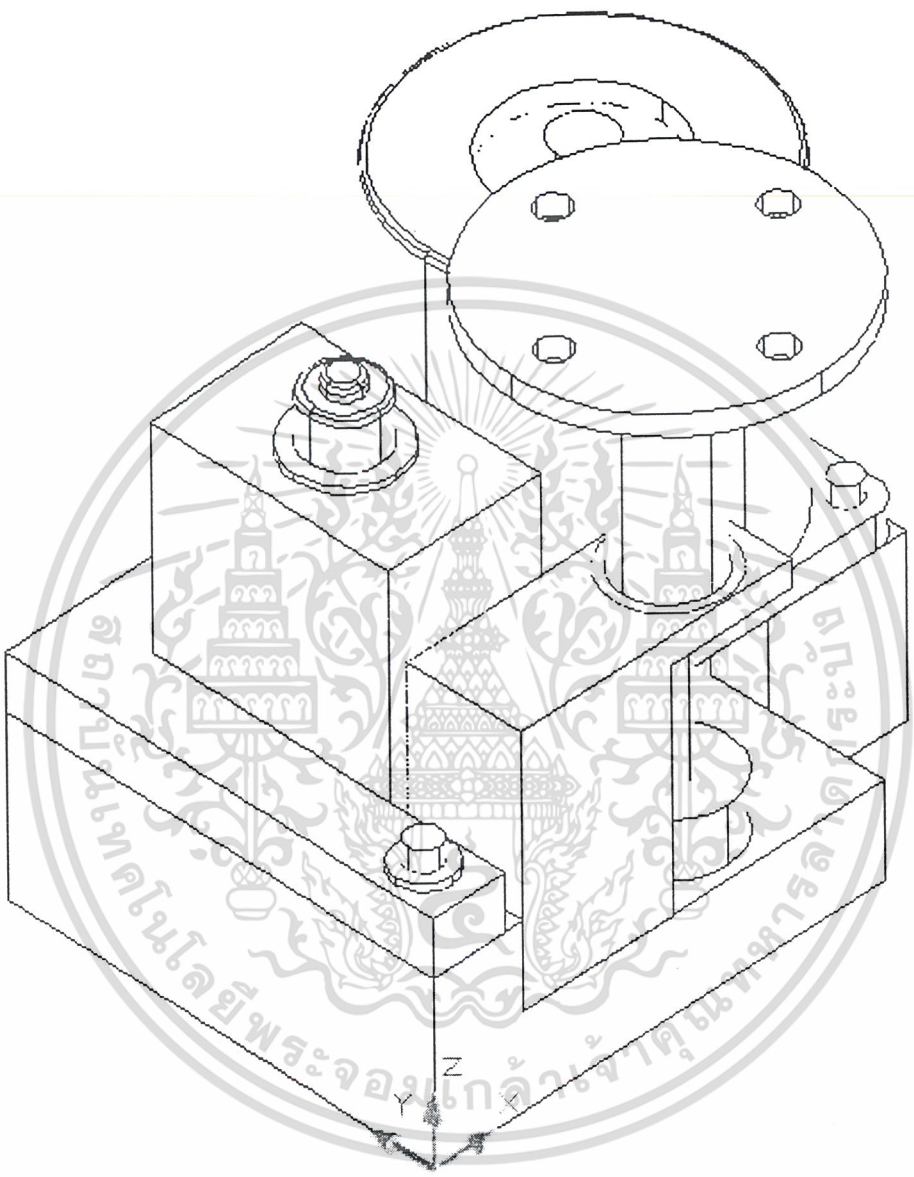
Industrial Engineering	
Autorotion CD Changer	A Axis
Code A 001	Scale N/A



Industrial Engineering	
Automation CD Changer	Compose A Axis 1
Code A 0011	Scale N/A

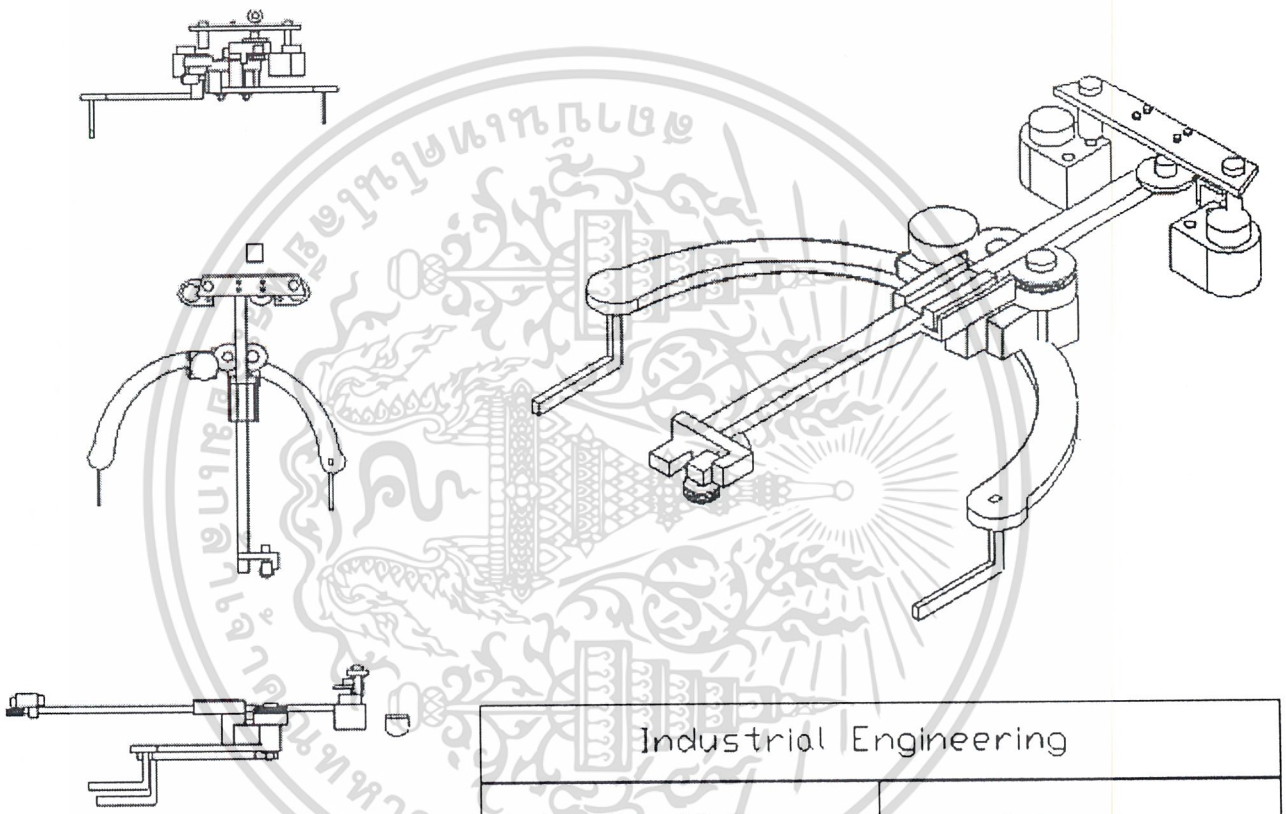


Industrial Engineering	
Automation CD Changer	Compose A Axis 2
Code A 0012	Scale N/A

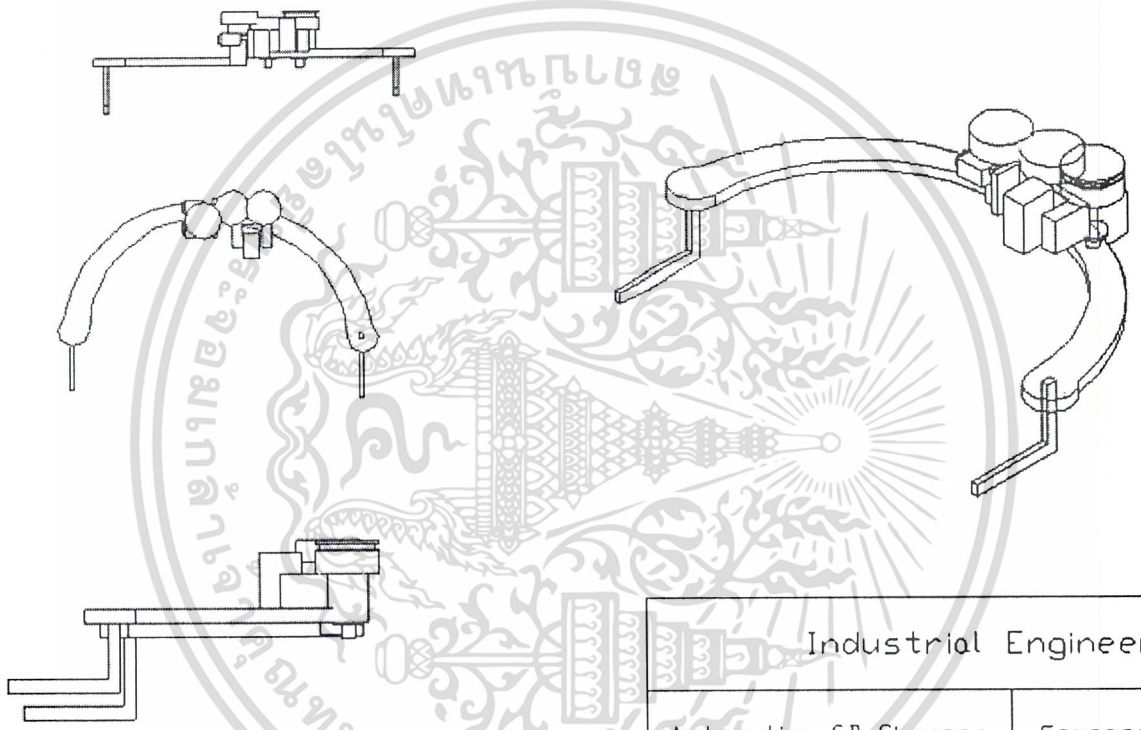


Industrial Engineering	
Automation CD Changer	B Axis
Code B001	Scale N/A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

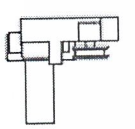


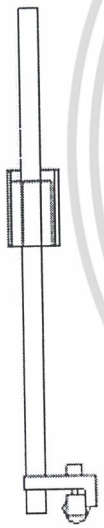
Industrial Engineering	
Automotion CD Changer	C Axis
Code C001	Scale N/A

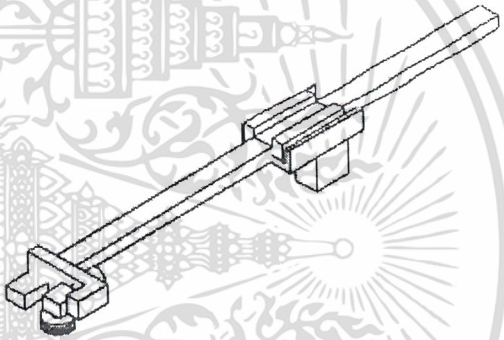


Industrial Engineering	
Automation CD Changer	Compose C Axis 1
Code C0011	Scale N/A

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา







Industrial Engineering	
Automation CD Changer	Compose C Axis 2
Code C0012	Scale N/A

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี