บทที่ 5

อาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุม

อาร์ดแวร์ของเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้ คือ อาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์, LOGGING DATA & WATCH DOG, วงจรอินเตอร์เฟส, วงจรเพาเวอร์รีเลย์ รายละเอียดแต่ละส่วนมีดังนี้

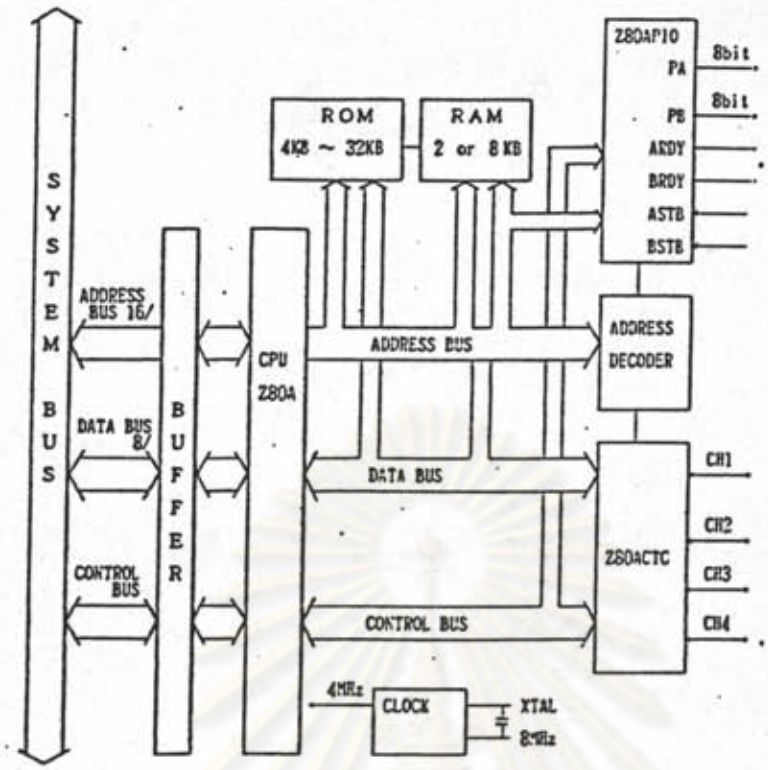
5.1 อาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์ [11]

อาร์ดแวร์ของไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นลักษณะวงจรแผ่นพิมพ์เดียว แยกแต่ละส่วนออกจากกัน วงจรแผ่นพิมพ์เดียวเหล่านี้ได้แก่ ซีพียูบอร์ด, อินพุทบอร์ด, เอาท์พุทบอร์ด วงจรเหล่านี้จะเชื่อมโยงกันผ่านทางบัสแบบ STD BUS (IEEE-961 BUS) รายละเอียดของวงจรแผ่นพิมพ์เดียวแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

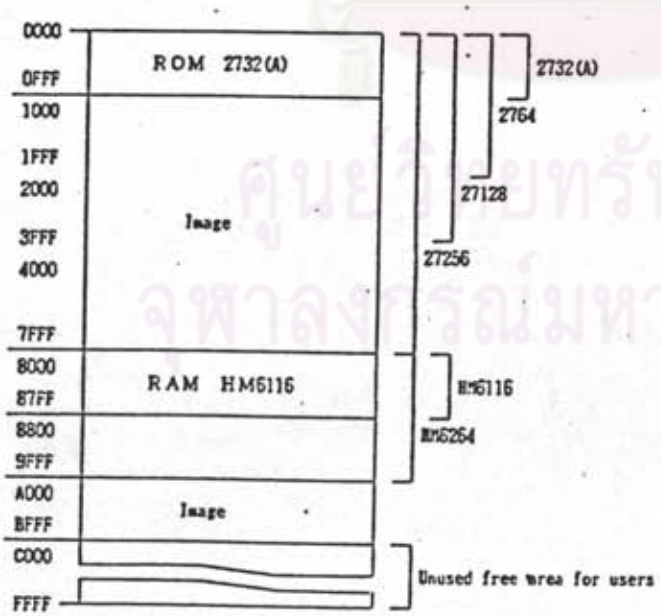
5.1.1 ซีพียูบอร์ด

ซีพียูบอร์ดที่ใช้ คือ Z80A ซึ่งใช้กับสัญญาณนาฬิกาขนาด 4 MHz หน่วยความจำสามารถใช้กับ ROM เบอร์ 2732(A), 2764, 27128, 27256 ส่วน RAM สามารถใช้กับเบอร์ HM6116, HM6264 นอกจากนี้ยังมี Z80PIO และ Z80CTC อย่างละ 1 ตัว การอินเตอร์รัพท์เป็นแบบ Daisy Chain การ DMA สามารถทำได้ ยกเว้นหน่วยความจำภายใน การรีเซ็ทเป็นแบบ Power-on Reset และสามารถต่อปุ่มกดรีเซ็ทให้สามารถรีเซ็ทจากภายนอกได้

ระบบใช้ I/O Port เบอร์ 00-0FH ส่วนเบอร์ 10-FFH มิไว้สำหรับผู้ใช้ แหล่งจ่ายไฟที่ใช้ขนาด 5V ± 5 % กระแสสูงสุดที่ใช้ 0.8 A อุณหภูมิขณะใช้งาน 5-55°C ความชื้นสัมพัทธ์ 10 % - 85 %

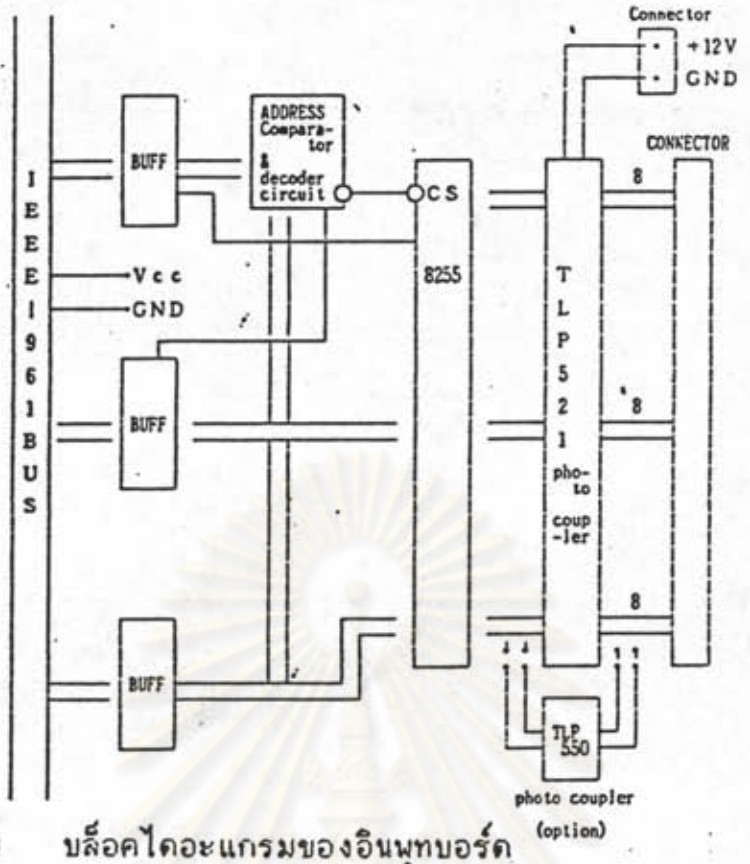


รูปที่ 5.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมของซีพียูบอร์ด

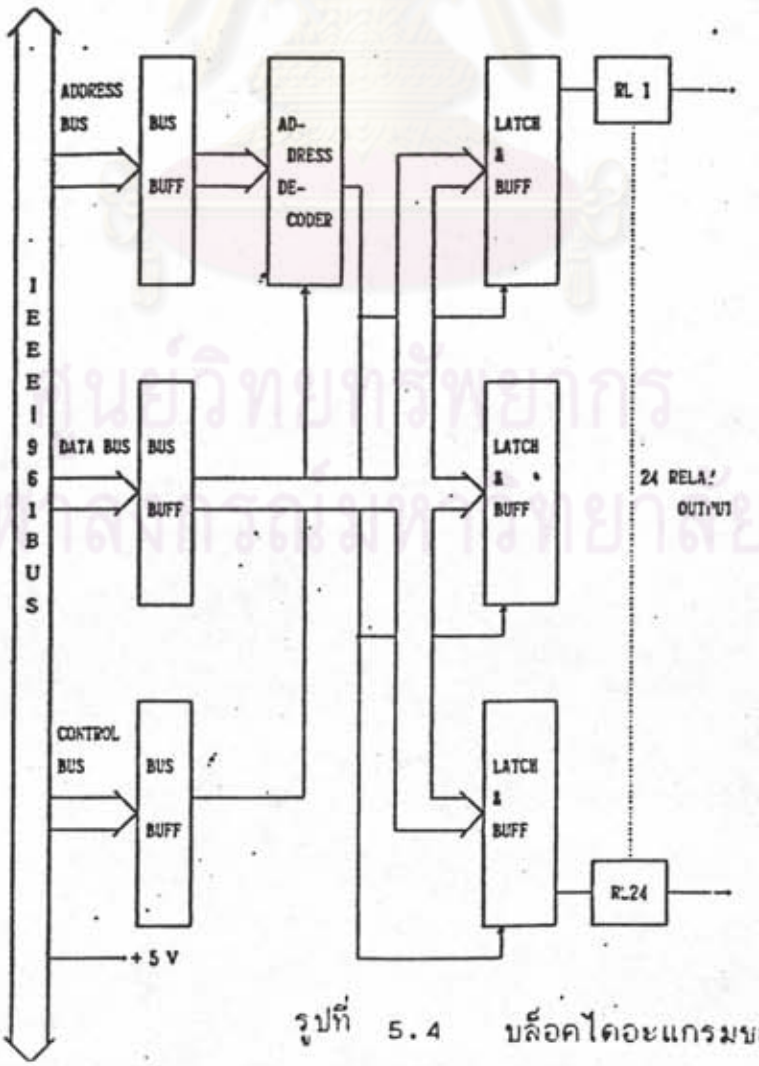


I/O ADDRESS	LSI	Contents
00H	R/W PIO	PortA Data
01H		PortA Control
02H		PortB Data
03H		PortB Control
04H	R/W CTC	Channel 0
05H		Channel 1
06H		Channel 2
07H		Channel 3
08H	"Read" inhibits internal memory area	
09H	"Read" internal memory	
0AH	Image of 08H and 09H	
0BH		
0CH	Free area	
0DH		
0EH		
0FH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

รูปที่ 5.2 แสดงการจัดหน่วยความจำของซีพียูบอร์ด



รูปที่ 5.3 บล็อคไดอะแกรมของอินพุทบอร์ด



รูปที่ 5.4 บล็อคไดอะแกรมของเอาท์พุทบอร์ด

5.1.2 อินพุทบอร์ด

เป็นอินพุทชนิด Photo-isolated มี 24 ขั้ว โดยมี 2 ขั้ว เข้าสามารถเลือกใช้กับสัญญาณเข้าความเร็วสูงได้ (High Speed Input) แหล่งจ่ายไฟภายนอกที่ใช้ขนาด 12 V และสามารถเลือกใช้กับขนาด 24 V ได้ Photo Coupler ที่ใช้เป็นของ Toshiba เบอร์ TLP-521 ใช้กับสัญญาณเข้าความเร็วสูงสุด 5 KHz แต่ถ้าใช้ TLP-550 สามารถใช้กับสัญญาณเข้าความเร็วสูงสุด 20 KHz วงจรกรองที่ใช้เป็นวงจร RC Filter การกำหนดแอดเดรส ของบอร์ดสามารถกำหนดโดยใช้ดิพสวิทช์ แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงขนาด 5 V ± 5 % กระแสสูงสุดที่ใช้ 0.8 A อุณหภูมิขณะใช้งาน 5-55°C

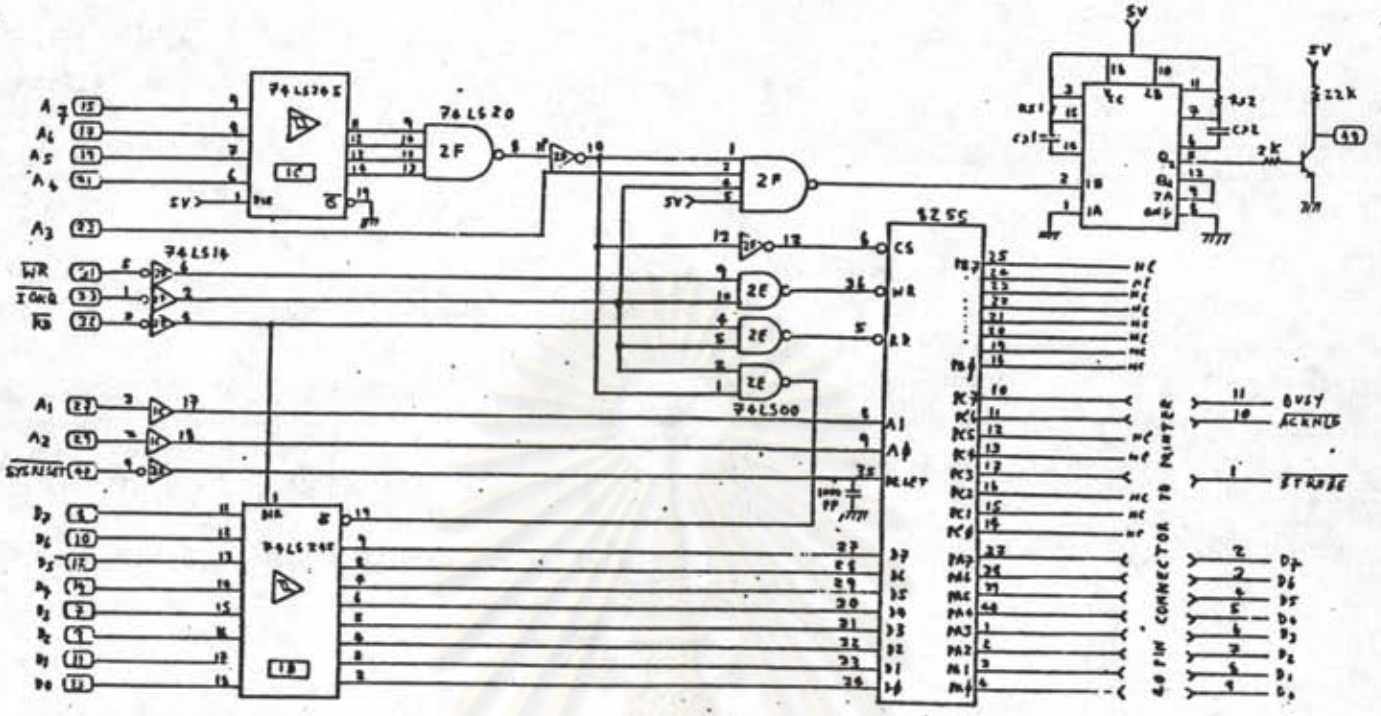
5.1.3 เอาท์พุทบอร์ด

เป็นเอาท์พุทชนิดรีเลย์มี 24 ขั้วออก หน้าสัมผัสรีเลย์สามารถเลือกเป็น N.O. หรือ N.C. ก็ได้ รีเลย์ที่ใช้เป็นของ Matsushita เบอร์ G2019(SPDT) ขดลวดรีเลย์ใช้ไฟเลี้ยง 5 V หน้าสัมผัสทนแรงดัน (V rated) 220 VDC, 250 VAC ทนกระแส (I rated) 2 A กำลังไฟฟ้า (P rated) 60 W ขดลวดของรีเลย์สามารถต่อกับ Resistive Load ใช้กับ Rated Load ขนาด DC 36 V (0.4 A), AC 24 V (0.2 A) การกำหนดแอดเดรส สามารถกำหนดโดยใช้ดิพสวิทช์ อุณหภูมิขณะใช้งาน 5-55°C

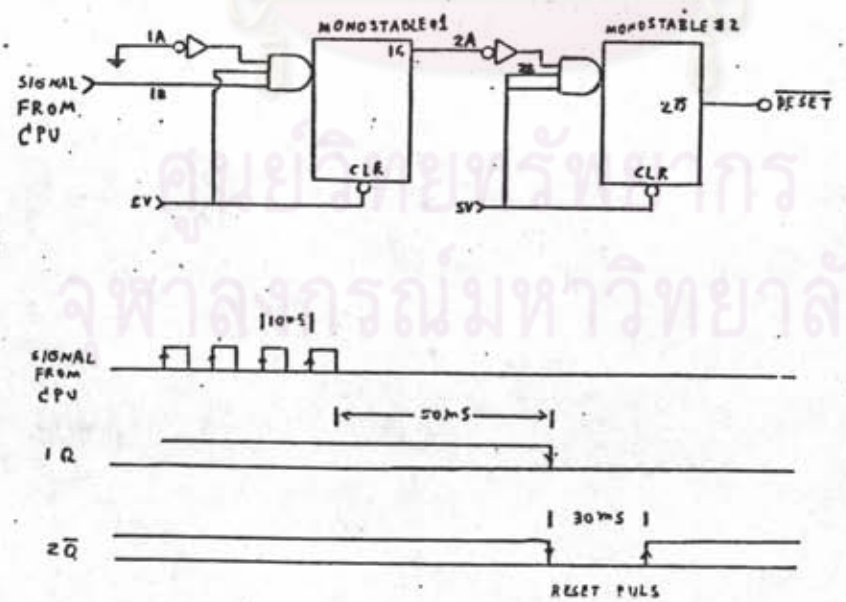
5.2 Logging Data & Watchdog

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 Watcgdog แสดงดังในรูปที่ 5.6 ในรูปถ้าไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานปกติจะส่งสัญญาณมาที่ขา 1B ของ Monostable ตัวที่ 1 ซึ่งทริกที่ขอบขาขึ้น และให้สัญญาณ 1Q ออกมา จากนั้นสัญญาณ 1Q จะเป็นสัญญาณเข้าของ Monostable ตัวที่ 2 ที่ขา 2 A ซึ่งทริกที่ขอบขาลง แล้วได้



รูปที่ 5.5 วงจร LOGGING DATA & WATCH DOG



รูปที่ 5.6 การทำงานของ WATCH DOG

สัญญาณ 2Q ออกมา ปกติซีพียูจะส่งสัญญาณออกมาทุกๆ 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 30 mS. ซึ่งสัญญาณพัลส์ Low นี้นำไปใช้ในการรีเซ็ทซีพียูให้กลับไปเริ่มต้นทำงานใหม่ในโปรแกรมที่กำหนดอีกครั้งหนึ่ง

5.3 วงจรอินเตอร์เฟส

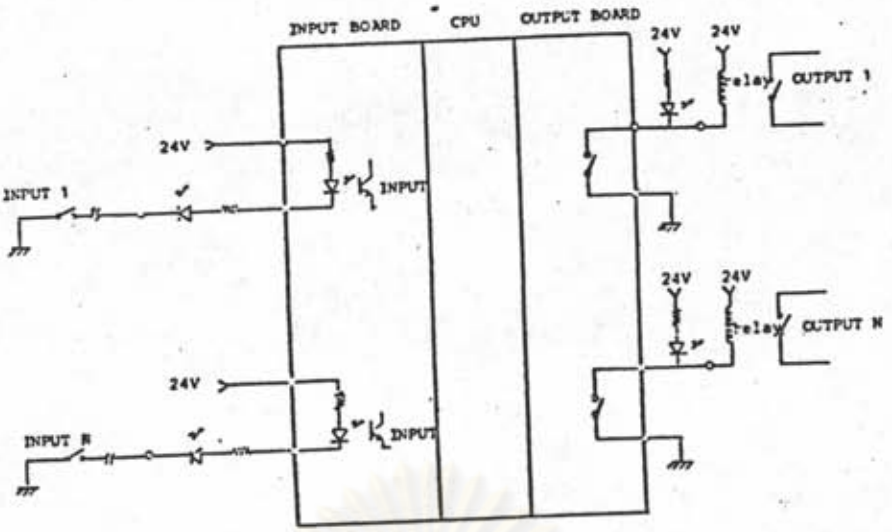
เป็นวงจรที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับสัญญาณภายนอกจากสวิทช์ปุ่มกดและปล่องลิฟท์ วงจรนี้สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

5.3.1 วงจร I/O Module

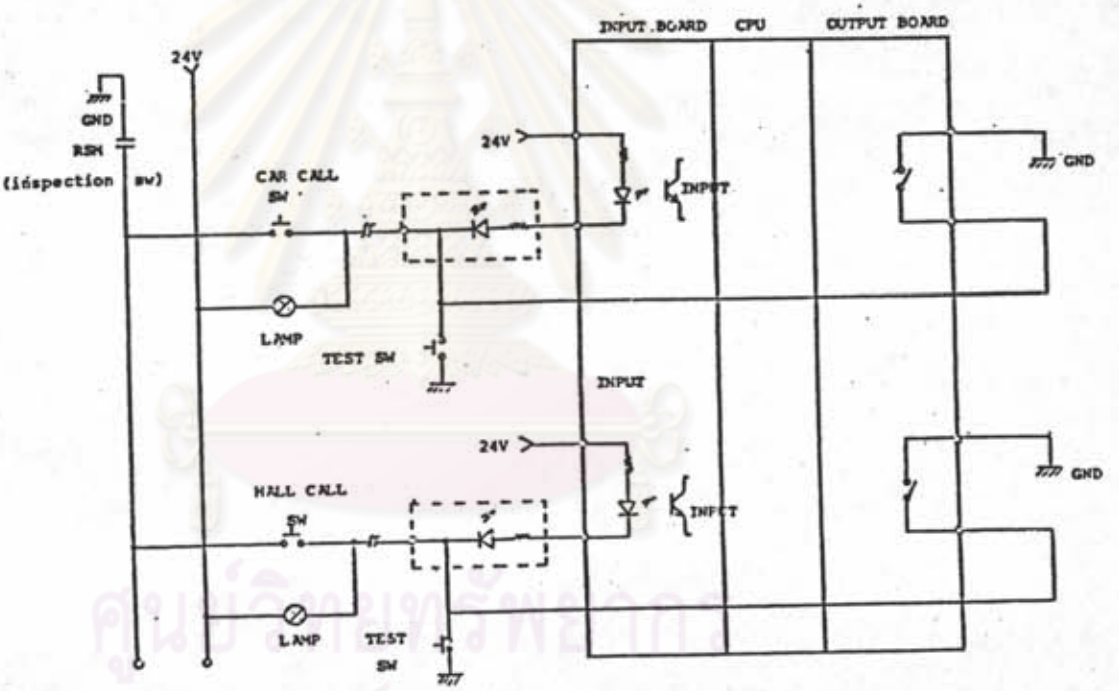
เป็นวงจรสำหรับเชื่อมโยงสัญญาณจาก Sensor มาเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางอินพุทบอร์ด และเชื่อมโยงสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปสู่เอาท์พุทรีเลย์ผ่านทางเอาท์พุทบอร์ด ใน I/O Module จะมี LED สำหรับบอกสถานะของสัญญาณอินพุทและเอาท์พุท ทำให้รู้ว่าขณะนั้นมีอินพุทอะไรเข้ามา และมีคำสั่งเอาท์พุทอะไรออกไป ซึ่งสามารถช่วยการตรวจซ่อมของช่างลิฟท์ได้ วงจร I/O Module นี้ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับสัญญาณสถานะของลิฟท์ ซึ่งสัญญาณเหล่านี้มีจำนวนคงที่ไม่ขึ้นกับจำนวนชั้น ดังนั้นไม่ว่าลิฟท์จะใช้กับอาคารกี่ชั้นก็ตาม จำนวน I/O Module จะมีเพียง 1 บอร์ดเท่านั้น

5.3.2 วงจร Floor Module

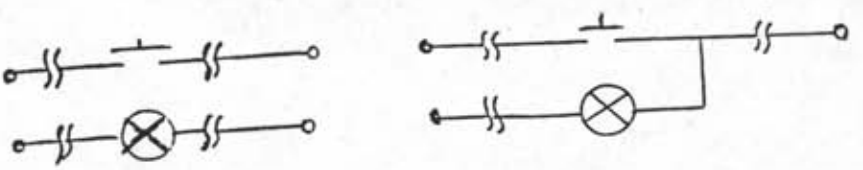
เป็นวงจรสำหรับอินเตอร์เฟสสัญญาณปุ่มกด และสัญญาณบอกตำแหน่งชั้นจากตัวลิฟท์ และในปล่องลิฟท์มาเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางอินพุทบอร์ด จากนั้นซีพียูจะสั่งงานไปที่หลอดไฟของปุ่มกดผ่านทางเอาท์พุทบอร์ด และวงจรอินเตอร์เฟสใน Floor Module การที่ Floor Module ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสสัญญาณปุ่มกดและสัญญาณบอกตำแหน่งชั้น ซึ่งสัญญาณเหล่านี้ขึ้นกับจำนวนชั้น ดังนั้นถ้าจำนวนชั้นเพิ่มขึ้นจำนวน Floor Module ก็จะเพิ่มขึ้น ในการออกแบบนี้ Floor Module 1 บอร์ดสามารถใช้ได้กับลิฟท์จำนวน 6 ชั้น ในบอร์ดของ Floor Module นี้จะมีปุ่มกดทดสอบ (Test SW.) ซึ่งต่อขนานกับปุ่มกดจริง ดังนั้นการทดสอบการทำงานของลิฟท์โดยปุ่มกดจึงสามารถทดสอบที่



รูปที่ 5.7 วงจร I/O MODULE



รูปที่ 5.8 วงจร FLOOR MODULE



การเดินสายแบบเก่า การเดินสายแบบใหม่

รูปที่ 5.9 การเปรียบเทียบการเดินสายไฟ

ตู้เครื่องควบคุมเลย โดยไม่ต้องไปกดปุ่มกดจริงของแต่ละชั้นจึงเป็นการอำนวยความสะดวกแก่ช่างลิฟท์ในการซ่อมบำรุง

เนื่องจากการเปลี่ยนจำนวนชั้นจะทำให้จำนวนอินพุทและเอาท์พุทของ FLOOR MODULE เปลี่ยนไป การคำนวณจำนวนอินพุทและเอาท์พุทที่ต่อเข้ากับ FLOOR MODULE สามารถทำการคำนวณได้ดังนี้

การคำนวณจำนวนอินพุท

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

การคำนวณจำนวนเอาท์พุท

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

การคำนวณจำนวนชุดของ FLOOR MODULE ให้เอาจำนวนชั้นหารด้วย 6 ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็นทศนิยมให้ปัดขึ้นเป็นจำนวนเต็ม ค่าที่ได้ คือ 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 จะสามารถประหยัดการเดินสายได้ 3N-2 เส้น

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	–

5.4 วงจรเพาเวอร์รีเลย์

ในเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากที่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ประมวลผลการทำงานของลิฟท์แล้ว จะออกคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนลิฟท์ผ่านทางเอาท์พุทบอร์ด เนื่องจากรีเลย์ของเอาท์พุทบอร์ดมีขนาดเล็กและหน้าสัมผัสทนกระแสได้น้อย ดังนั้นจึงต้องนำหน้าสัมผัสของรีเลย์ในเอาท์พุทบอร์ดไปต่อเข้ากับขดลวดของรีเลย์ขนาด 24 โวลต์ ดังรูปที่ 5.10 รีเลย์ขนาด 24 โวลต์ นี้จะเรียกว่า รีเลย์รับคำสั่ง จากนั้นจึงนำหน้าสัมผัสของรีเลย์ไปต่อเข้ากับขดลวดของคอนแทกเตอร์ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ขับลิฟท์ ดังรูปที่ 5.11 ซึ่งการทำงานของวงจรนี้เหมือนกับการทำงานของวงจรรีเลย์ที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3

5.5 ตู้ควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์

การสร้างตู้ควบคุมลิฟท์ได้ใช้เวลาในการประกอบและสร้างประมาณ 3 สัปดาห์ ซึ่งได้เครื่องควบคุมลิฟท์ต้นแบบดังรูปที่ 5.12 องค์ประกอบของตู้ควบคุมแสดงในรูปที่ 5.13 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) POWER SUPPLY เป็น SWICHING POWER SUPPLY เป็นสำหรับจ่ายไฟให้ไมโครคอมพิวเตอร์

2) MICROCOMPUTER เป็นตัวควบคุมการทำงานของลิฟท์ ประกอบด้วย ซีพียูบอร์ด อินพุทบอร์ด และเอาท์พุทบอร์ด

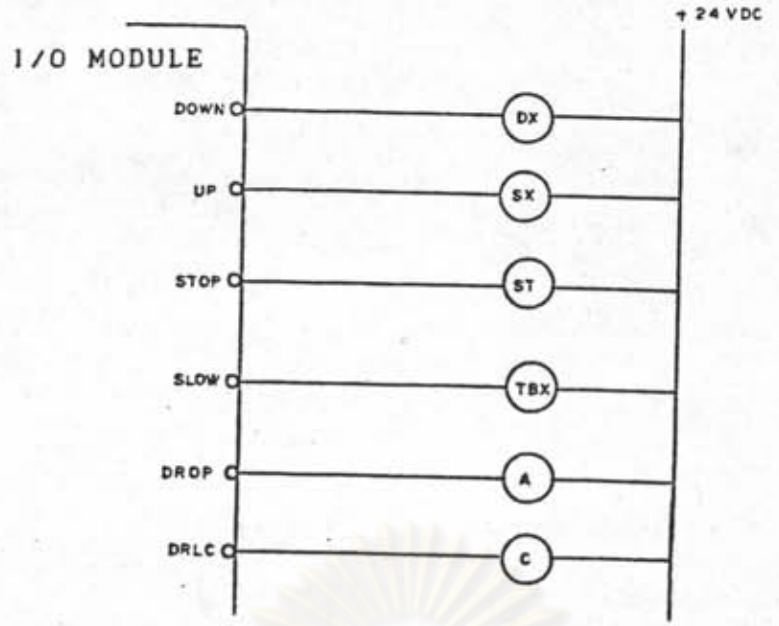
3) I/O MODULE และ TEST SWITCHS (FLOOR MODULE) เป็นแผงวงจรที่ทำหน้าที่อินเตอร์เฟสสัญญาณอินพุทและเอาท์พุท และสัญญาณปุ่มกดของลิฟท์

4) PRINTER เป็นเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์ผลการทำงานของลิฟท์

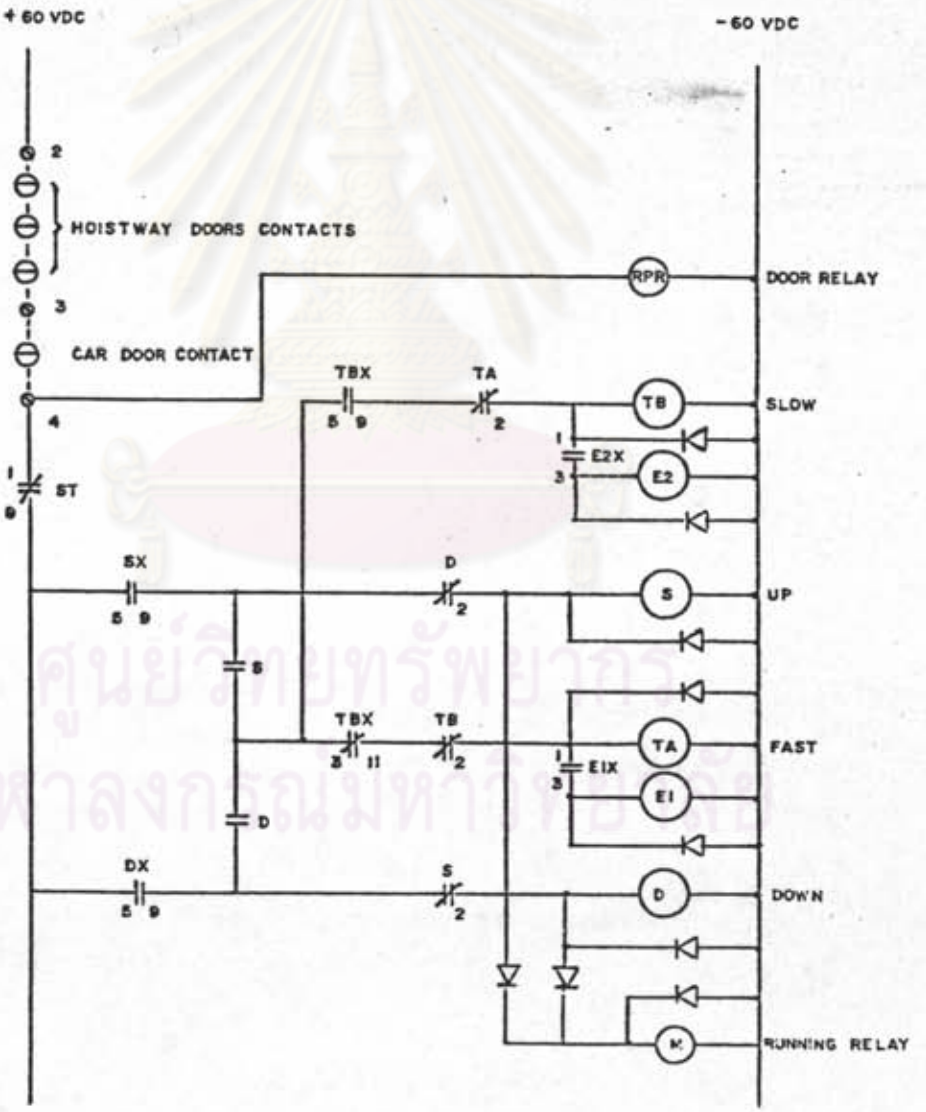
5) CURRENT TRANFORMER และ MOTOR PROTECTIVE RELAY ใช้ร่วมกันในการป้องกันมอเตอร์ เนื่องจากการต่อไฟกลับเฟส การขาดหรือหลุดของสายเฟสใดเฟสหนึ่ง ซึ่งถ้าเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้นก็จะทำการตัดแหล่งจ่ายไฟออกจากมอเตอร์

6) OUTPUT RELAYS เป็นรีเลย์ขนาด 24 โวลต์ ใช้รับสัญญาณคำสั่งจากไมโครคอมพิวเตอร์

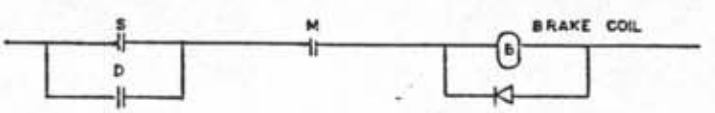
7) MAIN CONTACTORS เป็นคอนแทกเตอร์ที่ใช้ในการขับมอเตอร์ลิฟท์

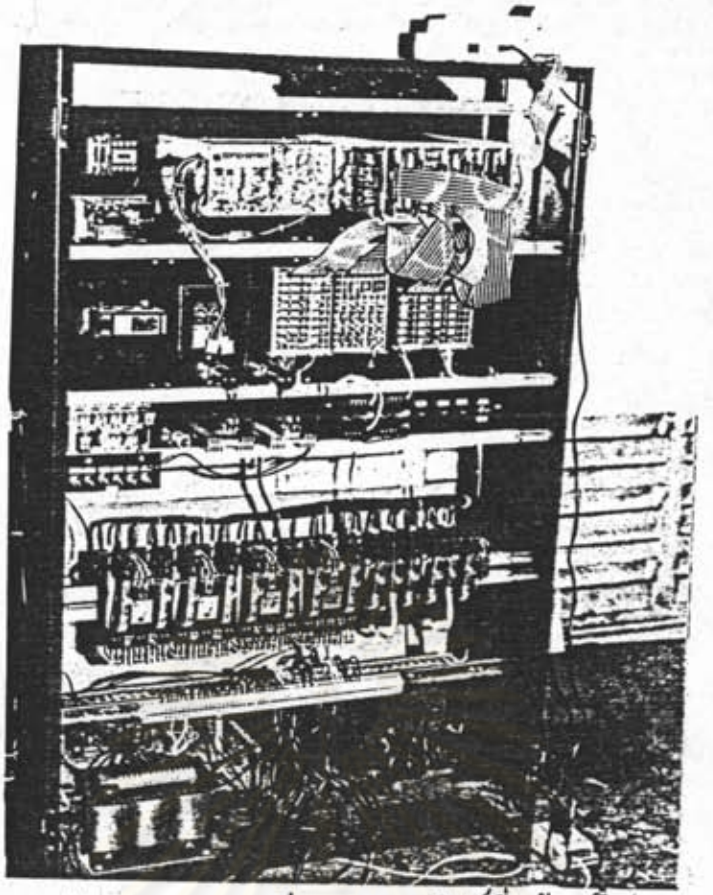


รูปที่ 5.10 วงจรรีเลย์รับคำสั่ง



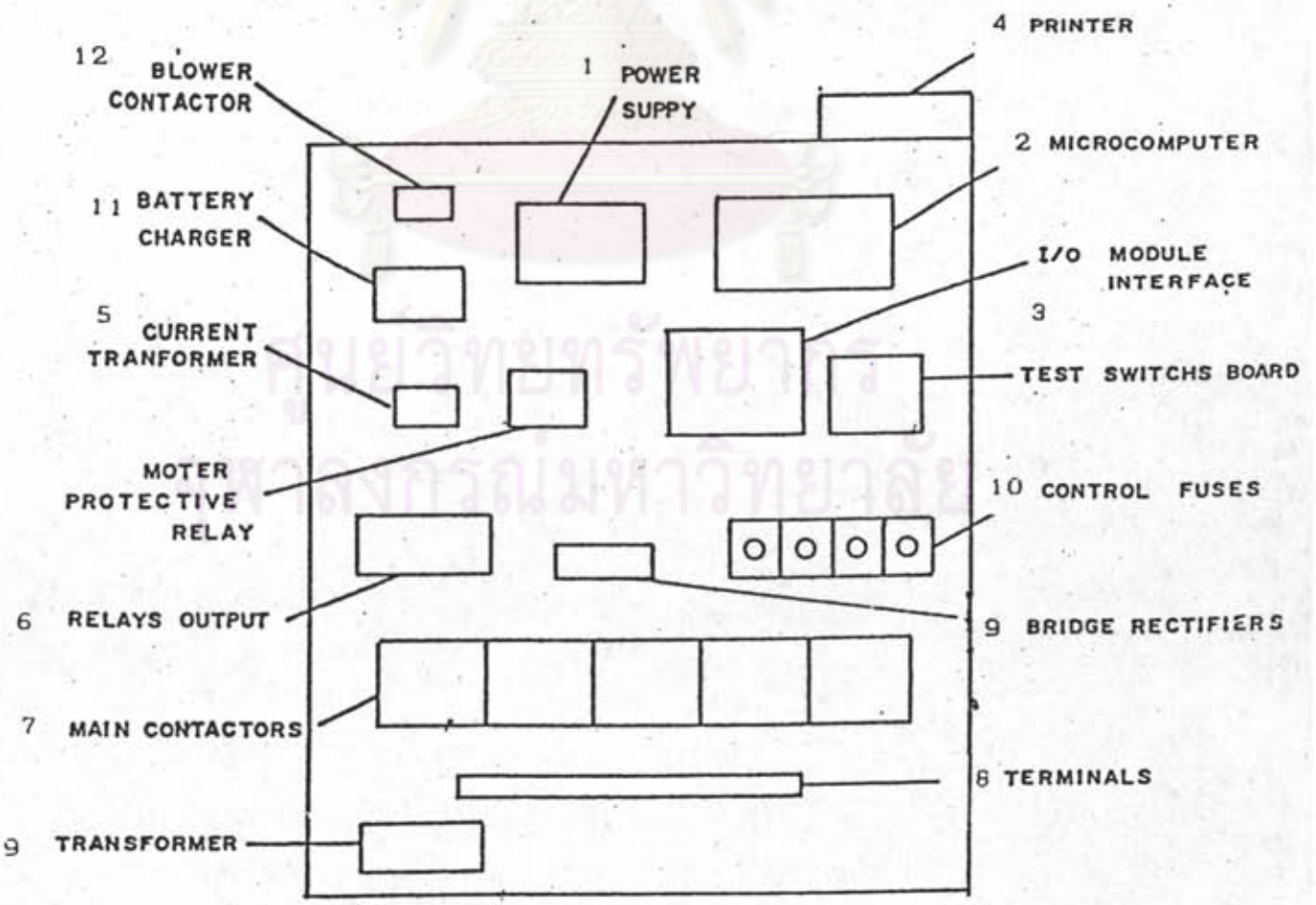
รูปที่ 5.11 วงจรควบคุมมอเตอร์ขับลิฟท์





รูปที่ 5.12 เครื่องควบคุมลิฟท์ที่สร้างขึ้น

รูปที่ 5.13 แผนภาพแสดงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม



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 ดังนั้นลิฟท์จึงต้องมีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากลิฟท์ที่จะเกิดแก่ผู้โดยสาร

ระบบความปลอดภัยของลิฟท์สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระบบ คือ

1) ระบบความปลอดภัยจากไมโครคอมพิวเตอร์ จะมีวงจร WATCHDOG ทำหน้าที่ตรวจสอบความปกติในการทำงานของซีพียู ถ้าซีพียูทำงานออกนอกโปรแกรม WATCHDOG จะทำการรีเซ็ทให้ซีพียูกลับเข้ามาเริ่มต้นทำงานในโปรแกรมใหม่อีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีสัญญาณจากประตู คือ สัญญาณ Safety Shoe, Photo Cell และ Door Open Switch เป็นสัญญาณเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อสั่งให้ประตูเปิดออกในกรณีลิฟท์หนีบผู้โดยสาร และถ้าเกิดกรณีที่เลวร้ายที่สุด คือ สัญญาณทั้งสามบกพร่องไม่สามารถส่งสัญญาณเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ได้ ประตูลิฟท์ก็จะหนีบผู้โดยสารได้ไม่เกิน 5 วินาที ทั้งนี้เพราะการสั่งปิดประตู ประตูต้องปิดสนิทให้ได้ภายใน 5 วินาที มิฉะนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งให้เปิดประตูกลับ ผู้โดยสารจึงปลอดภัยจากการถูกประตูหนีบ

2) ระบบความปลอดภัยจากแผนภาพขั้นบันได การออกแบบจะมีการอินเตอร์ล็อกทางสัญญาณเพื่อป้องกันการออกคำสั่งที่ซ้ำซ้อน เช่น สั่งให้มอเตอร์หมุนขึ้นและลงพร้อมกัน สั่งให้ประตูเปิดและปิดพร้อมกัน เป็นต้น

3) ระบบความปลอดภัยทางไฟฟ้า จากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ว่าลิฟท์มีกลอุปกรณ์หยุดสุดท้าย ซึ่งจะตัดกระแสไฟโดยอัตโนมัติออกจากมอเตอร์

ในกรณีลิฟท์วิ่งเลยชั้นที่จอดสุดท้าย และมีกลอุปกรณ์ล็อกควบคู่ของประตูปล่องลิฟท์ เพื่อป้องกันไม่ให้กระแสไฟจ่ายเข้าเพาเวอร์รีเลย์ได้จนกว่าประตูจะปิดสนิท นอกจากนี้ในวงจรเพาเวอร์รีเลย์ยังมีการอินเตอร์ล็อกทางสัญญาณอีกด้วย

4) ระบบความปลอดภัยทางกล ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ว่าลิฟท์มีอุปกรณ์ทางกลเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุมากมาย เช่น เครื่องกันปะทะที่บ่อลิฟท์, อุปกรณ์ควบคุมความเร็วเกิน, อุปกรณ์ล็อกรางในกรณีลวดสลิงขาด เป็นต้น

จากระบบความปลอดภัยที่กล่าวมานี้ สามารถมั่นใจได้ว่าผู้โดยสารจะใช้ลิฟท์ได้อย่างปลอดภัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย