

## บทที่ 7

### การทดสอบและการติดตั้งใช้งานจริง

การพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟต์นั้น ในขณะที่พัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของลิฟต์จำเป็นต้องทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าจะทดสอบกับลิฟต์จริงในทันทีจะไม่สะดวก และอาจสร้างความเสียหายเกิดขึ้นได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างลิฟต์จำลองขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมให้ถูกต้องเสียก่อน ก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้งานจริง

#### 7.1 ขั้นตอนการทดสอบ

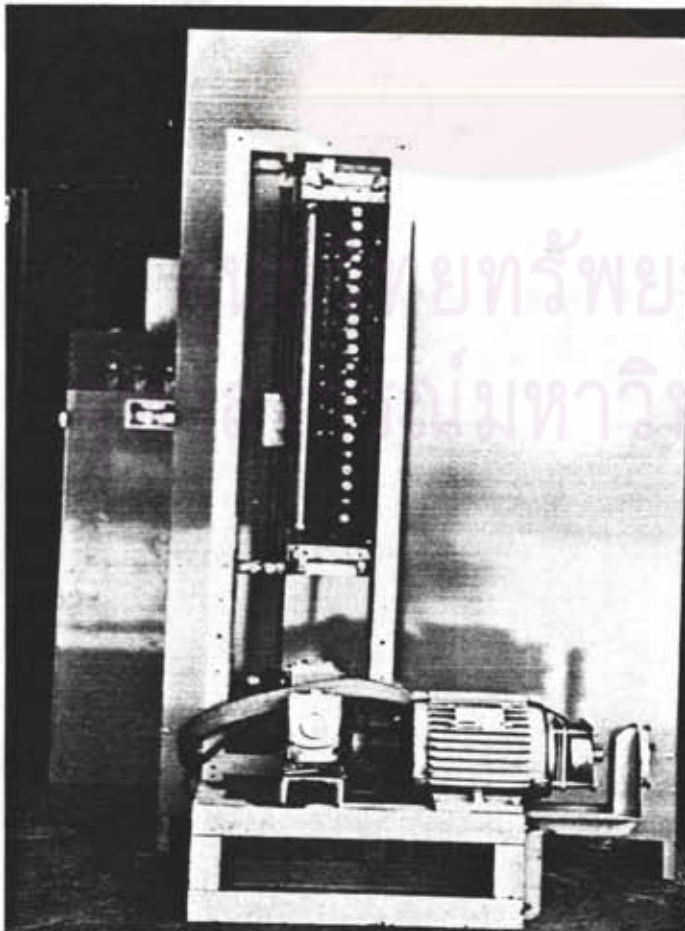
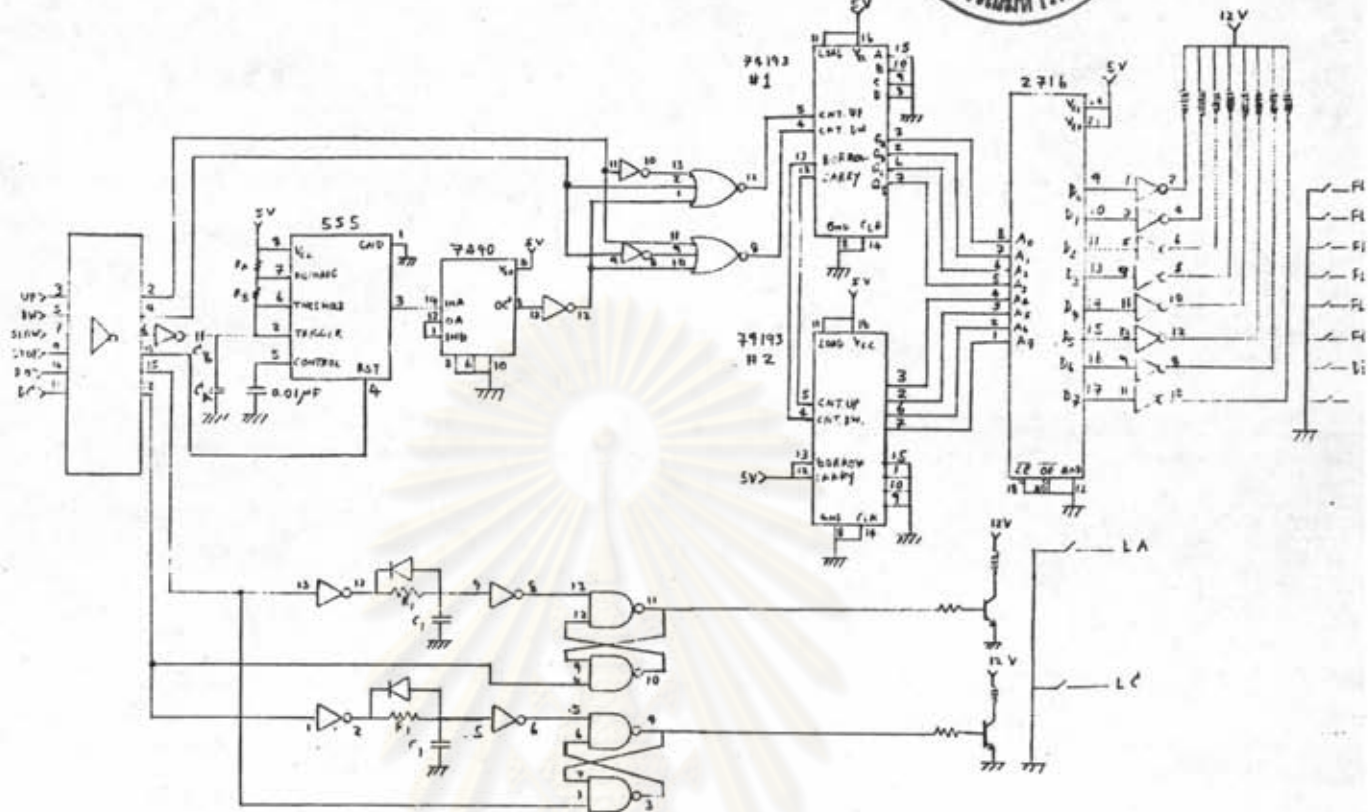
การทดสอบได้ทำการทดสอบใช้งานกับลิฟต์จำลองและลิฟต์จริง ซึ่งได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจาก บริษัท ไทยลิฟต์อินดัสทรีส์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทผลิตลิฟต์ของไทยแห่งหนึ่ง การทดสอบได้เน้นถึงความถูกต้องของการทำงานของลิฟต์ และความปลอดภัยของผู้ใช้ การประเมินผลได้ทำเป็นขั้นตอนดังนี้

- 1) ทดสอบกับลิฟต์จำลองอิเล็กทรอนิกส์
- 2) ทดสอบกับลิฟต์จำลองของบริษัทลิฟต์
- 3) ทดสอบกับมอเตอร์ขนาดใช้งานกับลิฟต์จริง
- 4) ทดสอบสมรรถนะและความคงทนต่อสภาพแวดล้อม
- 5) ทดสอบกับลิฟต์จริง

#### 7.2 ลิฟต์จำลอง

ลิฟต์จำลองที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมควบคุมการทำงานของลิฟต์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ลิฟต์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ และลิฟต์จำลองของบริษัทลิฟต์ ซึ่งลิฟต์จำลองทั้งสองจะกล่าวถึงในหัวข้อย่อยถัดไป การสร้างลิฟต์จำลองสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ การจำลองลักษณะสัญญาณต่างๆ ของลิฟต์ขึ้นเพื่อใช้ทดสอบ มีใช้จำลองโครงสร้างของลิฟต์ให้มีขนาดเล็กลง

รูปที่ 7.1 วงจรลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์



ยทรัพย์ากร  
มหาวิทยาลัยราชภัฏ

รูปที่ 7.2 ลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์

### 7.2.1 ลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการจำลองสัญญาณของลิฟท์โดยใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้ลิฟท์จำลองมีขนาดเล็ก จนสามารถสร้างลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์ลงในบอร์ดเพียงหนึ่งบอร์ด การทำงานของลิฟท์จำลองและสัญญาณต่างๆ ของลิฟท์ จะแสดงด้วย LED บนอินเทอร์เฟซบอร์ด ในรูปที่ 7.1 แสดงวงจรลิฟท์จำลอง อิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างขึ้น ในรูปวงจร IC 555 จะทำหน้าที่แทนมอเตอร์ขับลิฟท์ IC 7490 เป็นวงจรหาร เพื่อให้สัญญาณที่มาจาก IC 555 มีช่วงคาบที่ยาวขึ้น วงจร OR GATE จะเป็นตัวเลือกว่าสัญญาณนั้นนับขึ้นหรือนับลง IC 74193 เป็น วงจรนับซึ่งใช้สองตัวเพื่อให้สามารถนับได้ 8 บิต หรือ 256 คาบ จากนั้น IC 2716 ซึ่งเป็น ROM ขนาด 2K จะทำการถอดรหัสทำให้ได้สัญญาณบอกขึ้น (FL) และลง (DZ) ซึ่งเป็นสัญญาณในปล่องลิฟท์

### 7.2.2 ลิฟท์จำลองบริษัทลิฟท์

เป็นลิฟท์จำลองที่บริษัทลิฟท์ได้สร้างขึ้น เพื่อใช้ทดสอบการ ทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์รีเลย์ก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้งานจริง ลิฟท์จำลอง ของบริษัทลิฟท์นี้ทำโดยการจำลองมอเตอร์ให้ขนาดเล็กลง และจำลองสัญญาณ ต่างๆ ในปล่องลิฟท์ไว้บนแท่นเหล็ก สรุปแล้วลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์ก็เป็นการ ย่อขนาดโครงสร้างของลิฟท์ให้เล็กลง แต่ก็ยังมีขนาดใหญ่เทอะทะ และการทดสอบแต่ละครั้งจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามาก จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในห้อง ปฏิบัติการ

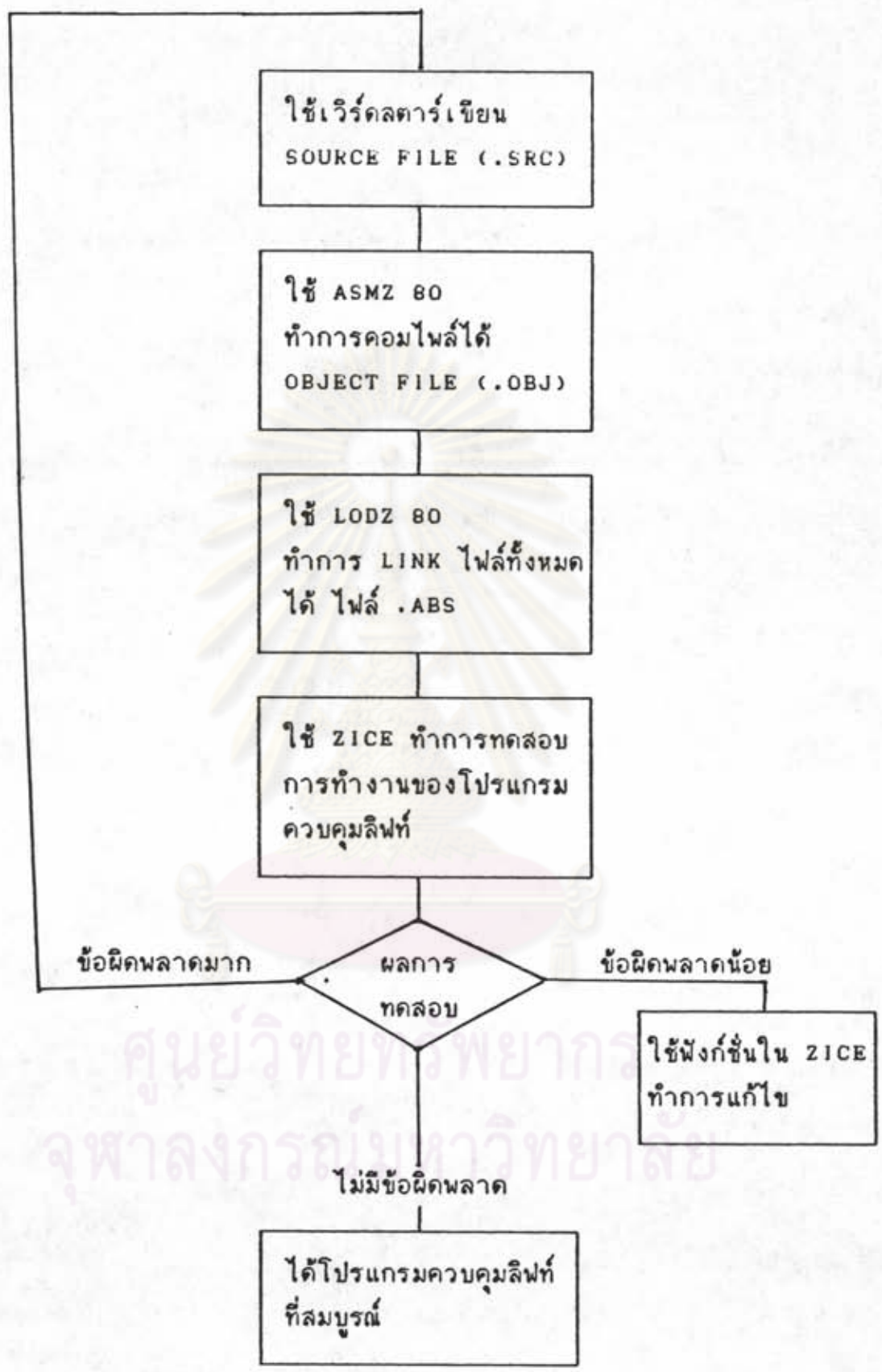
### 7.3 การพัฒนาและทดสอบ

ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของลิฟท์ ได้ใช้อุปกรณ์ ช่วยในการพัฒนาและทดสอบ คือ คอมพิวเตอร์ IBM PC (Compatible), In-Circuit Emulator, EPROM Burner นอกจากนี้ยังต้องใช้ซอฟต์แวร์ เพื่อช่วยในการเขียนโปรแกรม ในที่นี้ใช้ Word Star เป็น Editor ใช้ ASMZ 80 เป็น Assembler และใช้ Lod 2 80 เป็น Linker ขั้นตอนการทดสอบแสดงในรูปที่ 7.3

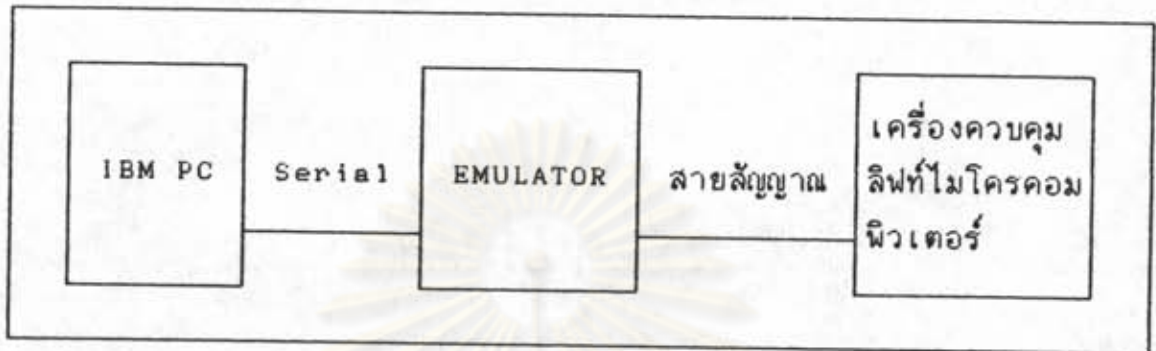
ในการพัฒนาโปรแกรมจะใช้เวิร์คสตาร์เขียนโปรแกรมแอสแซมบลีบน IBM PC โปรแกรมแอสแซมบลีที่เขียนนี้จะเป็น Source File ซึ่งจะตั้ง

นามสกุลของไฟล์เป็น .SRC เนื่องจากโปรแกรมควบคุมการทำงานของลิฟท์ค่อนข้างยาว ดังนั้นจึงแบ่งโปรแกรมออกเป็นหลายส่วนเพื่อสะดวกในการเขียนและแก้ไข จึงทำให้มี Source File หลายไฟล์ หลังจากเขียน Source File เสร็จแล้วก็จะออกจากเวิร์คสตาร์ จากนั้นจะใช้ ASM Z 80 ทำการคอมไพล์ Source File ทุกไฟล์จนครบ ไฟล์ที่คอมไพล์ได้ก็จะเป็น Object File โดยมีนามสกุลของไฟล์เป็น .OBJ ในการคอมไพล์ถ้ามีข้อผิดพลาดเนื่องจากผิดกฎเกณฑ์ในภาษาแอสแซมบลี ก็จะมีการบอกข้อผิดพลาดทั้งหมดพร้อมทั้งบอกว่าผิดที่ไหนด้วยเหตุผลใด ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็ต้องกลับไปแก้ไขในเวิร์คสตาร์ใหม่ แล้วทำการแก้ไขโปรแกรมแอสแซมบลีใหม่ เมื่อแก้ไขข้อผิดพลาดเสร็จแล้วก็ทำการคอมไพล์ใหม่จนกว่า Object File ทุกไฟล์ที่คอมไพล์ได้จะไม่มีข้อผิดพลาดทุกไฟล์ จากนั้นก็จะใช้ LODZ 80 ทำการ link ไฟล์ทั้งหมดของ Object File เข้าด้วยกัน ไฟล์ที่ทำการ link แล้วจะมีนามสกุลของไฟล์เป็น .ABS

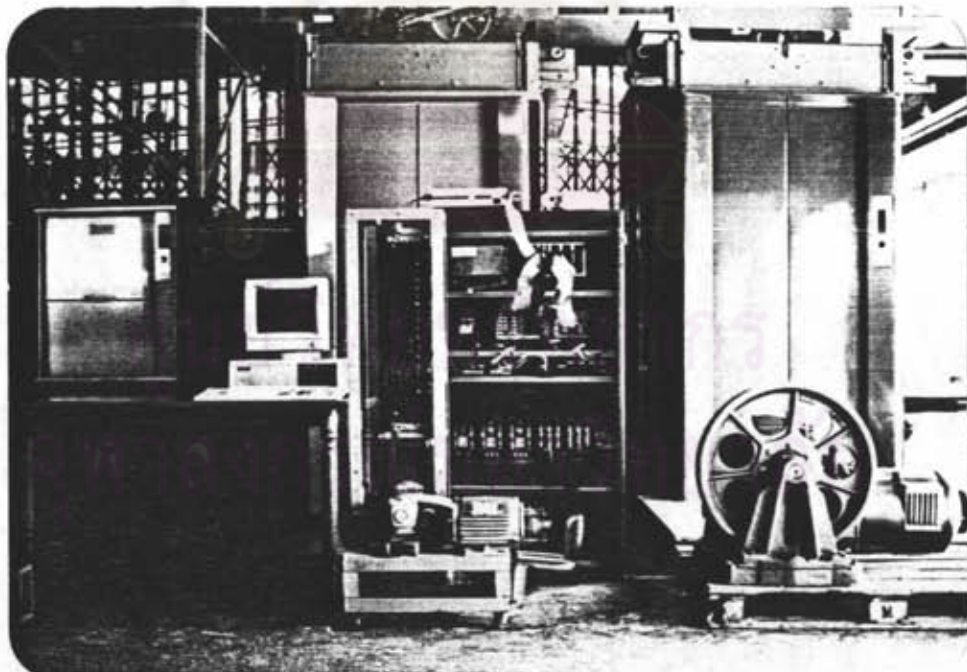
หลังจากที่ได้ไฟล์ .ABS แล้ว ต่อไปเป็นการทดสอบว่าโปรแกรมสามารถควบคุมการทำงานของลิฟท์ได้ถูกต้องหรือไม่ การทดสอบสามารถทำได้โดยการต่อ IBM จาก Serial Port เข้าสู่ Emulator และจาก Emulator ต่อสายสัญญาณเข้าแทนที่ไมโครโปรเซสเซอร์ Z 80 ของเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ ในรูปที่ 7.4 แสดงการต่ออุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมของเครื่องควบคุม เมื่อต่อวงจรในรูปที่ 7.4 เสร็จแล้ว ให้เปิดเครื่อง IBM รอจน IBM ทำการตรวจสอบหน่วยความจำเสร็จและขึ้น A-prompt แล้วจึงเปิดเครื่อง Emulator และเครื่องควบคุมตามลำดับ จากนั้นให้ใส่แผ่นดิสก์ของ ZICE ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับเครื่อง Emulator ไว้ในดิสก์ไดฟ์ A และแผ่นดิสก์ที่มีโปรแกรมควบคุมลิฟท์ไว้ในดิสก์ไดฟ์ B แต่ถ้าในฮาร์ดดิสก์มีโปรแกรมเหล่านี้อยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้ดิสก์เหล่านี้ จากนั้นให้เรียกโปรแกรม ZICE แล้วรอสักหนึ่งนาทีจนกว่า IBM และ Emulator ได้ติดต่อกันเสร็จแล้วจะขึ้น prompt มาให้ จากนั้นทำการ Load โปรแกรมควบคุมลิฟท์จากดิสก์มาเข้าสู่ Emulator แล้วทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมลิฟท์ Emulator จะทำหน้าที่เป็นเสมือน CPU, ROM และ RAM ของเครื่องควบคุม ดังนั้นจึงสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ได้โดยดูจากสถานะการทำงานของ CPU โดย Emulator บนจอ IBM และดูจาก LED บอกสถานะบนอินเทอร์เฟซบอร์ดก็จะทำให้รู้ว่าการทำงานของโปรแกรมควบคุมลิฟท์ถูกต้องหรือไม่ ถ้าการทำงานของลิฟท์ไม่ถูกต้องเนื่องจากความผิดพลาดใน



รูปที่ 7.3 ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมควบคุมลิฟท์



รูปที่ 7.4 การต่ออุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาโปรแกรมควบคุมลิฟท์



รูปที่ 7.5 อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบการทำงานของลิฟท์

โปรแกรมควบคุมเพียงเล็กน้อย เราสามารถใช้ฟังก์ชันในโปรแกรมของ ZICE ทำการแก้ไขโปรแกรมควบคุมลิฟต์แล้วทำการทดสอบใหม่ได้ แต่ถ้าต้องแก้ไขโปรแกรมควบคุมโดยต้องเขียนโปรแกรมควบคุมเพิ่ม ก็จำเป็นต้องออกจาก ZICE แล้วเข้าไปแก้ไข Source File ของโปรแกรมควบคุมในเวิร์คสตาร์ แล้วทำการคอมไพล์ใหม่จนได้ไฟล์ .ABS จึงกลับเข้า ZICE ทำการทดสอบการทำงานโปรแกรมควบคุมใหม่ ทำเช่นนี้จนกว่าได้โปรแกรมควบคุมการทำงานที่สมบูรณ์

หลังจากได้ทดสอบกับลิฟท์จำลองอิเล็กทรอนิกส์จนได้โปรแกรมควบคุมการทำงานที่สมบูรณ์แล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบกับลิฟท์จำลองของบริษัทลิฟท์ เนื่องจากการควบคุมการทำงานของลิฟท์อิเล็กทรอนิกส์นั้นแสดงผลด้วยการขับหลอด LED แต่ในลิฟท์จำลองบริษัทนั้นเครื่องควบคุมจะต้องขับเคลื่อนมอเตอร์ ซึ่งจะต้องใช้คอนแทกเตอร์ในการขับเคลื่อน ดังนั้นจึงต้องสร้างตู้ควบคุมซึ่งมีวงจรทางเพาเวอร์รีเลย์ และคอนแทกเตอร์เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนลิฟท์ หลังจากสร้างตู้ควบคุมและวงจรเพาเวอร์คอนแทกเตอร์แล้ว ก็นำเครื่องควบคุมไมโครคอมพิวเตอร์ และวงจรอินเตอร์เฟส ทำการอินเตอร์เฟสสัญญาณของอินพุทและเอาต์พุท เข้ากับลิฟท์จำลองบริษัท 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 มอเตอร์ขับลิฟท์เป็นอินคัคชันมอเตอร์ขนาด 11 KW ซึ่งรายละเอียดของมอเตอร์ขับลิฟท์อยู่ในตารางที่ 7.1 การทดสอบเครื่องควบคุมลิฟท์ได้ทำดังนี้

1) ทดสอบความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานของลิฟท์ในการรับใช้ผู้โดยสาร โดยให้เครื่องควบคุมพิมพ์ผลการทำงานออกมาทางเครื่อง

พิมพ์ จากการตรวจสอบผลที่พิมพ์ออกมา ปรากฏว่าการทำงานในการรับใช้ผู้  
โดยสารของลิฟท์ถูกต้อง

2) ทดสอบความคงทนต่อสภาพแวดล้อม ได้ทำการทดสอบ  
แรงดันไฟตกและไฟเกินโดยการต่อแหล่งจ่ายไฟ 220 V<sub>ac</sub> เข้ากับวาริแอด  
แล้วจากเอาท์พุทของวาริแอดต่อเข้ากับ Switching Power Supply ของ  
เครื่องควบคุมลิฟท์ จากนั้นปรับวาริแอดให้แรงดันเอาท์พุทของวาริแอดลดลงและ  
ขึ้น แล้วดูการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ว่ายังทำงานถูกต้องหรือไม่ จาก  
การทดลองปรากฏว่าช่วงแรงดันที่เครื่องควบคุมลิฟท์ยังสามารถทำงานได้ปกติอยู่  
ในช่วง 160-260 V<sub>ac</sub>

ในด้านอุณหภูมิได้ทำการติดเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของห้อง  
ควบคุมลิฟท์ และทำการวัดอุณหภูมิทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ อุณหภูมิที่วัดได้อยู่  
ในช่วง 25°C - 40°C การทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ในช่วงอุณหภูมินี้ยังสามารถ  
ทำงานได้ถูกต้อง

3) การทดสอบ Diagnostic Program จากการทดสอบ  
เครื่องควบคุมสามารถทดสอบ ROM, RAM, อินพุทบอร์ด และเอาท์พุทบอร์ดได้  
ถูกต้อง

4) ทดสอบการทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ของเครื่องควบคุม  
ลิฟท์ ลิฟท์ที่ติดตั้งได้เปิดบริการผู้โดยสารตลอด 24 ชั่วโมง ตั้งแต่วันแรกของ  
การติดตั้งจนถึงวันสุดท้ายรวมเวลาได้ 5 เดือน

#### 7.4.2 ผลการทดสอบใช้งานจริง

ในการทดสอบตามหัวข้อ 7.4.1 ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ และ  
ในช่วงเวลา 5 เดือน ของการทดสอบใช้งานจริงนี้ เกิดการขัดข้องของลิฟท์จน  
ใช้การไม่ได้ 2 ครั้ง ซึ่งทั้ง 2 ครั้งเกิดเนื่องจากการขัดข้องทางกลที่ประตู  
เมื่อทำการแก้ไขทางกลที่ประตูแล้ว เครื่องควบคุมลิฟท์ก็สามารถใช้งานได้ใหม่  
จากการทดสอบการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟท์ตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5  
เดือน นี้ เป็นการพิสูจน์ว่าเครื่องควบคุมลิฟท์ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถ  
ควบคุมการทำงานของลิฟท์โดยสารได้จริง



ตารางที่ 7.1 รายละเอียดของลิฟท์ที่ใช้ทดลอง

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 ที่ใช้ทดลอง

