

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์

SIMULATION OF LIFT MOTION



โดย

นางสาว นพรัตน์ อังคะปัญญาเดช

นางสาว นิสากร เลิศพิรุพห้วงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 36869
วัน, เดือน, ปี 29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่หอสมุด

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง โมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์

ผู้จัดทำ

1. นางสาวนพรัตน์ อังคะปัญญาเดช
2. นางสาวนิสกร เลิศพิรุฬห์วงศ์


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ คมวัชระ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์

นพรัตน์ อังคะปัญญาเดช

นิสิตกร เลิศพิรุฬห์วงศ์

ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ คมวัชระ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอการพัฒนาการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 ในการควบคุมโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงตามคำสั่งที่ได้รับจากภายนอกได้ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลการเคลื่อนที่ขึ้นลงตามชั้นของลิฟต์ซึ่งนำสัญญาณจากทรินพอดที่ต่ออยู่กับมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวลิฟต์ขึ้นลงมาประมวลผลระยะทางการเคลื่อนที่ให้มีความถูกต้อง นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ยังทำหน้าที่ควบคุมโมเดลลิฟต์ให้สามารถเปิด-ปิดประตูลิฟต์รวมทั้งแสดงผลตำแหน่งเมื่อลิฟต์เคลื่อนที่ไปถึงชั้นใดๆ ได้

Abstract

According to this project, the 89C51 microcontroller is applied to control the simulation of lift motion in order to make it have the capabilities to present upward or downward movements that belong to the input from the outer part. The 89C51 can process these movement by receiving the code signals from the lift drive motor. Furthermore, the microcontroller also controls the system to open-close the lift door and display lift position, once it reaches any floor.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญ	
สารบัญรูปภาพ	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 โครงสร้างและการทำงานโดยทั่วไปของลิฟต์	2
2.2 หลักการทำงานของระบบการเคลื่อนที่ลิฟต์	9
บทที่ 3 การออกแบบและจัดสร้าง	11
3.1 โครงสร้างของลิฟต์จำลอง	11
3.2 การขับเคลื่อน	12
3.3 ภาพการทำงานระบบลิฟต์โดยรวม	14
3.4 ส่วนของวงจรการทำงาน	14
3.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม	26
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	28
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	34
5.1 ปัญหาที่พบ	34
5.2 การแก้ปัญหา	34
5.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง	35
ภาคผนวก ก (โปรแกรม)	
ภาคผนวก ข (DATA SHEET)	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของลิฟต์	3
รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการแขวนของสลิง	7
รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากเอนโคเดอร์	10
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบจำลองการเคลื่อนที่ของลิฟต์	11
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อคัปปลิงแกนมอเตอร์กับทริมพอร์ตสำหรับการขับเคลื่อน ประตูลิฟต์ขึ้น-ลง	13
รูปที่ 3.3 แสดงระบบขับเคลื่อนเปิด-ปิดประตูลิฟต์	13
รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพการทำงานระบบลิฟต์โดยรวม	14
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟระบบลิฟต์จำลอง	15
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรควบคุมการเปิด-ปิดประตูลิฟต์	16
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขับเคลื่อนการขึ้น-ลงของลิฟต์	17
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรรับ/แสดงสถานะการเรียกใช้งานลิฟต์ที่ชั้นต่างๆ	19
รูปที่ 3.9 แสดงวงจรแสดงตำแหน่งชั้นของลิฟต์	20
รูปที่ 3.10 แสดงส่วนตรวจสอบตำแหน่งชั้นของลิฟต์	21
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรรับ/แสดงสถานะการกดปุ่มจากภายในลิฟต์	22
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรการต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนอื่นๆ และ A/D CONVERTER	24
รูปที่ 3.13 แสดงบล็อกไดอะแกรมการใช้งานพอร์ตต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์	25
รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของลิฟต์	29
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะตัวลิฟต์	30
รูปที่ 4.3 แสดงกลไกการเปิด-ปิดประตูลิฟต์	30
รูปที่ 4.4 แสดงส่วนการควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของลิฟต์	31
รูปที่ 4.5 แสดงส่วนการรับการกดปุ่มเรียกการใช้งาน	31
รูปที่ 4.6 แสดงวงจรส่วนแหล่งจ่ายไฟ	32
รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนแสดงตำแหน่งชั้น ของลิฟต์และส่วนของการสั่งงานมอเตอร์ขับเคลื่อน	32
รูปที่ 4.8 แสดงวงจรรับสัญญาณการกดปุ่มเรียกใช้งาน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์เราเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยมีรูปแบบต่างๆ กัน อาจเป็นการเดิน, วิ่ง, ใช้นานพาหนะหรือวิธีอื่นๆ ซึ่งรวมถึงการใช้ลิฟต์สำหรับการเคลื่อนที่ไปยังชั้นต่างๆ ดังนั้นลิฟต์จึงมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับตึก, อาคารที่มีความสูงหลายๆ ชั้น และลิฟต์ยังสามารถนำมาใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของไปชั้นต่างๆ ได้ สิ่งสำคัญสำหรับลิฟต์คือการควบคุมการเคลื่อนที่ของลิฟต์

โครงการ “โมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์” เป็นการจำลองลิฟต์โดยสาร โดยนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 มาประยุกต์ใช้และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยโครงการนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ การออกแบบและจัดสร้าง ส่วนที่สองคือ โปรแกรมการควบคุมการเคลื่อนที่ลิฟต์

สำหรับส่วนของารออกแบบและจัดสร้าง ประกอบด้วย

1. การออกแบบโครงสร้างและตัวลิฟต์
2. การออกแบบระบบการทำงานในส่วนต่างๆ เช่น การเปิดปิดประตูที่โครงสร้างและตัวลิฟต์ การขับเคลื่อนให้ลิฟต์ขึ้นลง ปุ่มและไฟแสดงผล
3. การออกแบบวงจรที่ใช้กับระบบการทำงาน
4. การจัดสร้างลิฟต์

สำหรับส่วนของโปรแกรมการเคลื่อนที่ของลิฟต์ เป็นการออกแบบโปรแกรมการเคลื่อนที่ของลิฟต์เพื่อให้สามารถใช้กับลิฟต์จำลองที่สร้างขึ้น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ในการควบคุมการเคลื่อนที่

โดยรายละเอียดของส่วนต่างๆ จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

บทที่ 2

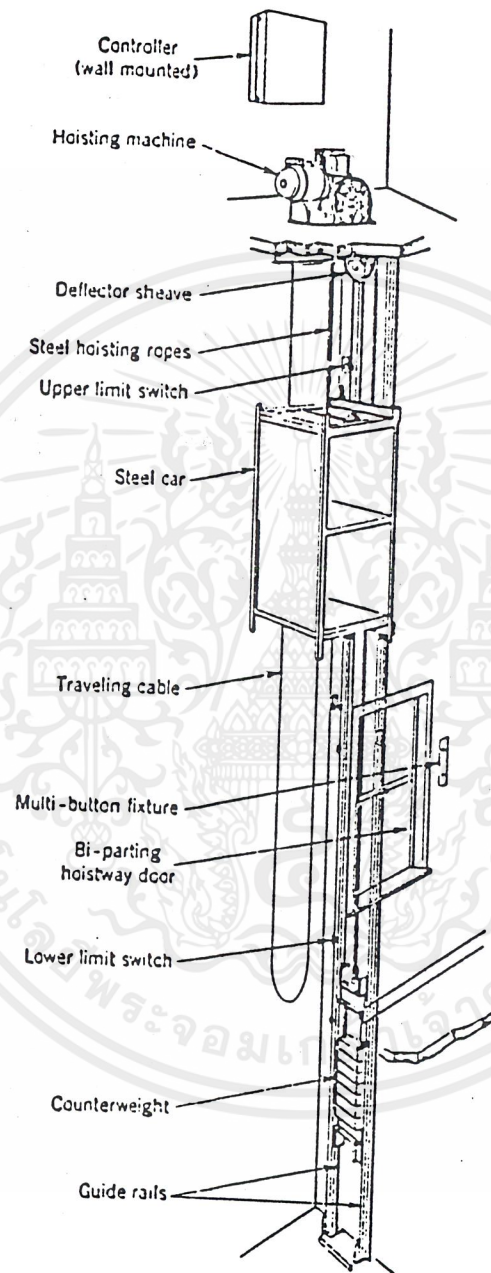
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 โครงสร้างแลการทำงานโดยทั่วไปของลิฟต์

ลิฟต์โดยทั่วไปจะมีโครงสร้างและองค์ประกอบที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ประกอบไปด้วยตัวลิฟต์ และน้ำหนักถ่วงแขวนติดเข้าด้วยกัน โดยลวดสลิงที่คล้องผ่านรอกซึ่งขับเคลื่อนรอกนี้ด้วยมอเตอร์ ดังสามารถแสดงภาพโดยรวมได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ตัวลิฟต์ (Car) เป็นส่วนที่ใช้บรรทุกคนหรือสิ่งของซึ่งรวมทั้งพื้นตัวลิฟต์ สาแหรก ห้องลิฟต์ และประตูลิฟต์
2. ห้องลิฟต์ เป็นโครงสร้างและส่วนประกอบ ที่เป็นเพดานและผนังรอบๆ ตัวลิฟต์ ซึ่งประกอบติดอยู่บนพื้นตัวลิฟต์
3. สาแหรก (Car Frame) เป็นโครงสร้างซึ่งประกอบไปด้วยเหล็กคานบน เหล็กเสาข้างและเหล็กคานล่างยึดติดกันเป็นสาแหรกรองรับพื้นตัวลิฟต์ ที่สาแหรกนี้จะมีตัวนำร่อง เครื่องนิรภัย ห่วงแขวนสลิงหรือโซ่และรองติดตั้งอยู่
4. ชุดควบคุม(Controller) เป็นอุปกรณ์หรือกลุ่มของอุปกรณ์ที่ใช้บังคับการทำงานของอุปกรณ์สำเร็จต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้
5. รางบังคับ (Guide Rails) คือ รางที่บังคับการขึ้นลงของตัวลิฟต์หรือของน้ำหนักถ่วงตลอดแนวปล่องลิฟต์
6. ปล่องลิฟต์ (Hoist Way) เป็นส่วนของอาคารที่ออกแบบก่อสร้างไว้สำหรับติดตั้งลิฟต์ มีลักษณะเป็นปล่องท่หกลูกติดต่อกัน ระหว่างชั้นตลอดความสูงที่ลิฟต์วิ่งขึ้นลง รวมทั้งส่วนที่เป็นลิฟต์ขึ้นไปจนถึงใต้พื้นห้องเครื่องหรือใต้พื้นหลังคา
7. บ่อลิฟต์ (Pit) หมายถึงส่วนของปล่องลิฟต์ที่อยู่ใต้ระดับพื้นตัวลิฟต์ จากชั้นล่างสุดไปจนถึงพื้นกั้นปล่องลิฟต์
8. น้ำหนักถ่วง (Counterweight) เป็นค้ำน้ำหนักที่แขวนเพื่อถ่วงน้ำหนักของลิฟต์ในการวิ่งขึ้นลง
9. โครงสร้างบนปล่องลิฟต์ หมายถึง ส่วนของโครงสร้างทั้งหมดรวมทั้งพื้นที่รองรับเครื่องลิฟต์และบริเวณที่ซึ่งติดอยู่บนปล่องลิฟต์
10. เครื่องกันปะทะ (Buffer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ลดการกระแทก และหยุดการเคลื่อนที่เมื่อลิฟต์เคลื่อนที่เลยระดับต่ำสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 อุปกรณ์ของสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในลิฟต์ (Car Operating and Indicating Equipment)

ประกอบด้วย

1. ปุ่มภายในห้องลิฟต์ (Car Operating Button) ใช้เลือกจะทำให้ลิฟต์เคลื่อนที่ไปชั้นใด จำนวนปุ่มนี้จะมีเท่ากับจำนวนชั้นที่มีการใช้ลิฟต์ ผู้ใช้สามารถกดปุ่มทีละปุ่มหรือหลายๆ ปุ่มพร้อมกันก็ได้ ภายในปุ่มแต่ละปุ่มจะมีหลอดไฟแสดงการใช้งาน ซึ่งหลอดไฟจะสว่างขึ้นเมื่อปุ่มถูกกด

2. ปุ่มหน้าชั้นลิฟต์ (Landing Call Button) สำหรับแต่ละชั้น มีไว้กดเมื่อต้องการเรียกใช้ลิฟต์ที่หน้าลิฟต์ชั้นล่างสุดและชั้นบนสุดจะมีปุ่มดังกล่าวเพียงปุ่มเดียว คือปุ่มเรียกใช้ลิฟต์ในทิศทางขึ้นสำหรับชั้นล่างสุด และปุ่มเรียกใช้ลิฟต์ในทิศทางลงหน้าชั้นบนสุด ลักษณะของปุ่มเหมือนกับปุ่มภายในตัวลิฟต์

3. อุปกรณ์แสดงผลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ (Direction Indicator) มี 3 กรณี คือ ขณะกำลังเคลื่อนที่ขึ้น ขณะกำลังเคลื่อนที่ลง หรือขณะกำลังจอดนิ่งอยู่กับที่ ในกรณีที่ลิฟต์จอดนิ่งอยู่กับที่ และยังไม่มีการเรียกใช้ อุปกรณ์แสดงผลจะไม่แสดงทิศทาง โดยลักษณะของอุปกรณ์แสดงผลโดยมากจะเป็นหลอดไฟอยู่ภายในหน้าปัทม์ ที่มีสัญลักษณ์ลูกศรชี้ขึ้นและชี้ลงอย่างละตัว ซึ่งอุปกรณ์นี้จะติดตั้งไว้ที่หน้าลิฟต์ทุกชั้น และภายในลิฟต์ด้วย

4. อุปกรณ์แสดงสถานะของลิฟต์ (Position Indicator) เป็นอุปกรณ์แสดงสถานะของลิฟต์ว่าขณะนั้นลิฟต์กำลังเคลื่อนที่หรือจอดนิ่งอยู่ชั้นใด อุปกรณ์นี้จะติดตั้งที่ภายในตัวลิฟต์เพื่อแสดงสถานะของลิฟต์ให้ผู้โดยสารที่อยู่ภายในตัวลิฟต์ได้ทราบว่าลิฟต์กำลังอยู่ที่ชั้นใด

2.1.2 ประเภทของเครื่องขับลิฟต์

เครื่องขับลิฟต์ หมายถึง ตัวกำลังที่ให้พลังงานในการขับเคลื่อนตัวลิฟต์โดยทั่วไปจะเป็นเครื่องขับลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า (Electrical Driving Machine) ซึ่งมีมอเตอร์ ชุดเบรกและรอกขับเคลื่อน (Driving Sheave) หรือล้อแรง (Drum) พร้อมด้วยเฟือง เครื่องขับลิฟต์สามารถแบ่งเป็นประเภทได้ดังนี้

1. เครื่องลิฟต์ขับเคลื่อนโดยตรง (Direct-Drive Machine) หมายถึง เครื่องลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่ต่อโดยตรงกับรอกขับเคลื่อน ล้อแรงหรือเพลลา โดยไม่ใช้สายไฟหรือเฟืองกลาง ซึ่งสามารถแบ่งเป็น

1.1 เครื่องขับลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยเฟือง (Gear Drive Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าผ่านเฟืองไปหมุนรอกขับเคลื่อนล้อแรงหรือเพลลา

1.2 เครื่องลิฟต์แรงความฝืด (Traction Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ขับเคลื่อนตัวลิฟต์โดยความฝืดระหว่างลวดแขวนกับรอก ซึ่งมีทั้งแบบใช้เฟืองและไม่ใช้เฟืองต่อระหว่างมอเตอร์กับรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เครื่องลิฟต์รอกก้าน (Winding Drum Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ใช้เพื่องขับเคลื่อนรอกก้าน ลวดแขวนลิฟต์

1.4 ลิฟต์เฟืองหนอน (Worm Gear Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ใช้กำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า โดยผ่านเฟืองหนอนไปหมุนรอกขับเคลื่อน ล้อแรงหรือเพลลา

2. เครื่องลิฟต์ขับเคลื่อนทางอ้อม (Indirect Drive Machine) หมายถึง เครื่องขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าผ่านสายพานหรือโซ่ไปยังเฟืองหมุนรอกขับเคลื่อนล้อแรงหรือเพลลา แบ่งออกเป็นขับเคลื่อนด้วยสายพาน

2.1 ขับเคลื่อนด้วยโซ่

2.2 เครื่องลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยเกลียว (Screw Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าไปหมุนแกนตั้งที่เป็นเกลียวเพื่อยกหรือลดเป็นเกลียวซึ่งยึดอยู่กับตัวลิฟต์

2.3 เครื่องลิฟต์ขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิก (Hydraulic Machine) คือ เครื่องลิฟต์ที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้าโดยมอเตอร์จะไปควบคุมการเคลื่อนที่ของไฮดรอลิกให้ลิฟต์ขึ้นลง

ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนลิฟต์ (Elevator motor)

1. มอเตอร์กระแสสลับ (Alternating current motor) แบ่งออกเป็น

1.1 มอเตอร์ความเร็วเดียว (One speed motor) เป็นอินดักชันมอเตอร์ชนิด 3 เฟส (3-Phase Induction Motor) ซึ่งถูกออกแบบให้มีแรงบิด (Torque) สูง และมีแรงเฉื่อย (Inertia) น้อย ภายในจะประกอบด้วยสเตเตอร์ (Stator) ที่มี 6 ขั้ว (Pole) และออกแบบเป็นอินดักชันมอเตอร์ทั่วๆ ไปแต่สำหรับกรณีที่ลิฟต์มีขนาดใหญ่จะใช้มอเตอร์แบบขดลวดโรเตอร์ (Wound Rotor)

1.2 มอเตอร์สองความเร็ว (Two speed motor) เป็นมอเตอร์แบบเอซี (AC motor) ที่มีขดลวด Stator 2 กลุ่มพันรวมกัน โดยกลุ่มหนึ่งมี 6 Pole และอีกกลุ่มหนึ่งมี 24 Pole เพื่อใช้สำหรับความเร็วสูงและความเร็วต่ำตามลำดับ

2. มอเตอร์กระแสตรง (Direct current motor)

ใช้สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วสูง เนื่องจากสามารถควบคุมความเร็วของลิฟต์ให้เพิ่มขึ้นและลดลงได้ดีกว่ามอเตอร์กระแสสลับ โดยมอเตอร์ระบบลิฟต์ชนิดนี้จะใช้ร่วมกับชุดจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Motor Generator Set) เพื่อควบคุมความเร็วโดยอุปกรณ์ไทรสเตอร์ (Thyristor)

2.1.3 ระบบถ่ายกำลังงาน (TRACTION MACHINE ELEVATOR)

คือ ระบบถ่ายกำลังงานจากมอเตอร์ไปยังตัวลิฟต์ โดยใช้หลักการของแรงเสียดทานระหว่างตัวรอกกับสลิงที่คล้องผ่านรอก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ระบบถ่ายกำลังงานโดยไม่ผ่านเกียร์ (GEARLESS TRACTION MACHINE) เป็นระบบถ่ายหอคกำลังที่ใช้ระบบขับเคลื่อนโดยตรง ไม่ผ่านระบบเกียร์ทดรอบของรอกที่ใช้แขวนสลิง ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิฟต์จะต่อตรงกับเพลลาของมอเตอร์รวมทั้งระบบหยุดลิฟต์ (DRUM BRAKE) ด้วย ระบบนี้ ส่วนใหญ่จะใช้กับลิฟต์ที่มีความเร็วสูง (ประมาณ ไม่ต่ำกว่า 120 เมตร/นาที)

- ระบบถ่ายกำลังงานโดยผ่านเกียร์ (GEARED TRACTION MACHINE) เป็นระบบถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไปยังรอกขับเคลื่อนตัวลิฟต์ โดยผ่านเกียร์ที่ครอบลงมา โดยระบบถ่ายกำลังงานโดยผ่านเกียร์นี้ จะมีระบบหยุดลิฟต์ (DRUM BRAKE) อยู่ระหว่างเพลลาของมอเตอร์

2.1.4 อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ (SPEED GOVERNOR)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องเครื่องลิฟต์มีหน้าที่คอยตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ของลิฟต์ไม่ให้เคลื่อนที่เกินกว่าความเร็วที่กำหนดไว้ โดยใช้ทฤษฎีของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ซึ่งหมุนได้โดยอาศัยสลิงที่ยึดกับตัวลิฟต์โดยตรงและมีลูกถ่วงอยู่ภายในบ่อลิฟต์คอยถ่วงให้สลิงตั้งอยู่เสมอ

อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ประกอบด้วยสวิทช์ไฟฟ้าและน้ำหนักกดสลิง (CATCH WEIGHT) สวิทช์ไฟฟ้ามีหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าที่จะป้อนเข้ามอเตอร์โดยผ่านระบบควบคุมลิฟต์ ส่วนน้ำหนักกดสลิงจะทำหน้าที่กดสลิงเพื่อให้สลิงไปกระชากเซฟตี้แคช (SAFETY CATCH) เพื่อบังคับมิให้ลิฟต์เคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งเป็นการป้องกันลิฟต์ตกลงไปกระแทกกับบ่อลิฟต์

การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่นี้จะทำงาน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เมื่อความเร็วของมอเตอร์เพิ่มขึ้นถึง 125% ของความเร็วสูงสุดของลิฟต์นั้นๆ อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่จะไปชนกระดิ่งสวิทช์ไฟฟ้า ทำให้งจรของงานสวิทช์ไฟฟ้าเปิดออก ทำให้ระบบควบคุมตัดกระแสไฟฟ้าที่จะป้อนเข้ามอเตอร์ และตัดกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้า MAGNETIC BRAKE ทำให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อความเร็วของลิฟต์เพิ่มขึ้นถึง 135 % ของความเร็วสูงสุดของลิฟต์นั้นๆ อุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ จะบังคับให้น้ำหนักกดสลิงตกลงจากที่ยึดมาจับสลิง แล้วสลิงจะไปกระชากเซฟตี้แคชให้จับยึดกับราง ทำให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่ทันที

ดังนั้นจะเห็นว่าอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ จะมีหน้าที่บังคับให้ลิฟต์หยุดโดยทางไฟฟ้าก่อน แต่ถ้าไม่สามารถบังคับให้ลิฟต์หยุดโดยทางไฟฟ้าได้แล้ว จึงจะบังคับให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่โดยทางกล

2.1.5 อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย (SAFETY DEVICE)

อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยหรือเซฟตี้แคชเป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ด้านล่างของตู้ลิฟต์ ทำงานด้วยระบบทางกลเพื่อบังคับให้ลิฟต์หยุดการเคลื่อนที่ ในกรณีที่ลิฟต์เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเกินกว่า 135% ของความเร็วสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

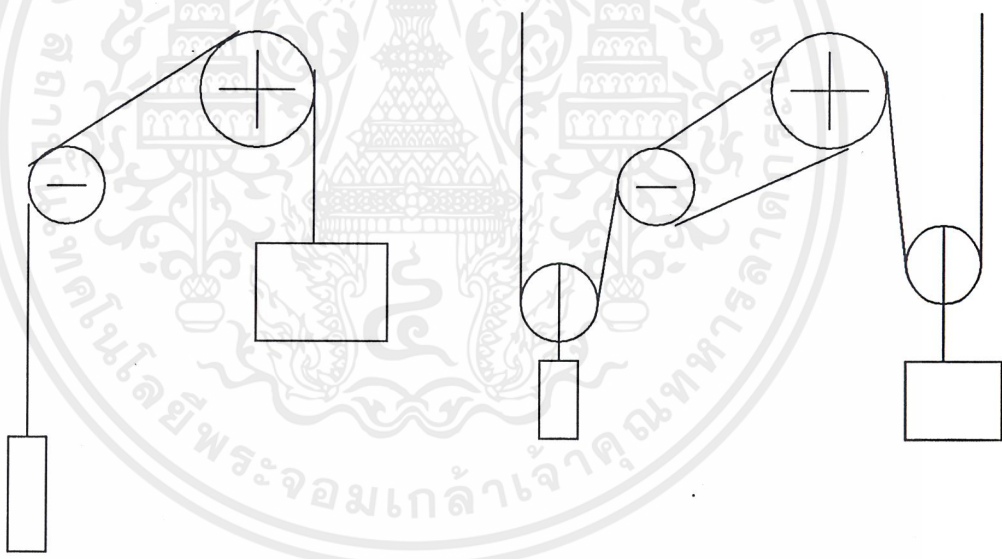
การทำงานของเซฟตี้แคชนี้จะทำงานเมื่อสลิงของอุปกรณ์ตรวจจับความเร็วในการเคลื่อนที่ ถูกจับยึดโดยน้ำหนักกดสลิงทำให้สลิงหยุดการเคลื่อนที่ทันทีทันใดในขณะที่ตัวลิฟต์ยังคงเคลื่อนที่ อยู่ ซึ่งทำให้เกิดการกระชากขึ้น และจากการกระชากนี้ส่งผลให้มีการดึงก้านเหล็ก (PUSH ROD) ทำให้แท่งลิ้มเคลื่อนที่บีบกดเข้ากับรางลิฟต์ทำให้ลิฟต์หยุดได้

อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบอาร์ (R-TYPE SAFETY DEVICE) ใช้สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วไม่เกิน 45 เมตร/นาที่ ใช้ลูกล้อ (CATCH ROLLER) ในการกวดราง
2. อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบดับบลิว (W-TYPE SAFETY DEVICE) ใช้สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วเกิน 45 เมตร/นาที่ ใช้ลักษณะของลิ้มสามเหลี่ยมในการกดกับราง

2.1.6 สลิง (ROPES)

สลิงมีหน้าที่หิ้วหรือดึงตัวตู้ลิฟต์ และน้ำหนักถ่วง (COUNTER WEIGHT) ให้ขึ้นลง โดยอาศัยแรงเสียดทานระหว่างสลิงและมู่ลีย์แขวนสลิง (SHEAVE ROPING) ซึ่งมี 2 ลักษณะ ดังนี้



แบบ HALF WRAP 1 : 1 ROPING

แบบ FULL WRAP 2 : 1 ROPING

รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการแขวนของสลิง

2.1.7 มู่ลีย์แขวนสลิง (SHEAVE)

มู่ลีย์แขวนสลิงใช้สำหรับพาดสลิง และทำให้สลิงเคลื่อนที่เพื่อที่จะดึงให้ลิฟต์ขึ้นหรือลงตามความต้องการ โดยมีจำนวนช่อง (GROOVE) ของมู่ลีย์แขวนสลิงจะขึ้นอยู่กับขนาดน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรทุกของลิฟต์ ร่องของมุเลย์แขวนสลิงนี้จะมีลักษณะต่างๆ กัน ตามความต้องการของแรงเสียดทานที่จะต้องมีไม่ให้เกิดการลื่นไหลของสลิงกับร่องของมุเลย์แขวนสลิง

มุเลย์แขวนสลิง มี 2 ชนิด คือ

1. MAIN SHEAVE เป็นมุเลย์ที่เชื่อมต่อโยงโดยตรงกับระบบถ่ายกำลังงานเป็นตัวดึงในการให้สลิงเคลื่อนที่

2. DEFLECTION SHEAVE หรือ BREAM PULLEY มีหน้าที่ทางสลิงให้มีระยะห่างจากตัวลิฟต์ตามระยะที่เหมาะสม (ขึ้นกับขนาดของตัวลิฟต์)

2.1.8 น้ำหนักถ่วง (COUNTER WEIGHT)

มีหน้าที่เป็นน้ำหนักถ่วงของตู้ลิฟต์ และดึงสลิงให้มีความตึงเพียงพอที่จะทำให้เกิดความเสียดทานระหว่าง มุเลย์และสลิงที่ต้องการถ่วงตัวลิฟต์นั้นให้เกิดความสมดุลระหว่างตัวตู้ลิฟต์และน้ำหนักถ่วงจะทำให้เกิดประโยชน์ คือ ลดภาระของมอเตอร์ที่จะหดรูตลิฟต์ให้น้อยลง และเมื่อมีการเคลื่อนที่ของน้ำหนักตัวลิฟต์จริงรวมกับครึ่งหนึ่งของน้ำหนักลิฟต์

น้ำหนักถ่วงประกอบด้วย โครงถ่วง (COUNTER WEIGHT FRAME) ถ่วง (SUB WEIGHT)

สำหรับลิฟต์ที่มีระยะการเคลื่อนที่ขึ้นลงมากกว่า 30 เมตรขึ้นไปจะมีอุปกรณ์ถ่วงลิฟต์เพื่อให้เกิดความสมดุลของน้ำหนักตัวลิฟต์อีกชนิดหนึ่ง คือ สลิงและโซ่ชดเชยน้ำหนัก (COMPENSATING CHAIN AND ROPE) มีหลักการทำงานดังนี้ เมื่อระยะการเคลื่อนที่ของลิฟต์มากกว่า 30 เมตร น้ำหนักของสลิงก็จะมีผลต่อน้ำหนักของลิฟต์ด้วยในกรณีที่ลิฟต์อยู่ชั้นบนและชั้นล่าง ดังนั้นจึงต้องมีการชดเชยน้ำหนักด้วยสลิงและโซ่ชดเชยน้ำหนักนี้ ซึ่งจะยึดติดอยู่ระหว่างด้านล่างของตัวตู้ลิฟต์และด้านล่างของโครงถ่วง โดยการที่จะเลือกใช้ว่าจะใช้โซ่ หรือสลิง นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดบรรทุก, ระยะทางเคลื่อนที่ของตัวลิฟต์และความเร็ว

2.1.9รางบังคับของระบบลิฟต์ (GUIDE RAILS)

โดยปกติจะมีรูปตัดเป็นรูปตัวทีทำจากเหล็กหนา มีหน้าที่เป็นตัวบังคับให้ตัวลิฟต์และน้ำหนักถ่วงเคลื่อนที่ขึ้นและลงโดยไม่ส่ายไปมา ซึ่งการเลือกใช้กับลิฟต์นั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของตัวลิฟต์, ลักษณะการติดตั้งรางเข้ากับโครงสร้าง และระยะจับยึดราง การแบ่งประเภทของราง จะแบ่งตามน้ำหนักเป็นกิโลกรัมต่อความยาว 1 เมตรและมาตรฐานความยาวของรางคือ 5 เมตร

2.1.10 เครื่องกันปะทะ (BUFFER)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายในบ่อลิฟต์ ป้องกันการกระแทกกับกันบ่อลิฟต์ มี 2 ชนิดคือ

1. แบบสปริง (SPRING BUFFER) ส่วนใหญ่ใช้สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วไม่เกิน 60 เมตรต่ออนาที
2. แบบน้ำมัน (OIL BUFFER) ส่วนใหญ่ใช้สำหรับลิฟต์ที่มีความเร็วตั้งแต่ 90 เมตรต่ออนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.11 ประเภทของกลไกประตู (DOOR OPREATION MACHANISM)

แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบเปิดออกทางด้านแนวนอน (SIDE SLIDING)
2. แบบเปิดออกทางแนวดิ่ง (UP SLIDING)

การทำงานของระบบเปิด-ปิดประตุนั้นจะทำงานโดยอาศัยบานประตูของตัวลิฟต์เป็นตัวพาให้ประตูนอก (HATCH DOOR) เปิดออก ดังนั้นการที่ประตูนอกจะเปิดออกได้นั้นจะอยู่ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ซึ่งเราเรียกว่า DOOR ZONE ต้นกำลังของการเปิด-ปิดประตุนี้จะมาจากมอเตอร์ที่ติดอยู่บนหลังคาลิฟต์นั่นเอง

สำหรับประตูนอกนี้จะไม่สามารถเปิดออกโดยบุคคลที่อยู่ภายนอก โดยจะมีกลไกทางกลเป็นตัวกีดขวางไว้ ซึ่งอุปกรณ์นี้เรียกว่า DOOR LOCK แต่ยังสามารถเปิดประตูนี้ได้โดยใช้กุญแจสำหรับเปิดประตูลิฟต์ ซึ่งออกแบบโดยเฉพาะตามชนิดของตัวลิฟต์

นอกจากนี้ ประตูนอกยังมีอุปกรณ์ที่สามารถปิดตัวเองได้อีกด้วย ซึ่งอุปกรณ์ที่บังคับให้ปิดตัวเองได้นี้เรียกว่า DOOR CLOSE ปัจจุบันส่วนใหญ่ประตูลิฟต์จะใช้ติดตั้งอยู่ที่รางแขวนประตู (HEADER) เป็นตัวปิดประตู

2.1.12 อุปกรณ์ตรวจสอบชั้นของลิฟต์ (LANDING DEVICE)

ใช้ในการตรวจสอบระดับชั้นของลิฟต์ เพื่อให้ลิฟต์หยุดให้ตรงตามระดับชั้นจริงของอาคาร ภายหลังจากที่ลิฟต์ได้คำสั่งให้ลดความเร็วลง เพื่อเข้าจอดในชั้นที่ได้รับคำสั่งแล้ว อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบนี้จะใช้ทฤษฎีของสนามแม่เหล็ก (MAGNETIC FIELD)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบนี้ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ

1. POSITION DETECTOR (POSITECTOR) ติดตั้งอยู่บนหลังคาลิฟต์
2. SHEILDING PLATE เป็นแผ่นเหล็กติดตั้งอยู่ภายในช่องลิฟต์

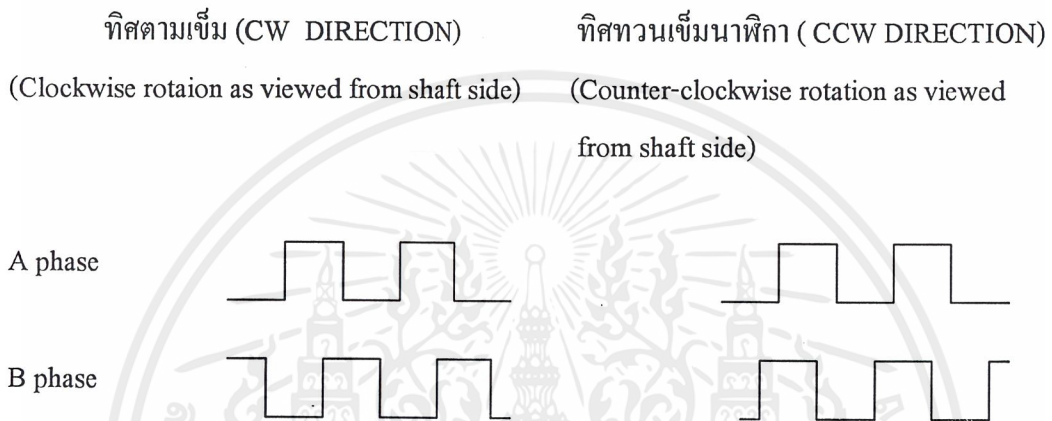
2.2 หลักการทำงานของระบบการเคลื่อนที่ลิฟต์

คือ ลิฟต์สามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยการควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลาง โดยหน่วยประมวลผลกลางจะทำการรับอินพุตจากภายนอกซึ่งก็คือ การระบุการเคลื่อนที่ของลิฟต์ของผู้ใช้ในแต่ละชั้นเข้ามาเพื่อใช้ในการประมวลผลสั่งการให้ส่วนวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ทำงานเพื่อให้ลิฟต์เคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

2.2.1 หลักการทำงานของภาคตรวจจับ

วิธีการตรวจจับที่เลือกใช้ คือ วิธีการตรวจวัดระยะทางโดยรับสัญญาณจากเอนโคเดอร์ หรืออุปกรณ์เข้ารหัส ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนลักษณะการหมุนเชิงกล(ในที่นี้คือการหมุนของแกนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์) มาเข้าเป็นสัญญาณดิจิทัลนั้นคือ เมื่อเกิดการหมุนของแกนมอเตอร์ โดยเอนโคเดอร์จะสร้างจำนวนพัลส์ออกมาขึ้นอยู่กับระยะทางที่หมุนไป ซึ่งในที่นี้เอนโคเดอร์จะสร้างสัญญาณพัลส์ออกมา 500 พัลส์ต่อการหมุน 1 รอบหรือมีความละเอียด 1.39 องศาต่อสเต็ป สัญญาณเอาต์พุตจะแสดงดังรูป ในที่นี้จะใช้เอาต์พุต 2 เส้น ซึ่งมีความถี่เท่ากันแต่มีเฟสต่างกัน 90 องศา ถ้าเอนโคเดอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา A นำ B แต่ถ้าหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา B นำ A



รูปที่ 2.3 แสดงสัญญาณที่ได้จากเอนโคเดอร์

2.2.2 หลักการทำงานของภาคขับเคลื่อน

ภาคขับเคลื่อนของระบบจำลองจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. มอเตอร์ที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวลิฟต์
2. มอเตอร์ที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดประตูลิฟต์

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์จะถูกควบคุมด้วยวิธีการ PULSE WIDTH MODULATION การบังคับทิศทางทำได้โดยส่งสัญญาณบอกทิศทางให้วงจรขับมอเตอร์ซึ่ง

1. ในกรณีของมอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟต์ สัญญาณบอกทิศทางจะประมวลมาจากอินพุตเลือกชั้นจากภายนอก โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะตัดสินใจจากอินพุตที่ได้รับว่าลิฟต์จะเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง
2. ส่วนมอเตอร์ที่ทำหน้าที่เปิด-ปิดประตูลิฟต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์ทำการเปิดประตูเมื่อลิฟต์เคลื่อนที่ถึงชั้นที่ต้องการ หลังจากนั้นทำการหน่วงเวลาพอสมควรแล้วจึงปิดประตู

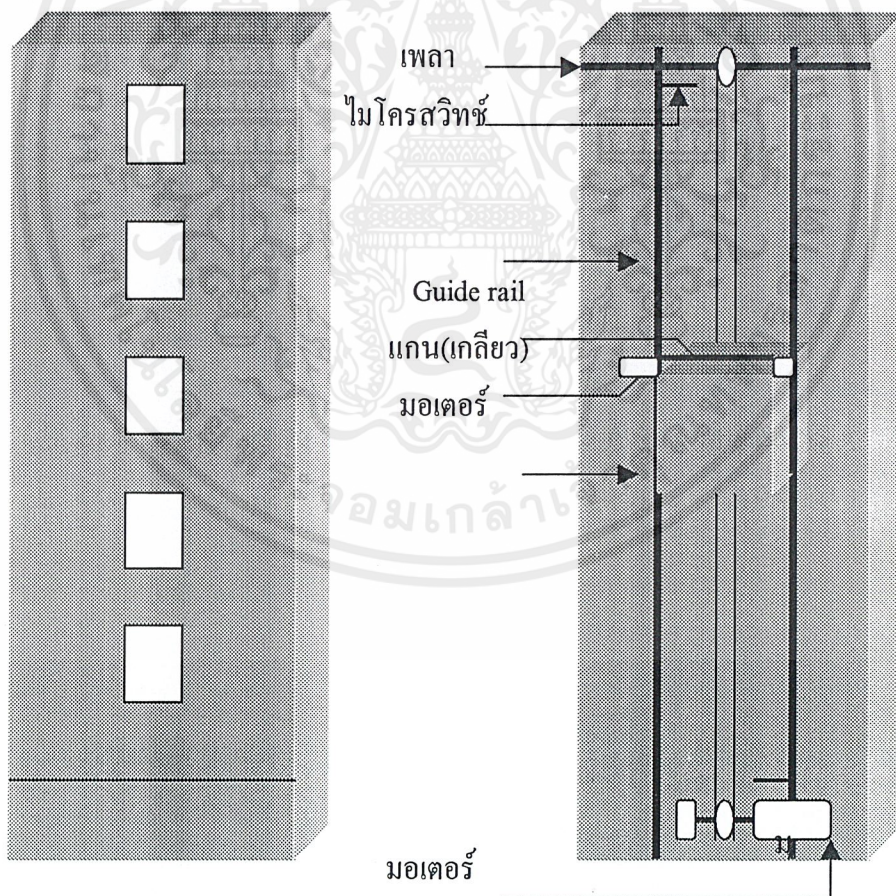
บทที่ 3

การออกแบบและจัดสร้าง

ส่วนสำคัญสำหรับการทำงานของลิฟต์ คือ การควบคุมการเคลื่อนที่ของลิฟต์ด้วยชุดควบคุม (Controller) ดังนั้นโครงงานนี้จึงเน้นไปที่การควบคุมการเคลื่อนที่ของลิฟต์ด้วยหน่วยประมวลผลกลาง โดยอุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นโครงสร้างและองค์ประกอบของลิฟต์จำลองนี้ จึงมิได้จำลองอุปกรณ์กลไกของลิฟต์เสมือนจริงทั้งหมด ซึ่งแบ่งการออกแบบและจัดสร้างเป็นส่วนๆ ได้ดังนี้ดังนี้

3.1 โครงสร้างของลิฟต์จำลอง

เป็นลิฟต์จำลองสูง 5 ชั้น ขนาด 0.35 x 0.26 x 1.2 เมตร การจัดวางโครงสร้างเป็นดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างของระบบจำลองการเคลื่อนที่ของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวลิฟต์ที่เคลื่อนที่ไปตามชั้นต่างๆ ประกอบด้วย

- มอเตอร์เปิด-ปิดประตู เป็นมอเตอร์กระแสตรง ขนาด 24 โวลท์
- ไมโครสวิทช์จำนวน 2 ตัว เพื่อตัดการทำงานของมอเตอร์เปิด-ปิดประตู
- อุปกรณ์กลไกสำหรับเลื่อนประตู เป็นแกนชนิดเกลียวต่อโดยตรงกับมอเตอร์
- ประตูสำหรับเปิด-ปิด ถูกออกแบบให้เปิด-ปิด ด้านเดียว โดยเมื่อประตูที่ตัวลิฟต์เลื่อน จะทำให้ประตูด้านนอก (ที่โคงลิฟต์) เปิด-ปิดไปพร้อมๆ กัน
- รางเลื่อนทำด้วยอลูมิเนียม สำหรับประตู

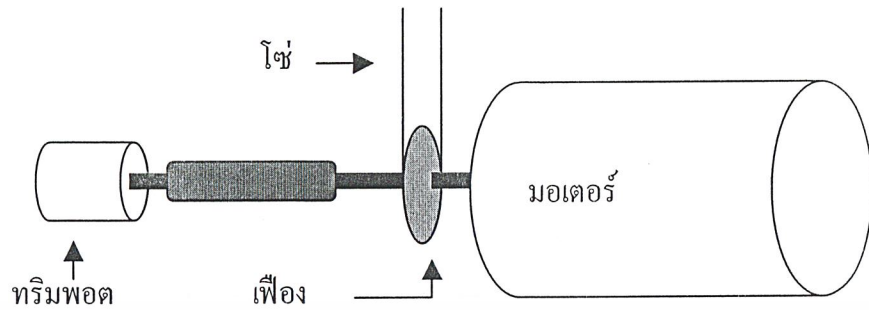
โคงลิฟต์ประกอบด้วย

- มอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟต์เคลื่อนที่ขึ้น-ลง เป็นมอเตอร์กระแสตรงขนาด 30 โวลท์ ซึ่งมีขนาดของแรงบิด(torque)สูงมาก เพื่อให้ตัวลิฟต์สามารถค้างอยู่ชั้นที่ต้องการได้ โดยไม่เลื่อนลงมาเพราะน้ำหนักของตัวลิฟต์
- โช้และรอก สำหรับดึงตัวลิฟต์ขึ้น-ลง ถูกออกแบบให้โช้คล้องรอกซึ่งอยู่ติดอยู่กับเพลาด้านบน และคล้องกับเฟืองซึ่งติดอยู่ที่แกนของมอเตอร์เพื่อขับเคลื่อนให้ลิฟต์ขึ้น-ลง
- รางบังคับ (guide rail) ออกแบบใช้เป็นแท่งสแตนเลสตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 1.2 เมตร จำนวน 2 แท่ง
- ไมโครสวิทช์ จำนวน 2 ตัว เพื่อตัดการทำงานของลิฟต์เคลื่อนที่เกินตำแหน่งบนสุดและล่างสุด
- ไฟแสดงตำแหน่งชั้นของตัวลิฟต์
- ปุ่มกดเลือกการขึ้น-ลง สำหรับภายนอกตามชั้นต่างๆ

3.2 การขับเคลื่อน

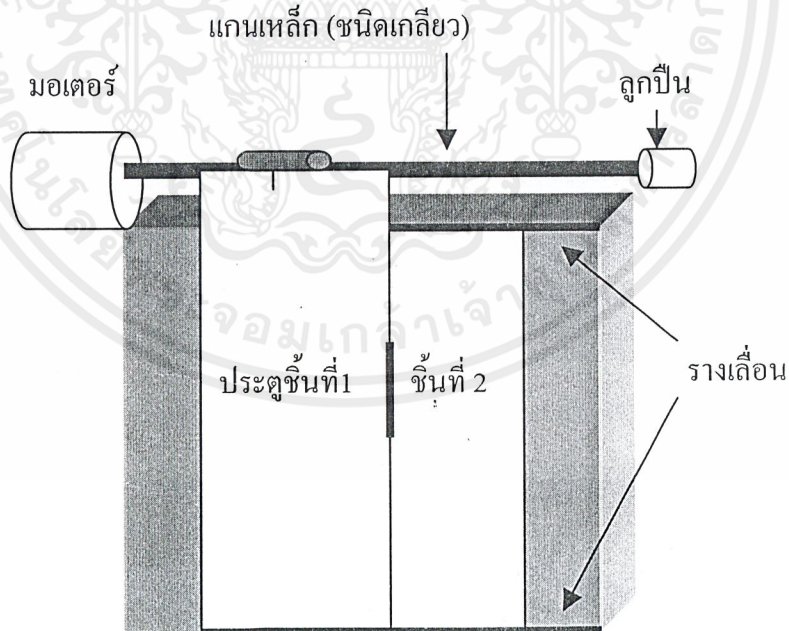
- การขับเคลื่อนลิฟต์ขึ้น-ลง ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 30 โวลท์ ซึ่งแกนของมอเตอร์ต่อโดยตรง(coupling)กับทริมพอดซึ่งเป็นตัวต้านทาน(resistor)ปรับค่าได้ และใช้ค่าแรงดัน(voltage)ที่เปลี่ยนไปเนื่องจากค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปนี้มาใช้ในการควบคุมตำแหน่งการขึ้น-ลงของลิฟต์จำลอง สำหรับความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่ ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดัน ซึ่งสามารถปรับได้จากส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟ (power supply)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อคัปปลิ่งแกนมอเตอร์กับترمิตสำหรับการขับเคลื่อนประตูลิฟต์ขึ้น-ลง

- การขับเคลื่อนเปิด-ปิดประตูลิฟต์ ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 24 โวลต์ ซึ่งแกนของมอเตอร์ต่อโดยตรงกับแกนเหล็กชนิดเกลียว และปลายอีกข้างหนึ่งของแกนเกลียวเหล็กนี้ต่อกับลูกปืนขนาดเล็ก เพื่อประคองแกนเกลียวเหล็กมิให้เอียง และสามารถตรวจสอบการเปิด-ปิดประตูว่าสนิทหรือไม่จากไมโครสวิทช์

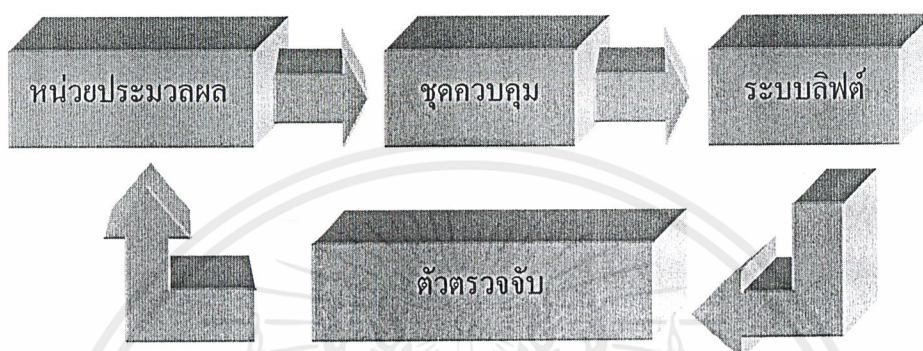


รูปที่ 3.3 แสดงระบบขับเคลื่อนเปิด-ปิดประตูลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาพการทำงานระบบลิฟต์โดยรวม (Overall system)

แสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมข้างล่างนี้

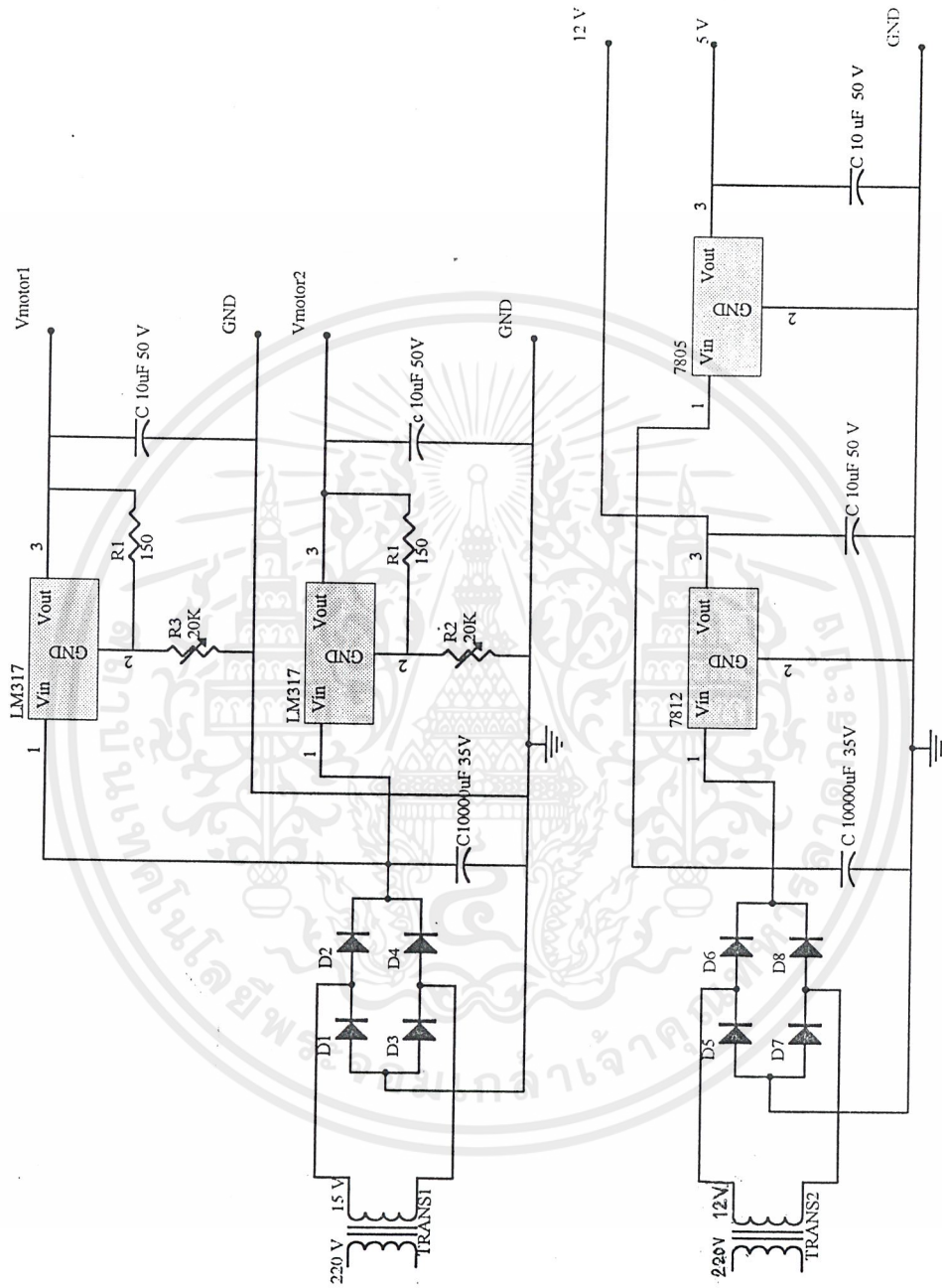


รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพการทำงานระบบลิฟต์โดยรวม

3.4 ส่วนของวงจรการทำงาน แบ่งออกเป็น 8 ส่วน ดังนี้

3.4.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ (Power supply)

แหล่งจ่ายไฟหลักของระบบมาจากการแปลงแรงดันขนาด 220V เป็นแรงดันขนาด 5 โวลต์ เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรอื่นๆ , แรงดัน 12 โวลต์ สำหรับวงจรควบคุมการเปิด-ปิดของ ประตูและสำหรับวงจรขึ้น-ลงของลิฟต์ ,แรงดัน 10 โวลต์ เพื่อใช้เป็นอินพุตสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟต์ขึ้น-ลง, แรงดัน 24 โวลต์ เพื่อใช้เป็นอินพุตสำหรับมอเตอร์ขับเคลื่อนเปิด-ปิดประตูลิฟต์ โดยแรงดัน 10 โวลต์และ 24 โวลต์สำหรับมอเตอร์ทั้งสองนั้นสามารถปรับได้จากตัวต้านทานปรับค่าได้ R2 และ R3 ตามรูปที่ 3.5

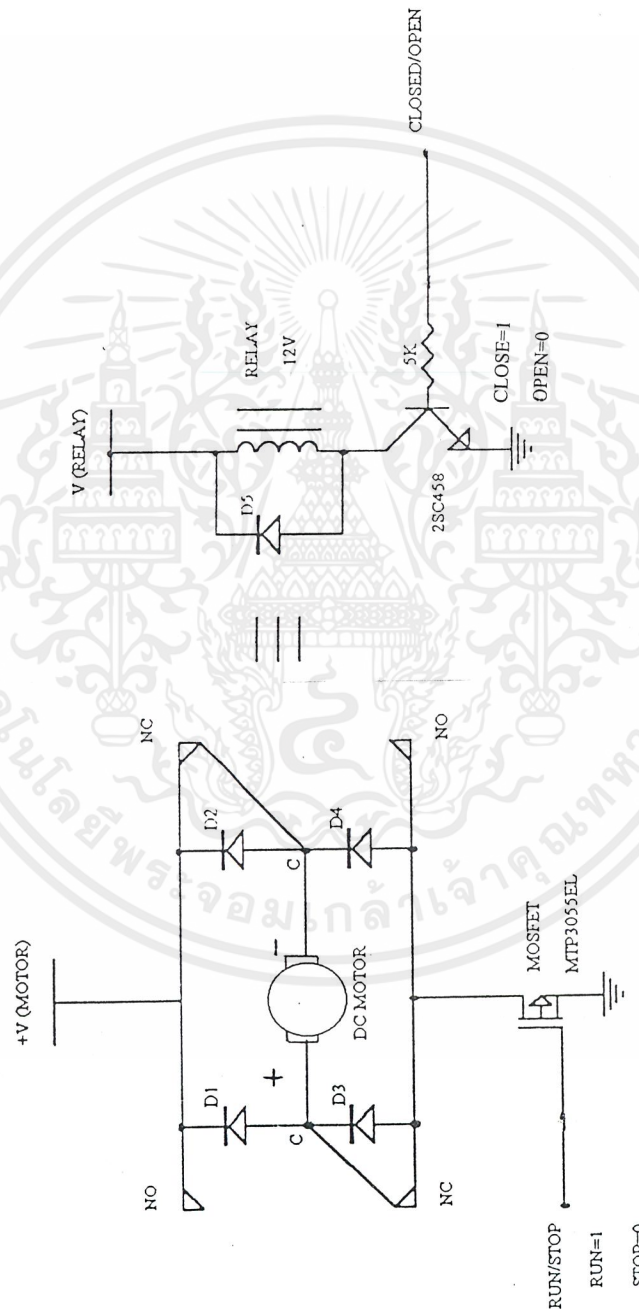


รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟระบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 วงจรควบคุมการเปิด-ปิดประตูลิฟต์

ใช้การส่งสัญญาณ RUN / STOP จากไมโครคอนโทรลเลอร์มาที่ MOSFET MTP3055EL เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงาน(RUN=1)หรือหยุดทำงาน(STOP=0) และมีการส่งสัญญาณ CLOSE / OPEN จากไมโครคอนโทรลเลอร์มาที่ทรานซิสเตอร์ 2SC458 เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์สำหรับปิด(CLOSE = 1)และเปิดประตู (OPEN=1) ด้วยรีเลย์ขนาด 12 โวลท์



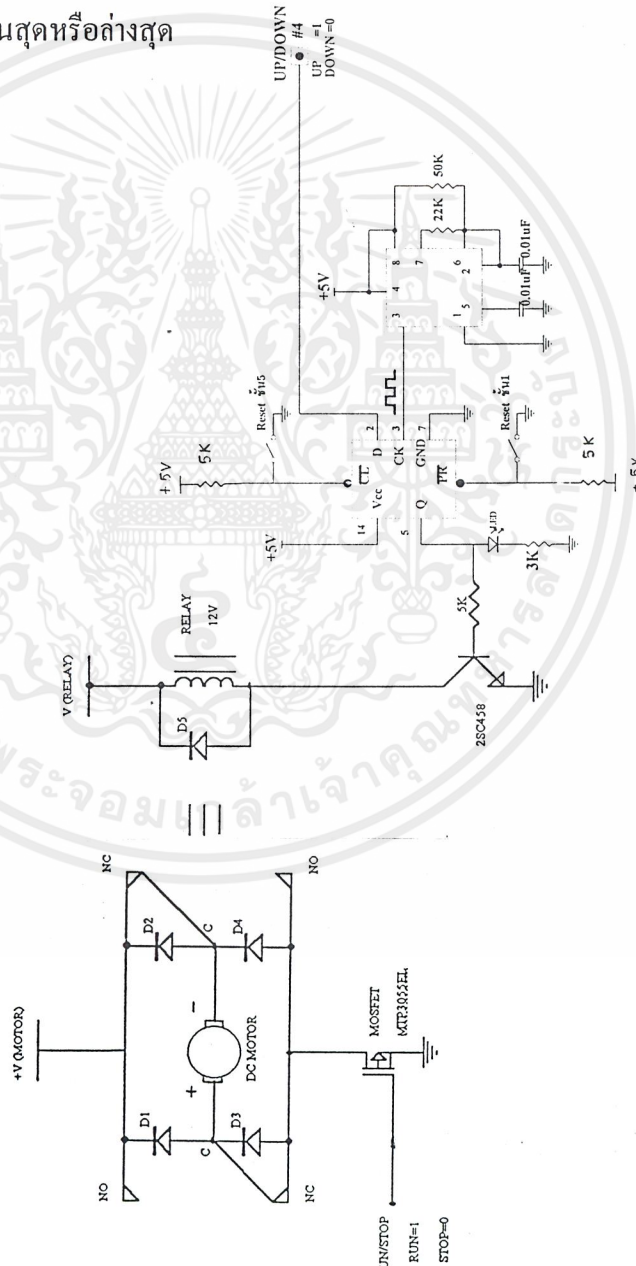
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรควบคุมการเปิด-ปิดประตูลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 วงจรขับเคลื่อนการขึ้น-ลงของลิฟต์

ใช้การส่งสัญญาณ RUN / STOP จากไมโครคอนโทรลเลอร์มาที่ MOSFET MTP3055EL เพื่อตั้งให้มอเตอร์ทำงาน(RUN=1 STOP=0) และมีสัญญาณ UP / DOWN จากไมโครคอนโทรลเลอร์มาที่ D-FF (7474) และส่งเอาต์พุตจาก D-FF นี้ไปที่ 2SC458 เพื่อควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์สำหรับเคลื่อนที่ขึ้น(UP=1)และลง (STOP =0) ด้วยรีเลย์ขนาด 12 โวลท์

ถ้ารับวงจรมีการนำ D-FF(7474) และตัวสร้างสัญญาณพัลส์ (NE 555) มาใช้ร่วมกับไมโครสวิทช์อีก 2 ตัว โดยใช้ไมโครสวิทช์สำหรับตัดการทำงานของมอเตอร์กรณีที่มีตัวลิฟต์เคลื่อนที่เกินตำแหน่งขึ้นบนสุดหรือล่างสุด



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรขับเคลื่อนการขึ้น-ลงของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาเอกสารนี้และส่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 วงจรรับ/แสดงสถานะการเรียกใช้งานลิฟต์ที่ชั้นต่างๆ

เป็นส่วนรับสถานะการขึ้นหรือลงจากปุ่มกดเลือกภายนอกตามชั้นต่างๆ ซึ่งชั้นที่ 2 ถึงชั้นที่ 4 มีการรับ 2 สถานะ คือสถานะขึ้นและลง สำหรับชั้นที่ 1 มีการรับเฉพาะสถานะขึ้น และสำหรับชั้นที่ 5 มีการรับเฉพาะสถานะลงเท่านั้น โดยมีการแสดงผลของการกดปุ่มเลือกในแต่ละชั้น และมีการส่งสัญญาณที่ได้จากการกดปุ่มนี้ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และมี ตัวถอดรหัส (decoder) ซึ่งรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเคลียร์สัญญาณไฟเมื่อเริ่มต้นระบบและเมื่อลิฟต์ทำหน้าที่เสร็จในแต่ละชั้น

รายละเอียดการทำงานของวงจร ดังรูปที่ 3.8

วงจรนี้ประกอบด้วยไอซีเบอร์ 7474 ซึ่งเป็น D-FLIP FLOP จำนวน 4 ตัว (ไอซี 7474 จำนวน 1 ตัวประกอบด้วย D-FF จำนวน 2 ชุด) เพื่อรอรับสัญญาณจากการกดปุ่มสวิทช์จากแต่ละชั้น โดยใช้สวิทช์ปุ่มกดตั้ง (PUSH BUTTON) และจะส่งสัญญาณไปยัง D-FF เพื่อคงค่าสัญญาณนี้ไว้จนกว่าจะมีการเคลียร์สัญญาณจากตัวถอดรหัส 74LS138

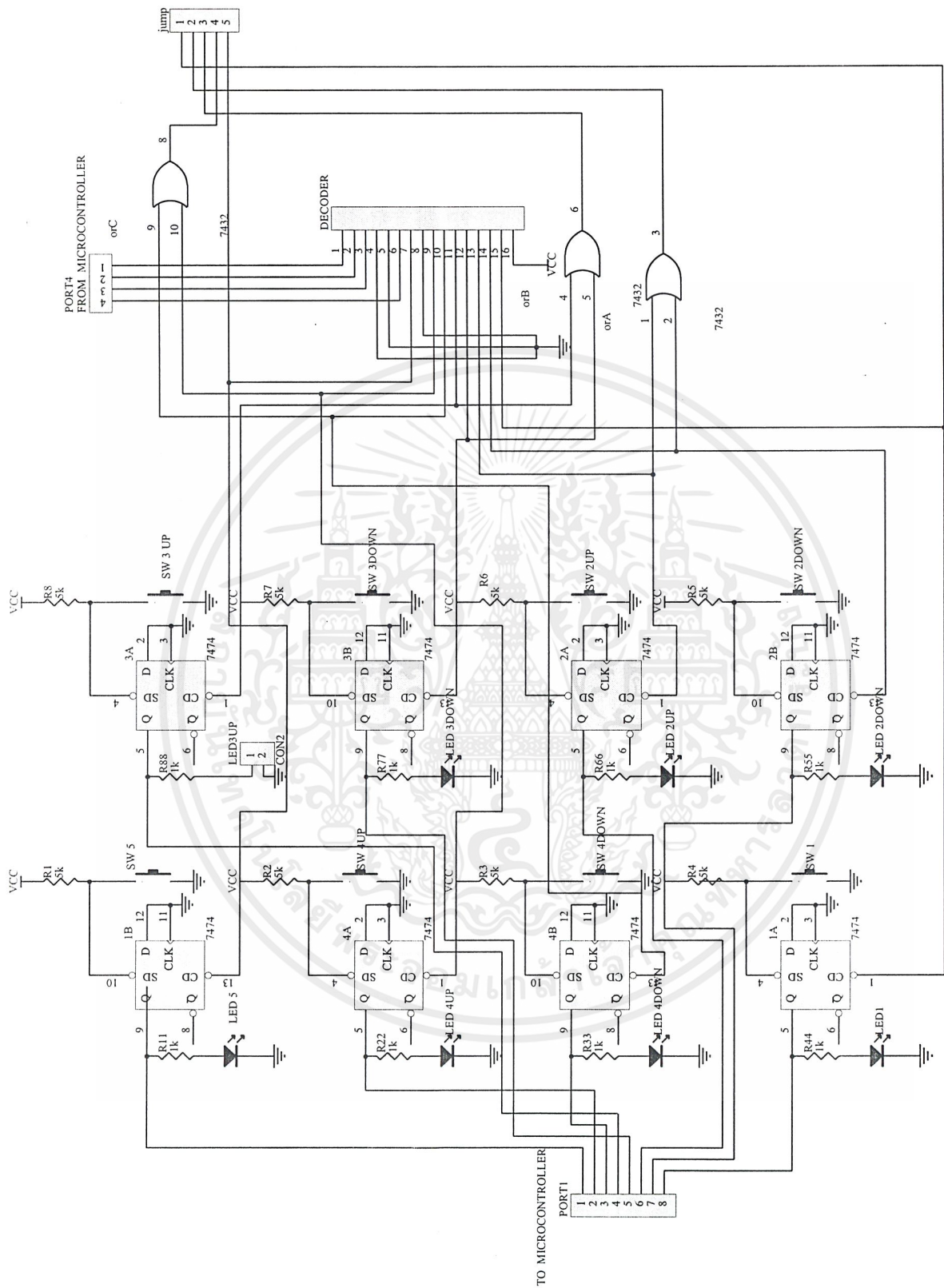
โดยขณะที่มีการกดปุ่ม: D-FF จะส่งเอาต์พุตไปยัง 2 ส่วนคือ หลอดไฟแสดงสถานะ (LED) ว่ามีการกดปุ่ม และส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล

3.4.5 วงจรแสดงตำแหน่งชั้นของลิฟต์

มีการออกแบบให้ส่วนของวงจรนี้แสดงตำแหน่งชั้นของลิฟต์เท่านั้น โดยแยกจากส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้หรีดสวิทช์ (REED SWITCH) เป็นตัวตรวจจับ (SENSOR) ตำแหน่งลิฟต์ซึ่งมีหลักการทำงานคือ จะมีการส่งค่าสัญญาณเมื่อมีสนามแม่เหล็กผ่านตัวหรีดสวิทช์นี้

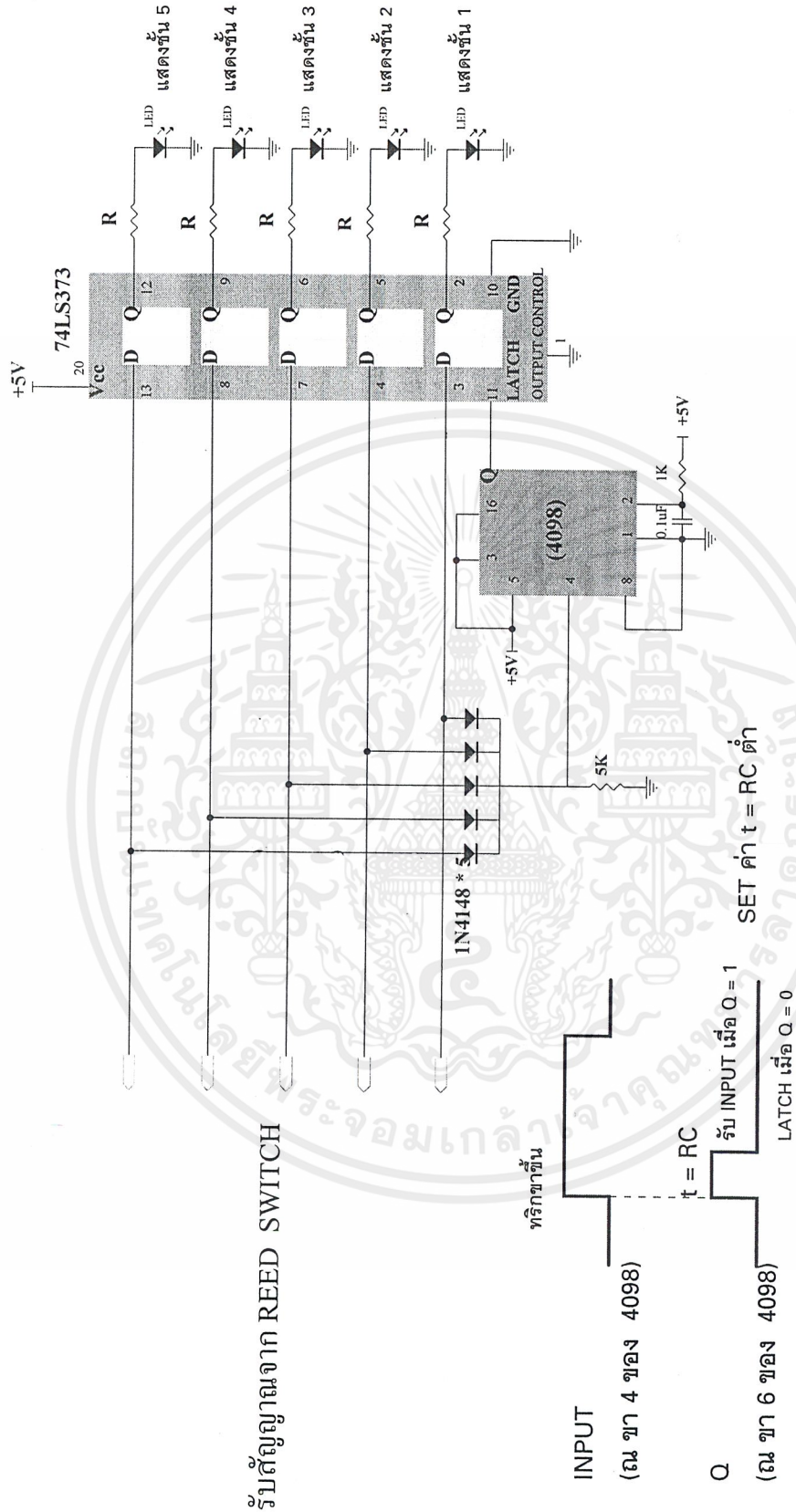
ดังนั้นจึงมีการติดตั้งแม่เหล็กไว้ที่ข้างตัวลิฟต์ด้านนอก และติดหรีดสวิทช์ ไว้ตามชั้นต่างๆ แล้วจึงส่งสัญญาณไปยัง D-Flip Flop (ไอซีเบอร์ 74LS373) เพื่อส่งสัญญาณให้มีการแสดงผลที่หลอดไฟ (LED) โดยจะมีการรับอินพุตจากหรีดสวิทช์เมื่อเอาต์พุตของไอซีเบอร์ 4098 มีค่าเท่ากับ 1 (ทำงานที่ขอบขาขึ้น) ดังนั้นจึงมีการตั้งค่าช่วงเวลาของการรับค่าจากหรีดสวิทช์ให้มีค่าต่ำๆ เพื่อให้ 74LS373 รับค่าสัญญาณเมื่อตัวลิฟต์ผ่านหรีดสวิทช์นี้ และ 74LS373 จะคงสถานะ (LATCH) ค่าที่ได้ไว้จนกว่าจะมีการรับค่าจากหรีดสวิทช์อีกครั้ง การแสดงผลที่หลอดไฟก็จะไปปรากฏที่ชั้นถัดไป

ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรรับ/แสดง สถานะการเรียกใช้งานลิฟต์ที่ชั้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



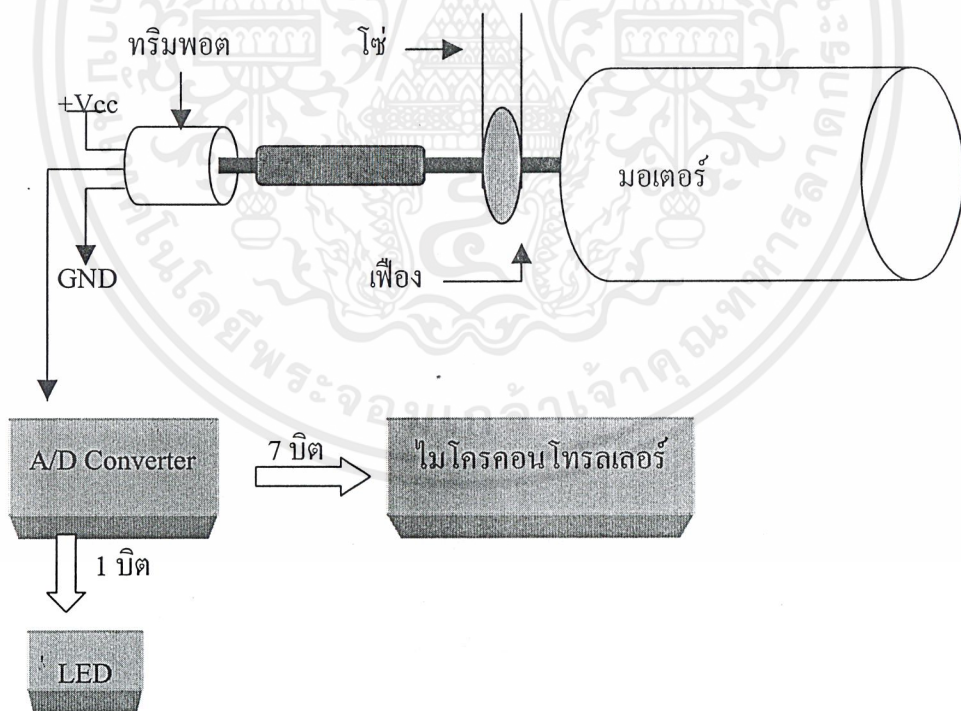
รูปที่ 3.9 วงจรแสดงตำแหน่งชั้นของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 ส่วนตรวจสอบตำแหน่งชั้นของลิฟต์

เนื่องจากต้องการการส่งค่าที่แม่นยำไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปประมวลผลว่าลิฟต์ขณะนั้น อยู่ ณ ตำแหน่งชั้นที่เท่าไร ดังนั้นจึงมีการออกแบบ โดยนำทริมพอตมาใช้แทนการส่งค่าที่ได้จากหรีดสวิทช์ ซึ่งแสดงวงจรนี้ดังรูปที่ 3.10

โดยมีหลักการทำงาน คือ ใช้ทริมพอตซึ่งเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ ต่อเข้ากับแกนของมอเตอร์ที่เคลื่อนย้ายลิฟต์ขึ้น-ลง โดยค่าของแรงดันที่ได้จะเปลี่ยนไปตามค่าความต้านทานที่เปลี่ยนไปเนื่องจากการหมุนของแกนทริมพอตซึ่งคล้ายกับแกนมอเตอร์ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งแต่ละชั้นจะมีค่าแรงดันที่แตกต่างกัน และค่าแรงดันนี้จะเป็นอินพุตของ A/D converter (เบอร์ 0804) แล้ว A/D จะแปลงค่าที่ได้รับมาออกเป็นเอาต์พุตขนาด 8 บิต แต่เนื่องจากมีความไม่แน่นอนที่บิต LSB ดังนั้นจึงส่งเอาต์พุตเพียง 7 บิต ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลว่าขณะนั้นลิฟต์อยู่ ณ ตำแหน่งชั้นใด ส่วนบิต LSB นั้นถูกต่อไปยัง LED เพื่อแสดงว่าขณะที่ค่าแรงดันเปลี่ยนไปเป็นค่าต่างๆ นั้น A/D converter กำลังทำงานอยู่

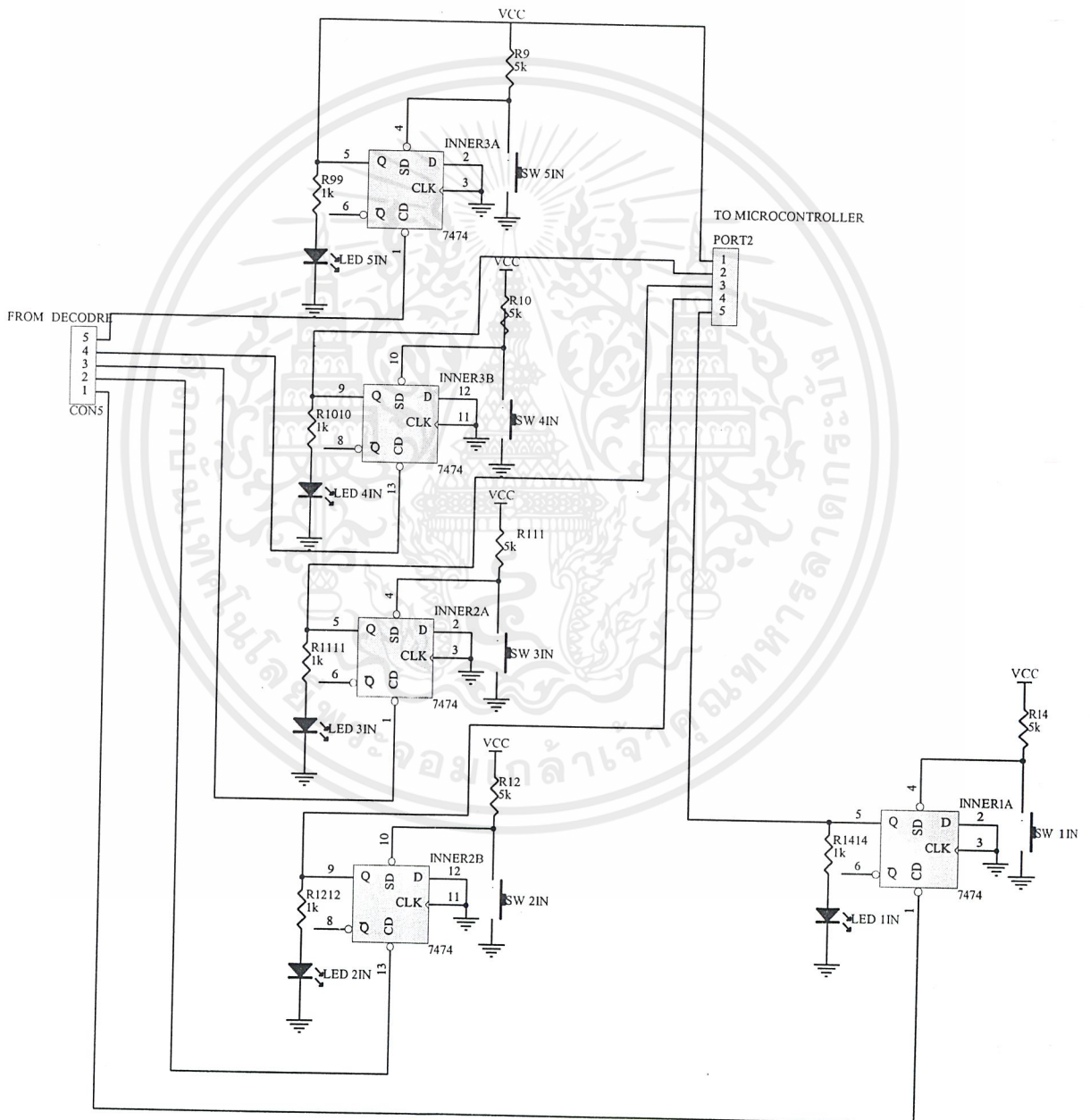


รูปที่ 3.10 แสดงส่วนตรวจสอบตำแหน่งชั้นของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 วงจรรับ/แสดงสถานะการกดปุ่มจากภายในลิฟต์

เป็นส่วนของการออกแบบไว้เพื่อรองรับการพัฒนาวงจรและโปรแกรมในขั้นต่อไป โดยมีรายละเอียดของวงจรและการทำงานเหมือนกับวงจรรับ/แสดงสถานะการกดปุ่มเรียกใช้ลิฟต์จากภายนอก คือใช้ D-FF (ไอซีเบอร์ 7474) เป็นตัวรับอินพุตจากการกดปุ่มเรียกใช้ลิฟต์ และเอาต์พุตของ D-FF นี้จะส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์และไฟแสดงผลว่ามีการเรียกใช้



รูปที่ 3.11 วงจรรับ/แสดงสถานะการกดปุ่มจากภายในลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่ลิฟต์ผ่านไปยังชั้นนั้นๆแล้ว จะมีการเคลียร์ค่าที่ D-FF นี้ โดยตัวถอดรหัส (ไอซีเบอร์ 74LS138) ซึ่งเป็นค่าเดียวกับค่าที่ใช้เคลียร์วงจรถอดปุ่มภายนอก (หัวข้อ 3.4.4) โดยมีการนำวงจรรอรีเกต (OR GATE) มาใช้ร่วมด้วย โดยมีหลักการทำงาน คือ ไม่ว่าจะมีการเคลียร์ค่าปุ่มภายนอกของ D-FF สำหรับปุ่มกดเพื่อขึ้นหรือลงของชั้น 4 ก็จะส่งสัญญาณผ่านออร์เกต และส่งเอาต์พุตจากออร์เกตไปเคลียร์ค่า D-FF ของวงจรถอดปุ่มภายในลิฟต์ของชั้น 4 ด้วย และสำหรับชั้น 2,3 ก็มีหลักการทำงานเช่นเดียวกันนี้ ส่วนชั้น 1 และชั้น 5 มีต้องใช้ใช้ออร์เกต เพราะมีเพียงปุ่มเดียวสำหรับชั้น 1 และชั้น 5

3.4.8 ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

ตำแหน่งอินพุตและเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีดังนี้

พอร์ต 0 ถูก set เป็น mode รับ

-เพื่อตรวจสอบการกดสวิทช์จากชั้นต่างๆภายนอก เป็นจำนวน 8 บิต

พอร์ต 1 ถูก set เป็น mode รับ

-เพื่อตรวจสอบว่าการเปิด-ปิดประตูลิฟต์ เรียบร้อยหรือยัง 2 บิต

-เพื่อรับสัญญาณ “ปิด” กรณีที่ผู้ใช้ซึ่งอยู่ภายในลิฟต์มีการกดเพื่อให้ประตูลิฟต์ปิดทันทีตามต้องการแม้ขณะนั้นประตูกำลังเปิดอยู่ก็ตาม จำนวน 1 บิต

-เพื่อรับสัญญาณจากปุ่มเลือกชั้นจากภายในลิฟต์ว่าต้องการไปชั้นใด 5 บิต

(สำหรับ 1 บิตและ 5 บิตที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ถูกออกแบบไว้สำหรับการพัฒนาระบบลิฟต์จำลองในชั้นต่อไป)

พอร์ต 2 ถูก set เป็น mode รับ

-เพื่อรับสัญญาณจาก A/D converter ซึ่งเป็นส่วนของการตรวจสอบตำแหน่งของลิฟต์ จำนวน 7 บิต

-เพื่อรับสัญญาณ “เปิด” กรณีที่ผู้ใช้ซึ่งอยู่ภายในลิฟต์มีการกดเพื่อขัดจังหวะการปิดประตู ในขณะที่นั้น และสัญญาณ “เปิด” นี้มีผลให้ประตูลิฟต์เปิดทันทีด้วย (สำหรับ 1 บิตหลังนี้ถูกออกแบบไว้สำหรับการพัฒนาระบบลิฟต์จำลองในชั้นต่อไป) อีก 1 บิต

พอร์ต 3 ถูก set เป็น mode ส่ง

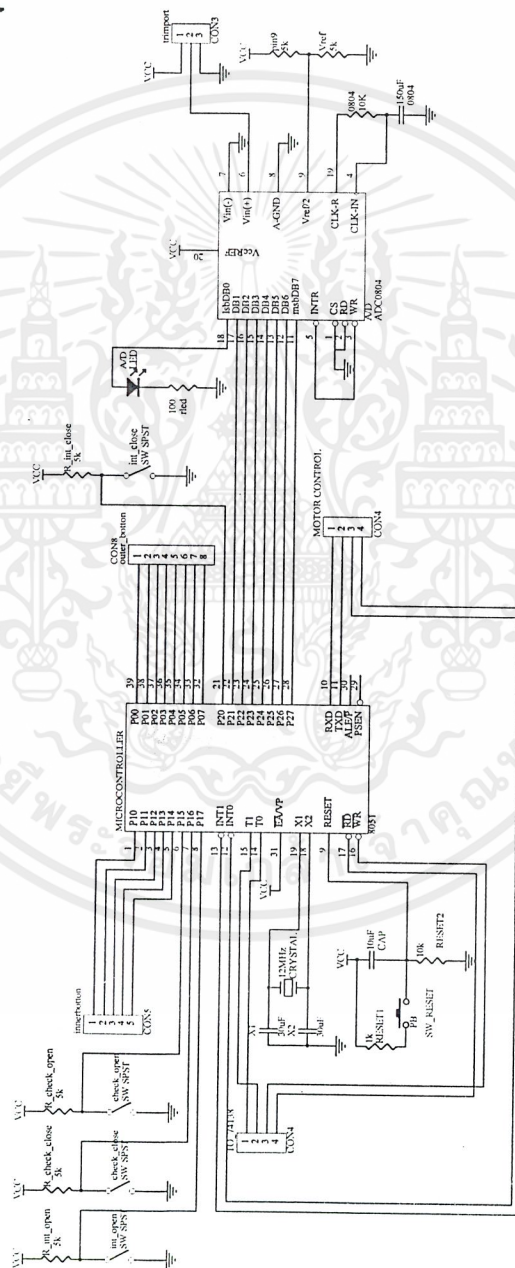
-เพื่อส่งไปยังตัวถอดรหัส 74LS138 จำนวน 4 บิต

-เพื่อส่งเป็นสัญญาณ RUN / STOP ไปยังวงจรถับเคลื่อนประตูลิฟต์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ จำนวน 1 บิต

-เพื่อส่งเป็นสัญญาณ OPEN/CLOSE ไปยังวงจรถับเคลื่อนประตูลิฟต์ เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดประตูลิฟต์ จำนวน 1 บิต

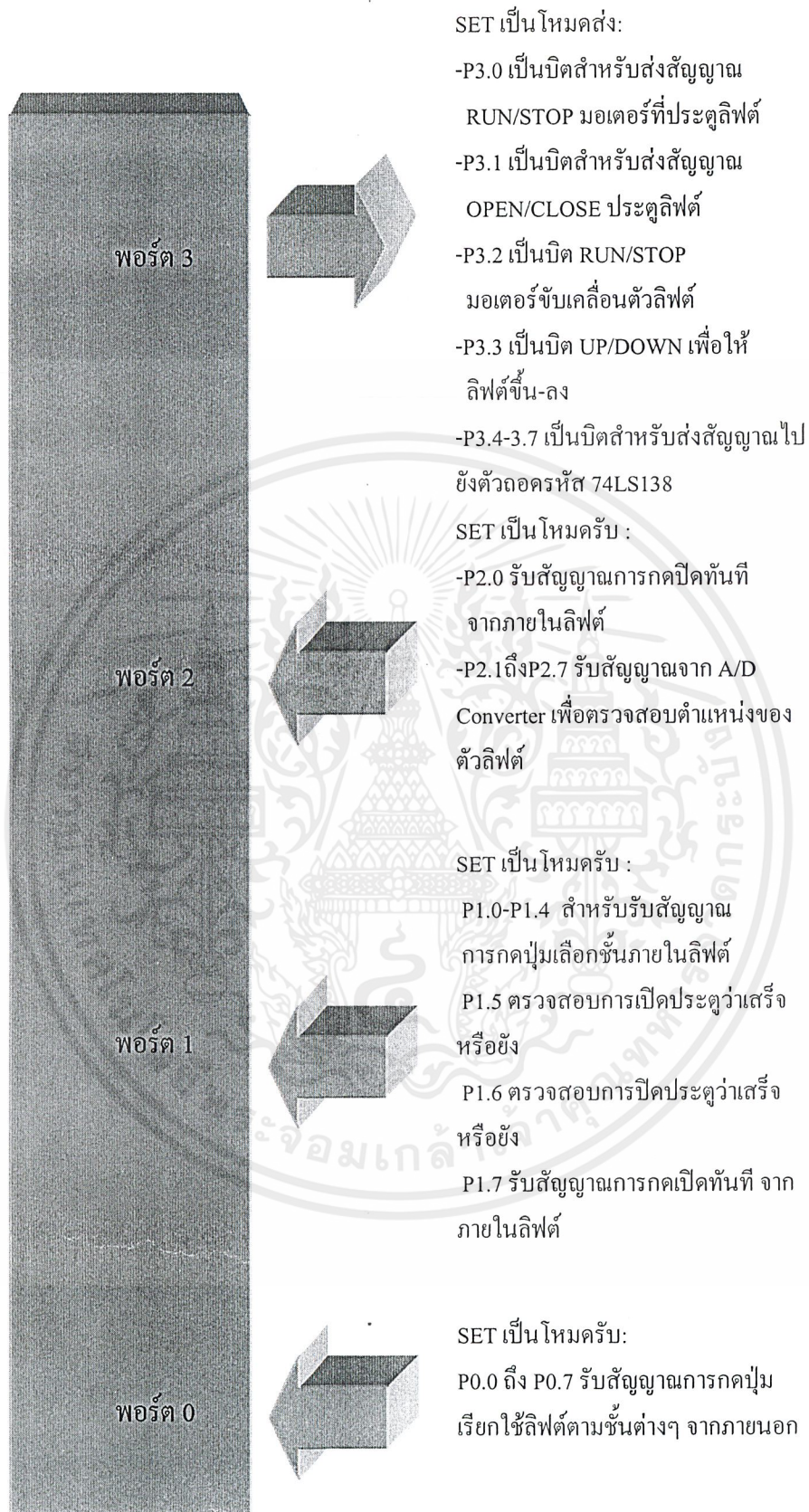
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อส่งเป็นสัญญาณ RUN/STOP ไปยังวงจรถับเคลื่อนตัวลิฟต์ เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ จำนวน 1 บิต
- เพื่อส่งเป็นสัญญาณ UP /DOWN ไปยังวงจรถับเคลื่อนตัวลิฟต์ เพื่อควบคุมทิศทางการขึ้น-ลงของลิฟต์ จำนวน 1 บิต



รูปที่ 3.12 แสดงวงจรการต่อใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์กับส่วนอื่นๆและA/D Converter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

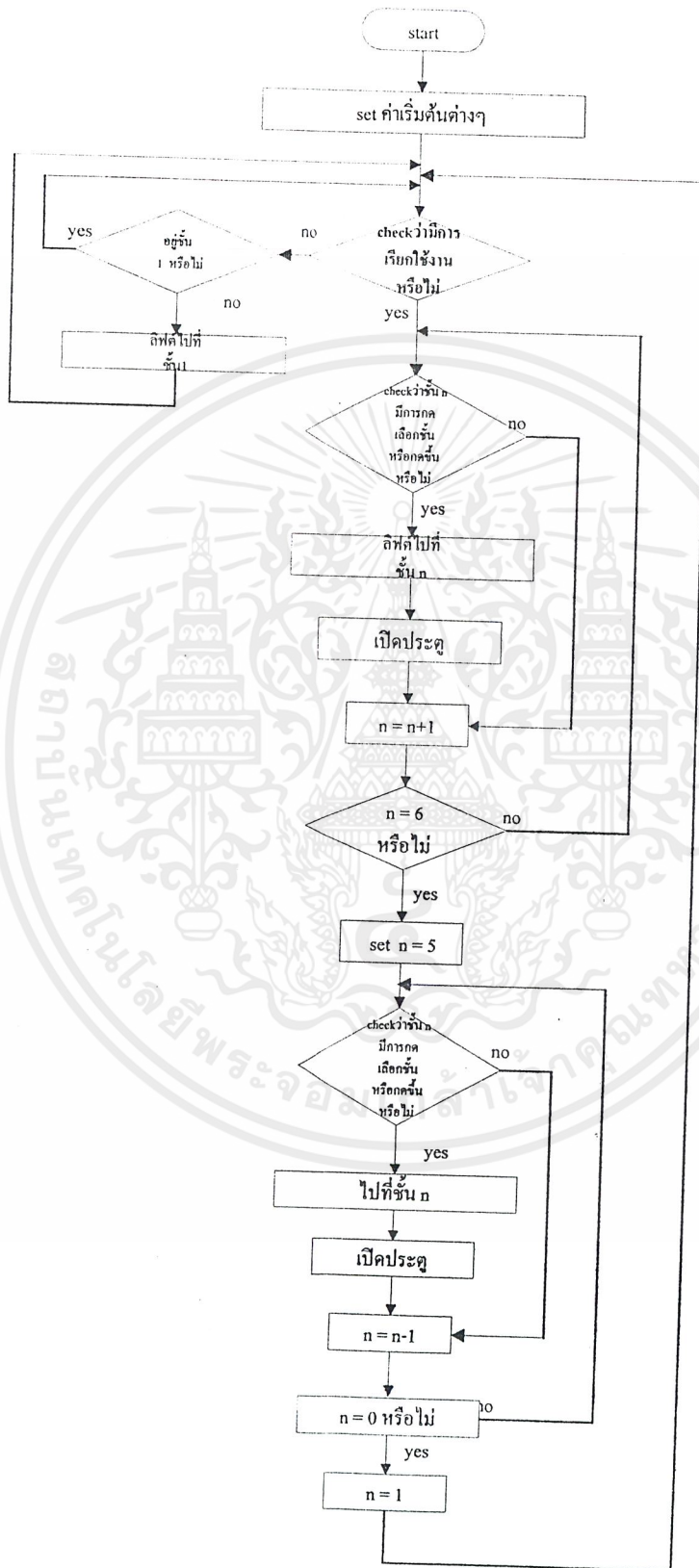


รูปที่ 3.13 แสดงบล็อกไดอะแกรมการใช้งานพอร์ตต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

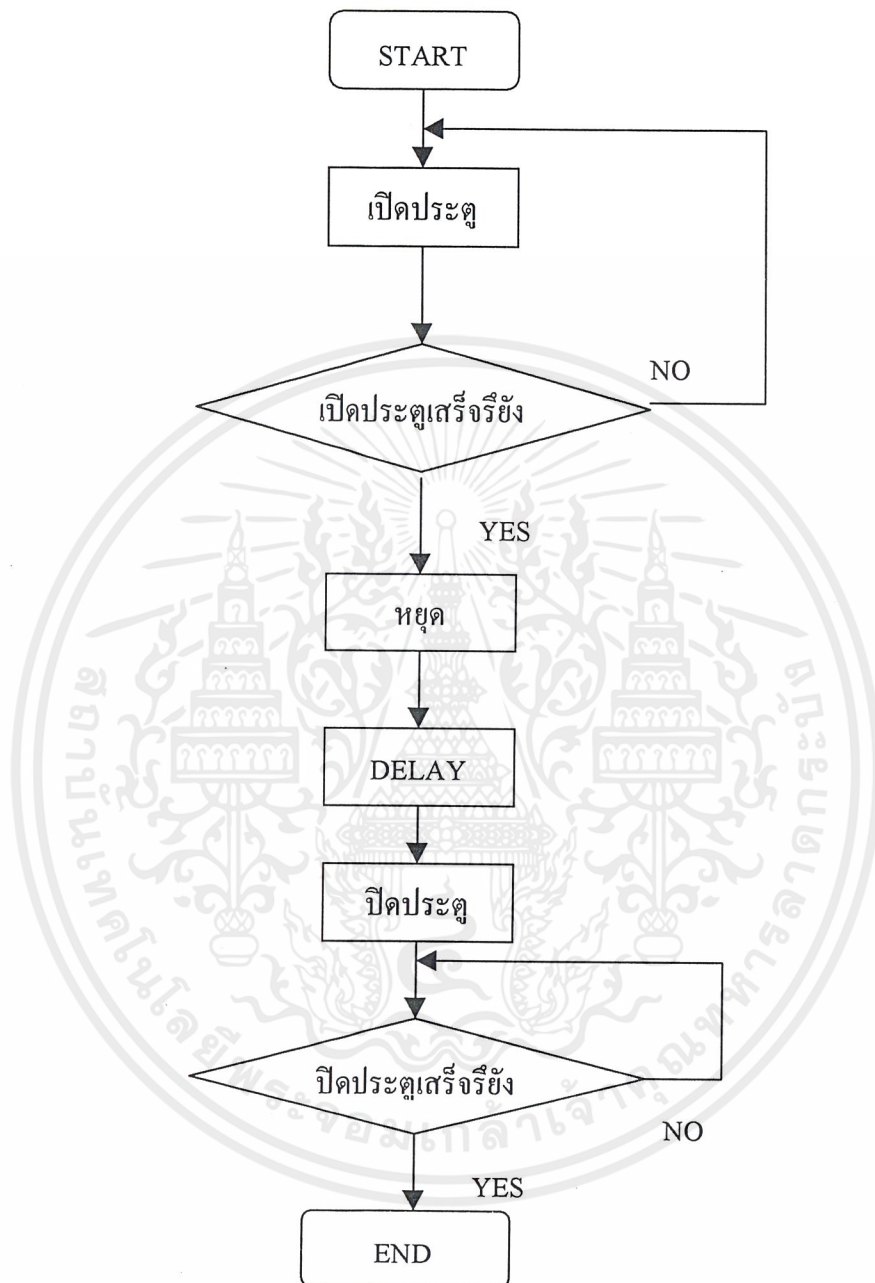
3.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับการทำงานของโปรแกรม

3.5.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนควบคุมการขึ้น-ลงของลิฟต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการเปิด-ปิดประตูลิฟต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

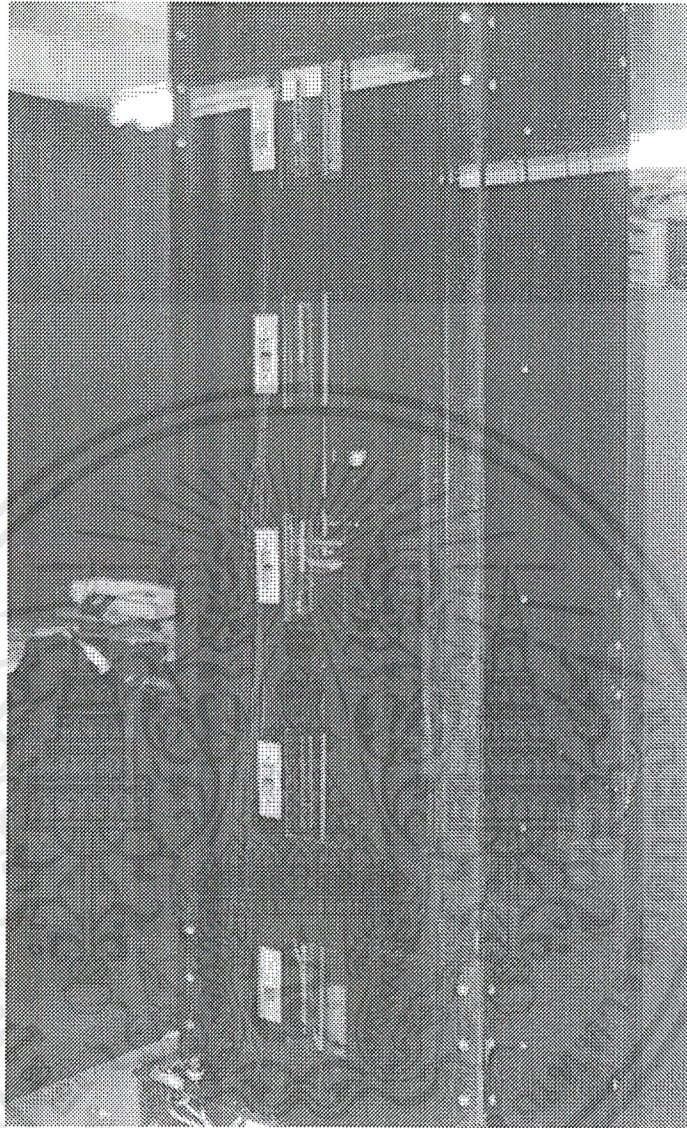
การที่ระบบลิฟต์จะมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงได้นั้นขึ้นอยู่กับระบบทั้ง 3 ดังนี้คือ

1. โครงสร้างของระบบลิฟต์
2. โปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ควบคุมระบบ
3. ชุดควบคุมการขับเคลื่อน

โดยจากการออกแบบและจัดสร้าง สามารถแสดงระบบใช้งานจริงของโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ได้ดังรูป

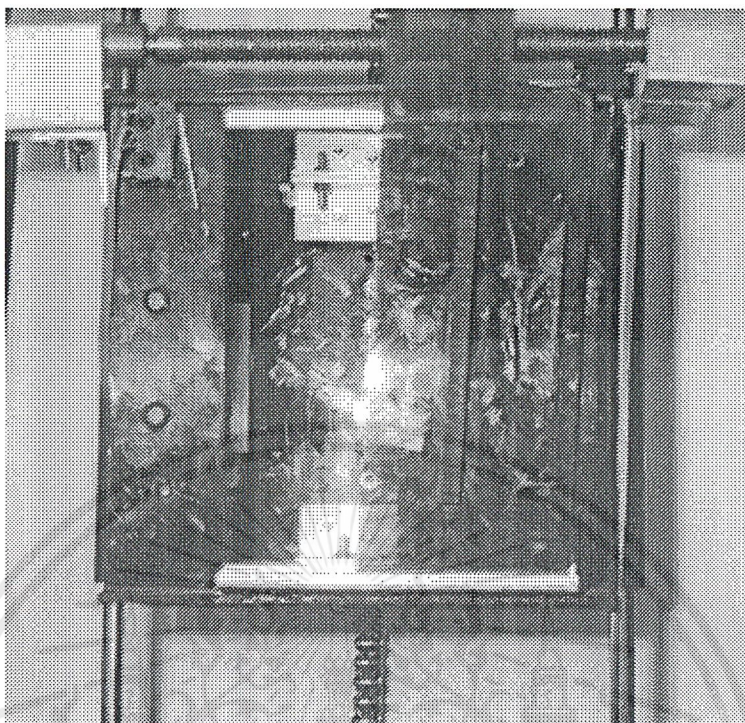


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

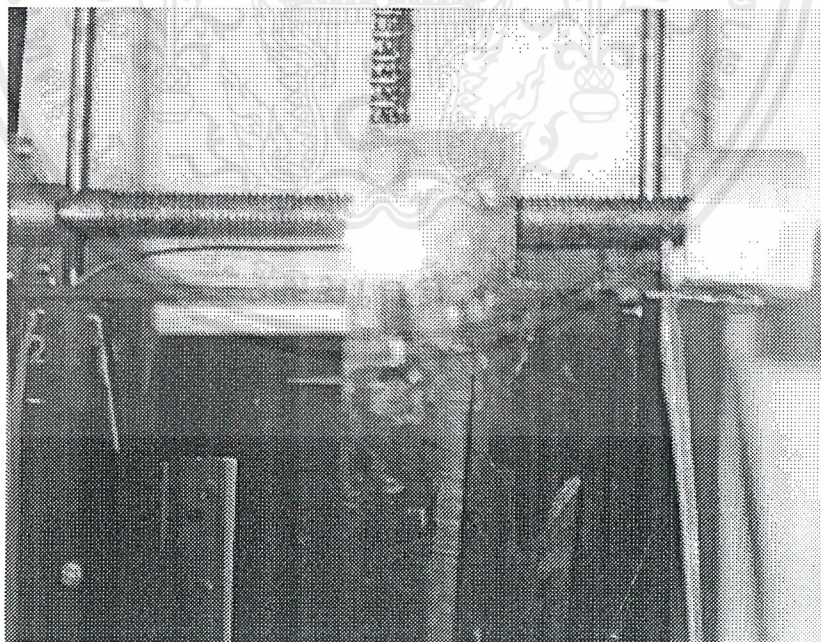


รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของลิฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

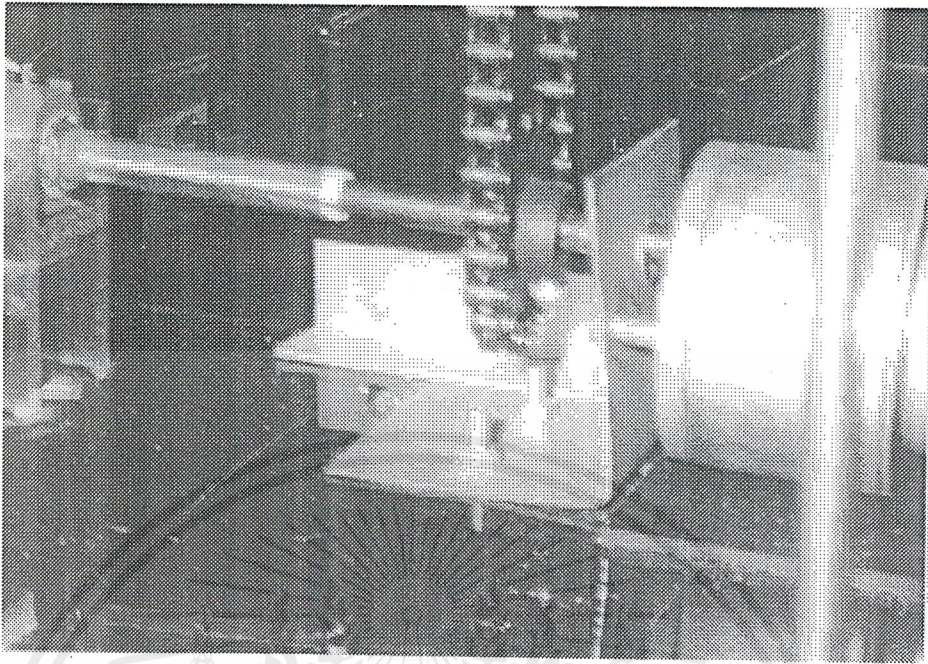


รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะตัวลึฟต์



รูปที่ 4.3 แสดงกลไกการเปิด-ปิดประตูลึฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

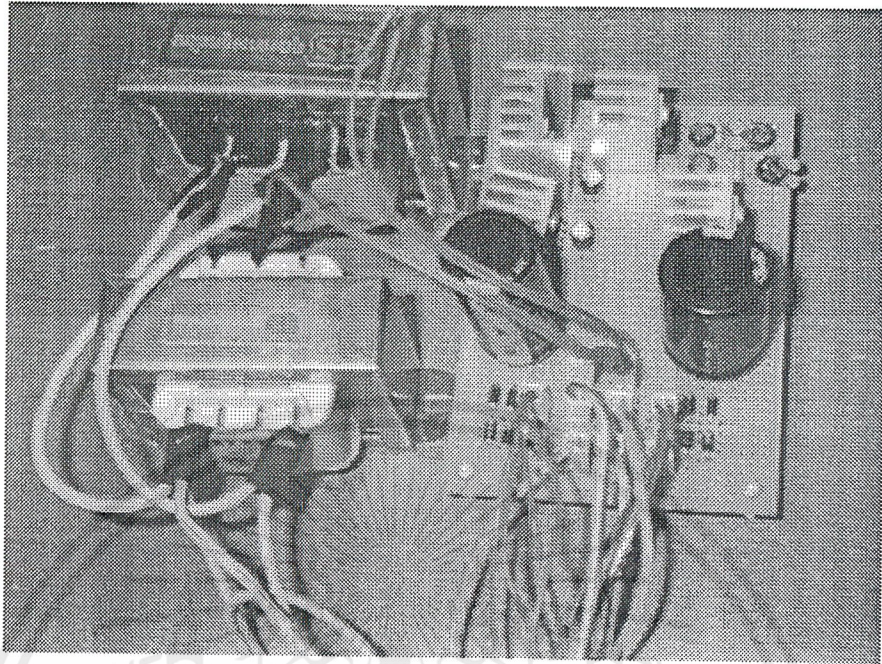


รูปที่ 4.4 แสดงส่วนการควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของลิฟต์

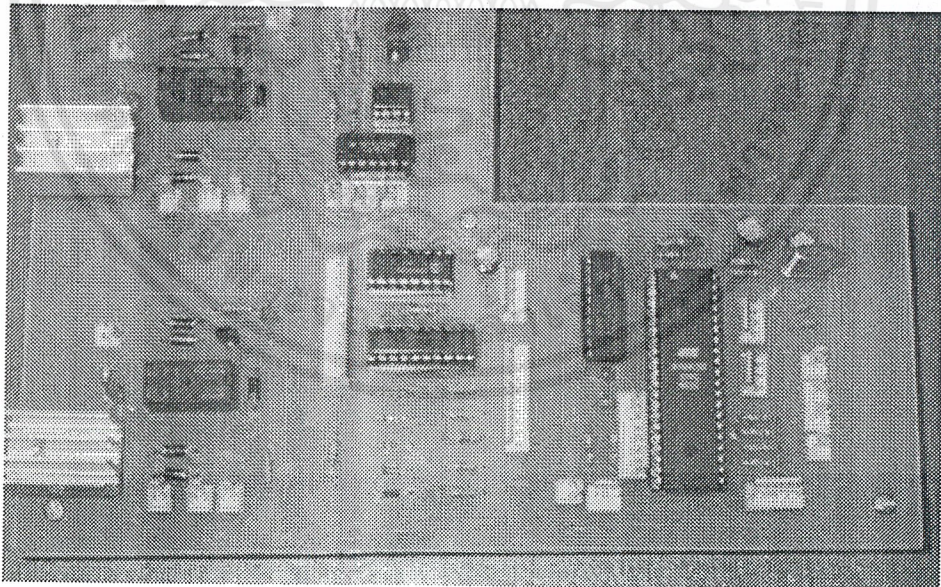


รูปที่ 4.5 แสดงส่วนการบริการกดปุ่มเรียกการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

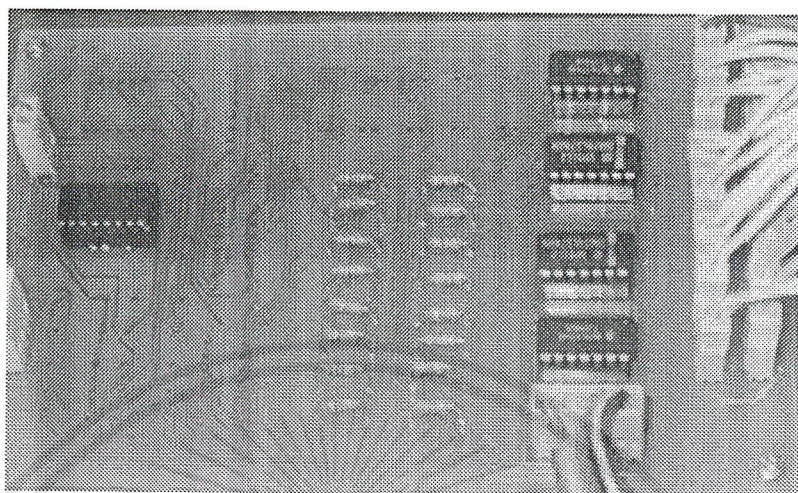


รูปที่ 4.6 แสดงวงจรส่วนแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 4.7 แสดงวงจรส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนแสดงตำแหน่งชั้นของลิฟต์และ ส่วนของการทำงานมอเตอร์ขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงวงจรรับสัญญาณการกดปุ่มเรียกใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 ปัญหาที่พบ

ปัญหาที่พบในการทำงานของโครงการชิ้นนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น

1. ปัญหาในการจัดสร้างโครงสร้างของโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ เนื่องจากการจัดสร้างนี้เป็นงานที่ต้องอาศัยความละเอียดและแม่นยำในการทำชิ้นส่วนและการประกอบสูง แต่อุปกรณ์ในการทำงานที่มีอยู่ไม่สามารถให้ความเที่ยงตรงตามที่ต้องการได้จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดทำให้ระบบจำลองทั้งในส่วนการเคลื่อนที่ขึ้น-ลง และส่วนกลไกการเปิด-ปิดประตูทำงานได้ไม่ดีเท่าที่ควร
2. ปัญหาในการจัดหาวัสดุ เพื่อใช้ในการจัดสร้างโครงสร้างของโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ เนื่องจากโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ที่จัดสร้างนี้มีขนาดเล็ก จึงต้องหาวัสดุที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถจัดแต่งตามรูปแบบได้ง่าย แต่ต้องมีความแข็งแรงคงทนด้วย ซึ่งเป็นการยากในการจัดหา
3. ปัญหาในการจัดสร้างโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ให้เหมือนจริง เนื่องจากลิฟต์ที่ใช้งานจริงนั้นมีฟังก์ชันการใช้งานมาก ในการจะจัดสร้างโมเดลการเคลื่อนที่ของลิฟต์ให้เหมือนจริงนั้นจำเป็นต้องใช้เวลาและทุนทรัพย์ค่อนข้างมาก ในโครงการนี้จึงสามารถจำลองมาได้เพียงบางส่วนเท่านั้น
4. ปัญหาในการเลือกใช้อุปกรณ์ในการทำวงจร เนื่องจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้ไม่เป็นที่แพร่หลาย ทำให้เป็นการยากในการจัดหาอุปกรณ์ การหาข้อมูลและรายละเอียดที่ต้องการ

5.2 การแก้ปัญหา

1. พยายามใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่หรือที่จัดหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. พยายามติดต่อขอความร่วมมือไปยังองค์กรต่างๆ ที่อาจสามารถให้ความร่วมมือได้ในด้านต่างๆ เช่น วัสดุอุปกรณ์ ข้อมูล หรือทุนทรัพย์
3. พยายามทำงานด้วยความละเอียด รอบคอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุง

1. ปรับปรุงโครงสร้างของระบบจำลองให้มีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น เพื่อให้เหมือนลิฟต์ที่ใช้งานจริงให้มากที่สุดหรือพัฒนาขึ้นไปอีก เช่น ติดตั้งอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย ติดตั้งปุ่มกดเพื่อเรียกใช้งานต่างๆ ให้มากยิ่งขึ้น เพิ่มฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ เป็นต้น รวมทั้งปรับปรุงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

2. ปรับปรุงส่วนของวงจร เช่น เพิ่มวงจรที่จะทำให้ระบบจำลองสามารถควบคุมได้โดย PLC (Programable Logic Control) หรือทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เพราะจะสามารถทำให้ใช้งานได้กว้างกว่าและสะดวกกว่า เป็นต้น

3. ปรับปรุงส่วนของโปรแกรมให้เหมือนลิฟต์จริง มีการคำนวณอินพุตที่รับกับการจอดลิฟต์ในแต่ละชั้นเพื่อให้เหมือนจริงยิ่งขึ้น

4. ปรับปรุงส่วนของการออกแบบโครงสร้างลิฟต์จำลอง โดยเพิ่มระบบความปลอดภัยที่นอกเหนือจากการตัดการขับเคลื่อนเมื่อลิฟต์ขึ้นหรือลงเกินตำแหน่งบนสุดหรือล่างสุด เช่น การนำตัวตรวจจับชนิดโฟโตอิเล็กทริกมาใช้กับตัวลิฟต์ เพื่อป้องกันประตุนับผู้โดยสาร, การมีสัญญาณเตือนเมื่อมีตัวลิฟต์รับน้ำหนักเกิน, การเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติเมื่อมีการเคลื่อนที่ข้ามชั้น เช่น จากชั้น 1 ไปชั้น 5

5. สำหรับระบบลิฟต์จำลองที่สร้างขึ้นนี้ มีการออกแบบเพื่อรองรับการพัฒนาวงจรและโปรแกรมในส่วนของการกดปุ่มเลือกชั้นจากภายในได้มีการออกแบบวงจรมองดั่งที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 และส่วนของการเปิด-ปิดทันที เมื่อปุ่ม Close และ Open ซึ่งอยู่ภายในลิฟต์ถูกกด

สำหรับปุ่มกดปิดทันที ออกแบบเพื่อให้สามารถปิดประตูได้ทันที โดยไม่ต้องรอนมากกว่าประตูลิฟต์จะเปิดสนิท และสำหรับปุ่มกดเปิดทันที ออกแบบเพื่อให้สามารถเปิดประตูได้ทันที เป็นการขัดจังหวะการขับเคลื่อนปิดประตูเพื่อความปลอดภัยในกรณีที่ยังมีผู้โดยสารเข้า-ออกภายในตัวลิฟต์อยู่ ซึ่งได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 แล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ คมวัชระ อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ทุกๆ ท่านที่ให้คำปรึกษา แนวคิด แนวทางแก้ไขปัญหา ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน จนสามารถทำปริญญานิพนธ์นี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณป้า หม่าม้า ที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูตลอดจนกำลังใจที่ให้เรื่อยมา จนโปรเจกต์นี้สำเร็จ

ขอบคุณนายสุทธิศักดิ์ (หนุ่ม) และนายทรงพล(อ๋อง)ที่เสียสละเวลา มาช่วยพวกเรา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ อันได้แก่ เจมส์และโน้ตที่มาช่วยแปลงร่างให้ลิปส์ของเรา ขอขอบคุณบีที่เอื้อเฟื้อวัสดุอันหายากยิ่ง และเพื่อนๆ ทุกคน ขอขอบคุณพี่เพชรที่ช่วยเหลือเรื่องวัสดุอุปกรณ์ ขอขอบคุณพี่เขี้ยวอีกคน

ขอขอบคุณต้องและครอบครัวที่ให้ความอุปการะอย่างมาก

ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง ทุกคนที่ให้อุปสิ่งต่างๆ ให้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นแรงงาน กำลังใจ คำติ คำชม อุปกรณ์และข้อมูลต่างๆ รวมทั้งเสบียงอาหาร

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

Siam Elevator, (HITACHI), “HITACHI ELEVATOR” , Siam Elevator Co.,ltd,1990

National Semiconductor, “National Power Ics” , National Semiconductor, 1995

Atmel, “Atmel Flash Microcontrollers” , Atmel

ETT, “Microprocessor Data Book MCS-51 Microcontrollers” , ETT Co.,ltd.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ORG	0000H	
SW_SIGNAL1	EQU	P0.0	
SW_SIGNAL2DOWN	EQU	P0.1	
SW_SIGNAL2UP	EQU	P0.2	
SW_SIGNAL3DOWN	EQU	P0.3	
SW_SIGNAL3UP	EQU	P0.4	
SW_SIGNAL4DOWN	EQU	P0.5	
SW_SIGNAL4UP	EQU	P0.6	
SW_SIGNAL5	EQU	P0.7	
OPEN_OK	EQU	P1.5	
CLOSE_OK	EQU	P1.6	
AtoD	EQU	P2	
RUN_ST_DOOR	EQU	P3.0	
O_CLOS_DOOR	EQU	P3.1	
RUN_ST_LIFT	EQU	P3.2	
UP_DWN_LIFT	EQU	P3.3	
A_74LS138	EQU	P3.4	
B_74LS138	EQU	P3.5	
C_74LS138	EQU	P3.6	
G_74LS138	EQU	P3.7	;G=0 IS RECIEVE ,G=1 IS CLEAR
FLOOR1	EQU	20H	
FLOOR2	EQU	30H	
FLOOR3	EQU	40H	
FLOOR4	EQU	50H	
FLOOR5	EQU	60H	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

***** SET ORIGINAL *****

```
MOV FLOOR1,#01000010B
MOV FLOOR2,#01010100B
MOV FLOOR3,#10011110B
MOV FLOOR4,#11001000B
MOV FLOOR5,#11111000B
```

```
START: MOV P3,#00H ;CLEAR PORT 3
SETB G_74LS138 ;CLEAR SWITCH'S LEDS
MOV P3,#10000000B
MOV P3,#10010000B
MOV P3,#10100000B
MOV P3,#10110000B
MOV P3,#11000000B
MOV P3,#11010000B
MOV P3,#11100000B
MOV P3,#11110000B
MOV P3,#00H
```

```
CHECKLIFT: MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR1,MOVE
JMP MAIN
```

```
MOVE: CLR UP_DWN_LIFT
SETB RUN_ST_LIFT
MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR2,MOVE
CLR RUN_ST_LIFT
MOV R7,#0FFH
```

```
STOP_MOVE: CLR RUN_ST_LIFT
DJNZ R7,STOP_MOVE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*****MAIN PROGRAM*****

```
MAIN:      LCALL UP
           LCALL DOWN
           SJMP MAIN
```

*****ROUTINE UP*****

```
UP:        MOV P3,#00H
           MOV A,AtoD ;check what floor lift is.
           ANL A,#11100000B ;check only 3 bit.
           CJNE A,#01000000B,MAYBE2
           JNB SW_SIGNAL1,CHECK_KEY2
           LCALL OPENDOOR
           MOV P3,#10000000B
           MOV P3,#00H
CHECK_KEY2: JNB SW_SIGNAL2UP,CHECK_KEY3
           LCALL UPTO2
           JMP UP
CHECK_KEY3: JNB SW_SIGNAL3UP,CHECK_KEY4
           LCALL UPTO2
           LJMP UP
CHECK_KEY4: JNB SW_SIGNAL4UP,CHECK_KEY5
           LCALL UPTO2
           LJMP UP
CHECK_KEY5: JNB SW_SIGNAL5,THIS
           LCALL UPTO2
THIS:      RET

MAYBE2:    CJNE A,#01100000B,MAYBE3
CHECK_KEY2_2: JNB SW_SIGNAL2UP,CHECK_KEY2_3
           LCALL OPENDOOR
           MOV P3,#10100000B
           MOV P3,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHECK_KEY2_3: JNB SW_SIGNAL3UP,CHECK_KEY2_4
                LCALL UPTO3
                LJMP UP

CHECK_KEY2_4: JNB SW_SIGNAL4UP,CHECK_KEY2_5
                LCALL UPTO3
                LJMP UP

CHECK_KEY2_5: JNB SW_SIGNAL5,THIS2
                LCALL UPTO3

THIS2:         RET

MAYBE3:        CJNE A,#1000000B,MAYBE4

CHECK_KEY3_3: JNB SW_SIGNAL3UP,CHECK_KEY3_4
                LCALL OPENDOOR
                MOV P3,#1100000B
                MOV P3,#00H

CHECK_KEY3_4: JNB SW_SIGNAL4UP,CHECK_KEY3_5
                LCALL UPTO4
                LJMP UP

CHECK_KEY3_5: JNB SW_SIGNAL5,THIS3
                LCALL UPTO4

THIS3:        RET

MAYBE4:        CJNE A,#1100000B,THIS4

CHECK_KEY4_4: JNB SW_SIGNAL4UP,CHECK_KEY4_5
                LCALL OPENDOOR
                MOV P3,#1110000B
                MOV P3,#00H

CHECK_KEY4_5: JNB SW_SIGNAL5,THIS4
                LCALL UPTO5

THIS4:        RET

;*****ROUTINE DOWN*****
DOWN:         MOV P3,#00H
                MOV A,AtoD ;check what floor lift is.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ANL  A,#11100000B    ;check only 3 bit,begin floor5.
CJNE A,#11100000B,MAY_BE4
KEY5: JNB  SW_SIGNAL5,KEY4
      LCALL OPENDOOR
      MOV  P3,#11110000B
      MOV  P3,#00H
KEY4: JNB  SW_SIGNAL4DOWN,KEY3
      LCALL DOWNT04
      LJMP DOWN
KEY3: JNB  SW_SIGNAL3DOWN,KEY2
      LCALL DOWNT04
      LJMP DOWN
KEY2: JNB  SW_SIGNAL2DOWN,KEY1
      LCALL DOWNT04
      LJMP DOWN
KEY1: JNB  SW_SIGNAL1,THAT
      LCALL DOWNT04
THAT: RET
MAY_BE4: CJNE A,#11000000B,MAY_BE3    ;check wheather lift is floor4
KEY4_4: JNB  SW_SIGNAL4DOWN,KEY4_3
      LCALL OPENDOOR
      MOV  P3,#11010000B
      MOV  P3,#00H
KEY4_3: JNB  SW_SIGNAL3DOWN,KEY4_2
      LCALL DOWNT03
      LJMP DOWN
KEY4_2: JNB  SW_SIGNAL2DOWN,KEY4_1
      LCALL DOWNT03
      LJMP DOWN
KEY4_1: JNB  SW_SIGNAL1,THAT2
      LCALL DOWNT03
THAT2: RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MAY_BE3:    CJNE  A,#1000000B,MAY_BE2
KEY3_3:     JNB   SW_SIGNAL3DOWN,KEY3_2
            LCALL OPENDOOR
            MOV   P3,#10110000B
            MOV   P3,#00H
KEY3_2:     JNB   SW_SIGNAL2DOWN,KEY3_1
            LCALL DOWNT02
            LJMP  DOWN
KEY3_1:     JNB   SW_SIGNAL1,THAT3
            LCALL DOWNT02
THAT3:      RET

MAY_BE2:    CJNE  A,#01100000B,THAT4
KEY2_2:     JNB   SW_SIGNAL2DOWN,KEY2_1
            LCALL OPENDOOR
            MOV   P3,#10010000B
            MOV   P3,#00H
KEY2_1:     JNB   SW_SIGNAL1,THAT4
            LCALL DOWNT01
THAT4:      RET

,*****ROUTINE UPTO*****
UPTO2:      MOV   P3,#00H
            SETB  UP_DWN_LIFT
            SETB  RUN_ST_LIFT
            MOV   A,AtoD
            ANL  A,#11111110B
            CJNE A,FLOOR2,UPTO2
            CLR  RUN_ST_LIFT
            RET

UPTO3:      MOV   P3,#00H
            SETB  UP_DWN_LIFT
            SETB  RUN_ST_LIFT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR3,UPTO3
CLR RUN_ST_LIFT
RET
```

```
UPTO4: MOV P3,#00H
SETB UP_DWN_LIFT
SETB RUN_ST_LIFT
MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR4,UPTO4
CLR RUN_ST_LIFT
RET
```

```
UPTO5: MOV P3,#00H
SETB UP_DWN_LIFT
SETB RUN_ST_LIFT
MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR5,UPTO5
CLR RUN_ST_LIFT
RET
```

*****ROUTINE DOWNTO*****

```
DOWNT02: MOV P3,#00H
CLR UP_DWN_LIFT
SETB RUN_ST_LIFT
MOV A,AtoD
ANL A,#11111110B
CJNE A,FLOOR2,DOWNT02
CLR RUN_ST_LIFT
RET
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DOWNT03:  MOV  P3,#00H
           CLR  UP_DWN_LIFT
           SETB RUN_ST_LIFT
           MOV  A,AtoD
           ANL  A,#11111110B
           CJNE A,FLOOR3,DOWNT03
           CLR  RUN_ST_LIFT
           RET

```

```

DOWNT04:  MOV  P3,#00H
           CLR  UP_DWN_LIFT
           SETB RUN_ST_LIFT
           MOV  A,AtoD
           ANL  A,#11111110B
           CJNE A,FLOOR4,DOWNT04
           CLR  RUN_ST_LIFT
           RET

```

```

DOWNT01:  MOV  P3,#00H
           CLR  UP_DWN_LIFT
           SETB RUN_ST_LIFT
           MOV  A,AtoD
           ANL  A,#11111110B
           CJNE A,FLOOR1,DOWNT01
           CLR  RUN_ST_LIFT
           RET

```

.***** OPEN-CLOSE THE DOOR*****

```

OPENDOOR: CALL  DELAY
           MOV  P3,#00H
           SETB O_CLOS_DOOR
           SETB RUN_ST_DOOR
           MOV  A,P1
           JB   ACC.5,OPENDOOR

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CLR RUN_ST_DOOR
MOV R2,#0FH
STOP: MOV R0,#0FFFFH
L:    MOV R1,#0FFFFH
      DJNZ R1,$
      DJNZ R0,L
      DJNZ R2,STOP

```

```

CLOSEDOOR: MOV P3,#00H
            CLR O_CLOS_DOOR
            SETB RUN_ST_DOOR
            MOV A,P1
            JB ACC.6,CLOSEDOOR
            CLR RUN_ST_DOOR
            LCALL DELAY
            RET

```

```

,***** DELAY *****
,

```

```

DELAY: MOV R3,#0FH
D1:    MOV R4,#0FFFFH
D2:    MOV R5,#0FFFFH
      DJNZ R5,$
      DJNZ R4,D2
      DJNZ R3,D1
      RET

```

```

END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4 Kbytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
Data Retention: 10 Years
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-Level Program Memory Lock
- 128 x 8-Bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-Bit Timer/Counters
- Five Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low Power Idle and Power Down Modes

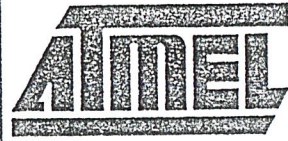
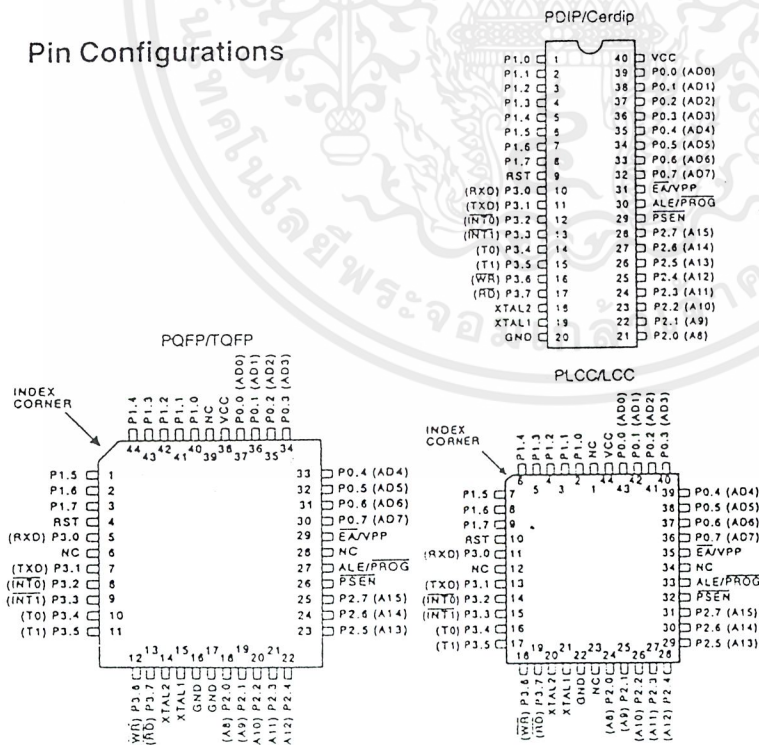
Description

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

The AT89C51 provides the following standard features: 4 Kbytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five source two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is

continued

Pin Configurations



**8-Bit
Microcontroller
with 4 Kbytes
Flash**

AT89C51



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description (Continued)

designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power Down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

Vcc

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and program verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s

are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and programming verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

$\overline{\text{PSEN}}$

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to Vcc for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP}.

continued





Pin Description (Continued)

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

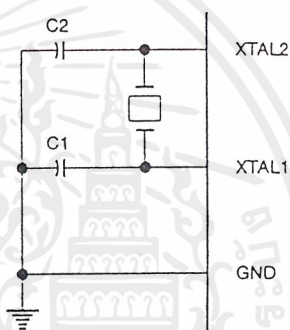
In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power Down Mode

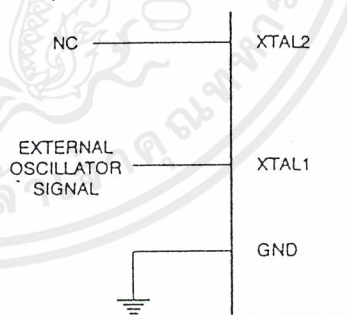
In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Figure 1. Oscillator Connections



Notes: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Status of External Pins During Idle and Power Down

Mode	Program Memory	ALE	\overline{PSEN}	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power Down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power Down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up

without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
LB1	LB2	LB3		
1	U	U	U	No program lock features.
2	P	U	U	MOVC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled.
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled.

Programming the Flash

The AT89C51 is normally shipped with the on-chip Flash memory array in the erased state (that is, contents = FFH) and ready to be programmed. The programming interface accepts either a high-voltage (12-volt) or a low-voltage (VCC) program enable signal. The low voltage programming mode provides a convenient way to program the AT89C51 inside the user's system, while the high-voltage programming mode is compatible with conventional third party Flash or EPROM programmers.

The AT89C51 is shipped with either the high-voltage or low-voltage programming mode enabled. The respective top-side marking and device signature codes are listed in the following table.

	V _{PP} = 12 V	V _{PP} = 5 V
Top-Side Mark	AT89C51 xxxx yyww	AT89C51 xxxx-5 yyww
Signature	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=FFH	(030H)=1EH (031H)=51H (032H)=05H

The AT89C51 code memory array is programmed byte-by-byte in either programming mode. *To program any non-blank byte in the on-chip Flash Memory, the entire memory must be erased using the Chip Erase Mode.*

Programming Algorithm: Before programming the AT89C51, the address, data and control signals should be set up according to the Flash programming mode table and Figures 3 and 4. To program the AT89C51, take the following steps.

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.

4. Raise \overline{EA}/V_{pp} to 12 V for the high-voltage programming mode.
5. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 1.5 ms. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89C51 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written datum on PO.7. Once the write cycle has been completed, true data are valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/ \overline{BSY} output signal. P3.4 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.4 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire Flash array is erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding ALE/ \overline{PROG} low for 10 ms. The code array is written with all "1"s. The chip erase operation must be executed before the code memory can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 030H,





031H, and 032H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

- (030H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
- (031H) = 51H indicates 89C51
- (032H) = FFH indicates 12 V programming
- (032H) = 05H indicates 5 V programming

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V _{PP}	P2.6	P2.7	P3.6	P3.7
Write Code Data	H	L		H/12V ⁽¹⁾	L	H	H	H
Read Code Data	H	L	H	H	L	L	H	H
Write Lock Bit - 1	H	L		H/12V	H	H	H	H
Bit - 2	H	L		H/12V	H	H	L	L
Bit - 3	H	L		H/12V	H	L	H	L
Chip Erase	H	L		H/12V ⁽²⁾	H	L	L	L
Read Signature Byte	H	L	H	H	L	L	L	L

Notes: 1. The signature byte at location 032H designates whether V_{PP} = 12 V or V_{PP} = 5 V should be used to enable programming.

2. Chip Erase requires a 10 ms PROG pulse.

Figure 3. Programming the Flash

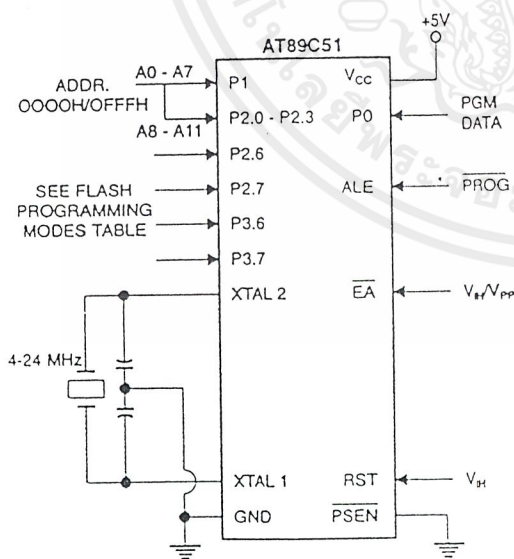
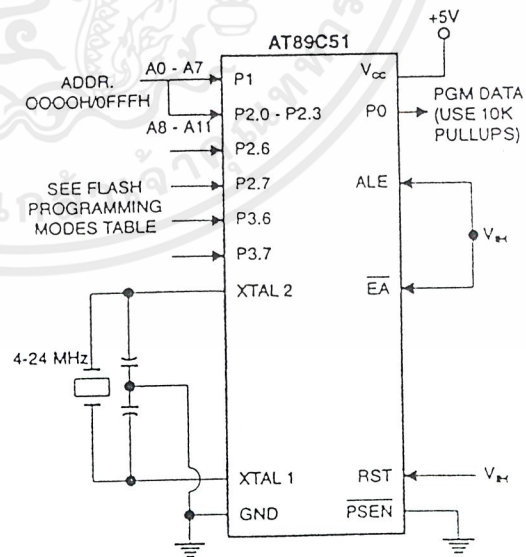


Figure 4. Verifying the Flash



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flash Programming and Verification Characteristics

T_A = 21°C to 27°C, V_{CC} = 5.0 ± 10%

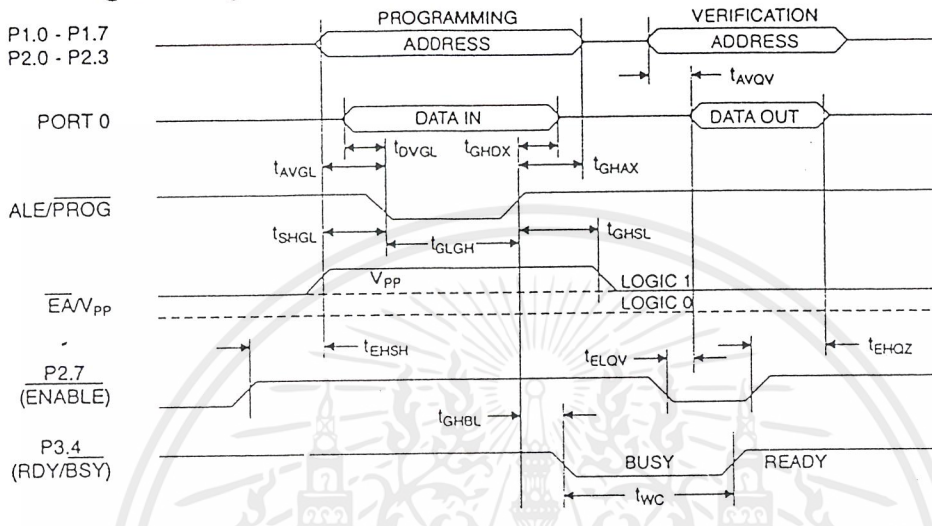
Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V _{PP} ⁽¹⁾	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I _{PP} ⁽¹⁾	Programming Enable Current		1.0	mA
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency	4	24	MHz
t _{AVGL}	Address Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHAX}	Address Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{bvGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	48t _{CLCL}		
t _{GHDX}	Data Hold After $\overline{\text{PROG}}$	48t _{CLCL}		
t _{ESHSH}	P2.7 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V _{PP}	48t _{CLCL}		
t _{SHGL}	V _{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t _{GHSL} ⁽¹⁾	V _{PP} Hold After $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t _{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t _{AVQV}	Address to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		48t _{CLCL}	
t _{EHQV}	Data Float After $\overline{\text{ENABLE}}$	0	48t _{CLCL}	
t _{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		1.0	μs
t _{wc}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

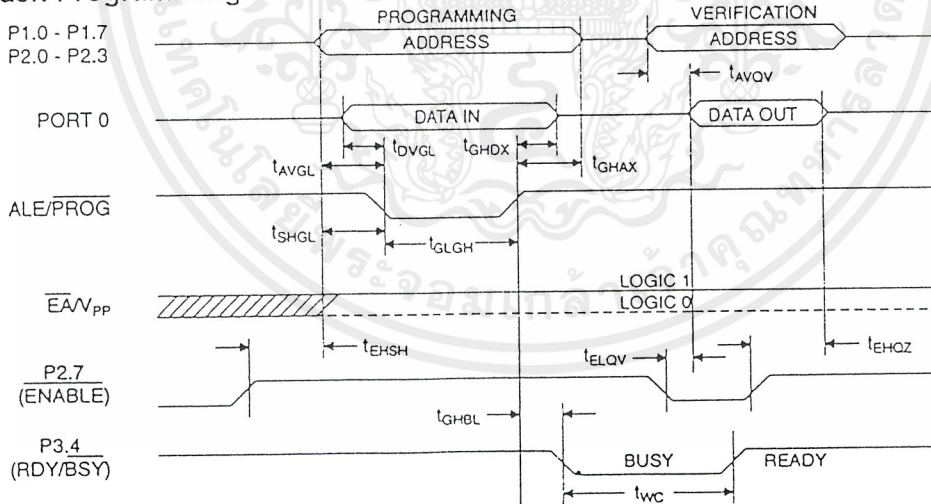




Flash Programming and Verification Waveforms - High Voltage Mode



Flash Programming and Verification Waveforms - Low Voltage Mode



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0 V to +7.0 V
Maximum Operating Voltage	6.6 V
DC Output Current.....	15.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 5.0 V ± 20% (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low Voltage	(Except $\bar{E}A$)	-0.5	0.2 V _{CC} -0.1	V
V _{IL1}	Input Low Voltage ($\bar{E}A$)		-0.5	0.2 V _{CC} -0.3	V
V _{IH}	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} +0.9	V _{CC} +0.5	V
V _{IH1}	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V _{CC}	V _{CC} +0.5	V
V _{OL}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	I _{OL} = 1.6 mA		0.45	V
V _{OL1}	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	I _{OL} = 3.2 mA		0.45	V
V _{OH}	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	I _{OH} = -60 μA, V _{CC} = 5 V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -25 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -10 μA	0.9 V _{CC}		V
V _{OH1}	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	I _{OH} = -800 μA, V _{CC} = 5 V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -300 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -80 μA	0.9 V _{CC}		V
I _{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 0.45 V		-50	μA
I _{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	V _{IN} = 2 V		-650	μA
I _{LI}	Input Leakage Current (Port 0, $\bar{E}A$)	0.45 < V _{IN} < V _{CC}		±10	μA
RRST	Reset Pulldown Resistor		50	300	KΩ
C _{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
I _{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		20	mA
		Idle Mode, 12 MHz		5	mA
	Power Down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6 V		100	μA
		V _{CC} = 3 V		40	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:
 Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA
 Maximum I_{OL} per 8-bit port:
 Port 0: 26 mA
 Ports 1, 2, 3: 15 mA
 Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.
 2. Minimum V_{CC} for Power Down is 2 V.





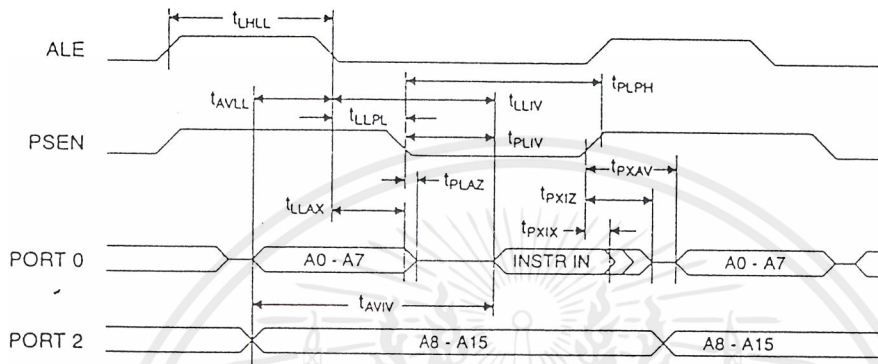
A.C. Characteristics

(Under Operating Conditions; Load Capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; Load Capacitance for all other outputs = 80 pF)

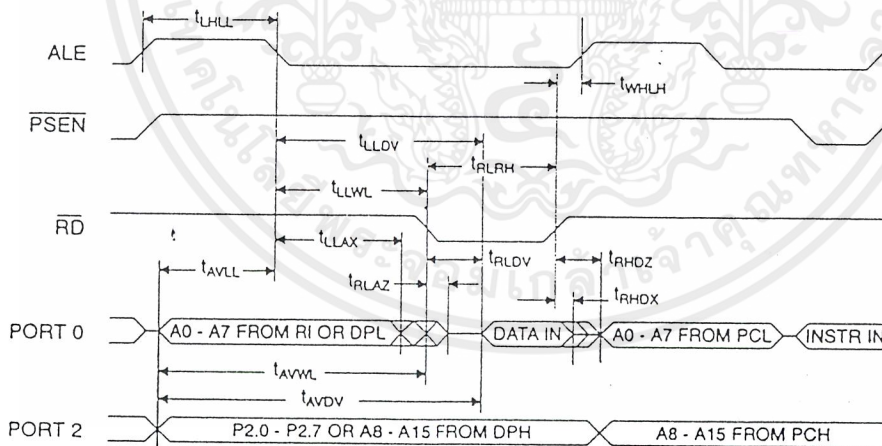
External Program and Data Memory Characteristics

Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		16 to 24 MHz Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
1/t _{CLCL}	Oscillator Frequency			0	24	MHz
t _{HLL}	ALE Pulse Width	127		2t _{CLCL} -40		ns
t _{AVLL}	Address Valid to ALE Low	28		t _{CLCL} -13		ns
t _{LLAX}	Address Hold After ALE Low	48		t _{CLCL} -20		ns
t _{LLIV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4t _{CLCL} -65	ns
t _{LLPL}	ALE Low to PSEN Low	43		t _{CLCL} -13		ns
t _{PLPH}	PSEN Pulse Width	205		3t _{CLCL} -20		ns
t _{PLIV}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		3t _{CLCL} -45	ns
t _{PIX}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
t _{PIXZ}	Input Instruction Float After PSEN		59		t _{CLCL} -10	ns
t _{PXAV}	PSEN to Address Valid	75		t _{CLCL} -8		ns
t _{AVIV}	Address to Valid Instruction In		312		5t _{CLCL} -55	ns
t _{PLAZ}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t _{RLRH}	RD Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{WLWH}	WR Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{RLDV}	RD Low to Valid Data In		252		5t _{CLCL} -90	ns
t _{RHOX}	Data Hold After RD	0		0		ns
t _{RHOZ}	Data Float After RD		97		2t _{CLCL} -28	ns
t _{LLDV}	ALE Low to Valid Data In		517		8t _{CLCL} -150	ns
t _{AVDV}	Address to Valid Data In		585		9t _{CLCL} -165	ns
t _{LLWL}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	3t _{CLCL} -50	3t _{CLCL} +50	ns
t _{AVWL}	Address to RD or WR Low	203		4t _{CLCL} -75		ns
t _{QVWX}	Data Valid to WR Transition	23		t _{CLCL} -20		ns
t _{QVWH}	Data Valid to WR High	433		7t _{CLCL} -120		ns
t _{WHQX}	Data Hold After WR	33		t _{CLCL} -20		ns
t _{RLAZ}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t _{WHLH}	RD or WR High to ALE High	43	123	t _{CLCL} -20	t _{CLCL} +25	ns

External Program Memory Read Cycle



External Data Memory Read Cycle

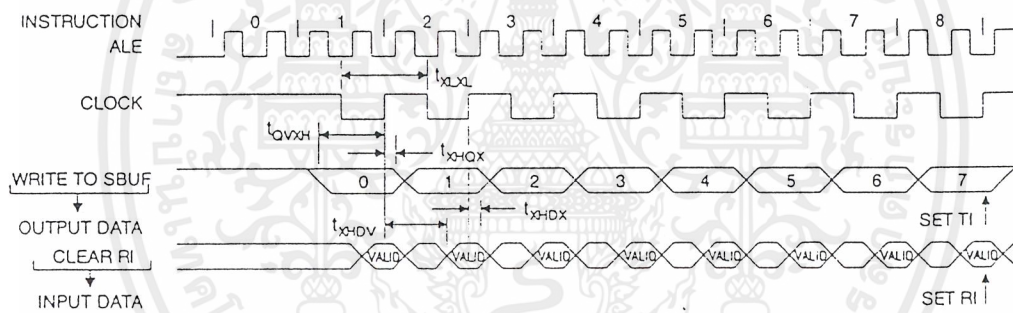


Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

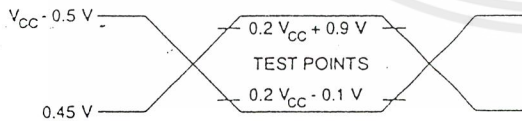
(V_{CC} = 5.0 V ± 20%; Load Capacitance = 80 pF)

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t _{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		12t _{CLCL}		μs
t _{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		10t _{CLCL} -133		ns
t _{XHOX}	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		2t _{CLCL} -33		ns
t _{XHOX}	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
t _{XHDV}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		10t _{CLCL} -133	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

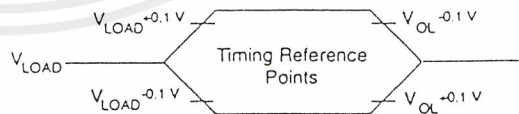


AC Testing Input/Output Waveforms ⁽¹⁾



Note: 1. AC Inputs during testing are driven at V_{CC} - 0.5 V for a logic 1 and 0.45 V for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Float Waveforms ⁽¹⁾



Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.





Ordering Information

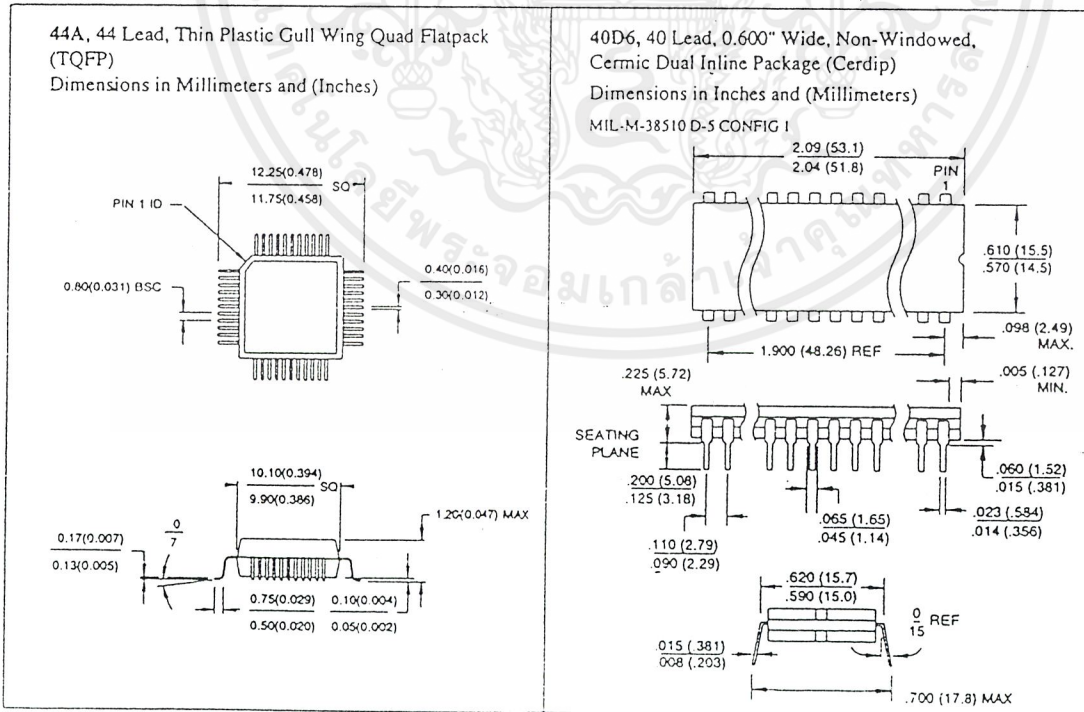
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range		
12	5 V ± 20%	AT89C51-12AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89C51-12JC	44J			
		AT89C51-12PC	40P6			
		AT89C51-12QC	44Q			
			AT89C51-12AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)	
			AT89C51-12JI	44J		
			AT89C51-12PI	40P6		
			AT89C51-12QI	44Q		
			AT89C51-12AA	44A	Automotive (-40°C to 125°C)	
			AT89C51-12JA	44J		
AT89C51-12PA			40P6			
AT89C51-12QA			44Q			
5 V ± 10%		AT89C51-12DM	40D6	Military (-55°C to 125°C)		
		AT89C51-12LM	44L			
		AT89C51-12DM/883	40D6	Military/883C Class B, Fully Compliant (-55°C to 125°C)		
		AT89C51-12LM/883	44L			
16	5 V ± 20%	AT89C51-16AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89C51-16JC	44J			
		AT89C51-16PC	40P6			
		AT89C51-16QC	44Q			
			AT89C51-16AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)	
			AT89C51-16JI	44J		
			AT89C51-16PI	40P6		
			AT89C51-16QI	44Q		
			AT89C51-16AA	44A	Automotive (-40°C to 125°C)	
			AT89C51-16JA	44J		
AT89C51-16PA			40P6			
AT89C51-16QA			44Q			
20	5 V ± 20%	AT89C51-20AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89C51-20JC	44J			
		AT89C51-20PC	40P6			
		AT89C51-20QC	44Q	Industrial (-40°C to 85°C)		
		AT89C51-20AI	44A			
		AT89C51-20JI	44J			
		AT89C51-20PI	40P6			
		AT89C51-20QI	44Q			
24	5 V ± 20%	AT89C51-24AC	44A	Commercial (0°C to 70°C)		
		AT89C51-24JC	44J			
		AT89C51-24PC	44P6			
		AT89C51-24QC	44Q			
				AT89C51-24AI	44A	Industrial (-40°C to 85°C)
				AT89C51-24JI	44J	
				AT89C51-24PI	44P6	
				AT89C51-24QI	44Q	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Package Type	
44A	44 Lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
40D6	40 Lead, 0.600" Wide, Non-Windowed, Ceramic Dual Inline Package (Cerdip)
44J	44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
44L	44 Pad, Non-Windowed, Ceramic Leadless Chip Carrier (LCC)
40P6	40 Lead, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
44Q	44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)

Packaging Information

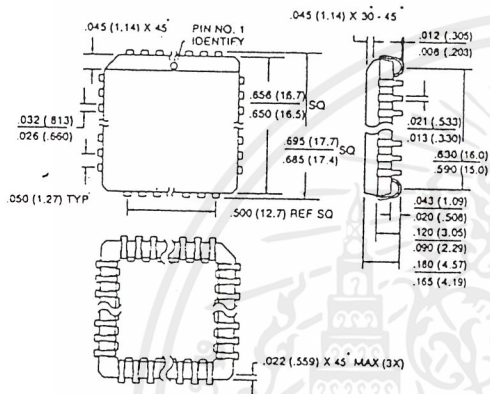


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

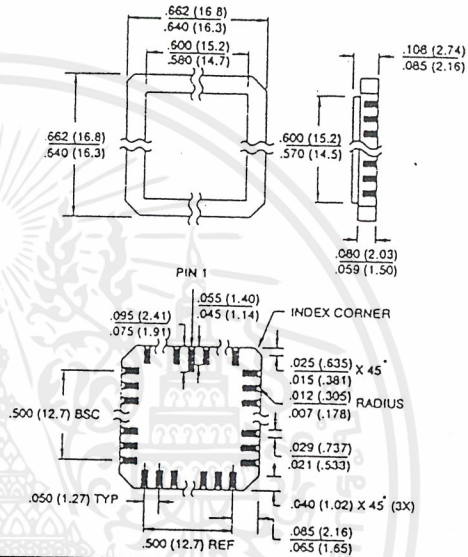


Packaging Information

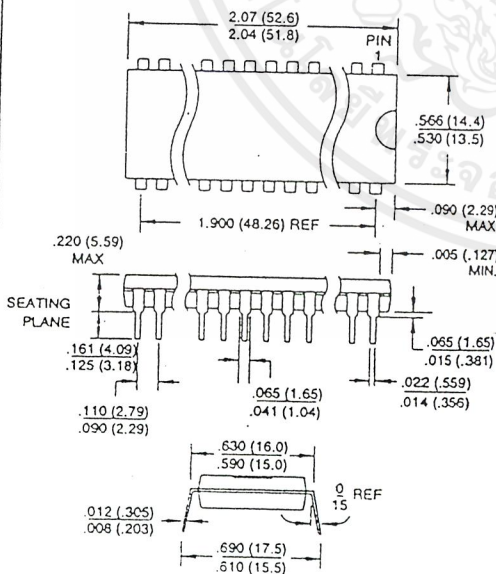
44J, 44 Lead, Plastic J-Leaded Chip Carrier (PLCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC OUTLINE M10-047 AC



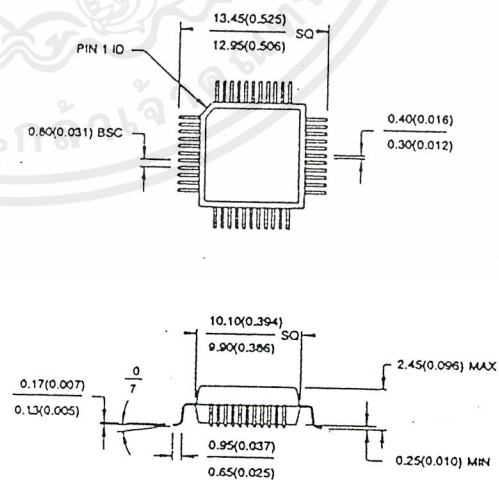
44L, 44 Pad, Non-Windowed,
 Ceramic Leadless Chip Carrier (LCC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



40P6, 40 Lead, 0.600" Wide,
 Plastic Dual In-Line Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



44Q, 44 Lead, Plastic Gull Wing Quad Flatpack (PQFP)
 Dimensions in Millimeters and (Inches)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้