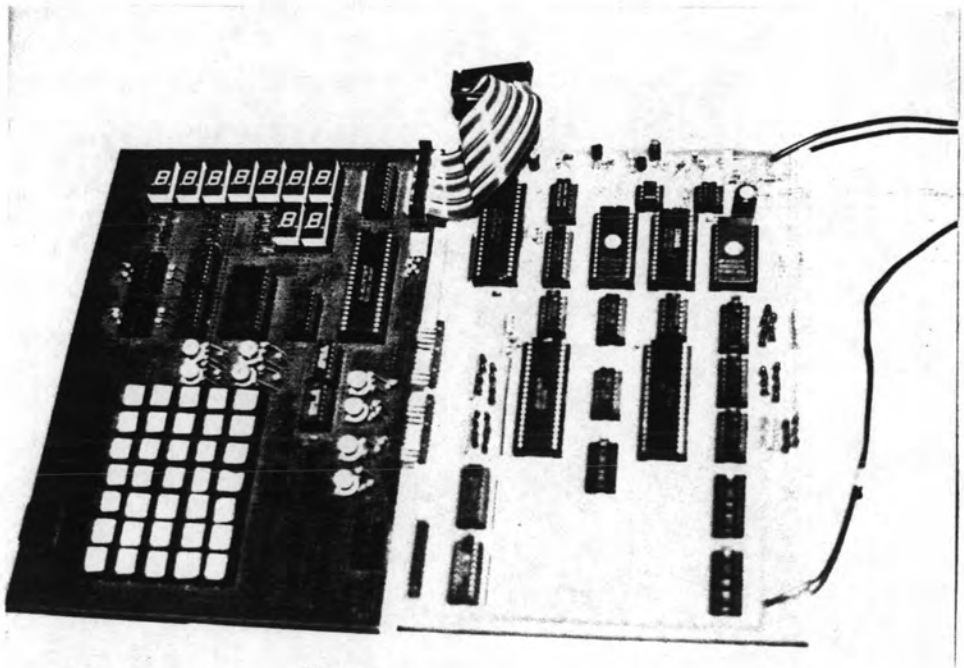
# บทที่ 6

## การสร้างเครื่องควบคุมและการทดสอบ

การสร้างเครื่องควบคุมจะมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

### 6.1 การสร้างฮาร์ดแวร์ของ PC

เมื่อได้ออกแบบวงจรของ PC แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการต่อวงจรด้วยการเดินสาย Wire Wrap ของตัวควบคุมและตัวป้อนโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 แสดงรูปวงจรที่สร้างโดยการเดินสาย Wire Wrap

เมื่อได้สร้างบอร์ดขึ้นมาแล้ว ต้องทำการทดสอบการทำงานของวงจรโดยใช้อิมูเลเตอร์ช่วยในการทดสอบ จุดที่จะต้องทดสอบได้แก่ อินพุท เอาท์พุท หน่วยความจำและบัส การทดสอบอินพุททำได้โดยการป้อนข้อมูลที่อินพุทแล้วอ่านเข้ามาและเช็คข้อมูลที่อ่านโดยใช้อิมูเลเตอร์ ถ้าข้อมูลตรงกันแสดงว่าวงจรที่ต่อถูกต้อง ถ้าไม่ตรงต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้อง การตรวจเช็คเอาท์พุท หน่วยความจำและบัสก็ทำในลักษณะเดียวกัน

## 6.2 การทดสอบซอฟท์แวร์ของ PC

การพัฒนาซอฟท์แวร์มีขั้นตอนดังนี้

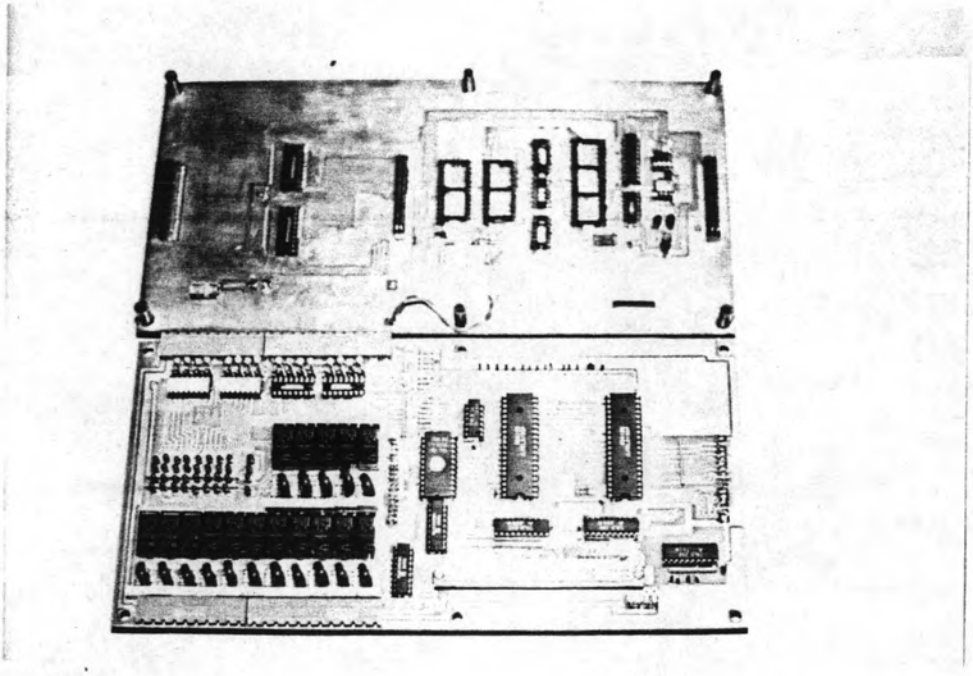
1. เขียนโปรแกรมควบคุมตามอัลกอริธึมโดยใช้ภาษาแอสเซมบลีซึ่งจะได้ file.asm ซึ่งเป็น text file การเขียนโปรแกรมจะเขียนเป็นโมดูล เพื่อง่ายต่อการทดสอบและแก้ไข
2. แปลง file.asm ให้เป็น file.obj โดยใช้โปรแกรม X 8085 ช่วย
3. แปลง file.obj ให้เป็น file.hex โดยใช้โปรแกรม LINK ช่วย
4. ทดสอบการทำงานของซอฟท์แวร์กับฮาร์ดแวร์ที่ต่อ โดยใช้อิมูเลเตอร์ต่อเข้ากับฮาร์ดแวร์และคอมพิวเตอร์ IBM ใช้โปรแกรม ICE85 เพื่อการติดต่อระหว่างอิมูเลเตอร์และ IBM โหลด file.hex ลงในหน่วยความจำของฮาร์ดแวร์ ใช้อิมูเลเตอร์ทดสอบการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องจำเป็นจะต้องแก้ไขโปรแกรมใหม่ แล้วทำตามขั้นตอนที่ 2 ใหม่ จะต้องทำการทดสอบจนกระทั่งการทำงานของซอฟท์แวร์ทำงานได้ถูกต้อง

## 6.3 การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์

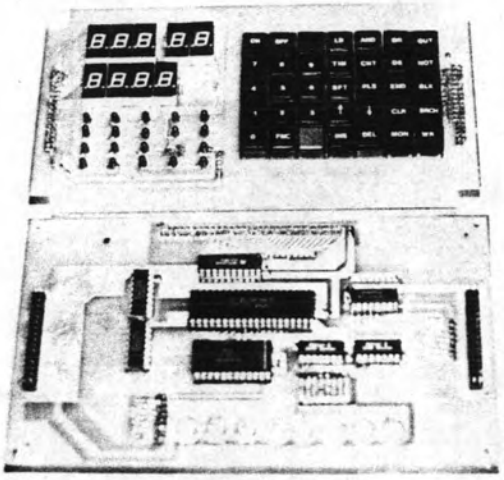
เมื่อทำการทดสอบซอฟท์แวร์กับฮาร์ดแวร์ที่สร้างขึ้นโดยการเดินสาย Wire Wrap จนเครื่องสามารถทำงานได้ถูกต้องแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ ในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์นี้จะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน โดยปกติ PC จะถูกนำไปใช้ควบคุมงานในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งภายในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีสัญญาณรบกวนที่มาจากแหล่งต่าง ๆ มากมาย ดังนั้นในการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์จะต้องคำนึงถึงจุดนี้ด้วย การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ที่ดีจะสามารถช่วยป้องกันการเหนี่ยวนำของสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ หลักการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์เพื่อป้องกันการเหนี่ยวนำของสัญญาณรบกวนจะต้องออกแบบให้มีพื้นที่กราวด์ (Ground Plane) ล้อมรอบอุปกรณ์ทุกตัวเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยให้ล้อมรอบเป็นวงจรปิดจะทำให้สัญญาณรบกวนที่เข้ามาถูกเหนี่ยวนำให้ลงกราวด์ไป

เมื่อได้แผ่นวงจรพิมพ์ที่ต้องการแล้วจะต้องนำมาทดสอบความถูกต้องของการเดินลายวงจรอีกครั้งหนึ่ง การทดสอบทำโดยใช้อิมูเลเตอร์เช่นกัน รูปที่ 6.2 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัว

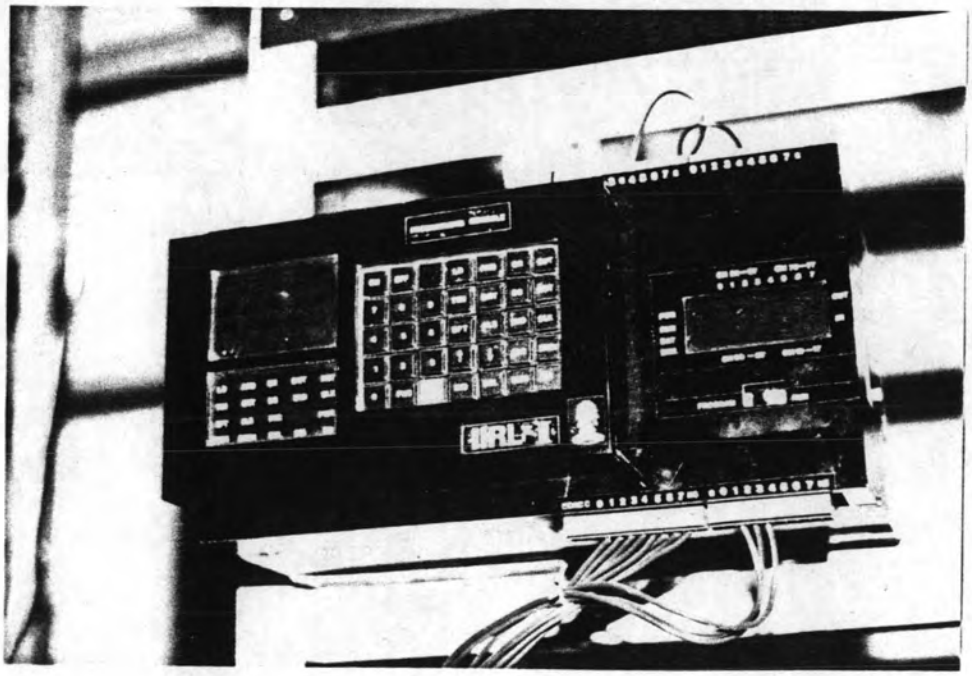
ควบคุม รูปที่ 6.3 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัวป้อนโปรแกรม รูปที่ 6.4 แสดง PC ที่ได้สร้างขึ้น



รูปที่ 6.2 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัวควบคุม



รูปที่ 6.3 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัวป้อนโปรแกรม



รูปที่ 6.4 แสดง PC ที่สร้างอย่างสมบูรณ์

## 6.4 การทดสอบ

การทดสอบจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้

### 6.4.1 การทดสอบการทำงานของคำสั่ง

**6.4.1.1 การทดสอบคำสั่งพื้นฐาน** ทำโดยการป้อนคำสั่งการทำงานของทุกคำสั่งที่ใช้ ลงในหน่วยความจำ แล้วสั่งให้ทำงานทีละคำสั่ง โดยมีตัวอิมูเลเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน แล้วดูผลการทำงานของแต่ละคำสั่งในหน่วยความจำข้อมูล

**ผลการทดสอบ** คำสั่งทุกคำสั่งสามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการทุกประการ

**6.4.1.2 การหาเวลาเฉลี่ยของคำสั่งพื้นฐาน**

1. การหาเวลาเฉลี่ยจากการคำนวณ สามารถทำได้โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

เวลาการทำคำสั่ง = TOTAL CLOCK CYCLE X CLOCK PERIOD

ตารางที่ 6.1 แสดงค่าเวลาที่ได้จากการคำนวณของคำสั่งพื้นฐานแต่ละคำสั่ง ซึ่งสามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

เวลาเฉลี่ยของคำสั่ง = เวลารวมของคำสั่งทั้งหมด / จำนวนคำสั่งทั้งหมด

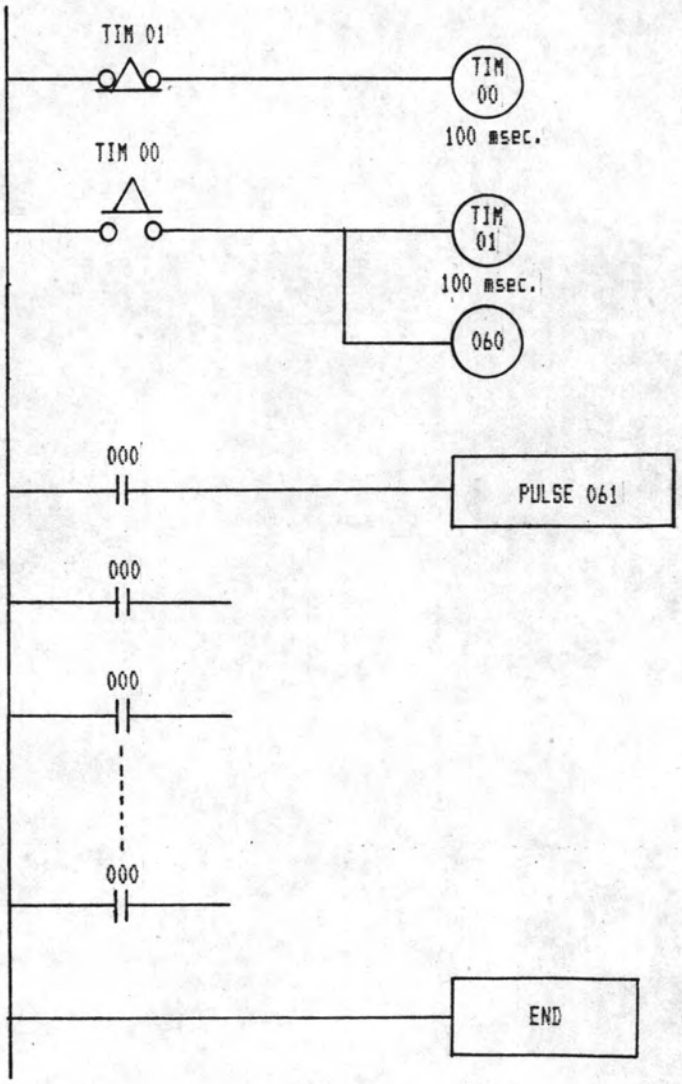
**ตารางที่ 6.1 แสดงค่าเวลาของคำสั่งจากการคำนวณ**

| คำสั่ง | เวลา/คำสั่ง(usec.) |
|---|---|
| LD | 13.997 |
| LD-NOT | 15.62 |
| AND | 15.23 |
| AND-NOT | 18.88 |
| OR | 15.23 |
| OR-NOT | 18.88 |
| OUT | 13.997 |
| AND-BLOCK | 14.32 |
| OR-BLOCK | 14.32 |

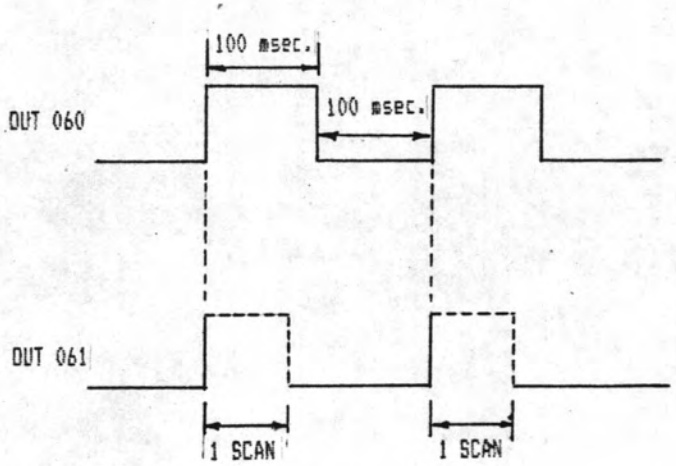
ค่าเวลาเฉลี่ย = 15.62 usec.

2. การหาเวลาเฉลี่ยจากการทดสอบ สามารถทดสอบได้โดยการใช้โปรแกรมขั้นบันได (Ladder Diagram) การทดสอบจะใช้คำสั่ง Pulse ช่วย โดยอาศัยหลักการที่คำสั่ง Pulse จะทำงานเพียง 1 รอบสแกน พิจารณารูปที่ 6.5 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ โดยใช้Timer 2 ตัวเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาที่มีคาบเวลา200 msec. ซึ่งมีรีเลย์เบอร์ 060 เป็นเอาท์พุท หน้าสัมผัสของรีเลย์เบอร์ 060 จะทำให้คำสั่ง Pulse ทำงานโดยให้เอาท์พุทออกที่รีเลย์เบอร์ 061 ความยาวคาบเวลาของเอาท์พุทเบอร์ 061 จะขึ้นอยู่กับความยาวของคำสั่งที่ต่อจากคำสั่ง Pulse จนถึงคำสั่ง End การทดสอบทำโดยป้อนคำสั่งที่ต้องการทดสอบเช่นคำสั่ง LD ต่อจากคำสั่ง Pulse เป็นจำนวน 100 คำสั่งแล้ววัดความยาวของคาบจากเอาท์พุทเบอร์ 061 ดังแสดงในรูปที่ 6.6 แล้วเพิ่มคำสั่งที่ต้องการทดสอบเป็น 200, 300 และ400 คำสั่งตามลำดับ ตารางที่ 6.2 แสดงจำนวนคำสั่งและความกว้างของคาบที่วัดได้ และสามารถหา Offset ของเวลาของคำสั่ง LD 100 คำสั่งได้เป็น 1.4 msec. ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการทำคำสั่ง LD ที่ต้องการทดสอบจริง ๆ ดังนั้นคำสั่ง LD คำสั่งเดียวจะใช้เวลา 14 usec. เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณในตารางที่ 6.1 จะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกันมากซึ่งถือได้ว่าเป็นค่าเดียวกัน ในทำนองเดียวกันคำสั่งพื้นฐานอื่น ๆ ก็สามารถทดสอบได้ในลักษณะเดียวกัน ฉะนั้นค่าเฉลี่ยของคำสั่งพื้นฐานที่ได้จากการคำนวณจึงเป็นค่าที่ถูกต้อง

**ผลการทดสอบ** ค่าที่วัดได้จากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับค่าเวลาที่ได้จากการคำนวณ




รูปที่ 6.5 แสดงโปรแกรมขั้นบันไดที่ใช้หาค่าเวลาของคำสั่ง




รูปที่ 6.6 แสดงไทมิงของคำสั่ง Pulse

**ตารางที่ 6.2 แสดงความกว้างของคาบตามจำนวนคำสั่ง**

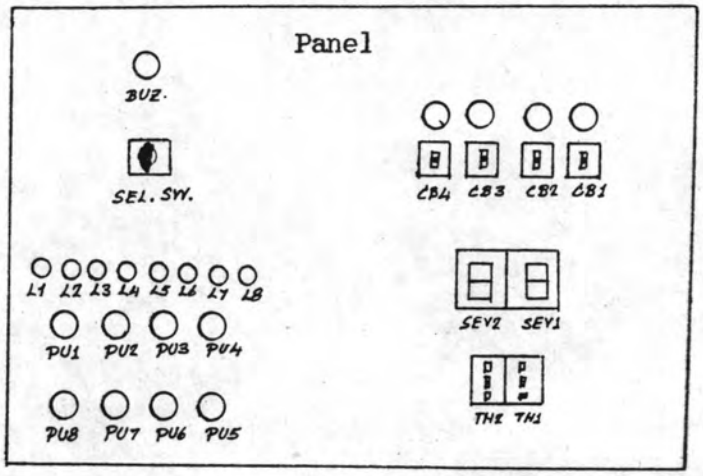
| จำนวนคำสั่ง | ความกว้าง(msec.) |
|---|---|
| 100 | 3.4 |
| 200 | 4.8 |
| 300 | 6.4 |
| 400 | 8.0 |

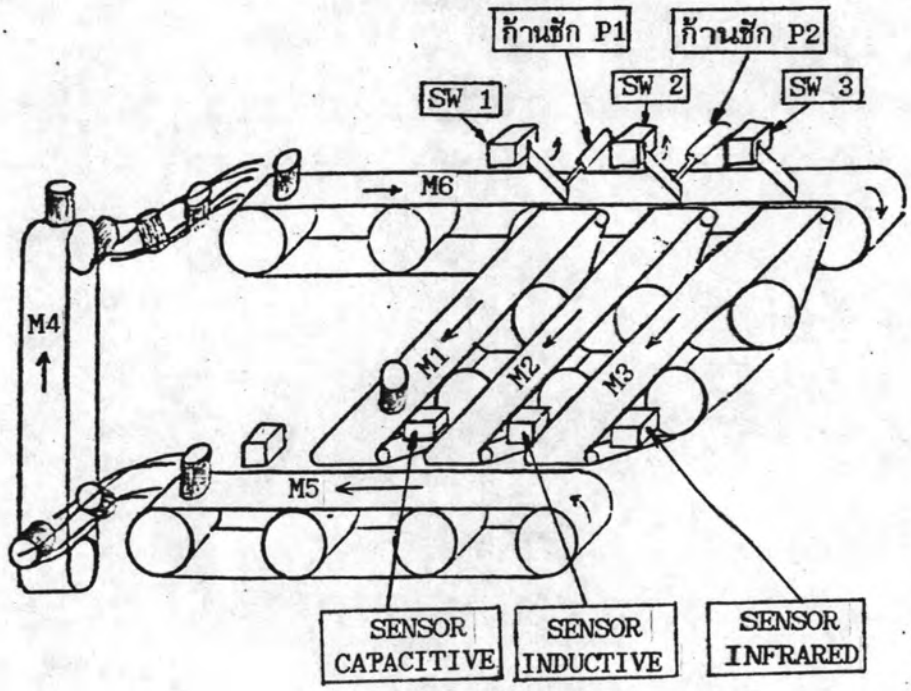
### 6.4.2 การทดสอบกับระบบจำลองของสายพานลำเลียง

ทดสอบโดยนำPC ไปใช้ควบคุมการทำงานของระบบจำลองของสายพานลำเลียง โดยแบ่งการควบคุมออกเป็นโหมดดังจะกล่าวต่อไป

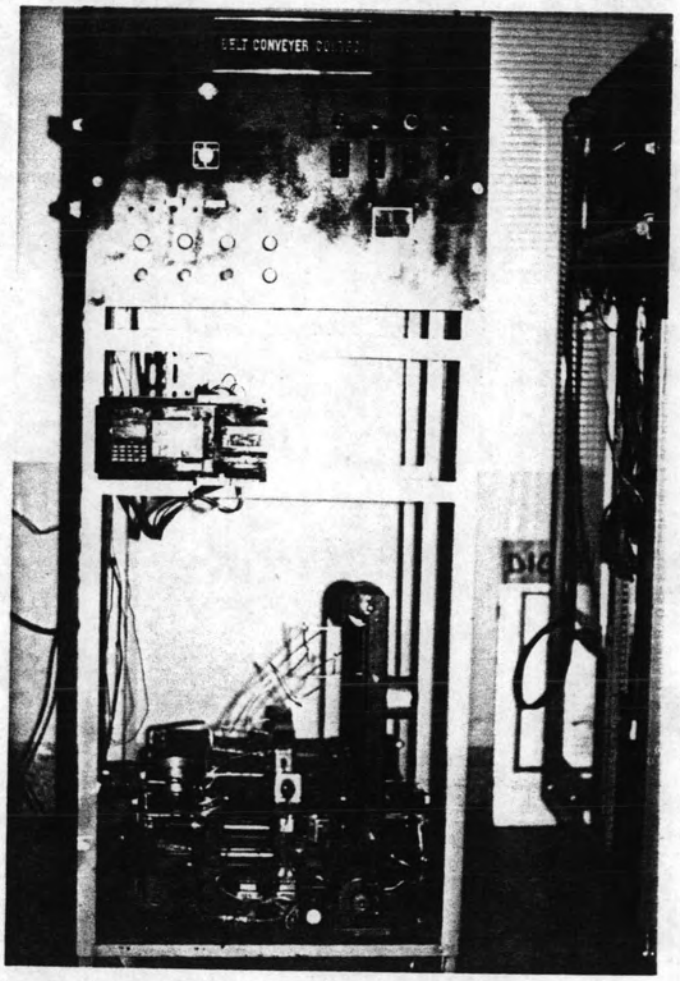
#### 6.4.2.1 ระบบจำลองของสายพานลำเลียง (Belt Conveyor)

**1. ลักษณะทั่วไป** เป็นชุดจำลองระบบส่งกระป๋องซึ่งประกอบด้วยสายพานลำเลียงแนวนอน (Horizontal) 5 ชุดและสายพานลำเลียงแนวดิ่ง (Vertical) 1 ชุดการเคลื่อนที่ของกระป๋องในแนวนอนสามารถเปลี่ยนทิศทางได้โดยอาศัยก้านชักซึ่งถูกบังคับด้วย ลมอัด (Compressed Air) นอกจากนี้ยังมีตัวตรวจจับ (Sensor) ชนิดต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 6.7 รูปที่ 6.8 แสดงระบบจำลองของสายพานลำเลียง




รูปที่ 6.7 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจำลองของสายพานลำเลียง




รูปที่ 6.8 แสดงระบบจำลองของสายพานลำเลียง

2. ส่วนประกอบ

1. โครงเหล็กขนาด 75x100x180 ซ.ม. พร้อมล้อเลื่อนและหูยก

2. อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับการทดลอง

2.1 สายพานแนวดิ่งพร้อมมอเตอร์ขับเคลื่อน จำนวน 1 ชุด

2.2 สายพานแนวนอนพร้อมมอเตอร์ขับเคลื่อน จำนวน 5 ชุด

2.3 ก้านชักเปลี่ยนทิศทางพร้อมรีเลย์ลม จำนวน 2 ชุด

2.4 ตัวตรวจจับ (Sensor) ชนิดไม่สัมผัส

2.4.1 แบบใช้แสงอินฟาเรด (Infrared) จำนวน 1 ชุด

2.4.2 แบบเปลี่ยนแปลงความจุ (Capacitive) จำนวน 1 ชุด

2.4.3 แบบเปลี่ยนแปลงอินดัคแตนซ์ (Inductive) จำนวน 1 ชุด

2.5 ตัวตรวจจับแบบสัมผัส Proximity Switches จำนวน 4 ตัว

2.6 Selector Switches จำนวน 1 ตัว

2.7 Pushbutton Switches จำนวน 8 ตัว

2.8 Thumbwheel Switches จำนวน 2 ชุด

2.9 Light Emitting Diodes จำนวน 8 ตัว

2.10 7-Segment Displays จำนวน 2 ชุด

2.11 Buzzer จำนวน 1 ตัว

2.12 Relay Contactors พร้อมฐานรอง จำนวน 8 ชุด

3. อุปกรณ์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ (220 โวลท์ 50 เฮิร์ท)

3.1 Fuse พร้อม Fuse Holders จำนวน 4 ชุด

3.2 Circiut Breakers จำนวน 4 ชุด

3.3 Pilot Lamps จำนวน 4 ชุด

3.4 หม้อแปลง 220/110 โวลท์ จำนวน 3 ชุด

ชุดจำลองระบบสายพานลำเลียง สามารถนำไปใช้ต่อทดลองกับตัวควบคุมได้ โดยการต่อสายเข้ากับเทอร์มินัล (Terminals) ด้านข้าง

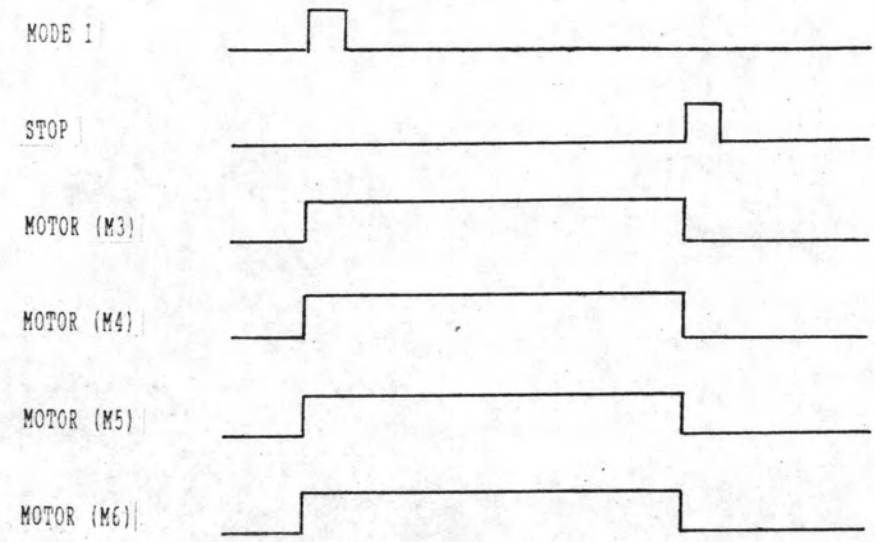
6.4.2.2 **รูปแบบการควบคุม** ในการนำ PC มาใช้ควบคุมระบบจำลองของสายพานลำเลียงนี้ จำเป็นจะต้องกำหนดรูปแบบการควบคุม โดยจะกำหนดการควบคุมดังนี้

1. โหมดควบคุมที่ 1 (Mode 1) การควบคุมในโหมดนี้จะเริ่มเมื่อมีการกด Pushbutton MODE 1 (PU8) บน Panel การทำงานจะเริ่มโดยสายพานลำเลียงซึ่งขับด้วยมอเตอร์ M3,M4,M5 และ M6 จะทำงานพร้อมกัน กระป๋องจะถูกลำเลียงให้ผ่านสายพานชุดด้านในสุดซึ่งขับด้วยมอเตอร์ M3 และจะหยุดทำงานเมื่อกด Pushbutton STOP (PU2) หรือมีการกด Pushbutton ควบคุมในโหมดอื่น ซึ่งการทำงานจะเปลี่ยนไปในโหมดที่ได้กดเลือก รูปที่ 6.9 แสดงไทมิง ชาร์ท (Timing Chart) ของการควบคุม

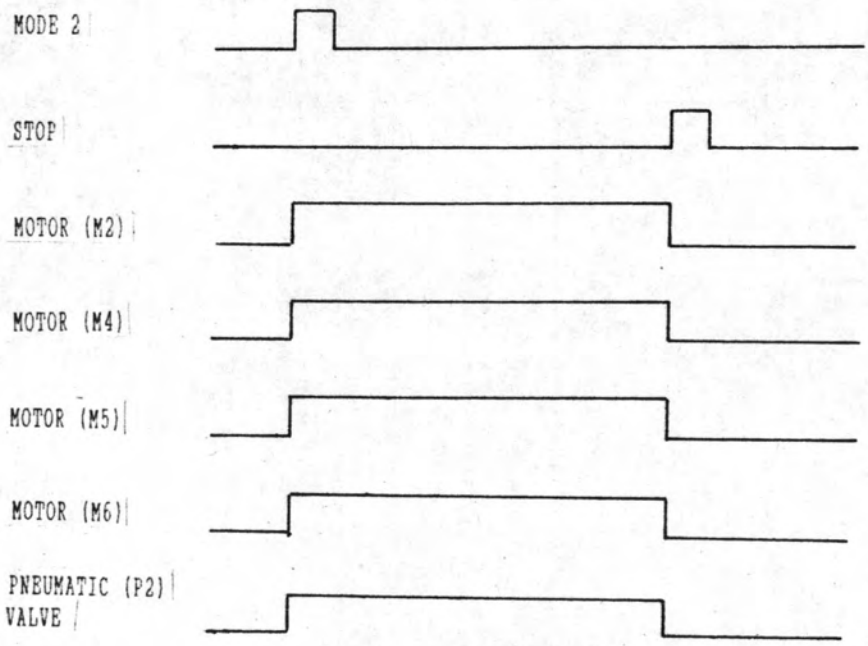
2. โหมดควบคุมที่ 2 (Mode 2) การควบคุมการทำงานเช่นเดียวกับโหมด 1 (กด PU7) โดยมอเตอร์ M2,M4,M5 และ M6 จะทำงานพร้อมกับก้านชักควบคุมทิศทาง P2 กระป๋องจะถูกลำเลียงให้ผ่านสายพานชุดกลางซึ่งขับด้วยมอเตอร์ M2 รูปที่ 6.10 แสดงไทมิง ชาร์ทของการควบคุม

3. โหมดควบคุมที่ 3 (Mode 3) มีการควบคุมเช่นเดียวกับโหมด 1 และโหมด 2 (กด PU6) โดยมอเตอร์ M1,M4,M5 และ M6 จะทำงานพร้อมกับก้านชักควบคุมทิศทาง P1 กระป๋องจะถูกลำเลียงให้ผ่านสายพานชุดนอกสุดซึ่งขับด้วยมอเตอร์ M1 รูปที่ 6.11 แสดงไทมิง ชาร์ทของการควบคุม

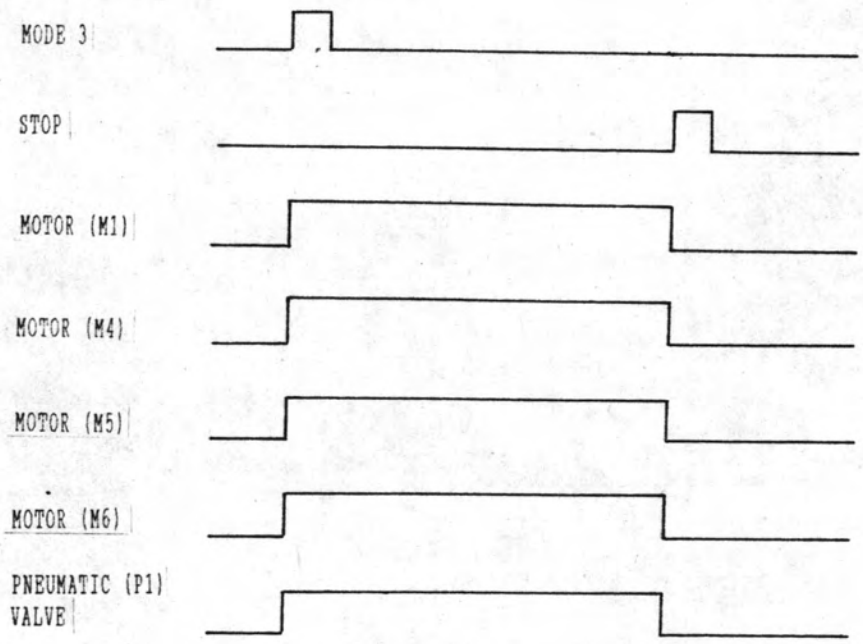
4. โหมดอัตโนมัติ(Auto Mode) โหมดนี้ทำงานเมื่อกด Pushbutton Auto Mode (PU1) การทำงานจะทำเป็นลำดับขั้นโดยเริ่มจากการทำงานของมอเตอร์ M4,M5 และ M6 ทำงานพร้อมกัน อีก 2 วินาทีต่อมาสายพานลำเลียงที่ขับด้วยมอเตอร์ M1 และก้านชักบังคับทิศทาง P1 จะทำงานพร้อมกัน หลังจากนั้นอีก 2 วินาทีสายพานที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ M2 จะทำงานและอีก 2 วินาทีต่อมาสายพานในสุดที่ขับด้วยมอเตอร์ M3 จะทำงาน การควบคุมการทำงานในโหมดนี้จะให้กระป๋องไหลผ่านสายพานชุดนอกสุดเป็นจำนวน 2 กระป๋อง โดยใช้สวิทช์(SW1) เป็นตัวนับ เมื่อนับครบ ก้านชักบังคับทิศทาง P2 จะทำงานและก้านชักบังคับทิศทาง P1 จะหยุดทำงานเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที สายพานชุดนอกสุดจะหยุดทำงานเมื่อกระป๋องใบที่ 2 วิ่งผ่านเซนเซอร์แบบเปลี่ยนแปลงความจุไปแล้ว 2 วินาที กระป๋องจะผ่านสายพานชุดกลางเป็นจำนวน 4 กระป๋องโดยมีสวิทช์(SW2) เป็นตัวนับ เมื่อนับครบตามจำนวนที่ตั้งไว้ก้านชัก P2 จะเปิดออกให้กระป๋องวิ่งผ่านไปยังสายพานชุดในสุดเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาที และสายพานชุดกลางจะหยุดทำงานเมื่อกระป๋องใบที่4 วิ่งผ่านตัวเซนเซอร์แบบ



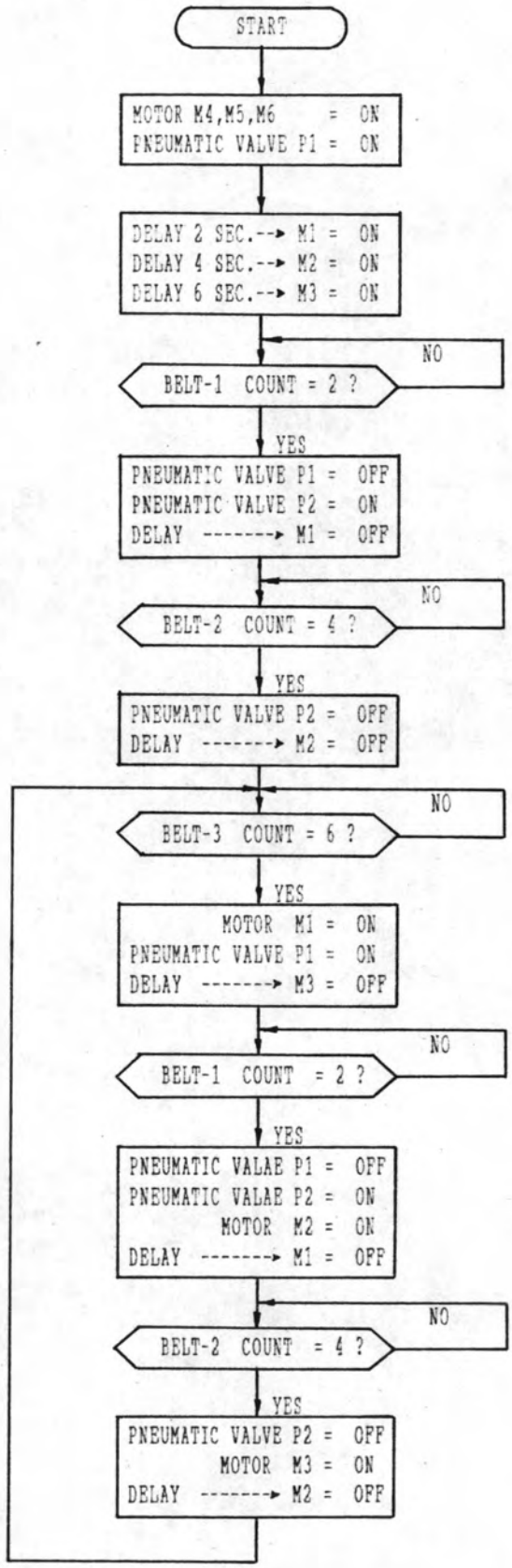

รูปที่ 6.9 แสดงไทมิง ชาร์ทโหมด 1




รูปที่ 6.10 แสดงไทมิง ชาร์ทโหมด 2




**รูปที่ 6.11 แสดงไทมิง ชาร์ทโหมด 3**




**รูปที่ 6.12 แสดงโฟลว์ชาร์ทการควบคุมในโหมดอัตโนมัติ**

เปลี่ยนแปลงอินดัคแตนซ์ไปแล้วเป็นเวลา 2 วินาที ในทำนองเดียวกันกระป๋องจะวิ่งผ่านสายพานชุดในสุดเป็นจำนวน 6 กระป๋องโดยมีสวิทช์(SW3) เป็นตัวนับ เมื่อนับครบจะให้สายพานชุดนอกสุดพร้อมด้วยก้านชักบังคับทิศทาง P1 ทำงานพร้อมกัน และสายพานชุดในสุดจะหยุดวิ่งเมื่อกระป๋องใบที่ 6 วิ่งผ่านเซนเซอร์แบบอินฟาเรด การทำงานของสายพานจะวนเวียนเช่นนี้ตลอดจนกว่าจะมีการกด STOP หรือเปลี่ยนโหมดการควบคุม รูปที่ 6.12 แสดงโฟลว์ ชาร์ทการควบคุมในโหมดนี้

#### 6.4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ

1. กำหนดเบอร์ของอินพุทและเอาท์พุท(I/O Assignment)

**อินพุท**

| | |
|---|---|
| MODE 1 = 005 | MODE 2 = 006 |
| MODE 3 = 007 | AUTO = 000 |
| STOP = 001 | SW 1 = 002 |
| SW 2 = 003 | SW 3 = 004 |
| SENSOR CAPACITIVE = 011 | |
| SENSOR INDUCTIVE = 012 | |
| SENSOR INFRARED = 013 | |

**เอาท์พุท**

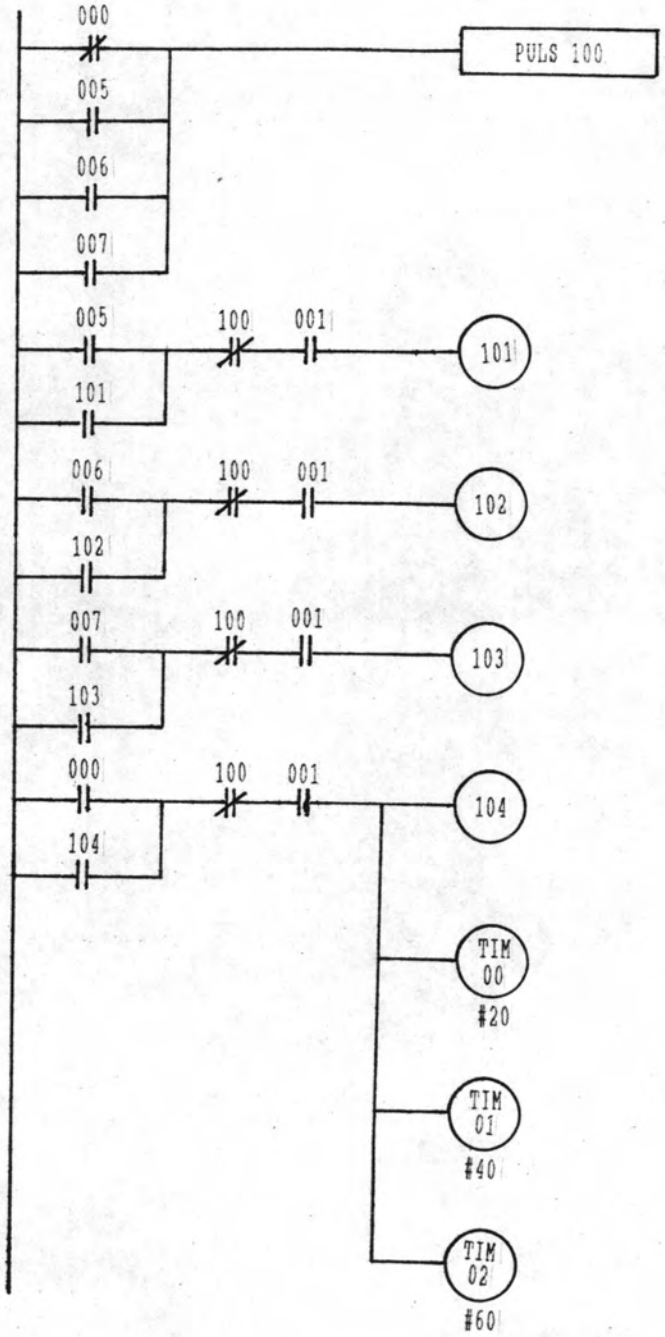
| | |
|---|---|
| MOTOR 1 = 065 | MOTOR 2 = 063 |
| MOTOR 3 = 064 | MOTOR 4 = 060 |
| MOTOR 5 = 061 | MOTOR 6 = 062 |
| ก้านชัก P1 = 070 | ก้านชัก P2 = 071 |

2. ออกแบบวงจรควบคุมขั้นบันได(Ladder Diagram) ตามรูปแบบการควบคุมที่กำหนด รูปที่ 6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม

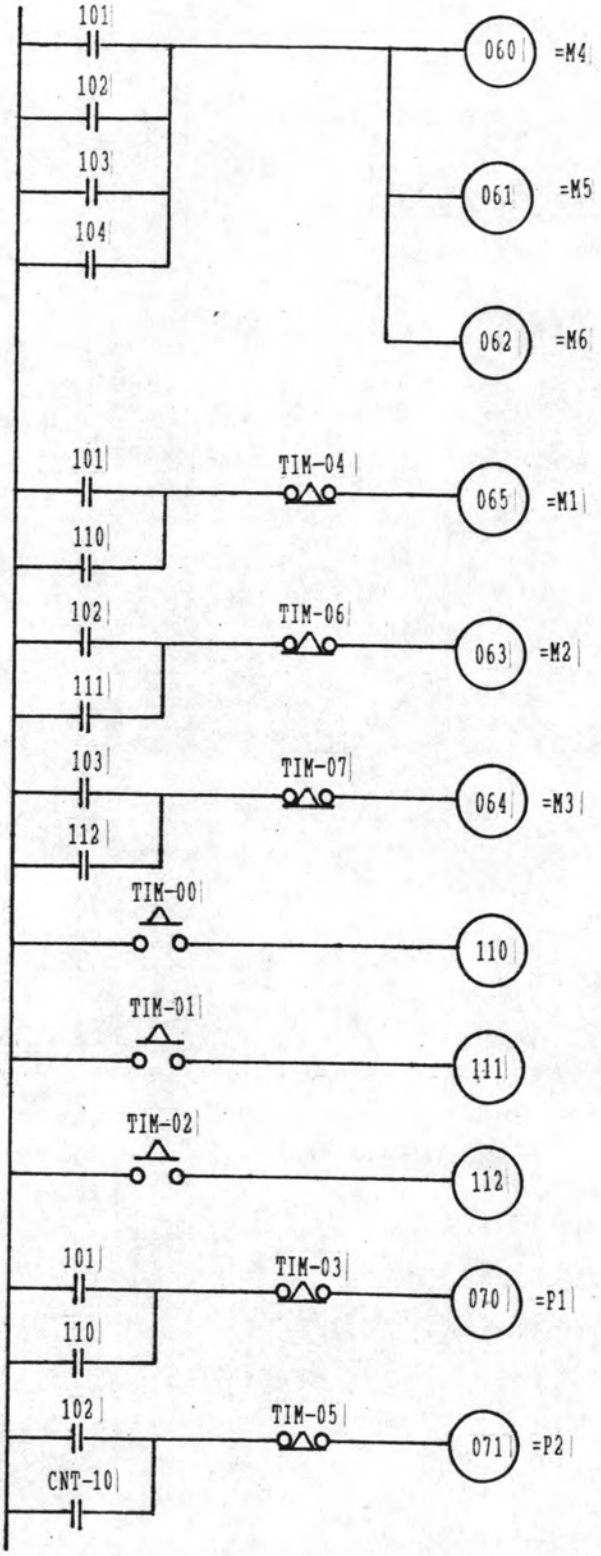
3. แปลงวงจรขั้นบันไดให้เป็นโปรแกรมนีมอนิค แล้วป้อนโปรแกรม ลงในหน่วยความจำ PC รูปที่ 6.14 แสดงโปรแกรมนีมอนิค

4. ต่ออินพุทและเอาท์พุทของ PC เข้ากับระบบจำลองสายพานลำเลียง แล้วทำการทดสอบโหมดการควบคุมต่าง ๆ ที่ได้ออกแบบไว้

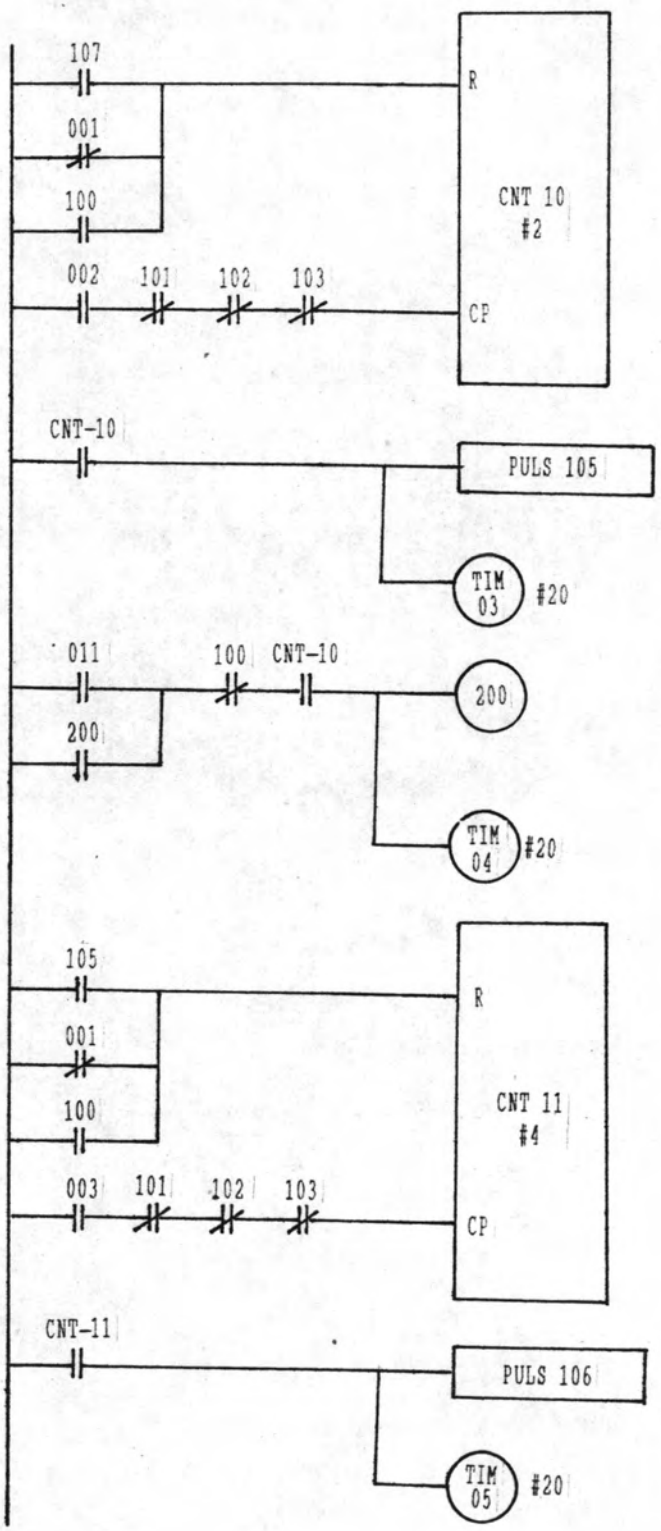
**ผลการทดสอบ** PC สามารถควบคุมการทำงานของระบบจำลองสายพานลำเลียงได้ถูกต้องตามรูปแบบการควบคุมที่ได้กำหนดไว้ทุกประการ



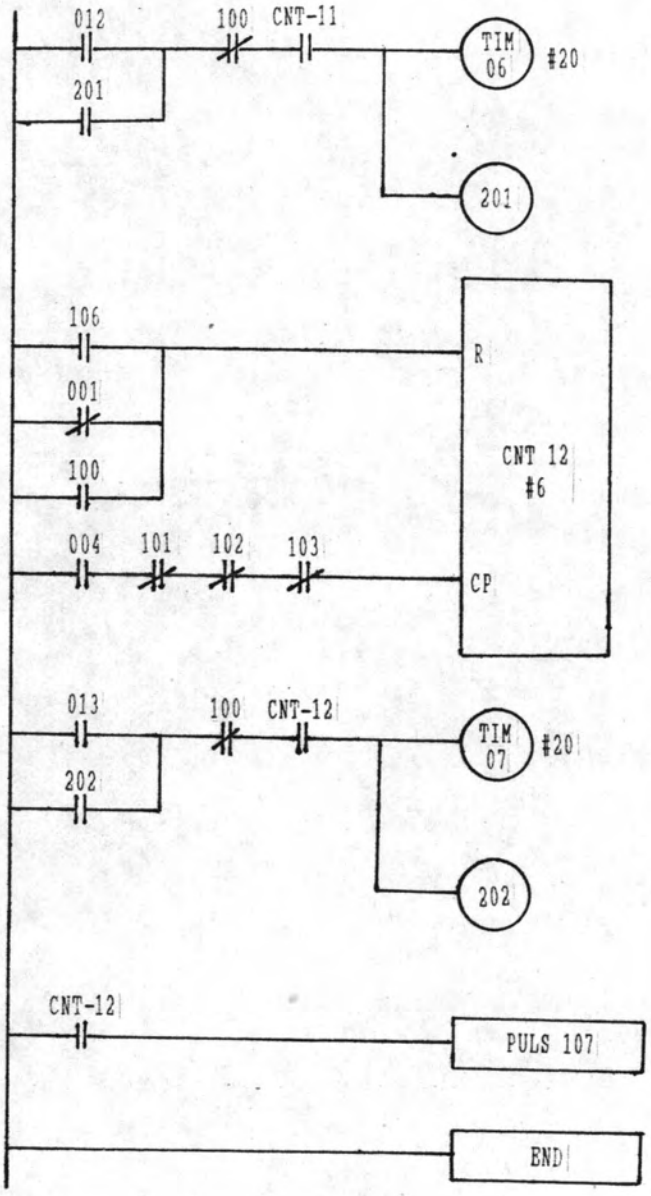

รูปที่ 6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม




รูปที่ 6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)




รูปที่ 6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)




รูปที่ 6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)

| STEP | MNEMONIC | OPERAND |
|---|---|---|
| 000 | LD-NOT | 000 |
| 001 | OR | 005 |
| 002 | OR | 006 |
| 003 | OR | 007 |
| 004 | PLS | 100 |
| 005 | LD | 005 |
| 006 | OR | 101 |
| 007 | AND-NOT | 100 |
| 008 | AND | 001 |
| 009 | OUT | 101 |
| 010 | LD | 006 |
| 011 | OR | 102 |
| 012 | AND-NOT | 100 |
| 013 | AND | 001 |
| 014 | OUT | 102 |
| 015 | LD | 007 |
| 016 | OR | 103 |
| 017 | AND-NOT | 100 |
| 018 | AND | 001 |
| 019 | OUT | 103 |
| 020 | LD | 000 |
| 021 | OR | 104 |
| 022 | AND-NOT | 100 |
| 023 | AND | 001 |
| 024 | OUT | 104 |
| 025 | TIM | 00 |
| 026 | DS | 0020 |
| 027 | TIM | 01 |
| 028 | DS | 0040 |
| 029 | TIM | 02 |
| 030 | DS | 0060 |
| 031 | LD | 101 |
| 032 | OR | 102 |
| 033 | OR | 103 |
| 034 | OR | 104 |
| 035 | OUT | 060 |
| 036 | OUT | 061 |
| 037 | OUT | 062 |
| 038 | LD | 101 |
| 039 | OR | 110 |
| 040 | AND-NOT | TIM-04 |
| 041 | OUT | 065 |
| 042 | LD | 102 |
| 043 | OR | 111 |
| 044 | AND-NOT | TIM-06 |
| 045 | OUT | 063 |

**รูปที่ 6.14 แสดงโปรแกรมนีมอนิค**

| STEP | MNEMONIC | OPERAND |
|---|---|---|
| 046 | LD | 103 |
| 047 | OR | 112 |
| 048 | AND-NOT | TIM-07 |
| 049 | OUT | 064 |
| 050 | LD | TIM-00 |
| 051 | OUT | 110 |
| 052 | LD | TIM-01 |
| 053 | OUT | 111 |
| 054 | LD | TIM-02 |
| 055 | OUT | 112 |
| 056 | LD | 101 |
| 057 | OR | 110 |
| 058 | AND-NOT | TIM-03 |
| 059 | OUT | 070 |
| 060 | LD | 102 |
| 061 | OR | CNT-10 |
| 062 | AND-NOT | TIM-05 |
| 063 | OUT | 071 |
| 064 | LD | 107 |
| 065 | OR-NOT | 001 |
| 066 | OR | 100 |
| 067 | LD | 002 |
| 068 | AND-NOT | 101 |
| 069 | AND-NOT | 102 |
| 070 | AND-NOT | 103 |
| 071 | CNT | 10 |
| 072 | DS | 0002 |
| 073 | LD | CNT-10 |
| 074 | PLS | 105 |
| 075 | TIM | 03 |
| 076 | DS | 0020 |
| 077 | LD | 011 |
| 078 | OR | 200 |
| 079 | AND-NOT | 100 |
| 080 | AND | CNT-10 |
| 081 | OUT | 200 |
| 082 | TIM | 04 |
| 083 | DS | 0020 |
| 084 | LD | 105 |
| 085 | OR-NOT | 001 |
| 086 | OR | 100 |
| 087 | LD | 003 |
| 088 | AND-NOT | 101 |
| 089 | AND-NOT | 102 |
| 090 | AND-NOT | 103 |
| 091 | CNT | 11 |
| 092 | DS | 0004 |

**รูปที่ 6.14 แสดงโปรแกรมนีมอนิค(ต่อ)**

| STEP | MNEMONIC | OPERAND |
|---|---|---|
| 093 | LD | CNT-11 |
| 094 | PLS | 106 |
| 095 | TIM | 05 |
| 096 | DS | 0020 |
| 097 | LD | 012 |
| 098 | OR | 201 |
| 099 | AND-NOT | 100 |
| 100 | AND | CNT-11 |
| 101 | TIM | 06 |
| 102 | DS | 0020 |
| 103 | OUT | 201 |
| 104 | LD | 106 |
| 105 | OR-NOT | 001 |
| 106 | OR | 100 |
| 107 | LD | 004 |
| 108 | AND-NOT | 101 |
| 109 | AND-NOT | 102 |
| 110 | AND-NOT | 103 |
| 111 | CNT | 12 |
| 112 | DS | 0006 |
| 113 | LD | 013 |
| 114 | OR | 202 |
| 115 | AND-NOT | 100 |
| 116 | AND | CNT-12 |
| 117 | TIM | 07 |
| 118 | DS | 0020 |
| 119 | OUT | 202 |
| 120 | LD | CNT-12 |
| 121 | PLS | 107 |
| 122 | END | - |

รูปที่ 6.14 แสดงโปรแกรมนีมอนิค(ต่อ)