สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ยกผู้ป่วยขึ้นลงรถโดยสาร

PATIENT ELEVATOR

T045992

นายผดุงศักดิ์ เบ็ญจวรรณ
นายมาศพงศ์ หิรัณยานุรักษ์
นายสาวสิรีธร กิจดาวรุ่ง

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.จำลอง ปราบแก้ว
ดร.อุนนัติ พิณโสภณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 45992
วัน, เดือน, ปี 27 ก.พ. 2546

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อุปกรณ์ยกผู้ป่วยขึ้นลงรถโดยสาร

PATIENT ELEVATOR

ผู้จัดทำ

1. นายผดุงศักดิ์	เบ็ญจวรรณ	รหัสประจำตัว	41014682
2. นายมาศพงศ์	หิรัณยานุรักษ์	รหัสประจำตัว	41014718
3. นางสาวสิรีธร	กิจดาวรุ่ง	รหัสประจำตัว	41014778

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.จำลอง ปราบแก้ว)

_____อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.อุนนัติ พิณโสภณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ยกผู้ป่วยขึ้นลงรถโดยสาร

นายผดุงศักดิ์ เบ็ญจวรรณ 41014682
นายมาศพงศ์ หิริณยานุรักษ์ 41014718
นางสาวสิรีธร กิจดาวรุ่ง 41014778
ผศ.จำลอง ปราบแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.อุนนัติ พิณโสภณ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยหรือผู้พิการขึ้น-ลง รถโดยสาร มักจะใช้การยกหรือพยุงด้วยญาติ หรือเจ้าหน้าที่ อย่างน้อย 2 คน ซึ่งจะก่อให้เกิดความยุ่งยากและอาจพลาดพลั้ง ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ได้โครงงานนี้ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องยกผู้ป่วยขึ้นลง จากรถตู้โดยสารโดยผู้ป่วยหรือผู้ใกล้ชิดสามารถควบคุม การ ยกได้ด้วยด้วยตนเอง โดยการกดปุ่มสวิทช์ควบคุมตัวเครื่องก็สามารถยกผู้ป่วยขึ้น-ลงจากรถโดยสารได้ โครงสร้างเครื่องจะทำด้วยเหล็กยกขึ้นลง ด้วยระบบไฮดรอลิกส์ควบคุม การทำงานด้วยระบบอิเลคทรอนิคส์โดยจะมีเซนเซอร์ติดไว้ตามจุดต่างๆ เพื่อที่จะส่งสัญญาณ ไปให้กับไมโครคอนโทลเลอร์ทำการควบคุม และสั่งงานการทำงานของเครื่องอย่างอัตโนมัติ จากการทดสอบการใช้งานที่ได้สามารถยกผู้ป่วยที่มีน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 80 กิโลกรัม ด้วยความเร็วในการยกขึ้น-ลง 30 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PATIENT ELEVATOR

Padungsak Benjawan 41014682
Masapong Hirunyanurak 41014718
Sireethorn Kijdaoroong 41014778
Asst.Pro.f Chamlong Prabkeao
Dr. Unnat Pinsopon

ABSTRACT

The mean of transporting patients is usually a van . Two strong people must lift the patients up and down the vehicle in case the patients are immobile . This may cause troubles and accidents. This thesis presents the designs and fabrication of the hydraulic patients elevator . The elevator is automatically controlled by a micro controller. Form experiment the patient elevator use 30 sec to lift the patients weigh 80 kilo up and down .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และความร่วมมือ จากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงก็คือ คุณลุงมณฑา ผู้คุมห้องปฏิบัติการที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำวิธีการทำงานต่างๆ และสุดท้ายที่ลืมไม่ได้คือเพื่อนๆ ของพวกข้าพเจ้าที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำความรู้บางแขนงที่พวกข้าพเจ้ามีอยู่อย่างน้อยนิด ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้พวกข้าพเจ้ามีวันนี้ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูพวกข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมาในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ พวกข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	IX
สารบัญภาพ	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 หลักการทำงานและการออกแบบ	3
2.1 หลักการทำงาน	3
2.2 การวิเคราะห์กลไกโครงสร้างเครื่องยกผู้ป่วย	3
2.3 การขับเคลื่อน	10
2.4 ระบบ safety	14
บทที่ 3 การควบคุม	19
3.1 ไมโครคอนโทรเลอร์	19
3.2 การออกแบบวงจร	31
บทที่ 4 ผลการทดสอบการใช้งาน	40
4.1 การทดสอบการใช้งานเครื่องที่สภาวะต่างๆ	41
4.2 การทดสอบความพึงพอใจในการใช้งาน	42
บทที่ 5 สรุปผลการทำงาน	43
5.1 สรุปผลการทำงาน	43
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	43
5.3 แนวทางการพัฒนา	43
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้าที่

ตาราง 4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบการใช้งาน 41
ตาราง 4.2 ตารางแสดงผลการประเมินการใช้งาน 42
ตาราง ข ค่าความปลอดภัย 45
ตาราง ค ขนาดกระบอกสูบไฮดรอลิก 45
ตาราง จ low speed high torque motors 45
ตาราง ง accumulator 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้าที่

รูปที่ 2.1 รูปเครื่องยกผู้ป่วย 3
รูปที่ 2.2 ระยะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ 4
รูปที่ 2.3 รูปจำลองการติดตั้งบนรถโดยสาร 5
รูปที่ 2.4 โครงสร้างอุปกรณ์ 5
รูปที่ 2.5 การวิเคราะห์แรง 7
รูปที่ 2.6 แรงที่กระทำในกรณีที่ 2 8
รูปที่ 2.7 แรงที่กระทำกับชิ้นส่วนแต่ละกรณี 8
รูปที่ 2.8 ขนาดหน้าตัดของเสา 9
รูปที่ 2.9 สลัก 10
รูปที่ 2.10 วงจรไฮดรอลิก 11
รูปที่ 2.11 ชุดต้นกำลัง 12
รูปที่ 2.12 solenol value 12
รูปที่ 2.13 กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ 13
รูปที่ 2.14 มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ 14
รูปที่ 2.15 วาล์วควบคุมอัตราไหล 14
รูปที่ 2.16 accumulator 15
รูปที่ 2.17 วงจร safety 16
รูปที่ 2.18 การต่อแบตเตอรี่สำรอง 17
รูปที่ 2.19 แบบอุปกรณ์ 18
รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งขาของชิบไมโครคอนโทรเลอร์ 20
รูปที่ 3.2 โครงสร้างหน่วยความจำภายใน MCS-51 23
รูปที่3.3 แผนภาพแสดงหน่วยความจำของ MCS-51 24
รูปที่ 3.4 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป 24
รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำอินเตอร์รัปต์ 27
รูปที่ 3.6 รีจิสเตอร์ใช้เฉพาะงาน (IE) 27
รูปที่ 3.7 รีจิสเตอร์ใช้เฉพาะงาน (IP) 28
รูปที่ 3.8 รูป Pipe line 32
รูปที่ 3.9 ladder diagram 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 3.10 เซนเซอร์แสงอินฟาเรท 33

รูปที่ 3.11 วงจรขยายสัญญาณ 33

รูปที่ 3.12 แผ่นปรินซ์วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ 34

รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนตรวจสอบตำแหน่งเมื่อเริ่มใช้งาน 35

รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ 36

รูปที่ 3.15 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ 37

รูปที่ 3.16 วงจรขยายสัญญาณ 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันนี้การเดินทางของผู้ป่วย คนชราหรือคนพิการไปตามที่ต่างๆเรามักจะใช้การพยุงผู้ป่วยขึ้นรถ ซึ่งจะ ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายแก่ผู้ป่วยได้ง่าย ทำให้ผู้ป่วยไม่ค่อย ได้ไปยังสถานที่ต่างๆ ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสภาวะจิตใจของผู้ป่วยได้ จึงได้คิดสร้าง อุปกรณ์ที่ใช้ยกผู้ ป่วย ขึ้น-ลงจากรถโดยสารขึ้น ในปัจจุบันมีการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงมากทำให้เป็นภาระแก่ครอบครัวคนป่วยหรือคนพิการ และยังทำให้ประเทศขาดดุลทางการค้าอีกด้วยและระบบที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ชนิดนี้ยังไม่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ป่วยหรือคนพิการเท่าที่ควร เนื่องจากระบบควบคุมที่ใช้นั้นยังไม่เป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมด โครงงานนี้จึงได้ทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์นี้ให้เป็นแบบอัตโนมัติทั้งหมด เพื่อความสะดวกแก่การใช้งานและเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมต่อการใช้งาน เพื่อให้ มีราคาต่ำลงด้วย

หลักการทำงานของเครื่องนั้น โครงสร้างต่างๆจะถูกขับเคลื่อนให้ยกรถเข็นผู้ป่วย ขึ้น-ลง ด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ ในจังหวะที่ยกขึ้น เมื่อยกได้ระดับแล้วเซนเซอร์ที่ติดอยู่เพื่อวัดระดับจะส่งสัญญาณไปบังคับให้มอเตอร์ไฮดรอลิกส์หมุน เพื่อหันหน้าผู้ป่วยไปทางด้านหน้าของตัวรถ และหยุดเองโดยอัตโนมัติ ชุดต้นกำลังขับปั๊มไฮดรอลิกส์จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ไฟฟ้าจาก แบตเตอรี่ของรถยนต์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์โดยเลือกใช้วัสดุที่มีราคาต่ำแต่ออกแบบให้อุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูง

1.2.2 พัฒนาระบบควบคุมให้เป็นแบบอัตโนมัติทั้งระบบ

1.2.3 เพื่อเป็นการนำเสนอแนวคิดอุปกรณ์ และการทดลองใช้ ซึ่งอาจจะนำอุปกรณ์ นี้ไป ใช้งาน แทน การนำเข้าจากต่างประเทศ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานนี้จะทำการออกแบบ โดยจะสร้างอยู่บนฐานของ ความเหมาะสมและ สามารถนำไปใช้ งานได้ โดยจะออกแบบส่วนเคลื่อนที่ต่างๆในลักษณะแขนกล และจะใช้ระบบอิเล็คทรอนิกส์ ในการ ควบ คุม โดยในงานวิจัยนี้จะยังไม่เน้นเรื่องประสิทธิภาพต่างๆมากนัก เช่น เสียงโดยถือว่าเป็น การทดลอง สร้างเพื่อ ให้สามารถ นำมาใช้งานได้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินในโครงงานนี้จะเริ่มด้วยการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยซึ่งก็มีเรื่องหลักๆ คือ แรงสถิตในกลไก การวิเคราะห์กลไกด้วยกราฟฟิค การออกแบบเครื่องจักรกล ไฮดรอลิกส์ และไมโครคอนโทรเลอร์ จากนั้นจึงจะทำการออกแบบส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์ ระบบขับเคลื่อนและระบบควบคุม เมื่อออกแบบอุปกรณ์และระบบต่างๆเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป คือ การจัดหาและสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์และทำการประกอบอุปกรณ์รวมทั้งติดตั้งระบบควบคุมบนโต๊ะทดลอง

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์และระบบทุกอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็จะทำการทดลองการทำงานของอุปกรณ์ จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการสรุปผลการทดลอง ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานและแนวทางในการพัฒนาเพิ่มเติม และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้งาน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

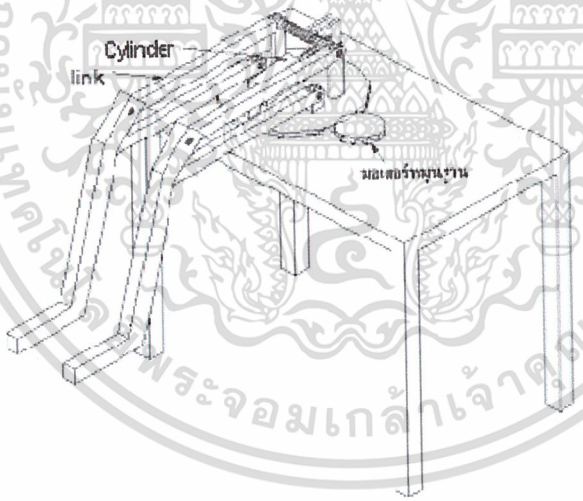
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการทำงานและทฤษฎีการออกแบบ

ในบทนี้จะเป็นการออกแบบอุปกรณ์ ชิ้นส่วนต่างๆ โดยนำทฤษฎีพื้นฐานต่างๆมาใช้ในการวิเคราะห์ชิ้นส่วนต่างๆ ของอุปกรณ์

2.1 หลักการทำงาน

โครงสร้างจะประกอบด้วยกลไกต่างๆซึ่งจะถูกขับเคลื่อนให้ยกเก้าอี้ ที่ผู้ป่วยนั่งขึ้น-ลง ด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ดังรูปที่ 2.1 ในจังหวะที่ยกขึ้น เมื่อยกได้ระดับแล้วแขน linkจะไปบัง เซนเซอร์แสง เซนเซอร์แสงจะทำการส่งสัญญานไปที่ชุดควบคุม แล้วจะทำการส่งต่อไปยังมอเตอร์ ไฮดรอลิกส์ให้ทำการหมุนเพื่อหันหน้าผู้ป่วยไปทางด้านหน้าของตัวรถและหยุดเองโดยอัตโนมัติ ส่วนชุดต้นกำลังขับปั้มไฮดรอลิกส์จะ ใช้มอเตอร์ ไฟฟ้า กระแสตรงโดยใช้กระแสไฟฟ้า จากแบตเตอรี่ ของ รถ



รูปที่ 2.1 รูปเครื่องยกผู้ป่วย

2.2 การวิเคราะห์กลไกโครงสร้างเครื่องยกผู้ป่วย

2.2.1 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่

กลไกที่ใช้เป็นแบบระบบขับเคลื่อนต่อแบบสี่ชิ้นส่วนแบบ double rocker ซึ่งไม่มีแขนใดแขนหนึ่ง ทำ การ หมุน 360 องศา แต่จะกวัดแกว่งเท่านั้น ดังรูปที่2 โดยหา degree of freedom จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$F=3(n-1)-2L-H \quad (2.1)$$

โดย F = ผลรวมระดับขั้นความเสรีของกลไก

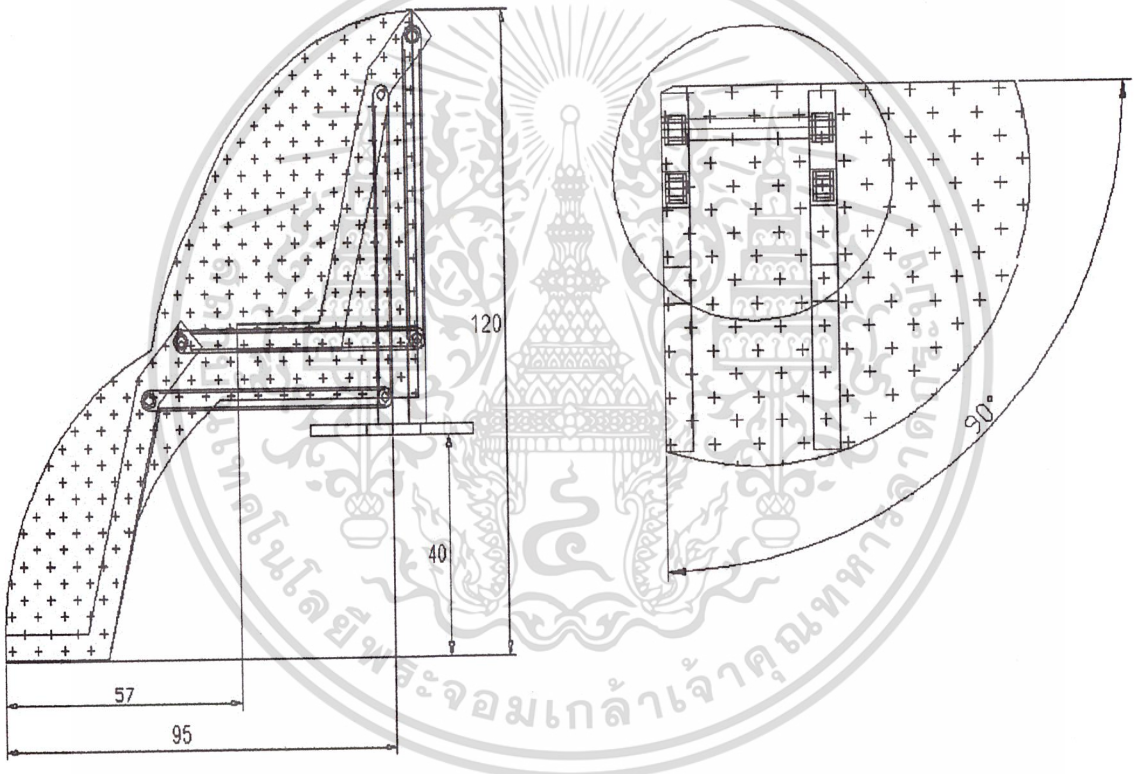
N = ผลรวมจำนวนแขนของกลไก

L = ผลรวมจำนวนคู่ต่ำกว่า

H = ผลรวมจำนวนคู่สูงกว่า

กลไกที่มี 1 input drive system และ F=1 จะทำนายได้และเป็นไปได้

2.2.2 ระยะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์



รูปที่ 2.2 รูประยะการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์

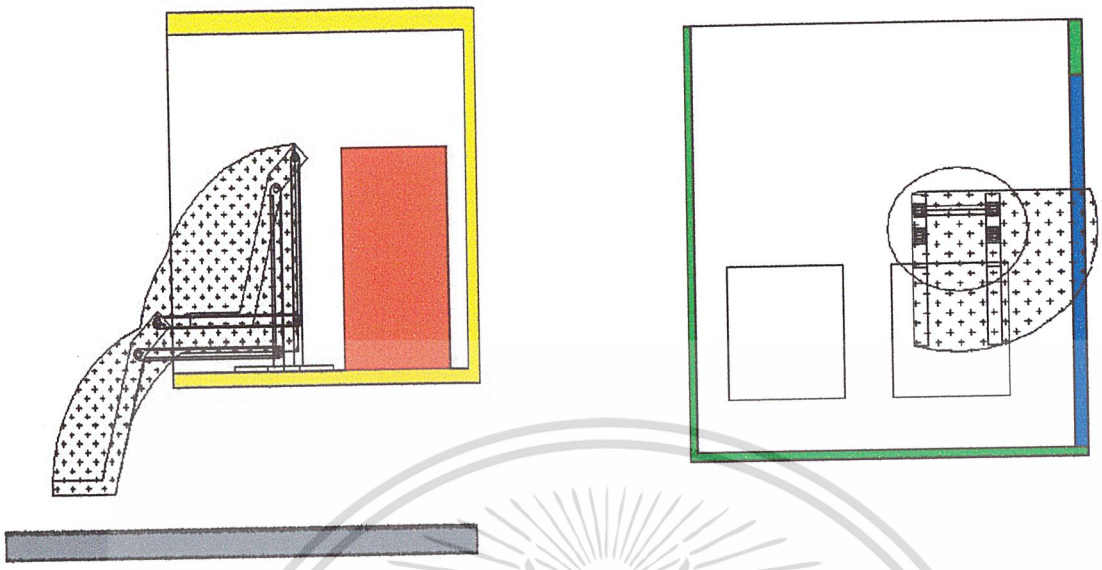
2.2.3 ระยะภายในรถตู้

รถตู้โดยสารมีพื้นที่ภายใน = 120 x 190 ตารางเซนติเมตร

สูงจากพื้น 55 เซนติเมตร

ความกว้างของประตู 120 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 รูปจำลองการติดตั้งอุปกรณ์บนรถโดยสาร

รูปที่ 2.4 โครงสร้างอุปกรณ์

2.2.4 การวิเคราะห์แรง

แรงในเครื่องจักรนั้นเกิดจากแหล่งต่างๆ กัน เช่น แรงเนื่องจากชิ้นส่วนเครื่องจักรแรงจาก ส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่างๆ แรงจจากการรับภาระและแรงที่เกิดจาก การถ่ายเทพลังงาน รวมทั้งแรงเนื่องจากความ ฝืด แรงเฉื่อย แรงในสปริง แรงกระทบกระแทก และแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ในการออกแบบเครื่องจักรขั้นสุดท้ายจะต้องพิจารณาถึงแรงทั้งหมด ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ว่าจะไม่ทำให้เกิดการชำรุดเสียหาย ในการวิเคราะห์แรงสถิตซึ่งกระทำบนชิ้นส่วนเครื่องจักรนั้นเราถือว่า แรงเฉื่อย(Innertia Forces) ที่เกิดจากความเร่งมีน้อยมาก จนกระทั่งไม่จำเป็นต้องนำมาคำนึงถึงได้ ถ้าหากนำเอาแรงเฉื่อยเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยเรียกการวิเคราะห์นั้นว่าการวิเคราะห์แรงไดนามิค(Dynamic Force)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว น้ำหนักของชิ้นส่วนต่างๆ มักมีค่าน้อยเมื่อเทียบกับแรงสถิต(Static Forces) ดังนั้น จึงไม่นำมาคิดในการวิเคราะห์แรงสถิต

ระบบเครื่องต่อสี่ชิ้นส่วน มีแรงกระทำในกรณีที่1ดังแสดงในรูปที่ 2.5(a) ต้องมี โมเมนต์ T2 กระทำกับเครื่องต่อ2 เพื่อรักษาสมดุลต่อไปมา พิจารณา เครื่องต่อแต่ละเครื่องต่อ ในลักษณะ วัตถุอิสระ ดัง แสดงใน รูป2.5(b) ในที่นี้ เราจะ พิจารณา เครื่องต่อ 3 และ 4 ดังแสดงใน รูป2.5(c) โดยแยกแรง F34 ออกเป็น F34n4 และ F34t4 ซึ่งขนานและตั้งฉากกับ O4C ตามลำดับ ขนาดของ F34t4 หาได้โดยคิดโมเมนต์รอบจุด O4 นั่นคือ

$$F34t4 = \frac{PA}{O4C}$$

$$= \frac{70(9.81)(600\sin 15)}{600} = 177.73 \text{ Nmm}$$

แรงปฏิกริยาบนเครื่องต่อ 3 ที่จุด C มีค่าเท่ากับแรงปฏิกริยาบน เครื่องต่อ 4 ที่จุด C เช่นกันแต่มีทิศตรงข้ามดังนั้นขนาดของ F43t4 จึง เท่ากับ F34t4 จากเครื่องต่อ4 แต่มีทิศตรงข้าม ต่อไปพิจารณาเครื่องต่อ 3 ขนาดและทิศทางของ F23 และขนาดของ F43n4 หาขนาดของ F34n4 ได้โดยคิดโมเมนต์รอบจุด B

$$F43n4 = \frac{F43t4c}{d} \quad (\text{ แต่ } c = d \; ; \; F43n4 = F43t4)$$

$$= 177.73 \text{ Nmm}$$

เขียนสามเหลี่ยมแทนแรงดังรูป2.5(d) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ F23 ในรูป2.5(e) แรงF32จะมี ขนาดเท่ากับF23 และมีทิศทางตรงกัน ข้ามตาม ที่หาได้จากรูป2.5(d) ดังนั้น ทอร์ค T2 ซึ่งเพลาที่ O2 กระทำกับเครื่องต่อ 2 ดังนี้

$$F23 = 2513.4 \text{ Nmm}$$

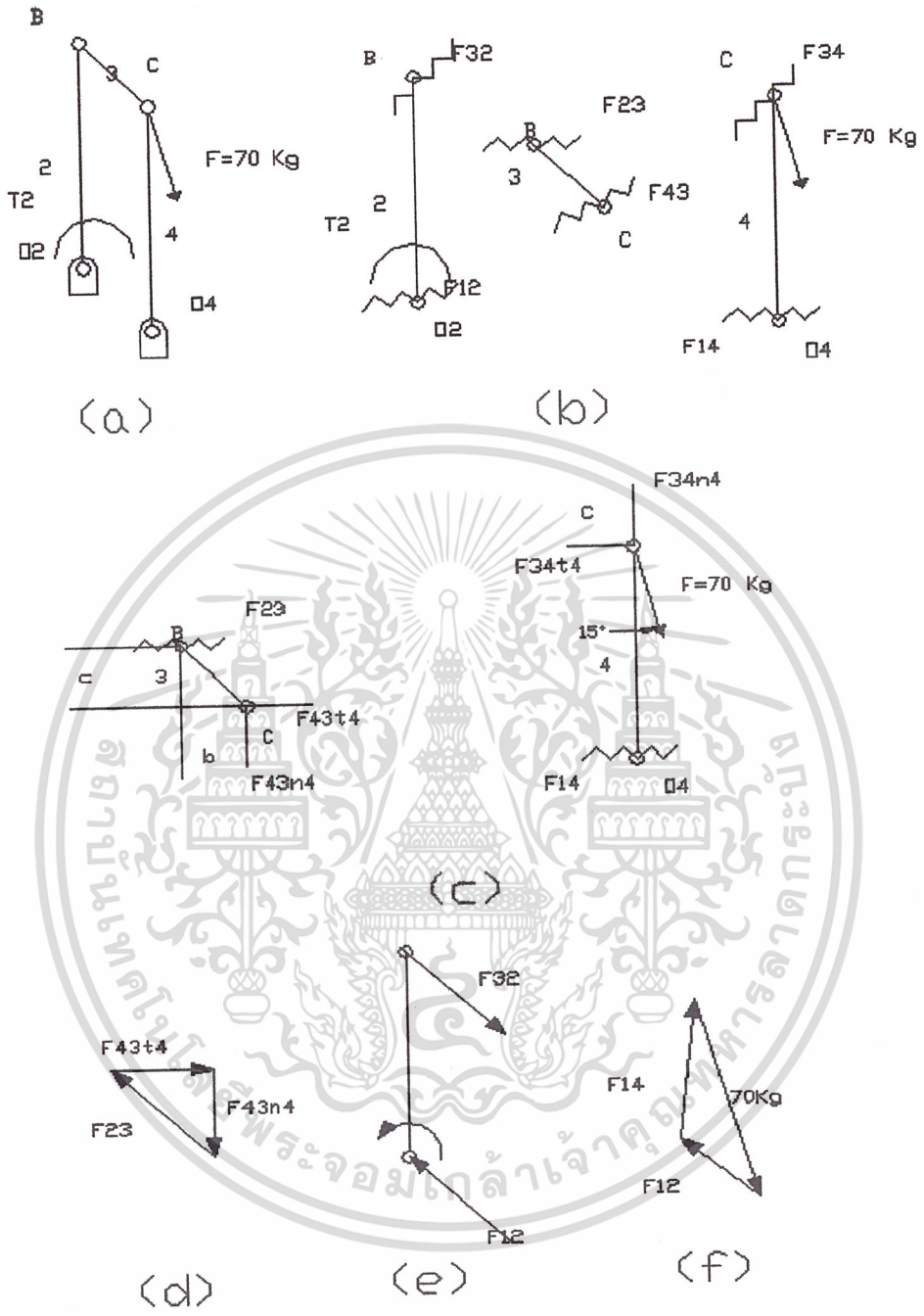
$$T2 = F32h$$

$$= 251.34 (60\ 0\text{Cos } 45) = 106634.531 \text{ Nmm}$$

ได้สามเหลี่ยมแทนแรงสำหรับวัตถุอิสระที่ประกอบด้วยวัตถุ 2,3และ 4 ดังแสดงในรูปที่2.5(f)

ซึ่งจะได้ค่า $F14 = 470.88$ Nmm

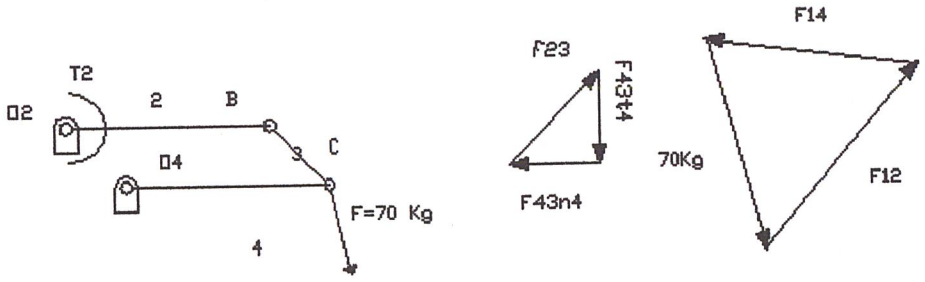
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 (ต่อ) การวิเคราะห์แรง

ในกรณีที่สองแรงกระทำในลักษณะ รูปที่ 2.6 ใช้วิธีคิดแบบเดียวกับกรณีที่หนึ่ง จะได้รูปสามเหลี่ยม แทน แรงดังรูป และได้ค่าต่างๆดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

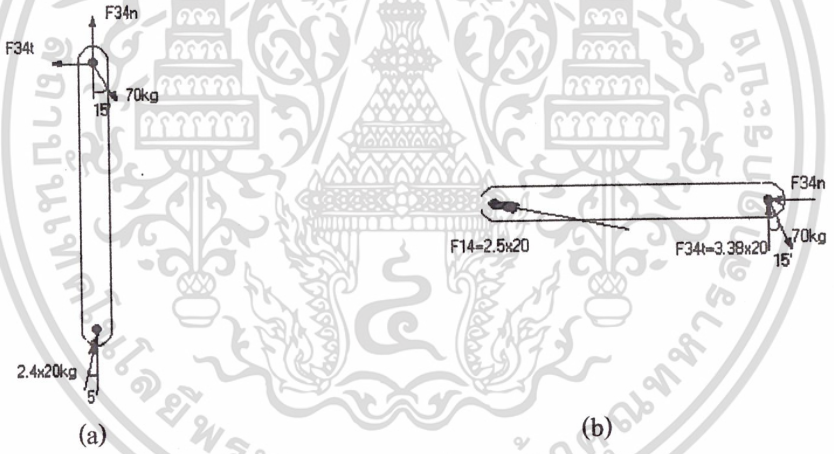


รูปที่ 2.6 รูปแรงที่กระทำในกรณีที่ 2

$$F34\,t4 = \frac{70(9.81)(600\cos 15)}{600} = 663.30 \text{ Nmm}$$

F23 = 938.047 Nmm

F14 = 676.89 Nmm



รูปที่ 2.7 แรงที่กระทำกับชิ้นส่วนในแต่ละกรณี

นำชิ้น ส่วน ที่รับแรงมากที่สุดมาคิดโดยกรณีที่1 แรงกระทำดัง รูป2.7 (a)

เสาเป็นแบบปลายยึดแน่น-อิสระ (CF: clamped-free) Le=2L

ใช้เหล็กกล้า carbon steel จากตาราง ก E=207.0 GPa

เลือกค่าN (ค่าความปลอดภัย)จากตาราง ข คิดแบบแรงอยู่นิ่ง N=4

เสามีค่า Le/k อยู่ระหว่าง 40 ถึง 115 ใช้สมการ

$$F = \frac{\sigma y A\left[1 - \sigma y\left(\frac{Le}{k}\right)^2\right]}{4N\pi^2 E}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เสามีพื้นที่หน้าตัดดัง รูปที่2.8 ซึ่งจะมีค่าต่างๆ ดังนี้

I (โมเมนต์เฉื่อย)= 81392 mm2

A (พื้นที่หน้าตัด)= 384 mm4

$\sigma y = 331$ N/mm2 (จากตาราง ก)

F ที่เสารับได้ = $\dfrac{(331x384)\left(1-331(14.558)^2\right)}{4x4\pi^2x207000}$ =23,022.35 Nm

F ที่กระทำกับเสา = 70Kg Cos15 + F14 Cos5 - F34n4

= 70(9.81)Cos15 + 48(9.81)Cos5 - 177.73 = 954.659 Nm ใช้ได้

ส่วนในกรณีที่2 ดังรูปที่2.7(b) คิดแบบคาน โดยหาโมเมนต์ ตัดใน คาน จากสมการ

$$\sigma b = \frac{MC}{I}$$

$\sigma u = 344.75$ N/mm2 (จากตาราง ก)

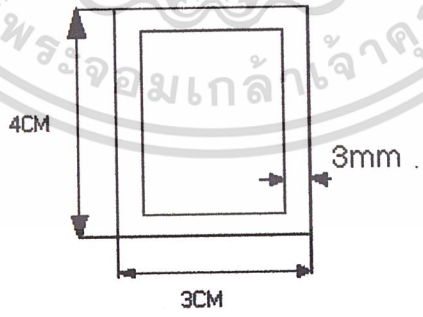
จากตาราง ข ค่า N= 8

$\sigma d = \dfrac{\sigma u}{N} = 43.09$ N/mm2

M ที่คานรับได้ = $\dfrac{(43.09)(81392)}{20}$ = 17.536 KgN/mm2

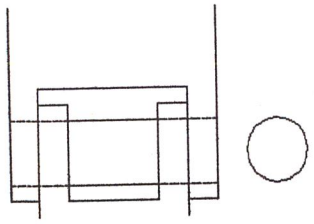
M ที่กระทำ = (70x9.81xCos15 x600) - (663.30 x 600)

= 0.758 N/mm2 ใช้ได้



รูปที่ 2.8 ขนาดหน้าตัดของเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สลัก

คิดแรงกดที่สลักต่างๆจากสมการ

$$\tau = \frac{F}{2A}$$

ให้แรงกดที่สลัก = 100.00 Kg

ให้สลักเป็นวัสดุ AISI C 1020 σy = 331 N/mm2 (จากตาราง ก)

$\tau y = 0.6\,\sigma y = 0.6 \times 331 = 198.60$ N/mm2

จากตาราง ข ค่า N = 4

ความเค้นดึง ; $\sigma td = \frac{\sigma y}{N} = \frac{198.60}{4} = 82.75$ N/mm2 (จากตาราง ก)

ความเค้นอัด ; σcd = 82.75 N/mm2

ความเค้นเฉือน ; $\tau d = \frac{\tau y}{N} = \frac{198.60}{4} = 49.65$ N/mm2

$$A = \frac{(100x9.81)}{49.65x2} = 9.87 \text{ mm2}$$

ดังนั้น สลักต้องมีรัศมีไม่ต่ำกว่า 0.17 mm

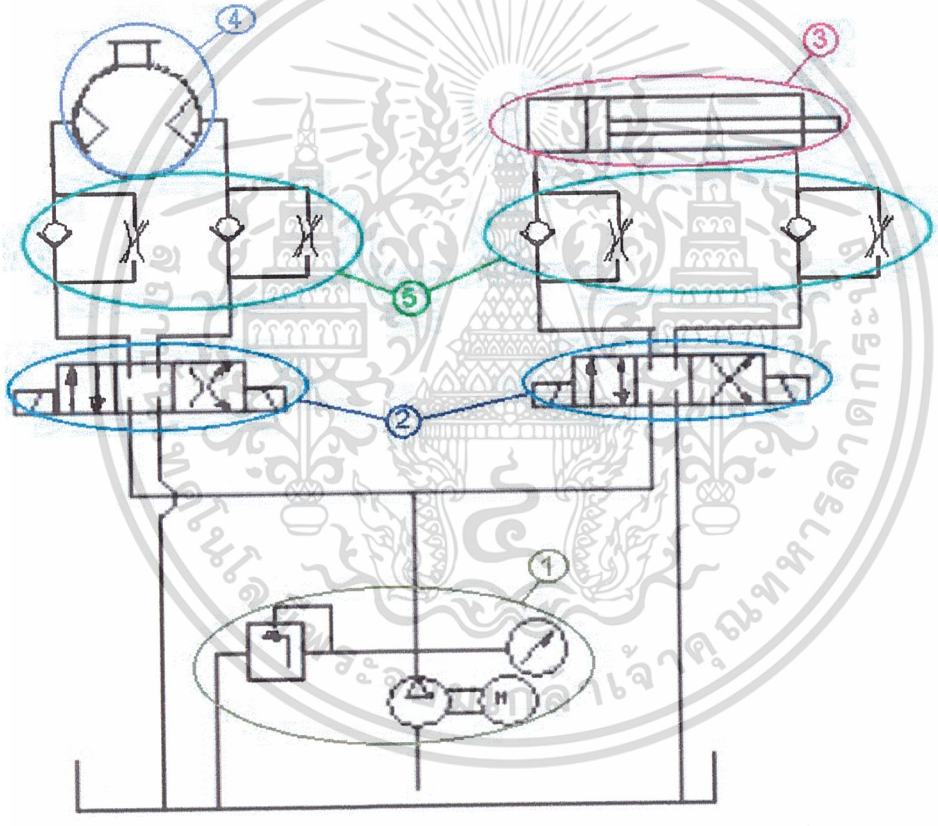
2.3 การขับเคลื่อนกลไกโครงสร้าง

ในการออกแบบระบบขับเคลื่อนของโครงสร้างนั้น เราจะเลือกใช้ระบบไฮดรอลิก เนื่องจากสามารถส่งกำลังได้สูง ง่ายต่อการควบคุม การปรับความเร็วของลูกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกทำได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล ตั้งขนาดของแรงที่จะใช้ได้ โดยที่แรงดันส่วนที่เกินนั้นจะจะถูกระบายออกโดยวาล์วควบคุมแรงดัน กะทัดรัด และสามารถหยุดที่ตำแหน่งใดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 การออกแบบวงจรไฮดรอลิก

หลักการทำงานของอุปกรณ์จากรูปที่ 2.10 เมื่อชุด Power unit ได้รับกระแสไฟฟ้าก็จะการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเพื่อที่จะทำการดูดน้ำมันจากถังเก็บ เมื่อน้ำมันถูกดูดจากปั๊ม ทำให้มีความดันเพิ่มขึ้นแต่จะไม่สูงเกินไปที่จะทำให้อุป กรณ์เสียหายเนื่องด้วยมีวาล์วควบคุมความดัน เมื่อต้องการให้เก้าอี้เคลื่อนที่ขึ้นลงจะสามารถทำได้โดยการเลื่อนวาล์วควบคุมไปทางซ้ายหรือขวา กระบอกสูบไฮโดรลิกก็จะขับดันหรือดึงให้ กลไกโครงสร้าง เคลื่อนขึ้นหรือลง ส่วนการหมุนก็ทำ ได้โดยเลื่อนวาล์วควบคุมมอเตอร์ไฮดรอลิก ไปทางซ้ายขวาก็ จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทางซ้ายหรือขวาซึ่งจะไปขับเฟืองฐาน ให้ ฐานหมุนไป ซ้าย-ขวาด้วย



รูปที่ 2.10 วงจรไฮดรอลิก

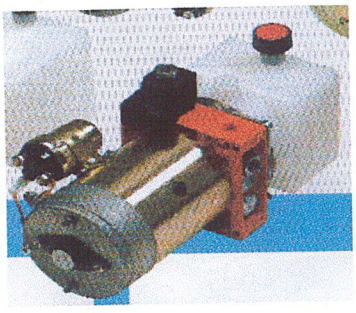
2.3.2 การเลือกอุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิก

2.3.2.1 ชุด power unit ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานของไหลภายใต้ความดัน ซึ่งจะ ทำการจ่ายน้ำมันที่มีแรงดันเพื่อไปใช้งาน

-ใช้กระแสไฟตรง

-ความดันใช้งานที่ 1500 psia

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ชุดต้นกำลัง

2.3.2.2 solenoid value ทำหน้าที่ ส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังท่อที่ต้องการรวมทั้งควบคุมการเริ่มและหยุดไหลโดยไม่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางความดันหรือปริมาณการไหล ซึ่งจะส่งน้ำมัน ไปยังกระบอกสูบและมอเตอร์

-ใช้วาวล์แบบ 4/2 ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า

รูปที่ 2.12 solenoid value

2.3.2.3 . กระบอกสูบไฮดรอลิก มีหน้าที่รับน้ำมันไฮดรอลิกที่ส่งมาจากปั๊มและวาวล์ควบคุมต่างๆเพื่อเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกเป็นกำลังงานกลเพื่อใช้ขับให้แขนกลไก เคลื่อนที่ ขึ้นลง โดยการเปลี่ยนความดันและความเร็วของน้ำมันในท่อทางให้เป็นการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ในที่นี้เราจะใช้ กระบอกสูบแบบทำงานสองทาง การเลือกใช้กระบอกสูบให้มีขนาดพอเหมาะกับงานใน ระบบไฮดรอลิกมีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาดังนี้

- ความทนทานของกระบอกสูบต่อความดันใช้งาน
- จะต้องทราบค่าของแรง ระยะชัก และความเร็วของกระบอกสูบ
- ระบบต้องจ่ายน้ำมันป้อนเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ขนาดกระบอกสูบที่เหมาะสมกับความดันที่ต้องการใช้ งาน หรือหาขนาดของแรงที่ได้จากลูกสูบที่ขนาดกระบอกสูบและตวามดันน้ำมันต่างๆ กันสามารถดูได้จาก ตารางที่ ค และตารางที่ ง ในทางปฏิบัติเราควรจะเผื่อขนาดกระบอกสูบไว้ประมาณ 10 เปอร์เซนต์ โดยเราจะนำแรงที่ใช้ในการขับเคลื่อนกลไกโครงสร้างที่หาได้จากการวิเคราะห์ ไปเปิดเทียบกับตาราง ดังนั้นเลือก

-เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบ 5 เซนติเมตร

-ระยะชัก 15 เซนติเมตร

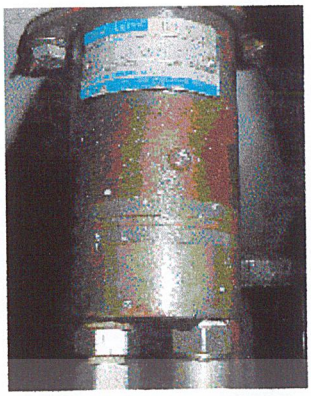
-เส้นผ่านศูนย์กลางแกนกระบอกสูบ 2 เซนติเมตร

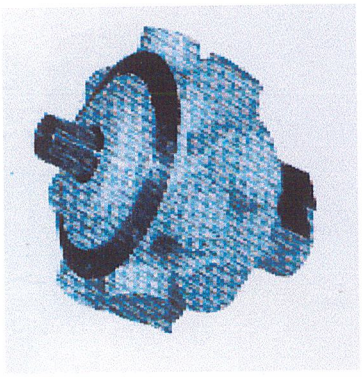
รูปที่ 2.13 กระบอกสูบไฮดรอลิก

2.3.2.4 มอเตอร์ไฮดรอลิก เป็นอุปกรณ์การทำงารอีกแบบ หนึ่งที่รับน้ำมันไฮดรอลิกที่ส่ง มาจากปั๊มและวาวล์ควบคุมต่างๆเพื่อทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกให้เป็นกำลังงานกลโดยมีลักษณะการทำงานในแนวหมุนทำให้ได้แรงบิดที่เพลาของมอเตอร์เพื่อหมุนเก้าอี้ให้หันไปในทิศทาง ที่ต้องการ โดยความดันของน้ำมันที่เกิดขึ้นที่ตัวมอเตอร์ไฮดรอลิกเป็นตัวชี้ถึงแรงบิดหรือทอร์กของมอเตอร์ส่วน อัตราการไหลที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์และปริมาตรจุมอเตอร์ จะเป็นตัวกำหนดความเร็วรอบของมอเตอร์ ส่วนขนาดของมอเตอร์นั้นสามารถหาได้จากตารางที่ จ โดยจะเลือกมอเตอร์แบบความเร็วรอบต่ำ กำลังสูง

2.3.2.5 flow control value ในที่นี้เราเลือกใช้แบบวาวล์ควบคุมน้ำมันที่ทางไหลออก โดย จะทำการติดตั้งวาวล์ไว้ที่ด้านทางออกของกระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิก เพื่อทำหน้าที่ ควบ คุมความเร็วการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ และมอเตอร์ไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.14 มอเตอร์ไฮดรอลิก

รูปที่2.15 วาล์วควบคุมอัตราการไหล

2.4 ระบบ safety

ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ที่จะใช้ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจร Micro con troller และชุดต้นกำลังในวงจรไฮดรอลิกส์ เราสามารถที่จะแก้ไขได้โดย

วิธีที่ 1ทำได้โดยการติดตั้ง accumulator และเปลี่ยนวาล์วจากวาล์วควบคุมด้วยไฟฟ้า เพียงอย่าง เดียวเป็นวาล์วที่สามารถควบคุมด้วยมือและไฟฟ้าได้

หลักการทำงาน เมื่อเริ่มจ่ายไฟ ชุดต้นกำลังจะทำการอัดน้ำมันเข้าไปเก็บใน accumulatorจะทำให้ accumulator มีปริมาณน้ำมันและความดันในถังเก็บเพิ่มขึ้นเมื่อถึงความดันที่ตั้งไว้ใน pressure relief valve น้ำมันที่ส่งมาจากชุดต้นกำลังก็จะระบายลง ถังเก็บเพื่อป้องกันไม่ให้ความดันในระบบไฮดรอลิกส์สูงขึ้นจนเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ในระบบ และได้ทำการติดตั้ง check valve เพื่อป้องกันน้ำมันใน accumulator ไม่ให้ไหลย้อนกลับ ไปยังชุด power unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไฟฟ้าดับเราจะใช้น้ำมันที่เก็บอยู่ใน accumulator เป็นตัวขับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ได้แก่ มอเตอร์ไฮดรอลิกส์และกระบอกสูบไฮดรลิกส์ ได้โดยการกดสวิตซ์ที่ใช้บังคับวาล์วน้ำมันที่ เก็บอยู่ใน accumulator จะไหลตามทิศทางการกดของวาล์วเพื่อเป็นตัวที่ใช้ในการขับอุปกรณ์ ไฮดรอลิกส์เพื่อบังคับเก้าอี้ให้ไปในทิศทางที่ต้องการ

รูปที่ 2.16 accumulator

การคำนวณปริมาณความจุของ accumulator

$$Vacc = \frac{PA}{O4C}$$

P_0 : Gas Sealing pressure .kgf/cm^2 ($P_1 \times 0.8$)

P_1 : Minimum working pressure

P_2 : Maximum working pressure

: Effective displacement up to P2$\rightarrow$P1 ℓ

: Polytropic index 1.4 – 1.9 changing time :1

: Efficieray of ACC 0.95

P_1 = 1000 Psia

P_2 = 3000 Psia

V = ปริมาณกระบอกสูบ + ปริมาณที่มอเตอร์ใช้ใน การกระจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm เส้นผ่านศูนย์กลางก้านกระบอก 2 cm ระยะชัก 15 cm

V กระบอกสูบ = $\pi r^2 L$

= $\pi\left(2.5^2 - 1^2\right)(15)$

= 247.4 cm^3

จากตารางที่ จ

เลือกมอเตอร์ 310 Series Code 7

ปริมาตรมอเตอร์ ต่อการหมุน 1 รอบ = 1103.4 cm^3/rev

Vมอเตอร์หมุน90 องศา = $\frac{1103.4}{4}$ = 275.85 cm^3

V = 275.85+247.4 cm^3

= 523.25 cm^3 = 0.523 ℓ

m = 1.4

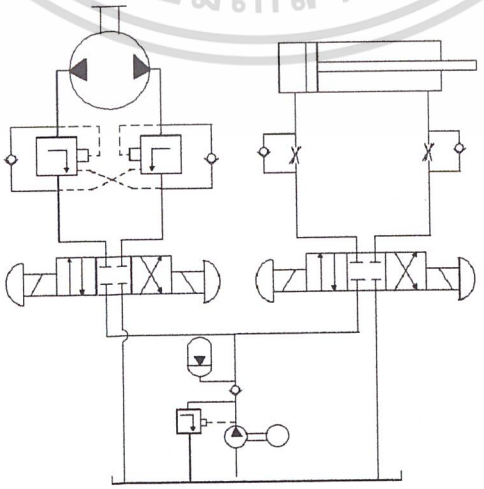
n = 1.4

η_{acc} = 0.95

$$Vacc = \frac{0.523}{\frac{3000}{1000} \times \frac{\left(\frac{3000}{1000}\right)^{1/1.4-1}}{\left(\frac{3000}{1000}\right)^{1/1.4}} \times 0.95}$$

Vacc = 0.581 ℓ

ปริมาตรที่นำไปใช้เลือก accumulator คือ 0.581 ℓ จากตารางที่ ง เลือกใช้ accumulator AB01B3T1A1 ขนาดความจุ 0.946 ลิตร

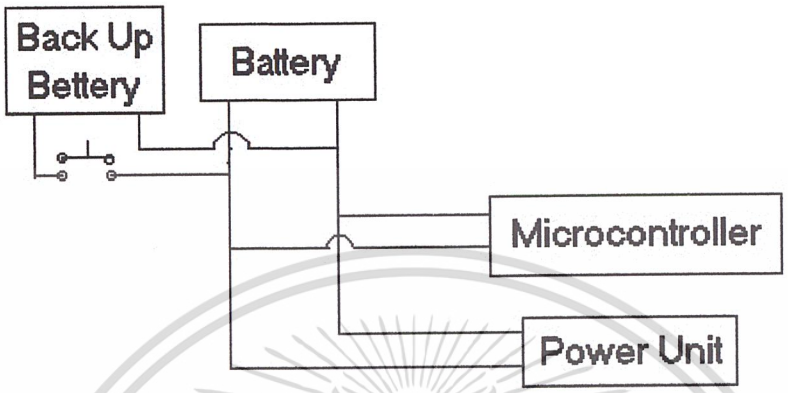


รูปที่ 2.17 วงจร safety

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

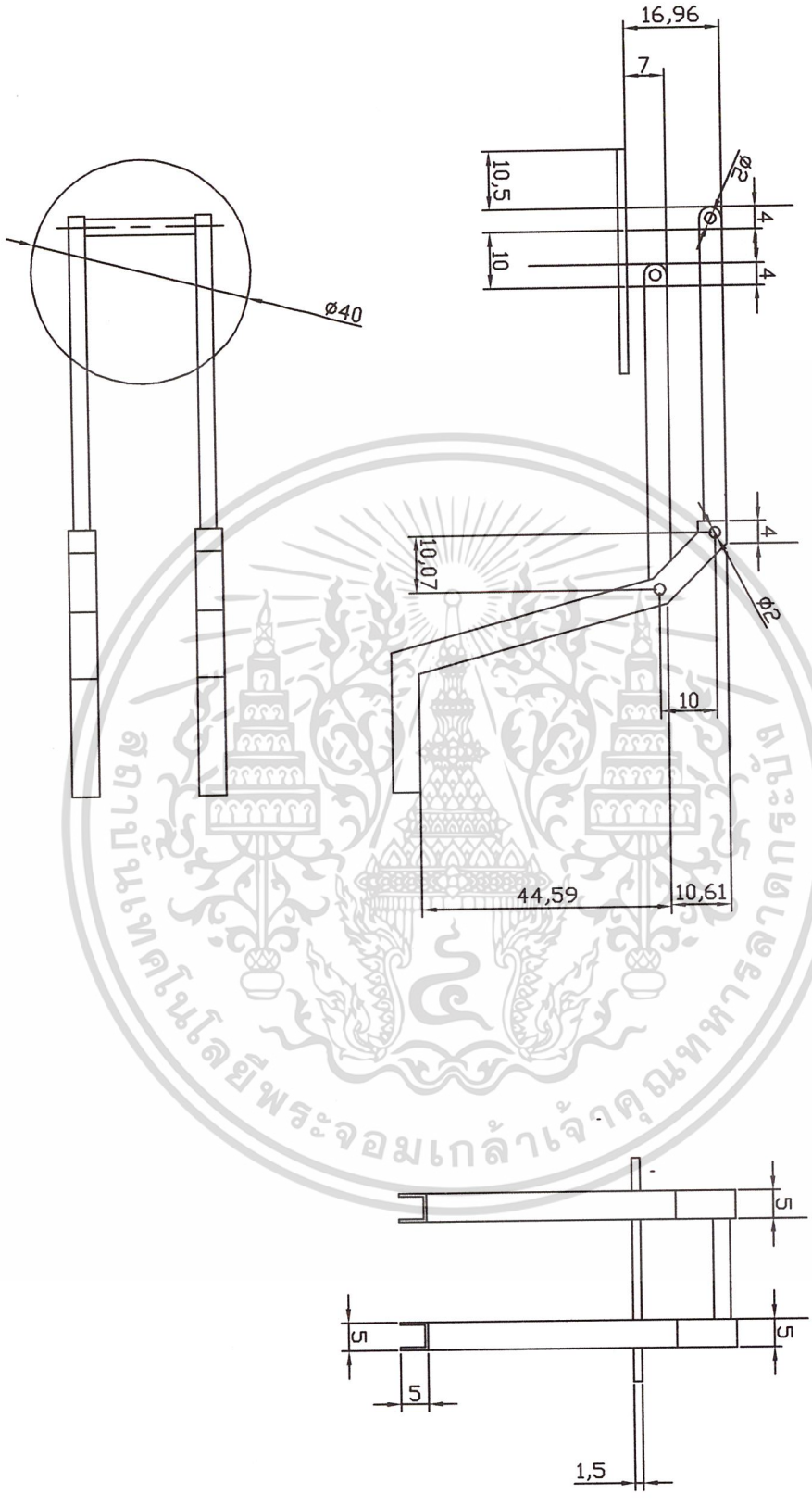
วิธีที่ 2 ทำได้โดยการทำช่องต่อไฟสำรองอันได้แก่ แบตเตอรี่ ซึ่งสามารถทำได้ง่าย สะดวก และประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า



รูปที่ 2.18 การต่อ Battery สำรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

45992



รูปที่ 2.19 แบบอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การควบคุม

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ เป็นไปอย่างอัตโนมัติ และได้ระยะการเคลื่อนที่ตามที่ต้องการ โดยที่เราจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวสั่งงานการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งก่อนที่จะออกแบบวงจรไมโครคอนโทรเลอร์นั้น ควรจะทราบข้อมูลรวมทั้งการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรเลอร์เสียก่อน

3.1 ไมโครคอนโทรเลอร์

ปัจจุบันนี้ระบบที่ใช้ควบคุมแบบอัตโนมัติมีมากมายหลายชนิด ไมโครคอนโทรเลอร์ก็เป็นหนึ่ง ในนั้นที่ได้รับความนิยม เนื่องมาจากราคาไม่แพง การใช้งานง่าย สามารถแก้ไขโปรแกรมการสั่งงานได้ง่ายโดยการเขียนโปรแกรมแล้วใส่เข้าไปในชิปหน่วยความจำของไมโครคอนโทรเลอร์

3.1.1 คุณสมบัติของ MCS-51

คุณสมบัติที่สำคัญๆ ของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีดังนี้

1. ต้องการแหล่งจ่ายไฟ 5 โวลท์ เพียงชุดเดียว

2. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานอยู่ภายในชิปจำนวน 4 กิโล ไบท์ เบอร์ 8031,8032 ไม่มีหน่วยความจำส่วน นี้ ส่วนเบอร์ 8052 มี ความจำส่วนนี้ 8 กิโลไบท์

3. มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไป (RAM) อยู่ภายในชิปจำนวน 128 ไบต์ (ใน 8031,8051)หรือ 256 ไบต์

4. สามารถใช้หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิปได้อย่างละ 64 ไบต์ แยก จากกัน

5. คำสั่งส่วนใหญ่ใช้เวลาทำงานเพียง 1 ไมโครวินาที เมื่อใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกกะเฮิรต์

6. พอร์ตสามารถรับหรือส่งข้อมูลได้ 2 ทิศทาง จำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต หรือ สามารถใช้งานรวม ทั้งสิ้น 32 พอร์ต

7. รับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ในตัว โดยสามารถกำหนดอัตราเร็วในการรับ และ ส่งข้อมูล (Band Rate) ได้ตั้งแต่ 300 ถึง 375 กิโลไบต์ต่อวินาที

8. จัดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ 2 ระดับ

9. มีรีจิสเตอร์สำหรับใช้งานเป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์เพื่อนับจำนวนสัญญาณนาฬิกาภายในชิปหรือนับการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณภายนอกขนาด 16 บิต จำนวน 2 ตัว เพื่อใช้ สำหรับ นับจำนวนพัลส์ วัดความกว้างของพัลส์หรือใช้วัดช่วงเวลา (ในเบอร์ 8052 จะมี 3 ตัว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในส่วนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทั้งระดับไบต์และระดับ บิต เพื่อให้การออกแบบโปรแกรมและควบคุมระบบทำได้ง่ายขึ้น

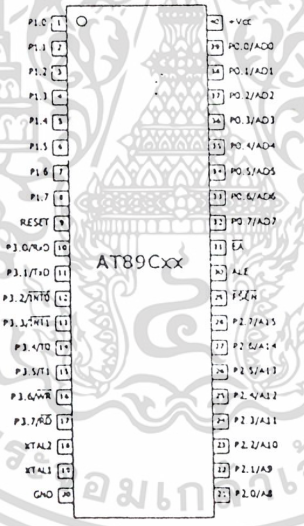
11. มีคำสั่งคูณและหารเลขขนาด 8 บิต ในตัวเอง

12. สามารถประมวลผลแบบบูลีนเพื่อใช้ในงานควบคุมโดยเฉพาะ

13. ใช้โปรแกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-48 (Upwardly Compatible) ได้ สำหรับเบอร์ 8051 และ 8751 เราสามารถทำให้มีคุณสมบัติเหมือน 8031 ได้โดยการต่อขา EA ลงกราวด์ คือให้ใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอกเพียงอย่างเดียว

3.1.2 โครงสร้างภายนอกของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ทุกเบอร์จะมีตำแหน่งขาพื้นฐานที่เหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงตำแหน่งขาของชิปไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51

หน้าที่การใช้งานแต่ละขาของชิปไมโครคอนเทอร์เลอร์ในตระกูล MCS-51 มีดังนี้

- ขา Vss (ขา 20) สำหรับต่อลงกราวด์
- ขา Vcc (ขา 40) สำหรับต่อแหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงขนาด 5 โวลท์
- ขาพอร์ท 0 (ขา 32-39) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ท 0 ขนาด 8 บิท (P0.0 –P0.7) แบบ Open Drain Bidirectional พอร์ทนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุท เอาท์พุท พอร์ททั่วไปได้ โดยหาก ใช้งาน เป็นอินพุท พอร์ท ต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะถูกปล่อยลอย (มีสถานะ High Impedance) นอกจากใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุทพอร์ทแล้ว พอร์ท 0 ยังใช้ในการติดต่อ หน่วยความ จำสำหรับ เก็บโปรแกรมและข้อมูลภายนอกชิปด้วย โดยส่ง ค่า แอดเดรสบัสไบท์ต่ำ (A0-A7) และมัลติเพลกซ์ กับการรับส่งข้อมูล (D0-D7)จาก หน่วย ความ จำ ภายนอกในระหว่างการ เขียนหรืออ่านข้อมูล โดยมีวงจรพูลอัพ ภายใน

- ขาพอร์ท 1 (ขา 1-8) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ท 1 (P1.0-P1.7) สามารถ ใช้งานเป็นอินพุทหรือ เอาท์พุทพอร์ท ทั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุทพอร์ท ต้องโหลด ค่า 1 ไป ยัง แต่ละบิทของพอร์ทนี้ เพื่อให้มีสถานะ (High Impedance) โดยมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ท 2 (ขา21-28) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ท 2 (P2.0- P2.7) ขนาด 8 บิท แบบOpen Drain Biciretional พอร์ทนี้สามารถใช้งานเป็นอินพุท เอาท์พุทพอร์ททั่วไปได้ โดยหาก ใช้งานเป็นอินพุทพอร์ทต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทนี้ เพื่อบังคับให้ขาอยู่ ในสถานะ High Impedance นอกจากจะ ใช้งานเป็นอินพุทเอาท์พุททั่วไปแล้ว พอร์ต 2 ยังใช้ในการ ติดต่อ หน่วย ความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและ ข้อมูล ภายนอกด้วย โดยใช้ สำหรับ ส่งค่าแอด เดรสบัส ไบต์ สูง (A8-A15) และมีวงจรพูลอัพภายใน

- ขาพอร์ท 3 (ขา 10-17) มี 8 ขา ใช้เป็นขาสำหรับพอร์ท 2 (P3.0-P3.7) สามารถ ใช้งานเป็นอินพุท เอาท์พุทพอร์ททั่วไปได้ หากต้องการใช้งานเป็นอินพุทพอร์ท ต้องโหลด ค่า 1 ไปยังแต่ละบิทของพอร์ทนี้ เพื่อ ให้มีสถานะ High Impedance โดยใช้วงจรพูลอัพภายใน นอกจาก นี้ยังใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ อีกหลาย อย่างดังนี้

ขา P3.0 ใช้รับข้อมูลจากภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.1 ใช้ส่งข้อมูลออกไปภายนอกแบบอนุกรม

ขา P3.2 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 0

ขา P3.3 ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ชนิดที่ 1

ขา P3.4 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 0

ขา P3.5 สัญญาณอินพุทให้เคาน์เตอร์ของไทม์เมอร์ 1

ขาP3.6 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการเขียนข้อมูลไปยังหน่วยความจำสำหรับ เก็บข้อมูลภาย นอก ชิป

ขา P3.7 ใช้เป็นสัญญาณควบคุมการอ่านข้อมูล จากหน่วยความจำสำหรับเก็บ ข้อมูลภาย นอก ชิป

การใช้งานพอร์ต 3 ในหน้าที่พิเศษดังกล่าวนี้จะต้องโหลดค่า 1 ไปยังแต่ละบิทที่ต้องการ ใช้ก่อนทุกครั้ง

- ขา RST (ขา 9) ใช้สำหรับการรีเซตวงจรทุกอย่างภายในชิป เพื่อเริ่มต้นการทำงาใหม่ การรีเซต ใช้เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานหรือเมื่อโปรแกรมเกิดทำงานผิดพลาด เมื่อต้องการรีเซตชิป MCS-51 ขานี้ต้องมีสถานะ 1 เป็นเวลาอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเคิลระหว่างที่ออสซิลเลเตอร์ ยังทำงานอยู่ โดย ต้องต่อตัวต้านทานค่า 8.2 กิโลโอห์ม เพื่อทำหน้าที่พูลดาวน์ (รักษาค่าแรงดันไฟฟ้าให้มี สถานะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราวด์) และเพื่อให้ตัวชิปรีเซต เอง เมื่อเริ่มจ่ายพลังงานให้ต่อตัวเก็บประจุขนาด 10 ไมโครฟารัด คร่อมระหว่างขา RST กับ Vcc

- ขา ALE/PROG (ขา 30) เป็นขาสำหรับใช้ส่งสัญญาณออกไปภายนอก เพื่อควบคุมการ แลตซ์ค่า แอดเดรสไบต์ต่ำ (Address lLtch Eable) จากพอร์ท 0 ในระหว่าการ ติดต่อหน่วย ความจำสำหรับ เก็บโปร แกรม หรือข้อมูลภายนอก ปกติเมื่อไม่มีการติดต่อหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณ พัลส์ออกมาด้วย ความถี่ 1/8 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ตลอดเวลา ดังนั้น เราสามารถ ใช้ความ ถี่ที่ได้จากขานี้ไปใช้งานอย่างอื่นได้ แต่ความถี่ที่ขานี้จะลดลงครึ่ง หนึ่งใน ระหว่าง ติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ ภาย นอก ชิป นอกจากนี้ขา ALE สำหรับ ควบคุม การเขียนโปรแกรมลงใน EPROM สำหรับ MCS-51 เบอร์ที่มีหน่วยความจำสำหรับ เก็บโปร แกรม ภายในชิปเป็น EPROM

- ขา PSEN (ขา29) ใช้ส่งสัญญาณสโตรบเพื่ออ่านคำสั่งจาก โปรแกรมที่เก็บไว้ ในหน่วยความจำภาย นอกชิป (Program Srobe Eable) เมื่อชิปทำงานด้วยโปรแกรมจากภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบสองครั้ง ใน แต่ละ แมชชีน ไซเคิล แต่ในช่วงการเขียนหรืออ่าน ข้อมูล กับหน่วย ความจำภายนอกหรือเมื่อ ใช้โปรแกรม จาก หน่วยความ จำสำหรับเก็บ โปรแกรม ภายในชิป จะไม่มีสัญญาณออกมาจากขานี้

- ขา EA/Vpp (ขา 31) เป็นขาสำหรับใช้เลือกให้ MCS-51 ทำงานจากโปรแกรมที่อยู่ ภายใน หรือ ภาย นอกชิป โดยหากขานี้มีสถานะเป็น 0 หมายถึงบังคับให้ MCS-51 ใช้โปรแกรม จาก หน่วยความจำ สำหรับ เก็บโปรแกรมภายในชิป สามารถเลือกให้ทำงาน ได้ทั้งจากโปรแกรมที่เก็บ ในหน่วยความ จำภายในชิป หรือ จากโปรแกรมที่เก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกชิป ด้วยการต่อขา EA กับไฟเลี้ยงหรือกราวด์ตามลำดับ ส่วนใน MCS-51 ที่ไม่มีหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรม ภายในชิปให้ต่อขานี้ลงกราวด์เสมอ

- ขา XTAL 1 (ขา 19) ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นอินพุทเข้าสู่วงจรออสซิลเลเตอร์

- ขา XTAL 2 (ขา 18)ใช้ต่อคริสตอลภายนอก โดยเป็นเอาท์พุทออกจากวงจรออสซิลเลเตอร์

3.1.3 โครงสร้างภายในของ MCS-51

โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 แสดงดังรูปที่ 3.2ในไมโครคอนโทรล เลอร์ ตระกูล MCS-51 แบ่งชนิดหรือหน้าที่ของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนคือ

- หน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory)

- หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมจะใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิป MCS-51 บางเบอร์ จะ มีหน่วยความจำส่วนนี้อยู่ภายในชิป แต่บางเบอร์จะไม่มี ทำให้ต้องเก็บโปรแกรม ไว้ใน หน่วย ความจำ ภาย นอก ทั้งหมด ส่วนหน่วยความจำส่วนที่สองคือ หน่วยความจำสำหรับ เก็บข้อ มูล ซึ่งใช้สำหรับเก็บข้อมูลระหว่างการทำงาน MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำส่วน นี้อยู่ภาย ใน

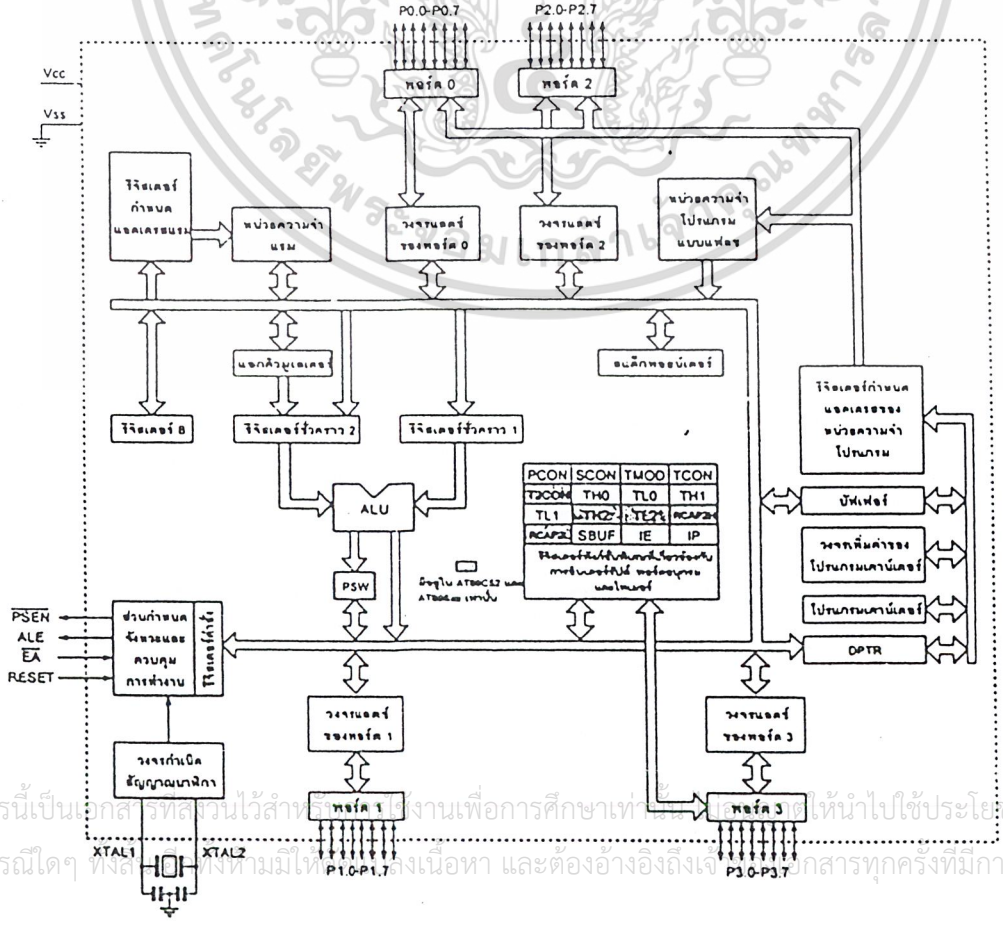
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิปจำนวนหนึ่งแต่จะมีมาก หรือน้อย ขึ้น กับ เบอร์ของชิป โครงสร้างของหน่วยความ จำ ทั้งหมด ของ MCS-51

หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมใน MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมภายในชิป (Internal Programmemory) และหน่วยความจำ สำหรับเก็บโปรแกรมภายนอกชิป (External Program Memory) ขนาดของ หน่วยความ จำสำหรับเก็บโปรแกรม ภาย ในชิปมีได้ตั้งแต่ 0,4,8,16 กิโลไบท์ ขึ้นอยู่กับเบอร์ของชิป

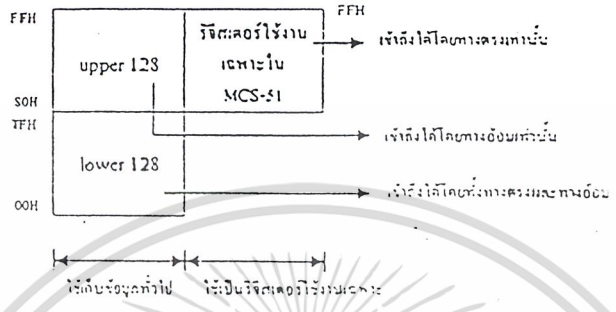
หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลของ MCS-51 จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปของ MCS-51 ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย ดังนี้

- ส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลทั่วไป (Internal Ram)
- ส่วนที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (Special Function Fegister)หน่วยความจำ ส่วน ทีใช้ เก็บ ข้อมูลทั่วไปภาย ในชิปเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่มีอยู่ภายใน MCS-51 หน่วยความจำส่วนนี้ มีไว้ สำหรับเก็บข้อมูลในขณะทำงาน ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน ชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้ งาน เฉพาะ เป็น หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน MCS-51 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็น รีจิสเตอร์ใช้ งานเฉพาะ เพื่อควบคุมการทำงานและบอกสถานะของซีพียู แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล ภายในชิปทั้ง สอง บริเวณมีดังในรูปที่ 3.3

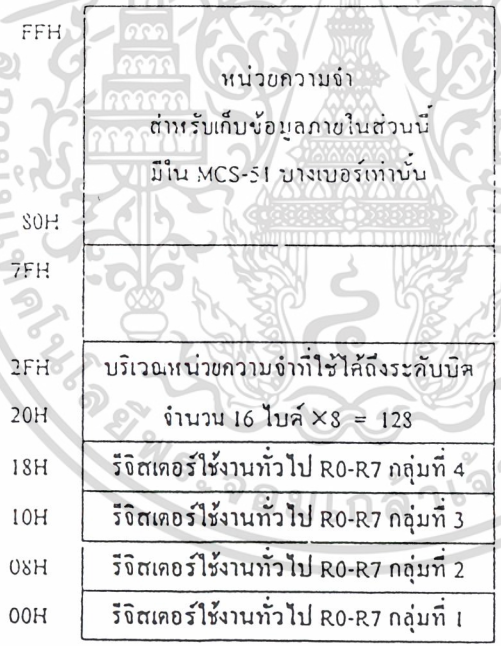


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCS-51 ทุกเบอร์จะมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่งไปภายในชิปอย่างน้อย 128 ไบท์ ไปจนถึง 256 ไบท์ ทั้งนี้ขึ้นกับเบอร์ของชิป หน่วยความจำสำหรับเก็บ ข้อมูลทั่วไปภายในชิป บริเวณ 128 ไบต์ แรก มีชื่อเรียกว่า Lower 128 และในบริเวณ 128 ไบต์หลังที่มีเพิ่มใน บางเบอร์มีชื่อ เรียกว่า Upper ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิป MCS-51



รูปที่ 3.4 แสดงหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปภายในชิปทั้งสองส่วน

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่งไปภายในชิปบริเวณ 128 ไบท์หลัง (ตำแหน่ง 80 H ขึ้นไป)จะมี ตำแหน่งตรงกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งาเฉพาะ (ตำแหน่ง 80 H ขึ้นไป เช่น กัน) โดยมีวิธีเข้าถึงข้อมูลในหน่วยความจำทั้งสองส่วนไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ เนื่องจาก MCS-51 ถูกออกแบบไว้สำหรับใช้ควบ คุมระบบ โดยเฉพาะ จึงทำ ให้มีความสามารถเฉพาะตัวหลายอย่าง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัย วงจรภายในชิปที่มีเพิ่มขึ้นจากไมโคร โปรเซส เซอร์ ทั่วไป การควบคุมการทำงานของวงจรภายในไมโคร-คอนโทรลเลอร์จะกระทำผ่านรีจิสเตอร์ ที่ถูกกำหนด หน้า ที่ไว้แล้ว ดังนั้นหากต้องการใช้ MCS-51 ให้มี ประสิทธิภาพจำเป็นต้อง ทราบหน้าที่การทำงานของ รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะแต่ละตัวให้ละเอียดรีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะทั้งหมดจะอยู่ ในหน่วยความ จำสำหรับเก็บ ข้อมูลภายในชิปบริเวณ ที่ใช้เป็น รีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะในส่วนของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม และหน่วยความจำสำหรับเก็บ ข้อมูลที่ อยู่ ภายนอกชิป จะเป็นหน่วยความจำส่วนที่ภายนอกชิปMCS-51 ซึ่งผู้ใช้ต้องติดตั้งเพิ่มเอง การติดต่อ ระหว่าง MCS-51 กับ หน่วยความจำทั้งสองส่วนจะใช้ขา 32 ถึง 39 (พอร์ท 0) เป็นตัวส่งค่าแอดเดรสไบท์ต่ำ (A0-A7) และใช้รับ ส่ง ข้อมูลกับหน่วยความจำด้วย (ใช้เป็นดาต้าบัส) ส่วนค่าแอดเดรส ไบท์สูง (A8-A15) จะใช้ขา 21-28 (พอร์ต 2) ดังนั้นเมื่อพอร์ท 0 และพอร์ท 2 ถูกใช้ในการติดต่อ กับหน่วยความจำภายนอก (ทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและหน่วยความ จำสำหรับเก็บข้อมูล) จะทำให้เหลือ พอร์ทสำหรับใช้งานอื่นๆ น้อยลง

รีจิสเตอร์สำหรับใช้งานทั่วไป รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปมีไว้สำหรับให้ผู้เขียนโปรแกรม สามารถนำข้อมูล ไปพักไว้ชั่วคราว หรือใช้งาน ทั่ว ไปตาม ต้อง การ ซึ่งรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปนี้มีอยู่ด้วยกัน 8 ตัว คือรีจิสเตอร์ R0-R7 โดย รีจิสเตอร์ทั้ง 8 ตัว ถูกจัด ให้อยู่ ร่วมกันและมีให้เลือกใช้ถึง 4 แบงค์ (bank) นั่นคือรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปถึง 32 ตัวให้ใช้งานเพียงแต่การเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 ในแบงค์ใดแบงค์หนึ่งจะถูกกำหนดจากบิท RS0-RS1 ในรีจิสเตอร์หน้าที่พิเศษ PSW ดังนั้นการเลือก ใช้จึงเลือกได้เพียงแบงค์เดียวในขณะใดขณะหนึ่งอย่างไรก็ตามค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในรีจิสเตอร์แบงค์ใดก็ตาม ที่มีชื่อเดียวกันแต่อยู่คนละแบงค์จะไม่มีผลซึ่งกันและกันเลยทำให้ผู้เขียนโปรแกรม ใช้งาน รีจิสเตอร์ ทั่วไป นี้ได้ทั้ง 32 ตัว อย่างเต็มที่และไม่ยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม

โครงสร้างพอร์ท MCS-51 ทุกเบอร์จะมีขนาด 8 บิทจำนวน 4 พอร์ท (P0,P1,P2,P3) โดยสามารถ กำหนด ให้ทำงานแบบพอร์ทขนานขนาด 8 บิท 4 พอร์ท หรือจะใช้เป็นพอร์ทขนาด 1 บิทได้ ถึง 32 พอร์ท ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถกำหนดให้แต่ละพอร์ท ใช้งานเป็นอินพุทพอร์ท หรือเอาท์ พุทพอร์ทอย่างใดอย่าง หนึ่งได้ อย่างอิสระ

ในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการใช้หน่วยความจำภายนอก ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความ จำสำหรับเก็บข้อมูล หรือ สำหรับโปรแกรม พอร์ท 0 จะถูกกำหนดการ ใช้งานเป็นตัวส่งค่า แอดเดรสบัสไบท์ต่ำ ส่วนพอร์ท 2 จะ ถูกกำหนดการใช้งานเป็นตัวส่งค่าแอดเดรสบัสไบท์สูง และบางส่วนของพอร์ท 3 จะถูกใช้ส่ง สัญญาณควบ คุม หรือคอนโทรลบัส (สัญญาณที่ใช้ควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล) แต่หาก หน่วยความจำที่ ใช้ภายนอกต้อง การไม่ถึง 64 กิโลไบท์ พอร์ท 2 ที่ใช้เป็นแอด เดรสบัสไบท์สูงจะไม่ถูกนำมาใช้ทั้งหมด แต่พอร์ท 0 จะถูก ใช้หมดทั้ง 8 เส้น เพราะต้องใช้เป็นดาต้าเดรสบัส ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ท 3 จะนำมาใช้ติดต่อกับ หน่วยความจำด้วย หรือ ไม่นั้นขึ้นอยู่กับหน่วยความจำ ที่ใช้ภาย นอก ว่ามีหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บข้อมูลด้วยหรือไม่ (ต้องการสัญญาณ ควบคุมการอ่าน หรือเขียน ข้อมูล หรือไม่นั่นเอง) ดังนั้นในการออกแบบระบบ หากต้องการใช้หน่วยความ จำ ภายนอกมาก ขึ้นเพียงใด ก็จะยิ่งทำให้เหลือจำนวนพอร์ทที่จะนำมาใช้งานลดลง ในการออก แบบจริงจึง ต้อง พยายามลด ขนาด หน่วยความจำภายนอกให้เหลือน้อยที่สุด พอร์ท 3 ซึ่งมีขนาด 8 บิท นอกจากจะ ส่ง สัญญาณ สำหรับ สำหรับการอ่านหรือเขียนข้อมูลในการติดต่อกับหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายนอกชิปแล้ว มันยัง ถูกใช้เป็นตัวรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ (INT0 , INT1) สัญญาณอินพุทที่ต้องการนับสำหรับ เคาน์เตอร์ (T0,T1) รวมทั้งใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์ภายนอก (รับและส่งข้อมูล ผ่านขา RXD ,TXD) อีกด้วย ภายในแต่ละพอร์ทที่ใช้เป็น อินพุท หรือเอาท์พุท ผู้ใช้สามารถกำหนดให้ทำ งานเป็นอินพุทหรือเอาท์พุทพอร์ทได้อย่างอิสระโดยอาศัยการควบคุมจากโปรแกรม ซึ่งสามารถ ควบ คุม ให้แต่ละพอร์ทถูก ใช้เป็น อินพุทในช่วงเวลาหนึ่ง และเป็นเอาท์พุท ในอีกช่วงเวลาหนึ่งได้

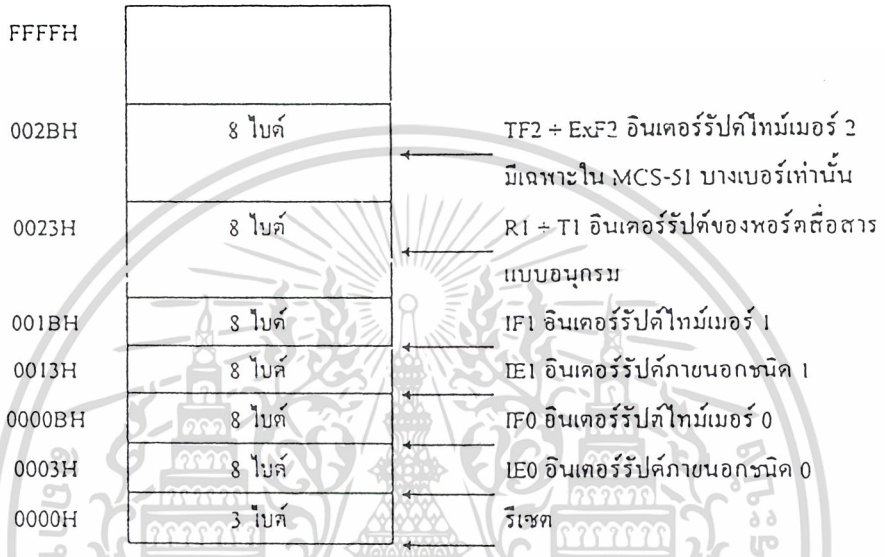
ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ ใน MSC-51 มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะที่สามารถนับจำนวนสัญญาณ นาฬิกาหรือแมชชีนไซเคิลของวงจรออสซิสเลเตอร์ภายใน(ทำงานเป็นไทม์เมอร์)หรือนับจำนวน ครั้ง ของการเปลี่ยนฉานะของสัญญาณภายนอก (นับจำนวนพัลส์ภายนอก)ที่ขา T0 ,T1 ของพอร์ท 3 (ทำ งานเป็นเคาน์เตอร์รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์มีขนาด 16 บิท จำนวน 2 ตัว คือรีจิส เตอร์ไทม์เมอร์ 0 และ รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 ตามลำดับ) (ในเบอร์ 8052 มีรีจิสเตอร์ ไทม์ เมอร์2 เพิ่ม อีก 1 ตัว) เมื่อต้องการใช้ไทม์เมอร์ 0 หรือ ไทม์ เมอร์ 1 จะต้องโหลดค่า ที่ต้องการนับไป ไว้ในรีจิส เตอร์ ไทม์เมอร์ 0 หรือรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ 1 และเมื่อนับ ได้ครบ จำนวนที่ ตั้งไว้จะมีสัญญาณ อินเตอร์ รัปต์ เพื่อ บอกให้ซีพียูทราบ

การควบคุมการทำงานไทม์เมอร์หรือเคาน์เตอร์สามารถที่จะควบคุมได้จากวงจรภายนอก(ควบ คุมด้วยสัญญาณที่ขา INT0 , INT1)หรือควบคุมจากคำสั่งในโปรแกรม ดังนั้นรีจิสเตอร์ ที่ใช้เป็น ไทม์เมอร์ใน MCS-51 จะสามารถวัดช่วงห่างของเวลาวัดความกว้างของพัลส์ หรือนับ จำนวน ครั้งของ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายใน ที่เปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า แล้วรวมทั้งใช้กำเนิดสัญญาณ อินเตอร์ รัปต์ที่มีคาบ เวลา แน่นอนได้

พอร์ทสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม MCS-51 สามารถรับและส่งข้อมูล แบบอนุกรม ได้โดย ไม่ต้อง พึ่ง อุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ แต่อย่างใดในด้านอัตราเร็วของ การรับส่งข้อมูลก็สามารถ กำหนด ค่า ได้ตามความ ต้อง การของผู้ใช้โดยสามารถเลือกอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (band rate) มาตรฐาน ได้ตั้งแต่ 110 , 1.2K , 2.4K , 4.8K , 19.2K , 375K ตามมาตรฐานของ UART นอกจาก นี้ยังจะสามารถกำหนดการทำงานที่แตกต่างกันได้ถึง 4 รูปแบบ ตามความเหมาะสมในแต่ละงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

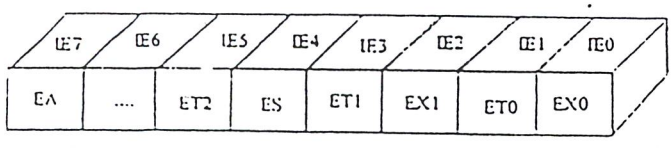
โครงสร้างการอินเตอร์รัปต์ MCS-51 สามารถรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ถึง 5 ชนิด โดยจะเป็น สัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดจากภายนอก 2 ชนิด และที่เกิดจากภายในชิปอีก 3 ชนิด เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น MCS-51 จะละการทำงานโปรแกรม ที่กำลังทำอยู่ และข้ามไป ทำงานโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์ (Interrupt Service Routine) ที่อยู่ในหน่วยความ จำ ตำแหน่งต่างๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณ อินเตอร์รัปต์ ดัง แสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงตำแหน่งหน่วยความจำของโปรแกรมบริการอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิดใน MCS-51

เราสามารถเลือกให้ซีพียูใน MCS-51 ถูกอินเตอร์รัปต์โดยสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้นได้ โดยการ กำหนดค่าในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมลำดับความ สำคัญในการตอบ สนองต่อสัญ ญาณอินเตอร์รัปต์ของ MCS-51 ได้ด้วยรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IE (Interrupt Enable-Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิท รายละเอียด มีดังแสดงในรูปที่ 3.6



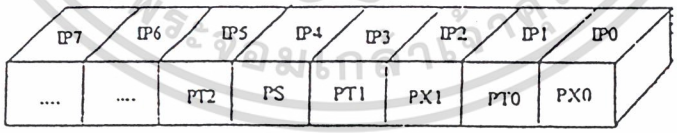
รูปที่ 3.6 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (IE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต	บิต	
IE1	EA	ใช้ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด 0 : MCS-51 จะไม่ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ใดๆ ทั้งสิ้น 1 : การตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิดจะถูกควบคุมโดยตรงจากบิดที่ทำหน้าที่ ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ ซึ่งอยู่ในรีจิสเตอร์เช่นกัน
IE6		ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคต)
IE5	ET2	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 2 เมื่อเกิด Overflow (มีเฉพาะ MCS-51 บางเบอร์ที่มีไทม์เมอร์ 2 เช่น 8052)
IE4	ES	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม
IE3	ET1	ควบคุมการตองสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 1 เมื่อเกิด Overflow
IE2	EX1	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ภายนอกชนิด 1
IE1	ET0	ควบคุมการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 0

หมายเหตุ ถ้าบิทที่ควบคุมการตอบสนองสัญญาณต่ออินเตอร์รัปต์แต่ละบิท มีค่าเป็น 0 หมายถึง อนุญาตให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ได้ หากมีค่าเป็น0 หมายถึงไม่ให้ MCS-51 ตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ที่เกิดขึ้น

รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP (Interrupt Priority Register) เข้าถึงข้อมูลได้ในระดับบิท ราย ละเอียด มีดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ IP

บิต	ชื่อบิต	
IP7	--	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆ ในอนาคต)
IP6	--	ไม่ถูกกำหนดการใช้งาน (สำรองไว้ใช้ใน MCS-51 เบอร์ใหม่ๆในอนาคต)
IP5	PT2	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของไทม์เมอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP4	PS	กำหนดลำดับความสำคัญ ในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ของพอร์ทสื่อสารอนุกรม
IP3	PT1	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ไทม์เมอร์ 1
IP2	PX1	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ไทม์เมอร์ 1
IP1	PT1	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ไทม์เมอร์ 0
IP	PX0	กำหนดลำดับความสำคัญในการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัปต์ไทม์ เมอร์ 0

หมายเหตุ ค่าในบิทที่กำหนดลำดับความสำคัญของสัญญาณอินเตอร์รัปต์แต่ละชนิด หากเป็น 1หมายถึง กำ หนด ให้มีลำดับความสำคัญสูง หากเป็น 0 หมายถึงกำหนดให้มีลำดับความสำคัญต่ำ

กลุ่มคำสั่งใน **MCS-51** คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานของ MCS-51 มีสองประการคือ คำสั่งที่ต้องการ ข้อมูลมา คำเนินการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ และคำสั่งที่ไม่ต้องการข้อมูลมาดำเนินการ คำสั่งที่ต้องการข้อมูล จะมี วิธี ในการเข้าถึงข้อมูลได้หลายวิธีดังนี้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในคำสั่ง

- วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct Addessing)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (Indirect Addessing)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (Register Instruction)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของตัวคำสั่ง (Register –Specific Instruction)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง (Immediate Constants)
- วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่มีตัวชี้อ้างอิง (Indexed Addessing)

คำสั่งแต่ละคำสั่งที่ต้องการข้อมูลหรือโอเปอร์แรนด์ (operrand)จะมีวิธีในการ เข้าถึงข้อมูลใน โอเปอร์ แรนด์ ได้วิธีเดียวหรือหลายวิธี ขึ้นกับคำสั่งแต่ละคำสั่ง รายละเอียดของวิธีการ เข้าถึงข้อมูล ของโอ เปอร์แรนด์ แต่ละวิธีมีดังนี้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยตรง (Direct Addressing) เป็นวิธีการกำหนดตำแหน่งหน่วยความจำโดยตรงในคำสั่งบริเวณหน่วยความจำที่สามารถอ้างอิงได้ โดยวิธีนี้จะเป็นหน่วยความจำ สำหรับ เก็บข้อมูลทั่วไป ภายในชิปเฉพาะบริเวณ 128 ไบต์แรก และหน่วยความ จำสำหรับ เก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รวมทั้งหน่วย ความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในชิปที่ ใช้เป็น รีจิสเตอร์ ที่ใช้งาน เฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อม (Indirect Addressing) เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูล โดยทางอ้อมโดยค่า ตำแหน่งหน่วยความจำจะอยู่ในรีจิสเตอร์เฉพาะบางตัวนั่นคือวิธีนี้จะใช้ค่าในรีจิสเตอร์ เป็นตัวชี้ตำแหน่ง หน่วยความจำ หน่วยความจำที่สามารถใช้วิธีการเข้าถึง แบบนี้ได้คือ หน่วยความจำสำหรับ เก็บข้อมูลที่ใช้เก็บ ข้อมูล ทั่วไปบริเวณ 128 ไบท์ล่างและ 128 ไบต์บน และทั้งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลที่อยู่ภายนอกชิป รีจิสเตอร์ที่สามารถนำมา ใช้เป็น ตัวชี้ตำ แหน่งของ หน่วยความจำมีดังต่อไปนี้

- รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0 ,R1 ของแต่ละกลุ่ม
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ SP (Stack Pointer)
- รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR (Data Pointer)

การใช้วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยทางอ้อมนี้ รีจิสเตอร์ที่เก็บค่าตำแหน่ง หน่วยความจำจะต้องระบุเครื่อง หมาย “@” ไว้ข้างหน้า ดังตัวอย่าง

```
MOV A,@RO
MOV X@DPTR,A
```

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป (Register Instruction) ข้อมูลที่ต้องการจะอยู่ใน รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ของแต่ละกลุ่มรีจิสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานในขณะนั้น โดยในการ ทำ งานจริงๆ ซีพียู จะตรวจสอบกลุ่มรีจิสเตอร์ที่ถูกเลือกใช้งานจากบิต RS0,RS1 ในรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ PSW เอง

วิธีการเข้าถึงข้อมูลในรีจิสเตอร์เฉพาะของคำสั่ง (Regiter – Specific) คำสั่งบางคำสั่งของ MCS-51 จะระบุไว้แล้วว่าต้องดำเนินการกับข้อมูลในรีจิสเตอร์ตัวใด เช่น ACCUMULATOR, DPSR,SP ดังนั้นใน รหัส คำสั่ง (opcode) ของคำสั่งประเภทนี้ MCS-51 จะรู้ได้เองว่า ต้องประมวล ผลกับรีจิสเตอร์ตัวใด ด้วยเหตุนี้คำ สั่ง ในกลุ่มนี้จึงไม่ต้องบอก ตำแหน่ง ของรีจิสเตอร์ ที่ใช้งานเฉพาะคำสั่งนี้แต่อย่างใดเลย เช่น

```
MOV A,#data
MOV DPTR.#data
```

จากตัวอย่างนี้ เราไม่จำเป็นต้องระบุตำแหน่งของรีจิสเตอร์ A,DPTR ในรหัสคำสั่งของคำสั่งทั้งสอง แต่ อย่างใด เพราะ MCS-51 จะทราบเองว่าเป็นรีจิสเตอร์ทั้งสองจากรหัสของคำสั่ง

วิธีการเข้าถึงข้อมูลที่กำหนดเองโดยตรง (Immediate Constants) เป็นการกำหนดค่าข้อมูลให้กับ คำสั่ง โดยตรง ข้อมูลที่นำมาประมวลผลในคำสั่งจะอยู่ตามหลังรหัสคำสั่ง ทั้งนี้จะต้องให้ เครื่องหมาย “#” ระบุ หน้าข้อมูลที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ตัวชี้อ้างอิง (Indexed Addressing) ข้อมูลที่ใช้วิธีการอ้างแบบนี้จะเป็นข้อมูล ที่อยู่ในหน่วยความจำ สำหรับเก็บโปรแกรมภายในหรือภายนอกชิป เท่านั้นจุด ประสงค์ของการอ้างข้อมูลแบบนี้มีไว้เพื่อใช้ในการเปิดหาค่าข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำสำหรับ เก็บโปรแกรม ซึ่งข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีพลังงานในการทำงานของคำสั่งที่ใช้ในการอ้างวิธีนี้ จะใช้ค่าของรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ DPTR หรือ PC มารวมกับค่าในรีจิสเตอร์ A เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งของหน่วยความ จำสำหรับโปรแกรมซึ่ง เก็บข้อมูลไว้ ดังนั้นค่าในรีจิสเตอร์ ใช้งานเฉพาะ DPTR,PC จะต้องมีค่าเท่ากับตำแหน่งต้นของหน่วย ความ จำส่วนที่เก็บข้อมูล ที่ต้อง การ ส่วนค่าของรีจิสเตอร์ A จะเป็นตัวเลือกข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ เช่น

MOVC A,@A+PC

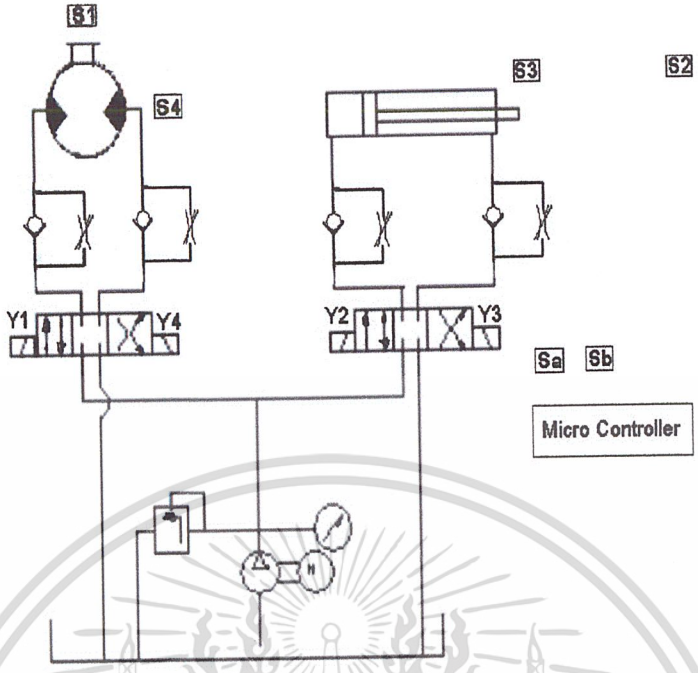
3.2 การออกแบบวงจร

หลักการทำงานจากรูป ladder diagram และรูป pipe lineการเคลื่อนที่ลงเมื่อกดปุ่ม sa เพื่อที่จะยก เก้าอี้ลงกระแสไฟจะไหลเข้าที่ตัวไมโครคอนโทรเลอร์แล้วจ่ายไฟไปที่y1เพื่อทำการ หมุนเก้าอี้ไปยังด้านประตูรถเมื่อหันถึงประตูแล้วเซนเซอร์จะส่งสัญญานไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ให้ หยุดการหมุนของมอเตอร์โดยการ ตัดไฟที่ y1 จากนั้นส่ง สัญญานไปที่ y2 เพื่อเคลื่อนวาล์วของกระบอกสูบทำให้กระบอกสูบเคลื่อน ที่ออกเพื่อ ยกเก้าอี้ลงจากรถเมื่อถึงระดับที่ตั้งไว้แล้ว เซนเซอร์จะส่งสัญญานไปที่ ไมโครคอนโทรเลอร์ เพื่อตัด ไฟที่ y2 ทำ ให้กระบอก สูบหยุดนิ่ง

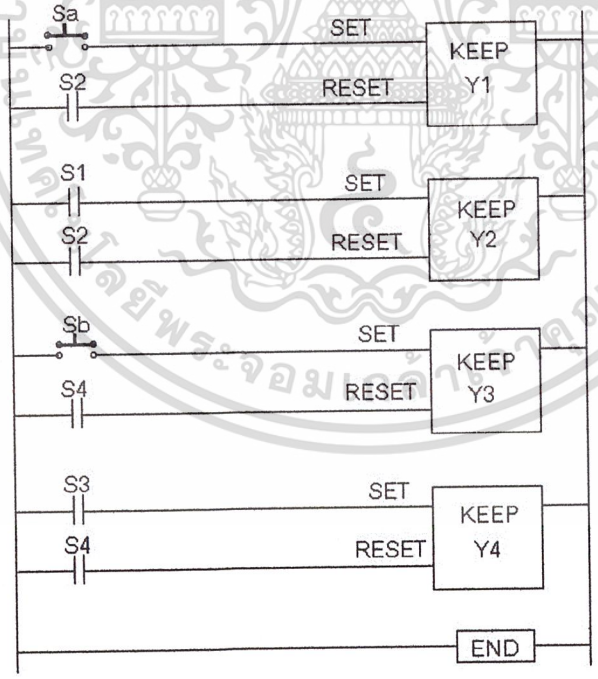
การเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อกดปุ่ม sb เพื่อให้เก้าอี้ยกขึ้นกระแสไฟจะไหลเข้าที่ตัวไมโครคอน โทรเลอร์ ซึ่งจะจ่ายไฟไปที่ y3 ทำให้วาล์วเคลื่อนที่ ไปทางซ้ายทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ เคลื่อนที่เข้าเพื่อยกเก้าอี้ขึ้น เมื่อยกได้ ระดับแล้วจะไปบังเซนเซอร์แสง เซนเซอร์ก็จะส่งสัญญาน ไปยังไมโครคอนโทรเล่อร์ให้ตัดไฟที่ y3 เพื่อตัดไฟที่วาล์วทำให้วาล์ว เคลื่อนกลับกระบอกสูบจะหยุดเคลื่อนที่แล้วจึงส่งสัญญานไปที่ y4 ทำให้วาล์วของมอเตอร์เคลื่อนมอเตอร์ก็จะหมุนเพื่อหันหน้า ผู้ป่วย ไปยังด้านหน้าของรถเมื่อหันได้พอดีแล้วจะไปบังเซนเซอร์แสงอีกตัวเซนเซอร์จะส่งสัญญานไปที่ ไมโครคอน โทรเลอร์ให้ตัดไฟ ที่ วาล์วของมดเตอร์ เครื่องก็จะหยุดการทำงาน

โดยที่ตัวไมโครคอนโทรเลอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อที่จะควบคุมการเคลื่อนที่ของโซลีนอยวาล์วทำให้สามารถควมคุมทิศทางการไหลของน้ำมันรวมถึงสามารถ สั่งการให้วาล์วเคลื่อนที่กลับตำแหน่งเดิมเพื่อที่จะไม่ให้น้ำมันไหลกลับผ่านวาล์ว ทำให้ระบบไฮดรอลิกสามารถรับโหลดค้างที่ตำแหน่งต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูป pipe line

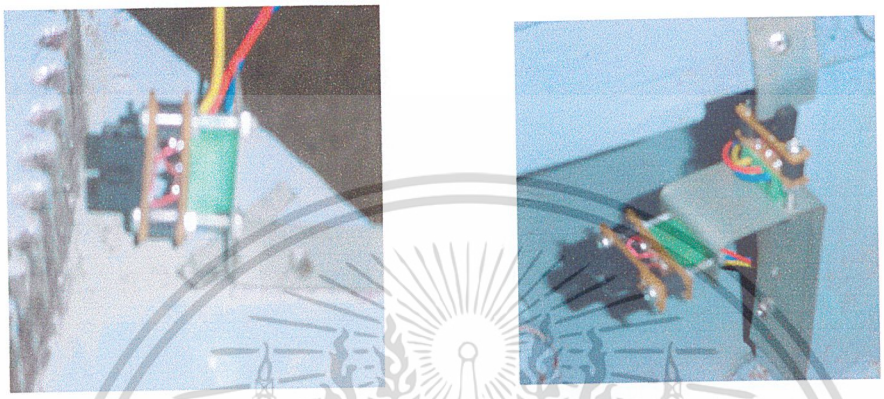


รูป ที่ 3.9 รูป ladder diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

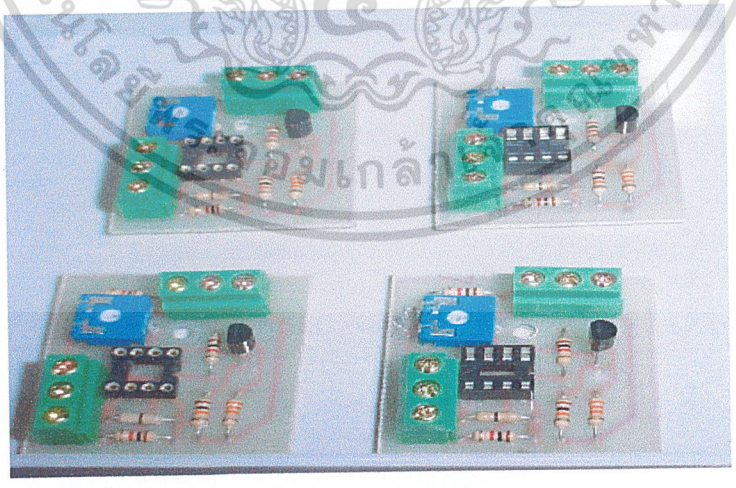
3.2.1 ส่วนประกอบของวงจรควบคุม

3.2.1.1 เซนเซอร์แสงอินฟาเรท ทำหน้าที่เป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของเก้าอี้ โดยมีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อมีวัตถุมาทำการบังลำแสงอินฟาเรทของตัวเซนเซอร์ เซนเซอร์ก็ จะทำการส่งสัญญาณไปที่วงจรขยายสัญญาณเพื่อทำการส่งต่อไปที่ไมโครคอนโทรเล่อร์เพื่อทำการ จ่ายหรือตัด กระแสไฟที่วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของน้ำมันต่อไป



รูปที่ 3.10 เซนเซอร์แสงอินฟาเรท

3.2.1.2 วงจรขยายสัญญาณ มีหน้าที่ทำการขยายสัญญาณที่เซนเซอร์ทำการส่งออกมาจากโวลต์ ต่ำให้เป็น สัญญาณ โวลต์ที่สูงขึ้น หลักการทำงาน จะรับอินพุทจากสัญญาณที่ เซนเซอร์ส่งมาแล้วทำการแปลงเป็น สัญญาณโวลต์สูง แล้วจะทำการส่งค่า เอาท์พุทไปยังไมโครคอนโทรเลอร์

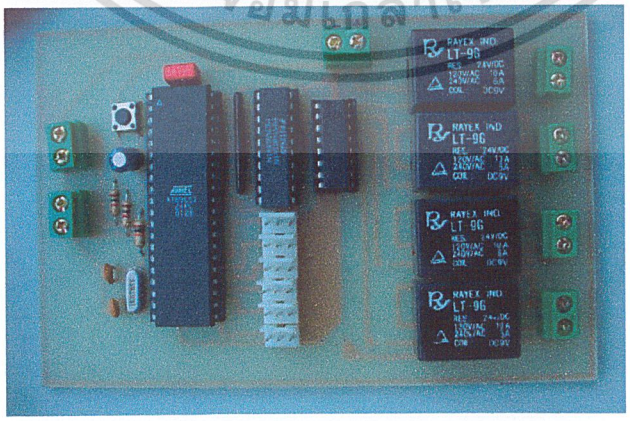


รูปที่ 3.11 วงจรขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์ จะเป็นส่วนสั่งการของวงจรโดยเราจะเขียนโปรแกรมการทำงาน ของตัวไมโครคอนโทรเลอร์เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ จากนั้นจึงใช้เครื่องแปลงภาษาการสั่งงานทำการ แปลงเป็นภาษาสั่งงานเฉพาะของไมโครคอนโทรเลอร์แล้วจึงทำการบันทึกลงใน ไมโครคอนโทรเลอร์ ซึ่งโปรแกรมการสั่งงานนี้สามารถแก้ไข้แล้วทำการบันทึกซ้ำได้ การทำงานจะเริ่ม จากการที่ตั้งค่า อินพุท เอาพุทที่ขาต่างๆ ของตัว ไมโครคอนโทรเลอร์ โดยเมื่อได้รับสัญญาณอินพุทจากปุ่ม sa เพื่อที่จะให้เก้าอี้เคลื่อนที่ลงไมโครคอนโทรเลอร์ก็จะส่งเอาพุทไปที่ตัวลีเลย์ y1 เพื่อให้หน้าสัมผัสของลีเลย์ y1 สัมผัสกันกระแสไฟก็จะไหล เข้าที่วาล์วควมคุมทิศทางการไหลของมอเตอร์ เพื่อที่จะให้มอเตอร์ทำการหมุนเพื่อที่จะหันหน้าผู้ป่วย ไปยังประตู เมื่อถึงจุดที่กำหนดไว้ ก็จะไปบังเซนเซอร์ เซนเซอร์ก็จะทำการส่งสัญญาณ อินพุทมาที่ขา ของไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อได้อินพุทจากเซนเซอร์ตัวที่หนึ่ง ก็จะทำการส่งสัญญาณ เอาพุทไปที่ ลีเลย์ y1 เพื่อตัดไฟ และส่งสัญญาณไปที่ลีเลย์ y2 เพื่อให้กระแสสามารถไหลผ่านที่ y2 เพื่อบังคับให้วาล์วของ กระบอกสูบเคลื่อนที่ เพื่อที่จะให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ออก เพื่อทำการยกเก้าอี้ลงจากรถ เมื่อเคลื่อนลงมาได้ระดับแล้วเซนเซอร์ จะทำการ ส่งสัญญาณมายังขาอินพุท ของไมโครคอนโทรเลอร์ ตัวไมโครคอน โทรเลอร์ก็จะทำการส่งเอาพุทออกจากขาที่ต่อกับ ลีเลย์ y2 เพื่อที่จะตัดไฟ ทำให้วาล์วเคลื่อนกลับ ระบบ ก็จะหยุดการทำงานเพื่อรอรับอินพุทจากสวิตช์สั่งงานต่อไป

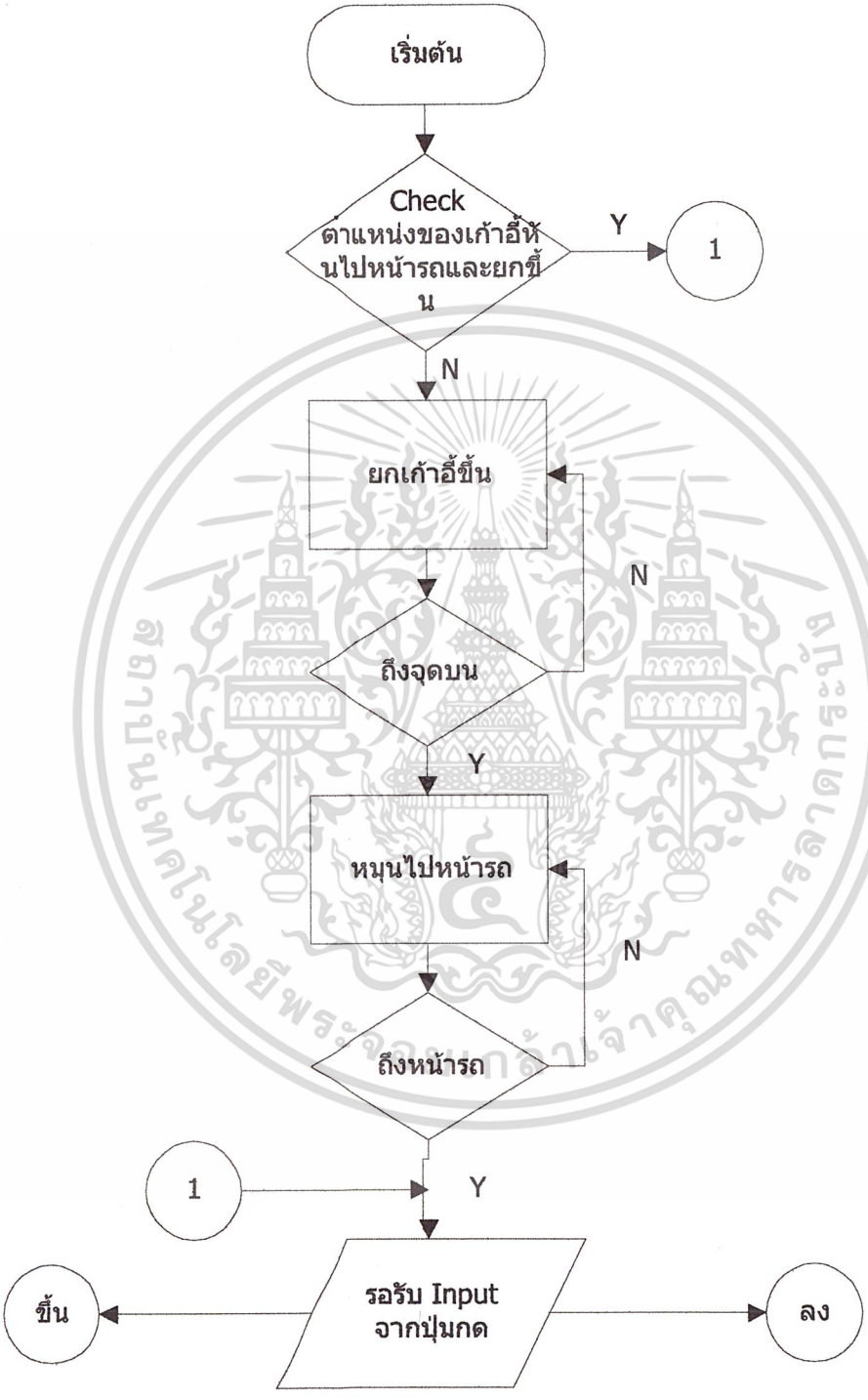
เมื่อเราจะให้เก้าอี้เคลื่อนที่ขึ้น เราจะทำการกดปุ่ม sb ไมโครคอนโทรเลอร์จะรับอินพุทจากขาที่ต่อกับ sb แล้วจะทำการส่งเอาพุทไปที่ขาที่ต่อกับลีเลย์ y3 เพื่อทำให้กระแสไฟสามารถไหลที่วาล์วของกระบอกสูบ เพื่อทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อได้ระดับแล้วไมโครคอนโทรเลอร์จะได้รับอินพุทที่ขาที่ต่อกับเซนเซอร์ตัวที่3 แล้วจะทำการส่งเอาพุทไปที่ ลีเลย์ y3 เพื่อตัดไฟ และจ่ายไฟไปที่ลีเลย์ y4 เพื่อที่จะทำให้มอเตอร์หมุนเพื่อหันไปยังหน้ารถเมื่อ ถึงหน้ารถแล้วไมโครคอนโทรเลอร์ก็ได้รับอินพุทจากขาที่ต่อกับเซนเซอร์ตัวที่4 เมื่อได้รับอินพุทจาก เซนเซอร์ตัวที่4แล้วก็จะส่งเอาพุทไปตัดไฟที่ลีเลย์ y4 เพื่อให้มอเตอร์หยุดหมุน



รูปที่ 3.12 แผ่นปรินซ์วงจรไมโครคอนโทรเลอร์

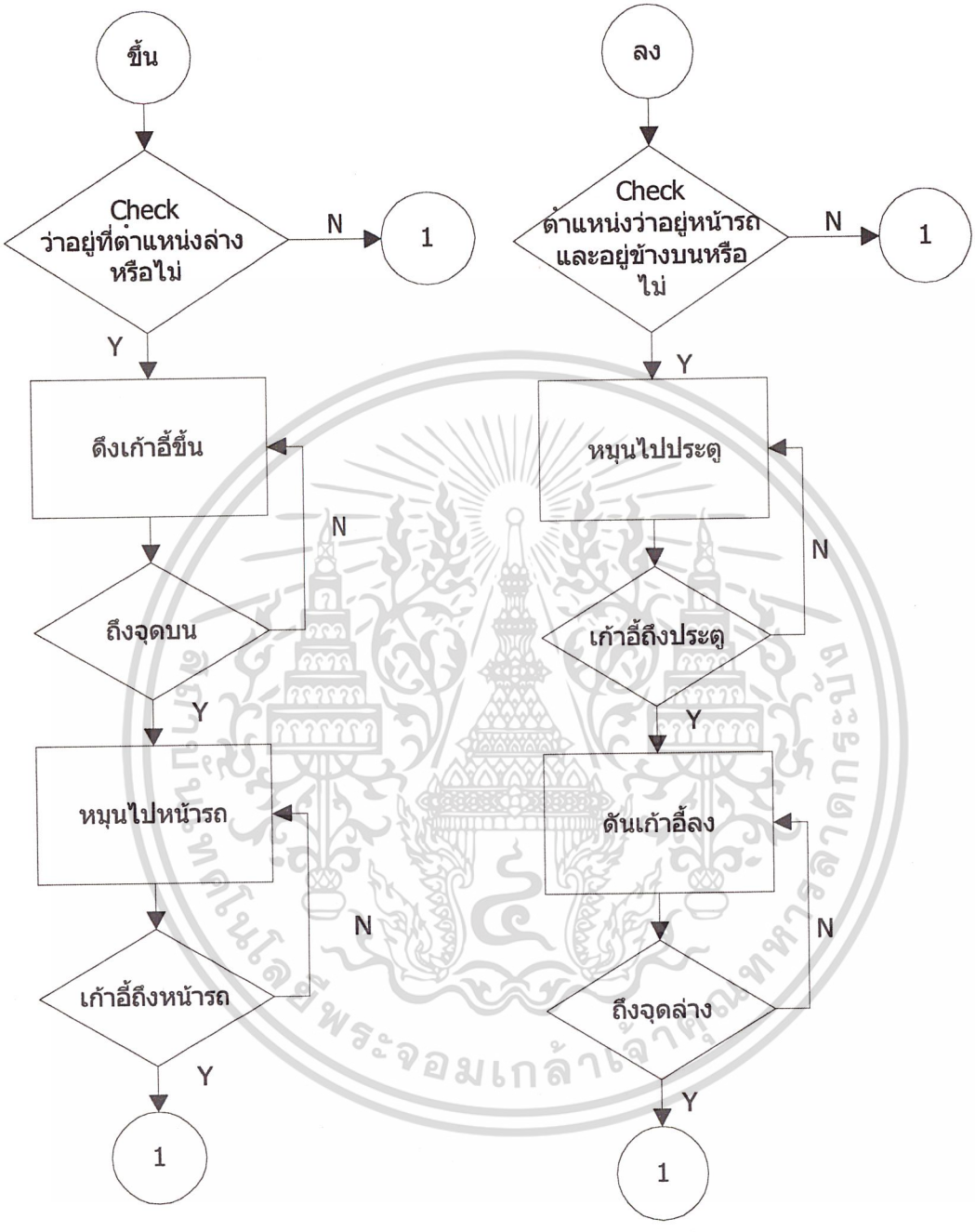
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถเขียนขั้นตอนแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ดัง รูปที่ 3.13 และ3.14



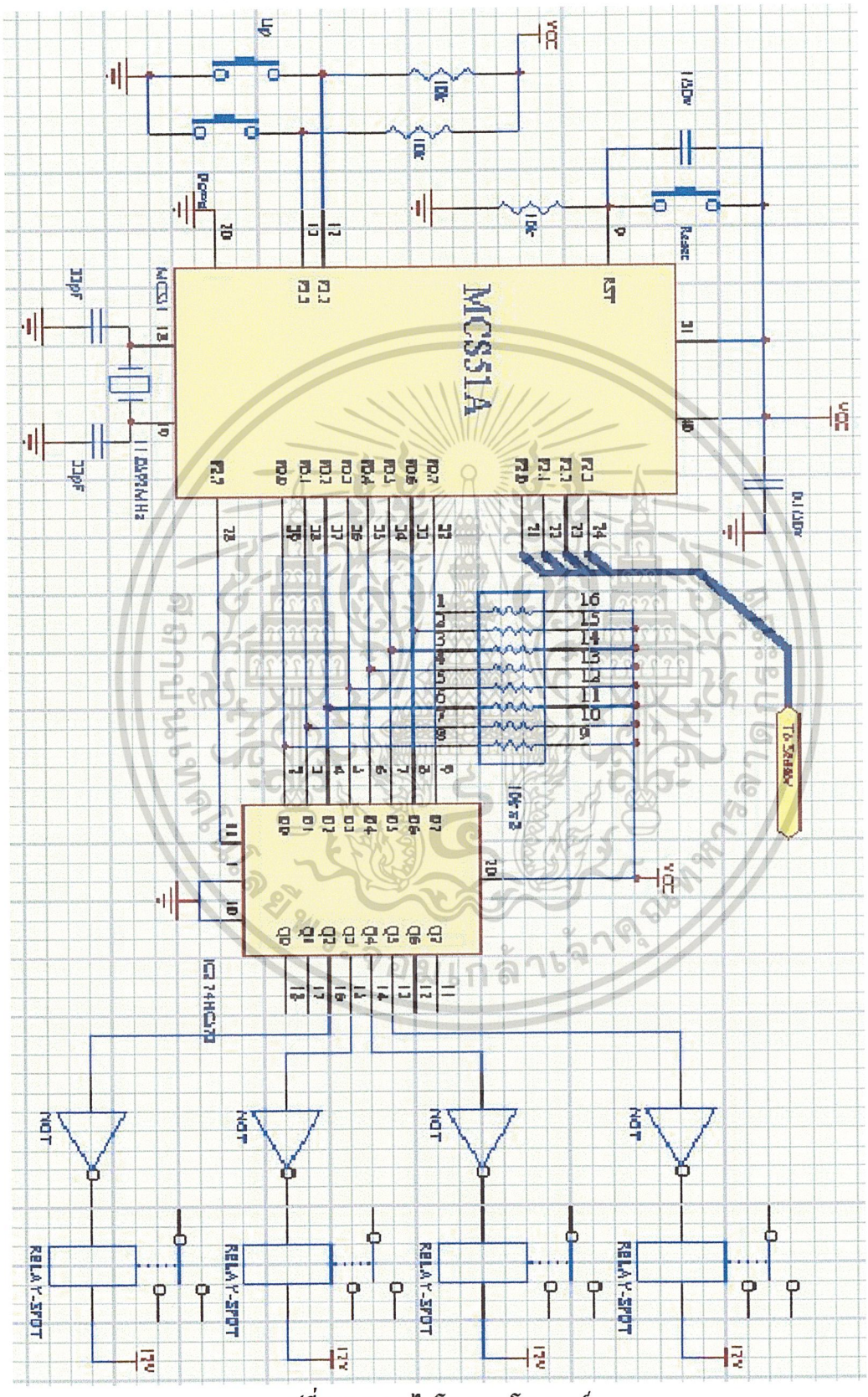
รูปที่ 3.13 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบตำแหน่งเมื่อเริ่มต้นใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



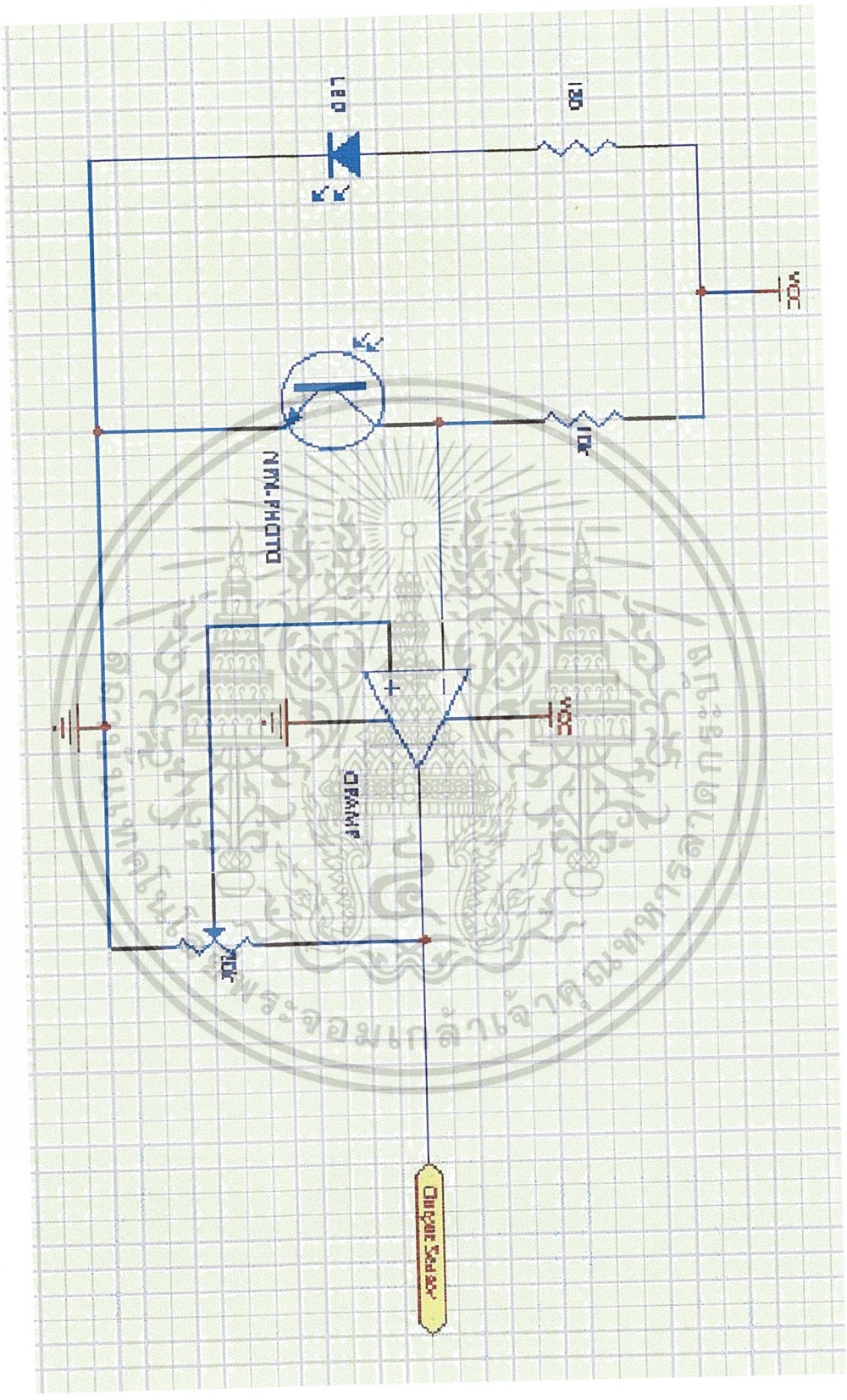
รูปที่ 3.14 แสดงขั้นตอนการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



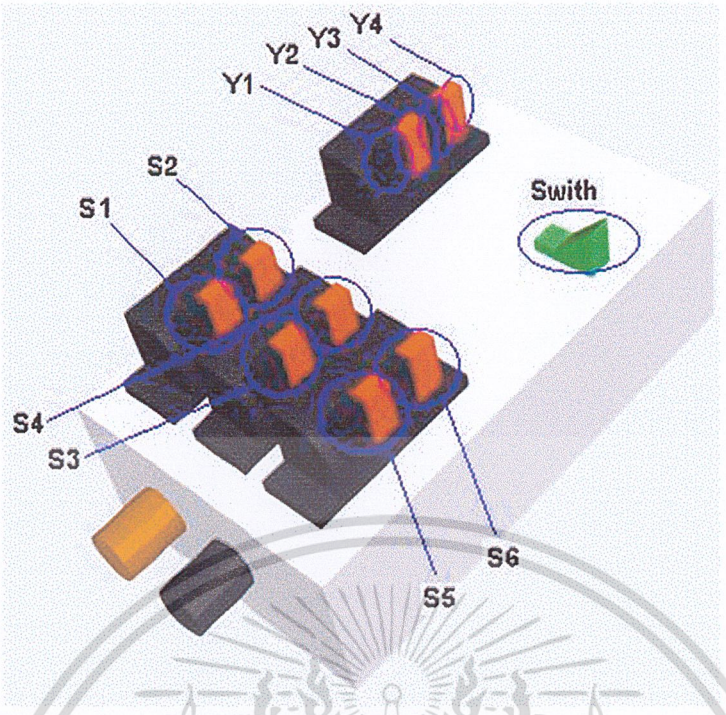
รูปที่ 3.15 วงจรไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 วงจร ขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 กล่องไมโครคอนโทรลเลอร์

กล่องควบคุม

ในการทำการควบคุมต้องมีรับสัญญาณไฟฟ้าจากเซนเซอร์และจ่ายสัญญาณให้กับ Control Value ดังนี้

S1 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้เคลื่อนที่ถึงจุดตั้งอยู่บนรถ

S2 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้เคลื่อนที่ถึงจุดตั้งอยู่บนรถ

S3 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้เคลื่อนที่ถึงจุดลงจากรถ

S4 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้เคลื่อนที่ถึงจุดลงจากรถ

S5 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้หมุนถึงหน้ารถ

S6 รับสัญญาณจาก Sensor เมื่อเก้าอี้หมุนถึงหน้าประตู

Y1 จ่ายไฟเพื่อขับกระบอกสูบให้ดันเก้าอี้ขึ้น

Y2 จ่ายไฟเพื่อขับกระบอกสูบให้ดันเก้าอี้ลง

Y3 จ่ายไฟเพื่อขับกระบอกสูบให้หมุนเก้าอี้ไปหน้ารถ

Y4 จ่ายไฟเพื่อขับกระบอกสูบให้ดันเก้าอี้ไปประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดสอบการใช้งาน

โครงงานนี้เป็นการออกแบบ และจัดสร้างอุปกรณ์ เพื่อใช้เคลื่อนย้ายผู้ป่วย ขึ้น-ลง จากรถ แทนการใช้แรงงานคนในการยก โดยโครงสร้างอุปกรณ์ จะทำด้วยเหล็ก นำมาทำเป็นกลไกโครงสร้างใช้สำหรับยก เก้าอี้ ขึ้น-ลง โดยให้ผู้ป่วยสามารถบังคับการทำงาน ได้ด้วย ตนเอง

การทำงานเริ่มจากการวัดระยะ ต่างๆ ของตัวรถ ทำการออกแบบกลไก โดยใช้แบบ 4 link Double Rocket ซึ่งจะไม่มีแขนไหนทำการหมุน แต่จะกวัดแกว่งเท่านั้น จากนั้นจึงคำนวณหาขนาดของ link ออกแบบระบบการควบคุม โดยในที่นี้เราจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ เป็นตัวควบคุม ซึ่งการทำงานของ มันก็จะรับ อินพุทมาจาก ปุ่มบังคับและ เซนเซอร์ต่างๆ แล้วจึงส่งไปยัง วาล์ว ต่างๆเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ โดยการสั่งงานของไมโครคอนโทรเลอร์นั้นเราจะใช้ ภาษา Assembly

การทำงานของเครื่องเริ่มจากเมื่อกดปุ่ม saเพื่อที่ จะยก เก้าอี้ลง กระแสไฟ จะไหล เข้าที่ตัวไมโคร คอน โทรเลอร์แล้วจ่ายไฟไปที่ วาล์วเพื่อทำการหมุนเก้าอี้ไปยังด้านประตูรถเมื่อหันถึง ประตูแล้ว เซนเซอร์ จะส่งสัญญานไปยัง ไมโครคอนโทรเลอร์ให้ หยุดการ หมุนของมอเตอร์โดนการตัดไฟที่ลีเลย์ควบคุมวาล์วจากนั้นส่งสัญญานไปที่ ลีเลย์อีกตัว เพื่อเคลื่อนวาล์วของกระบอกสูบ ทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ออกเพื่อ ยกเก้าอี้ลงจากรถเมื่อถึงระดับที่ ตั้งไว้แล้ว เซนเซอร์จะส่งสัญญานไปที่ ไมโครคอน โทรเลอร์เพื่อตัด ไฟที่ วาล์ว ทำ ให้กระบอกสูบหยุดนิ่ง

การเคลื่อนที่ขึ้นเมื่อกดปุ่ม sb เพื่อให้เก้าอี้ยกขึ้น กระแสไฟจะไหล เข้าที่ตัวไมโครคอนโทรเลอร์ซึ่งจะจ่ายไฟไปที่ ลีเลย์ ทำให้วาล์วเคลื่อนที่ ไปทาง ซ้ายทำให้กระบอกสูบ ไฮดรอลิกส์ เคลื่อนที่เข้าเพื่อยกเก้าอี้ขึ้น เมื่อยกได้ ระดับแล้วจะไปบังเซนเซอร์แสง เซนเซอร์ก็จะส่งสัญญาน ไปยัง ไมโครคอนโทรเล่อร์ให้ตัดไฟที่ ลีเลย์ เพื่อตัดไฟที่วาล์วทำให้วาล์ว เคลื่อนกลับกระบอกสูบ จะหยุด เคลื่อนที่แล้วจึงส่งสัญญานไปที่ ลีเลย์อีกตัว ทำ ให้วาล์วของ มอเตอร์เคลื่อน มอเตอร์ก็จะหมุนเพื่อหันหน้าผู้ป่วยไปยังด้านหน้าของ รถเมื่อหันได้พอดีแล้ว จะไปบัง เซนเซอร์แสง อีกตัวเซนเซอร์ จะส่ง สัญญานไปที่ไมโครคอน โทรเลอร์ให้ตัดไฟ ที่ วาล์วของมดเตอร์ เครื่อง ก็จะ หยุดการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองใช้งานของเครื่องว่าสามารถใช้งานจริงได้หรือไม่ ต้องแก้ไขตรง ไหนบ้าง โดยจะทำการทดลอง 2แบบ คือ แบบทดสอบการใช้งานของเครื่องที่สภาวะ น้ำหนัก ต่าง แบบที่สองจะเป็นการทดสอบความพึงพอใจในการใช้งาน

โดยจะดูจากผลการทดลองการใช้งาน และ ผลการประเมิณการใช้งานว่า มี ข้อ เสียตรง ไหนบ้างแล้วทำการปรับปรุงและพัฒนาต่อ ไปเพื่อลดข้อเสีย และทำให้ประสิทธิภาพ และความ พอใจ ในการ ใช้งานอุปกรณ์นี้อยู่ในระดับที่น่าพอใจขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดสอบการใช้งานของเครื่องที่สภาวะต่างๆ

เป็นการทดสอบการใช้งานที่สภาวะ น้ำหนักต่างเพื่อเป็นข้อมูลในการใช้ว่าเครื่อง สามารถ ทำงานที่ น้ำหนักเท่าไรและยังใช้งานได้

4.1.1 วิธีการทดสอบ

ขั้นที่ 1 ใช้ผู้หญิงธรรมดา (45 Kg) เป็นผู้ทดสอบโดยให้นั่งบนเก้าอี้ แล้วทำการทดสอบการใช้งานของเครื่อง บันทึกเวลาที่ใช้ในการยกเก้าอี้ ขึ้น และ ลง โดยใช้อัตราไหลแบบช้า

ขั้นที่ 2 เปลี่ยนอัตราการไหลเป็นแบบ ปานกลาง แล้วทำซ้ำในขั้นตอนที่ 1

ขั้นที่ 3 เปลี่ยนผู้ทดสอบ เป็นผู้ชายธรรมดา (65 Kg) และทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 และ 2

ขั้นที่ 4 เปลี่ยนผู้ทดสอบ เป็นบุคคลพิเศษ (100 Kg) และทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 และ 2

4.1.2 ผลการทดสอบ

ลักษณะผู้ทดลอง	อัตราการไหล (lpm)	เวลาในการยกขึ้น (วินาที)	เวลาในการยกลง (วินาที)
ผู้หญิงธรรมดา (45 Kg)	0.0007	25	25
	0.0010	15	14
ผู้ชายธรรมดา (65 Kg)	0.0007	25	24
	0.0010	16	15
บุคคลพิเศษ (100 Kg)	0.0007	26	25
	0.0010	17	15

ตาราง 4.1 แสดงผลการทดสอบการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบความพึงพอใจในการใช้งาน โดยจะทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 25 คน โดยจะให้กลุ่มตัวอย่างได้ลองใช้งานอุปกรณ์แล้วทำการ ประเมิณผลที่ได้

4.2.1 ผลการประเมิณ

	อัตราการไหล(lpm)	1	2	3	4
1. ความปลอดภัย	0.0007	3	7	10	5
	0.0010	4	10	10	1
2. ความสะดวก	0.0007	5	6	11	3
	0.0010	5	6	11	3
3. ความรวดเร็วในการยก	0.0007	9	7	6	3
	0.0010	7	7	8	3
4. ความรวดเร็วในการหมุน	0.0007	3	9	12	1
	0.0010	6	12	6	1
5. ความเงียบ	0.0007	3	7	9	6
	0.0010	3	7	9	6
6. ความสั่นสะเทือน	0.0007	6	9	7	4
	0.0010	9	7	7	2
7. ง่ายต่อการควบคุม	0.0007	1	9	9	6
	0.0010	1	9	9	6
8. ขนาดเครื่อง	0.0007	2	5	10	8
	0.0010	2	5	10	8
9. ความแข็งแรง	0.0007	1	8	10	6
	0.0010	1	8	10	6
10.ความสวยงาม	0.0007	7	8	6	4
	0.0010	7	8	6	4

ตาราง 4.2 แสดงผลการประเมิณการใช้งาน

1 = แย่

2 = พอใช้

3 = ดี

4 = ดีมาก

หมายเหตุ ตัวเลขที่แสดงในตารางหมายถึงจำนวนคน (จากกลุ่มทดสอบ 25 คน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทำงาน

5.1 สรุปผลการทำงาน

อุปกรณ์สามารถทำงานที่น้ำหนักที่ เราได้ออกแบบไว้ โดยเราได้ทำการทดลองที่ 100 kg และเครื่องสามารถทำงานได้ โดยไม่มีการสั่น หรือกระตุก ส่วนการเคลื่อนที่ขึ้น ลง นั้น การกระแทกมีน้อยมาก การหมุนมีการกระตุกเล็กน้อย เพราะว่ามอเตอร์ที่ใช้นั้นไม่ได้เป็นตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ แต่โดย รวม แล้วถึงว่าประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในขั้นน่าพอใจ

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน

อุปกรณ์ที่ใช้มีราคาสูงทำให้ขาด อุปกรณ์ที่จำเป็นในการใช้งาน อุปกรณ์บางอย่างไม่ได้ใช้ ตามแบบที่ได้กำหนด

5.3 แนวทางการพัฒนา

-จัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสม และควรติดตั้งบนชิ้นงานจริง

-ประกอบเป็นชุดมาตราฐาน ติดตั้งและถอดออกได้ง่ายและไม่ทำให้ตัวรถเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] การออกแบบเครื่องจักรกลเล่ม1 ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน

[2] กลศาสตร์เครื่องจักรกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[3] กลศาสตร์เครื่องจักรกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ kmitl สมชัย นรเศรษฐ์โศภน

[4] mechanical engineering lab ll ภาควิศวกรรมศาสตร์เครื่องกล kmitl

[5] Fluid power with application, anthony esposito

[6] Fluid power with technology, f.don norvellc, oklahoma state university stillwater, Oklahoma

[7] ไมโครคอนโทรเลอร์ 8051 รัชนัย อินทุใส , ไตรภพ อินทุใส ห.จ.ก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข ค่าความปลอดภัย

ชนิดของแรง	เหล็กเหนียวและโลหะเหนียว		เหล็กหล่อและโลหะเปราะ
	N_y	N_u	N_u
แรงอยู่นิ่ง	1.5-2	3-4	5-6
แรงซ้ำทิศทางเดียวหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	3	6	7-8
แรงซ้ำสองทิศทางหรือ แรงกระแทกเล็กน้อย	4	8	10-12
แรงกระแทกอย่างหนัก	5-7	10-15	15-20

ตาราง ค ใช้หาขนาดกระบอกไฮดรอลิก

ปริมาตรจุปลายหัวสูบ			แรง (lbs) ที่ได้จากกระบอกสูบที่ความดัน (psi) ต่าง ๆ									
ขนาดกระบอก	พื้นที่ลูกสูบ (in^2)	แกลลอนต่อความยาว 1 ฟุต ของระยะชัก	100	250	300	500	800	1000	1200	1500	2250	2500
1 ½	1.767	.0918	176.7	441.6	530.1	883.5	1414	1767	2120	2650	3976	4418
2	3.142	.1632	314.2	785.5	942.6	1571	2514	3142	3770	4713	7070	7855
2 ½	4.909	.2550	490.9	1227	1473	2454	3927	4909	5891	7364	—	—
3 ½	8.296	.4309	829.6	2074	2489	4148	6637	8296	9955	12444	18670	—
4	12.566	.6528	1257	3142	3770	6783	10050	12560	15079	18850	—	—
5	19.635	1.020	1963	4908	5890	9817	15708	19635	23567	—	—	—
6	28.274	1.468	2877	7068	8482	14137	22619	28274	33928	—	—	—
8	50.266	2.611	5027	12566	15079	25133	40213	50266	—	—	—	—
10	78.540	4.080	7854	19636	23562	39270	67832	—	—	—	—	—

ตาราง จ *Low Speed High Torque Motor*

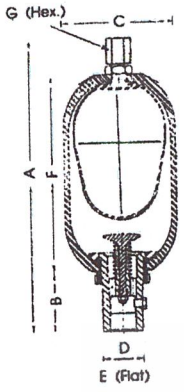
Low Speed High Torque Motors

310 Series

Code	1	2	3	4	5	6	7
Displacement Cu.in./rev. (Cu.cm./rev.)	14.8 (242.2)	22.2 (363.3)	29.1 (477.8)	36.1 (691.9)	43.6 (713.0)	53.0 (867.8)	67.3 (1103.4)
Max. Speed (rpm) @ Max. Continuous Flow	228	156	118	94	79	66	51
Pressure Differential (psi) @ Max. Continuous Pressure Differential (psi) @ Max. Intermitent	2250 3000	2250 3000	2250 3000	1800 2800	1600 2525	1250 2075	1000 1650
Max. Torque (lbs.in.) @ Max. Continuous Pressure Max. Torque (lbs.in.) @ Max. Intermitent Pressure	4433 6160	6650 9084	8810 12210	9000 13710	8682 15000	8750 15000	8835 15000
Maximum Transient (less than 1% of duty cycle) pressure is not to exceed 4000 psi							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง accumulator



Bladder Accumulator-Bottom Repairable 3000 psi (206.90 Bar)

Models		Size	A	B	C	D	E	F	G	Hydraulic Port	Weight
Oil Service	Water Service	Gal. (Liters)	Inch (Cm)							SAE Size Thread Size	Lbs. (kg.)
AB01B3T1A1	AB01B3T1W1	1 Qt. (0.946)	11.12 (28.2)	2.0 (5.1)	4.50 (11.4)	1.62 (4.1)	1.50 (3.8)	7.63 (19.4)	15/16 (2.38)	# 16 1 5/6-12	10 (4.5)
AB04B3T1A1	AB04B3T1W1	1 (3.79)	17 (43.2)	3.50 (8.9)	6.75 (17.1)	2.37 (6.0)	2.13 (5.4)	11.38 (28.9)	1 1/4 (3.2)	# 20 1 5/8-12	34 (15)
AB10B3T1A1	AB10B3T1W1	2.5 (9.46)	21.25 (53.9)	3.62 (9.2)	9.06 (23.0)	3.00 (7.6)	2.88 (7.3)	15.62 (39.6)	1 1/4 (3.2)	# 24 1 7/8-12	80 (36)
AB20B3T1A1	AB20B3T1W1	5 (18.9)	33.50 (85.1)	3.62 (9.2)	9.06 (23.0)	3.00 (7.6)	2.88 (7.3)	27.88 (70.8)	1 1/4 (3.2)	# 24 1 7/8-12	120 (54)
AB40B3T1A1	AB40B3T1W1	10 (37.9)	54.00 (137.2)	3.62 (9.2)	9.06 (23.0)	3.00 (7.6)	2.88 (7.3)	48.38 (122.8)	1 1/4 (3.2)	# 24 1 7/8-12	220 (100)
AB44B3T1A1	AB44B3T1W1	11 (41.6)	59.75 (151.7)	3.62 (9.2)	9.06 (23.0)	3.00 (7.6)	2.88 (7.3)	54.12 (137.4)	1 1/4 (3.2)	# 24 1 7/8-12	240 (109)
AB60B3T1A1	AB60B3T1W1	15 (56.8)	77.50 (196.9)	3.62 (9.2)	9.06 (23.0)	3.00 (7.6)	2.88 (7.3)	71.88 (181.9)	1 1/4 (3.2)	# 24 1 7/8-12	305 (138)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้