ทุนการพัฒนาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเ

ประจำปี 2529

รายงานผล การวิจัย

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

629.8
ก284ก
ฉ.1

Department of Electrical Engineering
Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนการพัฒนาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประจำปี 2529

รายงานผล การวิจัย

การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

Development of Microprocessor based Elevator Controller

โดย

รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

9 ธันวาคม 2531

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I21305365 22 ก.ย. 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

069334

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
ชื่อผู้วิจัย รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการวิจัย ระบบเชิงเลข
แหล่งทุนวิจัย ทุนพัฒนาวิชาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Unit cell) โครงการประจำปี 2529

บทคัดย่อ

รายงานการวิจัยนี้ กล่าวถึงรายละเอียดการพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นแกนกลางในการควบคุม จุดประสงค์หลักคือการสร้างเครื่องควบคุมไมโครคอมพิวเตอร์ ใช้แทนเครื่องควบคุมแบบรีเลย์เดิม ให้สามารถใช้งานได้จริงในอุตสาหกรรม ขั้นตอนการพัฒนามีการศึกษาระบบลิฟท์ การออกแบบและสร้างฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม การพัฒนาโปรแกรมควบคุมลิฟท์ การทดสอบระบบ และการติดตั้งใช้งานจริง ระบบลิฟท์เป้าหมายเป็นลิฟท์โดยสารเดี่ยวไม่เกิน 24 ชั้น ใช้มอเตอร์กระแสสลับสองความเร็วในการขับเคลื่อน การควบคุมการทำงานเป็นแบบซีเลคทีฟ คอลเลตทีฟ ระบบใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ขนาด 8 บิท หน่วยความจำ 24 กิโลไบท์ มีหน่วยอินพุทและเอาท์พุทแบบดิจิตอลสำหรับการควบคุม โปรแกรมควบคุมระบบใช้หลักการแปลแผนภาพขั้นบันไดของวงจรควบคุมลิฟท์ ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมการแปลแผนภาพขั้นบันได สำหรับโครงการนี้โดยเฉพาะ ได้นำระบบที่ออกแบบและสร้างขึ้นไปติดตั้งทดสอบที่โรงพยาบาลกรุงธน เป็นเวลา 5 เดือน ผลการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project title	Development of Microprocessor based Elevator Controller
Researcher	Associate prof. Krisada Visavateeranon
Laboratory	Digital System Research Laboratory Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering
Research fund	Science and Technology development Chulalongkorn University 1986

Abstract

This report presents a development of microprocessor-based simplex elevator controller. The main objective is to develop an industrial grade elevator microcomputer controller to replace the old fashion relay controller. Developing steps concern studying of elevator system, designing and construction of controller's hardware, software development, system testing and actual installation. The target elevator is a simplex elevator not more than 24 floors and drived by two speed AC motor. The control method utilizes fully selective collective control. The controller employs 8 bit microprocessor with 24 kilobyte memory and digital input output unit. The software employs the interpretation of elevator control ladder diagram. The ladder interpreter is developed for this specific purpose. The complete system was installed and tested with a passenger elevator at Krungthon hospital for 5 months. And the testing gave the satisfactory result.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วง ด้วยดีโดยความช่วยเหลือจาก คุณนรังสรรค์ วิไลสกุลยงค์ คุณสำราญ ชูตวงเด่น ที่ให้ความช่วยเหลือในการออกแบบสร้าง และ เขียนโปรแกรม ของเครื่องควบคุม นอกจากนั้นยังได้รับความร่วมมือและความเอื้อเฟื้ออย่างดีจาก บริษัทไทยลิฟท์ อินดัสตรี ที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษาระบบลิฟท์ อุปกรณ์ทดลอง ลิฟท์จำลอง และช่วยติดต่ออำนวยความสะดวกในการทดลองติดตั้งลิฟท์ใช้งานจริงที่โรงพยาบาลกรุงธน ขอขอบคุณโรงพยาบาลกรุงธนที่ให้โอกาสในการทดสอบระบบควบคุมลิฟท์

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านซึ่งมีส่วนร่วมในโครงการวิจัยนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....		ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....		ข
กิตติกรรมประกาศ.....		ค
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ความเป็นมา.....	1
	1.2 วัตถุประสงค์.....	2
	1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	2
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2	โครงสร้างและการทำงานของลิฟท์โดยสาร	4
	2.1 โครงสร้างและการทำงานของลิฟท์	4
	2.2 ชนิดของลิฟท์	7
	2.3 ลิฟท์รีเลย์	9
บทที่ 3	การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมลิฟท์โดยสาร	13
	3.1 การประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมลิฟท์	13
	3.2 การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในลิฟท์	13
	3.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ขับนำลิฟท์	16
	3.4 การควบคุมกลุ่มลิฟท์	18
	3.5 ลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ของต่างประเทศ	18
บทที่ 4	แนวทางในการออกแบบเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยว	20
	4.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์	20
	4.2 แนวความคิดของโปรแกรมควบคุมระบบ	24
บทที่ 5	ฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม	27
	5.1 ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์	27
	5.2 Logging Data & Watchdog	29
	5.3 วงจรอินเตอร์เฟส	32
	5.4 วงจรรีเลย์ขับนำ	36
	5.5 ตู้ควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์	37
	5.6 ระบบความปลอดภัยของลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์	37
บทที่ 6	ซอฟท์แวร์ควบคุมระบบ	41
	6.1 พีแอลซี	41

6.2 แผนภาพชั้นบันได 43
6.3 โปรแกรมควบคุมลิฟท์ 43
6.4 รายละเอียดของโปรแกรม 50
6.5 การทำงานของแผนภาพชั้นบันได 57
บทที่ 7 การทดสอบและการติดตั้งใช้งานจริง 65
7.1 ขั้นตอนการทดสอบ 65
7.2 ลิฟท์จำลอง 65
7.3 การพัฒนาและทดสอบ 67
7.4 การติดตั้งและทดสอบใช้งานจริง 69
บทที่ 8 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 73
8.1 สรุปผลการวิจัย 73
8.2 ข้อเสนอแนะ 75
เอกสารอ้างอิง 76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเบื้องต้น

ปัจจุบันในกรุงเทพมหานครและตามหัวเมืองใหญ่ ๆ จะมีการสร้างอาคารสูงขึ้นมากมาย ส่วนใหญ่จะเป็นอาคารสำนักงาน โรงงาน แฟลต คอนโดมิเนียม และโรงพยาบาล ในอาคารสูงเกิน 5 ชั้น มักจะมีลิฟท์สำหรับการขนส่งผู้โดยสารเพื่อลำเลียงขึ้นชั้นสูง ๆ ของตึก นอกจากนั้น ยังใช้ในการขนของขึ้นลงจากตึกด้วย การขยายตัวของอาคารสูงนี้ทำให้ความต้องการของลิฟท์โดยสารเพิ่มสูงขึ้นมาก ลิฟท์โดยสารส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศมักจะนำเข้าจากต่างประเทศ จึงทำให้สูญเสียเงินต่างประเทศปีละไม่ใช่น้อย จากสถิติการนำเข้าของกรมศุลกากรมีการนำเข้าลิฟท์โดยสารและอาหลั่ยในปี 2529 เกินกว่า 300 ล้านบาท

ในประเทศมีบริษัทที่สามารถผลิตลิฟท์โดยสารได้ไม่กี่ราย ส่วนใหญ่จะเป็นการประกอบโดยใช้ชิ้นส่วนที่ส่งมาจากต่างประเทศ ชิ้นส่วนที่สำคัญได้แก่ มอเตอร์ อุปกรณ์ขับนำ รอก อุปกรณ์ควบคุม เป็นต้น สำหรับห้องลิฟท์สามารถประกอบได้โดยใช้ชิ้นส่วนในประเทศ ส่วนตู้ควบคุมลิฟท์โดยสารซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการควบคุมลิฟท์นั้น ยังใช้อุปกรณ์พวกรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า เป็นองค์ประกอบหลักในการประกอบวงจรควบคุม รีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้านี้แม้จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ทนทานและทนต่อสภาพการใช้งานในอุตสาหกรรม แต่มีข้อเสียตรงที่มีขนาดใหญ่ กินไฟ และประกอบเป็นวงจรควบคุมที่ซับซ้อนได้ยาก วงจรควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวมักจะเป็นวงจรรีเลย์ ซึ่งให้การควบคุมแบบ Collective ซึ่งเพียงพอสำหรับการใช้งานทั่วไปในตึก แต่จำนวนผู้ใช้ลิฟท์มีมากขึ้น ต้องเพิ่มจำนวนลิฟท์เป็น 2 หรือ 3 ตัว ลิฟท์เดี่ยวแต่ละตัวจะต้องทำงานประสานกันเป็นกลุ่มลิฟท์ เมื่อมีการกดเรียกลิฟท์ในชั้นใด กลุ่มลิฟท์จะมอบหมายให้ลิฟท์ตัวใดตัวหนึ่งที่อยู่ใกล้ไปบริการที่ชั้นนั้น การมอบหมายให้ลิฟท์ไปบริการที่ชั้นต่าง ๆ จะต้องพิจารณาถึงความรวดเร็ว การประหยัดพลังงานเป็นสำคัญ การควบคุมกลุ่มลิฟท์นี้เป็นการควบคุมที่ซับซ้อน วงจรรีเลย์สามารถทำได้โดยยาก จำเป็นต้องใช้วงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวสั่งการที่สำคัญ

ในการวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์โดยในขั้นต้นจะใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยว แทนวงจรรีเลย์เดิมก่อน ทดสอบระบบให้มีความมั่นใจว่า สามารถใช้ควบคุมลิฟท์โดยสารที่ใช้ในอาคารได้จริง จากนั้นจะขยายการวิจัยออกไป ระยะที่สอง ซึ่ง

จะขยายความสามารถของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ให้สามารถควบคุมการทำงานของกลุ่มลิฟท์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป โดยให้ลิฟท์โดยสารเดี่ยวแต่ละตัวสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการควบคุมลิฟท์ให้ทำงานประสานเป็นกลุ่ม

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปควบคุมลิฟท์นั้น ในขั้นแรก ได้มุ่งที่การควบคุมลำดับ (Sequential Control) ของลิฟท์ โดยรับสัญญาณดิจิตอลจากตัวลิฟท์ เช่นตำแหน่งการกดปุ่มเรียกลิฟท์ เข้ามาประมวลจากนั้นจะส่งสัญญาณดิจิตอลขาออกไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ส่วนขับนำและประตู ในการประมวลได้ใช้เทคนิคของการเขียนโปรแกรมโดยใช้วงจรรูปภาพขั้นบันได (Ladder diagram) ซึ่งสามารถทำได้ง่าย และช่างเทคนิคคุ้นเคยกันดี ตู้ควบคุมลิฟท์ที่พัฒนาขึ้นมาได้นำไปติดตั้งและทดสอบที่โรงพยาบาลกรุงธน เป็นเวลานาน 6 เดือน โดยได้รับความร่วมมือจาก บริษัทไทยลิฟท์อินดัสตรี ในการติดตั้งและทดลองระบบนี้ การทดลองได้นำมาใช้ในการปรับปรุง ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ของระบบต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมลิฟท์โดยสาร
2. ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของลิฟท์โดยสารเดี่ยวที่ผลิตในประเทศ
3. ทดสอบความเป็นไปได้ในการขยายระบบไปเป็นการควบคุมกลุ่มลิฟท์โดยสาร

1.3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาการทำงานของลิฟท์โดยสาร และวงจรควบคุมแบบรีเลย์
2. ศึกษาลิฟท์โดยสารที่นำเข้าจากต่างประเทศ
3. สร้างแบบจำลองลิฟท์โดยสารเพื่อใช้ในการทดลอง
4. ออกแบบเครื่องควบคุมลิฟท์โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์
5. ออกแบบและเขียนซอฟท์แวร์สำหรับเครื่องควบคุมลิฟท์
6. ทดลองกับแบบจำลองลิฟท์ที่สร้างขึ้นและแก้ไข ซอฟท์แวร์
7. ออกแบบฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมลิฟท์ที่ใช้กับลิฟท์จริง
8. ทดลองกับลิฟท์จริงโดยการนำไปติดตั้งใช้งาน
9. แก้ไขฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์เพื่อให้ใช้งานได้จริง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้

1. ทำให้เข้าใจการทำงานของลิฟท์ที่ผลิตทั้งในและนอกประเทศ
2. ได้เครื่องต้นแบบของ เครื่องควบคุมลิฟท์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้จริง
3. ส่งเสริมให้อุตสาหกรรมลิฟท์ในประเทศ ใช้เทคโนโลยีแบบใหม่นี้ เพื่อให้สามารถผลิตลิฟท์ที่มีคุณภาพดีขึ้น

1.5 งบประมาณ (ปี 2529 ตค. 2529 ถึง มีค. 2530)

1.	วัสดุ	40,000	บาท
2.	ค่าจ้าง	18,000	บาท
3.	ค่าใช้สอย	4,000	บาท
	รวม	62,000	บาท

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
โครงสร้างและการทำงานของลิฟท์โดยสาร

2.1 โครงสร้างและการทำงานของลิฟท์

รูป 2.1 เป็นตัวอย่างของโครงสร้างของลิฟท์โดยสาร แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของลิฟท์ ส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. ตัวลิฟท์ (car) และห้องลิฟท์

เป็นส่วนที่ใช้บรรทุกผู้โดยสารหรือสิ่งของประกอบด้วย ห้องลิฟท์ ประตูลิฟท์ สาแหรก และพื้นตัวลิฟท์ ส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้โดยสารใช้ลิฟท์จะคุ้นเคยมากที่สุด ภายในห้องลิฟท์จะมีผนัง เพดาน พื้น หลอดไฟให้ความสว่าง พัดลมดูดอากาศ ปุ่มกดเพื่อบังคับลิฟท์ไปชั้นต่าง ๆ โทรศัพท์หรืออุปกรณ์สื่อสารสำหรับติดต่อกับภายนอกเมื่อลิฟท์ขัดข้อง

ประตูลิฟท์เป็นกลอุปกรณ์ที่สำคัญใช้ในการเปิดปิดประตูทางเข้าออกจากห้องลิฟท์ ส่วนขับเครื่องประตูเป็นมอเตอร์ที่ถูกควบคุมให้ปิดประตูด้วยความเร็วที่เหมาะสม มีอุปกรณ์ตรวจสอบความปลอดภัย เช่น Safety shoe ป้องกันประตูหนีบผู้โดยสาร และสวิทช์แสงที่ใช้ตรวจสอบผู้โดยสารตรงบริเวณประตู

ตัวลิฟท์จะแขวนอยู่กับรอกของเครื่องลิฟท์ด้วยลวดสริงค์

2. ส่วนขับเคลื่อนลิฟท์ (driving machine)

เป็นส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนและหยุดลิฟท์ ตามปรกติอยู่เหนือชั้นบนสุดของลิฟท์ อยู่ในห้องเครื่อง อุปกรณ์ขับที่นิยมใช้คือ มอเตอร์ มีทั้งมอเตอร์กระแสตรงและกระแสสลับ เพลามอเตอร์จะต่อ เข้ากับเกียร์สำหรับลดความเร็วและเบรคสำหรับหยุดการเคลื่อนที่ของลิฟท์ กำลังขับเคลื่อนจากเกียร์จะส่งให้รอกซึ่งมีลวดสริงค์ดึงตัวลิฟท์ คล้องอยู่

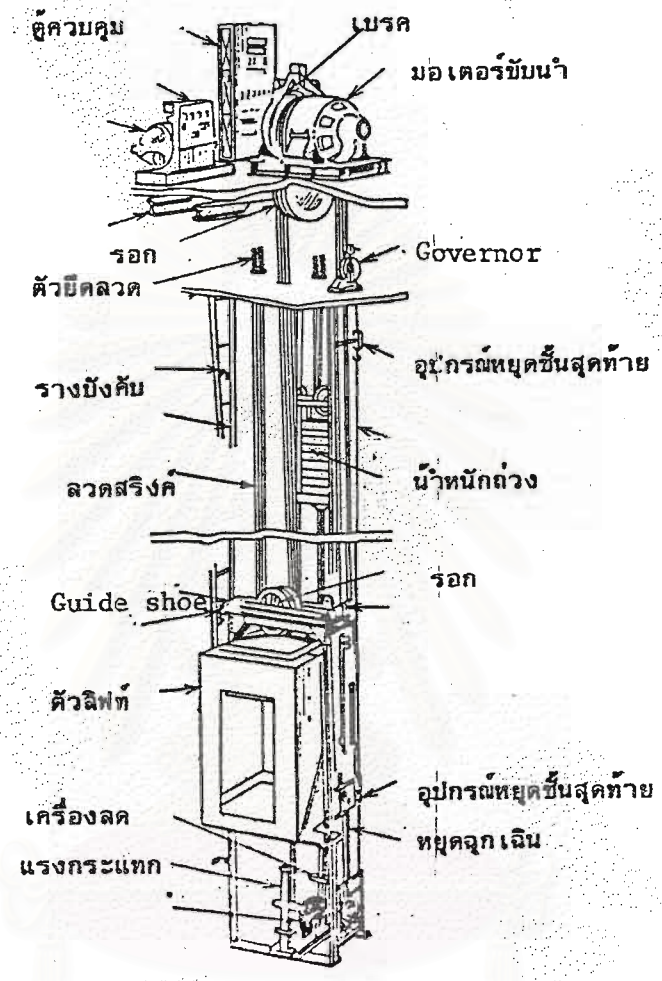
3. น้ำหนักถ่วง (counter weight)

เป็นตุ้มน้ำหนักทำด้วยเหล็กตัน แขวนอยู่ที่ปลายอีกด้านหนึ่งของลวดสริงค์ ใช้ในการถ่วงน้ำหนักของตัวลิฟท์ ตุ้มน้ำหนักนี้จะหนักเท่า ๆ กับตัวลิฟท์ เพื่อลดโหลดของมอเตอร์ ในการขับลิฟท์ให้เคลื่อนที่ขึ้นลง ตุ้มน้ำหนักนี้จะวิ่งสวนทางกับตัวลิฟท์ และจะวิ่งอยู่ในรางบังคับ

4. รางบังคับ (guide rail)

เป็นรางบังคับการวิ่งขึ้นลงของตัวลิฟท์ เป็นรางยาวอยู่ด้านข้างทั้งสองทั้งตลอดแนวปล่องลิฟท์ ตัวลิฟท์จะมีลูกล้อที่ด้านข้างทั้งสองด้านวิ่งบนรางบังคับนี้ สำหรับน้ำหนักถ่วงจะมีรางบังคับ ตลอดแนวปล่องลิฟท์แยกต่างหากจากรางบังคับลิฟท์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 2.1 โครงสร้างของลิฟท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ปล่องลิฟท์ (hoistway)

เป็นส่วนของอาคารซึ่งออกแบบก่อสร้างไว้สำหรับติดตั้งลิฟท์ มีลักษณะเป็นปล่องทะลุติดต่อระหว่างชั้น ตลอดความสูงที่ลิฟท์วิ่งขึ้นลง รวมทั้งส่วนที่เป็นบ่อลิฟท์ขึ้นไปจนถึงใต้พื้นห้องเครื่องหรือใต้พื้นหลังคา

6. ตู้ควบคุมการทำงาน (Controller)

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์ คือ ควบคุมการเดินหน้าถอยหลังของมอเตอร์ขับลิฟท์ เพื่อเคลื่อนลิฟท์ขึ้นลง ควบคุมเบรคเพื่อหยุดลิฟท์ เปิดปิดประตูลิฟท์ ตู้ควบคุมจะรับสัญญาณจากสวิทช์ปุ่มกดเรียกลิฟท์จากส่วนต่าง ๆ และรับสัญญาณจากตัวตรวจวัดตำแหน่งลิฟท์ สัญญาณความปลอดภัยต่าง ๆ จากนั้นจะบังคับให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องลิฟท์ทำงานได้อย่างถูกต้อง ภายในตู้ควบคุมจะประกอบด้วยรีเลย์ คอนแทคเตอร์ และเครื่องป้องกันต่าง ๆ ส่วนที่เป็นมันสมองมีทั้งที่เป็นแบบรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

7. สวิทช์ปุ่มกดบังคับลิฟท์ (call switch)

สวิทช์ปุ่มกดบังคับลิฟท์แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ

ก) ปุ่มกดภายในตัวลิฟท์ (car call) เป็นสวิทช์ปุ่มกดซึ่งอยู่ภายในห้องลิฟท์ เมื่อผู้โดยสารเข้าไปในลิฟท์จะกดปุ่มบอกชั้นที่ต้องการจะไป ปุ่มเหล่านี้จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนชั้น ที่ลิฟท์สามารถบริการได้

ข) ปุ่มกดเรียกลิฟท์ (hall call) เป็นสวิทช์ปุ่มกดอยู่ทางด้านข้างประตูทางเข้าลิฟท์อยู่ตามชั้นต่าง ๆ ปุ่มเหล่านี้จะอยู่ภายนอกตัวลิฟท์ใช้สำหรับเรียกลิฟท์มารับ แต่ละชั้นมักจะมีสองปุ่ม คือปุ่มเรียกขึ้น (hall call up) และปุ่มเรียกลง (hall call down)

นอกจากนี้ยังมีปุ่มกดสำหรับบังคับประตูให้เปิดปิด และมีสัญญาณไฟหรือไฟตัวเลขแสดงชั้นที่ลิฟท์อยู่ และหลอดไฟสัญญาณแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของลิฟท์ด้วย

8. บ่อลิฟท์และเครื่องลดแรงกระแทก (buffer)

ตรงบริเวณชั้นล่างสุดของปล่องลิฟท์จะเป็นบ่อลิฟท์ที่อยู่ใต้ระดับพื้นตัวลิฟท์ในบ่อลิฟท์จะมีเครื่องลดแรงกระแทก สำหรับหยุดการเคลื่อนที่ของตัวลิฟท์หรือน้ำหนักถ่วง เมื่อตัวลิฟท์หรือน้ำหนักถ่วงวิ่งลงเลยระดับต่ำสุดปรกติที่กำหนดไว้

9. กลอุปกรณ์ความปลอดภัย (safety devices)

ในระบบลิฟท์จะต้องมีกลอุปกรณ์ความปลอดภัย เพื่อคุ้มครองผู้โดยสารจากอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้ จากการทำงานผิดพลาดของลิฟท์ กลอุปกรณ์ความปลอดภัยมีส่วนดังนี้

ก) กลอุปกรณ์หยุดชั้นสุดท้าย (terminal stopping

devices) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้ชั้นบนสุดและล่างสุดเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวลิฟท์วิ่งเลยชั้นจอดไปกระแทกใต้พื้นห้องเครื่อง หรือพื้นบ่อลิฟท์ กลอุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่ กลอุปกรณ์หยุดชั้นสุดท้ายปรกติ กลอุปกรณ์จำกัดความเร็วชั้นสุดท้ายฉุกเฉิน

ข) เครื่องนิรภัย เป็นอุปกรณ์ทางกลที่ติดตั้งอยู่กับตัวลิฟท์หรือน้ำหนักถ่วง มีหน้าที่ในการล็อกตัวลิฟท์หรือน้ำหนักถ่วง อยู่กับรางบังคับ เมื่อลิฟท์วิ่งด้วยความเร็วเกินกำหนด หรือลวดสริงค์ขาด

2.2 ชนิดของลิฟท์

ลิฟท์ที่ใช้งานในปัจจุบันมีหลายชนิด หลายประเภท โดยแบ่งตามการใช้งาน ความเร็วของการวิ่งขึ้นลง การขับเคลื่อน และวิธีการเรียกและรับส่งผู้โดยสาร

2.2.1 การแบ่งชนิดของลิฟท์ตามการใช้งาน

แบ่งลิฟท์ตามการใช้งานออกเป็น

1. ลิฟท์โดยสาร (passenger elevator) ใช้ในการขนส่งผู้โดยสารเป็นหลัก เป็นลิฟท์ทั่วไปที่ใช้ตามตึกและอาคารสูง

2. ลิฟท์ขนของ (freight elevator) ใช้ในการขนของ ส่งตามชั้นต่าง ๆ

3. ลิฟท์โดยสารและขนของ (passenger-freight elevator) ใช้ทั้งรับส่งผู้โดยสารและขนของด้วย ลิฟท์ชนิดนี้มีโครงสร้างของห้องลิฟท์แตกต่างจากลิฟท์โดยสารทั่วไป

4. ลิฟท์ในโรงพยาบาล (hospital elevator) ใช้ในการขนเตียงคนไข้ และรับส่งผู้โดยสาร ห้องลิฟท์จะกว้าง และลึกกว่าลิฟท์โดยสารทั่วไป

5. ลิฟท์ขนรถยนต์ (motor-car elevator) ใช้ขนส่งรถยนต์ขึ้นไปจอดตามชั้นต่าง ๆ ในตึกจอดรถยนต์ ยังไม่มีใช้ในประเทศไทย แต่มีใช้กันมากในต่างประเทศ ห้องลิฟท์จะกว้างใหญ่แต่เพดานต่ำ เพื่อให้ใช้พื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ลิฟท์ส่งของขนาดเล็ก (dumbwaiter) เป็นลิฟท์ที่ใช้ขนของเบา ๆ มีห้องลิฟท์เล็กว่า 1 ลูกบาศเมตร ใช้ในการขนของ เช่น ขนอาหารในภัตตาคาร ขนเอกสารและหนังสือในร้านหนังสือ ขนอะไหล่ในโกดังเก็บ เป็นต้น

2.2.2 การแบ่งชนิดของลิฟท์ตามความเร็ว

ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลิฟท์จะแตกต่างกันตามอุปกรณ์และวิธีการในการขับเคลื่อนความเร็วของลิฟท์จะอยู่ในช่วง 30 เมตร/นาที จนถึง 500 เมตร/นาที ลิฟท์ที่เคลื่อนที่เร็วจะต้องใช้เทคโนโลยีทันสมัยในการขับเคลื่อนและควบคุม เราสามารถแบ่งชนิดของลิฟท์ตามความเร็วในการเคลื่อนที่ดังนี้

1. ลิฟท์ความเร็วต่ำ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำกว่า 45 เมตร/นาที
2. ลิฟท์ความเร็วปานกลาง เคลื่อนที่ด้วยความเร็วในช่วง 60 ถึง 105 เมตร/นาที
3. ลิฟท์ความเร็วสูง ส่วนมากจะเป็นลิฟท์ที่ไม่มีเกียร์ (gearless) สามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า 120 เมตร/นาที

ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีการขับเคลื่อนใหม่ สามารถควบคุมให้ลิฟท์เคลื่อนที่ได้เร็วถึง 600 เมตร/นาที

2.2.3 การแบ่งชนิดลิฟท์ตามการขับเคลื่อน

การขับเคลื่อนลิฟท์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และขับเคลื่อนด้วยไฮโดรลิกค์ ชนิดไฮโดรลิกค์ เหมาะสำหรับการขนส่งของหนัก แต่จะเคลื่อนที่ช้า

การขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นวิธีการที่นิยมกันใช้มากที่สุด มอเตอร์ที่ใช้มีทั้งมอเตอร์กระแสสลับ และมอเตอร์กระแสตรง มอเตอร์กระแสสลับจะขับเคลื่อนลิฟท์ด้วยความเร็วต่ำ คือ ต่ำกว่า 60 เมตร/นาที ในขณะที่มอเตอร์กระแสตรงที่มีการควบคุมความเร็วสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า 90 เมตร/นาที

การขับเคลื่อนลิฟท์ด้วยมอเตอร์จะต้องมีเกียร์สำหรับลดความเร็วรอบของมอเตอร์ลงไปขับนำห้องลิฟท์ ลิฟท์ที่ต้องใช้เกียร์จะเป็นลิฟท์ความเร็วต่ำและปานกลาง ในปัจจุบันลิฟท์ความเร็วสูง จะไม่มีเกียร์สำหรับลดความเร็วรอบ เรียกลิฟท์ชนิดนี้ว่า gearless elevator

2.2.4 การแบ่งชนิดลิฟท์ตามวิธีการรับส่งผู้โดยสาร

การควบคุมลิฟท์ให้สามารถรับส่งผู้โดยสารตามชั้นต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะใช้วิธีการต่าง ๆ โดยพิจารณาความเร็วของลิฟท์ และทราฟฟิกของการใช้ลิฟท์นั้น วิธีการเรียกและรับส่งผู้โดยสารมีหลายวิธีดังนี้

1. Single Automatic เป็นการควบคุมลิฟท์ที่ง่ายที่สุด ปุ่มเรียกลิฟท์ในแต่ละชั้นจะมีเพียงปุ่มเดียว เมื่อเข้าไปในลิฟท์ จะมีปุ่ม car call สำหรับบังคับลิฟท์ให้ไปที่ชั้นที่ต้องการ ในขณะที่บังคับลิฟท์นั้น จะไม่ตอบรับกับการเรียกลิฟท์ hall call ภายนอก เมื่อลิฟท์หยุดที่ชั้นที่ต้องการ ประตูจะเปิดเองโดยอัตโนมัติ หลังจากนั้น หลายวินาทีประตูจะปิดเอง และลิฟท์จะเคลื่อนไปบริการ การเรียกลิฟท์ที่ชั้นอื่น ลิฟท์ที่ให้บริการแบบนี้มักจะเป็นลิฟท์ความเร็วต่ำ ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสสลับ นิยมใช้ในโรงงาน โกดังเก็บสินค้า และโรงพยาบาลเล็ก ๆ

2. Selective Collective เป็นการควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวและคู่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด ปุ่มเรียกลิฟท์ hall call ตามชั้นต่าง ๆ จะมี 2 ปุ่ม คือปุ่มเรียกลิฟท์ขึ้น และปุ่มเรียกลิฟท์ลง วงจรควบคุมลิฟท์สามารถจำการเรียกลิฟท์

ที่ชั้นต่าง ๆ และสามารถบังคับให้ลิฟท์หยุดจอดรับผู้โดยสารที่จะไปในทิศทางเดียวกันได้ เมื่อบริการผู้โดยสารหมดจะจอดรอการเรียกอยู่ที่ชั้นสุดท้ายที่จอดนั้น หรือกลับมาจอดที่ชั้นที่กำหนด ลิฟท์ชนิดนี้เหมาะสำหรับลิฟท์ความเร็วปานกลาง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสสลับสองความเร็ว มักใช้ในอาคารพาณิชย์ แฟลต และโรงแรม

3. Dual Selective Collective ปรกติจะทำงานเหมือนกับชนิด Selective Collective แต่ในช่วงที่มีผู้โดยสารหนาแน่น เช่น ตอนเช้า หรือ ตอนเย็น ก็ใช้ผู้ควบคุมลิฟท์บังคับลิฟท์ให้วิ่งส่งผู้โดยสารได้ ลิฟท์ชนิดนี้มักเป็นลิฟท์ความเร็วปานกลาง และลิฟท์ความเร็วสูง นิยมใช้ในอาคารพาณิชย์ ตึกสูง ห้างสรรพสินค้า เป็นต้น

4. Group Control เป็นการควบคุมการทำงานของกลุ่มลิฟท์ซึ่งมีจำนวน ตั้งแต่ 3 ถึง 8 ตัว โดยควบคุมให้ลิฟท์แต่ละตัวทำงานประสานงานกันเพื่อให้สามารถบริการผู้โดยสารตามชั้นต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ประสิทธิภาพในที่นี้คำนึงถึงเวลาในการรอลิฟท์ที่สั้น ประหยัดพลังงาน และสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของทราฟฟิกการใช้ลิฟท์ได้ทันท่วงที บริเวณหน้าลิฟท์จะมีปุ่มเรียกลิฟท์เพียงชุดเดียว เมื่อเรียกลิฟท์หน่วยควบคุมจะกำหนดให้ลิฟท์ที่เหมาะสมมาบริการให้แก่ผู้เรียกในชั้นนั้น ก่อนที่ลิฟท์จะเคลื่อนมาถึงจะแจ้งผู้โดยสารให้ทราบโดยใช้สัญญาณเสียงและหลอดไฟ (hall lantern) เพื่อให้ผู้โดยสารเตรียมตัวขึ้นลิฟท์ตัวที่จะจอดรับได้ถูกต้องและรวดเร็ว หน่วยควบคุมกลุ่มลิฟท์นี้สามารถแยกแยะทราฟฟิกต่าง ๆ ได้ เช่น ช่วงเช้า ช่วงเย็นเลิกงาน เวลาปรกติ เวลากลางคืนซึ่งมีการใช้งานน้อย หน่วยควบคุมสามารถจดจำรูปแบบการบริการต่าง ๆ ที่เหมาะกับทราฟฟิกนั้นได้ เช่นในเวลากลางคืนอาจหยุดลิฟท์บางตัว เพื่อประหยัดพลังงาน ในช่วงเช้ามีผู้โดยสารขึ้นมากกว่าลง และในช่วงเย็นเลิกงานจะมีผู้โดยสารลงมากกว่าขึ้น เป็นต้น

ลิฟท์ที่มีการควบคุมชนิดนี้มักจะนิยมใช้กันในอาคารพาณิชย์ใหญ่ ๆ ที่มีผู้โดยสารมากเป็นลิฟท์ความเร็วสูง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์กระแสตรง

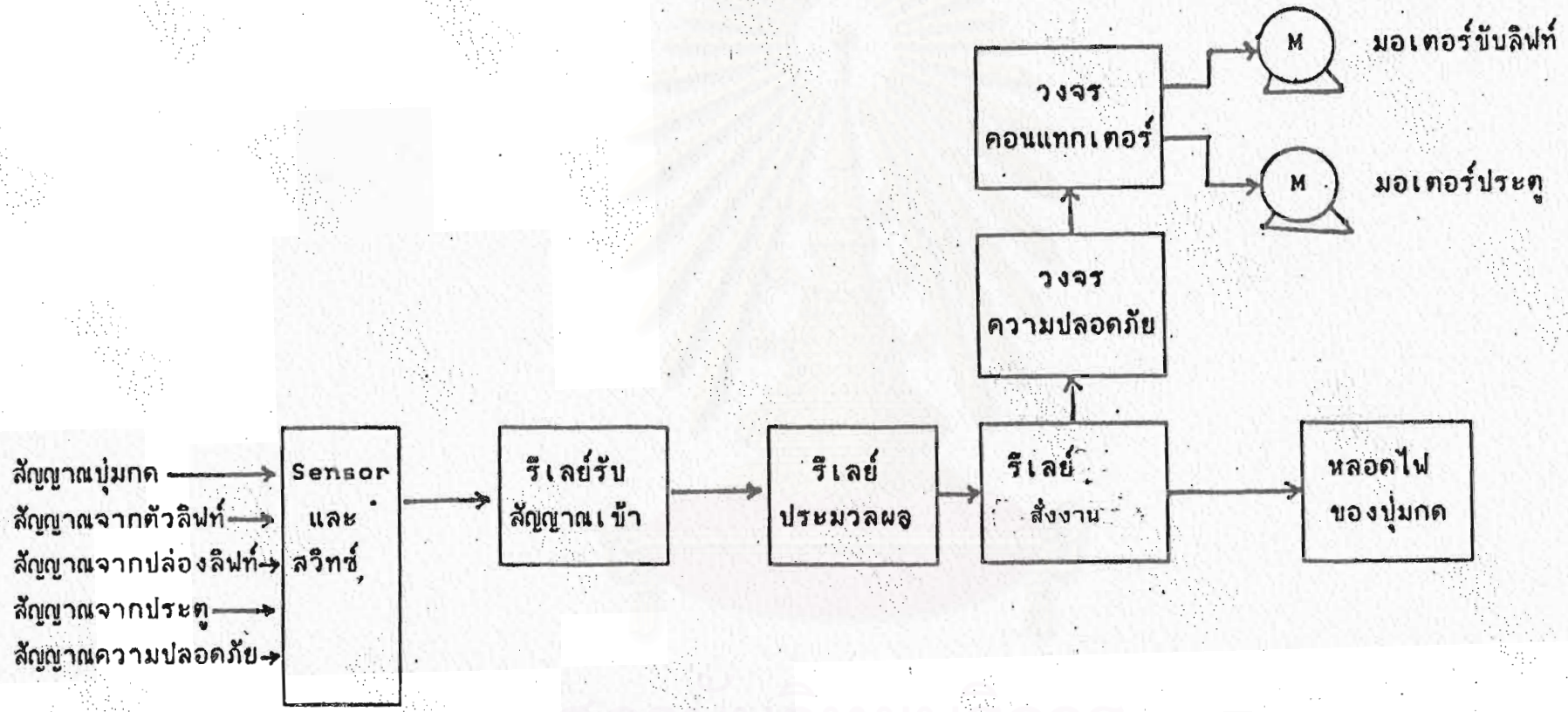
2.3 ลิฟท์รีเลย์ [8]

ลิฟท์รีเลย์เป็นลิฟท์ที่ตู้ควบคุมใช้วงจรรีเลย์ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์โดยการทำงานเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของการเปิดปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์แล้วนำผลของการเปิดปิดหน้าสัมผัสไปควบคุมวงจรคอนแทกเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนลิฟท์ ลิฟท์รีเลย์มีการทำงานดังรูปที่ 2.2 ซึ่งจะพบว่ารีเลย์ในเครื่องควบคุมแบ่งได้เป็น รีเลย์รับสัญญาณเข้า รีเลย์ประมวลผลและรีเลย์สั่งงาน รีเลย์รับสัญญาณเข้าจะรับสัญญาณจากตัวตรวจวัด และปุ่มกด ซึ่งสัญญาณเหล่านี้ได้แก่

สัญญาณปุ่มกด สัญญาณจากตัวลิฟท์ สัญญาณจากปล่องลิฟท์ สัญญาณจากประตู และสัญญาณความปลอดภัย เมื่อเครื่องควบคุมรับสัญญาณเข้ามาแล้ว รีเลย์ประมวลผลก็จะทำการประมวลผลแล้วส่งผลที่ได้ไปยังรีเลย์สั่งงาน สัญญาณคำสั่งนี้จะถูกส่งไปยังวงจรความปลอดภัย และหลอดไฟของปุ่มกด เพื่อทำการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ขับลิฟท์ มอเตอร์ประตูและอุปกรณ์ในลิฟท์อื่น ๆ

ลิฟท์เดี่ยวในประเทศไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นลิฟท์รีเลย์ เนื่องจากมีโครงสร้างง่าย ราคาถูก การบำรุงรักษาง่าย แต่ลิฟท์รีเลย์ก็มีจุดอ่อนหลายด้านเมื่อเทียบกับลิฟท์ที่ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ตามการเปรียบเทียบคุณสมบัติในตาราง 2.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 บล็อคไดอะแกรมของลิฟท์รีเลย์

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อเปรียบเทียบของเครื่องควบคุมลิฟท์แบบรีเลย์ กับเครื่องควบคุมลิฟท์แบบไมโครคอมพิวเตอร์

ข้อเปรียบเทียบ	เครื่องควบคุมแบบรีเลย์	เครื่องควบคุมแบบไมโครคอมพิวเตอร์
1. การทำงาน	ทำงานตามลำดับของวงจรรีเลย์ ถ้าจะแก้ไขการทำงานจะต้องแก้ไขวงจรรีเลย์ซึ่งยุ่งยาก	ทำงานตามโปรแกรมซึ่งสามารถแก้ไขสะดวก
2. ฟังก์ชั่นการทำงาน	มีน้อยและไม่สามารถทำฟังก์ชั่นซับซ้อนได้	สามารถทำฟังก์ชั่นที่ซับซ้อนได้ด้วยการโปรแกรม
3. การซ่อมบำรุง	ต้องอาศัยประสพการณ์ เพื่อตรวจดูว่ารีเลย์ตัวไหนเสีย ซึ่งเสียเวลามาก	สามารถดูจาก LED บอกสถานะการทำงาน และ DIAGNOSTIC PROGRAM
4. ความเร็วในการสวิทช์	การปิด-เปิด ของรีเลย์ต้องใช้หน้าสัมผัส ซึ่งการสวิทช์จะช้า และหน้าสัมผัสลิกได้	วงจรที่ใช้เป็นสารกึ่งตัวนำสวิทช์ไม่มีหน้าสัมผัส การทำงานจึงเร็ว
5. การควบคุมกลุ่มลิฟท์ (GROUP CONTROL)	เมื่อใช้ลิฟท์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป วงจรก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น และเพิ่มความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น	สามารถพัฒนาต่อให้ใช้ได้กับกลุ่มลิฟท์
6. ราคา	ถ้าจะให้ทำงานที่ซับซ้อน จำนวนรีเลย์จะมากขึ้น ทำให้ราคาแพงขึ้น	ในงานที่ซับซ้อน ราคาจะถูกกว่า

บทที่ 3
การใช้ลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมลิฟท์โดยสาร

ไมโครคอมพิวเตอร์ เริ่มนำมาใช้ในวงการอุตสาหกรรม นับตั้งแต่ปี คศ. 1971 เมื่อวันเวลาผ่านไป การประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ในงานต่าง ๆก็กว้างขวางขึ้น ในปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์จะเข้าไปมีบทบาทในเกือบทุกสาขาวิชา ในบทต่อไปนี้ กล่าวถึงบทบาทของไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์

3.1 การประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมลิฟท์

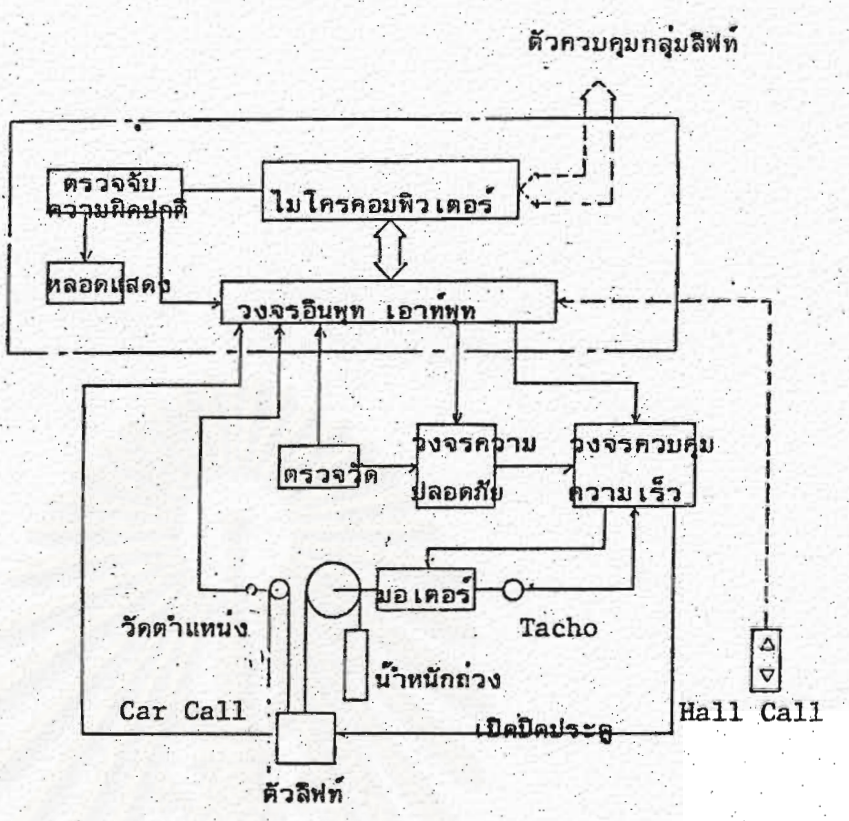
ไมโครคอมพิวเตอร์ถูกนำเข้ามาใช้ในการควบคุมลิฟท์ในเรื่องของการควบคุมกลุ่มลิฟท์ก่อน การควบคุมให้ลิฟท์จำนวนหลายตัวทำงานประสานกันนั้น จำเป็นต้องมีการคำนวณ การประมวลผลข้อมูลจากสถานะของลิฟท์แต่ละตัว วงจรควบคุมกลุ่มลิฟท์ในสมัยก่อนจะเป็นรีเลย์แม่เหล็กไฟฟ้า และแมคเนติกคอนแทคเตอร์ (magnetic contactor) ซึ่งมีขนาดใหญ่ วงจรมีความซับซ้อนมาก และไม่มีความยืดหยุ่นในการแก้ไขการทำงานให้เข้ากับความต้องการของลูกค้า ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งประดิษฐ์สารกึ่งตัวนำที่มีขนาดเล็ก กินไฟน้อย และสามารถเพิ่มความซับซ้อนในการควบคุมได้ โดยการป้อนโปรแกรมทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการสร้างระบบ วงจรควบคุมลิฟท์ต้องการความยืดหยุ่นของข้อกำหนด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการควบคุมการทำงาน และการควบคุมกลุ่ม การนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ในการควบคุมลิฟท์ นอกจากจะทำให้ความสามารถของการควบคุมสูงขึ้น เป็นการเพิ่มสมรรถนะของลิฟท์ในการบริการผู้โดยสารแล้ว ยังลดขนาดของเครื่องควบคุมประหยัดพลังงาน และที่สำคัญสามารถพัฒนาให้ลิฟท์มีสมรรถนะสูงยิ่งขึ้นไปได้อีกในอนาคต

ไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในการควบคุมลิฟท์ อยู่ 3 เรื่องด้วยกัน คือ

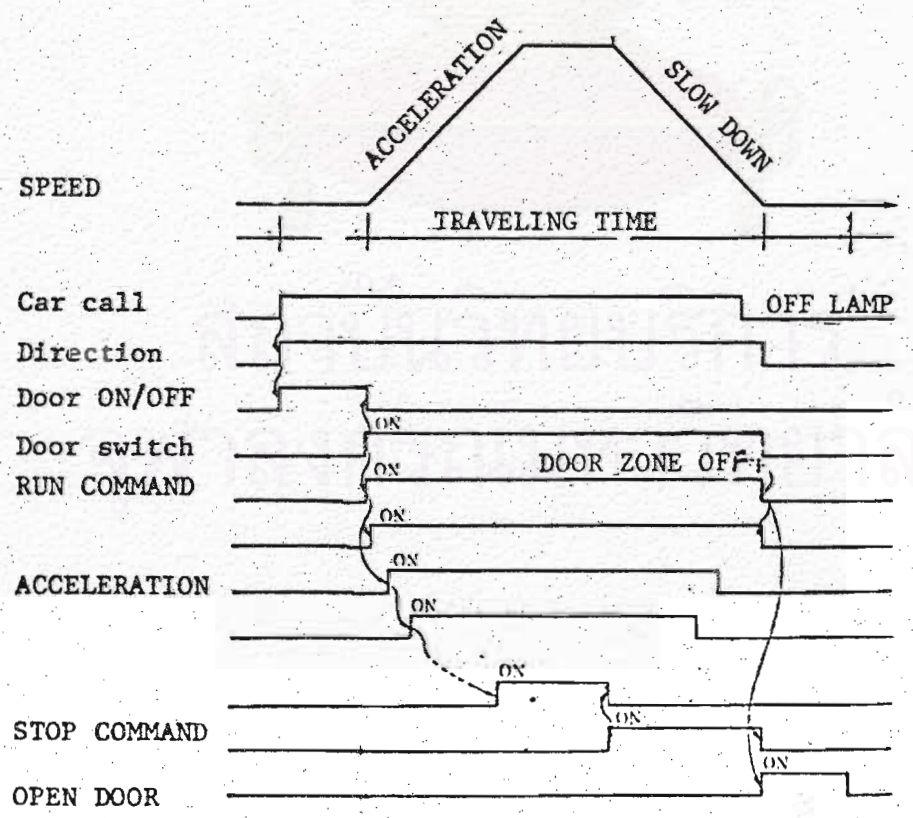
1. การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในลิฟท์
2. การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ขับนำลิฟท์
3. การควบคุมกลุ่มลิฟท์

3.2 การควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในลิฟท์ (operation control)

เมื่อพิจารณาการทำงานของลิฟท์เดี่ยว การควบคุมการทำงานของลิฟท์



รูป 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมซึ่งใช้ไมโครคอมพิวเตอร์



รูป 3.2 ลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในลิฟท์

ได้แก่ การควบคุมลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในตัวลิฟท์ ได้แก่ มอเตอร์ขับนำลิฟท์ ประตูลิฟท์ เบรค อุปกรณ์ความปลอดภัย ปุ่มบังคับลิฟท์ และหลอดไฟแสดงตำแหน่งของลิฟท์ รูป 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์ ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณจากปุ่มกดเรียกลิฟท์ ทั้ง car call และ hall call เข้ามาประมวลผล จากนั้นจะส่งผลออกมาเป็นสัญญาณสำหรับควบคุมมอเตอร์ ประตู เบรค อุปกรณ์ความปลอดภัย รวมทั้งแสดงตำแหน่งของลิฟท์

รูป 3.2 แสดงลำดับการควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ลิฟท์สามารถนำผู้โดยสารไปส่งยังชั้นที่ต้องการได้ การทำงานจะเริ่มจากเมื่อผู้โดยสารในห้องลิฟท์กดปุ่ม car call บอกชั้นที่ต้องการจะไป จากข้อมูลของปุ่มกดและตำแหน่งชั้นที่อยู่ของลิฟท์ ไมโครคอมพิวเตอร์จะคำนวณหาทิศทางการเคลื่อนที่ ว่าจะเป็นขึ้นหรือลง จากนั้น จะออกคำสั่งเป็นสัญญาณไปบังคับมอเตอร์ประตูให้ทำการปิดประตู ปรกติประตูจะมีสองชั้น คือ ประตูชั้นนอก ด้านทางเข้าและประตูของห้องลิฟท์ซึ่งอยู่ชั้นใน เมื่อประตูทั้งสองปิดสนิทจะมีสัญญาณจากตัวตรวจวัดส่งเข้าแจ้งไมโครคอมพิวเตอร์

เมื่อแน่ใจว่าประตูปิดสนิท ไมโครคอมพิวเตอร์จะออกคำสั่ง โดยส่งสัญญาณไปบังคับเบรคและมอเตอร์ขับนำ ให้เริ่มขับเคลื่อนลิฟท์ไปในทิศทางที่ได้คำนวณไว้ จากนั้นจะส่งสัญญาณไปเร่งความเร็วของลิฟท์ตามรูปแบบที่คำนวณ เมื่อลิฟท์วิ่งได้ความเร็วสูงสุด จะปล่อยให้ลิฟท์วิ่งไปเรื่อย ๆ ด้วยความเร็วนั้น จนกระทั่งใกล้ชั้นที่จะจอด

ตัวตรวจวัดในปล่องลิฟท์จะบอกตำแหน่งของลิฟท์ป้อนเข้าไมโครคอมพิวเตอร์อยู่ตลอดเวลา เมื่อลิฟท์เคลื่อนเข้ามาใกล้ชั้นที่ต้องการ ไมโครคอมพิวเตอร์จะออกคำสั่งให้ลดความเร็วของมอเตอร์ขับนำลิฟท์ลง เมื่อลิฟท์เคลื่อนเข้าใกล้ตำแหน่งที่จะจอด ไมโครคอมพิวเตอร์จะหยุดมอเตอร์ และสั่งให้เบรคทำงาน เพื่อหยุดลิฟท์ตรงตำแหน่งที่เสมอกับความสูงของชั้นพอดี หลังจาก OFF สัญญาณที่ควบคุมมอเตอร์และอุปกรณ์ขับเคลื่อนอื่น ๆ แล้ว และแน่ใจว่าลิฟท์หยุดนิ่ง ไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งให้เปิดประตู เพื่อให้ผู้โดยสารเดินออกไป

ในกรณีที่มีการเรียกลิฟท์จากชั้นอื่น โดยปุ่ม hall call ไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะส่งสัญญาณไปบังคับอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานคล้ายกัน เพื่อเคลื่อนลิฟท์ไปรับผู้โดยสารนั้น

จากการอธิบายการทำงานของลิฟท์ในลักษณะนี้ จะเห็นว่าการควบคุมการทำงานของลิฟท์เป็นการควบคุมลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ (sequential control) แบบง่าย ๆ แต่ในกรณีที่มีการกดเรียกลิฟท์ทั้ง car call และ hall call หลายปุ่มพร้อมกัน ลิฟท์จะต้องมีความสามารถในการจดจำ

สัญญาณเรียกเหล่านั้นได้ทั้งหมด การควบคุมจะเป็นซีเควันซ์ที่ซับซ้อนขึ้นมาก

3.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ลิฟท์เป็นยานพาหะที่มีลักษณะแตกต่างจากยานพาหนะอื่น ตรงที่ใช้ขนส่งผู้โดยสารในแนวดิ่ง การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งนั้น ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นหรือลง อัตราเร่งของการเคลื่อนที่จะมีผลต่อความรู้สึกของผู้โดยสารเป็นอย่างมาก ถ้าวิ่งขึ้นหรือลงด้วยอัตราเร่งที่เร็วไปจะทำให้ผู้โดยสารมีความรู้สึกลอยตัว หรือกำลังตกลงมาจากที่สูง ซึ่งอาจจะทำให้ผู้โดยสารเกิดความกลัวขึ้นได้ แต่ในขณะเดียวกันการขนส่งจะมีประสิทธิภาพดี จะต้องรวดเร็ว ซึ่งหมายถึงลิฟท์จะต้องเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด จากสองเงื่อนไขที่ขัดกันนี้ จึงได้มีการศึกษาถึงรูปแบบอุดมคติของอัตราเร่งของลิฟท์ (ideal velocity curve) ซึ่งทำให้ลิฟท์เคลื่อนที่ได้รวดเร็ว และไม่ทำให้ผู้โดยสาร รู้สึกไม่สบายขึ้น รูป 3.3 เป็นตัวอย่างของรูปแบบความเร็วและอัตราเร่งที่ใกล้เคียงอุดมคติ ผู้โดยสารทั่วไป จะรู้สึกปรกติ ถ้าอัตราเร่งต่ำกว่า และการเปลี่ยนแปลงของอัตราเร่งต่ำกว่า 1.5 m/s^3

การควบคุมมอเตอร์ขับนำให้สามารถพาลิฟท์วิ่งตามรูปแบบของอุดมคติได้นี้ จำเป็นต้องมีการคำนวณอย่างซับซ้อน การควบคุมความเร็วมอเตอร์ขับนำของลิฟท์โดยสารความเร็วสูงในปัจจุบันจึงนิยมใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในวงจรควบคุมด้วย

มอเตอร์ที่ใช้ในการขับนำลิฟท์มี 2 ชนิด คือ มอเตอร์กระแสสลับ และมอเตอร์กระแสตรงแต่ละชนิดจะมีการควบคุมความเร็วแบบต่าง ๆ ดังนี้

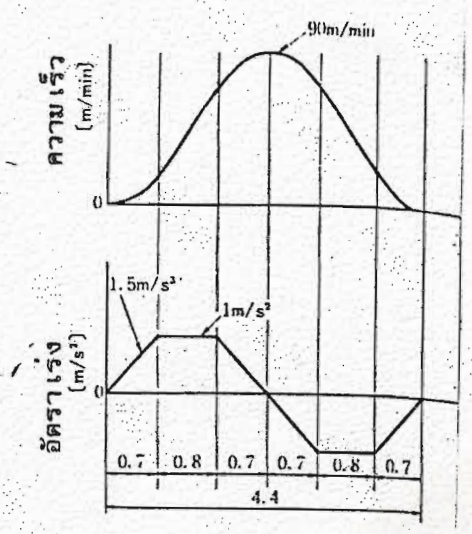
3.3.1 มอเตอร์กระแสสลับ

1. ใช้มอเตอร์ชนิด กระแสสลับสองความเร็ว (AC two speed motor) ซึ่งมี 2 ขดลวด คือขดลวดความเร็วสูง และขดลวดความเร็วต่ำ ใช้คอนแทคเตอร์ในการสลับขดลวดทำให้มอเตอร์วิ่งได้ 2 ความเร็ว นิยมใช้ในลิฟท์ความเร็วปานกลาง

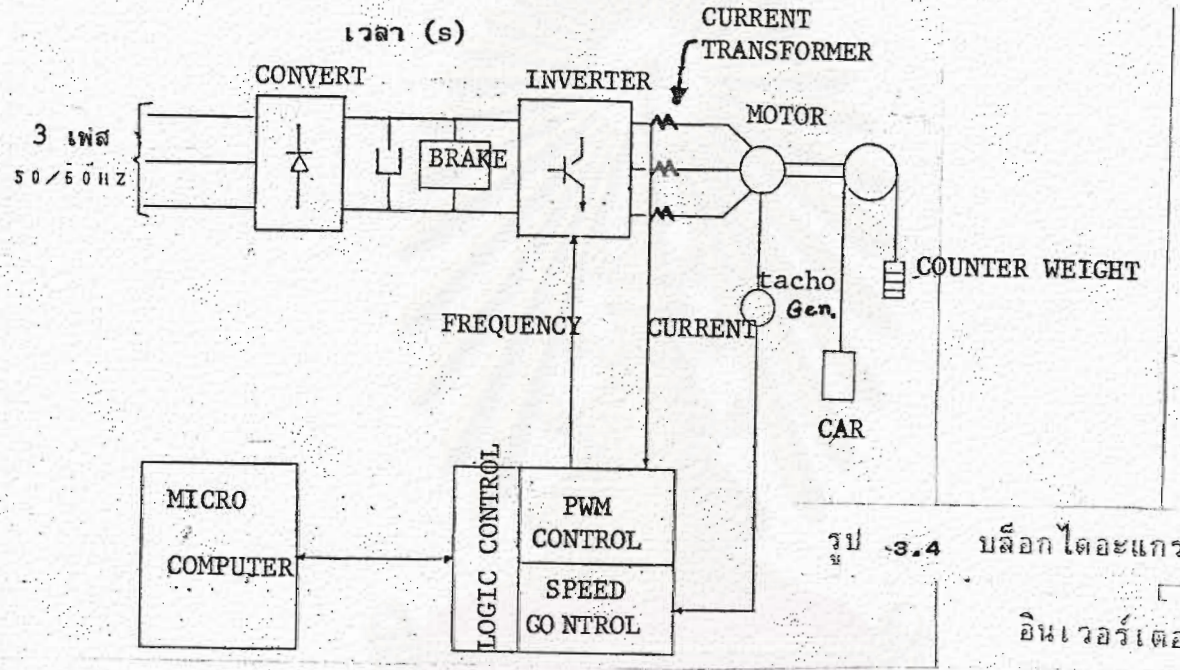
2. ใช้ไธริสเตอร์ควบคุมแรงดันไฟสลับที่ป้อนให้มอเตอร์ โดยเปรียบเทียบสัญญาณคำสั่งกับสัญญาณป้อนกลับความเร็วของมอเตอร์ในขณะนั้น ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วตามสัญญาณคำสั่งได้

3. ใช้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ในการเปลี่ยนความถี่และแรงดันไฟที่ป้อนเข้ามอเตอร์ สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับได้

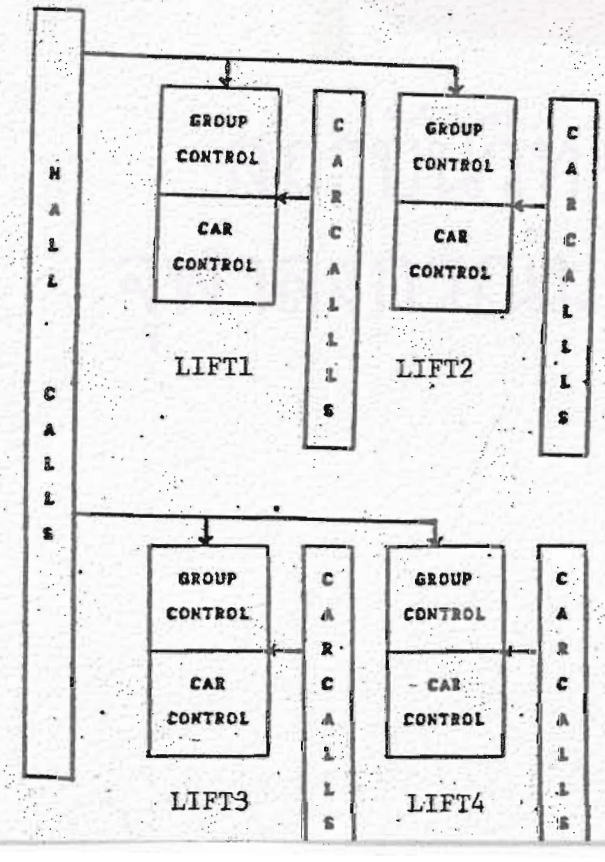
เนื่องจากมอเตอร์กระแสสลับมีราคาถูกและบำรุงรักษาง่าย ในปัจจุบันจึงนิยมใช้การควบคุมโดยอินเวอร์เตอร์ ซึ่งภายในมีไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นองค์



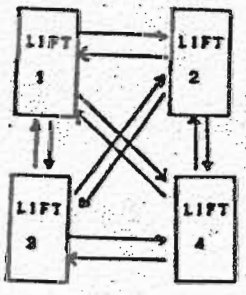
รูป 3.3 รูปแบบความเร็วและอัตราเร่งอุดมคติ



รูป 3.4 บล็อกไดอะแกรมของ
อินเวอร์เตอร์



การสื่อสารของระบบลิฟท์ KONE



รูป 3.5 การควบคุมกลุ่มลิฟท์
ของบริษัท KONE

ประกอบสำคัญ ไมโครคอมพิวเตอร์จะคำนวณความถี่ที่เหมาะสมสำหรับควบคุมมอเตอร์ รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรม ของอินเวอร์เตอร์ซึ่งใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม

3.3.2 มอเตอร์กระแสตรง

1. ใช้เครื่องกำเนิดไฟตรงขับมอเตอร์กระแสตรง โดยเครื่องกำเนิดไฟสามารถเปลี่ยนค่าแรงดันที่กำเนิดได้ ทำให้สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ การควบคุมแบบนี้ เรียกว่า วาร์ดเลียวนาร์ด (Ward Leonard)

2. ใช้ไธริสเตอร์แปลงไฟสลับเป็นไฟตรง และควบคุมแรงดันไฟที่ป้อนให้มอเตอร์กระแสตรง ทำให้สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ การควบคุมแบบนี้เรียกว่า ไธริสเตอร์เลียวนาร์ด (Thyristor Leonard)

ในปัจจุบันนิยมใช้การควบคุมแบบไธริสเตอร์เลียวนาร์ด ซึ่งมีไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมไธริสเตอร์ และวงจรป้องกันต่าง ๆ ทำให้วงจรควบคุมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 การควบคุมกลุ่มลิฟท์

ในอาคารสูงหรืออาคารพาณิชย์ซึ่งมีผู้ใช้ลิฟท์มาก จำเป็นต้องมีลิฟท์หลายตัว ทำงานเป็นกลุ่มลิฟท์ การควบคุมให้ลิฟท์แต่ละตัวทำงานประสานกันเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้โดยสารจำนวนมาก จำเป็นต้องมีระบบควบคุมกลุ่มลิฟท์ขึ้น

การควบคุมกลุ่มลิฟท์จะต้องมีข้อมูลการเรียกลิฟท์จากชั้นต่าง ๆ ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและสถานะของลิฟท์ต่าง ๆ ในระบบ ดังนั้น การเรียกลิฟท์ hall call จะเป็นอินพุทที่สำคัญของตัวควบคุมกลุ่ม เมื่อมีการกดเรียกลิฟท์จากชั้นใด ตัวควบคุมคำนวณหาลิฟท์ที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากตำแหน่งและสถานะของแต่ละตัว จากนั้น จะกำหนดลิฟท์ตัวหนึ่งไปบริการแก่การเรียกที่ชั้นนั้น การเลือกลิฟท์ที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาจากทราฟฟิกการใช้ลิฟท์ การตอบสนองอย่างทันการต่อผู้เรียก โดยให้เวลาของผู้รอลิฟท์สั้นที่สุด ในขณะเดียวกันจะต้องพิจารณาถึงประสิทธิภาพ และการประหยัดพลังงานด้วย การคำนวณเพื่อเลือกลิฟท์ที่เหมาะสมนี้จะต้องคำนวณทันทีและให้ผลทันที เป็นการควบคุมแบบ real time ดังนั้น ไมโครคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทอย่างมาก ในการควบคุมกลุ่มลิฟท์นี้

3.5 ลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ของต่างประเทศ

ได้ทำการศึกษาระบบลิฟท์ ที่ควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์จากต่างประเทศ เท่าที่

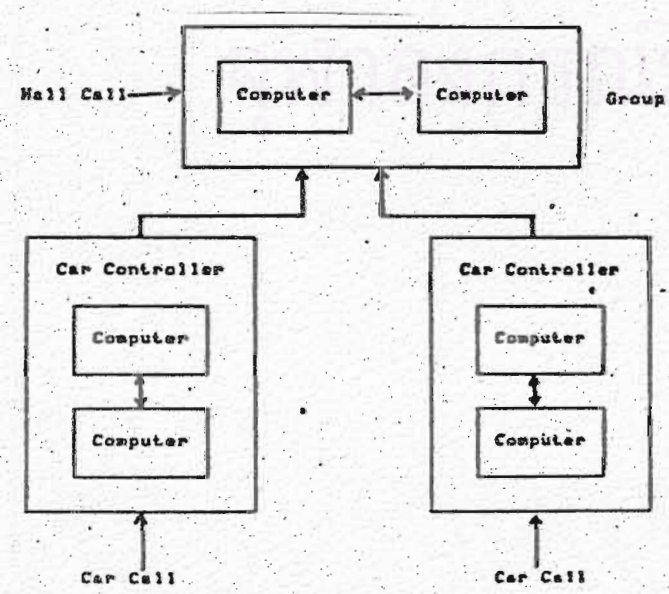
จะหาข้อมูลได้หลายระบบ พอสรุปผลการศึกษาในแง่โครงสร้างได้ดังนี้

1. ระบบลิฟท์ของ KONE [4]

ลิฟท์ KONE เป็นลิฟท์ของประเทศฟินแลนด์ ได้ออกแบบเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องควบคุมแต่ละตัวมีโปรแกรมควบคุมลิฟท์ (Car Control Program) และโปรแกรมควบคุมกลุ่มลิฟท์ (Group Control Program) ดังนั้นเครื่องควบคุมลิฟท์ทุกตัวจึงสามารถทำหน้าที่ควบคุมกลุ่มลิฟท์ได้ การควบคุมกลุ่มลิฟท์แสดงในรูปที่ 3.5 คือ เครื่องควบคุมที่กำหนดเป็นตัวควบคุมกลุ่มลิฟท์ จะทำงานในโปรแกรมควบคุมกลุ่มลิฟท์ในลักษณะออกคำสั่ง เรียกเครื่องควบคุมนี้ว่า Master ส่วนเครื่องควบคุมอื่น จะทำงานในโปรแกรมควบคุมกลุ่มลิฟท์ในลักษณะรับคำสั่ง เรียกเครื่องควบคุมนี้ว่า Slave ในรูปที่ 3.5 สัญญาณปุ่มกดหน้าชั้นจะต่อเข้ากับเครื่องควบคุมทุกตัว ทั้งนี้เพราะเครื่องควบคุมแต่ละตัวจะตรวจสอบความถูกต้องของกันและกัน ถ้าเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์เสีย เครื่องควบคุมตัวอื่นสามารถทำหน้าที่ควบคุมกลุ่มลิฟท์แทนได้ทันที ส่วนการสื่อสารของเครื่องควบคุมทุกตัวจะต่อถึงกันหมด ซึ่งมีข้อดี คือ ถ้าการสื่อสารระหว่างเครื่องควบคุมคู่ใดเกิดบกพร่องก็สามารถเปลี่ยนเส้นทางสื่อสารได้ เช่น ถ้าระหว่างเครื่องควบคุม 1 และ 2 เกิดการสื่อสารบกพร่องก็สามารถเปลี่ยนเส้นทางเป็นจาก 1 ไปหา 3 แล้วจึงไป 2 ได้

2. ระบบลิฟท์ของญี่ปุ่น [6], [5]

ลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ของญี่ปุ่นที่ได้ศึกษาเป็นของบริษัทมิตซูบิชิ และของบริษัทฮิตาชิ ซึ่งทั้งสองบริษัทมีการออกแบบระบบลิฟท์ที่คล้ายกัน คือ จะมีเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์ (Group Controller) เป็นตัวควบคุมการทำงานของกลุ่มลิฟท์ โดยเครื่องควบคุมลิฟท์ (Car Controller) แต่ละตัวจะรับคำสั่งจากเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์ การออกแบบระบบแสดงในรูปที่ 3.7 ในการออกแบบระบบลิฟท์ของญี่ปุ่น เครื่องควบคุมทุกตัวจะมีไมโครคอมพิวเตอร์อยู่ 2 ชุด เป็นการสำรองซึ่งกันและกัน และเป็นการป้องกันระบบล้มเหลวของเครื่องควบคุม ลิฟท์ทุกตัวจะต่อเข้ากับเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์ และสัญญาณปุ่มกด หน้าชั้นจะต่อเข้ากับเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์ การออกแบบในลักษณะนี้มีข้อดีตรงที่มีโครงสร้างที่ง่าย ตัวควบคุมกลุ่มลิฟท์มีตัวเดียว ทำให้การเลือกลิฟท์ทำได้รวดเร็ว และสามารถเพิ่มความซับซ้อนให้กับซอฟท์แวร์ได้ อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนคือ ถ้าตัวควบคุมกลุ่มลิฟท์ขัดข้องจะทำให้ระบบลิฟท์ทั้งหมดหยุดทำงานทันที



รูปที่ 3.7 การออกแบบระบบลิฟท์ของญี่ปุ่น

บทที่ 4
การออกแบบเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยว

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมซีเควันซ์การทำงานของลิฟท์โดยสารเดี่ยวนั้น ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณดิจิตอลจากตัวลิฟท์และปล่องลิฟท์เข้ามาทำการประมวลผล เพื่อควบคุมลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบลิฟท์ เช่น มอเตอร์ เบรค ประตู เป็นต้น สัญญาณออกที่ไปควบคุมเหล่านี้ก็เป็นสัญญาณดิจิตอลทั้งสิ้น

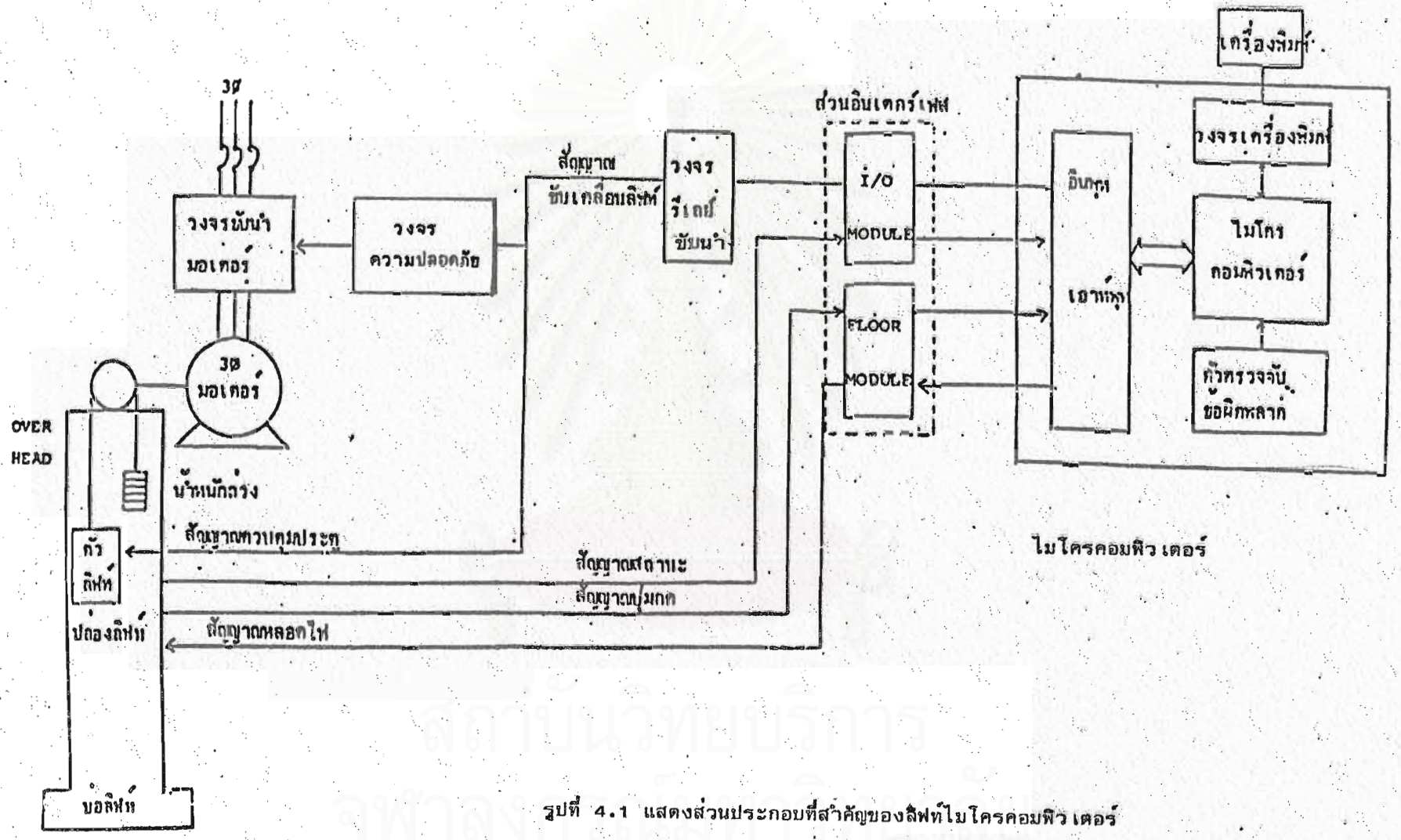
การออกแบบเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นั้น สามารถแยกการออกแบบเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้สองส่วน คือ การออกแบบฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม และการออกแบบซอฟท์แวร์ ของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของลิฟท์ ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิดในการออกแบบทั้งสองส่วน

4.1 การออกแบบฮาร์ดแวร์

สัญญาณดิจิตอลที่ติดต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับตัวลิฟท์จะมีทั้งส่วนที่เป็นอินพุทและเอาท์พุท สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่เป็นพื้นฐาน เช่น สัญญาณควบคุมประตู สัญญาณกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของลิฟท์ สัญญาณเหล่านี้จะไม่ขึ้นกับจำนวนชั้นของลิฟท์ที่เพิ่มขึ้น สัญญาณอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่ สัญญาณปุ่มกดเรียกลิฟท์ หลอดไฟ ตำแหน่งของลิฟท์ สัญญาณเหล่านี้จะมีจำนวนแปรผันกับจำนวนชั้น เราจะแบ่งอินพุทเอาท์พุทของระบบออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้ฮาร์ดแวร์แยกกัน

4.1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบ

ในรูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของระบบลิฟท์เครื่องควบคุมลิฟท์มีองค์ประกอบคือส่วนไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนอินเตอร์เฟส I/O Module และ Floor Module วงจรรีเลย์ขับนำ วงจรขับนำมอเตอร์ การทำงานของระบบลิฟท์โดยย่อจะเป็นดังนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณส่วนพื้นฐานจากตัวลิฟท์และปล่องลิฟท์ผ่านทาง I/O Module และรับสัญญาณปุ่มกด สัญญาณบอกตำแหน่งตัวลิฟท์ผ่านทาง Floor Module สัญญาณเข้าที่รับผ่านทางอินเตอร์เฟสบอร์ดนี้จะผ่านอินพุทบอร์ดเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์จะนำสัญญาณที่รับเข้ามาทำการประมวลผล จากนั้นก็จะส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางเอาท์พุทพอร์ท (output port) และ I/O Module ไปควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนลิฟท์ โดยผ่าน



รูปที่ 4.1 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์

ทางกลุ่มรีเลย์ขับนำ ซึ่งจะขยายสัญญาณควบคุมเหล่านี้ เราจึงสามารถใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ขับนำไปต่อเข้ากับคอนแทกเตอร์ขับลิฟท์ได้ ส่วนสัญญาณขับหลอดไฟของปุ่มกดจะถูกส่งออกผ่านเอาท์พุทพอร์ทของ Floor Module ไปยังหลอดไฟของปุ่มกด นอกจากนี้เครื่องควบคุมสามารถพิมพ์ผลโดยไมโครคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลผ่านทางวงจรพิมพ์ผลไปสู่เครื่องพิมพ์ วงจรตรวจสอบข้อผิดพลาดจะตรวจสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ว่าทำงานปกติหรือไม่

4.1.2 สัญญาณอินพุทและเอาท์พุท

ในรูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สัญญาณอินพุทแบ่งประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ประเภท คือ

สัญญาณจากตัวลิฟท์	เป็นสัญญาณเกี่ยวกับการกดเรียกลิฟท์ และสัญญาณแสดงตำแหน่งที่ลิฟท์อยู่
สัญญาณจากประตู	เป็นสัญญาณเกี่ยวกับการทำงานของประตู
สัญญาณความปลอดภัย	เป็นสัญญาณเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ลิฟท์ เช่น สัญญาณน้ำหนักเกิน สัญญาณแสงที่ประตู
สัญญาณแสดงสถานะ	เป็นสัญญาณแสดงสถานะการทำงานของลิฟท์

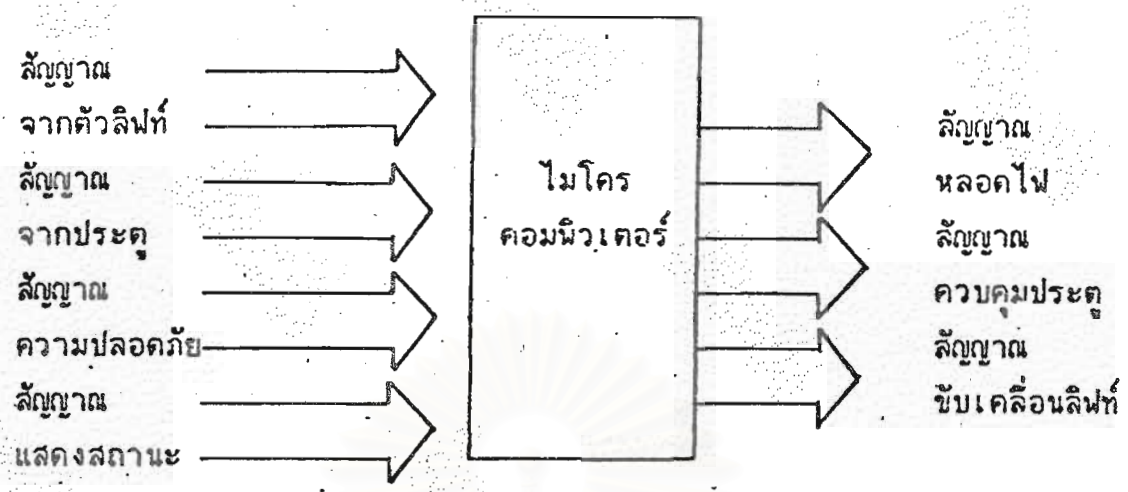
สัญญาณเอาท์พุทแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 3 ประเภท คือ

สัญญาณหลอดไฟ	เป็นสัญญาณที่ทำให้หลอดไฟของปุ่มกดสว่าง เพื่อให้รู้ว่าไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับรู้การกดเรียกแล้ว
สัญญาณควบคุมประตู	เป็นสัญญาณเกี่ยวกับการทำงานของมอเตอร์ประตู
สัญญาณขับเคลื่อนลิฟท์	เป็นสัญญาณที่ใช้กับมอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟท์

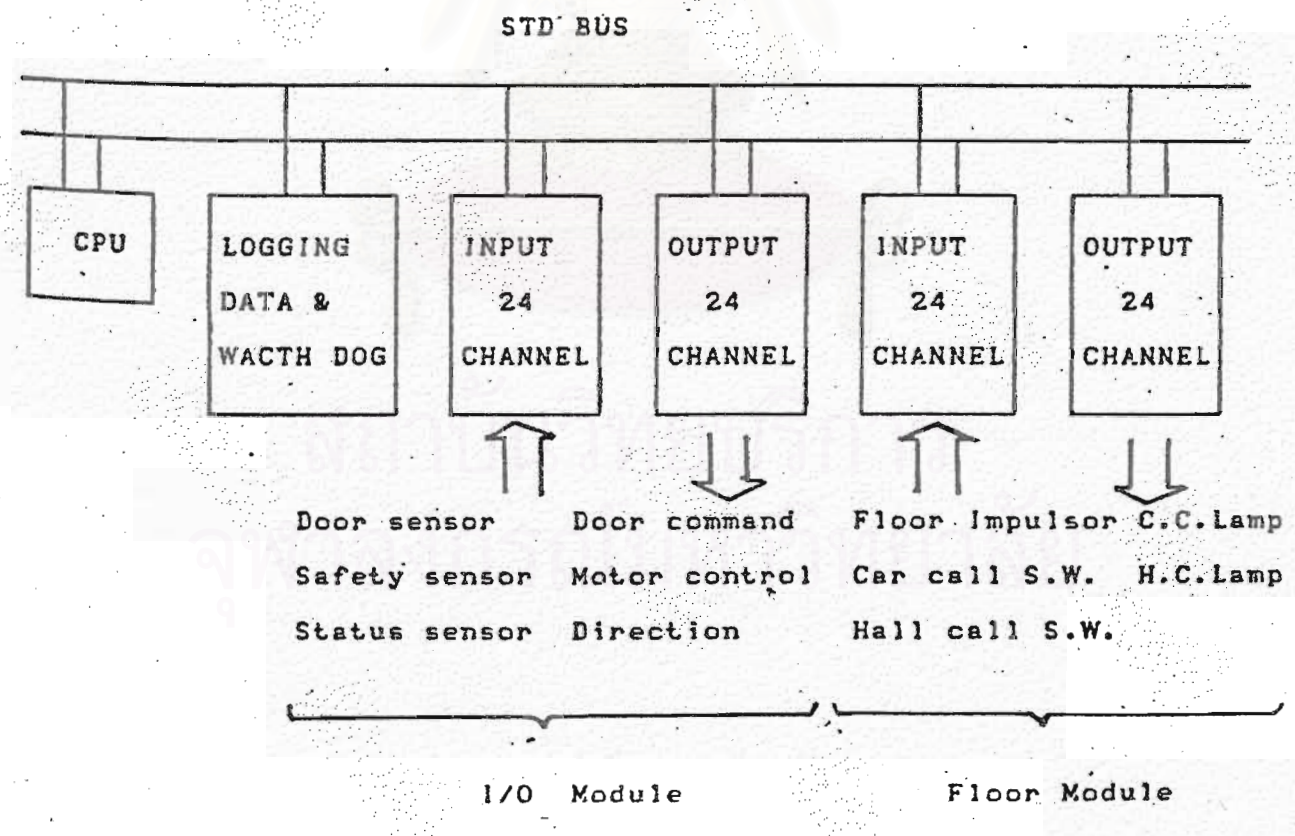
4.1.3 โครงสร้างและองค์ประกอบของเครื่องควบคุม

เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถขยายได้โดยง่ายในกรณีที่การเพิ่มจำนวนชั้นของลิฟท์ ได้แยกระบบออกเป็นโมดูลต่าง ๆ ซึ่งอยู่ในลักษณะของบอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บอร์ดเหล่านี้จะเสียบเข้าไปในกรงบอร์ด และเชื่อมต่อสัญญาณกันโดยแผ่นวงจรพิมพ์ด้านหลัง รูป 4.3 แสดงโมดูลต่าง ๆ ในระบบ

1) CPU BOARD เป็นบอร์ดประมวลผลกลาง มี CPU Z 80A, ROM



รูปที่ 4.2 สัญญาณอินพุท เอาท์พุทของไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.3 องค์ประกอบฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม

2732, RAM 6116, CTC เป็นองค์ประกอบหลัก ใช้ควบคุมระบบทั้งหมดโดยทำงานตามโปรแกรมที่เก็บไว้ใน ROM โปรแกรมควบคุมนี้จะต้องพัฒนาขึ้นมา

2) LOGGING DATA & WATCH DOG ส่วนของ LOGGING DATA จะใช้ต่อกับเครื่องพิมพ์เพื่อพิมพ์ผลการทำงานของลิฟท์ สำหรับการวิเคราะห์การทำงานและส่วน WATCH DOG จะทำหน้าที่รีเซ็ทระบบในกรณีที่ CPU ทำงานผิดปรกติ

3) I/O MODULE เป็นโมดูลของอินพุทและเอาท์พุทที่ใช้ในการอ่านสัญญาณและควบคุมอุปกรณ์ที่สำคัญของลิฟท์ เช่น ส่วนขับนำลิฟท์ สัญญาณของประตู ตัวตรวจจับความปลอดภัยต่าง ๆ จำนวนสัญญาณเข้าและออกในโมดูลนี้จะมีจำนวนแน่นอนไม่ขึ้นกับจำนวนชั้นของลิฟท์

4) FLOOR MODULE เป็นโมดูลของอินพุทและเอาท์พุทซึ่งใช้ในการอ่านสัญญาณปุ่มกดในตัวลิฟท์หรือจากชั้นต่าง ๆ สัญญาณบอกตำแหน่งลิฟท์ นอกจากนั้นยังใช้ควบคุมหลอดไฟแสดงที่ปุ่มกดด้วย จำนวนปุ่มกดเหล่านี้จะแปรตามจำนวนชั้นของลิฟท์ สัญญาณจากปุ่มกดเหล่านี้จะเป็นคำสั่งเข้าสู่ระบบเพื่อนำไปประมวลผล

5) STD BUS เป็นบัสมาตรฐานสำหรับเชื่อมโยงบอร์ดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

การเชื่อมโยงจะใช้คอนเนคเตอร์และสัญญาณระหว่างแผ่นวงจรพิมพ์ทางด้านหลังของกรงบอร์ด การแยกวงจรออกเป็นโมดูลทำให้สะดวกในการขยายระบบ คือทำการเพิ่มจำนวนของ Floor Module เมื่อต้องเพิ่มจำนวนชั้น การซ่อมบำรุงก็ทำได้ง่ายด้วย เพียงแต่เปลี่ยนบอร์ดที่ทำงานผิดปรกติออกไปเท่านั้น

4.2 แนวความคิดของโปรแกรมควบคุมระบบ

ในการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์นั้น มีแนวความคิดในการเขียนซอฟท์แวร์อยู่หลายแบบ ในที่นี้ได้พิจารณาการเขียนซอฟท์แวร์ 3 แบบ ได้แก่

4.2.1 การเขียนโปรแกรมตามฟังก์ชั่นการทำงานของลิฟท์ด้วยภาษาแอสแซมบลี (Assembly language)

ภาษาแอสแซมบลีเป็นภาษาขั้นต่ำในบรรดาภาษาทางคอมพิวเตอร์ทั้งหลาย มีข้อดีคือ มีความคล่องตัวสูง โปรแกรมจะมีขนาดเล็ก สามารถทำงานได้รวดเร็ว แต่การเขียนโปรแกรมด้วยวิธีนี้จะมีความยุ่งยากและใช้เวลามาก และไม่มีกฎเกณฑ์ที่เป็นมาตรฐานในการเขียนโปรแกรมจึงทำให้การพัฒนาโปรแกรมต้องใช้เวลามาก ขยายขีดความสามารถก็ยาก และมีปัญหาในเรื่องการถ่ายทอดเนื้อหาให้ผู้อื่นได้เข้าใจตัวโปรแกรม

4.2.2 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาชั้นสูง (High Level Language)

เขียนโปรแกรมด้วยภาษาชั้นสูงเช่นภาษา PASCAL ภาษา C มีข้อดีตรงที่เป็นภาษาโครงสร้าง มีกฎเกณฑ์แน่นอน สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมได้รวดเร็วกว่าภาษาแอสแซมบลีมาก อีกทั้งสามารถขยายขีดความสามารถของโปรแกรมได้ง่ายแต่การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของลิฟท์ด้วยภาษาชั้นสูงนี้มีจุดอ่อนคือ การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาชั้นสูงจะต้องใช้หน่วยความจำจำนวนมากในการเก็บโปรแกรมควบคุม นอกจากนี้เวลาในการทำงานของโปรแกรมจะยาวจึงยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมกลุ่มลิฟท์ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาโปรแกรมภาษาชั้นสูงขึ้นมาหลายภาษา ที่สามารถเอาชนะปัญหาต่าง ๆ ข้างต้นได้ เช่น ภาษา PL/M ถ้าสามารถหา Compiler ของภาษานี้มาได้จะทำให้การพัฒนาโปรแกรมรวดเร็วขึ้น

4.2.3 เขียนโปรแกรมด้วย Ladder Diagram

การเขียนโปรแกรมในลักษณะนี้จะเขียนวงจรควบคุมเป็นแผนภาพขั้นบันได (Ladder Diagram) แล้วพัฒนา Ladder Interpreter สำหรับแปลการทำงานของแผนภาพขั้นบันไดเป็นภาษาแอสแซมบลีอีกทีหนึ่ง ในส่วนของ Ladder Interpreter นี้จะต้องพัฒนาขึ้นเองด้วยภาษาแอสแซมบลี ซึ่งเมื่อพัฒนาจนใช้งานได้ดีแล้ว การพัฒนาการทำงานของลิฟท์สามารถทำได้โดยเปลี่ยนแปลงแก้ไขที่แผนภาพขั้นบันได ในส่วนของ Ladder Interpreter ไม่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงเลย ในส่วนของ Ladder Interpreter ที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีคำสั่งพื้นฐานบางส่วนเหมือนคำสั่งใน PLC (Programable Logic Controller) และมีคำสั่งเฉพาะงานควบคุมลิฟท์หลายส่วนที่จะต้องพัฒ นาขึ้นมาเอง เพื่อให้แผนภาพขั้นบันไดมีขนาดสั้นลงและเข้าใจง่าย

จากแนวคิดในการเขียนซอฟท์แวร์ทั้ง 3 แบบนี้ จะพบว่า วิธีใน 4.2.3 เป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด ทั้งนี้เพราะการควบคุมลิฟท์เป็นการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยพิจารณาเงื่อนไขและลำดับการทำงาน การเขียนวงจร

ควบคุมที่ง่ายต่อการเข้าใจ และง่ายต่อการซ่อมบำรุงของช่างควรเป็นแผนภาพขั้นบันได ซึ่งมีความใกล้เคียงกับวงจรรีเลย์ ช่างลิฟท์จึงสามารถปรับปรุงแก้ไขการทำงานของลิฟท์ได้เองโดยไม่ต้องมีความรู้ภาษาแอสแซมบลี้ และภาษาชั้นสูงของคอมพิวเตอร์ ทำให้ทุ่นเวลาในการฝึกอบรมช่างเทคนิคลงไปได้มาก นอกจากนั้น ช่างเทคนิคยังสามารถคิดแผนภาพขั้นบันไดสำหรับการควบคุมลิฟท์พิเศษได้เอง โดยใช้ความรู้เดิมที่คุ้นเคยกับวงจรรีเลย์มาประยุกต์ได้ ช่างเทคนิคจึงสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาในโครงการนี้ ทำให้การพัฒนาทำได้รวดเร็ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
ฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม

ฮาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมลิฟท์ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้คือ ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ LOGGING DATA & WATCH DOG วงจรอินเตอร์เฟส วงจรเพาเวอร์รีเลย์ รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

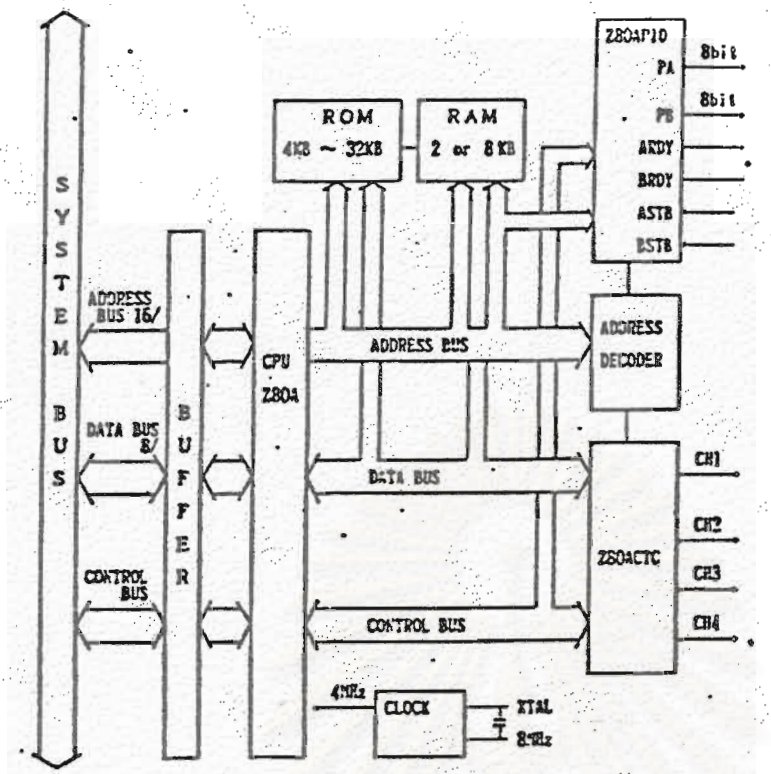
5.1 ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ [12]

ฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นลักษณะวงจรแผ่นพิมพ์เดียว แยกแต่ละส่วนออกจากกัน วงจรแผ่นพิมพ์เดียวเหล่านี้ได้แก่ ซีพียูบอร์ด อินพุท บอร์ด เอาท์พุทบอร์ด วงจรเหล่านี้จะเชื่อมโยงกันผ่านทางบัสแบบ STD BUS (IEEE-961 BUS) รายละเอียดของวงจรแผ่นพิมพ์เดียวแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

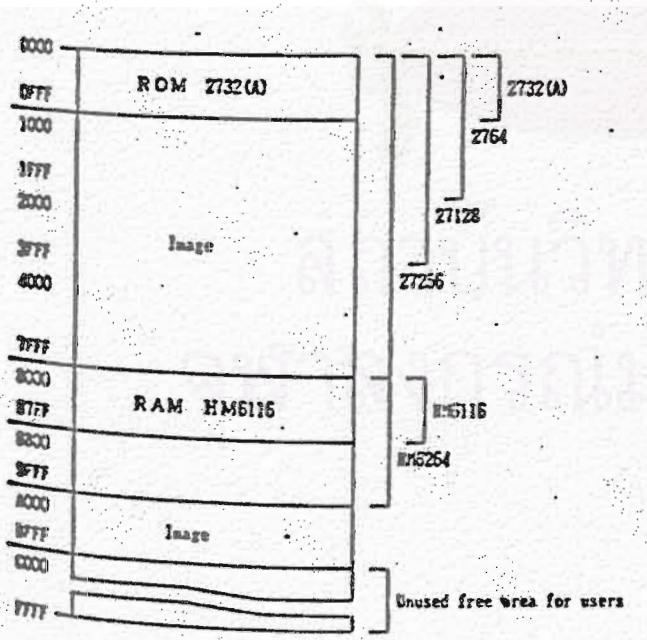
5.1.1 ซีพียูบอร์ด

ซีพียูบอร์ดใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ Z80A ซึ่งใช้กับสัญญาณนาฬิกาขนาด 4 MHz หน่วยความจำที่เป็น ROM สามารถขยายได้ตั้งแต่ 4KB ถึง 32KB ทำให้สามารถบรรจุโปรแกรมควบคุมที่พัฒนาขึ้นได้อย่างพอเพียง สามารถใช้กับ ROM เบอร์ 2732(A), 2764, 27128,หรือ 27256 ส่วนหน่วยความจำ RAM ขยายได้ตั้งแต่ 2KB ถึง 8KB สามารถใช้กับเบอร์ HM6116, HM6264 นอกจากนี้ยังมี Z80PIO และ Z80CTC อย่างละ 1 ตัว การอินเตอร์รัพท์เป็นแบบ Daisy Chain ตามวิธีการของ Z-80 เราใช้ CTC เป็นตัวกำหนดช่วงเวลาในการควบคุม เช่นในการสร้าง Timer และเวลาหน่วงต่าง ๆ การรีเซ็ทเป็นแบบ Power-on Reset และสามารถต่อปุ่มกดรีเซ็ทให้สามารถรีเซ็ทจากภายนอกได้ ทั้งบัสแอดเดรส บัสข้อมูลและบัสควบคุมต่อผ่านบัฟเฟอร์ออกมาที่บัส STD เพื่อใช้ในการติดต่อกับบอร์ดต่าง ๆ

ระบบใช้ I/O Port เบอร์ 00-0FH ส่วนเบอร์ที่เหลือคือ 10-FFH มีไว้สำหรับผู้ใช้ แหล่งจ่ายไฟที่ต้องการมีขนาด 5V + 5 % กระแสสูงสุดที่ใช้ 0.8 A รูปบล็อกไดอะแกรมของบอร์ดแสดงในรูป 5.1 และการจัดหน่วยความจำแสดงในรูป 5.2



รูปที่ 5.1 บล็อคไดอะแกรมของซีพียูบอร์ด



I/O ADDRESS	LSI	Contents
00H	R/W PIO	PortA Data
01H		PortA Control
02H		PortB Data
03H		PortB Control
04H	R/W CTC	Channel 0
05H		Channel 1
06H		Channel 2
07H		Channel 3
08H	"Read" inhibits internal memory area	
09H	"Read" internal memory	
0AH	Image of 08H and 09H	
0BH		
0CH	Free area	
0DH		
0EH		
0FH		
Not used		

รูปที่ 5.2 แสดงการจัดหน่วยความจำของซีพียูบอร์ด

5.1.2 อินพุทบอร์ด

เป็นอินพุทชนิดเชื่อมต่อสัญญาณด้วยแสงโดยใช้ Opto-Coupler ทำให้วงจรสัญญาณเข้ากับวงจรภายในไมโครคอมพิวเตอร์สามารถแยกกันทางไฟฟ้าได้อย่างเด็ดขาด มีทั้งหมด 24 ขั้ว เข้าโดยมี 2 ขั้วเข้าสามารถเลือกใช้กับสัญญาณเข้าความเร็วสูงได้ (High Speed Input) แหล่งจ่ายไฟภายนอกที่ใช้มีขนาด 12 V และสามารถเลือกใช้กับขนาด 24 V ได้ วงจรกรองที่ใช้เป็นวงจร RC Filter การกำหนดแอดเดรสของบอร์ดสามารถกำหนดโดยใช้ดิพสวิทช์ (Dip switch) อินพุทบอร์ดนี้จะใช้รับสัญญาณเข้าจากตัวตรวจวัดในลิฟท์และจากปุ่มกดเรียกลิฟท์

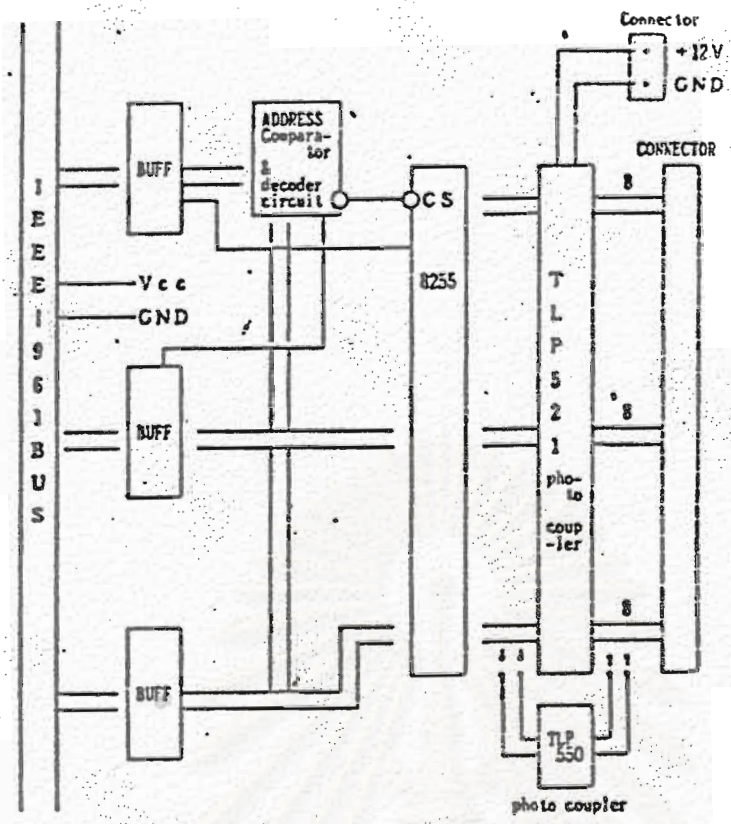
5.1.3 เอาท์พุทบอร์ด

เป็นเอาท์พุทชนิดรีเลย์มี 24 ขั้วออก หน้าสัมผัสรีเลย์สามารถเลือกเป็น Normally Open หรือ Normally closeได้ ขดลวดรีเลย์ใช้ไฟเลี้ยง 5 V หน้าสัมผัสทนแรงดัน (V rated) 250 VDC, ทนกระแส (I rated)ได้ 2A การกำหนดแอดเดรสของบอร์ด สามารถกำหนดโดยใช้ดิพสวิทช์ขนาด 8 ขั้วบนบอร์ด เอาท์พุทบอร์ดจะใช้ขับอุปกรณ์ในลิฟท์ เช่นหลอดไฟ เบรค มอเตอร์ ประตู เป็นต้น

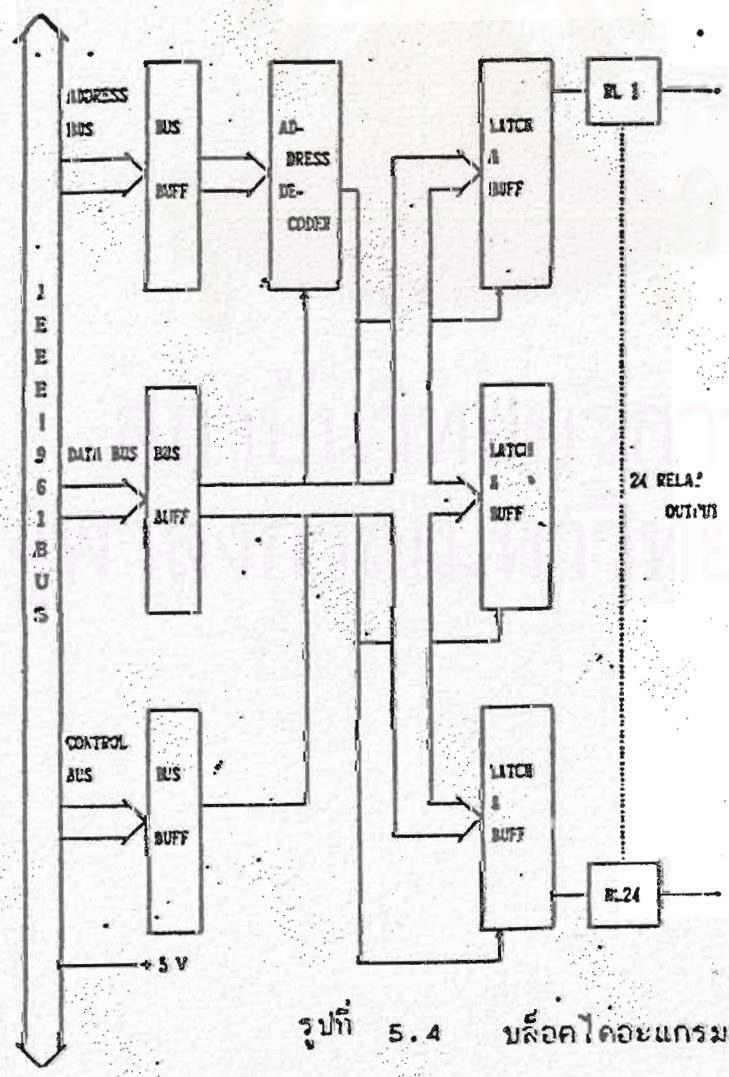
5.2 Logging Data & Watchdog

เป็นวงจรสำหรับพิมพ์สถานะของลิฟท์ และตรวจสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ รูปวงจรแสดงในรูปที่ 5.5 สำหรับเครื่องพิมพ์นั้นได้ใช้ IC 8255 PORT A สำหรับข้อมูล และ PORT C สำหรับรับและส่งสัญญาณในการพิมพ์

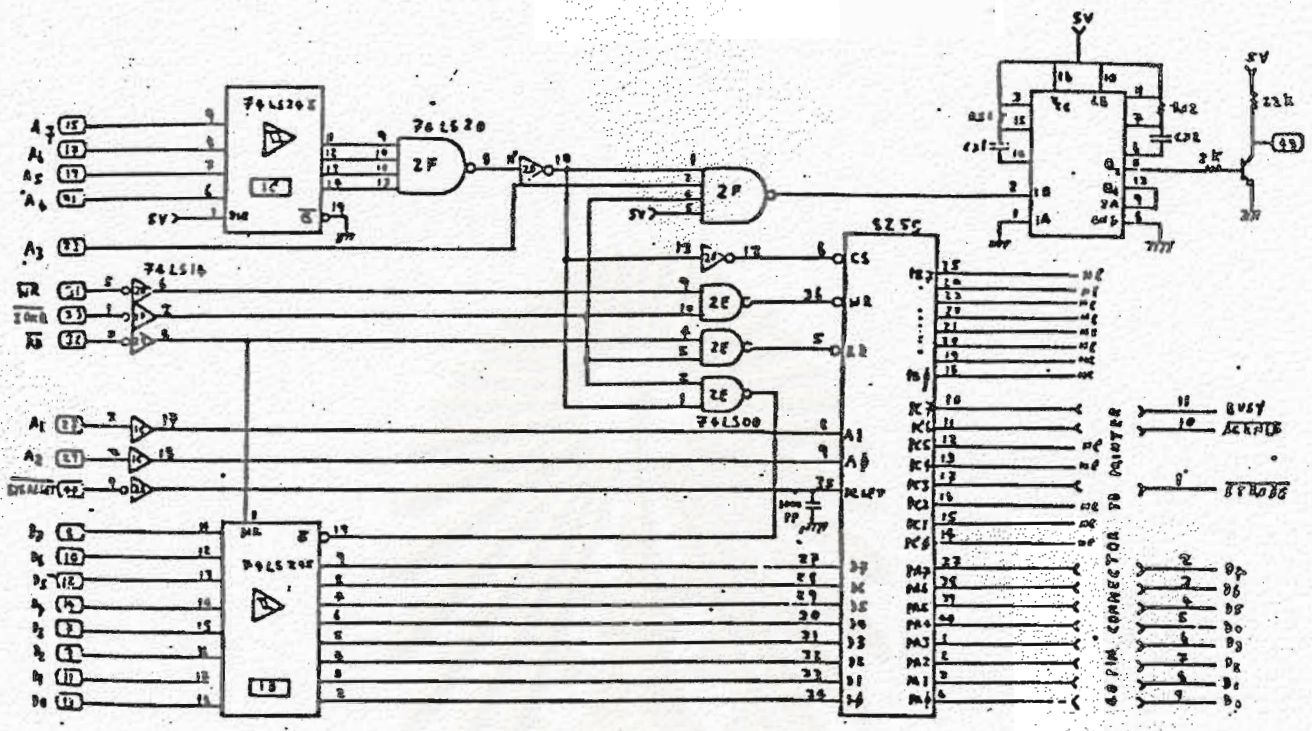
ในส่วนของวงจร Watchdog ได้ใช้ IC เบอร์ 74LS123 ซึ่งภายใน IC ประกอบด้วยวงจร Retrigable Monostable 2 วงจร ลักษณะการต่อวงจรและสัญญาณการทำงานของ Watchdog แสดงดังในรูปที่ 5.6 ในรูปถ้าไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานปกติจะส่งสัญญาณมาที่ขา 1B ของ Monostable ตัวที่ 1 ซึ่งทริกที่ขอบขาขึ้น และให้สัญญาณ 1Q ออกมา จากนั้นสัญญาณ 1Q จะเป็นสัญญาณเข้าของ Monostable ตัวที่ 2 ที่ขา 2A ซึ่งทริกที่ขอบขาลง แล้วได้สัญญาณ 2Q ออกมา ปกติซีพียูจะส่งสัญญาณออกมาทุก ๆ 10 mS ทำให้ได้สัญญาณที่ 1Q เป็น High แต่ถ้าซีพียูทำงานผิดปกติจะทำให้สัญญาณจากซีพียูหายไป ถ้าสัญญาณจากซีพียูหายไปนานเกินกว่า 50 mS แล้วจะทำให้สัญญาณ 1Q เป็น Low เมื่อสัญญาณ 1Q เป็น Low แล้วจะทริก Monostable ตัวที่ 2 ทำให้ 2Q เกิดสัญญาณพัลส์ Low นานประมาณ



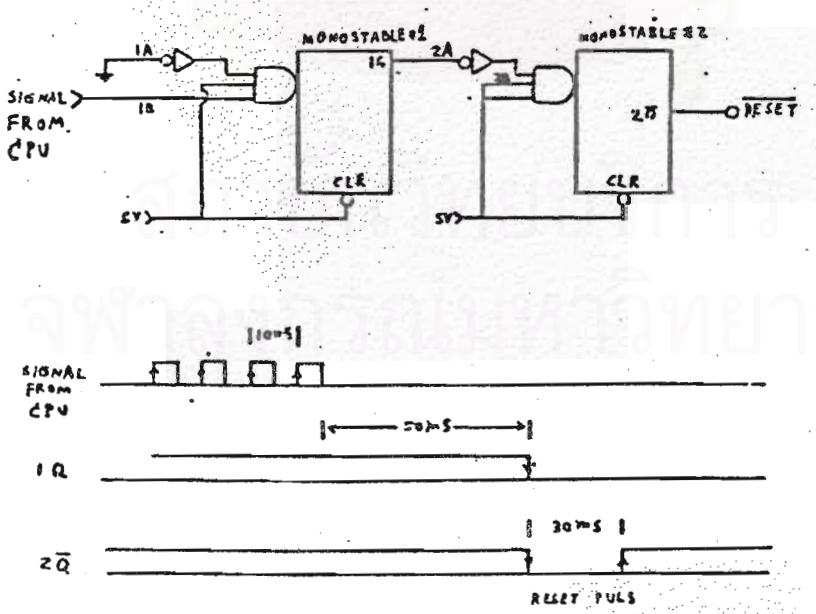
รูปที่ 5.3 บล็อคไดอะแกรมของอินพุทบอร์ด



รูปที่ 5.4 บล็อคไดอะแกรมของเอาท์พุทบอร์ด



รูปที่ 5.5 วงจร LOGGING DATA & WATCH DOG



รูปที่ 5.6 การทำงานของ WATCH DOG

30 mS ซึ่งสัญญาณพัลส์ Low นี้นำไปใช้ในการรีเซ็ทซีพียูให้กลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่

5.3 วงจรอินเตอร์เฟส

เป็นวงจรที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับสัญญาณภายนอกจากสวิทช์ปุ่มกดและปล่องลิฟท์ วงจรนี้สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

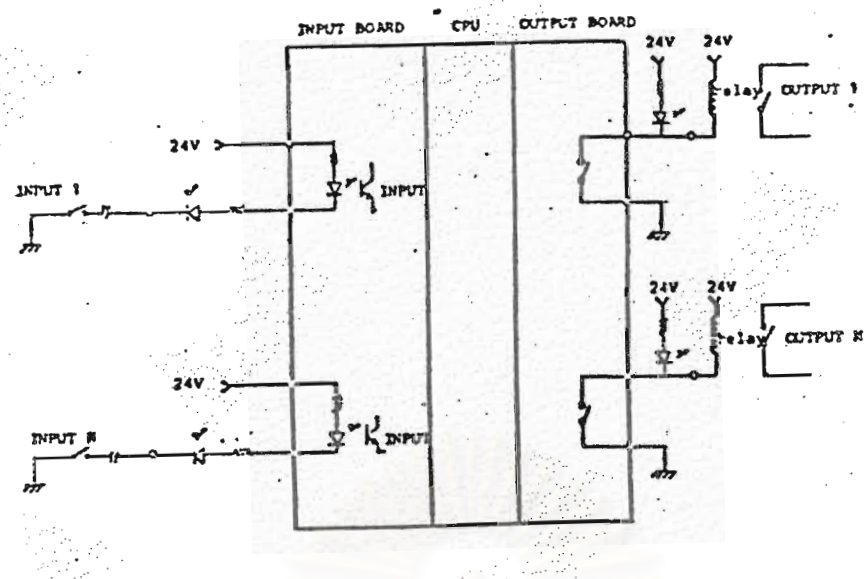
5.3.1 วงจร I/O Module

เป็นวงจรสำหรับเชื่อมโยงสัญญาณจาก ตัวตรวจวัดเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางอินพุทบอร์ด และเชื่อมโยงสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปสู่เอาท์พุทรีเลย์ผ่านทางเอาท์พุทบอร์ดใน I/O Module จะมี LED สำหรับบอกสถานะของสัญญาณอินพุทและเอาท์พุท ทำให้รู้ว่าในขณะนั้นมีอินพุทอะไรเข้ามาและมีคำสั่งเอาท์พุทอะไรออกไป ซึ่งสามารถช่วยในการตรวจซ่อมของช่างลิฟท์ได้ วงจร I/O Module นี้ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับสัญญาณสถานะของลิฟท์ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้มีจำนวนคงที่ไม่ขึ้นกับจำนวนชั้น ดังนั้นไม่ว่าลิฟท์จะใช้กับอาคารกี่ชั้นก็ตาม จำนวน I/O Module จะมีเพียง 1 บอร์ดเท่านั้น ตาราง 5.1 และ 5.2 แสดงชื่อสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทที่ต่อเข้ามาที่ I/O Module นี้

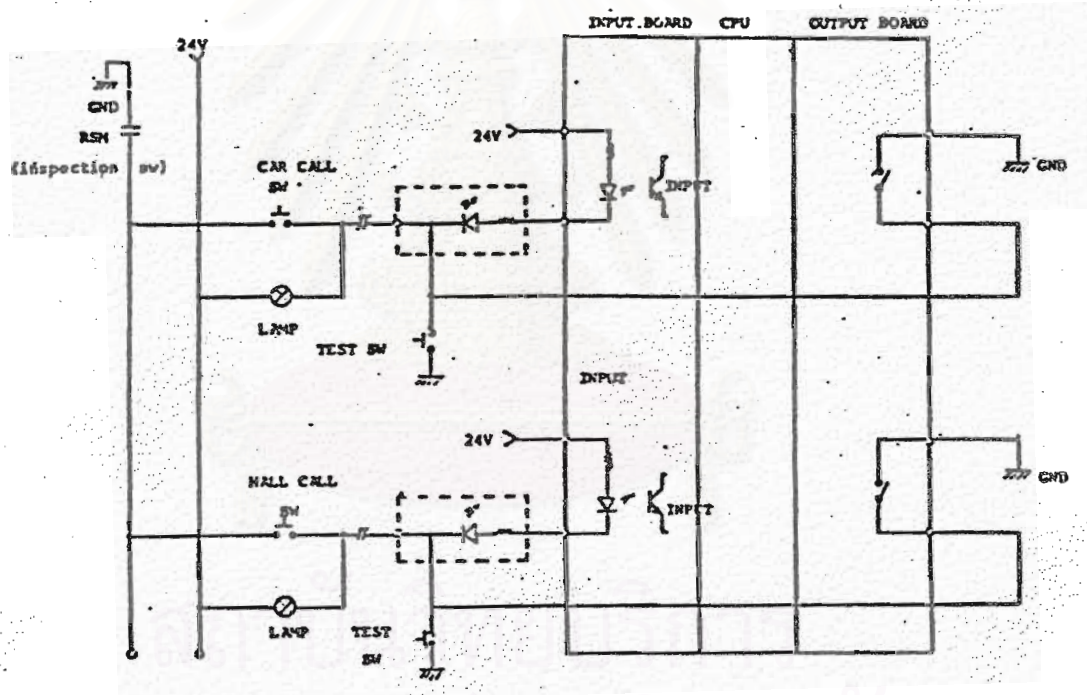
5.3.2 วงจร Floor Module

เป็นวงจรสำหรับอินเตอร์เฟสกับปุ่มกด และตัวตรวจวัดตำแหน่งชั้นจากตัวลิฟท์ และในปล่องลิฟท์กับเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางอินพุทบอร์ด จากนั้นซีพียูจะสั่งงานไปที่หลอดไฟของปุ่มกดผ่านทางเอาท์พุทบอร์ดและวงจรอินเตอร์เฟสสัญญาณปุ่มกดและสัญญาณบอกตำแหน่งชั้น ซึ่งสัญญาณเหล่านี้ขึ้นกับจำนวนชั้น ดังนั้นถ้าจำนวนชั้นเพิ่มขึ้นจำนวน Floor Module ก็จะเพิ่มขึ้น ในการออกแบบนี้ Floor Module 1 บอร์ดสามารถใช้ได้กับลิฟท์จำนวน 6 ชั้น ในบอร์ดของ Floor Module นี้จะมีปุ่มกดทดสอบ (Test SW) ซึ่งต่อขนานกับปุ่มกดจริง ดังนั้นการทดสอบการทำงานของลิฟท์โดยปุ่มกดจริงสามารถทดสอบที่ตู้เครื่องควบคุมได้เลย โดยไม่ต้องไปกดปุ่มกดจริงของแต่ละชั้น จึงเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ช่างลิฟท์ในการซ่อมบำรุง

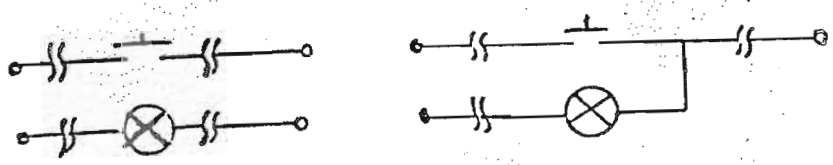
เนื่องจากการเปลี่ยนจำนวนชั้นจะทำให้จำนวนอินพุทและเอาท์พุทของ Floor Module เปลี่ยนไป การคำนวณจำนวนอินพุทและเอาท์พุทที่ต่อเข้ากับ Floor Module สามารถทำการคำนวณได้ดังนี้



รูปที่ 5.7 วงจร I/O MODULE



รูปที่ 5.8 วงจร FLOOR MODULE



การเดินสายแบบเก่า การเดินสายแบบใหม่

รูปที่ 5.9 การเปรียบเทียบการเดินสายไฟ

ตารางที่ 5.1 แสดงอินพุทของ I/O MODULE

อินพุทที่	ชื่ออินพุท	สัญญาณเกี่ยวกับ
1	LC	ประตูเปิดสุด
2	LA	ประตูปิดสุด
3	DZ	จอดเสมอชั้น
4	DOSW	ให้เปิดประตู
5	DCSW	ให้ปิดประตู
6	SS	Safety Shoe
7	PHC	Photo Cell
8	OL	เกินพิกัดบรรทุก
9	80 % OL	80 % พิกัดบรรทุก
10	RPR	ลิฟท์พร้อมเคลื่อนที่
11-15	ว่าง	—
16	DIP1	ตรวจสอบระบบ
17	DIP2	ตรวจ ROM
18	DIP3	ตรวจ RAM
19	DIP4	ตรวจอินพุท
20	DIP5	ตรวจเอาท์พุท
21-24	ว่าง	—

ตารางที่ 5.2 แสดงเอาท์พุทของ I/O MODULE

เอาท์พุทที่	ชื่อเอาท์พุท	คำสั่งเกี่ยวกับ
1-4	A1,B1,C1,D1	7-SEG หลักหน่วย
5-8	A2,B2,C2,D2	7-SEG หลักสิบ
9	UP	ให้ลิฟท์เคลื่อนที่ขึ้น
10	DW	ให้ลิฟท์เคลื่อนที่ลง
11	SLOW	ให้ลิฟท์เคลื่อนที่ช้า
12	STOP	ให้ลิฟท์หยุด
13	DO	ให้เปิดประตู
14	DC	ให้ปิดประตู
15	DU	ทิศทางลิฟท์ขึ้น
16	DD	ทิศทางลิฟท์ลง
17	ROM OK	ผลตรวจ ROM
18	RAM OK	ผลตรวจ RAM
19-24	ว่าง	—

ตารางที่ 5.3 แสดงอินพุทของ FLOOR MODULE

อินพุทที่	สัญญาณ	สัญญาณเกี่ยวกับ
1-6	CC1-CC6	CAR CALL ชั้น 1-6
7-12	HU1-HU6	HALL UP CALL ชั้น 1-6
13-18	HD1-HD6	HALL DOWN CALL ชั้น 1-6
19-24	IM1-IM6	ตัวบอกตำแหน่งชั้น 1-6

ตารางที่ 5.4 แสดงเอาท์พุทของ FLOOR MODULE

เอาท์พุทที่	สัญญาณ	สัญญาณเกี่ยวกับ
1-6	CL1-CL6	CAR CALL LAMP ชั้น 1-6
7-12	UL1-UL6	UP CALL LAMP ชั้น 1-6
13-18	DL1-DL6	DOWN CALL LAMP ชั้น 1-6
19-24	ว่าง	

069334 I21305365

การคำนวณจำนวนอินพุท

จำนวนปุ่มกดในตัวลิฟท์	=	N
จำนวนปุ่มกดหน้าชั้นขาขึ้น	=	N-1
จำนวนปุ่มกดหน้าชั้นขาลง	=	N-1
จำนวนบอกตำแหน่งชั้นของลิฟท์	=	N
รวมจำนวนอินพุททั้งหมด	=	4N-2

การคำนวณจำนวนเอาท์พุท

จำนวนหลอดไฟปุ่มกดในตัวลิฟท์	=	N
จำนวนหลอดไฟปุ่มกดขาขึ้น	=	N-1
จำนวนหลอดไฟปุ่มกดขาลง	=	N-1
รวมจำนวนเอาท์พุททั้งหมด	=	3N-2

การคำนวณจำนวนของ Floor Module ให้เอาจำนวนชั้นหารด้วย 6 ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม ค่าที่ได้คือ จำนวนชุดของ Floor Module ที่ต้องใช้

วงจร Floor Module จะทำให้การเดินสายไฟของสวิทช์และหลอดไฟของปุ่มกดลดจำนวนลง จากรูปที่ 5.9 การเดินสายไฟของปุ่มกด 1 ปุ่ม ถ้าเดินสายไฟแบบเก่าต้องใช้สายไฟถึง 4 เส้น แต่ถ้าเป็นแบบใหม่จะใช้สายไฟเพียง 3 เส้น ซึ่งจะเป็นการประหยัดการเดินสายไฟ 1 เส้น ต่อปุ่มกด 1 ปุ่ม ดังนั้นถ้ามีจำนวน N ชั้น จะสามารถประหยัดการเดินสายได้ถึง 3N-2 เส้น

ตาราง 5.3 และ 5.4 แสดงชื่อสัญญาณอินพุทและเอาท์พุทซึ่งต่อกับ Floor Module นี้ จำนวน 1 บอร์ด

5.4 วงจรรีเลย์ขับนำ

ในเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ประมวลผลสัญญาณเข้าจาก I/O Module และ Floor Module แล้ว จะออกคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนลิฟท์ที่ผ่านทางเอาท์พุทบอร์ด เนื่องจากรีเลย์ของเอาท์พุทบอร์ดมีขนาดเล็ก และหน้าสัมผัสทนกระแสได้น้อย ดังนั้นจึงต้องนำหน้าสัมผัสของรีเลย์ในเอาท์พุทบอร์ดไปรีเลย์ขนาด 24 โวลต์ ดังรูปที่ 5.10 รีเลย์ขนาด 24 โวลต์ นี้จะเรียก รีเลย์รับคำสั่ง จากนั้นจึงนำหน้าสัมผัสของรีเลย์ไปต่อเข้ากับขด

ลวดของคอนแทกเตอร์ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ขับลิฟท์ ดังรูปที่ 5.11

5.5 ตู้ควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์

การสร้างตู้ควบคุมลิฟท์ได้ใช้เวลาในการประกอบและสร้างประมาณ 3 สัปดาห์ ซึ่งได้เครื่องควบคุมลิฟท์ต้นแบบดังรูปที่ 5.12 องค์ประกอบของตู้ควบคุมแสดงในรูปที่ 5.13 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) POWER SUPPLY เป็นชนิด SWICHING POWER SUPPLY ใช้สำหรับจ่ายไฟให้ไมโครคอมพิวเตอร์

2) MICROCOMPUTER เป็นตัวควบคุมการทำงานของลิฟท์ประกอบด้วย ซีพียูบอร์ด อินพุทบอร์ด และเอาท์พุทบอร์ด

3) I/O Module และ Floor Module เป็นแผงวงจรที่ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสสัญญาณอินพุทและเอาท์พุท และสัญญาณปุ่มกดของลิฟท์

4) PRINTER เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ผลการทำงานของลิฟท์

5) CURRENT TRANFORMER และ MOTOR PROTECTIVE RELAY ใช้ร่วมกันในการป้องกันมอเตอร์ จากอันตรายที่เกิดจากการต่อไฟกลับเฟส ไฟในแต่ละเฟสไม่สมดุลย์กัน การขาดหรือหลุดของสายเฟสใดเฟสหนึ่ง

6) OUTPUT RELAYS เป็นรีเลย์ขนาด 24 โวลต์ ใช้ขับนำสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์

7) MAIN CONTACTORS เป็นคอนแทกเตอร์ที่ใช้ในการขับมอเตอร์ของลิฟท์

8) TERMINALS เป็นที่พักสายของสัญญาณเข้าและสัญญาณออก

9) TRANSFORMER และ BRIDGE RECTIFIERS เป็นแหล่งจ่ายไฟ 60 โวลต์ และ 24 โวลต์

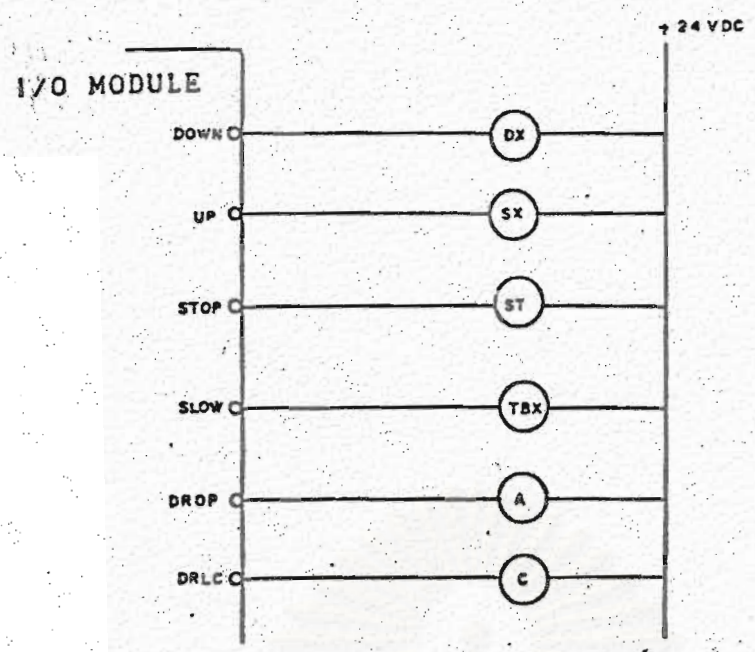
10) CONTROL FUSES เป็นฟิวส์ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในเครื่องควบคุม

11) BATTERY CHARGER เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับไฟแสงสว่างในตัวลิฟท์ในขณะที่ไฟดับ

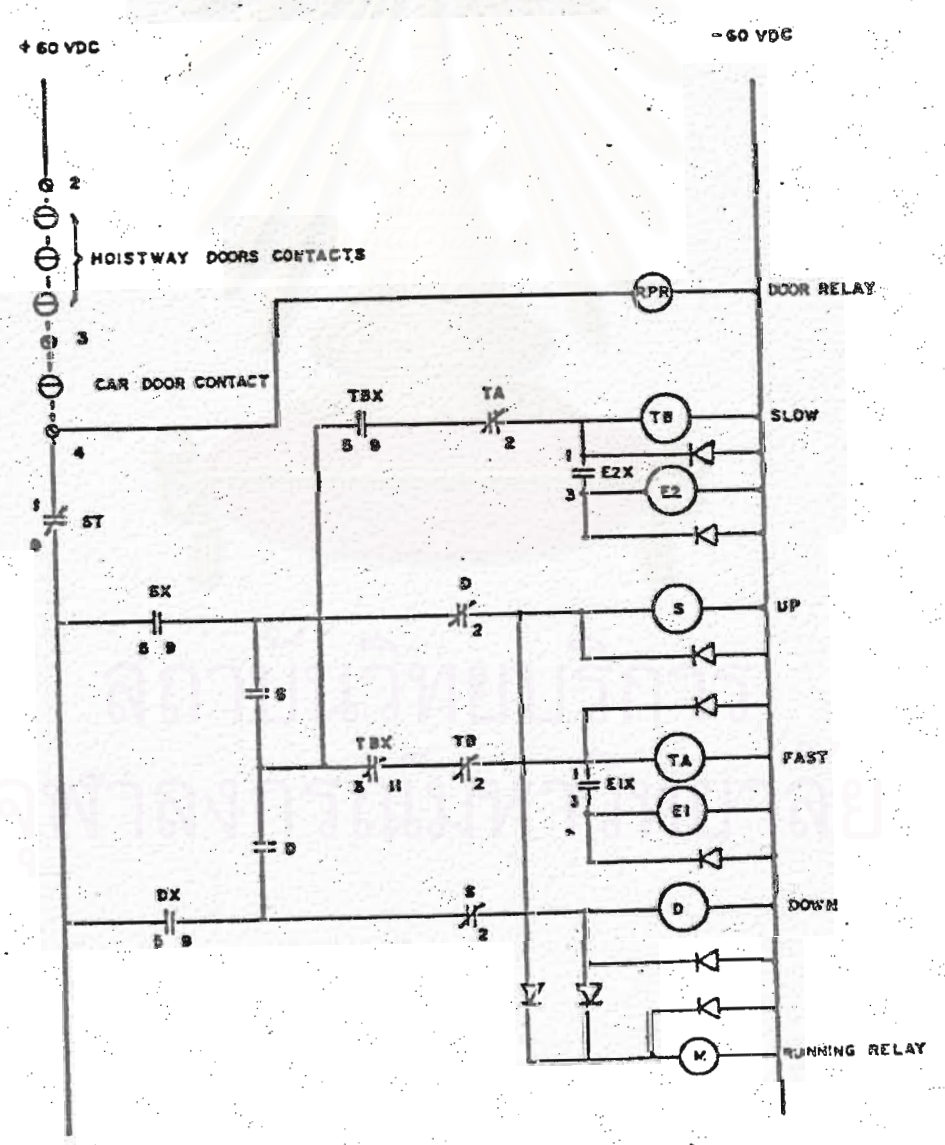
12) BLOWER CONTACTOR เป็นคอนแทกเตอร์ของพัดลมระบายความร้อน

5.6 ระบบความปลอดภัยของลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์

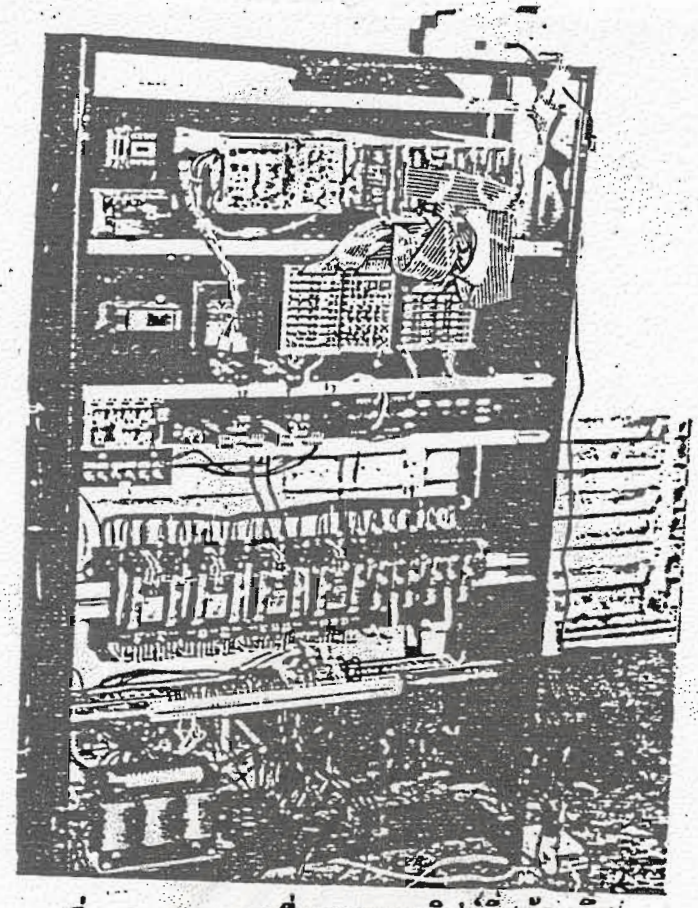
เนื่องจากลิฟท์เป็นอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้ใช้โดยตรง



รูปที่ 5.10 วงจรรีเลย์ขับนำ

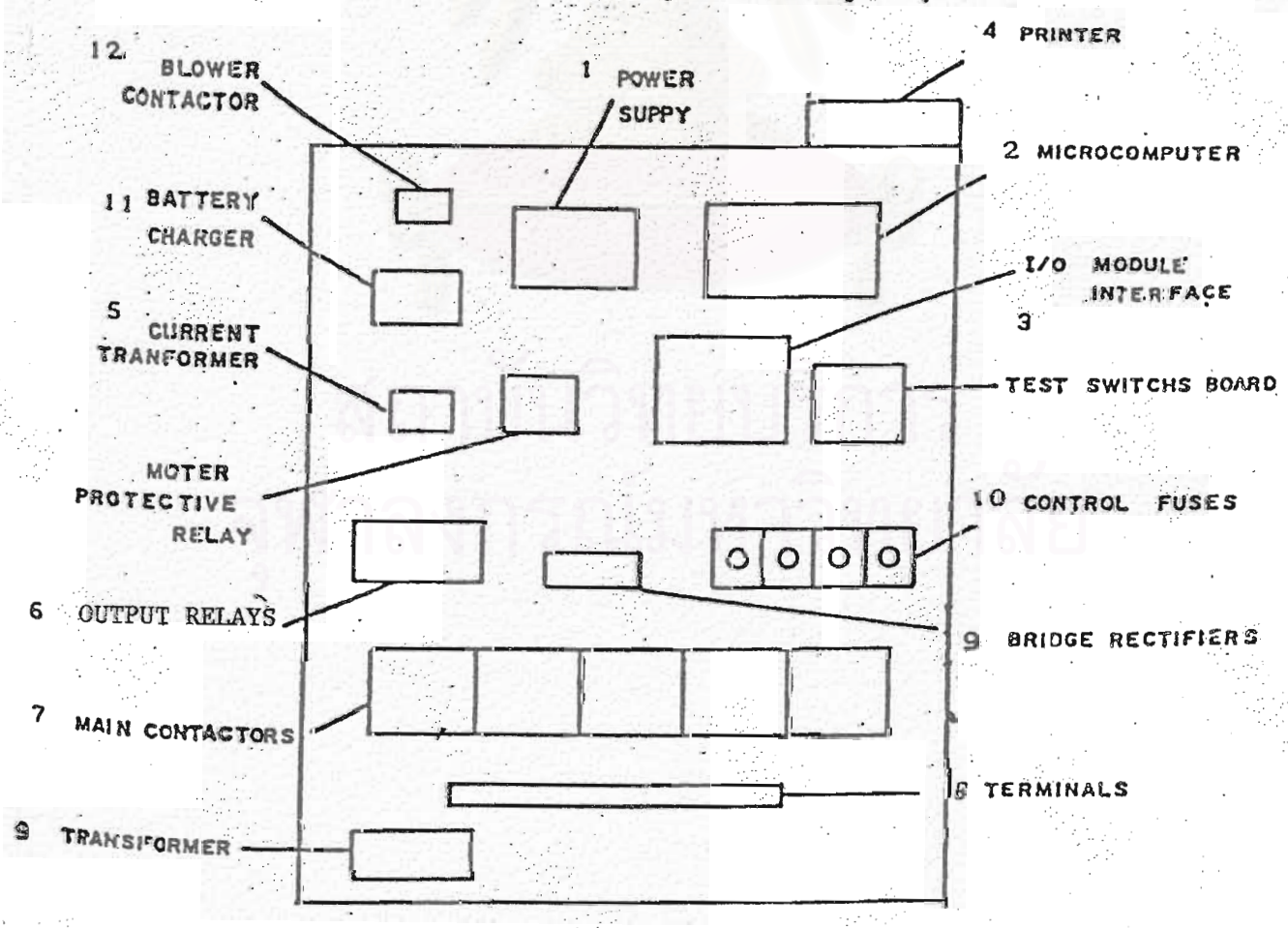


รูปที่ 5.11 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับลิฟท์



รูปที่ 5.12 เครื่องควบคุมลิฟท์ที่สร้างขึ้น

รูปที่ 5.13 แผนภาพแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม



ดังนั้นลิฟท์จึงต้องมีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากลิฟท์ที่จะเกิดแก่ผู้โดยสาร

ระบบความปลอดภัยของลิฟท์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระบบ คือ

1) ระบบความปลอดภัยภายในไมโครคอมพิวเตอร์จะมีวงจร WATCHDOG ทำหน้าที่ตรวจสอบความผิดปกติในการทำงานของซีพียู ถ้าซีพียูทำงานออกนอกโปรแกรม WATCHDOG จะทำการรีเซ็ทให้ซีพียูกลับเข้ามาเริ่มต้นทำงานในโปรแกรมใหม่อีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีสัญญาณจากประตู คือสัญญาณ Safety Shoe, Photo Cell และ Door Open Swich เป็นสัญญาณเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสั่งให้ประตูเปิดออกในกรณีลิฟท์หนีบผู้โดยสาร และถ้าเกิดกรณีที่เลวร้ายที่สุด คือ สัญญาณทั้งสามบกพร่องไม่สามารถส่งสัญญาณเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ได้ ประตูลิฟท์ก็จะหนีบผู้โดยสารได้ไม่เกิน 5 วินาที ทั้งนี้เพราะการสั่งปิดประตู ประตูต้องปิดสนิทให้ได้ภายใน 5 วินาที มิฉะนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งให้เปิดประตูกลับ ผู้โดยสารจึงปลอดภัยจากการถูกประตูหนีบ

2) ระบบความปลอดภัยจากแผนภาพชั้นบันได การออกแบบจะมีการอินเตอร์ล็อกทางสัญญาณเพื่อป้องกันการออกคำสั่งที่ซ้ำซ้อน เช่น สั่งให้มอเตอร์หมุนขึ้นและลงพร้อมกัน สั่งให้ประตูเปิดและปิดพร้อมกัน เป็นต้น

3) ระบบความปลอดภัยทางไฟฟ้า ลิฟท์ทุกตัวจะมีกลอุปกรณ์หยุดสุดท้าย ซึ่งจะตัดกระแสไฟโดยอัตโนมัติออกจากมอเตอร์ กรณีลิฟท์วิ่งเลยชั้นที่จอดสุดท้าย และมีกลอุปกรณ์ล็อกควบคู่ของประตูปล่องลิฟท์ เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟจ่ายเข้ารีเลย์ขับนำได้จนกว่าประตูจะปิดสนิท นอกจากนี้ในวงจรรีเลย์ขับนำมีการอินเตอร์ล็อกทางสัญญาณอีกด้วย

4) ระบบความปลอดภัยทางกล ลิฟท์มีอุปกรณ์ทางกลเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุมากมาย เช่นเครื่องกันปะทะที่บ่อลิฟท์ อุปกรณ์ควบคุมความเร็วเกิน อุปกรณ์ล็อกรางในกรณีลวดสลิงขาด เป็นต้น

จากระบบความปลอดภัยหลายชั้นที่กล่าวมานี้ สามารถมั่นใจได้ว่าผู้โดยสารจะใช้ลิฟท์ได้อย่างปลอดภัย

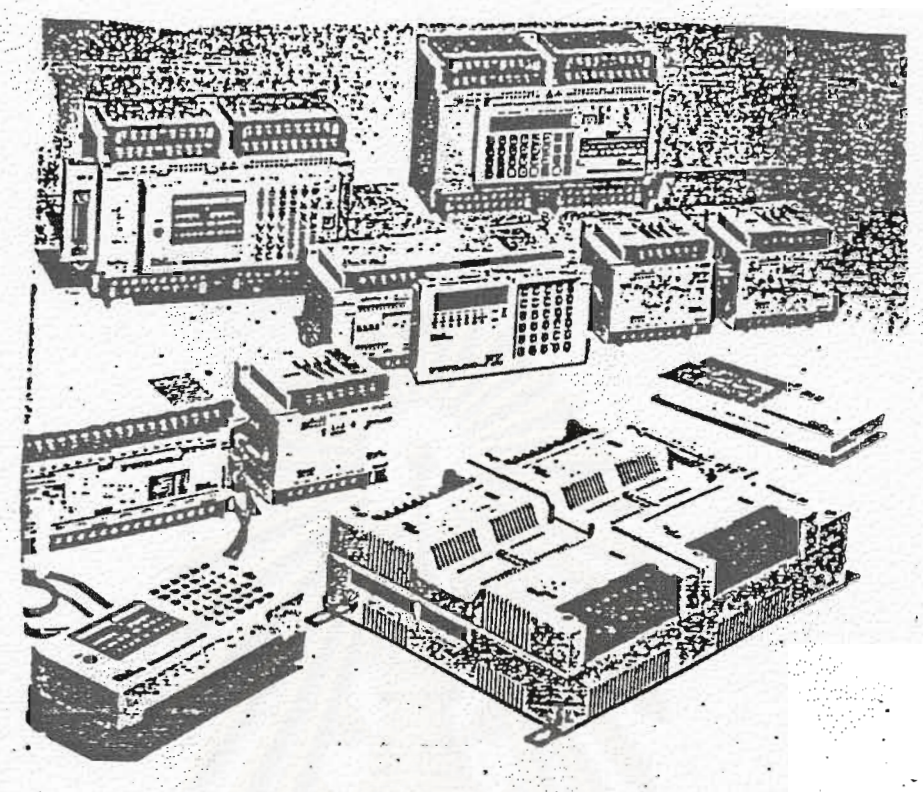
บทที่ 6
ซอฟท์แวร์ควบคุมระบบ

ในบทที่ 4 ได้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบทางซอฟท์แวร์ควบคุมระบบซึ่งได้กล่าวถึงข้อดี ข้อเสียของแต่ละวิธี และได้เลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือ วิธีเขียนซอฟท์แวร์ด้วยแผนภาพขั้นบันได เพราะแผนภาพขั้นบันไดมีความคล้ายคลึงกับวงจรรีเลย์ ซึ่งช่างลิฟท์มีความเคยชินและความชำนาญอยู่แล้ว ทำให้ช่างลิฟท์สามารถช่วยพัฒนาระบบได้ นอกจากนี้ยังง่ายต่อผู้พัฒนารุ่นต่อ ๆ ไปที่จะทำความเข้าใจกับซอฟท์แวร์ได้ง่าย การเขียนซอฟท์แวร์ด้วยแผนภาพขั้นบันไดนี้ คล้ายคลึงกับเครื่องควบคุมแบบพีแอลซี

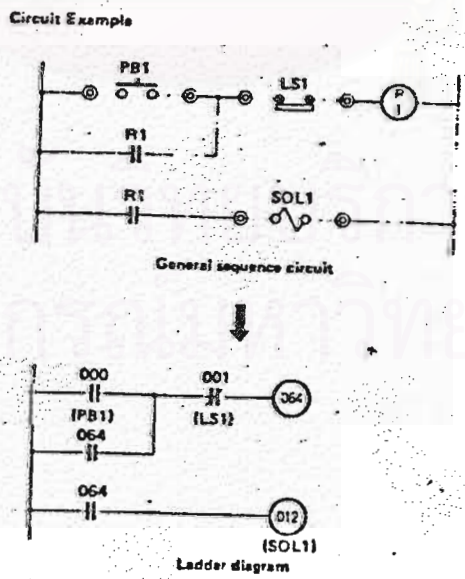
6.1 พีแอลซี

Programmable Logic Controller หรือเรียกย่อ ๆ ว่า พีแอลซี (PLC) นี้เป็นอุปกรณ์ควบคุมซีเควันซ์ชนิดอีเล็กทรอนิกส์ที่สามารถโปรแกรมได้ ภายในมีไมโครคอมพิวเตอร์เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ รูป 6.1 แสดงตัวอย่างรูปร่างภายนอก ของพีแอลซี ที่มีใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

พีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุทและเอาท์พุทจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมสั่งงานเข้าไปในพีแอลซี โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่เหมือนวงจรของรีเลย์ ตัวตั้งเวลาและตัวนับ ที่เคยใช้ตามปกติ เมื่อกดปุ่มบังคับให้พีแอลซีเริ่มทำงานมันจะทำงานได้เหมือนกับวงจรรีเลย์ที่เราป้อนโปรแกรมเข้าไปได้อย่างน่าอัศจรรย์ พีแอลซีจะสร้างอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ภายในเอง เช่น รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ ได้โดยซอฟท์แวร์ สิ่งเหล่านี้ไม่มีตัวตนในรูปของวัตถุ แต่จะปรากฏอยู่ในรูปของฟังก์ชั่นการทำงานที่ตรงกับของจริง นอกจากนั้นการต่อสายเชื่อมโยงอุปกรณ์เหล่านี้เข้าหากันเป็นวงจรก็ทำโดยซอฟท์แวร์ทั้งสิ้น เราสามารถแก้วงจรหรือเพิ่มเติมวงจรได้เพียงแต่แก้ไขโปรแกรมวงจรเท่านั้น การป้อนโปรแกรมสามารถทำได้โดยใช้แป้นป้อนโปรแกรมเล็ก ๆ หรือเครื่องพิเศษที่มีจอภาพและแป้นพิมพ์ การป้อนโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว แน่นอนรวดเร็วและสะดวกกว่าการเดินสายไฟตามแบบเดิมมาก



รูปที่ 6.1 รูปตัวอย่างพีแอลซี



รูปที่ 6.2 วงจรรีเลย์กับแผนภาพขั้นบันได

6.2 แผนภาพขั้นบันได (Ladder Diagram)

แผนภาพขั้นบันไดเป็นแผนภาพที่ยังยึดหลักของแผนภาพรีเลย์ (Relay Diagram) เพื่อให้ช่างที่ปฏิบัติงานด้านควบคุมแบบลำดับ (Sequence Control) ไม่ต้องเปลี่ยนแนวความคิดความเข้าใจกับแผนภาพของระบบ เพียงแต่เรียนรู้วิธีการโปรแกรมเพิ่มขึ้นเท่านั้น รูป 6.2 เปรียบเทียบแผนภาพขั้นบันไดกับวงจรรีเลย์

การเขียนโปรแกรมแบบแผนภาพขั้นบันไดนี้มีลักษณะคล้ายภาษาทางคอมพิวเตอร์ คือ มีการทดสอบเงื่อนไขในการทำงาน ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงก็จะให้ผลการทำงานออกมา เงื่อนไขที่ทดสอบสามารถแทนได้ด้วยการต่อวงจรของหน้าสัมผัสและผลการทำงานสามารถแทนได้ด้วยคอยล์ของรีเลย์ การทดสอบเงื่อนไขจะทำเป็นลำดับจากซ้ายไปขวา จนครบเงื่อนไขที่ทดสอบ แล้วนำผลทดสอบไปแสดงออกที่รีเลย์ จากนั้นจึงจะเคลื่อนลงมาทดสอบเงื่อนไขลำดับต่อมาของแผนภาพขั้นบันได การทำงานจึงเป็นลำดับจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่าง เมื่อทำกรทดสอบเงื่อนไขเสร็จแล้วก็จะนำผลการทดสอบไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเป้าหมาย

การโปรแกรมแบบแผนภาพขั้นบันไดนั้น เมื่อเราวาดแผนภาพที่จะใช้ในการควบคุมแล้ว เราจะแปลงแผนภาพนั้นเป็นคำสั่งนีโมนิค (MNEMONIC) จากนั้นจึงป้อนเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการแปลงคำสั่งนีโมนิคเป็นรหัสคำสั่งต่อไป ดูรูป 6.3 ประกอบ

หลักการในการเขียนโปรแกรมควบคุมลิฟท์ก็ใช้วิธีการเขียนโปรแกรมที่สามารถแปลวงจรแผนภาพขั้นบันได ที่ใช้ควบคุมลิฟท์ให้เป็นโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์นั่นเอง

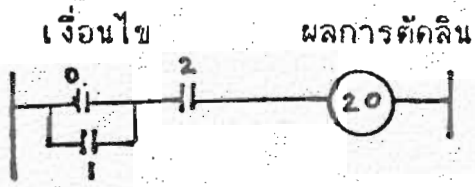
6.3 โปรแกรมควบคุมลิฟท์

การเขียนโปรแกรมควบคุมลิฟท์จะแบ่งโปรแกรมออกเป็นโมดูล (Module) ตามวิธีการ Modular Programing ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขโปรแกรมและการพัฒนาต่อให้มีความสามารถมากขึ้น เพราะสามารถเพิ่มหรือดัดแปลงโปรแกรมได้เป็นโมดูล

6.3.1 การทำงานของโปรแกรมควบคุม

ในโปรแกรมควบคุมจะมีโปรแกรมใหญ่ 2 โปรแกรม ทำงานขนานกันไป คือ โปรแกรมหลัก และโปรแกรมอินเตอร์รัพท์

1) โปรแกรมหลัก เป็นโปรแกรมควบคุมการเริ่มต้นการทำ



แผนภาพขั้นบันได

แปลงด้วยมือ

โปรแกรมคำสั่งนิโมนิค

OPCODE	OPERAND
LD	0
OR	1
AND	2
OUT	20
END	

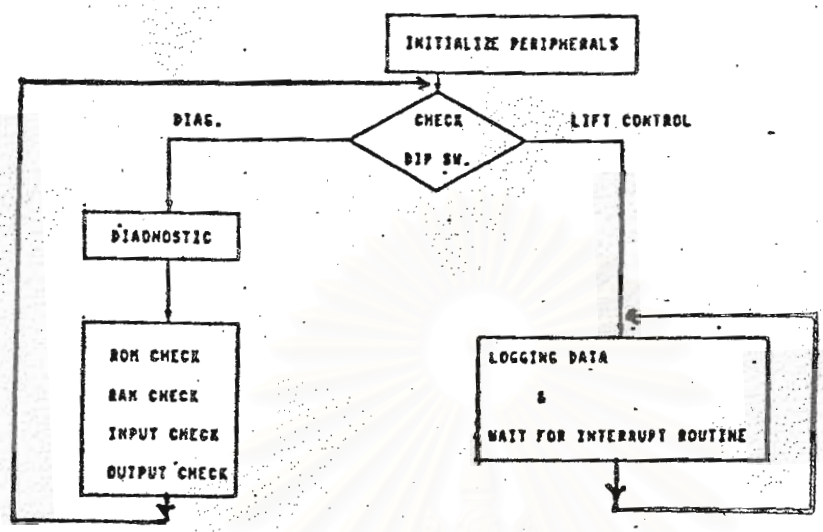
แปลงด้วยคอมพิวเตอร์

รหัสโปรแกรม

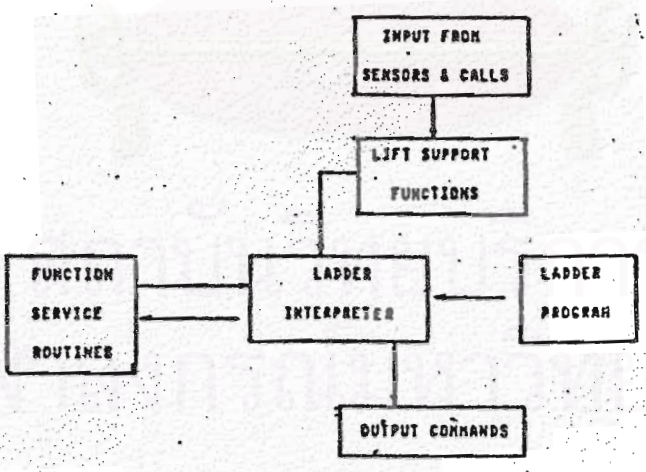
01	00
06	01
03	02
09	20
0D	

รูปที่ 6.3 การแปลงแผนภาพขั้นบันไดเป็นรหัสโปรแกรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.4 ผังงานของโปรแกรมหลัก



รูปที่ 6.5 ผังงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพท์

งานของลิฟท์ การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องควบคุมและการพิมพ์ผลสถานะการทำงานของลิฟท์ การทำงานในโปรแกรมหลักแสดงในรูปที่ 6.4 เมื่อทำการตั้งค่าเริ่มแรกให้รายรอบ (INITIALIZE PERIPHERAL) แล้ว ซีพียูจะมาตรวจที่ดิพสวิทช์ว่าต่อไปเป็นการตรวจสอบระบบ (DIAGNOSTIC) หรือไม่ ถ้าไม่ก็จะพิมพ์ตัวอักษรออกทางเครื่องพิมพ์แล้วรอการอินเตอร์รัพท์จาก CTC

2) โปรแกรมอินเตอร์รัพท์ การทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้จะควบคุมการทำงานของลิฟท์เป็นส่วนใหญ่ โดยจะทำการทดสอบเงื่อนไขการทำงานตามรหัสแผนภาพขั้นบันไดที่เราได้โปรแกรมไว้ แล้วนำผลที่ได้ไปควบคุมการทำงานของลิฟท์ การทำงานในโปรแกรมอินเตอร์รัพท์แสดงในรูปที่ 6.5 เมื่ออ่านอินพุทจากตัวตรวจวัด (SENSOR) ในปล่องลิฟท์และปุ่มกดต่าง ๆ เข้ามาทำการจัดเก็บไว้แล้ว LIFT SUPPORT FUNCTION จะทำการวิเคราะห์แล้วส่งผลไปให้ LADDER INTERPRETER ทำการประมวลผลต่อไป LADDER INTERPRETER จะอ่านรหัสคำสั่งแผนภาพขั้นบันไดจาก LADDER PROGRAM มาทีละบรรทัด แล้วทำการแปลความหมายและทำงานตามคำสั่งนั้นทันที การทำงานตามแต่ละคำสั่งจะต้องมีการเรียกใช้ FUNCTION SERVICE ROUTINE ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมเล็ก ๆ แยกตามคำสั่งหลาย ๆ โปรแกรม การทำงานของ LADDER INTERRETER จะสิ้นสุดลงเมื่อพบรหัส END ซึ่งอยู่ตอนท้ายของ LADDER INTERPRETER จากนั้นจะนำผลการตัดสินเงื่อนไขต่าง ๆ ซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำ ส่งเป็นเอาท์พุทออกไปควบคุมลิฟท์ทันที จบจากการทำงานทั้งหมดนี้แล้วจะออกจากโปรแกรมอินเตอร์รัพท์กลับไปสู่โปรแกรมหลักต่อไป โปรแกรมอินเตอร์รัพท์นี้จะทำงานทุก ๆ 10 mSec จึงทำให้ดูเหมือนว่าวงจรแผนภาพขั้นบันไดทำงานอยู่ตลอดเวลา ลิฟท์จึงถูกควบคุมด้วยวิธีเช่นนี้

6.3.2 องค์ประกอบของโปรแกรม

ในโปรแกรมหลักมีโปรแกรมที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1) INITIALIZE PERIPHERALS — เป็นโปรแกรมสำหรับตั้งค่าเริ่มแรกและส่งรหัสคำสั่งต่าง ๆ ไปให้องค์ประกอบรายรอบซีพียู เช่น CTC PIA เป็นต้น นอกจากนั้นยังตั้งค่าดงตัวให้แก่ระบบเพื่อให้สามารถเริ่มต้นทำงานได้

2) DIAGNOSTIC PROGRAM — เป็นโปรแกรมสำหรับตรวจสอบความผิดปกติของไมโครคอมพิวเตอร์ แบ่งการตรวจสอบเป็น ROMCHECK, RAMCHECK,

INPUTCHECK, OUTPUTCHECK

3) DATA LOGGING เป็นโปรแกรมสำหรับพิมพ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำงานของลิฟท์ ข้อมูลนี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หา Traffic การใช้ลิฟท์สมรรถนะของลิฟท์และการซ่อมบำรุงได้

ในโปรแกรมอินเตอร์รัพท์มีโปรแกรมที่สำคัญ ๆ ดังนี้

1) INPUT FROM SENSOR & CALLS เป็นโปรแกรมจัดการเกี่ยวกับการอ่านสัญญาณอินพุท แล้วนำมาจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ ในรูปแบบที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน

2) LIFT SUPPORT FUNCTIONS เป็นฟังก์ชั่นพิเศษที่เขียนขึ้นใช้กับลิฟท์โดยเฉพาะ ฟังก์ชั่นเหล่านี้ถ้าทำด้วยแผนภาพขั้นบันไดจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมาก จึงต้องใช้ภาษาแอสแซมบลี้เขียนฟังก์ชั่นเหล่านี้ในรูปของ SUBROUTINE ซึ่งสามารถเรียกใช้ หรือตัดออกจากระบบได้ง่าย

3) LADDER PROGRAM เป็นโปรแกรมแผนภาพขั้นบันไดที่เก็บในรูปของรหัส

4) LADDER INTERPRETER เป็นโปรแกรมสำหรับแปลความหมายของรหัสแผนภาพขั้นบันได เป็นภาษาแอสแซมบลี้ และทำงานตามนั้น

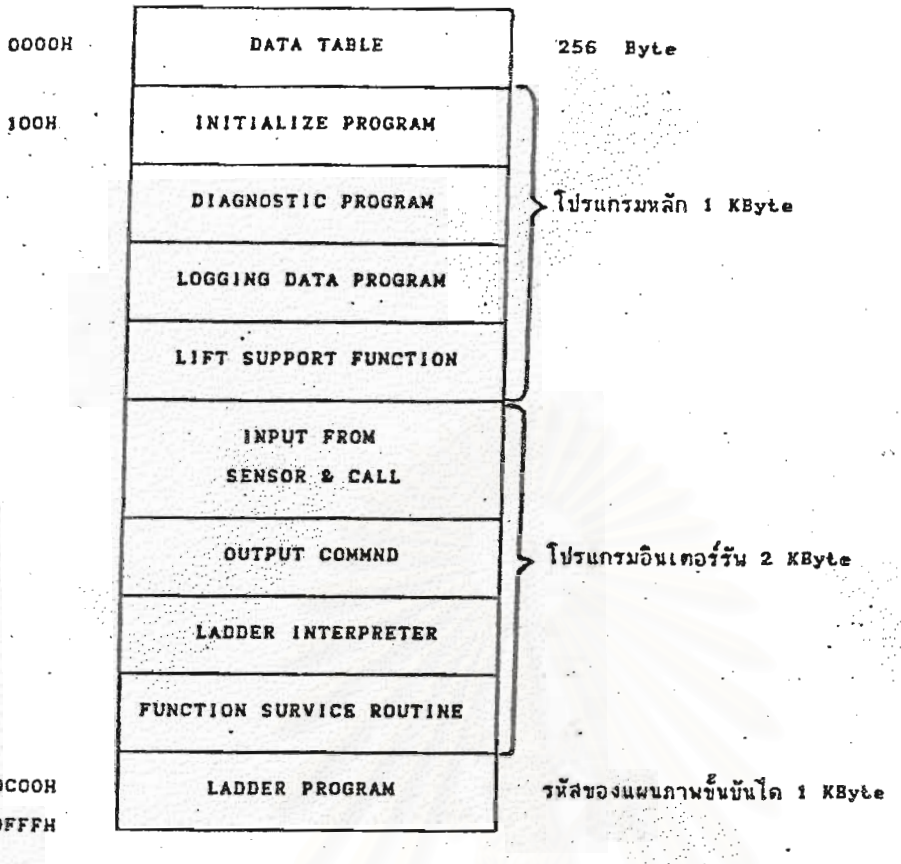
5) FUNCTION SERVICE ROUTINE เป็นกลุ่มของโปรแกรมย่อย ซึ่ง LADDER INTERPRETER นำไปใช้ในการแปลความหมายของรหัสแผนภาพขั้นบันได

6) OUTPUT COMMAND เป็นโปรแกรมที่นำผลที่ประมวลได้ซึ่งเก็บไว้หน่วยความจำออกไปควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อน

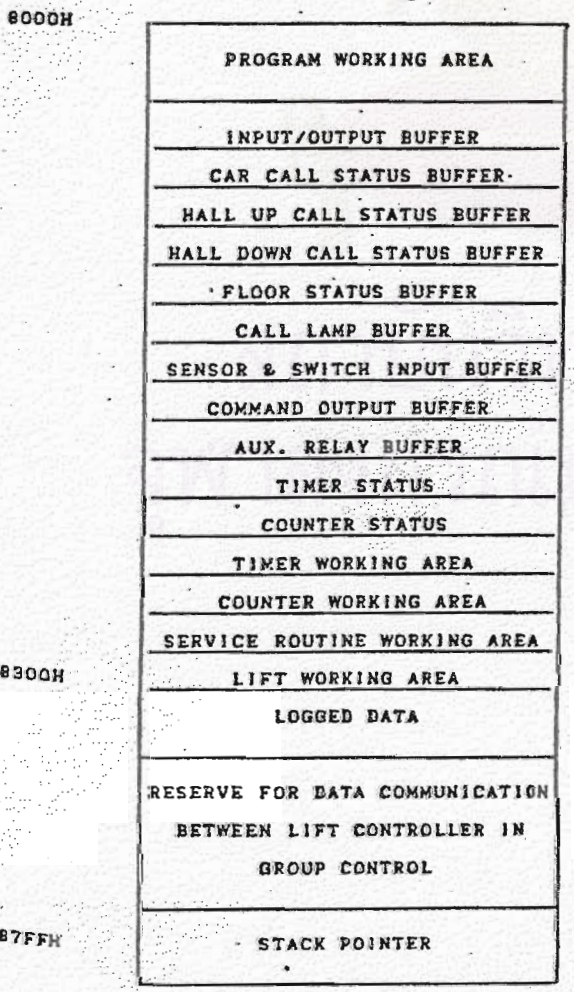
6.3.3 ผังการใช้หน่วยความจำของระบบ (SYSTEM MEMORY MAPPING)

1) PROGRAM MEMORY MAPPING คือการจัดหน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของลิฟท์ ในส่วนนี้จะเก็บใน

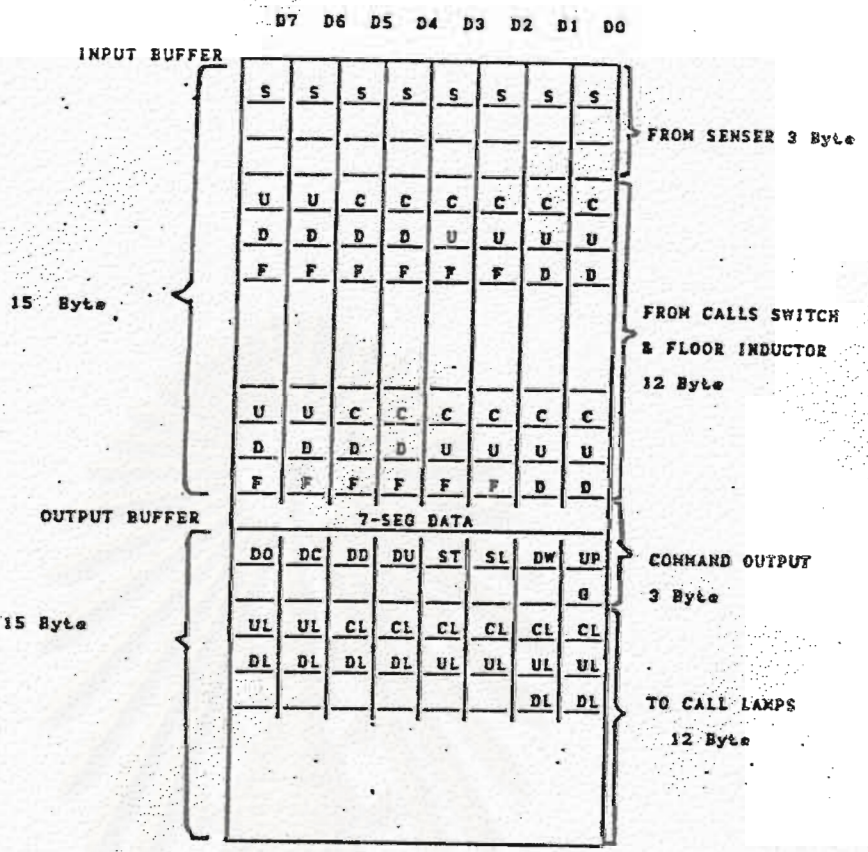
รูปที่ 6.6 การจัดโปรแกรมในหน่วยความจำ



รูปที่ 6.7 การจัดข้อมูลใน RAM



6.8 การจัดข้อมูลใน I/O BUFFER



6.9 การจัดข้อมูลใน STATUS BUFFER

	D_7 ..... D_1	D_0	
CAR CALL (C)	NOT USED	0/1	CONTACT STATUS OFF/ON = 0/1
HALL CALL UP (U)	NOT USED	0/1	
HALL CALL DOWN (D)	NOT USED	0/1	
FLOOR (F)	NOT USED	0/1	
LAMP (L)	NOT USED	0/1	
SENSOR & SWITCH (X)	NOT USED	0/1	
COMMAND OUTPUT (Y)	NOT USED	0/1	
MEMORY (AUX.CONTACT) (M)	NOT USED	0/1	

หน่วยความจำประเภท ROM การจัดพื้นที่สำหรับโปรแกรมแสดงในรูปที่ 6.6

2) DATA MEMORY MAPPING คือ การจัดหน่วยความจำที่ใช้เก็บสถานะการทำงานของระบบ เช่น ปุ่มกด ตำแหน่งลิฟท์ อินพุท เอาท์พุท เนื่องจากสถานะการทำงานของระบบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นจึงใช้หน่วยความจำประเภท RAM การจัดพื้นที่สำหรับข้อมูลสถานะแสดงในรูปที่ 6.7 เนื่องจากการอ่านหรือเขียนสัญญาณของอินพุทและเอาท์พุทนั้นกระทำพร้อมกัน 8 สัญญาณ ดังนั้น รูปแบบของ INPUT/OUTPUT BUFFER จึงเป็นดังรูปที่ 6.8 โดยใน 1 ไบท์ซึ่งมีขนาด 8 บิทจะบรรจุสัญญาณได้ 8 สัญญาณ การบรรจุสัญญาณในลักษณะนี้เราจะเรียกว่า PACK DATA เนื่องจากเป็นการไม่สะดวกที่จะนำไปใช้งานในโปรแกรม ดังนั้นเราจึงทำการกระจายในแต่ละบิทให้ไปอยู่ในบิทสุดท้ายในพื้นที่ของ STATUS BUFFER ซึ่งสามารถนำไปใช้ในโปรแกรมได้สะดวก สำหรับการส่งผลการประมวลเป็นเอาท์พุทในการควบคุมก็จะใช้วิธีการเดียวกัน คือ ข้อมูลใน STATUS BUFFER จะเป็นรูปของ UNPACK DATA ก่อนส่งออกไปควบคุมต้องทำการ PACK DATA ก่อน

6.4 รายละเอียดของโปรแกรม

จากที่ได้กล่าวแล้วว่าโปรแกรมควบคุมสามารถแบ่งส่วนใหญ่ ๆ ได้ 2 ส่วนคือ โปรแกรมหลัก และโปรแกรมอินเตอร์รัพท์ ในแต่ละโปรแกรมจะมีโปรแกรมย่อยซึ่งมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

6.4.1 รายละเอียดในโปรแกรมหลักมีดังนี้

1) INITIALIZE PROGRAM เป็นโปรแกรมที่จัดการให้ระบบสามารถเริ่มต้นทำงานได้ โดยจะทำการเซ็ทค่า STACK POINTER ค่าสถานะเริ่มต้นของลิฟท์ ค่าเฉพาะของลิฟท์ ซึ่งได้แก่ จำนวนชั้น เวลาในการเปิดปิดประตู จำนวนครั้งสูงสุดของการเปิดประตูกลับเนื่องจากมีของขัดประตู จำนวนชุดของ FLOOR MODULE ค่าคงที่ของเวลาที่ใช้ในการอินเตอร์รัพท์ ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นค่าเฉพาะของลิฟท์ในแต่ละอาคารที่ติดตั้ง ซึ่งผู้ออกแบบจะเป็นผู้กำหนดตามความเหมาะสม โดยกำหนดในโปรแกรมเป็นตารางค่าคงที่ นอกจากนี้ INITIALIZE PROGRAM ยังเซ็ท MODE การทำงานของ CTC และ 8255 บนซีพียูบอร์ด MODE การทำงานของ 8255 บนแผงวงจรที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ MODE การทำงานของ 8255 บนอินพุทบอร์ด และยังตรวจสอบว่าเกิดรีเซ็ทเนื่องจาก POWER ON หรือ WATCHDOG

2) DIAGNOSTIC PROGRAM เป็นโปรแกรมที่ใช้ทดสอบฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยให้การตรวจซ่อมง่ายขึ้น การทดสอบจะกระทำก่อน

การใช้งานลิฟท์ เพื่อให้แน่ใจว่าฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งาน และทดสอบในกรณีเครื่องควบคุมลิฟท์เสียเพื่อตรวจสอบว่าเสียเนื่องจากฮาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์หรือไม่ และเสียส่วนใด

ในส่วนของ DIAGNOSTIC PROGRAM สามารถแบ่งได้เป็น

ก) ROM CHECK ใช้ในการตรวจสอบ ROM ว่าโปรแกรมใน ROM ถูกต้องหรือไม่ โดยทำการบวกข้อมูลเลขฐานสิบหกทั้งหมดใน ROM แล้วนำค่าผลบวก 2 ไบท์หลังไปเทียบกับค่า 1630 H ซึ่งเป็นค่าผลบวกที่ถูกต้อง

ข) RAM CHECK ใช้ในการตรวจสอบ RAM โดยจะเขียนค่า AAH (1010 1010) แล้วอ่านออกมาว่าเป็น AAH หรือเปล่าจากนั้นเปลี่ยนค่าเป็น 55H แล้วทำงานทำนองเดียวกันอีก ทำเช่นนี้ทุก ๆ แอดเดรสของ RAM ถ้าเขียนและอ่านได้ตรงกันและถูกต้องทุกแอดเดรส แสดงว่า RAM ใช้งานได้ปกติ

ค) OUT PUT CHECK ใช้ในการตรวจสอบเอาท์พุทบอร์ด โดยจะให้เอาท์พุทแต่ละช่อง ON แล้วแสดงผลออกที่ LED บนอินเตอร์เฟสบอร์ด จนครบทุกช่อง

ง) INPUT CHECK ใช้ในการตรวจสอบอินพุทบอร์ด โดยเมื่อได้รับสัญญาณอินพุทแล้ว จะทำการรับรู้ด้วยการให้เอาท์พุทแสดงผลออกที่ LED บนอินเตอร์เฟสบอร์ด

ในการทดสอบนี้จะต้องปลดคอนเนคเตอร์ของเอาท์พุทซึ่งต่อไปยังส่วนขับเคลื่อนลิฟท์ออกก่อนเสมอ ถ้าไม่ปลดคอนเนคเตอร์นี้ออกโปรแกรมส่วนนี้จะไม่สามารถทำงานได้

3) DATA LOGGING PROGRAM เป็นโปรแกรมที่ใช้พิมพ์สถานะและผลการทำงานของลิฟท์ ตัวอย่างการพิมพ์อยู่ในรูปที่ 6.10 ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ ถ้าลิฟท์เริ่มทำงานจะพิมพ์ POWER ON RESET แสดงว่าการเริ่มทำงานนั้นเกิดจากการเริ่มป้อนไปเข้าสู่เครื่องควบคุม แต่ถ้าพิมพ์ WATCHDOG RESET แสดงว่าเครื่องควบคุมได้ทำงานผิดพลาด และ WATCHDOG ได้ทำการรีเซ็ทให้เริ่มทำงานใหม่ เครื่องพิมพ์จะพิมพ์สภาวะของลิฟท์ทุกครั้งที่ลิฟท์มีการเคลื่อนที่ ข้อมูลที่พิมพ์ออกมาได้แก่ ตำแหน่งชั้นที่ลิฟท์อยู่ ทิศทางการเคลื่อนที่ จำนวนครั้งที่เกิด REOPEN เนื่องจากประตูปิดไม่สนิท ประตูปิดสุด สัญญาณปุ่มกดที่ผู้ใช้เรียก OVERLOAD, 80 % Load, การเกิดรีเซ็ทเนื่องจากการป้อนไฟเข้าใหม่ การเกิดรีเซ็ทเนื่องจาก WATCHDOG ข้อมูลที่พิมพ์มีประโยชน์ คือ ทำให้ทราบถึงการใช้งานลิฟท์ว่ามากน้อยเพียงใด และชั้นไหนที่ผู้คนใช้มาก ซึ่งอาจนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการคำนวณหาแทรฟฟิกการใช้ลิฟท์ได้ นอกจากนี้ทำให้ทราบถึงการทำงานของประตู ซึ่งกลอุปกรณ์ประตูมักสร้างปัญหาให้แก่ช่างลิฟท์เสมอ จากผลการพิมพ์สามารถรู้ว่าแหล่งจ่ายไฟมีการดับบ่อยเพียงใด และไมโครคอมพิวเตอร์มีการทำงานออกนอกโปรแกรมหรือทำงานผิดปกติบ่อยเพียงใด

```
$$$ POWER ON RESET $$$
 F3 OVERLOAD
 F3 UP R0 LA U4
 F4 UP R0 LA D5
 F5 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA C2 C3 C4 C5
 F2 UP R0 LA C3 C4 C5
 F3 UP R0 LA C4 C5
 F4 UP R0 LA C5
 F5 DW R0 LA C1 C2 C3 C4
 F4 DW R0 LA C1 C2 C3
 F3 DW R0 LA C1 C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA
 F3 UP R0 LA C2 C4
 F4 DW R0 LA C1 C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA .
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C5
 F5 DW R0 LA C1 C3 C4
 F4 DW R0 LA C1 C3
 F3 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 UP R0 LA U3
 F3 DW R0 LA C1
 F1 UP R0 LA U2
 F2 UP R0 LA C5
 F5 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA C4 C5
 F4 UP R0 LA C5
 F5 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA C2
 F2 UP R0 LA C3
 F3 DW R0 LA U1
 F1 UP R0 LA U2

*** WATCH DOG RESET ***
 F2 UP R0 LA C3
 F3 UP R0 LA C5 U2
 F5 DW R0 LA U2 D4
 F4 DW R0 LA C1 U2 U4
 F1 UP R0 LA U2 U4 D2
 F2 UP R0 LA C5 U4 D2 D5
 F4 UP R0 LA C5 D2 D5
 F5 DW R0 LA C1 D2
```

รูปที่ 6.10 ตัวอย่างการพิมพ์ผล

6.4.2รายละเอียดโปรแกรมอินเตอร์รัพท์

1) INPUT FROM SENSOR & CALL เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่อ่านอินพุทจากอินพุทบอร์ด การอ่านอินพุทบอร์ดของ I/O MODULE เป็นบอร์ดแรกซึ่งจะได้สัญญาณจากปล่องลิฟท์ จากนั้นจะอ่านสัญญาณจากอินพุทบอร์ด ของ FLOOR MODULE ซึ่งจะได้สัญญาณของปุ่มกดและตำแหน่งชั้นที่ลิฟท์อยู่ การอ่านสัญญาณจากอินพุทบอร์ดสามารถกำหนดจำนวนบอร์ดที่จะอ่านได้ในโปรแกรมจำนวนอินพุทบอร์ดอย่างน้อยต้องมี 2 บอร์ด เป็นของ I/O MODULE 1 บอร์ด และเป็นของ FLOOR MODULE 1 บอร์ด ถ้าจำนวนชั้นสูงกว่า 6 ชั้น จะต้องเพิ่มจำนวน FLOOR MODULE ขึ้น โดย FLOOR MODULE 1 ชุด สามารถควบคุมลิฟท์ได้ 6 ชั้น และเพิ่มได้สูงสุด 3 ชุด คือ สามารถควบคุมลิฟท์ได้ 24 ชั้น การอ่านอินพุทจะอ่านผ่านทางพอร์ทของ 8255 บนอินพุทบอร์ด โดยผ่านทางพอร์ท A, B, C จำนวน 3 พอร์ท พอร์ทละ 8 ช่องสัญญาณ ดังนั้นการอ่านสัญญาณจะอ่านครั้งละ 8 ช่องสัญญาณ แล้วนำมาเก็บไว้ในหน่วยความจำของ INPUT BUFFER จำนวน 1 ไบท์ต่อการอ่าน 1 ครั้ง การอ่านสัญญาณจะอ่าน 3 ครั้ง ต่ออินพุทบอร์ด 1 บอร์ด ทำการอ่านเช่นนี้จนครบทุกบอร์ด จากนั้นจะทำการกระจายสัญญาณใน INPUT BUFFER ซึ่งแต่ละไบท์จะเก็บสัญญาณอินพุท 8 ช่องสัญญาณ ไปไว้ในบิทสุดท้ายของ STATUS BUFFER ที่ทำเช่นนี้เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ในโปรแกรม ดังนั้น การกระจายสัญญาณใน INPUT BUFFER 1 ไบท์ สามารถกระจายไปอยู่ใน STATUS BUFFER ได้ 8 ไบท์

2) LIFT SUPPORT FUNCTION เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้งานกับลิฟท์โดยเฉพาะ โปรแกรมเหล่านี้ได้แก่

ก) Floor Position เป็นโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการหาตำแหน่งชั้นของลิฟท์ให้ได้ผลออกมาเป็นเลขฐานสิบหก

ข) 7 Segment Floor Display เป็นโปรแกรมที่แปลงตำแหน่งชั้นของลิฟท์ซึ่งเป็นเลขฐานสิบหกให้เป็นรหัส 7-SEG เพื่อส่งไปแสดงบอกเลขชั้น

ค) Call Register มีหน้าที่รับการกดปุ่มซึ่งเกิดจากการเรียกของ Hall Call และ Car Call จะแสดงผลการ Register ด้วยการให้หลอดไฟของปุ่มนั้นติด

ง) Call Analysis ใช้ในการวิเคราะห์สัญญาณปุ่มกดว่าสัญญาณเหล่านี้ต่ำกว่า เท่ากับ สูงกว่าชั้นที่ตัวลิฟท์อยู่ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกนำไปใช้ในการทำงานของแผนภาพชั้นบันได

จ) Set Lamp เป็นการรับรู้สัญญาณของปุ่มกด แล้วทำให้หลอดไฟติด โปรแกรมนี้ถูกเรียกใช้โดย Call Register

ฉ) Clear Lamp เป็นโปรแกรมที่ใช้ดับหลอดไฟของปุ่มกด หลังจากที่ลิฟท์ได้ไปถึงชั้นที่แสดงโดยหลอดนั้นแล้ว

3) LADDER PROGRAM เป็นรหัสที่แปลงมาจากแผนภาพชั้นบันได โดยเราจะแปลงแผนภาพชั้นบันไดให้เป็นคำสั่งนีมินิคก่อน จากนั้นก็จะแปลงคำสั่งนีโมนิคไปเป็นรหัส ไมโครคอมพิวเตอร์จะทำงานตามรหัสเหล่านี้ โดยใช้ Ladder interpreter เป็นตัวแปล

4) LADDER INTERPRETER การทำงานของ Ladder interpreterแสดงในรูปที่ 6.11 การทำงานอธิบายได้ดังนี้ Ladder interpreter จะอ่านรหัสจาก Ladder PROGRAM แล้วนำไปตรวจในตาราง เพื่อหาค่าแอดเดรสของ SERVICE ROUTINE ที่จะทำ จากนั้นจะทำตามคำสั่งใน SERVICE ROUTINE การทำงานจะวนเวียนในลักษณะนี้ จนท้ายสุดของโปรแกรมจะพบคำสั่ง END จึงจะนำผลการคำนวณออกไปควบคุมการทำงานของลิฟท์

5) SERVICE ROUTINE โปรแกรมย่อยเหล่านี้เป็นโปรแกรมย่อยที่ INTERPRETER ใช้ในการแปลแผนภาพชั้นบันได SERVICE ROUTINE สามารถแบ่งได้เป็น

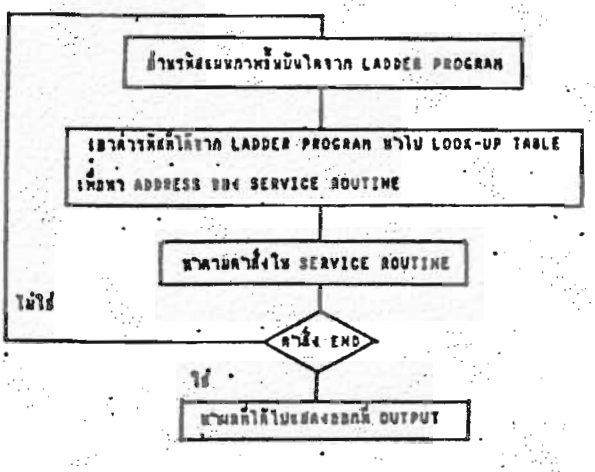
ก) คำสั่งพื้นฐาน คำสั่งเหล่านี้มีการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อน การทำงานแสดงในตารางที่ 6.1 ซึ่งอธิบายดังนี้

ให้ A = ACCUMULATOR
X = INPUT
S = STACK
Y = OUTPUT

คำสั่ง LD, LDI นำค่า X หรือ X มาเก็บใน A แต่จะมีการเก็บค่าของ A ไว้ใน S ก่อน เพื่อเก็บไว้ใช้ในคำสั่ง ANB, ORB คำสั่งประเภทนี้มีขนาด 2 ไบท์
ไบท์แรกเป็น OPCODE สำหรับแสดงรหัสคำสั่ง
ไบท์สองเป็น OPERAND เพื่อให้รู้ตำแหน่งหรือหมายเลขของอินพุทเอาท์พุทหรือ STATUS ที่กระทำ

คำสั่ง AND, ANI เป็นการนำค่า X หรือ X มาทำการ AND กับค่าใน A แล้วเก็บค่าไว้ใน A การทำงานของ A คำสั่งนี้จะเปรียบเหมือนการต่อหน้าสัมผัสอนุกรมกันในวงจรรีเลย์ คำสั่งประเภทนี้มีขนาด 2 ไบท์ เหมือนกัน

คำสั่ง OR, ORI เป็นการนำค่า X หรือ X มาทำการ OR กับค่าใน A แล้วเก็บค่าไว้ใน A คำสั่งประเภทนี้มีขนาด 2 ไบท์ การ



รูปที่ 6.11 การทำงานของ LADDER INTERPRETER

ตารางที่ 6.1 แสดงการทำงานของ FUNCTION SERVICE ROUTINE

ฟังก์ชั่น	สัญญลักษณ์	การทำงาน
LD		S←As A←X
LDI		S←As A←$\overline{X}$
AND		A←A.X
ANI		A←A.$\overline{X}$
OR		A←A+X
ORI		A←A+$\overline{X}$
ANB		A←A.S
ORB		A←A+S
OUT	Y	Y←A
TIM	TIM k=2.0	ON TIMER RELAY
CNT	CNT RST k=5	COUNTER
RST		RESET COUNTER
END	END	PROGRAM END

ตารางที่ 6.2 การทำงานของ FUNCTION CALL

ฟังก์ชั่น	สัญญลักษณ์	การทำงาน
FPRN	FPRN	พิมพ์การทำงานของลิฟท์
FOLPRN	FOLPRN	พิมพ์เมื่อลิฟท์บรรทุกน้ำหนักเกิน
CLRCC	CLRCC	ดับหลอดไฟปุ่มกดในตัวลิฟท์
CLRHU	CLRHU	ดับหลอดไฟปุ่มกดหน้าชั้นขาขึ้น
CLRHD	CLRHD	ดับหลอดไฟปุ่มกดหน้าชั้นขาลง

ทำงานของคำสั่งนี้เปรียบเหมือนการต่อหน้าสัมผัสขนานกันในวงจรรีเลย์

คำสั่ง ANB, ORB เป็นกาานำค่าใน S มาทำการ AND หรือ OR กับค่าใน A ซึ่งเป็นสถานะในปัจจุบัน แล้วเก็บค่าไว้ใน A คำสั่งประเภทนี้มีขนาด 1 ไบท์ การทำงานของคำสั่งนี้เปรียบเหมือนการต่อกลุ่มของหน้าสัมผัสอนุกรมหรือขนานกัน

คำสั่ง OUT เป็นการนำค่าใน A ไปไว้ที่ Y หรือการเอาท์พุทค่าในเครื่องควบคุมออกไปขับอุปกรณ์ภายนอกนั่นเอง

ข) คำสั่ง TIM การทำงานของ TIMER เป็นแบบ ON DELAY TIMER คือ เมื่อคอยล์ของรีเลย์ ON จะมีการหน่วงเวลาไปสักครู่หนึ่งตามเวลาที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสรีเลย์จึงจะ ON และทันทีที่คอยล์ของรีเลย์ OFF หน้าสัมผัสก็จะ OFF ทันที คำสั่งของ TIMER จะมีขนาด 4 ไบท์ โดย 2 ไบท์แรกเป็น OPCODE และ OPERAND ส่วน 2 ไบท์หลัง เป็นการกำหนดค่าเวลาหน่วงโดยสามารถกำหนดเวลาหน่วงได้ 999.9 วินาที มีความละเอียด 0.1 วินาที

ค) คำสั่ง CNT เป็นรีเลย์ที่ใช้นับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อครบจำนวนครั้งที่กำหนดไว้ หน้าสัมผัสของ COUNTER ก็จะ ON ถ้ามีการรีเซ็ท COUNTER ก็จะเป็นการตั้งค่านับขึ้นอีกครั้ง และทำให้หน้าสัมผัสของ COUNTER จะ OFF ทันที คำสั่ง COUNTER มีขนาด 4 ไบท์ เหมือน TIMER โดย 2 ไบท์หลังสามารถกำหนดค่าสูงสุดของการนับได้ 9999 ครั้ง

ง) คำสั่ง RST คำสั่งนี้ใช้ในการให้ COUNTER ทำการตั้งค่านับใหม่ และทำให้หน้าสัมผัสของ COUNTER จะ OFF ทันที คำสั่งนี้มีขนาด 2 ไบท์

จ) คำสั่ง END เป็นคำสั่งให้ LADDER INTERPRETTER รู้ว่ารหัสใน PROGRAM LADDER ได้สิ้นสุดลงแล้ว

6) FUNCTION CALL เป็นกลุ่มของโปรแกรมย่อยที่สร้างขึ้นเพื่อให้ทำงานเฉพาะอย่าง โดย FUNCTION CALL แสดงในตารางที่ 6.2

7) OUTPUT COMMAND เป็นโปรแกรมที่ใช้จัดเตรียมคำสั่งที่จะไปควบคุมการทำงานของลิฟท์ ทั้งนี้เพราะหลังจากที่ได้ผลของคำสั่งมาแล้ว คำสั่งเหล่านี้จะกระจายอยู่ในบิทสุดท้ายของแต่ละไบท์ ดังนั้นโปรแกรมนี้จึงทำหน้าที่รวบรวมคำสั่งควบคุม โดยจะอัดคำสั่งควบคุม 8 คำสั่งไว้ในแต่ละบิทของหน่วยความจำขนาด 1 ไบท์

6.5 แผนภาพขั้นบันไดของการควบคุมลิฟท์

การควบคุมการทำงานของลิฟท์จะเป็นไปตามแผนภาพขั้นบันไดดังแสดงในรูปที่ 6.12 ก) และรูปที่ 6.12 ข) การควบคุมหลักจะมี Motion Control ได้แก่ การควบคุมการขับห้องลิฟท์ขึ้นลง Door Control คือ การควบคุมการเปิดปิดประตู Clear lamp ได้แก่การดับสัญญาณการเรียกที่ชั้นเมื่อลิฟท์ได้ไปถึงชั้นนั้นแล้ว การอ่านแผนภาพขั้นบันไดจะเหมือนการอ่านวงจรรีเลย์ทั่วไป ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะ Motion Control ให้เข้าใจเป็นตัวอย่างเท่านั้น

6.5.1 ความหมายของหน้าสัมผัสและรีเลย์

ในแผนภาพขั้นบันไดจะพบว่ามีหน้าสัมผัสที่ไม่ใช่หน้าสัมผัสของรีเลย์ในแผนภาพขั้นบันได หน้าสัมผัสเหล่านี้ได้มาจากผลการทำงานของโปรแกรม Call Analysis ใน Lift Support Function หน้าสัมผัสเหล่านี้มีความหมายดังนี้

M1 = CAR CALL ที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่
- M1 = 1 เมื่อมีการกดเรียกต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่
- M1 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

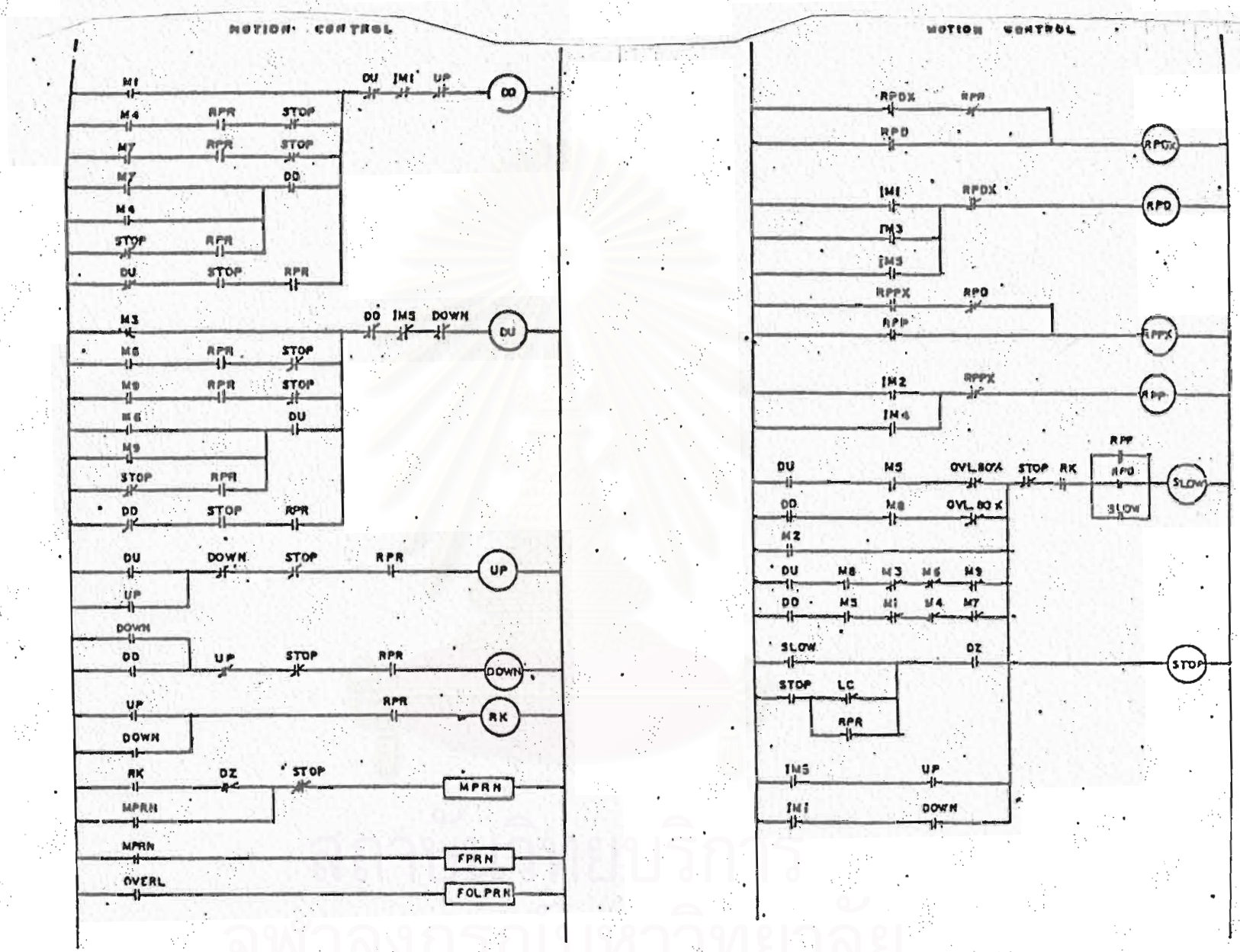
M2 = CAR CALL เท่ากับชั้นที่ลิฟท์อยู่
- M2 = 1 เมื่อลิฟท์วิ่งมาถึงชั้นที่มีการกดเรียกอยู่
- M2 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกเมื่อลิฟท์วิ่งถึงที่ลิฟท์วิ่งมาถึง

M3 = CAR CALL ที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่
- M3 = 1 เมื่อมีการกดเรียกชั้นที่สูงกว่าที่ลิฟท์อยู่
- M3 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกสูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

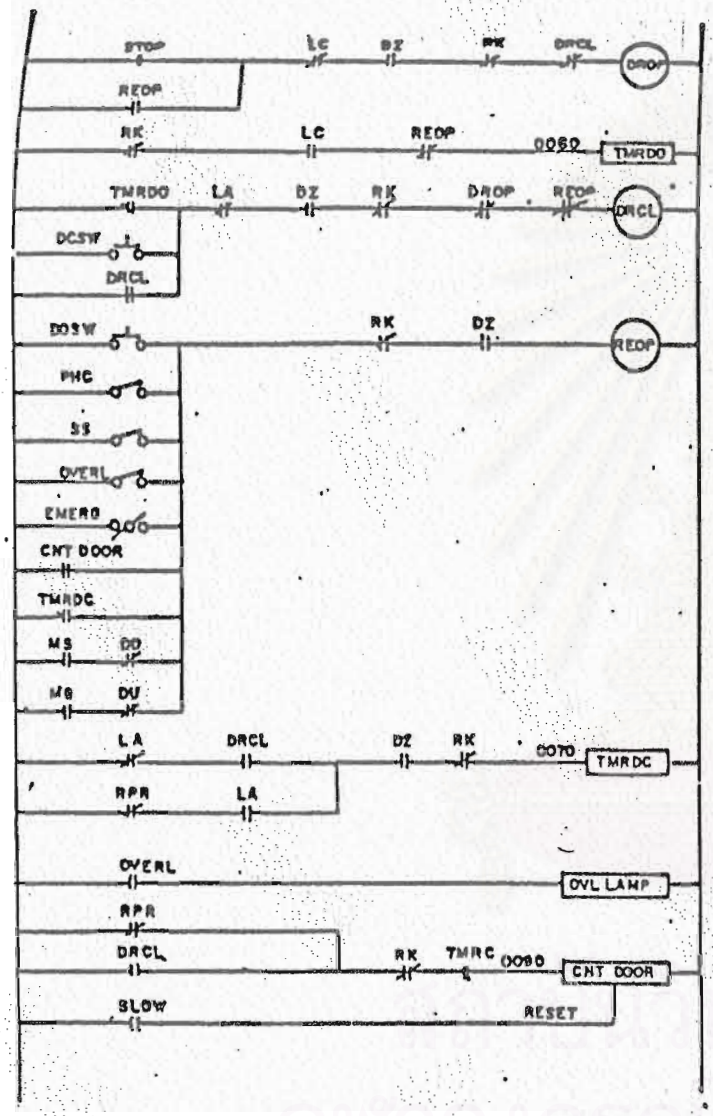
M4 = HALL UP ที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่ (ปุ่มกดหน้าชั้นในทิศทางขึ้น)
- M4 = 1 เมื่อมีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางขึ้น
- M4 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางขึ้น

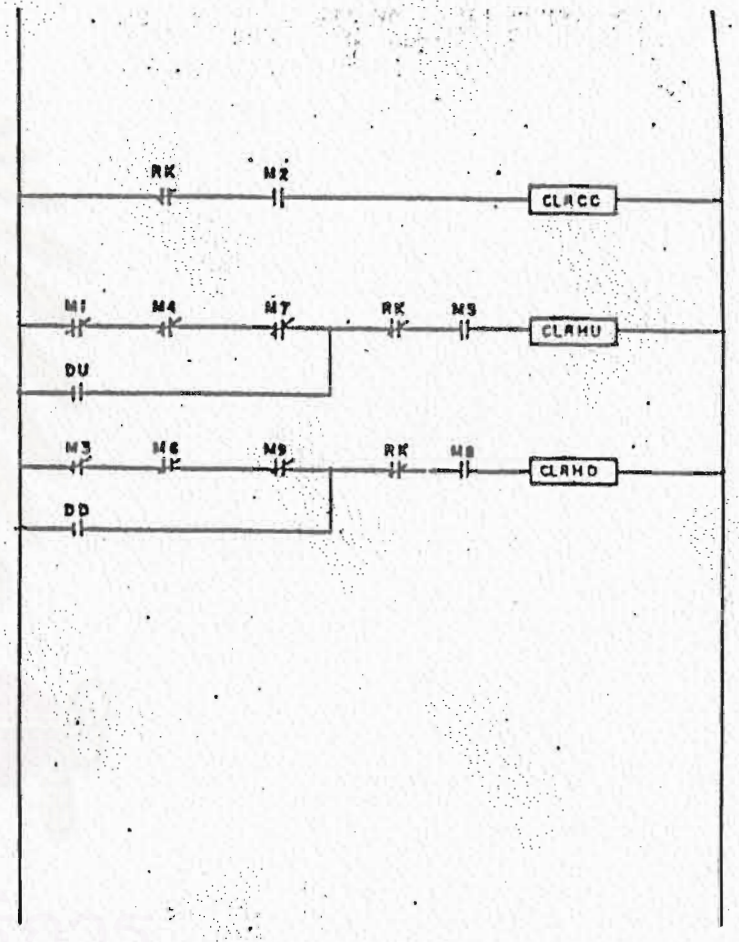
M5 = HALL UP เท่ากับชั้นอยู่
- M5 = 1 เมื่อลิฟท์วิ่งขึ้นมาถึงชั้นที่มีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางขึ้น
- M5 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางที่ลิฟท์วิ่งขึ้นมาถึง

M6 = HALL UP ที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์จอดอยู่


MOTION CONTROL
M1
DU IM1 UP
DD
M4 RPR STOP
M7 RPR STOP
M7 DD
M4
STOP RPR
DU STOP RPR
M3
DD IM5 DOWN
DU
M6 RPR STOP
M9 RPR STOP
M6 DU
M9
STOP RPR
DD STOP RPR
DU DOWN STOP RPR
UP
UP
DOWN
DD UP STOP RPR
DOWN
UP RPR
RK
DOWN
RK DZ STOP
MPRN
MPRN
MPRN
FPRN
OVERL
FOLPRN
MOTION CONTROL
RPDX RPP
RPD
RPDX
IM1 RPDX
RPD
IM3
IM5
RPPX RPD
RPP
RPPX
IM2 RPPX
IM4
RPP
DU M5 OVL.80% STOP RK
RPP
RPD
SLOW
SLOW
DD M8 OVL.80%
M2
DU M8 M3 M5 M9
DD M5 M1 M4 M7
SLOW DZ
STOP
STOP LC
RPR
IM5 UP
IM1 DOWN

รูปที่ 6.12 ก)


STOP
LC
DZ
RK
DRCL
DROP
REOP
RK
LC
REOP
0080
TMRDO
TMRDO
LA
DZ
RK
DROP
REOP
DRCL
DCSW
DRCL
DOSW
RK
DZ
REOP
PHC
SS
OVERL
EMERG
CNT DOOR
TMRDC
MS
DD
MG
DU
LA
DRCL
DZ
RK
0070
TMRDC
RPR
LA
OVERL
OVL LAMP
RPR
DRCL
RK
TMRC
0080
CNT DOOR
SLOW
RESET


RK
M2
CLACC
M1
M4
M7
RK
M3
CLAHU
DU
M3
M6
M9
RK
M8
CLAHD
DD

รูปที่ 6.12 ข)

M6 = 1 เมื่อมีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางชั้นที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M6 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางชั้นที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M7 = HALL DOWN ที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่ (ปุ่มกดหน้าชั้นในทิศทางลง)

M7 = 1 เมื่อมีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางลงที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M7 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางลงที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M8 = HALL DOWN เท่ากับชั้น

M8 = 1 เมื่อลิฟท์วิ่งลงมาถึงชั้นที่มีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางลง

M8 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกหน้าชั้นในทิศทางลงขณะที่ลิฟท์วิ่งลงมาถึง

M9 = HALL DOWN ที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M9 = 1 เมื่อมีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางลงที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

M9 = 0 เมื่อไม่มีการกดเรียกปุ่มหน้าชั้นในทิศทางลงที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่

IM1, IM2, IM3, IM4, IM5 = ตัวบอกตำแหน่งขณะที่ลิฟท์อยู่ เมื่อลิฟท์อยู่ชั้นไหน IM...ชั้นนั้นจะเท่ากับ 1 นอกนั้นเป็น 0 หมด เช่น เมื่อลิฟท์จอดอยู่ชั้น 1 IM1 จะเท่ากับ 1, IM2, IM3, IM4, IM5 = 0 หมด

ความหมายของรีเลย์ในแผนภาพขั้นบันไดมีดังนี้

รีเลย์ DD = ตัวกำหนดทิศทางลง เป็น 1 เมื่อถูกกำหนดให้เป็นทิศทางลง (DIRECTION DOWN)

รีเลย์ DU = ตัวกำหนดทิศทางขึ้น เป็น 1 เมื่อถูกกำหนดให้เป็นทิศทางขึ้น (DIRECTION UP)

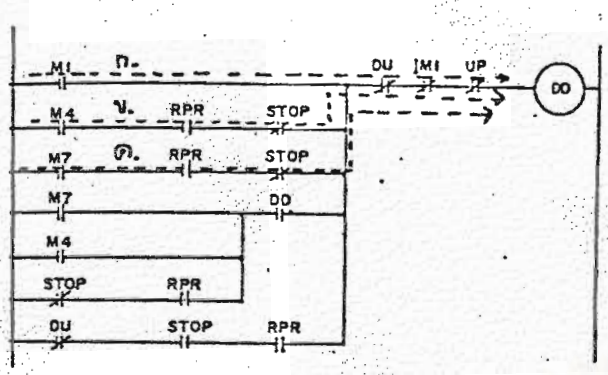
รีเลย์ UP = ตัวกำหนดให้ Power Contactor Up ทำงาน เป็น 1 เมื่อ DD ถูกกำหนดให้เป็น 1

รีเลย์	DOWN	=	ตัวกำหนดให้ Power Contactor Down ทำงาน เป็น 1 เมื่อ DD ถูกกำหนดให้เป็น 1
รีเลย์	RK	=	RUNNING RELAY
รีเลย์	MPRN	=	คำสั่งให้ PRINTER ทำงาน
รีเลย์	FPRN	=	รีเลย์สำหรับพิมพ์สถานะการทำงานของลิฟท์
รีเลย์	FOLPRN	=	รีเลย์สำหรับพิมพ์ผลเมื่อลิฟท์รับน้ำหนักบรรทุกเกินอัตรา (Overload)
รีเลย์	RPD	=	ลิฟท์อยู่ชั้นคี่ รีเลย์ RPD = 1
รีเลย์	RPDX	=	รีเลย์ช่วยของ RPD
รีเลย์	RPP	=	ลิฟท์อยู่ชั้นคู่ รีเลย์ RPP = 1
รีเลย์	RPPX	=	รีเลย์ช่วยของ RPP
รีเลย์	SLOW	=	ตัวกำหนดให้ลิฟท์วิ่งช้าลง รีเลย์ SLOW = 1
รีเลย์	STOP	=	คำสั่งให้ลิฟท์หยุด
รีเลย์	DROP	=	คำสั่งให้ประตูลิฟท์เปิด เมื่อประตูเปิด DROP = 1
รีเลย์	TMRDO	=	TIMER กำหนดเวลาให้ประตูเปิดค้างนานเท่าไร
รีเลย์	DRCL	=	คำสั่งให้ประตูลิฟท์ปิด เมื่อประตูปิด DRCL = 1
รีเลย์	REOP	=	คำสั่งให้ประตู RE-OPEN
รีเลย์	TMRDC	=	TIMER กำหนดเวบาให้ประตูปิดกลับ เมื่อการทำงานของระบบประตูผิดปกติ
รีเลย์	OVL LAMP	=	OVER LOAD LAMP
รีเลย์	CNT DOOR	=	COUNTER DOOR ตัวกำหนดเมื่อระบบประตูผิดปกติจะนับจำนวนครั้งที่ปิดกลับ
รีเลย์	CLRCC	=	CLEAR CAR CALL
รีเลย์	CLRHU	=	CLEAR HALL CALL UP
รีเลย์	CLRHD	=	CLEAR HALL CALL DOWN

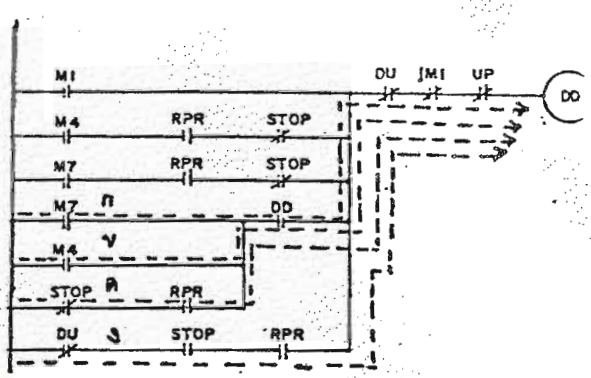
6.5.2 การทำงานของ Motion control

ในแผนภาพชั้นบันไดที่แสดงนี้ ใช้สำหรับควบคุมลิฟท์ 5 ชั้น สมมติให้ลิฟท์อยู่ชั้นที่ 3 ในรูปที่ 6.13 รีเลย์ DD จะเป็น 1 เมื่อ

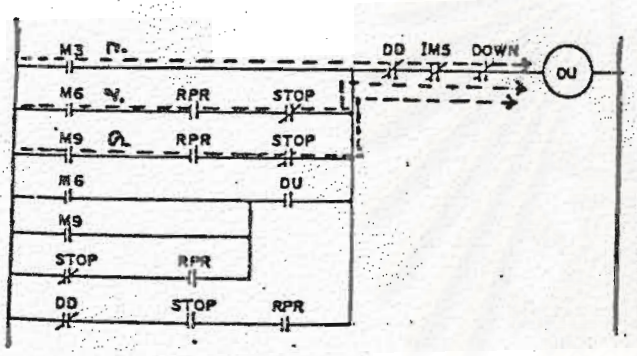
ก) มีคนกด CAR CALL ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่ เช่น กดเรียกชั้น 1 หรือ 2 ก็ได้ จะทำให้ M1 = 1 ไม่มีทิศทางขึ้น DU = 0 ลิฟท์ไม่ได้จอดชั้น 1 IM1 = 0 ลิฟท์ไม่ได้วิ่งขึ้น UP = 0 ฉะนั้นในกรณีมีคนเรียก CAR CALL ต่ำกว่าชั้น LADDER จะทำงานตามรูปศร ก. ในรูปที่ 6.13



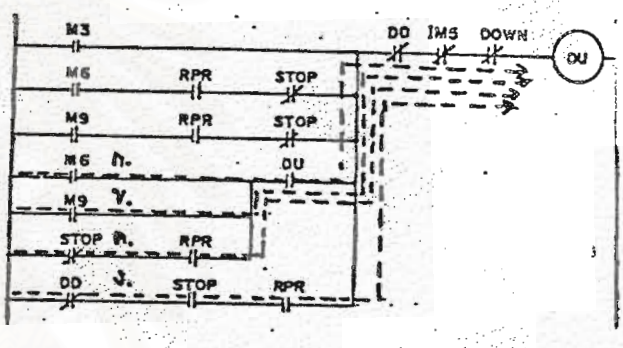
รูปที่ 6.13



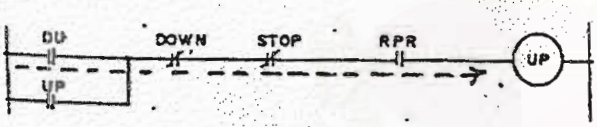
รูปที่ 6.14



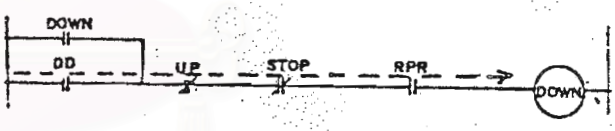
รูปที่ 6.15



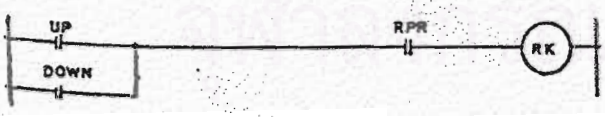
รูปที่ 6.16



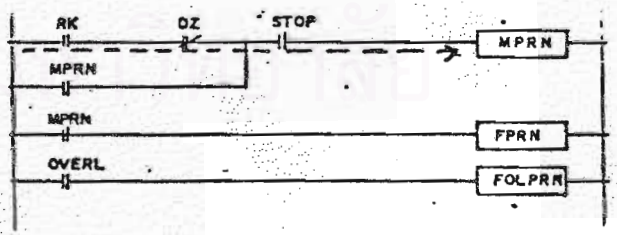
รูปที่ 6.17



รูปที่ 6.18



รูปที่ 6.19



รูปที่ 6.20

ข) มีคนกดเรียก HALL UP ที่ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่ โดยจะผ่าน M4 = 1 (RPR = 1 เมื่อประตูปิดสนิทแล้ว เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้โดยสารที่เข้าอยู่ในลิฟท์มีสิทธิ์กดเรียก ใช้ลิฟท์ก่อน ในกรณีที่ผู้ใช้ลิฟท์ต้องการใช้ลิฟท์ที่ทิศทางตรงกันข้ามกัน)

ถ้ากรณีที่ไม่มีผู้โดยสารใช้ลิฟท์ภายในตัวลิฟท์ คนที่กดเรียกหน้าชั้น HALL UP มีสิทธิ์ก่อนเมื่อประตูปิดสนิทแล้ว และผ่าน STOP = 0 (เพราะลิฟท์จอด) หน้าสัมผัส STOP = 0 ใช้ HOLD ให้รีเลย์ DD = 1 จนกว่าลิฟท์จะมีคำสั่งหยุด รีเลย์ STOP ถึงจะไป RESET ให้รีเลย์ DD เป็น 0 (รูปที่ 6.13) ฉะนั้นในกรณีคนเรียก HALL UP ต่ำกว่าชั้นจะทำงานตาม LADDER ลูกศร ข. ในรูปที่ 6.13

ค) มีคนกดเรียก HALL DOWN ต่ำกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่จะทำให้ M7 = 1 การทำงานของ LADDER จะตามลูกศร ค. ตามรูปที่ 6.13 (การทำงานของ LADDER RPR และ STOP เหมือนข้อที่ 2)

ง) ในกรณีลิฟท์วิ่งลงมี HALL UP ต่ำกว่า จะผ่านตาม LADDER ลูกศร ก. ในรูปที่ 6.14 และ HALL DOWN ตามลูกศร ข. สำหรับตามลูกศร ค. ใช้สำหรับ HOLD รีเลย์ DD ให้เป็น 1 ก่อน เพราะตอนมีคำสั่งให้ SLOW M7 และ M4 จะเป็น 0 ทันที ดังนั้นตามลูกศร ง. จะช่วย HOLD รีเลย์ DD ต่อจนกระทั่งลิฟท์จอดสนิท และประตูเริ่มเปิดออก รีเลย์ DD = 0 ตามรูปที่ 6.14

การทำงานของ LADDER ตามรูปที่ 6.15 นี้ เหมือนกับ LADDER ในรูปที่ 6.13 แต่ทิศทางกลับกัน รีเลย์ DD จะเป็น 1 เมื่อ

ก) เมื่อมีการกดเรียก CAR CALL ที่สูงกว่าชั้นที่ลิฟท์อยู่ จะทำให้ M3 = 1 และรีเลย์ DD = 1 ตามลูกศร ก. ในรูปที่ 6.15

ข) เมื่อมีการกดเรียก HALL UP ที่สูงกว่าลิฟท์อยู่ (ขณะที่ประตูกำลังเปิดอยู่ลิฟท์กำลังวิ่งอยู่) รีเลย์ DD จะ = 1 ก็ต่อเมื่อรอเวลาให้ประตูปิดสนิท (RPR = 1) เสียก่อน เพื่อให้สิทธิ์ผู้ที่อยู่ที่ลิฟท์สามารถเป็นผู้ที่เลือกทิศทางก่อนตามลูกศร ข. ในรูปที่ 6.15

ค) ในกรณีที่มีการเรียก HALL DOWN ที่สูงกว่าลิฟท์อยู่ (ในขณะที่ประตูกำลังเปิดหรือลิฟท์กำลังวิ่งลง) รีเลย์ DD จะ = 1 ตามกรณีเหมือนข้อ 2 ตามลูกศร ค. ในรูปที่ 6.15

ง) ในกรณีลิฟท์วิ่งขึ้นมี HALL UP สูงกว่าจะผ่านทางลูกศร ก และ HALL DOWN ตามลูกศร ข. ในรูปที่ 6.16 สำหรับลูกศร ค. ใช้สำหรับ HOLD รีเลย์ DU ให้เป็น 1 ก่อน เพราะตอนมีคำสั่ง SLOW M6 และ M9 จะเป็น 0 ทันที ดังนั้น ลูกศร ค. จะช่วย HOLD จนกระทั่งมีคำสั่ง STOP ในขณะเดียวกันลูกศร ง.

จะช่วย HOLD รีเลย์ DU ต่อจนกระทั่งลิฟท์จอดสนิท และประตูเริ่มเปิดออก และ RPR = 0 ด้วย ตามรูปที่ 6.16

เมื่อมีการกดเรียกจนทำให้เกิดการทำงานของรีเลย์แสดงทิศทางแล้ว ต่อไปจะเป็นการทำงานของรีเลย์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่

คำสั่งให้ลิฟท์วิ่งขึ้น

รีเลย์ UP = 1 เมื่อทิศทางขึ้นถูกกำหนดโดย DU ตามลูกศรในรูปที่ 6.17 DU เป็น = 1 เพราะถูกกำหนดทิสทางให้ดีขึ้น DOWN = 0 เพราะไม่มีการวิ่งลง STOP = 0 เพราะลิฟท์ไม่วิ่ง RPR = 1 เมื่อประตูปิดสนิท และรีเลย์ UP จะ HOLD ตัวเองจนกระทั่งมีการเกิดคำสั่ง STOP ขึ้น (STOP = 1)

คำสั่งให้ลิฟท์วิ่งลง

รีเลย์ DOWN = 1 เมื่อทิศทางลงถูกกำหนดโดย DD (รูปที่ 6.13) ตามลูกศรในรูปที่ 6.18 DD = 1 เพราะถูกกำหนดทิศทางให้ลง UP = 0 เพราะไม่มีการวิ่งขึ้น STOP = 0 เพราะลิฟท์ไม่วิ่ง RPR = 1 เมื่อประตูปิดสนิท และรีเลย์ DOWN จะ HOLD ตัวเองจนกระทั่งมีคำสั่ง STOP ขึ้น (STOP = 1) ในรูปที่ 6.19 RK = 1 เมื่อมีคำสั่ง UP หรือ DOWN เกิดขึ้น และ RPR มีไว้เพื่อป้องกันมิให้เกิดลิฟท์วิ่งได้ เมื่อประตูยังเปิดอยู่หรือประตูปิดสนิทแต่วงจรทางไฟฟ้ายังไม่ต่อ ฉะนั้น RPR จะเท่ากับ 1 ก็ต่อเมื่อวงจรทางไฟฟ้าจะต้องถูกต้องทุกชั้น

บทที่ 7
การทดสอบและการติดตั้งใช้งานจริง

การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์นั้น ในขณะที่พัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของลิฟท์จำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าจะทดสอบกับลิฟท์จริงในทันทีจะไม่สะดวก และอาจสร้างความเสียหายเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างลิฟท์จำลองขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมให้ถูกต้องเสียก่อน ก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้งานจริง

7.1 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบได้ทำการทดสอบใช้งานกับลิฟท์จำลองและลิฟท์จริง ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจาก บริษัทไทยลิฟท์อินดัสทรีส์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทผลิตลิฟท์ของไทยแห่งหนึ่ง การทดสอบได้เน้นถึงความถูกต้องของการทำงานของลิฟท์และความปลอดภัยของผู้ใช้ การประเมินผลได้ทำเป็นขั้นตอนดังนี้

1) ทดสอบกับลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์
2) ทดสอบกับลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์
3) ทดสอบกับมอเตอร์ขนาดใช้งานกับลิฟท์จริง
4) ทดสอบสมรรถนะและความคงทนต่อสภาพแวดล้อม
5) ทดสอบกับลิฟท์จริง

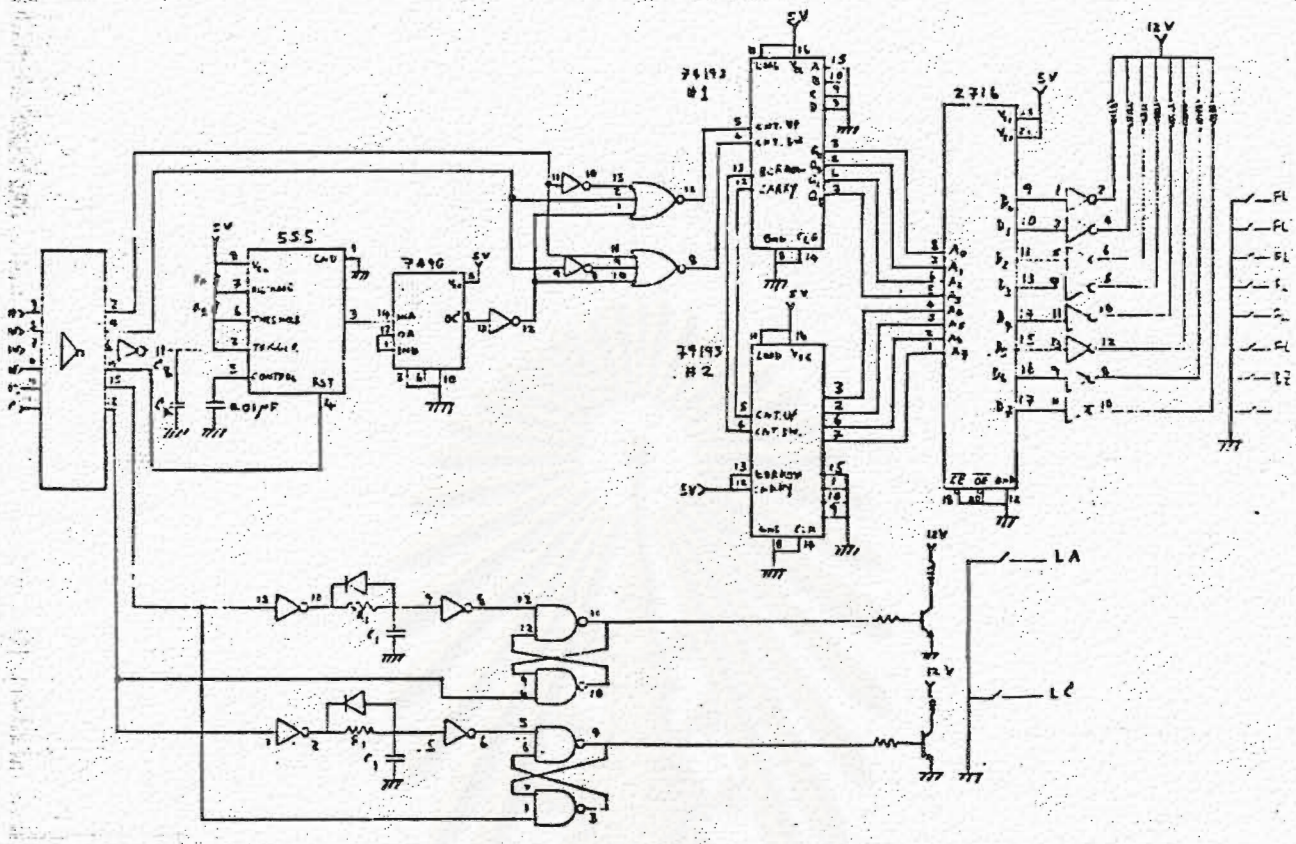
7.2 ลิฟท์จำลอง

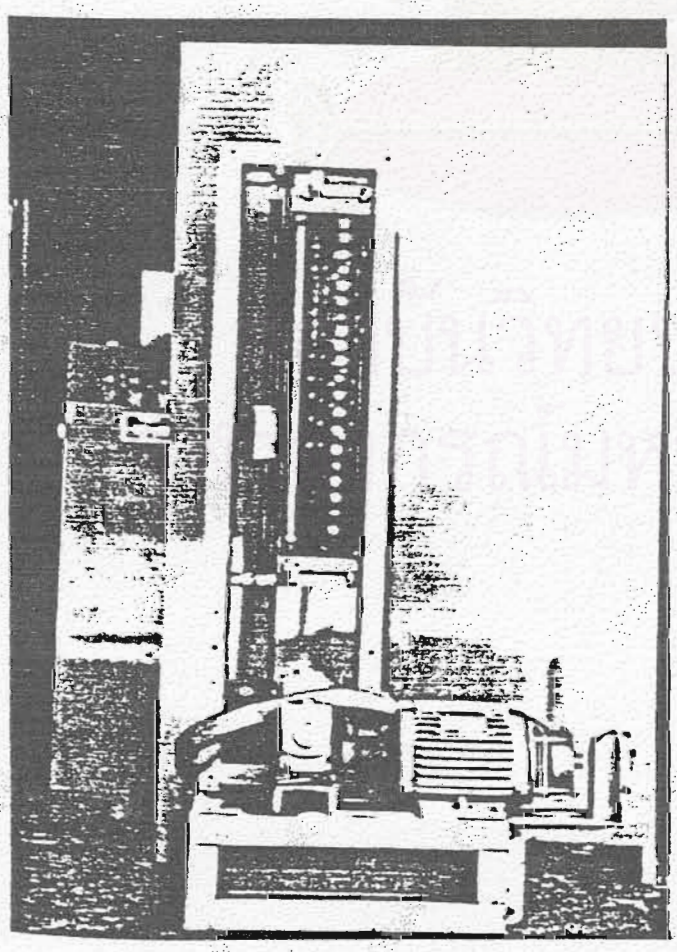
ลิฟท์จำลองที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมควบคุมการทำงานของลิฟท์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ และลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์ ซึ่งลิฟท์จำลองทั้งสองจะกล่าวถึงในหัวข้อย่อยถัดไป การสร้างลิฟท์จำลองสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การจำลองลักษณะสัญญาณต่าง ๆ ของลิฟท์ขึ้นเพื่อใช้ทดสอบ มิใช่จำลองโครงสร้างของลิฟท์ให้มีขนาดเล็กลง

7.2.1 ลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการจำลองสัญญาณของลิฟท์โดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้ลิฟท์จำลองมีขนาดเล็ก จนสามารถสร้างลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ลงในบอร์ดเพียงหนึ่งบอร์ด การทำงานของลิฟท์จำลองและสัญญาณต่าง ๆ ของลิฟท์จะแสดงด้วย LED บนอินเตอร์เฟสบอร์ด ในรูปที่ 7.1 แสดงวงจรลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น ในรูปวงจร IC 555 จะทำหน้าที่แทนมอเตอร์ขับลิฟท์ IC 7490 เป็นวง

รูปที่ 7.1 วงจรลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์





รูปที่ 7.2

ลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์

จรหาร เพื่อให้สัญญาณที่มาจาก IC 555 มีช่วงคาบที่ยาวขึ้น วงจร OR GATE จะเป็นตัวเลือกว่าสัญญาณนั้นนับขึ้นหรือนับลง IC 74193 เป็นวงจรนับซึ่งขึ้นลงใช้จำลองการเคลื่อนที่ขึ้นลงของตัวลิฟท์ IC 2716 ซึ่งเป็น ROM ขนาด 2K จะทำการถอดรหัสทำให้ได้สัญญาณบอกชั้น (FL) และเสมอชั้น (DZ) ซึ่งเป็นสัญญาณในปล่องลิฟท์

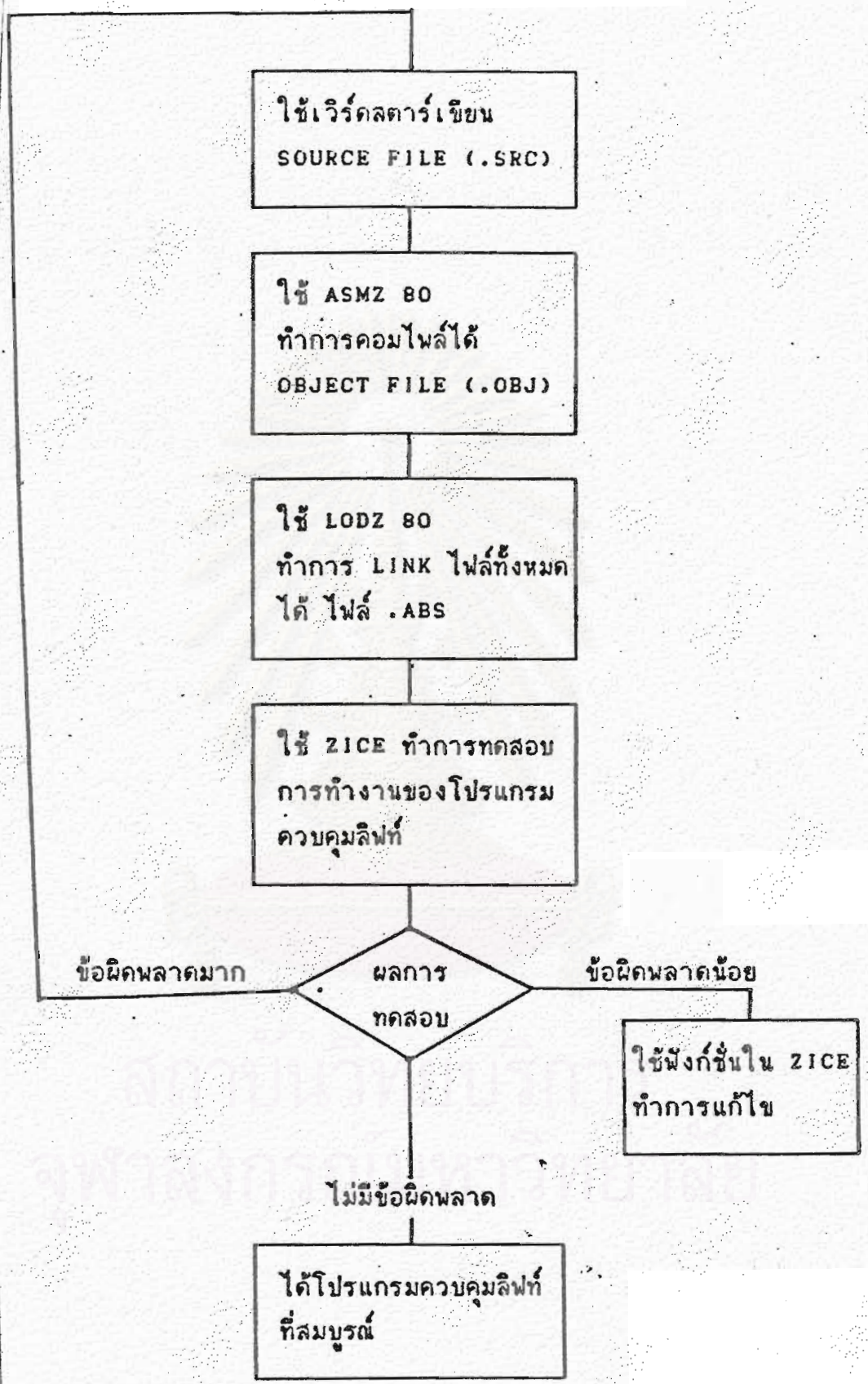
7.2.2 ลิฟท์จำลองบริษัทลิฟท์

เป็นลิฟท์จำลองที่บริษัทลิฟท์ได้สร้างขึ้น เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์รีเลย์ก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้งานจริง ลิฟท์จำลองของบริษัทนี้ทำโดยการจำลองมอเตอร์ให้ขนาดเล็กลง และจำลองสัญญาณต่าง ๆ ในปล่องลิฟท์ไว้บนแท่นเหล็ก สรุปแล้วลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์ก็เป็นการย่อขนาดโครงสร้างของลิฟท์ให้เล็กลง แต่ก็ยังมีขนาดใหญ่เทอะทะ และการทดสอบแต่ละครั้งจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ

7.3 การพัฒนาและทดสอบ

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของลิฟท์ ได้ใช้อุปกรณ์ช่วยในการพัมนาและทดสอบ คือ คอมพิวเตอร์ IBM PC (Compatible), In-Circuit Emulator, EPROM Programer นอกจากนี้ยังใช้ซอฟท์แวร์เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรม ในที่นี้ใช้ Word Star เป็น Editor ใช้ASMZ80 เป็น Assembler และใช้ LodZ80 เป็น Linker ขั้นตอนการทดสอบแสดงในรูปที่ 7.3

ในการพัฒนาโปรแกรมจะใช้เวิร์ดสตาร์เขียนโปรแกรมแอสแซมบลี้บน IBM PC โปรแกรมแอสแซมบลี้ที่เขียนนี้จะเป็น Source File ซึ่งจะตั้งนามสกุลของไฟล์เป็น .SRC เนื่องจากโปรแกรมควบคุมการทำงานของลิฟท์ค่อนข้างยาว ดังนั้น จึงแบ่งโปรแกรมออกเป็นหลายส่วนเพื่อสะดวกในการเขียนและแก้ไข จึงทำให้มี Source File หลายไฟล์ หลังจากเขียน Source File เสร็จแล้ว จากนั้นจะใช้ ASMZ80 ทำการแปล Source File ทุกไฟล์จนครบ ไฟล์ที่แปลได้ก็จะเป็น Object File โดยมีนามสกุลของไฟล์เป็น .OBJ ในการคอมไพล์ถ้ามีข้อผิดพลาดเนื่องจากผิดกฎเกณฑ์ในภาษาแอสแซมบลี้ ก็จะมีข้อความบอกข้อผิดพลาดทั้งหมดพร้อมทั้งบอกว่าผิดที่ตำแหน่งใดและผิดอย่างไร ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็จะต้องกลับไปทำการแก้โปรแกรม Source file ภาษาแอสแซมบลี้ใหม่ เมื่อแก้ข้อผิดพลาดเสร็จแล้วก็ทำการแปลใหม่จนกว่า Object File ทุกไฟล์ที่แปลได้ไม่มีข้อผิดพลาดทุกไฟล์ จากนั้นก็จะใช้ LODZ80 ทำการ link ไฟล์ทั้งหมดของ Object File



รูปที่ 7.3 ขั้นตอนการทดลอบโปรแกรมควบคุมลิฟท์

เข้าด้วยกัน ไฟล์ที่ทำการ link แล้วจะมีนามสกุลของไฟล์เป็น .ABS

หลังจากที่ได้ไฟล์ .ABS แล้ว ต่อไปเป็นการทดสอบว่าโปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานของลิฟท์ได้ถูกต้องหรือไม่ การทดสอบสามารถทำได้โดยการต่อ IBM PC จาก Serial Port เข้าสู่ Emulator และจาก Emulator ต่อสายโพรบเข้าแทนที่ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ของเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ ในรูปที่ 7.4 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมของเครื่องควบคุม Emulator จะทำหน้าที่เป็นเสมือน CPU, ROM และ RAM ของเครื่องควบคุม ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ได้ โดยดูจากสถานะการทำงานของ CPU โดย Emulator บนจอ IBM PC และดูจาก LED บอกสถานะของอินเตอร์เฟสบอร์ดก็จะทำให้รู้ว่าการทำงานของโปรแกรมควบคุมลิฟท์ถูกต้องหรือไม่

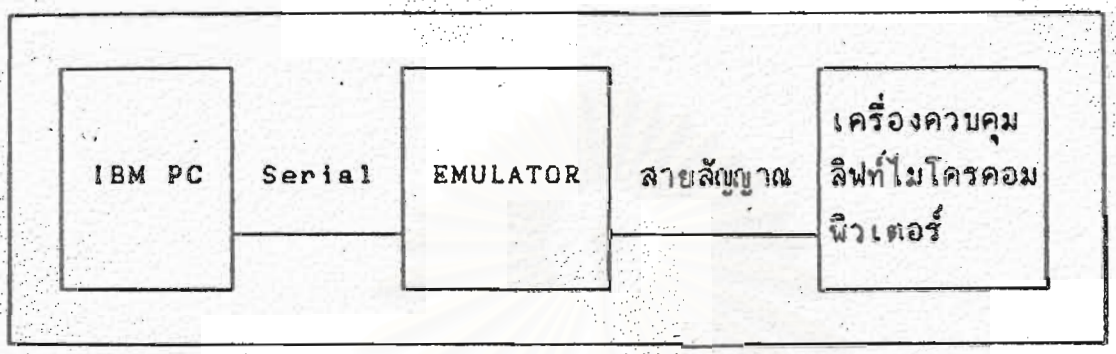
หลังจากได้ทดสอบกับลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์จนได้โปรแกรมควบคุมการทำงานที่สมบูรณ์แล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบกับลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์ เนื่องจากการควบคุมการทำงานของลิฟท์อิเล็กทรอนิกส์นั้นแสดงผลด้วยการขับหลอด LED แต่ในลิฟท์จำลองบริษัทนั้นเครื่องควบคุมจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ ซึ่งจะต้องใช้คอนแทกเตอร์ในการขับเคลื่อน ดังนั้น จึงต้องสร้างตู้ควบคุมซึ่งมีวงจรของรีเลย์ขับนำและคอนแทกเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนลิฟท์ หลังจากสร้างตู้ควบคุมและวงจรเพาเวอร์คอนแทกเตอร์แล้ว ก็นำเครื่องควบคุมไมโครคอมพิวเตอร์ และวงจรอินเตอร์เฟส ทำการอินเตอร์เฟสสัญญาณของอินพุทและเอาท์พุทเข้ากับลิฟท์จำลองบริษัท แล้วทำการทดสอบโปรแกรมควบคุมด้วยวิธีการเดียวกับการทดสอบลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์

7.4 การติดตั้งและทดสอบใช้งานจริง

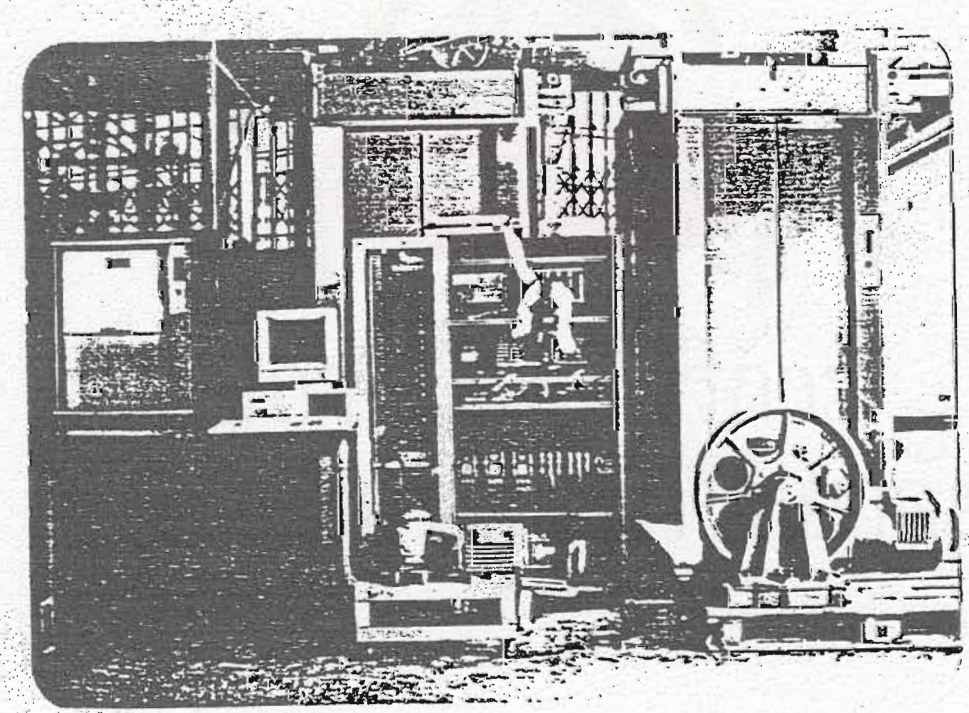
7.4.1 การทดสอบใช้งานจริง

หลังจากที่ได้ทำการทดสอบการทำงานของลิฟท์ ซึ่งได้ทดสอบกับลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ และลิฟท์จำลองของบริษัทจนได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว ก็จะนำเครื่องควบคุมลิฟท์ไปติดตั้งใช้งานกับลิฟท์จริง เครื่องควบคุมลิฟท์ต้นแบบนี้ได้ทำการติดตั้ง และทดสอบกับลิฟท์จริงที่โรงพยาบาลกรุงธน ตั้งแต่วันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2529 ถึงวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2530 รวมเวลาทดสอบ 5 เดือน อาคารทดสอบเป็นอาคาร 5 ชั้น ชนิดของลิฟท์ที่ใช้ทดสอบเป็นลิฟท์บรรทุกเตียงคนไข้ มอเตอร์ขับลิฟท์เป็นอินดัคชันมอเตอร์ขนาด 11 KW ซึ่งรายละเอียดของมอเตอร์ขับลิฟท์อยู่ในตารางที่ 7.1 การทดสอบเครื่องควบคุมลิฟท์ได้ทำดังนี้

1) ทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชั่นการทำงานของลิฟท์ในการบริการผู้โดยสาร โดยให้เครื่องควบคุมพิมพ์ผลการทำงานออกมาทางเครื่องพิมพ์ จาก



รูปที่ 7.4 การต่ออุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมควบคุมลิฟท์

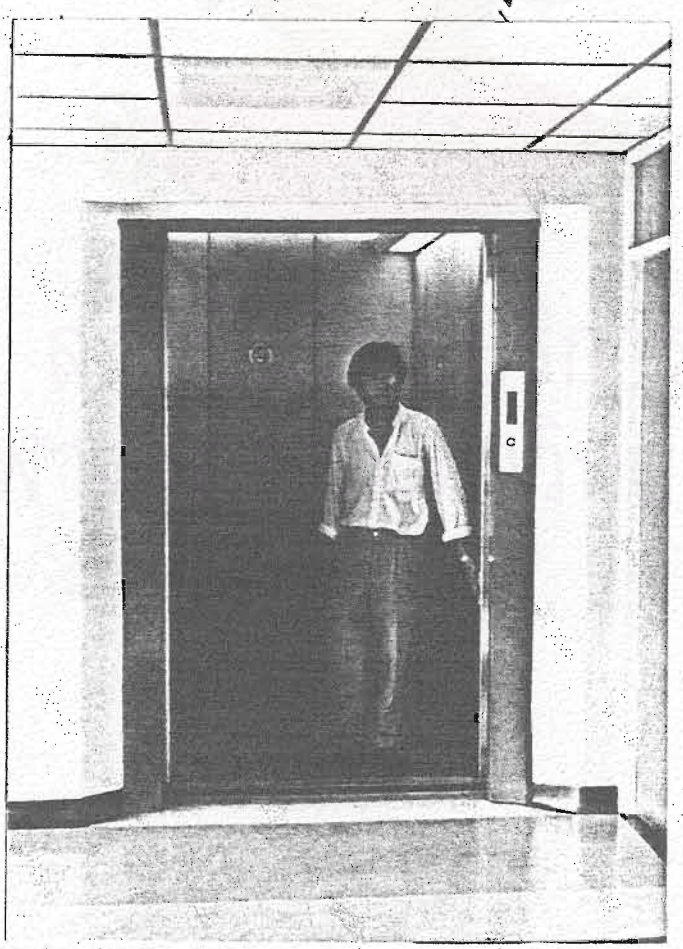


รูปที่ 7.5 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบการทำงานของลิฟท์

ตารางที่ 7.1 รายละเอียดของลิฟท์ที่ใช้ทดลอบ

TYPE FORM	AC-2
VOLTS	380
PHASE	3
Hz	50
MOTOR	11 kW
SERIAL NO.	2848
ORDER NO.	55392
DATE	1981.1
FUJI ELEVATOR CO. LTD.	
TOKYO JAPAN	

รูปที่ 7.6 ลิฟท์ของ ร.พ. กรุงธน ที่ใช้ทดลอบ



การตรวจสอบผลที่พิมพ์ออกมา ปรากฏว่าการทำงานในการรับใช้ผู้โดยสารของลิฟท์ถูกต้องไม่เคยผิดพลาด

3) ทดสอบความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ได้ทำการทดสอบแรงดันไฟตกและไฟเกินโดยการต่อแหล่งจ่ายไฟ 220 V_{ac} เข้ากับวาริแอค แล้วจากเอาท์พุทของวาริแอคต่อเข้ากับ Switching Power Supply ของเครื่องควบคุมลิฟท์ จากนั้นปรับวาริแอคให้แรงดันเอาท์พุทของวาริแอคลดลงและเพิ่มขึ้น แล้วดูการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ว่ายังทำงานถูกต้องหรือไม่ จากการทดลองปรากฏว่าช่วงแรงดันที่เครื่องควบคุมลิฟท์ยังสามารถทำงานได้ปกติอยู่ในช่วง 160-260 V_{ac}

ในด้านอุณหภูมิได้ทำการติดเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมลิฟท์ และทำการวัดอุณหภูมิทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ อุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในช่วง 35 °C - 40 °C การทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ในช่วงอุณหภูมินี้ยังสามารถทำงานได้ถูกต้อง เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด IC ที่ใช้ในโครงการสามารถใช้งานในช่วง 0 °C - 55 °C

3) การทดสอบ Diagnostic Program จากการทดสอบเครื่องควบคุมสามารถทดสอบ ROM, RAM อินพุทบอร์ด และเอาท์พุทบอร์ดได้ถูกต้อง

4) ทดสอบการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ของเครื่องควบคุมลิฟท์ ลิฟท์ที่ติดตั้งได้เปิดบริการผู้โดยสารตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่วันแกรของการติดตั้งจนถึงวันสุดท้ายรวมเวลาได้ 5 เดือน

7.4.2 ผลการทดสอบใช้งานจริง

ในการทดสอบตามหัวข้อ 7.4.1 ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และในช่วงเวลา 5 เดือน ของการทดสอบใช้งานจริงนี้ เกิดการขัดข้องของลิฟท์จนใช้การไม่ได้ 2 ครั้ง ซึ่งทั้ง 2 ครั้งเกิดเนื่องจากการขัดข้องทางกลที่ประตู เมื่อทำการแก้ไขทางกลที่ประตูแล้ว เครื่องควบคุมลิฟท์ก็สามารถใช้งานได้ใหม่ จากการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 เดือนนี้ เป็นการพิสูจน์ว่า เครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมการทำงานของลิฟท์โดยสารได้จริง

บทที่ 8
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักที่จะพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยว โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นองค์ประกอบสำคัญในระบบ การพัฒนามุ่งการออกแบบและการสร้างระบบที่สามารถใช้งานได้จริง ขั้นตอนการพัฒนาและข้อสรุปของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การศึกษาระบบลิฟท์ ศึกษาทั้งลิฟท์รีเลย์ที่สามารถผลิตได้ในประเทศและลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์อันทันสมัยที่นำเข้าจากต่างประเทศ มีการศึกษาเปรียบเทียบจุดอ่อน จุดแข็งของโครงสร้างระบบควบคุมของลิฟท์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งสรุปได้ว่าระบบกระจายการควบคุม (distributed system) เหมาะสำหรับการควบคุมกลุ่มลิฟท์ที่มีลิฟท์จำนวนน้อย เนื่องจากสามารถสร้างให้มีความเชื่อถือได้สูงได้ง่ายกว่าระบบรวมศูนย์การควบคุม (Centralize control system)

2. ออกแบบและสร้างฮาร์ดแวร์ของตู้ควบคุมลิฟท์

ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมลิฟท์เป็นฮาร์ดแวร์ที่ไม่ซับซ้อน ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นระบบมาตรฐานที่นิยมใช้กันทั่วไป ในระบบใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท ทำงานที่ 4 MHz ซึ่งเพียงพอสำหรับการควบคุมลิฟท์ มีหน่วยความจำ 24 กิโลไบท์ ตัวจับเวลาและหน่วยอินพุทและเอาท์พุทแบบดิจิตอลสำหรับติดต่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของลิฟท์ บอร์ดวงจรใช้บอร์ดไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้บัส STD ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล สามารถหาได้จากผู้ผลิต หลายแห่งในต่างประเทศ

ได้จัดระบบอินพุท เอาท์พุทบอร์ดออกเป็น I/O โมดูล สำหรับการรับและขับสัญญาณพื้นฐานของลิฟท์และ Floor โมดุล สำหรับรับสัญญาณจากปุ่มกดและขับหลอดแสดงจากชั้นต่าง ๆ การขยายชั้นของลิฟท์สามารถขยายโดยการเพิ่มจำนวนของ Floor โมดุลนี้ ในขณะที่ส่วนประกอบอื่นยังคงเดิม

การอินเตอร์เฟสกับอุปกรณ์ลิฟท์ได้พยายามออกแบบให้ประหยัดและปลอดภัย การเดินสายไฟไปที่แผงสวิทช์ปุ่มกดแต่ละชั้น ลดจำนวนลงจาก 4 เส้นเป็น 3 เส้น และสามารถเพิ่มสวิทช์ทดสอบเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ช่างซ่อมลิฟท์ อุปกรณ์ความปลอดภัยทั้งทางด้านกลและไฟฟ้ายังคงเดิม ทำให้สามารถใช้ลิฟท์ได้อย่างปลอดภัยเหมือนเดิม

3. การพัฒนาซอฟท์แวร์ควบคุมระบบ

ซอฟท์แวร์เป็นหัวใจสำคัญของโครงการ เนื่องจากฟังก์ชั่นการทำงานของระบบควบคุมกำหนดด้วยซอฟท์แวร์ การพัฒนาซอฟท์แวร์เลือกใช้ภาษาแผนภาพขั้นบันได แทนการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีหรือภาษาชั้นสูง เนื่องจากวงจรควบคุมลิฟท์เดิมสามารถแปลงเป็น แผนภาพขั้นบันไดได้ง่าย ช่างลิฟท์สามารถทำความเข้าใจกับภาษานี้ได้ง่าย การพัฒนาสามารถทำได้รวดเร็ว เนื่องจากสามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงลอจิกการควบคุมได้รวดเร็ว

การเขียนโปรแกรมโดยใช้แผนภาพขั้นบันได จะต้องมีโปรแกรมแปลแผนภาพบันได (ladder interpreter) โปรแกรมนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับโครงการนี้โดยเฉพาะ โปรแกรมแปลจะมีหลักการคล้ายคลึงกับ วิธีการที่ใช้ใน พีแอลซี (PLC) ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่โปรแกรมได้นิยมใช้ในวงการอุตสาหกรรมทั่วไป แต่ได้เพิ่มฟังก์ชั่น สำหรับการควบคุมลิฟท์ขึ้น เช่น Floor position, Call registration, Call analysis เป็นต้น ทำให้ระบบซอฟท์แวร์มีความยืดหยุ่นคล่องตัว เพิ่มและแก้ไขฟังก์ชั่นของลิฟท์ได้ง่าย

การขยายจำนวนชั้นของลิฟท์ไม่จำเป็นต้องแก้ไขซอฟท์แวร์เลย แสดงว่าซอฟท์แวร์มีคุณสมบัติเป็นมาตรฐานไม่ขึ้นกับจำนวนชั้น และนอกจากนั้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ก็สามารถติดตั้งซอฟท์แวร์ได้ง่ายด้วย

4. การทดสอบและติดตั้งใช้งาน

ได้ทดสอบระบบเครื่องจำลองลิฟท์ทั้งแบบอิเล็กทรอนิกส์และลิฟท์จำลองของบริษัท ได้ทดสอบความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟสลับ อุณหภูมิ ได้ผลเป็นที่พอใจก่อนที่จะนำระบบควบคุมไปติดตั้งใช้งานจริงกับลิฟท์ที่โรงพยาบาลกรุงธน ในการทดสอบได้ติดตั้งเครื่องพิมพ์ สำหรับการบันทึกการทำงานของลิฟท์ และทราฟฟิกการใช้ลิฟท์ เมื่อนำผลการบันทึกมาวิเคราะห์ ได้ผลพอสรุปว่า อัตราการใช้ลิฟท์ เฉลี่ย วันละ 51 ครั้ง ผู้โดยสารเรียกจากชั้น 1 ไปส่งที่ชั้นต่าง ๆ เฉลี่ยเท่ากัน watchdog ทำงาน 5 ครั้ง และมีกลอุปกรณ์ ประตูชำรุด 2 ครั้ง เกิด Overrun 1 ครั้ง ในช่วงทดสอบ การทำงานของลิฟท์ในช่วงระยะเวลา 5 เดือน ใช้งานได้ดี

5. จุดเด่นของลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเมื่อเทียบกับลิฟท์รีเลย์ระบบเดิม

1. เปลี่ยนแปลงแก้ไขการทำงานของลิฟท์ตามความต้องการของลูกค้าได้ง่ายกว่าลิฟท์รีเลย์ เพียงแต่เปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมควบคุมเท่านั้น ไม่ต้องแก้ฮาร์ดแวร์

2. ซ่อมบำรุงได้ง่ายกว่า เนื่องจากมี LED บอกสถานะการทำงาน มีสวิทช์ปุ่มบังคับลิฟท์ที่ตู้ควบคุม มีโปรแกรมวินิจฉัยความผิดปรกติของระบบ

3. อุปกรณ์ควบคุมมีขนาดเล็กลงมาก และกินไฟน้อยลง

4. ขยายระบบเป็นลิฟท์ 2 ตัว 3 ตัว หรือกลุ่มลิฟท์ได้ง่ายกว่า

5. สามารถบันทึกการทำงานของลิฟท์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การทำงานและทราฟฟิกได้ในภายหลัง

8.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาในขั้นต่อไปมีแนวทางดังนี้

1. การพัฒนาฟังก์ชั่นการทำงานพิเศษของลิฟท์ ฟังก์ชั่นเหล่านี้ถ้าใช้รีเลย์จะไม่สามารถทำได้ หรือถ้าทำได้จะยากมาก แต่ถ้าเป็นเครื่องควบคุมแบบไมโครคอมพิวเตอร์จะสามารถทำได้โดยง่ายด้วยการโปรแกรม ฟังก์ชั่นเหล่านี้ ได้แก่ ฟังก์ชั่น FIREMAN SERVICE ฟังก์ชั่น HOME Floor เป็นต้น

2. การพัฒนาลิฟท์โดยสารคู่ (DUPLEX ELEVATOR) เป็นการพัฒนาต่อจากลิฟท์โดยสารเดี่ยว โดยการขยายความสามารถของแผนภาพขั้นบันได ให้ควบคุมลิฟท์โดยสารคู่ได้

3. การพัฒนาเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์ การพัฒนาในขั้นนี้ จะต้องศึกษาหน้าที่และการทำงานของการควบคุมลิฟท์แบบกลุ่ม โดยคำนึงถึงเวลาที่รอคอยของผู้ใช้ลิฟท์และการประหยัดพลังงานของลิฟท์เป็นหลัก โดยเครื่องควบคุมกลุ่มลิฟท์จะเป็นตัวกำหนดและส่งลิฟท์ที่เหมาะสมให้กับผู้ใช้ลิฟท์ นอกจากนี้ จะต้องศึกษาและออกแบบระบบการสื่อสารระหว่างลิฟท์ ต้องพิจารณาว่า ระบบการสื่อสารแบบใดที่นำมาใช้กับกลุ่มลิฟท์ จึงจะเหมาะสมที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. George R. Strakosch, Vertical Transportation : Elevators and Escalators, Wiley, New York, 2nd ed., 1982
2. Edward A. Donoghue, Safety Code for Elevators and Escalators, The American Society of Mechanical Engineers, New York, 1984
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, ลิฟท์ : ลิฟท์โดยสารและลิฟท์ขนของ, สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพ, 2520
4. KONE CO. LTD., TMS 500 System Reference Manual, 1980
5. Mitsubishi Electric Corporation, Computer Controller Passenger Elevators, 1982
6. Hitachi Co. Ltd., Elevator Control by Microcomputer, 1981
7. ANSI/ASME A 17.2, Inpectors' Manual for Elevators and Escalators, The American Society of Mechanical Engineers, 1985
8. พูนสันต์ ยะตินันท์, การทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์รีเลย์, บริษัทไทยลิฟท์อินดัสทรีส์ จำกัด, กรุงเทพ, 2526
9. กฤษดา วิศวธีรานนท์, นรังสรรค์ วิไลสกุลยง, "เครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันอุดมศึกษาแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9 , คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2529
10. กฤษดา วิศวธีรานนท์, พีแอลซี สำหรับการควบคุมซีเควันซ์, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพ, 2528
11. ASTEK CO. LTD., ASTD Reference Manual, 1984
12. นรังสรรค์ วิไลสกุลยงค์ "การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟท์โดยสารเดี่ยวโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์" วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2530
13. สำราญ ชูดวงเงิน "Ladder Interpreter" รายงานโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี 2529
14. ลิฟท์ : มาตรฐานและการใช้ สมอ. สาร ฉบับที่ 157 กค. 2531
15. กฤษดา วิศวธีรานนท์, นรังสรรค์ วิไลสกุลยงค์ "การพัฒนาลิฟท์โดยสาร

ควบคุมโดยไมโครคอมพิวเตอร์" วิศวกรรมสาร ปีที่ 40 เล่มที่ 3 2530

16. Takeo Kimura and Toshio Kimura "Elevator and Escalator" Ohm Sha 1973

17. Yoshida "Computer controlled Elevator" Sangyokikai Journal Dec. 1984

18. C. Halatsis, A.Sokos, "Microprocessor-controlled elevator" Electronic Engineering October 1978.

19. Miller Wareing "A microprocessor network for use in control of lifts" GEC Jounal of Science 8 Technology, Vol 46, No 1, 1980

20. Nokari "Digital control of Elevator" Denki Keisan p.269-277 1986

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย