ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ แบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

Model of Lift Controlled by PLC

ชื่อนักศึกษา

1. นายคงศักดิ์	ปุลวามระ	รหัสประจำตัว	43035406
2. นายอภินันท์	บุญส่งเฉลิม	รหัสประจำตัว	43035433
3. นายจักรพันธ์	แม้นอ่วม	รหัสประจำตัว	43035622
4. นายสมเกียรติ	ชาวบ้านเกาะ	รหัสประจำตัว	43035624

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต **สาขาวิชา** เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์		ลายมือชื่อ
1. อาจารย์สุรพงษ์	สิริพงศ์ดี	.....
2. อาจารย์สุระชัย	พิมพ์สาลี	.....
3. อาจารย์กิติพงค์	มะโน	.....
4. อาจารย์อำพล	ทองระอา	.....
5. อาจารย์ปิยะ	จิตธรรมมาภิรมย์	.....

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2544 เวลา 20.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.วิสุทธิ์ อธิพรธรรม)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 20 เดือน ธ.ค. พ.ศ. 2544

<BT4403072>
แบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

แบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

MODEL OF LIFT CONTROLLED BY PLC

T044216

นายคงศักดิ์ ปุลวามระ
นายอภินันท์ บุญส่งเฉลิม
นายจักรพันธ์ แม้นอ่วม
นายสมเกียรติ ชาวบ้านเกาะ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 44216
วัน, เดือน, ปี 4 พ.ย. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง แบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

Model of Lift Controlled by PLC

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของ PLC , Sensor, Motor, Llimitswitch และระบบโครงสร้างการทำงานของลิฟท์
2. เพื่อออกแบบวงจรการทำงานของระบบต่างๆภายในลิฟท์ โดยควบคุมการทำงานด้วย PLC
3. เพื่อสร้างแบบจำลองของลิฟท์และสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงาน
4. เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม PLC ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมลิฟท์
5. เพื่อนำไปเป็นต้นแบบสื่อการสอนในระบบการทำงานและโครงสร้างของลิฟท์ ซึ่งนำหลักการทำงานของ PLC มาประยุกต์ควบคุมในการทำงาน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้และความเข้าใจการทำงานของ PLC , Sensor, Motor, Llimitswitchและระบบโครงสร้างการทำงาน
2. ได้วงจรต้นแบบการทำงานของลิฟท์ และการทำงานของ PLC
3. ได้แบบจำลองลิฟท์ที่มีระบบการทำงานเหมือนลิฟท์จริงโดยควบคุมด้วย PLC
4. สามารถนำหลักการทำงานของ PLC ไปใช้ในการควบคุมงานอื่นๆได้
5. ได้ชุดต้นแบบจำลองลิฟท์ที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC ไว้เป็นชุดสาธิตการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	แบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC
นักศึกษา	นายคงศักดิ์ ปุลวามระ
	นายอภินันท์ บุญส่งเฉลิม
	นายจักรพันธ์ แม้นอ่วม
	นายสมเกียรติ ชาวบ้านเกาะ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ในการเดินทางในปัจจุบันมีเครื่องอำนวยความสะดวกมากมาย ที่ช่วยให้ประหยัดทั้งแรงและเวลา ลิฟท์ก็เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่มีบทบาทในการขนส่ง คน สัตว์ สิ่งของ ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการออกแบบ และสร้างชุดจำลองการทำงานของลิฟท์ที่ควบคุมด้วย PLC ที่มีระบบการทำงานเหมือนลิฟท์จริง ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของลิฟท์ที่ควบคุมการทำงานด้วย PLC ได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Model of Lift Controlled by PLC
Students	Mr.Kongsak Phunvamara
	Mr.Apinun Boonsongchaloem
	Mr.Jakapan Manoum
	Mr.Somkiat Chaobankoh
Advisor	Mr.Surapong Siripongdee
Co–Advisor	Mr.Surachai Pimsalee
Education Level	Bachelor of Sciencein Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	2001

ABSTRACT

Now in the communication has a lot of convenient which help to keep the power and time. Lift is an example for duty to move the man, animal and things. This thesis is a designed and built the model of lift controlled by PLC ,which has the system of working the same general lift. This model of lift will hope in understanding about working of lift controlled by PLC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากสมาชิกในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ อาจารย์สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี และ อาจารย์สุระชัย พิมพ์สาลี ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ให้คำปรึกษาแนะนำ รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์รวมทั้งให้คำแนะนำแนวคิดความรู้ต่างๆแนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่อำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูลสุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดา มารดา ญาติพี่น้องที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษา และเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอคุณอำนาจพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายช่วยดลบันดาลให้ทุกท่านที่กล่าวมาแล้วนั้น มีสุขภาพพลานามัยสมบูรณ์แข็งแรง ประสบความสำเร็จ มีความสุข ความเจริญ ในหน้าที่การงานทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน	2
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โครงสร้างของ PLC	4
2.3 องค์ประกอบของ PLC	6
2.4 หลักการทำงานของ PLC	15
2.5 ข้อดีของ PLC	17
2.6 ระบบอินฟราเรด	19
2.7 เครื่องส่งอินฟราเรด	21
2.8 เครื่องรับแสงอินฟราเรด	22
2.9 คุณสมบัติของหลอดอินฟราเรด	25
2.10 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์	26
2.11 ทฤษฎีมอเตอร์กระแสตรง	31
2.12 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์	37
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	56
3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	56
3.2 วงจรตรวจจับอินฟราเรด	57
3.3 วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 การออกแบบ และการสร้าง	59
3.5 เงื่อนไขการทำงานของตู้โดยสารลิฟท์	61
บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง	63
4.1 การทดลองการชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์	63
4.2 การทดลองการทำงานการเปิด-ปิดตู้โดยสารลิฟท์	64
4.3 การทดลองการทำงานการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์	67
4.4 การทดลองการทำงานการเปิด-ปิดตู้โดยสารลิฟท์ควบคู่กับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์	70
บทที่5 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา	77
5.1 บทสรุป	77
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงการ	77
5.3 แนวทางแก้ไขและพัฒนา	78
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	79
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	84
ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรม	86
ภาคผนวก ง คุณสมบัติและรายละเอียดอุปกรณ์	97
บรรณานุกรม	113
ประวัติผู้แต่ง	114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1ค่าคงที่และตัวแปรของตาราง	10
ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต	12
ตารางที่ 2.3 ลักษณะและข้อดีของ PLC	18
ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง	20
ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของแฟลทโหลดเซลล์	31
ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	47
ตารางที่ 2.7 ระยะข้างเคียงรวมทั้งผนังด้านหลังที่มีผลต่อการสะท้อน	50
ตารางที่ 4.1 ค่าเอาต์พุตของโหลดเซลล์	64
ตารางที่ 4.2 ค่าเอาต์พุตที่เข้าวงจร Instrument Amplifier	64
ตารางที่ 4.3 สภาวะสัญญาณเสียงที่ระดับค่าน้ำหนักเมื่อผ่าน Instrument Amplifier	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC	5
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC	5
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง	6
รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบทีทีแอล	12
รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบทีทีแอล	13
รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ AC	13
รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ DC	14
รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจีสเตอร์	15
รูปที่ 2.9 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย	19
รูปที่ 2.10 วงจรสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย	21
รูปที่ 2.11 วงจรพัลซ์ของแสงอินฟราเรด	22
รูปที่ 2.12 วงจรรับแสงอิฟราเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น	23
รูปที่ 2.13 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีกำลังขยายสูง	24
รูปที่ 2.14 การเปล่งแสงของ LED แบบ GaAs และ AIGaAs	26
รูปที่ 2.15 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์	27
รูปที่ 2.16 โหลดเซลล์แบบคาน	29
รูปที่ 2.17 แรงบิดกับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์แบบขนาน	32
รูปที่ 2.18 แรงบิดกับกระแสอาเมเจอร์ของมอเตอร์ควบคุม	34
รูปที่ 2.19 ความเร็วรอบกับแรงบิดของมอเตอร์อนุกรม	35
รูปที่ 2.20 เส้นแรงแม่เหล็กและสมบัติของมอเตอร์ขนานและอนุกรม	36
รูปที่ 2.21 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	38
รูปที่ 2.22 เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบทางเดียว	40
รูปที่ 2.23 การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์แบบทางเดียว	41
รูปที่ 2.24 การปรับโพเทนชิโอมิเตอร์	42
รูปที่ 2.25 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ	42
รูปที่ 2.26 การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงกระบอกแบบฝัง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 2.27 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด	46
รูปที่ 2.28 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	47
รูปที่ 2.29 การประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ	48
รูปที่ 2.30 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการทำงาน	49
รูปที่ 2.31 ส่วนประกอบของเซนเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง	50
รูปที่ 2.32 กราฟตัวอย่างของนิวเมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับ	54
รูปที่ 2.33 นิวเมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับตรวจจับชิ้นงาน	55
รูปที่ 2.34 ตรวจชิ้นงานบนลูกกลิ้งลำเลียง	55
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของตู้โดยสารลิฟท์	56
รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	57
รูปที่ 3.3 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด	57
รูปที่ 3.4 วงจรภาครับอินฟราเรด	58
รูปที่ 3.5 วงจรขยายแรงดันจากโฟลดเซลล์	59
รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอกแบบจำลองลิฟท์	59
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของตู้โดยสาร	60
รูปที่ 3.8 โครงสร้างของประตู	60
รูปที่ 3.9 โครงสร้างของกล่องควบคุมการทำงาน	61
รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบเอาต์พุต์และอินพุต	62
รูปที่ 4.1 โปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดประตูของตู้โดยสารลิฟท์	66
รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานการเปิด-ปิดประตูของตู้โดยสารลิฟท์	67
รูปที่ 4.3 โปรแกรมควบคุมการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์	69
รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงาน การขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์	70
รูปที่ 4.5 โปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิด ร่วมกับการขึ้น-ลง ของตู้โดยสารลิฟท์	
รูปที่ 4.6 แผนผังการทำงานการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลง	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ ก.1 โครงสร้างด้านหน้าแบบจำลองลิฟท์	81
รูปที่ ก.2 โครงสร้างด้านข้างแบบจำลองลิฟท์	82
รูปที่ ก.3 ชุดควบคุมการทำงานของห้องโดยสารลิฟท์	83
รูปที่ ก.4 โหลดเซลล์ภายในตัวลิฟท์	83
รูปที่ ก.5 การต่อวงจรภายในชุดควบคุมการทำงาน	84
รูปที่ ข.1 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซลล์	86
รูปที่ ข.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +9V, 0V, -9V	86
รูปที่ ข.3 แบบพิมพ์ลายวงจรInstrument Amplifier	87
รูปที่ ข.4 แบบพิมพ์ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในสถานการณ์ปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมของประเทศไทยกำลังเจริญก้าวหน้าโรงงานต่างๆเหล่านี้จะทำงานเป็นระบบ ซึ่งระบบของโรงงานจะมีการควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องจักรต่างๆ ภายในโรงงานจะมีการควบคุมอุปกรณ์เครื่องจักรเหล่านั้นก็คือ การนำเอา PLC มาใช้ในโรงงาน

PLC (Programmable Logic Controller) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟ มีหน่วย Input / Output แบบลอจิก (On / Off) และแบบแอนะล็อก (Analog) จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด นอกจากนั้นยังมีหน่วย Input / Output จำนวนมากทั้งมีขนาดเล็กและราคาถูก เมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้น และ PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ "On" หรือ "Off" ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจสอบข้อบกพร่องได้อย่างรวดเร็วPLC มีข้อดีหลายประการ ดังต่อไปนี้

1) การแก้ไขโปรแกรมคอนโทรลได้ง่าย
2) เนื้อที่ติดตั้งใช้เนื้อที่น้อย
3) มีความน่าเชื่อถือ
4) บำรุงรักษาง่าย
5) ลดการเดินสายไฟควบคุม
6) มีประสิทธิภาพสูง

ดังนั้นจากประโยชน์ของ PLC ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เลือกที่จะทำการศึกษาออกแบบ รวมถึงเขียนโปรแกรมการควบคุม โปรแกรมใช้งานต่างๆ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาในรุ่นต่อๆไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขีดความสามารถของโครงงาน

1) สามารถควบคุมการทำงานของลิฟท์จำลองได้เหมือนการทำงานของลิฟท์จริง

2) สามารถออกแบบใบงานประกอบการทดลอง การทำงานของลิฟท์จำลอง

3) สามารถนำเอาหลักการทำงาน ของส่วนต่างๆของแบบจำลองไปประยุกต์ใช้งานอื่น

4) สามารถนำเอาแบบจำลองนี้เป็นสื่อการสอน

5) สามารถนำไปเป็นชุดต้นแบบ ที่จะนำไปพัฒนาการทำงาน

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำมีเนื้อหาดังนี้ คือ ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาโดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้ คือ โครงสร้างของ PLC, องค์ประกอบของ PLC, หลักการทำงานของ PLC, ข้อดีของ PLC, ระบบอินฟราเรด, พร็อกซิมิตี้สวิตช์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง การทำงาน และร่วมทั้งกล่าวเนื้อหาเกี่ยวกับวงจรต่างๆที่ใช้ในโครงงาน เช่น วงจรตรวจจับแสงอินฟราเรด, วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์, วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลองการชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์, การทำงานการเปิด-ปิดของตู้โดยสารลิฟท์, การทำงานการขึ้นลงของตู้โดยสารลิฟท์, การทดลองการทำงานการเปิด-ปิดของตู้โดยสารลิฟท์ร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา แนวทางที่จะแก้ไขปัญหาและการพัฒนา ประกอบด้วยขั้นสรุปผลปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดทำโครงงานรวมทั้งแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้มีแนวทางพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค ผังการทำงานและโปรแกรม

ภาคผนวก ง คุณสมบัติและรายละเอียดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

2.1 กล่าวนำ

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยได้เริ่มใช้ PLC (Programmable Logic Controller) แทนวงจรรีเลย์ที่ใช้แทนการควบคุมแบบอันดับเพิ่มขึ้น ซึ่งระบบเก่าที่ใช้รีเลย์มีการติดตั้งและแก้ไขได้ลำบากมาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์และ ใช้การเขียนโปรแกรม ทำนองเดียวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไขการควบคุมแทนการเดินสายไฟเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่าเพื่อสะดวก ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็กและไม่มีการขยายในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์มีราคาต่ำกว่า PLC เพราะมีประสิทธิภาพความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์ทำให้ PLC มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

ทางด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ของ PLC จะแบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ เรียกว่าโมดูล แต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง และสามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้ เพื่อให้ระบบเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือขยายขอบเขตการใช้งาน PLC ทำได้ง่าย ทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เช่นการเปลี่ยนแปลงขนาด และชนิดของอินพุตหรือเอาต์พุต เป็นต้น

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่งซึ่งลักษณะโครงสร้างของ PLC เหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปแต่ PLC ถูกออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะความแตกต่างระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปคือ

PLC ถูกออกแบบและสร้าง ให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น ในสถานที่ที่มีความสูงและต่ำมาก ๆ มีความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีความรบกวนของสัญญาณภายนอก พื้นที่ที่มีความสั่นสะเทือน และการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง

การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ มีระบบการตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

PLC ได้ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการควบคุมสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขึ้น สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อมกันหลายโปรแกรม

PLC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้นระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำซึ่งจะแตกต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะเงื่อนไขการควบคุมได้ง่ายและมีความคล่องตัวในการควบคุมสูง เมื่อเราทำการป้อนโปรแกรมใหม่ให้กับหน่วยความจำ ซึ่งจะแตกต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงลักษณะของการควบคุม PLC มีระบบการตัดสินใจสูงนอกจากจะควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานตามความต้องการ แล้วยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สามารถติดต่อตอบโต้ และ แสดงการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพและรับ เงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

การติดตั้ง PLC ทำได้งาน เพื่อลดค่าใช่จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC ทดแทนระบบรีเลย์สามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมได้ง่าย

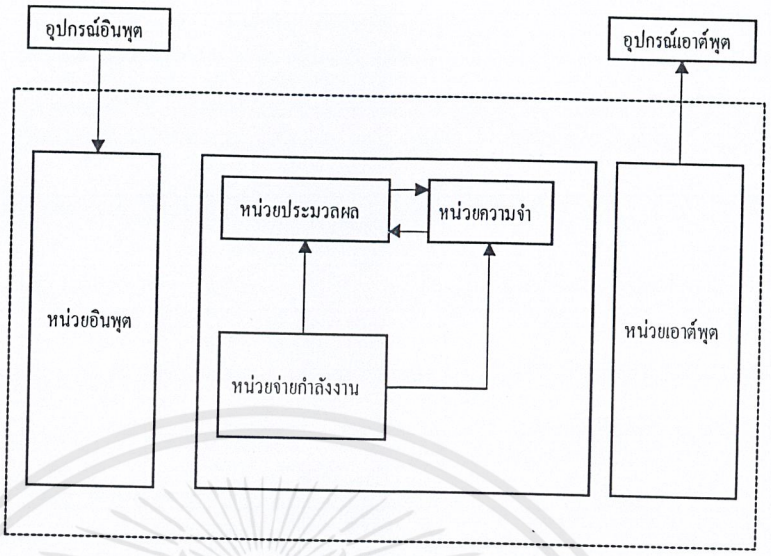
PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของตัวเองและค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับเปลี่ยนโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ภายนอก ทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมง่าย PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถใช้ในการควบคุมได้ทุกประเภท และสามารถจะติดต่อกับ PLC หรือระบบควบคุมอื่น ๆ พร้อมทั้งจัดทำรายงานแผนการผลิต มีระบบตรวจสอบความบกพร่องของตนเอง ในอนาคต PLC จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเนื่องจากการพัฒนาทางด้านฮาร์ดแวร์ PLC ต่างระบบสามารถติดต่อและใช้งานร่วมกันโดยใช้ระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง CPU และหน่วยความจำจะมีความเร็วสูงขึ้น การโปรแกรมจะใช้ภาษาระดับสูงที่คล้ายกับภาษาพูดมากยิ่งขึ้น

2.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตโดยโปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุมผ่านทางหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต

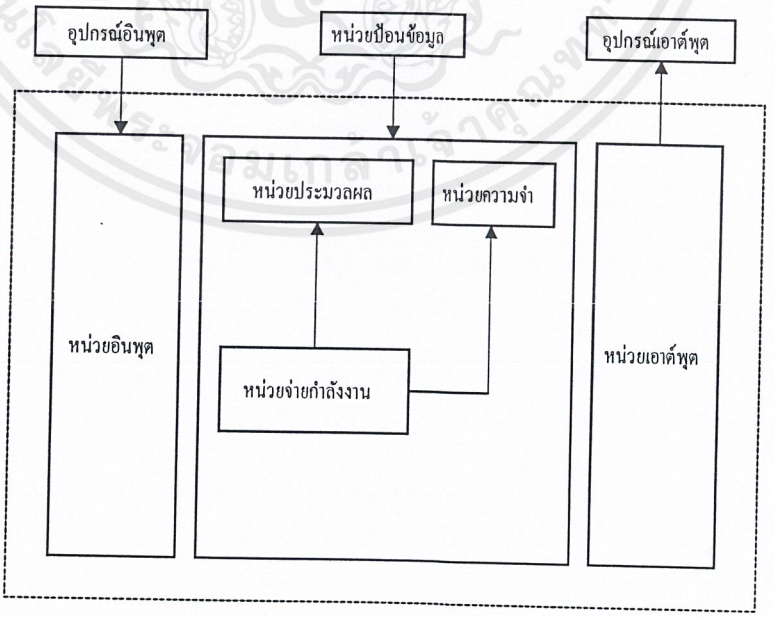
PLC ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตดังแสดงใน รูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของ PLC

นอกจาก PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยอินพุต หรือเอาต์พุตแล้วยังประกอบด้วยหน่วยป้อนโปรแกรมซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้รับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับPLCเมื่อผู้ใช้ต้องการป้อโปรแกรมตรวจสอบหรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น PLC สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรม



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ PLC

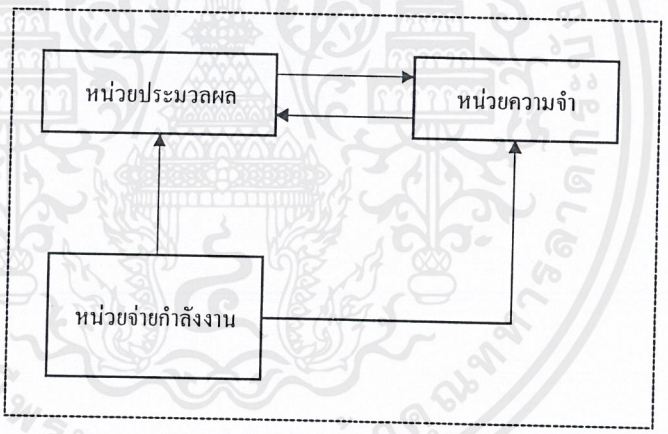
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 องค์ประกอบของ PLC

2.3.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางประกอบด้วย หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายกำลังงาน ดังรูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบทั่วไปของหน่วยประมวลผลกลาง PLC แต่ละรุ่นอาจมีหน่วยประมวลผลกลางที่มีลักษณะแตกต่างกัน แต่อย่างน้อยจะต้องมีส่วนประกอบที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเสมอ เช่น PLC บางรุ่นอาจแยกหน่วยความจำและหน่วยกำลังงานออกจากหน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางของ PLC หมายถึง ส่วนประกอบทั้งหมดที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ PLCหน่วยประมวลผล จะทำหน้าที่นำโปรแกรมจากหน่วยความจำมาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านทางหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต หน่วยจ่ายกำลังงานทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำ



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

1) หน่วยประมวลผล ทำหน้าที่ดูแลการทำงานทั้งหมดของ PLC คือนำโปรแกรมผู้ใช้มาปฏิบัติเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกตามเงื่อนไขการควบคุมที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องการควบคุม การติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างตัวประมวลผลกลางกับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และการติดต่อระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอกติดต่อกับผู้ใช้ และอุปกรณ์ร่วมตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC โดยมีโปรแกรมบริหารระบบเป็นผู้ควบคุมอีกทีหนึ่งหน่วยประมวลผลของ PLC อาจประกอบขึ้นจากวงจรตรรก หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ นอกจากจะทำหน้าที่แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบปิดหรือปิดเหมือนวงจรตรรก และยังสามารถคำนวณทางคณิตศาสตร์และติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับอุปกรณ์ร่วมภายนอก ปัจจุบัน PLC เริ่มใช้หน่วยประมวลผลหลายหน่วยทำหน้าที่ร่วมกัน เพื่อเพิ่มความเร็วและประสิทธิภาพในการควบคุมเรียกว่า ระบบหลายหน่วยประมวลผลระบบนี้จะมีหน่วยประมวลผลทำหน้าที่ปฏิบัติการทางลอจิก คำนวณทางคณิตศาสตร์ จัดการข้อมูลควบคุมการทำงานของ PLC และติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมภายนอกโดยจะแยกเป็นอิสระ นอกจากนี้ยังมีหน่วยจากอินพุตและเอาต์พุต ที่มีหน่วยประมวลผลของตนเองเป็นอิสระจาก PLC เช่น หน่วย PID (Proposition Integral Differential) ซึ่งทำหน้าที่แทนเครื่องควบคุมแบบ PID ในการควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรมชนิดต่อเนื่องไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 4 บิต, 8 บิต, หรือ 16 บิต ตามขนาดหรือ ความยาวของข้อมูลที่ไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ในการประมวลผล PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขนาดความยาวข้อมูลมาก จนทำให้ PLC ทำงานได้เร็วขึ้น เช่น PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิตจะทำเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต เพราะจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแต่ละคำสั่งมีขนาดใหญ่กว่า

2) หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมบริหารระบบและข้อมูลต่างๆ ที่ PLC ใช้ในการประมวลผล PLC แบ่งหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วน

1) หน่วยความจำระบบ ใช้เก็บโปรแกรมบริหารระบบ และข้อมูลของระบบ

2) หน่วยความจำผู้ใช้ ใช้เก็บโปรแกรมที่ผู้ใช้ข้อมูลของหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต และอุปกรณ์ภายใน

หน่วยความจำของ PLC มีลักษณะการใช้แตกต่างกัน บางส่วนต้องการหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง และไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในหรือ ในบางครั้งต้องการหน่วยความจำที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ แต่ต้องเก็บข้อมูลได้ถึงแม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเลี้ยง

ข้อมูลหน่วยความจำชนิดต่างๆ ต่อไปนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้หน่วยความจำต้องการได้ถูกต้อง

ROM (Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลภายในแต่สามารถเก็บรักษาข้อมูลไว้ได้ แม้ว่าจะไม่มีกระแสไฟฟ้าเหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมบริหารระบบหรือโปรแกรมผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์และไม่ต้องแก้ไขอีก ดังนั้น PLC จึงนิยมใช้ ROM เพราะราคาถูก มีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง

RAM (Read Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้เหมาะสำหรับเก็บโปรแกรมผู้ใช้ที่อยู่ในช่วงกำลังพัฒนา หรือต้องเปลี่ยนแปลงบ่อยโดยมีหน่วยความจำสำรองรักษาข้อมูลไว้ RAM เป็นหน่วยความจำที่มีความเร็วสูง เมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROM (Programmable Read Only Memory) เป็น ROM ชนิดหนึ่ง ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลได้โดยใช้อุปกรณ์พิเศษไม่สามารถลบหรือแก้ไขข้อมูลภายในไม่ได้ PLC จะไม่นิยมใช้ PROM เพราะใช้งานไม่สะดวกและมีความเร็วต่ำ

EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) เป็น PROM ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถลบข้อมูลภายในได้โดยการฉายแสงอัลตราไวโอเลตประมาณ 20 นาที แล้วโปรแกรมข้อมูลใหม่ EPROM เหมาะสำหรับเก็บข้อมูลผู้ใช้ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว

EAROM (Electrically Alterable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EPROM การลบข้อมูลภายในEAROM ใช้วิธีป้อนสัญญาณพัลส์แทนการฉายแสงอัลตราไวโอเลต ในปัจจุบันการใช้ EAROM ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนักเนื่องจากราคาค่อนข้างสูง

EEPROM (Electrically Erasble Programmable Read Only Memory) มีลักษณะคล้ายกับ EAROM แต่การลบข้อมูลเก่าไม่จำเป็นลบทั้งหมด ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูล เฉพาะตำแหน่งที่ต้องการได้ ข้อเสียของ EEPROM คือการแก้ไขข้อมูล 1 ไบต์ต้องใช้เวลาประมาณ 10 มิลลิวินาที ถึง 15 มิลลิวินาทีค่อนข้างช้าเมื่อเทียบกับหน่วยความจำชนิดอื่นและอายุการใช้งานของ EEPROM ค่อนข้างสั้นแต่ละไบต์สามารถแก้ไขข้อมูลได้ ประมาณ 10,000 ครั้งเท่านั้น ปัจจุบัน EEPROM ถูกใช้ในการเก็บโปรแกรม การจัดการของ PLC ขนาดเล็ก

วงแหวนแม่เหล็ก (Magnetic core) เป็นหน่วยความจำแบบเก่าที่ใช้กับ PLC รุ่นแรก ๆ โดยใช้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางของสนามแม่เหล็ก และทิศทางการหมุนของวงแหวนแม่เหล็ก ปัจจุบันหน่วยความจำชนิดนี้ไม่นิยมใช้เพราะราคาแพง ความเร็วต่ำและมีขนาดใหญ่

NOVRAM (Non-Volatile Random Access Memory) ถูกผลิตขึ้นโดยนำ RAM ซึ่งมีความเร็วสูง และเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ง่าย ทำงานร่วมกับ EEPROM ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้โดยไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า ข้อมูลแต่ละบิตของ NOVRAM ประกอบด้วยหน่วยความจำสองส่วน คือ RAM และ EEPROM การใช้งานตามปกติ RAM จะเก็บข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนแปลงและส่งไปเก็บใน EEPROM เมื่อแก้ไขข้อมูลเรียบร้อยซึ่งข้อมูลจะไม่สูญหายถึงแม้จะไม่มีกระแสไฟฟ้าข้อมูล จะถูกส่งกลับให้ RAM เมื่อต้องการเรียกใช้ข้อมูลเดิมในการที่จะแก้ไขโปรแกรมต่อไปปัจจุบันการใช้ NOVRAM ยังไม่แพร่หลายเพราะมีขนาดใหญ่และราคาแพง

2.1 การจัดหน่วยความจำของ PLC

หน่วยความจำของPLCทั้งหน่วยความจำระบบและหน่วยความจำผู้ใช้สามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

2.1.1) โปรแกรมบริหารระบบ

2.1.2) ข้อมูลระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3) ตารางข้อมูล

2.1.4) โปรแกรมผู้ใช้

หน่วยความจำระบบในส่วนที่ 1 และส่วนที่ 2 ไม่อนุญาตให้ผู้ใช้เปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูลภายใน ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลภายในหน่วยความจำส่วนข้อมูลระบบได้ หรือตรวจสอบสภาพการทำงานของ PLC

หน่วยความจำผู้ใช้มีหน้าที่เก็บโปรแกรมผู้ใช้และตารางข้อมูลข้อมูลของตารางมี 2 ลักษณะ คือ บิตข้อมูล "1" หรือ "0" ซึ่งแทนสภาวะเปิดหรือปิดทางไฟฟ้า และข้อมูลแทนค่าตัวเลขในส่วนสัญญาณแอนาลอกหรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก การจัดแบ่งหน่วยความจำผู้ใช้สามารถแบ่งเป็นตารางข้อมูลออกได้เป็นส่วนๆ ดังนี้

- ตารางอินพุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลสภาวะของหน่วยอินพุต ซึ่งขนาดของตารางจะเท่ากับจำนวนหน่วยอินพุตที่มากที่สุด PLC ที่มีหน่วยอินพุต 64 จุด จะมีตารางอินพุตขนาด 64 บิต ทุกบิตของตารางจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอก อินพุตที่ต่อเชื่อมกับหน่วยอินพุตข้อมูลของตารางอาจจะเปลี่ยนสภาวะตามอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมขณะเริ่มต้นการสแกนทุกครั้ง

- ตารางเอาต์พุต มีหน้าที่เก็บข้อมูลแสดงสภาวะเอาต์พุต ขนาดตารางเอาต์พุตจะเท่ากับจำนวน เอาต์พุตที่มากที่สุดของ PLC บิตทุกบิตของตารางเอาต์พุตจะแสดงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกที่ต่อเชื่อมกับหน่วยเอาต์พุต อุปกรณ์ภายนอกจะเปลี่ยนสภาวะตามตารางเอาต์พุตก่อนที่จะสิ้นสุดการสแกน

- ตารางรีเลย์ ภายในมีหน้าที่เก็บสภาวะของอุปกรณ์ภายในเช่นเดียวกับ หน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต แต่ไม่มีจุดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกรีเลย์ ภายในใช้ประโยชน์ในการเก็บสภาวะ ของการหน่วงเวลา การนับจำนวน และเก็บรักษาสภาวะการควบคุมชั่วคราว เช่นเดียวกันกับรีเลย์ควบคุมของวงจรรีเลย์

- ตารางรีจิสเตอร์ มีหน้าที่เก็บข้อมูลที่ใช้แทนค่าสัญญาแอนาลอกหรือตำแหน่งการควบคุมของอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งไม่อาจใช้ตารางหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต หรือ รีเลย์ภายในเก็บรักษาได้ เพราะมีค่าเป็นตัวเลขไม่ใช้สภาวะเปิดหรือปิดตารางรีจิสเตอร์ของ PLC จะประกอบด้วยส่วนอินพุตรีจิสเตอร์ และ เอาต์พุตรีจิสเตอร์ รีจิตเตอร์ภายในข้อมูลภายในรีจิสเตอร์อาจมีลักษณะเป็นเลขฐานสอง หรือ BCD

อินพุตรีจิสเตอร์เก็บข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตซึ่งจะเปลี่ยนแปลงค่าเมื่อเริ่มการสแกนทุกครั้ง ในทำนองเดียวกันเอาต์พุตรีจิสเตอร์จะเก็บข้อมูลที่ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก และจำส่งค่าเมื่อสิ้นสุดการสแกน รีจิสเตอร์ภายในเก็บข้อมูลชั่วคราวที่ได้จากการประเมินผลและคำนวนทางคณิตศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลของการหน่วงเวลา และตัวนับจำนวนตารางที่ 2.1 แสดงการจัดแบ่งข้อมูลตารางรีจิสเตอร์เป็นค่าคงที่และตัวแปร

ตารางที่ 2.1 ค่าคงที่และตัวแปรของตารางรีจิสเตอร์

ค่าคงที่	ตัวแปร
การกำหนดเวลาของการหน่วงเวลา	เวลาปัจจุบันของการหน่วงเวลา
การกำหนดจำนวนของการนับจำนวน	จำนวนปัจจุบันของการนับจำนวน
ระดับการควบคุมที่ต้องการ	ค่าอินพุตหรือเอาต์พุตแบบแอนาลอก
ค่าคงที่ในการคำนวณ	ผลการคำนวณทางคณิตศาสตร์
ตารางตัวเลข	อินพุตหรือเอาต์พุตแบบ BCD

โปรแกรมผู้ใช้ หน่วยความจำส่วนนี้ ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นหน่วยความจำส่วนนี้ของ PLC ถ้าเป็นขนาดเล็กมักมีขนาดจำกัดและขยายไม่ได้ แต่สำหรับ PLC ขนาดใหญ่ผู้ใช้สามารถขยายขนาดได้เท่าที่ต้องการ

ผู้ใช้ PLC จะต้องเลือกชนิดและขนาดหน่วยความจำให้เหมาะสม ถ้าระบบมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งควรใช้ PLC ที่มีหน่วยความจำชนิด RAMและมีหน่วยจ่ายกำลังสำรอง ถ้าระบบที่มีลักษณะแน่นอนไม่มีการเปลี่ยนแปลงควรใช้หน่วยความจำชนิด ROM หรือ EPROM การเลือกขนาดหน่วยความจำส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรม ผู้ใช้ต้องสอบถามวิธีจัดโปรแกรมและตารางข้อมูลลงในหน่วยความจำของ PLC จากบริษัทผู้ผลิต พร้อมทั้งทดลองเขียนโปรแกรมซึ่งจะทำให้ทราบความยาวของโปรแกรมที่แน่นอนได้

3) หน่วยจ่ายกำลังงาน ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับส่วนต่าง ๆ ของ PLC คือหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตโดยรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่และแจ้งให้หน่วยประมวลผลทราบเมื่อการทำงานผิดปกติ ความน่าเชื่อถือของ PLC ขึ้นอยู่กับการทำงานของหน่วยจ่ายกำลังงาน

3.1) แรงดันไฟฟ้าอินพุต หน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC มักรับกระแสไฟฟ้าสลับที่มีแรงดัน 110 VAC หรือ 220 VAC แต่มี PLC เฉพาะงานที่ใช้แรงดันไฟฟ้าอื่น เช่น แท่นขุดเจาะและสำรวจปิโตรเลียม ส่วนใหญ่ใช้แรงดันไฟฟ้าขนาด 24 VDC จะใช้ PLC ที่ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 VDC แทน 110 VAC หรือ 220 VAC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC ถูกสร้างขึ้นใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งแรงดันไฟฟ้ามักไม่คงที่ และมีการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้าหน่วยจ่ายกำลังงานสำรองของ PLC ถูกออกแบบเป็นพิเศษ เพื่อให้สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าที่มีการเปลี่ยนแปลงจาก 10 ถึง 15 เปอร์เซนต์ ให้คงที่ตลอดเวลา เช่น PLC ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 VAC ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงมากหน่วยจ่ายกำลังงานก็ต้องทนสภาพผิดปกติดังกล่าว และต้องแจ้งให้หน่วยประมวลผลกลางทราบก่อนตัดวงจรออกโดยอัตโนมัติ สาเหตุที่ทำให้แรงดันไฟฟ้าผิดปกติที่พบเสมอ คือ

- การเปิดหรือปิดเครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องเชื่อมไฟฟ้า เป็นต้น
- แรงดันไฟฟ้าตกเนื่องจากการเดินสายไฟฟ้าระยะไกล
- การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่ถูกต้องทำให้กระ แสไฟฟ้ารั่ว

โรงงานอุตสาหกรรมที่แรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษเพื่อรักษาแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ อุปกรณ์เหล่านี้ประกอบด้วยหม้อแปลงรักษาแรงดันไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า และหม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวน

หม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าทำหน้าที่ ปรับแรงดันไฟฟ้าให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์ ถึงแม้แรงดันอินพุตจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า 15 เปอร์เซนต์

หม้อแปลงไฟฟ้า Sola CVS ผลิตโดยบริษัท Sola Basic Industry ทำหน้าที่คล้ายหม้อแปลงรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า แต่มีคุณสมบัติพิเศษในการกำจัดสัญญาณฮาร์มอนิก

หม้อแปลงกำจัดสัญญาณรบกวนทำหน้าที่ตัดสัญญาณรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ออกจาก PLC ทำให้การทำงานของ PLC และแหล่งจ่ายกำลังงานดีขึ้น เหมาะสำหรับติดตั้งให้ PLC ที่อยู่ใกล้เครื่องจักรไฟฟ้าขนาดใหญ่

3.2) อัตราจ่ายกระแสไฟฟ้าของหน่วยจ่ายกำลังงาน ขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงานต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ เช่น หน่วยประมวลกลาง และหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทำงานตามปกติการคำนวณขนาดของหน่วยจ่ายกำลังงาน ต้องทราบจำนวนของกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดต้องการโดยเฉพาะหน่วยอินพุตและเอาต์พุต ต้องทราบอัตราการใช้กระแสไฟฟ้าทั้งในสภาวะเปิด และสภาวะปิดหน่วยจ่ายกำลังงานของ PLC จากบริษัทผู้ผลิตจะถูกออกแบบให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้ากับหน่วยประมวลผล หน่วยความจำและหน่วยอินพุตและเอาต์พุตทั้งหมดที่ต้องการแต่ในบางกรณีมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตแบบพิเศษ ที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงเป็นจำนวนมากอาจต้องเพิ่มหน่วยจ่ายกำลังพิเศษ หน่วยจ่ายกำลังที่มีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้อุปกรณ์ทำงานผิดปกติโดยไม่พบสาเหตุ เช่น หน่วยเอาต์พุตเปลี่ยนสภาวะเปิดหรือปิดไม่ได้ตามเวลาที่กำหนด หรือ หน่วยประมวลผลกลาง และหน่วยความจำทำงานผิดพลาดบ่อยครั้ง

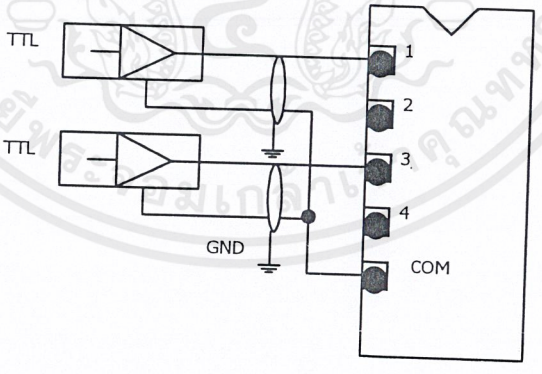
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หน่วยอินพุต และเอาต์พุต

หน่วยอินพุต และเอาต์พุตจะทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอกโดยหน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสภาวะ และวัดค่าจากอุปกรณ์ภายนอก เช่น การเปิดหรือปิดสวิตช์ตำแหน่งเครื่องจักร ระดับของเหลว อุณหภูมิ ความดัน ระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้าจะส่งต่อให้ PLC และ PLC จะใช้ค่า หรือ สภาวะจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต เป็นข้อมูลในการประมวลผลตามใช้และส่งที่ได้ไปที่หน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์ มอเตอร์ไฟฟ้าหรือปั๊มวาล์ว

ตารางที่ 2.2 สัญญาณมาตรฐานของอุปกรณ์อินพุต และเอาต์พุต

อุปกรณ์อินพุต	อุปกรณ์เอาต์พุต
24 VAC / DC	12 – 48 VAC / DC
48 VAC / DC	120 VAC / DC
120 VAC / DC	220 VAC /DC
220 VAC / DC	หน้าสัมผัสรีเลย์
ระดับ TTL	ระดับ TTL

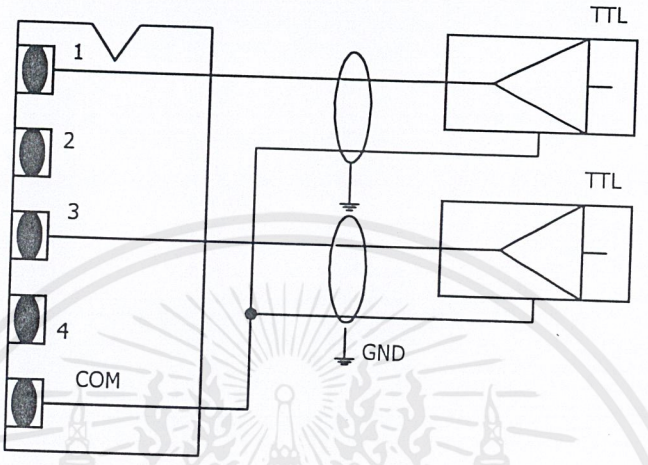


รูปที่ 2.4 การเชื่อมต่ออินพุตแบบทีทีแอล

1) หน่วยอินพุตแบบทีทีแอล ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทีทีแอล หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ หน่วยอินพุตประเภทนี้ไม่จำเป็นต้องมีวงจรเร็กติไฟเออร์ และกรองความถี่ จึงทำให้ทำงานได้เร็วโดยใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 3 วินาที

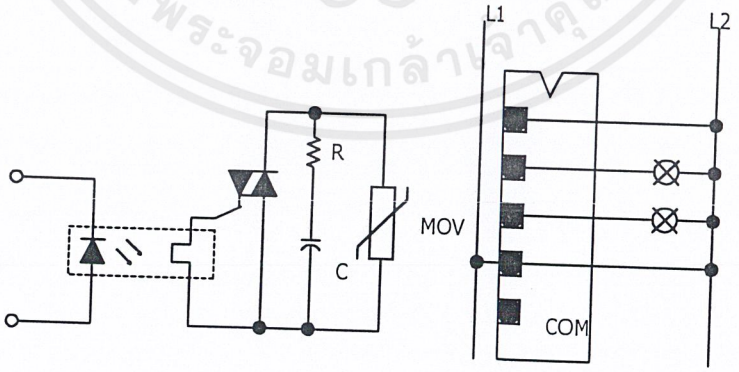
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเอาต์พุตแบบทีทีแอล ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นแบบทีทีแอล หรืออุปกรณ์ที่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ มีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบทีทีแอล

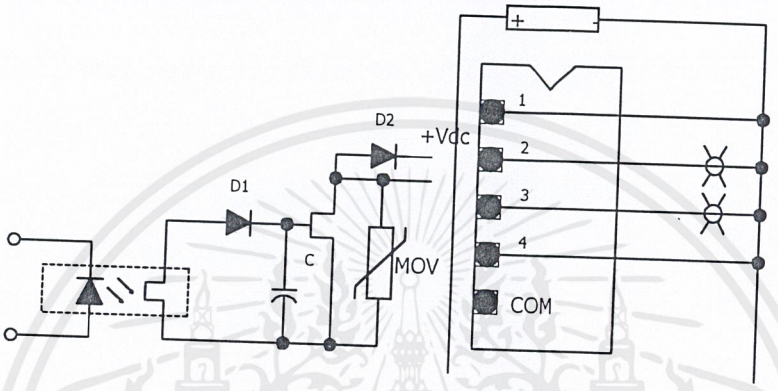
2) หน่วยเอาต์พุตแบบ AC จะเปลี่ยนสภาวะควบคุมจากหน่วยประมวลผลกลางให้เป็นระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทางเอาต์พุต ประกอบด้วยวงจรตรรกที่ติดต่อกับหน่วยประมวลผลกลาง วงจรเชื่อมต่อแบบออปติค สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ และวงจรกรองความถี่ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) หน่วยเอาต์พุตแบบ DC ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุตที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ลักษณะการทำงานของวงจรคล้ายกับหน่วยเอาต์พุตของ AC แต่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแทนไตรแอค และเอสซีอาร์ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อเอาต์พุตแบบ DC

4) หน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่รับข้อมูลรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัสBCD มาจากอุปกรณ์ภายนอกส่งให้ตัวประมวลผลกลาง อุปกรณ์อินพุตมักใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 5 โวลต์ หน่วยอินพุตแบรีจิสเตอร์ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเลขรหัสเลขฐานสอง เช่น รหัส BCD มาจากหน่วยประมวลผลกลางส่งให้อุปกรณ์ภายนอก เช่น ภาคแสดงผลแบบเจ็ดส่วน และจอภาพ

2.3.3 หน่วยป้อนข้อมูล

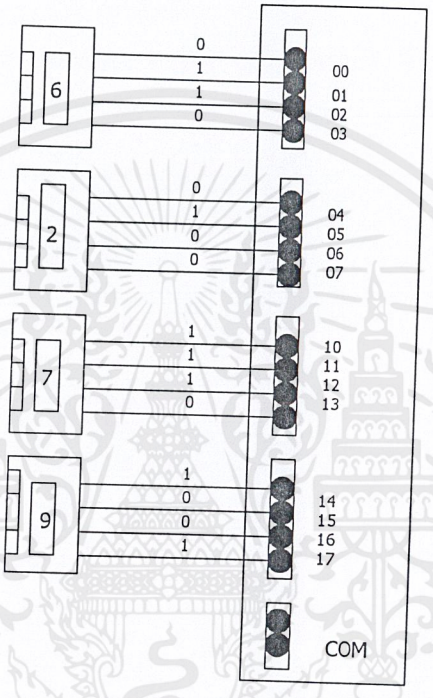
หน่วยป้อนข้อมูลทำหน้าที่เป็นอินพุตใช้สำหรับ ป้อนข้อมูลตรวจสอบ และแก้ไขโปรแกรมในหน่วยความจำ ซึ่งโปรแกรมบริหารระบบจะนำไปประมวลผล เพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก หน่วยป้อนข้อมูลของ PLC แบ่งเป็น 3 ประเภท

1) เครื่องป้อนโปรแกรมแบบจอภาพจะประกอบไปด้วยจอภาพ ,แป้นพิมพ์ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ติดต่อกับ PLC มีลักษณะคล้ายกับคอมพิวเตอร์ทั่วไป ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมโดยใช้ภาษาแลดเดอร์ หรือ สัญลักษณ์รีเลย์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เครื่องป้อนโปรแกรมขนาดเล็ก มีลักษณะคล้ายเครื่องคำนวณเลขประกอบด้วยแป้นพิมพ์และตัวแสดงผลแอลซีดี แสดงได้ครั้งละ 1-2 บรรทัดแป้นพิมพ์ประกอบด้วยแป้นพิมพ์ตัวเลขคำสั่งและฟังชั่นพิเศษต่าง ๆ

3) คอมพิวเตอร์บริษัทผู้ผลิต PLC บางแห่งได้จัดทำโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำหน้าที่ป้อนโปรแกรม



รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อหน่วยอินพุตแบบรีจิสเตอร์

2.4 หลักการทำงานของ PLC

2.4.1 การสแกน

การทำงานของ PLC ประกอบด้วยการรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปที่หน่วยเอาต์พุต ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า การสแกนช่วงเวลาที่ PLC ใช้ในการสแกน 1 รอบ เรียกว่า ช่วงเวลาสแกนซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที โดยขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของโปรแกรมผู้ใช้และคุณลักษณะของ PLC บริษัทผู้ผลิต PLC มักกำหนดช่วงเวลาสแกนตามเวลาที่ PLC ใช้ในการปฏิบัติโปรแกรมที่ความยาว 1 กิโลไบต์ เช่น 10 มิลลิวินาที ต่อ 1 กิโลไบต์ ช่วงเวลาสแกนนอกจากเปลี่ยนแปลงตามความยาวของโปรแกรมแล้ว ยังขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของหน่วยอินพุตหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอาต์พุต และอุปกรณ์ภายนอกที่ทำงานร่วมกับ PLC เช่น หน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต จอภาพและเครื่องพิมพ์จะใช้ช่วงเวลาสแกนนานขึ้น

การสแกนของ PLC ประกอบด้วยการรับค่าสภาวะของอุปกรณ์จากอินพุตหรือเอาต์พุตภายนอกมาเก็บไว้ในหน่วยความจำนำโปรแกรม ที่ผู้ใช้เขียนขึ้นมาปฏิบัติทีละคำสั่งโดยเริ่มจากคำสั่งแรกจนสิ้นสุดโปรแกรมในหน่วยความจำ ถ้าโปรแกรมทำให้สภาวะของเอาต์พุตจุดใดเปลี่ยนแปลง ผลดังกล่าวจะถูกบันทึกในหน่วยความจำก่อน เมื่อปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้แล้วจึงนำผลการแปลงครั้งสุดท้ายที่ส่งออกไปที่หน่วยเอาต์พุตแล้ว PLC จึงเริ่มการสแกนใหม่

การสแกนตามปกติของ PLC อาจไม่สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอินพุต ที่มีความเร็วสูงได้ ในกรณีนี้ PLC บางรุ่นจะมีความสามารถพิเศษที่อนุญาตให้หน่วยอินพุตบางจุดส่งสัญญาณสอดแทรกการทำงาน ของหน่วยประมวลผลกลางทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะเกิดขึ้น หรืออนุญาตให้หน่วยอินพุต บางจุดรับค่าสภาวะข้อมูลจากอุปกรณ์จริงทุกครั้งที่ต้องการใช้อ้างอิงในการควบคุมและส่งสัญญาณควบคุมออกไปที่หน่วยเอาต์พุตทันทีที่ผลการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเกิดขึ้น

ช่วงเวลาการสแกนของ PLC จะแสดงความสามารถของ PLC ในการตรวจสอบและการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสภาวะของอุปกรณ์ภายนอกและการควบคุมเครื่องจักรหรือ กระบวนการผลิตว่ามีมากน้อยเพียงไร เช่น PLC ที่มีช่วงเวลาสแกน 10 มิลลิวินาที ย่อมไม่สามารถรับสภาวะแท้จริงของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 4 มิลลิวินาที ถ้าใช้ PLC ดังกล่าว การควบคุมจะผิดพลาดหมด

2.4.2 การติดต่อกับระบบ

การติดต่อกับระบบย่อย หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับหน่วย อินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต และอุปกรณ์ร่วมภายนอก เมื่อ PLC สแกนครบ 1 รอบก่อนเริ่มต้นการสแกนใหม่หน่วยประมวลผลจะติดต่อ และแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์ร่วมภายนอก และหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต

ระยะทางระหว่าง PLC และอุปกรณ์ย่อยอยู่ในช่วง 1000 ถึง 15000 ฟุต โดยใช้สายส่งแบบที่เรียกว่าคู่สายโคแอคเชียลหรือใช้สายเส้นใยแสง ขึ้นอยู่กับระยะทางกับอัตราการส่งการรับส่งข้อมูลระหว่าง PLC และระบบอุปกรณ์ย่อยเป็นแบบอนุกรมส่งครั้งละ 1 บิต ประกอบด้วยบิตเริ่มต้นบิตข้อมูลบิตตรวจสอบและบิตสิ้นสุด PLC มีอัตรารับส่งข้อมูลตั้งแต่ 9600 บิตใน 1 วินาทีขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.3 การตรวจสอบข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับจากการติดต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์ย่อยจะได้รับการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าการรับส่งข้อมูลถูกต้อง การตรวจสอบข้อมูลของ PLC มี 2 วิธีคือ

1) การตรวจสอบพาริตี้ (Parity Check) เป็นวิธีการตรวจสอบที่ง่ายและสะดวกที่สุด การส่งจะนับจำนวนบิต "1" ของข้อมูลว่าเป็นจำนวนคู่ หรือ คี่ แล้วเพิ่มบิตพิเศษที่เรียกว่า บิตพาริตี้ส่งไปพร้อมกับข้อมูลเพื่อแจ้งจำนวนคู่หรือคี่ของบิต "1" การรับจะตรวจสอบข้อมูลในลักษณะเดียวกัน เช่น การส่งข้อมูลตัวอักษร "C" ด้วยรหัส ASCII ขนาด 7 บิต ซึ่งมีค่า P100 0011 แบบพาริตี้คี่จะพบว่าข้อมูลทั้งหมดมีจำนวนบิต "1" จำนวน 3 บิต เป็นจำนวนคี่ บิตพาริตี้คือ "0" การส่งจะมีข้อมูลทั้งหมดคือ 0100 0011 การตรวจสอบข้อมูลแบบพาริตี้ สามารถตรวจสอบข้อมูลนี้บางครั้งเรียกว่า VRC (Vertical Redundancy Check)

2) การตรวจสอบผลรวม (Checksum) การส่งข้อมูลจะหาผลรวมทางคณิตศาสตร์ หรือตรรกของข้อมูลทั้งหมดแล้วส่งผลลัพธ์สุดท้าย ซึ่งเรียกว่า BCC (Block Charater Check) รวมกันไปกับข้อมูลการตรวจสอบวิธีนี้ ทำให้การตรวจสอบวิธีนี้จะทำให้การรับส่งข้อมูลเร็วกว่าวิธีแรกเพราะส่งข้อมูลจำนวนน้อยกว่าการส่งข้อมูลที่ใช้ตรวจสอบผลรวม การตรวจสอบผลรวมมี 2 วิธีคือ

2.1) วิธีที่ 1 แบบ CRC (Cycle Redundancy) วิธี (CRC ผลรวมของข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน BCC โดยไม่มีตัวทด)

2.2) วิธีที่ 2 แบบ LRC (Longitudinal Redundancy Check) วิธี (LRC จะหาผลการปฏิบัติของลอจิก) XOR ของข้อมูลทั้งหมดเก็บไว้ใน BCC

นอกจาก 2 วิธีดังกล่าวแล้ว PLC บางรุ่นยังอาจใช้วิธีอื่นที่คล้ายคลึงกัน การตรวจสอบข้อมูลแบบพาริตี้ ไม่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลจำนวนมาก เนื่องจากมีข้อมูลที่เป็นบิตพาริตี้จำนวนมาก เนื่องจากมีข้อมูลที่เป็นพาริตี้จำนวนมาก เช่นการส่งข้อมูลรหัส ASCII ทุก 8 บิต จะมีบิตพาริตี้จำนวน 1 บิตหรือประมาณ 12.5 เปอร์เซนต์ เกิดขึ้น

2.4.4 การตรวจสอบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง

สำหรับหน่วยประมวลผลกลางของ PLC จะตรวจสอบสภาพการทำงานของตนเองและอุปกรณ์ร่วมภายนอกทุกช่วงสแกนซึ่งประกอบด้วยการตรวจสอบหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยจ่ายพลังงานหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตและอุปกรณ์ร่วม ถ้าส่วนใดผิดปกติหน่วยประมวลผลกลางจะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบ แผงควบคุม หรือจอภาพ สำหรับการทำงานของหน่วยประมวลผล ถ้าต้องการทำงานปกติทุกรอบการสแกน หน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณนาฬิกาให้กับวงจรหน่วงเวลา ตรวจสอบวงจรหน่วงเวลาจะทำให้ผู้ใช้ทราบสภาพการทำงานของหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44216

2.5 ข้อดีของ PLC

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ PLC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย เรียกว่า โมดูล (Module) ทำงานร่วมกันแต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเองแต่สามารถสับเปลี่ยน โมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ที่ต้องการ ทำให้เปลี่ยนแปลงแก้ไข หรือขยายขอบเขตการใช้งานของ PLC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ เช่นเปลี่ยนแปลงขนาด และชนิดของอินพุตเอาต์พุต และหน่วยความจำ

2.5.1 ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น

ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายนอกในหน่วยความจำซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ซึ่งใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย มีความคล่องตัวในการควบคุมสูงเพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม ปัจจุบัน PLC มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากระบบควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานคงที่ต้องการแล้ว PLC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมอื่น ๆ เช่น สามารถติดต่อโต้ตอบ แสดงภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

2.5.2 การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย

PLC ทั่วไปออกแบบให้ติดตั้งง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC แทนระบบรีเลย์ จะสามารถติดตั้ง PLC เข้ากับแผงควบคุมเดิม และเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผลควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย

ตารางที่ 2.3 ลักษณะ และข้อดีของ PLC

ลักษณะของ PLC	ข้อดีของ PLC
1) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1) ความน่าเชื่อถือสูง
2) ควบคุมด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำขนาดเล็ก	1) แก้ไขง่ายมีความคล่องตัว 2) ต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อย 3) การผลิตที่ได้มาตรฐานสูง 4) สามารถทำงานควบคุมที่ซับซ้อน

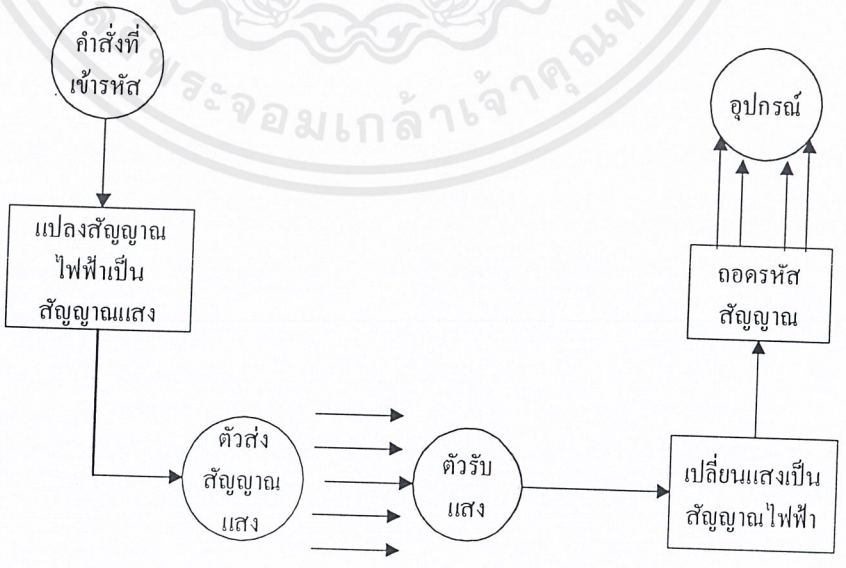
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของ PLC	ข้อดีของ PLC
3) ระบบประกอบด้วยโมดูล	1) ติดตั้งง่าย 2) คล่องตัวในการใช้งาน 3) ขยายระบบได้ง่าย 4) บำรุงรักษาง่าย
4) อินพุตหรือเอาต์พุตหลายชนิด	1) ขอบเขตการควบคุมกว้าง 2) ป้องกันการผูกขาดจากผู้ผลิต
5) อินพุตหรือเอาต์พุตแบบรีโมต	1) ลดการเดินสาย
6) ระบบการตรวจสอบตัวเอง	1) ลดการบำรุงรักษา 2) ซ่อมแซมรักษาง่าย

2.5.3 PLC บำรุงรักษาง่าย

PLC ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็น โมดูลมีการตรวจสอบการทำงานของตนเอง ค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงสับโมดูลที่เสียออกขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะปิดหรือเปิดของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมได้ง่าย

2.6 ระบบอินฟราเรด



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยแสงแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมด้วยสัญญาณแสง สัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณแสงก่อนแล้วจึงถูกส่งออกไปยังตัวรับ ซึ่งก็จะต้องมารออุปกรณ์พิเศษทำหน้าที่รับสัญญาณแสงแล้วแปลงกลับให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากนั้นจึงทำการแยกชนิดของสัญญาณว่าเป็นสัญญาณควบคุมที่สอดคล้องกับคำสั่งของตัวส่งอย่างไร ดังบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 1 ลักษณะแสงที่ใช้ส่งสัญญาณแบ่งเป็น 2 ประเภทตามค่าความถี่ของแสง คือ ประเภทแสงที่มองเห็นได้ และประเภทแสงที่มองไม่เห็น ซึ่งมักได้แก่แสงในย่านของความถี่อินฟราเรดหรือใต้แสงสีแดง

หากทำการเปรียบเทียบระบบคอนโทรลชนิดไร้สายแบบใช้แสงกับใช้คลื่นวิทยุแล้ว ซึ่งพอจะสรุปได้ดังรายละเอียดใน ตารางที่ 2.4 ซึ่งพอจะมองเห็นได้ว่าทำไมระบบควบคุมด้วยแสงจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบระบบควบคุมแบบไร้สายโดยการควบคุมด้วยแสง

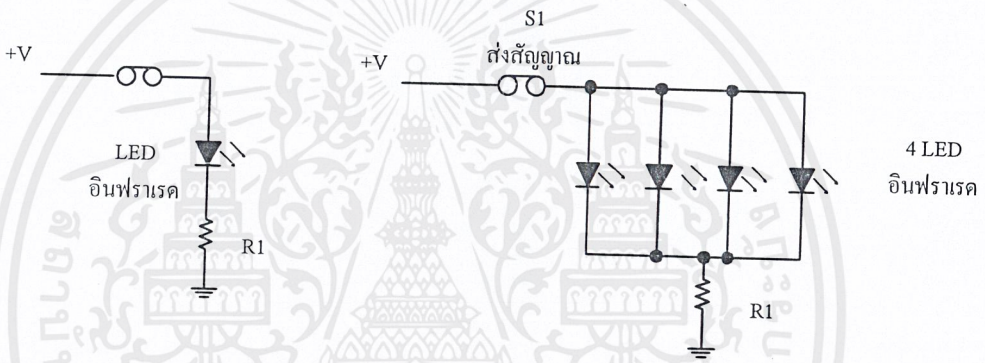
ข้อเปรียบเทียบ	ควบคุมด้วยแสง	ควบคุมด้วยคลื่นวิทยุ
ส่วนของวงจร	วงจรไม่ซับซ้อนออกแบบง่าย	วงจรค่อนข้างซับซ้อนการออกแบบวงจรค่อนข้างพิถีพิถัน
รัศมีทำการควบคุม	ใกล้ แต่เหมาะกับห้องที่มีผนังเพราะมีการสะท้อนได้ดี	ไกลตามกำลังส่งมีอำนาจทะลุทะลวงสิ่งที่กีดขวาง เหมาะสมกับการใช้งานกลางคลื่น
ปัญหาสัญญาณรบกวน	ไม่มีหรือน้อยมาก	อาจสร้างสัญญาณรบกวนให้กับคลื่นใช้คลื่น
ปัญหาด้านกฎหมาย	ไม่มีกฎหมายควบคุม	ราคากลางถึงแพง
ราคา	ราคาถูก - ปานกลาง	มันสามารถลดขนาดให้ได้มากเท่าที่ควรเนื่องจากเหตุผลทางด้านอุปกรณ์ประกอบ
ขนาดรูปร่าง	สามารถปรับปรุงให้มีขนาดเล็กลงได้	

การใช้แสงอินฟราเรดเป็นสัญญาณควบคุม สามารถตัดปัญหาการรบกวนของแสงภายนอกอื่น ๆ ลงไปได้โดยเด็ดขาด ยิ่งไปกว่านั้นวงจรการใช้งานของระบบอินฟราเรดยังเป็นวงจรที่ง่ายและไม่ซับซ้อน แถมยังมีความเชื่อถือได้สูงในการใช้งานได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งสัญญาณแสงย่านอินฟราเรดสามารถกระทำได้ด้วยวงจรง่าย ๆ ดังรูปที่ 2.10 (ก) ซึ่งประกอบด้วย แอลอีดี ที่เปล่งแสงในย่านอินฟราเรดต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟโดยมี ตัวต้านทาน R_1ทำหน้าที่จัดกระแส ตัวอย่างเช่น สำหรับแอลอีดีที่กินกระแสสูงสุดได้ประมาณ 150 มิลลิแอมป์ หากใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 5 โวลต์ R_1 จะมีค่าประมาณ 22 โอห์ม แต่ในทางปฏิบัติเราไม่ควรออกแบบให้ แอลอีดี กินกระแสสูงสุด R_1 ที่ใช้จึงควรมีค่ามากกวานี้ (เช่น 100 โอห์ม)

สัญญาณแสงที่ส่งออกโดย แอลอีดี เพียงตัวเดียวจะเหมาะกับการใช้งานในระยะเพียงไม่กี่เมตรเท่านั้น การเพิ่มกำลังส่งของแสงอินฟราเรดให้ไปได้ไกลขึ้นทำได้โดยใช้ แอลอีดี หลายตัวต่อขนานกันดังรูปที่ 2.10 (ข) โดยที่ R_1 จะต้องมีค่าลดลงจากเดิมเพราะต้องขับกระแสมากขึ้น



(ก) การต่อแอลอีดีแบบตัวเดียว (ข) การต่อแอลอีดีขนานกัน

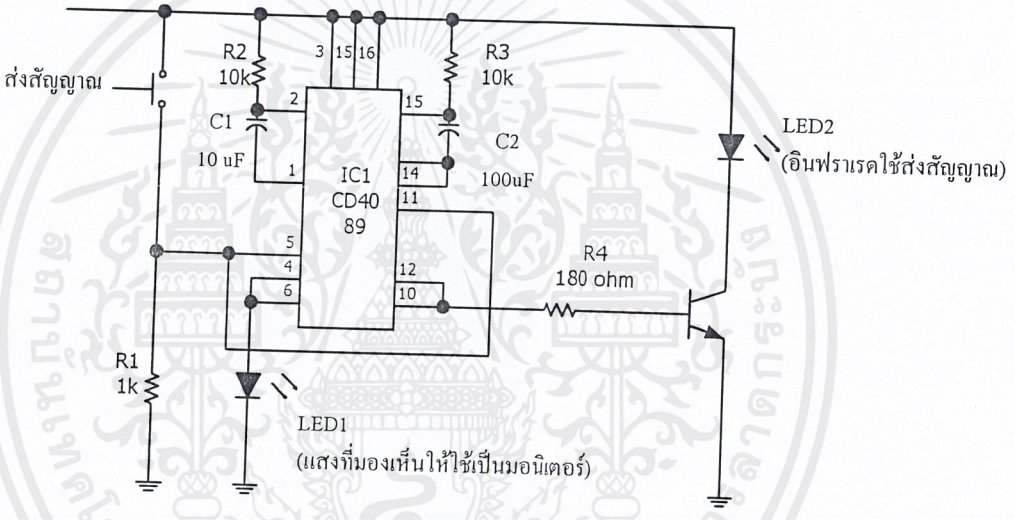
รูปที่ 2.10 วงจรสัญญาณอินฟราเรดอย่างง่าย

2.7 เครื่องส่งอินฟราเรด

การเพิ่มระยะทางในการทำงานของแสงอินฟราเรด นอกเหนือจากการเพิ่มจำนวน แอลอีดี ดังรูปที่ 2.10 (ข) แล้ว อาจทำได้ด้วยวิธีอื่นอีก ถึงแม้จะใช้ แอลอีดี เพียงตัวเดียวก็ตาม นั้นคือ การเพิ่มกระแส แอลอีดี ให้สูงขึ้น โดยที่แอลอีดี ต้องไม่เสียหาย ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการจำกัดช่วงเวลาการทำงานของ แอลอีดี ให้สั้นลง ด้วยการใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวขับกระแสให้ แอลอีดีจากวงจรในรูปที่ 2.10 (ก) หากเราป้อนสัญญาณพัลส์ไม่เกิน 10 ไมโครวินาที และมีความถี่ไม่เกิน 1 กิโลเฮิร์ท กระแสที่ใช้ขับ แอลอีดี อาจมีค่าสูงถึง 2 แอมป์ โดยที่แอลอีดีไม่เสียหาย ซึ่งจะส่งผลให้ความเข้มแสงที่เปล่งออกมีค่าสูงมาก และสามารถเดินได้ไกลกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรในรูปที่ 2.11 ใช้สำหรับสร้างพัลส์ขนาดเวลา 10 ไมโครวินาที ให้กับ LED โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_1 สัญญาณควบคุมทรานซิสเตอร์มาจากวงจรโมโนสเตเบิล IC1 ที่ใช้ไอซีเบอร์ CD4098 เป็นตัวสร้างสัญญาณนานใช้สวิตซ์ธรรมดาต่อร่วมกันกับวงจรโมโนสเตเบิลในรูป บางครั้งอาจก่อให้เกิดปัญหาในการส่งสัญญาณได้ เพราะตัวสวิตซ์เองมีปัญหาด้านกลไกในตัวมันเมื่อมีการกดสวิตช์ ระบบหน้าสัมผัสภายในอาจเกิดการสั่นหรือสัมผัสกันมากกว่า 1 ครั้ง ทำให้สัญญาณที่ได้เสมือนเปิดหรือปิด ติด ๆ กันหลายครั้งส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุต ของวงจรโมโนสเตเบิลมีการผิดพลาดได้ การแก้ไขอาจทำได้โดยการเพิ่มเกจแบบชมิตต์ทริตต์ทริกเกอร์เข้าไป



รูปที่ 2.11 วงจรพัลส์ของแสงอินฟราเรด

2.8 เครื่องรับแสงอินฟราเรด

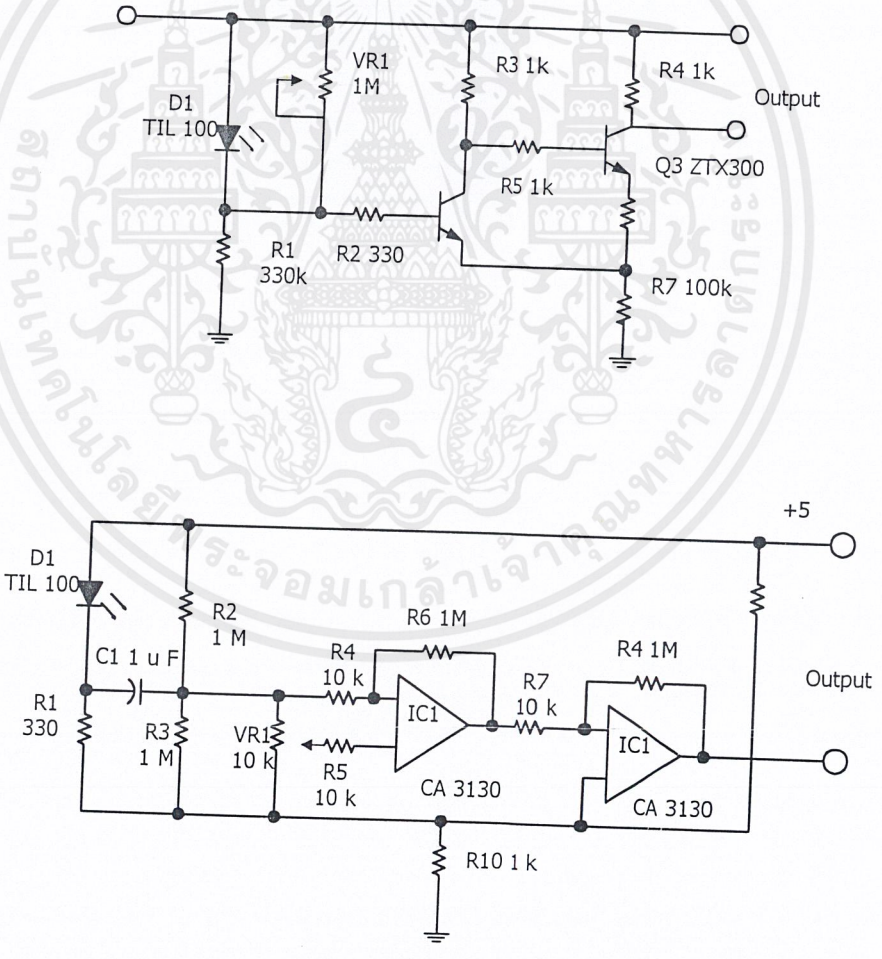
การรับสัญญาณแสงอินฟราเรดด้วยวงจรพื้นฐานดังรูป ซึ่งประกอบด้วยส่วนของตัวรับแสงที่ใช้โฟโต้ไดโอดทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ในการติดตั้งโฟโต้ไดโอดเพื่อรับแสง ควรมีแผ่นกรองแสงหรือฟิลเตอร์ชนิดที่ให้แสงอินฟราเรดผ่านได้ (เช่น แผ่นพลาสติกในสีแดงเข้ม) วางไว้ด้านหน้า เพื่อป้องกันการรบกวนของคลื่นแสงตัวอื่นที่อาจตกกระทบเข้ามา

กระแสที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอดและตัวต้านทาน R_1 จะมีค่ามากขึ้นตามความเข้มของแสงที่รับได้ อันจะส่งผลให้เกิดการเพิ่มกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 ทำให้ Q_1 ทำงาน และเมื่อ Q_1 ทำงานกระแสเบสทรานซิสเตอร์ Q_2 จะลดลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q_2 ไม่ทำงานทำให้เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวงจรอยู่ในสภาวะ "1" เมื่อมีสัญญาณอินฟราเรดเข้ามาความไวในการรับสัญญาณของวงจรขึ้นกับระดับที่ตกคร่อม R_1 อันเนื่องมาจากปริมาณของกระแสที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอด V_R

จากรูปที่ 2.12 เป็นวงจรรับแสงอินฟราเรดที่ถูกปรับปรุงให้มีความไวในการรับสัญญาณแสงได้ดีขึ้นโดยการใช้ตัวเก็บประจุ C_1 เป็นตัวผ่านของสัญญาณเริ่มต้นที่รับได้ ซึ่งช่วยให้วงจรมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชั่วขณะ สัญญาณอินพุตที่ได้รับส่งไปเข้าวงจรขยายโดย IC_1 ซึ่งเป็นวงจรขยายแบบเปรียบเทียบ แรงดัน โดยที่ขา 3 ของ IC_1 เป็นขาตั้งระดับแรงดันอ้างอิงมี VR1 เป็นตัวปรับแรงดันและแรงดันอินพุตที่ขา 2 เป็นแรงดันที่นำมาทำการเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขา 3 ซึ่งแรงดันที่ขา 3 นั้น ปกติจะปรับให้เป็นครึ่งหนึ่งของแหล่งจ่ายเอาต์พุตขา 6 ของ IC_1 จะถูกส่งไปทำการขยายสัญญาณโดย IC_2 ต่อเป็นวงจรขยายแบบกลับสัญญาณให้เอาต์พุต ออกมาที่ขา 6 เพื่อส่งไปควบคุมวงจรใช้งานอื่นอีกต่อไป

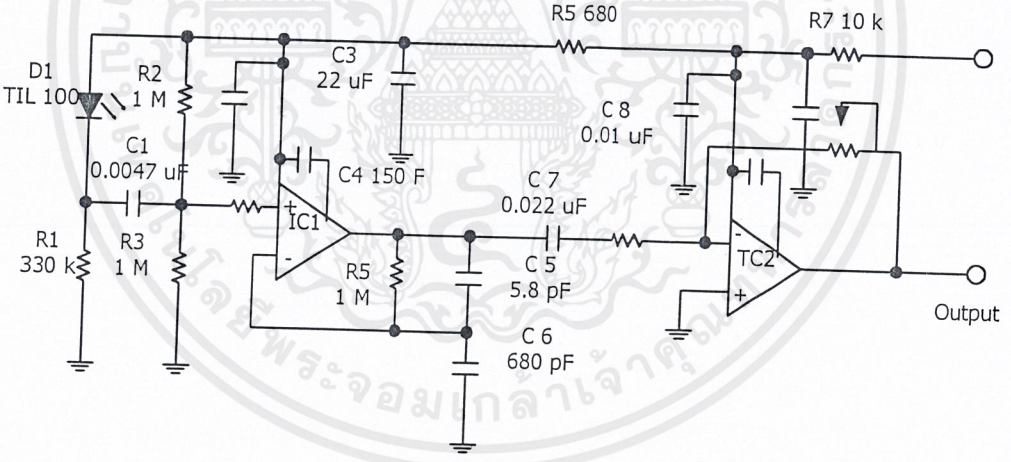


รูปที่ 2.12 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีความไวเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรับแสงอินฟราเรดในรูปที่2.17 เป็นวงจรที่มีความไวในการรับสูงมากอีกทั้งยังมีกำลังการขยายสัญญาณของวงจรค่อนข้างสูงลักษณะวงจรในภาครับแสงจะคล้ายกับวงจรในรูป เพียงแต่ใช้ตัวเก็บประจุ (C_1) มีค่าต่างกัน นั้นแสดงตัวเก็บประจุ C_1 มีผลกระทบต่อการกำหนดความไวในการรับสัญญาณพอสมควร อาจทดลองเปลี่ยนค่า C_1 มีผลกระทบต่อการกำหนดความไวในการรับสัญญาณพอสมควร (อาจทดลองเปลี่ยนค่า C_1 แล้วดูผลในการรับได้) ส่วนของวงจรขยายใช้ออปแอมป์มี 2 ตัว ตัวแรก IC ต่อเป็นวงจรขยายแบบไม่กลับสัญญาณ ส่วน IC2 ต่อเป็นวงจรขยายแบบกลับสัญญาณมี VR_1 ทำหน้าที่ปรับระดับความไวของวงจรโดยรวม เนื่องจากวงจรนี้มีความไวสูงอาจเกิดมีรบกวนจากสัญญาณทางไฟฟ้าจากที่อื่นได้ง่าย หากมีการนำมาใช้งานควรต่อกราวด์ของ วงจรกับตัวกล่องพร้อมทั้งชีลด์ให้ได้ หรือ ใช้กล่องโลหะบรรจุอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ ตัวเก็บประจุขนาดเล็กที่มีหลายตัวในวงจรนี้ส่วนใหญ่ใส่ไว้ เพื่อช่วยแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนด้วยเช่นกัน

ในการออกแบบระบบคอนโทรลนี้ คงที่จะช่วยให้ผู้อ่านให้ทราบถึงการทำงานของตัวรับส่งสัญญาณแสงอินฟราเรดที่มีใช้กันได้เพอสมควรแล้ว



รูปที่ 2.13 วงจรรับแสงอินฟราเรดที่มีกำลังขยายสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 คุณสมบัติของ หลอดอินฟราเรด

แรงดันตกคร่อมที่รอยต่อ P-N ของไดโอดต้องมีค่ามากกว่าแรงดันเทรชโฮลด์จึงจะสามารถทำให้ไดโอดนำกระแสได้สำหรับซิลิคอนไดโอดแรงดันทำงานมีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ส่วน LED ให้แสงในย่านที่มองเห็นได้ ถ้าทำจากสาร GaP ซึ่งให้แสงสีเขียวจะมีค่าแรงดันทำงานประมาณ 2.1 ถึง 2.8 โวลต์ ถ้าเป็น อินฟราเรด ที่ทำจาก AIGaAs ให้แสงสีแดงมีแรงดันทำงาน 1.75 ถึง 2.5 โวลต์ ส่วนหลอดอินฟราเรดที่ให้แสงใกล้ ย่านอินฟราเรดที่ทำจากวาร GaAs มีแรงดันทำงาน 1.5 โวลต์โดยให้แสงที่มีความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร และถ้าทำจาก AIGaAs จะได้แสงความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร ที่แรงดัน 1.75 โวลต์

พลังงานที่ได้จากการเปล่งแสงของหลอดอินฟราเรดหาได้จากกระแสไบแอสตรงของไดโอดและต้องระมัดระวังไม่ให้กระแสส่วนนี้มีค่าสูงเกิดความร้อนอันจะทำอันตรารยต่อชิ้นไดโอด

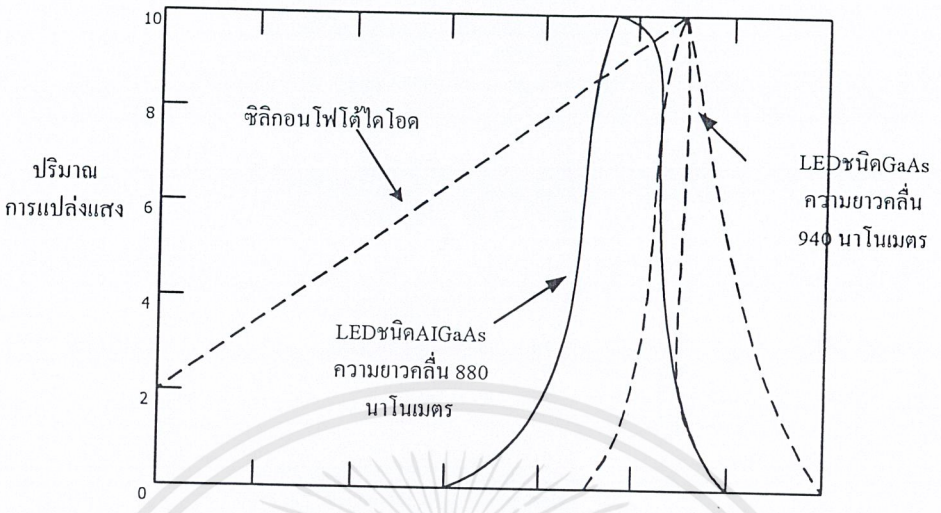
สิ่งที่สำคัญที่สุดของหลอดอินฟราเรดกำลังงานสูง ๆ คือชิ้นสาร AIGaAs ที่สามารถให้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตรและสาร GaAs ซิลกอนไดโอดที่ให้แสงความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร

หลอดอินฟราเรดแบบซิลิกอนทำจาก GaAs ให้กำลังงาน 5 มิลลิวัตต์ที่กระแสไบแอสตรง 100 มิลิแอมป์ LED ที่ทำจาก AIGaAs จะให้กำลังงานเป็น 2 เท่า เมื่อให้กระแสไบแอสตรงค่าเดียวกัน ข้อที่ดีกว่าอีกประการหนึ่งของ LED ชนิด AIGaAs คือมี rise time และ fall time ที่เร็วกว่าคือ ประมาณ 0.5 ไมโครวินาที ในขณะที่ GaAS ซิลิกอนไดโอดมีค่า 1.5 ไมโครวินาที

ข้อดีอีกประการหนึ่งคือ การเปล่งแสงของ LED ที่มีความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร (AIGaAs) จะใกล้เคียงกับความคลื่นที่ซิลิกอนโฟโต้ทรานซิส แต่มีความไวสูงสุดจึงเป็นการเหมาะสมที่จะใช้หลอดอินฟราเรด ที่มีความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร แทน LED ที่มีความยาวคลื่น 940 นาโนเมตร

นอกจากนั้น หลอดอินฟราเรด ที่ให้ความยาวคลื่นแสง 880 นาโนเมตร ยังไม่ถูกดูดกลืนโดยละอองน้ำเหมือนหลอดอินฟราเรด ที่สามารถให้ความยาวคลื่น 940 นาโนเมตรจึงสามารถนำไปใช้ในการตรวจจับไอน้ำในอากาศ หลอดอินฟราเรด ชนิด 940 นาโนเมตร ไม่เหมาะกับการสื่อสารด้วยแสงภายนอกเพราะจุดอ่อนเรื่องการถูกดูดกลืนด้วยไอน้ำในอากาศนั้นเองส่วน หลอดอินฟราเรด ชนิดซิลิกอนที่ทำจาก GaAs มักจะใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงย่านอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การเปล่งแสงของ LED แบบ GaAs และ AIGaAs

2.10 อุปกรณ์ทรานส์ดิวเซอร์

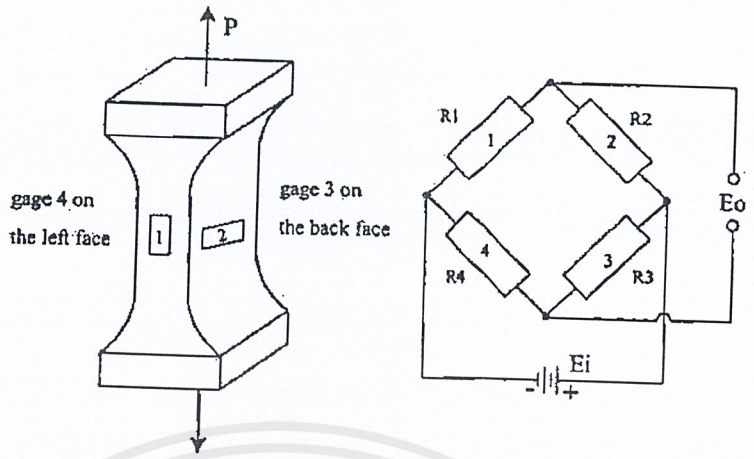
ทรานส์ดิวเซอร์ ซึ่งใช้วัดแรงทอร์ค หรือ ความดันโดยทั่วไป ประกอบด้วยส่วนยืดหยุ่นหรือการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะทาง หรือ ความเครียด และการตรวจจับโดยปกติ จะใช้เกจความเครียดในการวัดสัญญาณ อย่างไรก็ตามในบางครั้งอาจใช้ LVDT หรือ โพเทนทิออมิเตอร์สำหรับการวัดแบบสถิต (Static) หรือ ควอไซสแตติก (Quasi Static)

2.10.1 ทรานส์ดิวเซอร์แบบหลักการของแรง

1) โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ (Link-Type Load Cell)

โหลดเซลล์แบบลิ้งอย่างง่ายประกอบด้วยลิ้ง และเกจความเครียด 4 อันแสดงในรูปที่ 2.15 ภาระ P สามารถนับไปได้ทั้งภาระแรงดึง (Tensile Load) หรือภาระแรงอัด (Compressive Load) เกจความเครียด 2 อันยึดติดกับลิ้งในแนวแกน และอีก 2 อันในแนวขวางกับแกนเกจความเครียดทั้ง 4 จะต่อเป็นวงจรวีทสโทนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) แกนต่ออยู่ในแนวแกนต่ออยู่ในแกน 1 และ 3 ส่วนเกจที่อยู่แนวขวางต่ออยู่กับแกน 2 และ 4 ดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 โหลดเซลล์แบบลิ้งค์

เมื่อภาระ P กระทำต่อลิ้งค์ความเครียดตามแนวแกน และตามแนวขวางจะเกิดขึ้นในลิ้งค์ และสัมพันธ์กับภาระตามสมการ

$$\varepsilon_a = P/AE$$
$$\varepsilon_t = -\upsilon P/AE \qquad (2.1)$$

เมื่อ A = พื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์

E = โมดูลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

U = อัตราส่วนปัวซองของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์

การตอบสนองของเกจต่อโหลด P ที่กระทำเป็นไปตามสมการ

$$\Delta R_1/R_1 = \Delta R_3/R_3 = S_g\varepsilon_a = S_g P/AE$$
$$\Delta R_2/R_2 = \Delta R_4/R_4 = S_g\varepsilon_t = S_g -\upsilon P/AE \qquad (2.2)$$

ถ้าหากว่าเกจความเครียดทั้ง 4 ตัวบนลิ้งเหมือนกันทุกประการ แรงดันออก V_0 จากวีทสโทนบริดจ์ หาได้จากการแทนค่าสมการ (2.2) ลงในสมการ

$$V_O = \frac{r}{(1+r)^2}\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right] V_5$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้

$$V_O = \frac{S_g P(1+\upsilon)}{2AE} V5$$

$$P = \frac{2AE}{S_g (1+\upsilon) V5} = C V_O \quad (2.3)$$

หรือ สมการ (2.4) แสดงว่า ภาระ P เป็นสัดส่วนเชิงเส้นกับแรงดันออก V_0 และค่าคงตัวสัดส่วนหรือค่าคงตัวปรับเทียบ คือ

$$C = \frac{2AE}{S_g (1+\upsilon) V5} \quad (2.4)$$

เมื่อ C = ค่าคงตัวเปรียบเทียบ

ความไวของโหลดเซลล์วีทสโทนบริดจ์คอมไบเนชั่น (LoadCell-WheatstoneBridge Combination)

$$S = \frac{V_O}{P} = \frac{1}{C} = \frac{S_g (1+\upsilon)}{2AE} \quad (2.5)$$

จากสมการ (2.5) ข้างบนแสดงว่า ความไวของโหลดเซลล์ขึ้นอยู่กับ พื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์ (A)โมดูลลัส ของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำลิ้ง (E) เกจแฟกเตอร์ (Gage Factor), S_g และแรงดัน

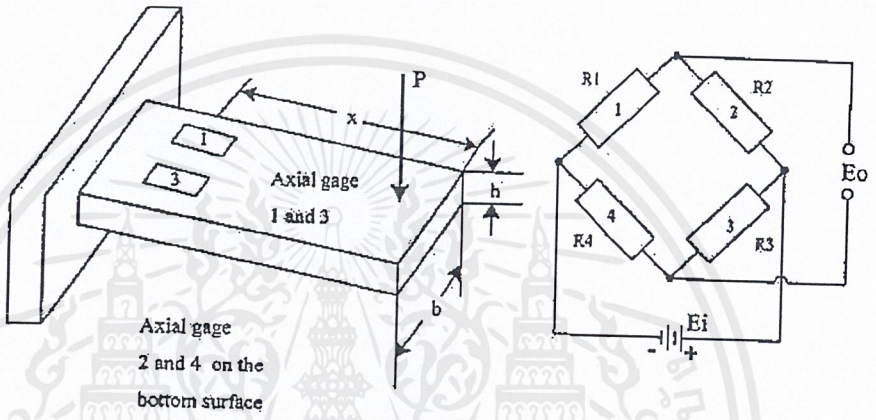
$$P_{MAX} = S_g A \quad (2.6)$$

ที่จ่ายให้กับบริดจ์ช่วงแรงที่ให้กับ โหลดเซลล์แบบลิ้งค์หาได้จากพื้นที่หน้าตัดของลิ้งค์และความล้า S_f ของวัสดุที่ใช้ทำลิ้งค์โดยอัตราส่วนแรงดันที่ภาระสูงสุด (V_0 / V_s) = 3m V/V ด้วยค่าเต็มสเกลเฉพาะของอัตราส่วนแรงดัน (V_0 / V_s) นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โหลดเซลล์แบบคาน (**Beam-Type Load Cell**)

โหลดเซลล์แบบคานที่นิยมใช้วัดภาระในกรณีที่ใช้โหลดเซลล์แบบลิ้งค์ไม่ได้ รูปที่ 2.16 (ก) เป็นคานยื่นซึ่งมีเกจความเครียด 2 อันอยู่ที่ผิวด้านล่าง (ทั้งหมดติดอยู่ในแนวขนานกับแกนของคาน) ซึ่งทำหน้าที่เป็นชิ้นส่วนยืดหยุ่นและเซนเซอร์สำหรับเซลล์ชนิดนี้ คือเกจซึ่งต่อกันเป็นวงจร วีทโทนบริดจ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.16 (ข)



(ก) โครงสร้างของโหลดเซลล์แบบคาน (ข) วงจรสมมูลย์

รูปที่ 2.16 โหลดเซลล์แบบคาน (Beam-Type Load Cell)

ภาระ P ทำให้เกิดโมเมนต์ $M = P_x$ ที่ตำแหน่ง X ทำให้ได้ผลลัพธ์

$$\varepsilon_3 = -\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_t = \frac{\sigma M}{Ebh^2} = \frac{6Px}{Ebj^2} \qquad (2.7)$$

เมื่อ b คือ ความกว้างของหน้าตัดของคาน

h คือ ความหนาของหน้าตัดของคาน

แรงดันออก V_0 จากวีทสโทนบริดจ์ซึ่งเป็นผลจากการกระทำของภาระ P หาได้โดยแทนสมการ (2.11) ลงในสมการและสมมติว่าเกจความเครียดทั้ง 4 เหมือนกันทุกประการจะได้

$$V_O = \frac{r}{(1+r)^2}\left[\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} - \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}\right] V_S \qquad (2.8)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_O = \frac{S_g P x V_S \sigma}{Ebh^2}$$

หรือ

$$P = \frac{Ebh^2}{S_g X V_S \sigma} v_O \quad \textbf{(2.9)}$$

จากสมการ (2.15) ข้างต้นแสดงว่าความไวของโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับรูปร่างหน้าตัดของคาน (b , h) โมดูลลัสของความยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ค้ำคาน (E) ตำแหน่งของภาระเทียบกับเกจ (X) เกจแฟกเตอร์ (S_g) และแรงดันที่ป้อนให้กับวงจรบริดจ์ (V_s) ช่วงของโหลดที่ใช้กับโหลดเซลล์แบบคานขึ้นอยู่กับรูปร่างหน้าตัดของคานตำแหน่งที่ภาระกระทำ และความล้าของวัสดุที่ใช้ทำคานถ้าสมมติว่าเกจติดที่ตำแหน่งใกล้กับตัวรองรับ (Bearm Support) จะได้

$$M_{GAGE} = M_{MAX}$$

และ

$$P_{MAX} = \frac{S_F bh^2}{X\sigma} \quad \textbf{(2.10)}$$

อัตราส่วนแรงดันที่ภาระสูงสุด $(V_0 / V_s)_{MAX}$ หาได้จากการแทนสมการ P_{MAX} ลงในสมการ (2.10) ดังนั้น

$$(V_O/V_S)_{MAX} = S_G S_F/E \quad \textbf{(2.11)}$$

โหลดเซลล์แบบคานที่มีขายในท้องตลาดมีอัตราส่วนแรงดัน (V_0 / V_s) ที่ภาระเต็มสเกลระหว่าง 4 และ 5 m V/V

3) โหลดเซลล์แบบวงแหวน (Ring-Type Load Cell)

ส่วนประกอบของโหลดเซลล์แบบวงแหวนมีพรูววิ่งค์ริงค์ (Proving Ring) เป็นส่วนยืดหยุ่นและมีเซนเซอร์ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งเกจความเครียดและ LVDT ถ้าใช้ LVDT วัดการกระจัดอันเนื่องมาจากการอัดหรือดึงในแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง ของวงแหวนความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัดกับภาระ P จะเป็นไปตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงภาระของโหลดเซลล์แบบวงแหวน ถูกควบคุมด้วยความแข็งแรงของวัสดุถ้าโหลดเซลล์ใช้วัดโหลดที่กระทำเป็นจังหวะ (Cyclic Load) ความล้า (Fatigue) S_f เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาความเค้นสูงสุดในชิ้นส่วนวงแหวนอยู่ที่ผิดด้านในของวงแหวน ตรงที่เส้นผ่านศูนย์กลางตั้งฉากกับแนวโหลดค่าประมาณของความเค้นที่ตำแหน่งนี้

4) โหลดเซลล์แบบแรงเฉือน (Shear-Web-Type Load Cell)

โหลดเซลล์ชนิดนี้ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแฟลทโหลดเซลล์ มีประโยชน์สำหรับการใช้งานเมื่อที่ว่างในแนวโหลดกระทำมักจำกัดโหลดเซลล์แบบแรงเฉือนประกอบด้วย อินเนอร์โหลดดิ้งค์ฮับ (Inner Loading Hub) และเฮ้าท์เตอร์ซัพพอร์ตติ้งแฟรงค์ (Outer Supporting Flange) ซึ่งต่อกันด้วยเชียร์เว็บ (Shear Web) ดังรูปแฟลทโหลดเซลล์มีขนาดกระทัดรัดสามารถใช้ได้กับการประยุกต์แบบเคลื่อนที่(Dynamic Application) โดยเฉพาะเมื่อต้องการวัดโหลดในขณะที่ทำการสั่นมีความถี่สูง ฟอสคาปาซิตี้ (Force Capacity) ที่วัดโดยใช้แฟรดโหลดเซลล์หาได้จากการวัดความถี่ธรรมชาติของโหลดเซลล์

ตารางที่ 2.5 คุณสมบัติของแฟลทโหลดเซลล์

ความจุแรง (P) (Ib)	K (Ib/in)	We (Ib)	f_n (kHz)
250	920,000	0.028	18.0
1,000	1,220,000	0.023	22.8
5,000	6,600,000	0.135	22.0
10,000	8,500,000	0.340	15.7

2.11 ทฤษฎีมอเตอร์กระแสตรง

2.11.1 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์กระแสตรง

คุณลักษณะประจำของมอเตอร์ก็คือ เส้นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ที่จะพิจารณามีดังนี้

1) แรงบิดและกระแสอาร์มาเจอร์ คือความสัมพันธ์ระหว่าง "แรงบิดกับกระแส **(T/Ia)**" นั้นเอง คุณลักษณะชนิดนี้รู้จักในรูปของ "**คุณลักษณะทางไฟฟ้า**"

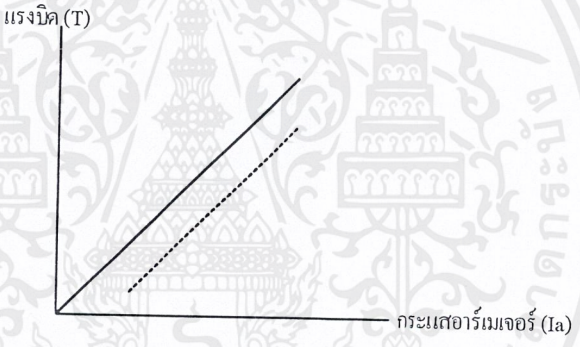
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ความเร็วและกระแสอาร์มาเจอร์ คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับกระแสที่ไหลใน อาร์มาเจอร์ นั้นคือคุณลักษณะของ *(S/Ia)*

3) ความเร็วและแรงบิด คือการแสดงความสัมพันธ์ โดยใช้เส้นกราฟระหว่างความเร็วกับแรงบิด *(S/T)* คุณลักษณะนี้เรียกว่า **"คุณลักษณะทางกล"** คุณลักษณะข้อนี้หาได้จากข้อ 1 และข้อ 2 จากด้านบน

2.11.2 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์แบบขนาด คุณลักษณะที่พิจารณามีดังนี้

1) คุณลักษณะระหว่าง แรงบิด T กับกระแสอาร์มาเจอร์ Ia ในการพิจารณาคุณสมบัติเช่นนี้จะกำหนดให้ว่า เส้นแรงแม่เหล็ก ที่เกิดจากนามกระตุ้นมีค่าคงที่ตลอดไป แม้ว่าเมื่อมอเตอร์ได้รับภาระมาก Ø จะทำให้ Ø ลงลงไปตามนั่นคือให้ Ø เป็นค่าคงที่กับ I/a คือ



รูปที่ 2.17 แรงบิด (T) กับกระแสอาร์มาเจอร์ (Ia) ของมอเตอร์แบบขนาน

T Ø Ia (**Ø** = คงที่) นั่นคือ เมื่อพล็อตกราฟระหว่าง T กับ Ia ได้กราฟเป็นเส้นตรงโดยเริ่มต้นจากค่าศูนย์ด้วยกันทั้งคู่ ดังรูปที่ 2.17 เส้นกราฟที่ได้นี้เป็นเส้นตรงผ่านจุดเริ่มต้น แรงบิด T ที่พล็อตนี้ เป็นแรงบิดที่เกิดขึ้นที่อาร์เมเจอร์ ดังนั้น แรงบิด Tsh ที่เกิด ที่แกนของมอเตอร์เมื่อส่งออกมายังภายนอกนั้นจึงต้องมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น T ณ ที่ค่ากระแส Ia เดียวกัน ซึ่งเห็นได้ในรูปที่ 2.17 ดังเส้นประ การที่ Tsh น้อยกว่า T ที่ค่ากระแสเดียวกันนี้เนื่องจากต้องสูญเสียแรงบิดจำนวนหนึ่งไปเพื่อเอาชนะแรงเสียดทานที่แกน (shaft) ได้รับค่า แรงเสียดทานนี้ถือว่าคงที่ตลอดไป ดังนั้น เส้นกราฟของ Tsh จึงมีความชันเท่ากับเส้นกราฟของ T จากรูปนี้พบว่าเราไม่อาจใช้มอเตอร์แบบขนาน สตาร์ทในขณะที่มีโหลดมาก ๆ ได้ เพราะการทำเช่นนี้ย่อมทำให้มอเตอร์ต้องดึงกระแสจำนวนมากมายเข้าไปใช้ด้วย นั่นคือมอเตอร์แบบขนานจะไม่ใช้ในการสตาร์ทที่มาก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คุณลักษณะระหว่างความเร็วกับกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณากรณีนี้ ก็ยังคงให้ Ø คงที่ตลอดไป นั่นคือจะได้รับความเร็ว S เป็นสัดส่วนโดยตรงนั่นคือ Eb ต้องคงที่ด้วย แต่ถ้าจะกล่าวกันตามความจริงแล้ว ทั้ง Eb และ Ø ลดไปเมื่อโหลดเพิ่มขึ้น แต่การลดของ Eb นี้จะลดลงไปมากกว่าการลดของ Ø ฉะนั้นเมื่อรวมผลทั้งหมดที่เกิดขึ้นแล้ว ความเร็วย่อมลดลงไป (เนื่องจาก Eb ลดไปเป็นอัตราส่วนมากกว่า Ø) ดังรูปที่ 2.17 ที่แสดงด้วยเส้นประเมื่อมอเตอร์ได้รับโหลดทางปฏิบัติแล้ว มักใช้มอเตอร์แบบขนาน เมื่อต้องการความเร็วคงที่

เนื่องจากมอเตอร์แบบขนานนี้ไม่มีการเปลี่ยนตอนมีภาระ หรือลดความเร็วไปมากนัก จากเมื่อเต็มที่ ดังนั้นจึงต่อเข้าหรือตัดออกได้ภาระ (load) โดยไม่ต้องเกรงว่าจะมีความเร็วสูง มากเกินไปจนเป็นอัตราย อย่างไรก็ดีมอเตอร์แบบนี้ให้แรงบิดเริ่มแรกต่ำ (low starting torque) ฉะนั้นจึงไม่นิยมใช้กับโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มแรกสูง แต่เนื่องจากว่าเป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วค่อนข้างจะคงที่มาก ดังนั้นจึงเหมาะที่จะนำไปใช้ขับแกนของเครื่องกลึง machine tools, wood-working machines และเครื่องจักรชนิดต่าง ๆ ที่ต้องการความเร็วคงที่คุณลักษณะประจำของเครื่องระหว่างความเร็วแรงบิดนี้ก็อาศัยจากหลักการที่ได้ในข้อ (1) และ (2) ข้างบนนั่นเองจาก ข้อ (1) ทราบว่าแรงบิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์ดัง รูปที่ 2.18 ดังนั้นจึงได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ กับแรงบิด

2.11.3 คุณลักษณะประจำของมอเตอร์ชนิดอนุกรม

เป็นคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ในเรื่องของแรงบิด, กระแสในอาร์เมเจอร์ และความเร็วของมอเตอร์ชนิดนี้เช่นกัน โดยแบ่งการพิจารณาความสัมพันธ์แต่ละอย่างได้ดังนี้

1) คุณลักษณะประจำแรงบิด และกระแสอาร์เมเจอร์ ในการพิจารณานี้สามารถพิจารณาได้จากสมการที่ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด กับกระแสจากสมการที่พิสูจน์มาแล้วในตอนต้นคือ

$$T \quad \alpha \quad \varnothing Ia$$

แต่

$$\varnothing \quad \alpha \quad Ia$$

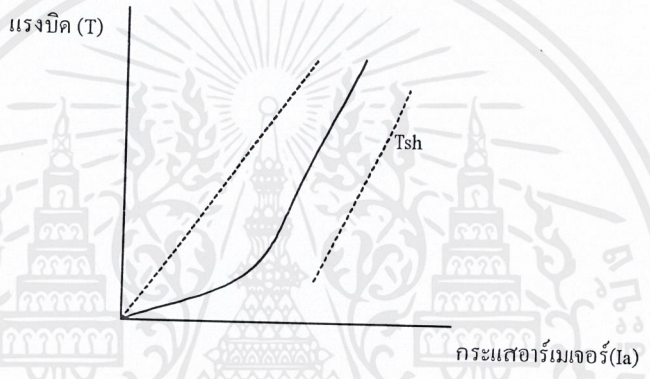
$$T \quad \alpha \quad Ia^2$$

นั่นคือ T-Ia curve จะเป็นพาราโบลาดังรูปที่ 2.18 ฉะนั้นขณะที่โหลดน้อย Ia ก็จะน้อย และ Ø ก็จะน้อย และเมื่อโหลดมากขึ้น จะได้แรงบิดเพิ่มขึ้นเป็นอัตราส่วนกับกระแสอาร์เมเจอร์กำลังสองแต่เมื่อโหลดเพิ่มมากขึ้นจนทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดการอิ่มตัวแล้ว ก็จะพบว่าแรงบิดเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสที่เพิ่มขึ้น (T Ia) เพียงอย่างเดียว นั่นคือได้เส้นกราฟระหว่างแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ เป็นเส้นตรง ส่วนแรงบิดที่จ่ายออกมาที่แกน (T_{sh} = Shft torqe) นั้นมีค่าน้อยกว่าแรงบิดที่เกิดขึ้น เพราะมีการสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานแรงลง และค่าสูญเสียที่คงที่อื่น ๆ อีกค่าสูญเสียเหล่านี้คือ "Stray losses" แรงบิด T_{sh} นี้แสดงไว้ในรูปด้วยเส้นประแล้ว

จากคุณลักษณะระหว่างแรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ ที่กล่าวมาแล้วจากข้างบนนี้ จึงสรุปได้ว่า มอเตอร์แบบอนุกรมนี้เหมาะสำหรับที่จะฉุด Load เริ่มแรกที่มี Load หนัก ๆ ได้ (ในขณะที่ยังไม่มีการอิ่มตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก) ดังนั้นจึงเหมาะที่จะใช้กับโหลดหนัก ๆ ในขณะเริ่มแรก เช่น ปั้นจั่น รถไฟฟ้า เป็นต้น



รูปที่ 2.18 แรงบิด กับกระแสอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ควบคุม

2) คุณลักษณะประจำระหว่างความเร็ว กับกระแสอาร์มาเจอร์ของมอเตอร์อนุกรม

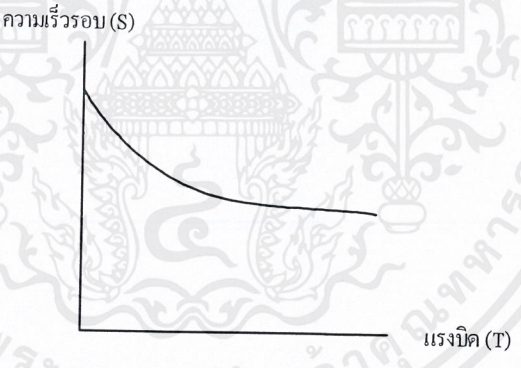
การศึกษานี้เป็นการศึกษาเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว กับกระแสที่อาร์เมเจอร์ได้รับเช่นกัน ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้ เพื่อนำไปใช้งานนั่นเอง อย่างไรก็ดีคุณลักษณะเช่นนี้ สามารถดูได้จากความสัมพันธ์ของสมการ จากสมการพบว่าความเร็ว S เป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงเคลื่อนสวนกลับ Eb แต่ว่า Eb นี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากไม่ว่าที่ค่าภาระทางกลใด ๆ ก็ตาม และพบว่าความเร็วแปรผันกับเส้นแม่เหล็ก แต่เส้นแม่เหล็กนี้แปรผันโดยตรงกับกระแสที่ผ่านอาร์เมเจอร์ นั่นคือความเร็วแปรผันกับกระแสอาร์มาเจอร์ ฉะนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโหลด จึงทำให้ความเร็วมีการแปรผกผันกับเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่า Eb นั่นคือความเร็วแปรผันกับ กระแสอาร์เมเจอร์โดยตรงนั่นเอง ดังรูปที่ 2.18

เมื่อโหลดมาก ๆ จะทำให้มอเตอร์ใช้กระแสอาร์เมเจอร์มาก ๆ ด้วย ดังนั้นความเร็วของมอเตอร์แบบนี้จะลดลงอย่างรวดเร็ว (ซึ่งทำให้ลด Ebลงไปด้วยและนั่นก็คือ กระแสอาร์เมเจอร์ไหลเข้าไปในมอเตอร์มากขึ้น) แต่ในกรณีที่มอเตอร์มีโหลดน้อย ๆ กระแสอาร์เมเจอร์จะน้อยเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงแม่เหล็กก็จะน้อยลงไปด้วยจำนวนมากดังนั้นความเร็วก็จะสูงขึ้นจนอาจเป็นอันตรายต่อมอเตอร์ได้ นั่นคือ สำหรับมอเตอร์แบบอนุกรมนี้ต้องไม่สตาร์ทหรือให้เริ่มหมุนในขณะไม่มีโหลดมิฉะนั้นแล้ว จะทำให้มีความเร็วสูงมากเกินไปจนเป็นอันตรายกับมอเตอร์ได้ อันเนื่องมาจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นในที่นี้ควรจะสังเกตว่ามอเตอร์แบบนี้เป็นมอเตอร์ได้ อันเนื่องมาจากแรงหนีศูนย์กลางที่เกิดขึ้นในที่นี้ควรจะสังเกตว่ามอเตอร์แบบนี้ เป็นมอเตอร์แบบที่มีความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามการเปลี่ยนแปลงของโหลด

3) คุณลักษณะทางกลของเครื่อง **(Mechanical Characteristic)** หรือความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็ว S กับแรงบิด T ที่เกิดขึ้น ความสัมพันธ์ในกรณีนี้ อาศัยหลักเกณฑ์จาก ข้อ(1) และ(2) ที่กล่าวมาแล้วข้างบน โดยพบว่า T เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Ia^2 เมื่อตอนที่เส้นแรงแม่เหล็กยังไม่อิ่มตัวแต่เมื่อ เส้นแรงแม่เหล็กอิ่มตัวแล้ว ก็จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์มาเจอร์เท่านั้น และยังพบจาก ข้อ (2) อีกว่า เมื่อความเร็วสูง ๆ โหลดน้อยส่วนความเร็วต่ำโหลดมาก ดังนั้นจึงนับได้ว่า เมื่อความเร็วสูง มอเตอร์ก็ให้แรงบิดต่ำและในทำนองกลับกัน เมื่อความเร็วต่ำก็ให้แรงบิดสูง ดังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดกับความเร็วไว้ในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 ความเร็วรอบ กับแรงบิดของมอเตอร์อนุกรม

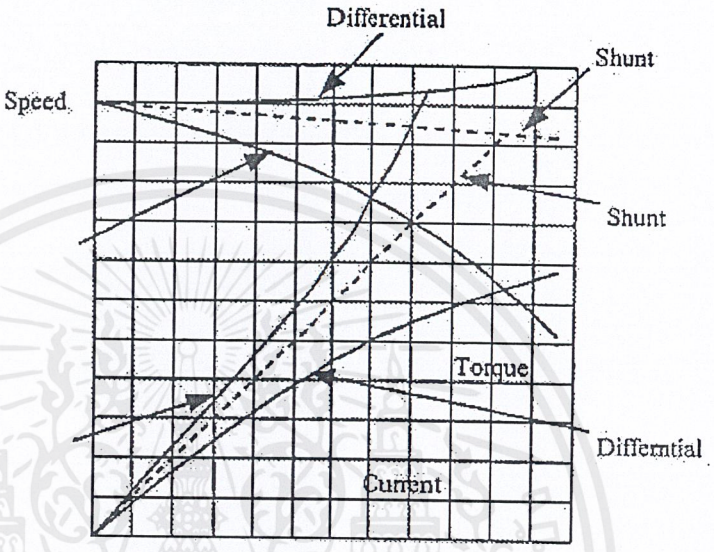
2.11.4 คุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบผสม

ลักษณะประจำตัวของมอเตอร์แบบนี้ก็คือ การนำเอาคุณลักษณะประจำตัวของมอเตอร์ทั้ง 2 แบบมาผสมกันทั้งนี้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน

มอเตอร์แบบผสมชนิดสะสมหรือเสริมสนามแม่เหล็กให้มาก มอเตอร์แบบนี้จะต่อสนามอนุกรมเพิ่มเข้าไป โดยให้มีสนามแม่เหล็กที่ต่อเพิ่มเข้าไปช่วยเพิ่มหรือเสริมกับสนามแม่เหล็กขนานของมอเตอร์แบบขนานดังนี้ จึงทำให้มอเตอร์แบบนี้รวมคุณลักษณะของมอเตอร์ที่เป็นทั้งแบบอนุกรมและขนานเข้าด้วยกัน นั่นคือ ขณะมอเตอร์ได้รับโหลดสนามอนุกรมเพิ่มสนามแม่เหล็กขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงทำให้เกิดแรงบิดมากขึ้นกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนาน อาจกล่าวไปในทางอื่นก็ได้คือ จากการเพิ่มสนามแม่เหล็กนี้ย่อมทำให้ความเร็วลดลงไปรวดเร็วมากกว่าเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนาน นั่นคือเมื่อเพิ่มเส้นแรงแม่เหล็กเข้าไปที่สนามแม่เหล็ก ทำให้ความเร็วนั้นลดลงรวดเร็วเมื่อเป็นมอเตอร์แบบขนานดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 เส้นแรงแม่เหล็กและลักษณะสมบัติของมอเตอร์ขนาน และมอเตอร์อนุกรม

มอเตอร์แบบนี้ เกิดแรงบิดที่อาร์มาเจอร์สูงในขณะที่ได้รับโหลดในทันทีทันใด และยังมีความเร็วค่าหนึ่งในขณะที่ไม่มีภาระหรือโหลด นั่นก็คือแม้ว่าจะไม่มีภาระก็ไม่ทำให้มอเตอร์ความเร็วสูงเกินไปจนอันตรายได้

ในการนำมอเตอร์ชนิดนี้ไปใช้งานนั้น มักนำไปใช้ในการขับโหลดที่หนัก ๆ เช่น เครื่องโม่หิน เครื่องตัดเหล็ก เครื่องอัดย้ำ หรือลิฟท์เป็นต้น เครื่องจักรกลต่าง ๆ เหล่านี้มักไม่สะดวกในการนำมอเตอร์อนุกรมนี้ต้องต่อกับโหลดตลอดเวลา

ข้อดีอย่างหนึ่งของมอเตอร์แบบนี้ก็คือ สามารถที่จะปรับความเร็วของตัวเองให้ลดลงโดยอัตโนมัติ ในขณะที่ได้รับโหลดทันที ในการเริ่มพลังงานกลสะสมของเครื่องแบบนี้ ทำได้โดยการต่อสายพานเข้าไป ซึ่งจะช่วยให้มีเสถียรภาพในการใช้งานดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ คือ เซนเซอร์อะไรและนำไปใช้กับงานประเภทไหน คำตอบก็คือ เซนเซอร์กลุ่มที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสงเสียง และสัญญาณลม ส่วนการนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับการตรวจจับตำแหน่ง ระดับ ขนาด และ รูปร่าง นอกจากนั้นยังสามารถส่งสัญญาณไปให้ตัวนับ นับจำนวนชิ้นงานได้ รวมไปถึงการนำไปใช้ในงานด้านความปลอดภัยไม่ว่าจะเป็นโรงงาน หรือที่พักอาศัย อย่างไรก็ตามเซนเซอร์ประเภทนี้จะใช้กับงานควบคุมเสียงเป็นส่วนใหญ่

เมื่อเรานำพร็อกซิมิตี้เซนเซอร์มาใช้งานในกระบวนการผลิตแทนสวิตซ์แบบกลไกแล้วจะไม่เกิดการสึกหรอหรือแตกหักใดๆทั้งสิ้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่บรรจุอยู่ภายในจะถูกซีลด์ไว้อย่างสมบูรณ์ จึงสามารถป้องกันฝุ่นละอองและความชื้นได้รวมทั้งรับประกันความเชื่อถือได้จึงเป็นเหตุผลให้ได้รับความนิยมในปัจจุบัน

2.12.1 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor)

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์แบบแรกที่เราจะทำความรู้จักกันคือ เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ หรือเรียกกันตามภาษาเทคนิคว่า อินดั๊กตีฟเซนเซอร์ เป็นเซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัย หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงาน หรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น

1) ส่วนประกอบของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

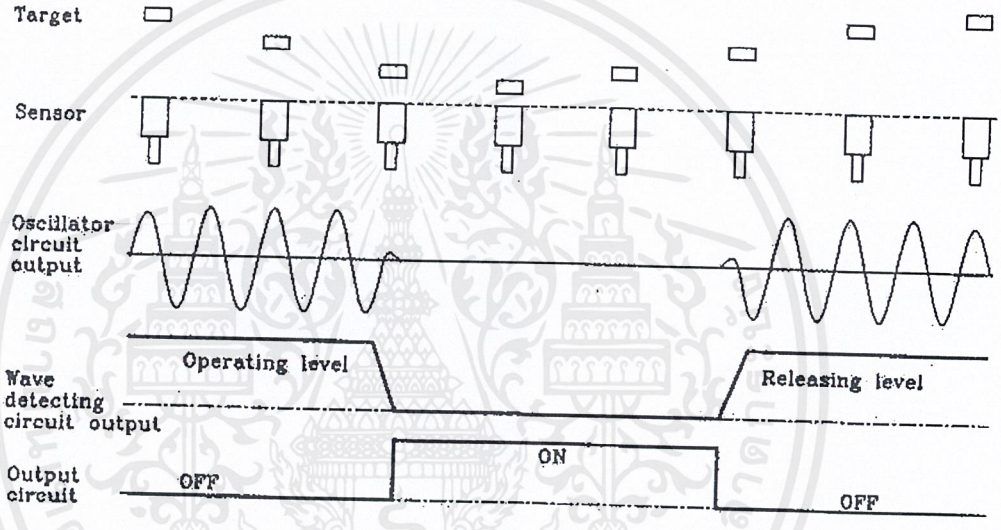
ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ จะประกอบด้วย (1) วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง (Oscillator) (2) วงจรหรือส่วนของการประมวลผล (Evaluator) (3) วงจรแยกแยะสภาวะและสั่งงาน (Trigger) (4) หลอดไฟแสดงสภาวะในการทำงาน (Status display) (5) วงจรขยายสัญญาณและป้องกันเอาต์พุต (Output with Protective Circuit) (6) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากภายนอก (External Voltage) (7) วงจรรักษาระดับแรงดันภายในให้คงที่ (Internal Constant Voltage Supply) (8) ส่วนหรือพื้นที่ที่ใช้ในการตรวจจับซึ่งมีขดลวดอยู่ภายใน (Active Zone ; coil) (9) เอาต์พุตของเซนเซอร์ซึ่งในที่นี้จะเป็น แบบทำงานหรือไม่ทำงาน (On-Off) จากส่วนประกอบหลักดังกล่าว

2) หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ที่บริเวณส่วนหัว (8) ของเซนเซอร์ซึ่งมีสนามแม่เหล็กความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ (1) ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในที่บริเวณสนามแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำจากเหตุการที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงของออสซิลเลท(Oscillate) ลดลงไป หรือบางที่อาจถึงจุดหยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งสภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน (2) และ (3) หลังจากนั้นก็ส่งผลไปยังเอาต์พุต (5) ว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับเอาต์พุตว่าเป็นแบบไหนเพื่อเป็นการลดจินตนาการในการทำความเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้จึงขอแสดงดังรูป



รูปที่ 2.21 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ระยะตรวจจับมาตรฐานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำนั้น หาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (Mild Steel) เป็นวัตถุนำ หากวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็นโลหะอีกชนิดหนึ่ง เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ฯลฯ ระยะการตรวจจับก็จะน้อยลง ทั้งนี้เราสามารถหาค่าได้โดยการเอาค่าตัวประกอบ (Factor) คูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐาน ตัวอย่าง เช่น ค่าตัวประกอบของเหล็กอ่อน เท่ากับ 1 ทองเหลือง เท่ากับ 0.35 ทองแดง เท่ากับ 0.25 ดังนั้นหากระยะการตรวจจับมาตรฐาน (เหล็กอ่อน) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร เมื่อเรานำไปตรวจจับทองเหลืองก็จะเป็น 3.5 และทองแดงเป็น 2.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นต้น

3) รายละเอียดทางเทคนิค

ในการนำเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำไปใช้ในการทำงานนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่เราต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลทางด้านเทคนิค ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1) ระยะการตรวจจับ (Sensing Rang) คือ ระยะที่มีแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ด้านหน้าของส่วนตรวจจับ แล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เปิด (On) เป็น ปิด (Off) หรือ ปิด (Off) เป็น เปิด (On)

3.2) ระยะการตรวจจับทั่วไป (Norminal Sensing Rang ; Sn) คือ ค่าระยะตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัว หรือผลกระทบจากภายนอก เช่น อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

3.3) ระยะการตรวจจับจริง (Real Sensing Rang ; Sr) คือ ระยะการตรวจจับซึ่งวัดค่าได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามค่าที่กำหนด อุณหภูมิที่กำหนด ระยะการตรวจจับจริงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90% ถึง 110% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

3.4) ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sening Rang ; Su) คือ ระยะการตรวจจับซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่หนึ่งตามมาตรฐาน EN 50010 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟ และอุณหภูมิแวดล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์อยู่ในช่วงระหว่าง 81% ถึง 121% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

3.5) ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Rang ; Sw) คือ ระยะใดๆที่เซนเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

3.6) ค่าในการชดเชยระยะที่ถูกต้อง ระยะตรวจจับทั่วไป (Sn) ของเซนเซอร์สามารถที่จะตรวจจับวัตถุได้ตามระยะตรวจจับที่กำหนดได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (Mild Steel) เป็นวัตถุสำหรับตรวจจับ การใช้แผ่นโลหะที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดที่กำหนดไว้ จะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง เช่นเดียวกัน ถ้าแผ่นโลหะนั้นมีผิวโค้งก็จะมีผลต่อการตรวจจับด้วย และระยะการตรวจจับจะเปลี่ยนแปลงไปถ้าวัตถุที่ตรวจจับเป็นโลหะประเภทอื่น ซึ่งจะทราบได้ว่าระยะการตรวจจับสำหรับโลหะประเภทนั้นเป็นเท่าไร โดยคูณระยะมาตรฐานด้วยค่าตัวประกอบ (Factor) ที่ระบุไว้ในตารางคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละรุ่น การใช้เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับแผ่นโลหะบางๆนั้นอาจทำให้ระยะการตรวจจับน้อยกว่าระยะการตรวจจับของแผ่นที่หนาปกติได้ กรณีนี้ขึ้นอยู่กับว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะบางนั้นไปได้มากน้อยเพียงใด ถ้าความหนาของแผ่นโลหะน้อยกว่าระยะที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าทะลุผ่านไป จะทำให้แผ่นโลหะนั้นเกิดกระแสไหลวน (Eddy Current) ซึ่งมีผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของแผ่นโลหะนั้นต่ำลงกว่าค่าปกติ จากผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ระยะการตรวจจับลดลงตามไปด้วย

3.7) ค่าความสามารถในการกระทำซ้ำ (Repeatabillty) สามารถหาได้โดยการวัดสองครั้งติดต่อภายใต้สภาวะที่กำหนดของ EURO-NORM ซึ่งเซนเซอร์ที่ดีควรมีระยะที่เท่ากัน

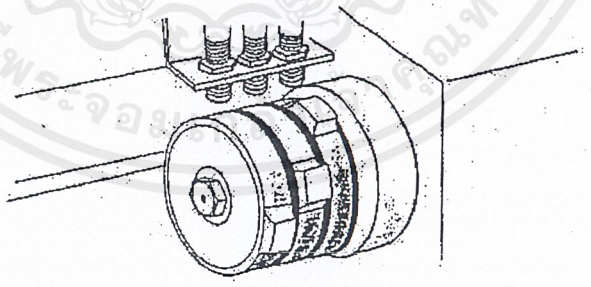
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8) ค่าฮีสเตอร์รีซีสของการตัดต่อ (Switching Hysteresis) คือ ระยะความแตกต่างระหว่างเซนเซอร์ทำงาน (On) กับหยุดทำงาน (Off) เมื่อนำแผ่นโลหะที่ใช้ทดสอบเลื่อนเข้ามาหรือถอยห่างจากบริเวณด้านหน้าส่วนตรวจจับของ เซนเซอร์ค่าฮีสเตอร์รีซีสจะมีค่าเป็นเปอร์เซนต์ของระยะตรวจจับจริง

4. เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบทำงานทางเดียว

ทำไมจึงมีเซนเซอร์ทำงานทางเดียว เหตุผลคือ ในงานบางลักษณะเราไม่สามารถที่จะใช้เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบธรรมดาได้ ตัวอย่างเช่น เราต้องการนับการเคลื่อนที่ออกของก้านสูบของกระบอกสูบตัวหนึ่ง (โดยที่เราต้องการนับเพียงทิศทางการเคลื่อนที่ออกทิศทางเดียวเท่านั้น) หากถามต่อว่า แล้วเซนเซอร์แบบนี้ต่างจากแบบธรรมดาอย่างไร ก็พอจะตอบได้ว่า เซนเซอร์แบบนี้จะประกอบไปด้วยขดลวด 2 ชุด วงจรสร้างความถี่ทั้งสองจะถูกล็อกซึ่งกันและกันทางอิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้มีเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่ทำงานในแต่ละช่วงเวลา เมื่อมีวัตถุที่เป็นโลหะผ่านพื้นที่ที่ตรวจจับ ทำให้การลดทอนสัญญาณของชุดกำเนิดความถี่เรียงตามลำดับ ความแตกต่างของกระแสในขดลวดจะเป็นตัวกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

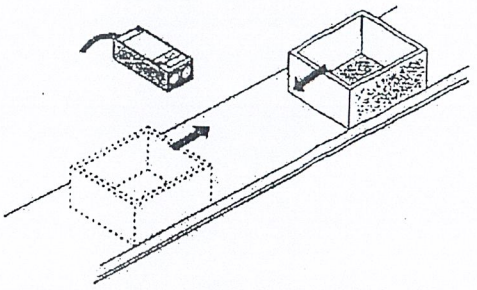
ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ โดยการนำมาทำเป็นอุปกรณ์ควบคุมแบบเรียงลำดับ (Sequencer) ซึ่งใช้เพลาลูกเบี้ยวเป็นตัวกำหนดในการให้สัญญาณดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.22 เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบทางเดียว

ส่วนอีกตัวอย่างในรูปที่ 2.23 เป็นการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบทำงานทางเดียวตรวจจับชิ้นงานที่เป็นโลหะบนสายพานลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์แบบทางเดียว

2.12.2 เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor)

เมื่อเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับได้เฉพาะชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะแล้วหากชิ้นงานที่ต้องการตรวจสอบไม่ได้เป็นโลหะจะทำอย่างไร พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ยังมีอีกหลายชนิดและชนิดหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการได้ก็คือ เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ หรือภาษาทางเทคนิคเรียกว่า คาปาตีฟเซนเซอร์ เป็นเซนเซอร์วัดความเปลี่ยนแปลงค่าของความจุ

เซนเซอร์ประเภทนี้ จะมีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ การเปลี่ยนแปลงค่าความจุซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของ วัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ สนามไฟฟ้าที่บริเวณตรวจจับของตัวเซนเซอร์กำเนิดขึ้นโดยใช้ Active Electrode และ Earth Electrode นอกจากนั้นยังมีอิเล็กโทรดชดเชย ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันและชดเชยผลของความชื้นที่ด้านหน้าของบริเวณตรวจจับถ้ามีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณนี้ ค่าความจุของวงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็จะเปลี่ยนไป

การแสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ แต่เซนเซอร์ชนิดนี้จะทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ ลักษณะการกระจายของสนามไฟฟ้าที่บริเวณด้านหน้าของส่วนตรวจจับ จะคล้ายคลึงกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ กล่าวคือ เมื่อมีวัตถุใดๆเคลื่อนที่เข้ามาในสนามไฟฟ้านี้ ก็จะทำให้ค่าความจุของวงจรกำเนิดคลื่นความถี่มีการเปลี่ยนแปลไป ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวนี้ จะขึ้นอยู่กับค่าระยะทางระหว่างตัวกลางหรือวัตถุกับด้านหน้าของส่วนตรวจจับ ค่าคงที่ทางไฟฟ้าของตัวกลาง (Dielectric Constant) รวมทั้งขนาดและรูปร่างของตัวกลาง

เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ สามารถตรวจจับวัตถุตัวกลางได้ทั้งที่เป็นโลหะและไม่เป็นโลหะ สภาวะการทำงาน (On) และไม่ทำงาน (Off) นั้นเกิดจากการแยกแยะสภาวะของวงจรกำเนิดคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

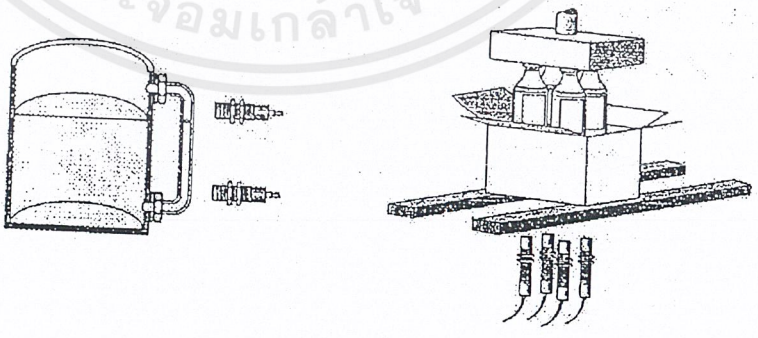
ความถี่ ว่ามีออสซิลเลทหรือไม่มีการออสซิลเลทด้วยวิธีการเช่นเดียวกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำนั้นเอง ระยะการตรวจจับมาตรฐานของเซนเซอร์แบบนี้หาได้โดยใช้แผ่นโลหะเป็นวัตถุตัวกลาง เมื่อตัวกลางเป็นวัตถุชนิดอื่นระยะทางก็จะแตกต่างกันออกไป โดยคูณด้วยค่าตัวประกอบ (Factor)

ตัวปรับโพเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) ของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ มีไว้สำหรับการปรับแต่งความไวของระยะตรวจจับ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการปรับแต่งไม่ให้ตรวจจับวัตถุบางอย่างที่ขวางกั้นอยู่หน้าวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ตัวอย่างเช่น การตรวจจับน้ำที่อยู่ในภาชนะบรรจุ ตรวจจับขวดในกล่องกระดาษ เป็นต้น



รูปที่ 2.24 การปรับโพเทนชิโอมิเตอร์

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุในรูปที่ 2.25 เป็นการตรวจจับระดับของของเหลวในภาชนะบรรจุ และการตรวจเช็คจำนวนขวดในกล่องกระดาษ



รูปที่ 2.25 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ

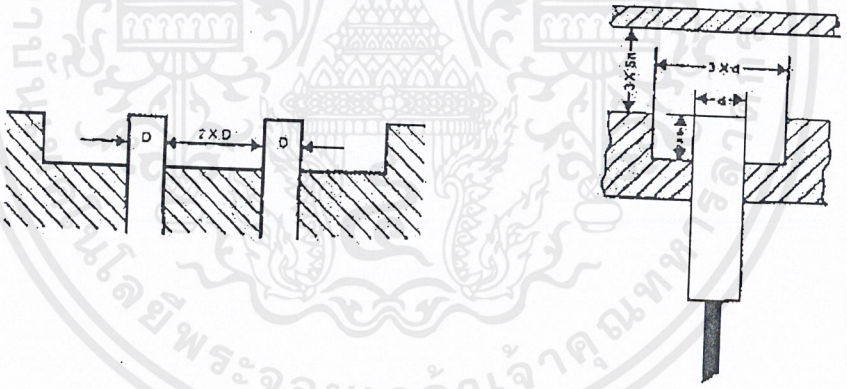
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.3 การติดตั้งเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำและชนิดเก็บประจุ

การติดตั้งเซนเซอร์ประเภทดังกล่าวโดยทั่วไปสามารถกระทำได้ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ แบบฝัง (Flush) และแบบติดตั้งภายนอกหรือไม่ฝัง (Non-Flush) โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของงานและการเลือกรุ่น การติดตั้งแบบฝัง (Flush) สามารถติดตั้งให้ตัวเซนเซอร์ทั้งตัวฝังอยู่ในโลหะ โดยให้ผิวด้านหน้าหรือบริเวณตรวจจับอยู่เสมอกันกับแผ่นโลหะที่ยึดติดอยู่ได้ การติดตั้งแบบไม่ฝัง (Non-Flush) การติดตั้งแบบนี้สามารถฝังตัวเซนเซอร์กับโลหะได้เฉพาะส่วนกลางถึงส่วนหลัง และต้องให้บริเวณรอบๆส่วนตรวจจับมีพื้นที่ว่างเว้นไว้ส่วนหนึ่ง และเมื่อจะติดตั้งเซนเซอร์หลายๆตัว ซึ่งอยู่ใกล้ๆกันหรือติดตั้งตรงข้ามกันจะต้องคำนึงถึงระยะห่างในแต่ละตัวด้วย

1) การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงกระบอก

1.1) การติดตั้งแบบฝัง (Flush) สามารถติดตั้งให้ด้านหน้าส่วนตรวจจับเสมอกับโลหะที่ยึดได้โดยด้านตรงข้ามของเซนเซอร์ไม่ควรมีโลหะอื่นอยู่ใกล้กว่า 3 เท่าของระยะตรวจจับ และในกรณีที่ติดตั้งเซนเซอร์หลายตัวระยะห่างแต่ละตัว ควรมีค่ามากกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์



รูปที่ 2.26 การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงกระบอกแบบฝัง

เมื่อกำหนดให้

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์

2×Sn = ส่วนปลายของหัวตรวจจับจะต้องสูงจากโลหะเป็น 2 เท่าของระยะตรวจจับ

3×Sn = ส่วนปลายของหัวตรวจจับไม่ควรมีโลหะอื่นอยู่ใกล้กว่า 3 เท่าของระยะตรวจจับ

3×d = ระยะห่างทั้งสองด้านของเซนเซอร์ควรมีระยะมากกว่า3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2×d = การติดตั้งเซนเซอร์ 2 ตัว ไว้ใกล้กันควรมีระยะห่างเป็น 2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเซนเซอร์

2) การติดตั้งเซนเซอร์รูปทรงสี่เหลี่ยม

เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน EURO (EN 50026) ในการติดตั้งยึดเข้ากับโลหะทั้งในแบบฝัง (Flush) และไม่ฝัง (Non-Flush) จะต้องระมัดระวังในสิ่งต่างๆต่อไปนี้

2.1) การติดตั้งแบบไม่ฝัง (Non-Flush) การติดตั้งตรงข้ามกันต้องมีระยะห่างไม่น้อยกว่า 8 เท่าของระยะตรวจจับกรณีติดตั้งเซนเซอร์ในแนวเดียวกันต้องมีระยะห่างเป็น 2 เท่าของตัวเซนเซอร์

2.2) การติดตั้งแบบฝัง (flush) การติดตั้งแบบฝัง (flush) ในแนวเดียวกันต้องมีระยะห่างเป็น 1 เท่าของความกว้างของตัวเซนเซอร์

2.12.4 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor)

ในงานบางลักษณะ ที่เราต้องการการตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซนเซอร์ค่อนข้างมากซึ่งอาจมีค่าเป็นเมตร ถามว่าเราควรใช้เซนเซอร์ชนิดไหนดี แนวทางหนึ่งก็คือการใช้เซนเซอร์ชนิดใช้แสงในการตรวจจับ หากถามว่าแล้วเซนเซอร์ทั้งสองแบบที่ผ่านมา คือ แบบเหนี่ยวนำและชนิดเก็บประจุไม่สามารถใช้ได้หรือ คำตอบก็คือ เซนเซอร์ทั้งสองแบบที่ผ่านมาระยะการตรวจจับสูงสุดประมาณ 50 มิลลิเมตรหรืออย่างมากไม่เกิน 100 มิลลิเมตร หากต้องการระยะการตรวจจับที่มากกว่านี้ก็จะทำให้มีขนาดที่ใหญ่ เพื่อทำให้สนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นซึ่งอาจจะส่งผลกระทบกับระบบอื่นๆได้ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์อีกด้วย

นอกจากจะมีคุณลักษณะที่เด่นในการตรวจจับที่ระยะไกลแล้ว เซนเซอร์แบบนี้ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือ สามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ นอกจากนั้นยังสามารถตรวจจับวัตถุในบริเวณที่เซนเซอร์แบบทั่วไปไม่สามารถใช้งานได้ เช่น บริเวณที่มีเนื้อที่การติดตั้งจำกัด บริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กๆ เป็นต้น

1) ชนิดของตัวรับแสงและส่งแสง

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงจะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตัวส่งแสงและตัวรับแสงลักษณะของการตรวจจับนั้นเกิดขึ้นจากการที่ลำแสงของตัวส่งส่งไปสะท้อนกับวัตถุ หรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ และมีผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1) ตัวรับแสง จะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) หรือ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ทำหน้าที่เป็นตัวรับแสง และแปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

1.2) ตัวกำเนิดแสง มีหลายประเภทด้วยกันคือ

1.2.1) หลอดแบบมีไส้ เป็นเซนเซอร์รุ่นเก่าที่เคยใช้กัน มีข้อเสียตรงที่ขาดง่ายและมีขนาดที่ค่อนข้างใหญ่ใช้พลังงานมาก ซึ่งปัจจุบันยังพอมีใช้อยู่โดยใช้กับงานเฉพาะอย่าง

1.2.2) หลอด LED (Light Emitting Diode) เป็นอุปกรณ์กำเนิดแสงที่มีขนาดเล็ก มีความทนทานสูงนิยมใช้กันมากในเซนเซอร์รุ่นใหม่

1.2.3) LED แบบแสงอินฟราเรด (Infrared) จะเป็นแสงอินฟราเรดมีความยาวของคลื่นอยู่ในช่วง 910 ถึง 950 นาโนเมตร มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ให้ความเข้มของแสงสูงจึงส่งไปได้ในระยะไกลและสามารถส่งทะลุวัตถุบางชนิดได้ แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้

1.2.4) LED แบบแสงสีแดง เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 660 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงปานกลาง เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีแดงจะสามารถตรวจจับเครื่องหมาย (Mark) สีดำ น้ำเงิน หรือ เขียว บนพื้นสีขาวได้

1.2.5) LED แบบแสงสีเขียว เป็นแสงที่ตามองเห็น มีความยาวคลื่นประมาณ 560 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงต่ำ เซนเซอร์ที่ใช้แสงสีเขียว จะมีระยะการตรวจจับใกล้ แต่สามารถตรวจจับเครื่องหมาย (Mark) สีแดงบนพื้นสีขาวได้

1.2.6) LED แบบแสงเลเซอร์ แสงเลเซอร์ (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) เป็นแสงที่ถูกขยายโดยการกระตุ้นให้แผ่รังสีออก โดยปกติแล้วแสงที่เราเห็นทั่วๆไปไม่ว่าจะเป็น แสงจากหลอดไฟ แสงจากดวงอาทิตย์ จะเป็นแสงที่กระจายออกมารอบจุดกำเนิด มีหลายความถี่หรือหลายสี แต่เลเซอร์จะมีคุณสมบัติให้แสงเดียว สีเดียวและเฟสเดียว ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้แสงเลเซอร์เป็นแสงที่มีความเข้มสูง แสงเลเซอร์จะมีความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.01 มิลลิเมตร

2) เทคนิคในการรับส่งลำแสง

2.1) วิธีการรับส่งแบบทั่วไป เป็นวิธีตัวส่งแสงส่งลำแสงไปได้อย่างต่อเนื่องปกติเหมือนกับแสงตามธรรมชาติ วิธีนี้ระยะการตรวจจับจะไม่ไกลนักและอาจจะถูกแสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย

2.2) วิธีการรับส่งแบบพัลส์ เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงจะส่งลำแสงเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วยความถี่ที่สูง และที่ส่วนของตัวรับก็จะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณแสงนี้โดยเฉพาะ ด้วยวิธีนี้จะทำให้ระยะการตรวจจับทำได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

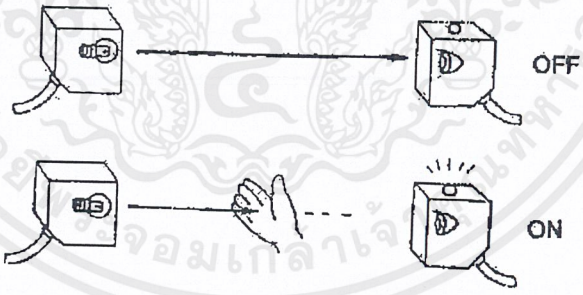
3) โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสง

โครงสร้างของเซนเซอร์ชนิดรับส่งลำแสงโดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ แสดงดังรูป กล่าวคือ (1) วงจรกำเนิดคลื่นหรือพัลส์ความถี่สูง (2) แหล่งกำเนิดแสงซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ LED (3) อุปกรณ์รับแสง โดยส่วนมากจะใช้โฟโต้ไดโอด หรือโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (4) อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Preamplifier) (5) อุปกรณ์เปรียบเทียบสัญญาณจากแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ และสัญญาณจากตัวรับแสง (Logic Operation) (6) อุปกรณ์แยกแยะสัญญาณให้ทำงานหรือไม่ทำงาน (7) หลอดไฟแสดงการทำงาน (8) เอาต์พุตและวงจรป้องกัน (9) แหล่งจ่ายแรงดันภายนอก (10) วงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่

เซนเซอร์ชนิดใช้แสงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นหากแบ่งตามวิธีการตรวจจับ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มด้วยกันซึ่งทั้งนี้ตัวส่งและตัวรับแสงอาจจะอยู่รวมภายในห้องเดียวกันหรือแยกกันอยู่คนละที่กันก็ได้

4) เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด (Through-Beam Sensor)

เซนเซอร์แบบนี้จะแยกตัวส่งและตัวรับสัญญาณออกจากกัน และให้วัตถุที่ต้องการตรวจจับเคลื่อนที่ผ่านระหว่างกลาง



รูปที่ 2.27 เซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

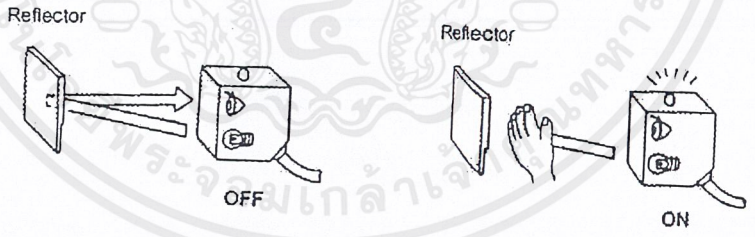
ตารางที่ 2.6. การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด

ข้อดี	ข้อเสีย
1) ระยะตรวจจับไกล 2) ความแม่นยำค่อนข้างสูง 3) สีและผิวของวัตถุไม่มีผลต่อการทำงาน	1) ใช้เนื้อที่ในการติดตั้ง 2) ต้องจ่ายไฟทั้งตัวส่งและตัวรับ 3) ไม่สามารถตรวจจับวัตถุโปร่งใสได้

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอด แสดงดังรูป เป็นการนำเซนเซอร์ไปใช้ตรวจจับขนาดและรูปร่างของชิ้นงานบนสายพานลำเลียง โดยแยกแยะชิ้นงานที่มีขนาดเท่ากันไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนรูปที่ 2.27 เป็นการนำเซนเซอร์ไปใช้ในการควบคุมการปิดเปิดประตูอัตโนมัติ รวมทั้งสามารถนำเอาสัญญาณที่ได้ต่อเข้ากับอุปกรณ์นับจำนวน (Counter) ก็ได้

5) เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ (Retro-Reflective Sensor)

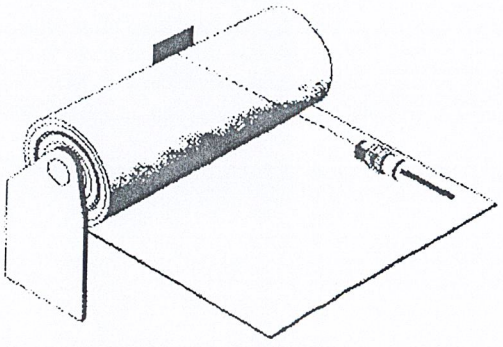
เซนเซอร์ประเภทนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงไว้ภายในตัวเดียวกัน และใช้แผ่นสะท้อนแสง (reflector) สะท้อนแสงกลับ



รูปที่ 2.28 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ

ส่วนตัวอย่างในรูปที่ 2.28 เป็นการนำเอาเซนเซอร์มาใช้ในการตรวจจับขนาดของแผ่นวัตถุที่ม้วนเป็นขด ว่าขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางนั้นได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

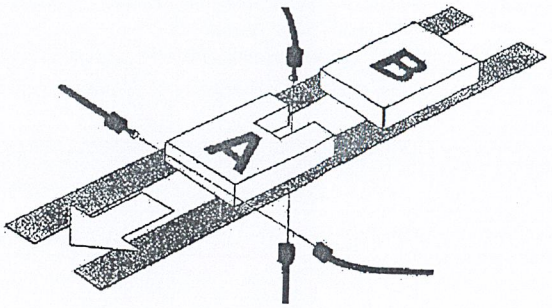


รูปที่ 2.29 การประยุกต์ใช้งานของเซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อนกลับ

6) เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง (Diffuse-Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้ ตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงจะอยู่ภายในตัวเดียวกัน แล้วใช้วัตถุหรือชิ้นงานเป็นตัวสะท้อนกลับดังที่ทราบว่าเซนเซอร์แบบนี้ ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของชิ้นงาน และตารางต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของค่าตัวคูณประกอบ (Factor) ของเซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรงในการตรวจจับชิ้นงานประเภทต่างๆในงานบางประเภทไม่สามารถที่จะติดตั้งตัวเซนเซอร์ได้ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากไม่มีพื้นที่ในการติดตั้ง หรือพื้นที่เหล่านั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ตัวเซนเซอร์ หรือเป็นงานที่ต้องการความแม่นยำและแน่นอนในการตรวจจับค่อนข้างสูง สายไฟเบอร์ออพติกหรือสายใยแก้วจึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว การทำงานของสายใยแก้วอยู่บนพื้นฐานของผลรวมของการสะท้อนแสงภายในสาย โดยในที่นี้ส่วนมากจะใช้เป็นสายเดี่ยว ซึ่งภายนอกจะหุ้มด้วยวัสดุจำพวกพลาสติก หรือโลหะที่ทนอุณหภูมิสูงและสามารถโค้งงอตัวได้การนำสายใยแก้วมาใช้กับเซนเซอร์ชนิดใช้แสงนี้ ส่วนมากจะใช้กับเซนเซอร์แบบลำแสงผ่านตลอดและแบบตรวจจับโดยตรง ซึ่งเซนเซอร์ทั้งสองแบบนี้อาจจะอยู่ในรูปแบบทรงกระบอกหรือรูปทรงสี่เหลี่ยมก็ได้ ในรูปที่ 2.30 เป็นการประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการตรวจสอบขนาดของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 การประยุกต์ใช้สายใยแก้วในการทำงาน

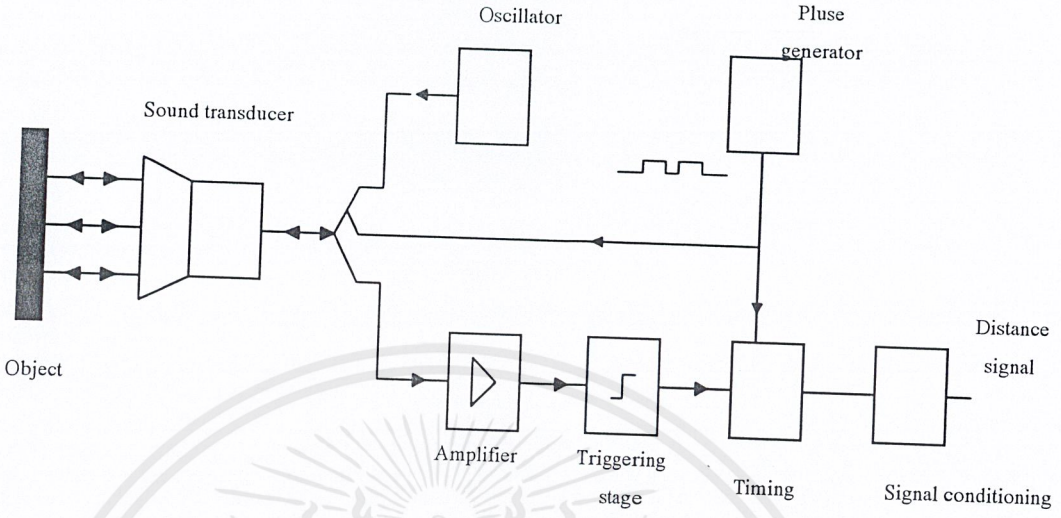
2.12.5 เซนเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic Sensor)

คลื่นเสียงก็สามารถที่จะนำมาเป็นเซนเซอร์ได้ เนื่องจากในงานบางลักษณะไม่สามารถที่จะใช้เซนเซอร์ประเภทต่างๆที่กล่าวมาได้ ตัวอย่างเช่น การตรวจจับของเหลวในภาชนะบรรจุ ตรวจจับระดับความลึกของแหล่งน้ำ ตรวจจับพื้นผิวถนนสำหรับยวดยานบางชนิด เป็นต้นคลื่นเสียงที่นำมาใช้ทำเซนเซอร์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงความถี่ประมาณ 20 kHz ถึง 1 GHz โดยคลื่นเสียงที่อยู่ในช่วงดังกล่าวนี้เรียกว่า อุลตร้าซาวด์ ซึ่งจะอยู่เหนือคลื่นเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินได้ โดยทั่วไปคลื่นเสียงที่มนุษย์ได้ยินจะอยู่ในช่วง 20 Hz ถึง 20 kHz

1) โครงสร้างและการทำงาน

โครงสร้างของอุลตร้าโซนิกเซนเซอร์โดยทั่วไป จะประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้ แหล่งกำเนิดคลื่นสัญญาณทางไฟฟ้า (Pulse Generator) ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมสวิตซ์ตัดต่อในการส่งและรับสัญญาณ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง (Oscillator) เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียงและจากคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า (Sound Transducer) อุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) ส่วนของการแยกแยะสัญญาณ (Triggering Stage) ส่วนของการตรวจสอบระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปและกลับของคลื่นเสียง (Timing Stage) และส่วนของเงื่อนไขทางสัญญาณหรือภาคเอาต์พุตหลักการทำงาน คลื่นความถี่สูงทางไฟฟ้าจากวงจรกำเนิดคลื่นความถี่ (Oscillator) จะถูกส่งไปยังอุปกรณ์เปลี่ยนคลื่นความถี่ไฟฟ้าเป็นคลื่นความถี่เสียง (Sound Transducer) โดยผ่านสวิตซ์ที่ถูกควบคุมด้วยวงจรสร้างพัลส์ (Pulse Generator) เมื่อคลื่นเสียงไปกระทบกับวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ก็จะสะท้อนกลับเข้ามายังอุปกรณ์เปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นคลื่นสัญญาณไฟฟ้า (Sound Transducer) ในขณะเดียวกันกับที่สวิตซ์จะต่อสัญญาณไฟฟ้าเหล่านั้นเข้ากับอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Amplifier) แล้วทำการแยกแยะว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน และทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณเพื่อเปลี่ยนหรือหาค่าระยะทางที่ใช้ในการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 แสดงส่วนประกอบของเซนเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง

2) การติดตั้งและใช้งาน

การใช้เซนเซอร์ชนิดคลื่นเสียงในการตรวจจับวัตถุนั้น สามารถกระทำได้กับวัตถุเกือบทุกประเภท โดยไม่ขึ้นอยู่กับรูปร่าง สี ของแข็งหรือของเหลว ฝุ่นผง แต่จะต้องระมัดระวังในกรณีที่วัตถุนั้นสามารถดูดซับเสียงได้ ในการติดตั้งเซนเซอร์ประเภทนี้นั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับเซนเซอร์ชนิดใช้แสง

ตารางที่ 2.7 ระยะข้างเคียงรวมทั้งผนังด้านหลังที่มีผลต่อการสะท้อน

ระยะตรวจจับของเซนเซอร์ (Cm)	ระยะด้านข้างและด้านหลัง (Cm)
6 - 30	> 3
20 – 100	> 15
80 - 600	> 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.6 แม็กเนติกเซนเซอร์ (Magnetic Sensor)

การควบคุมตำแหน่งในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เมื่อก่อนนั้น จะใช้ลิมิตสวิตซ์ในการควบคุมแต่เนื่องจากลิมิตสวิตซ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานด้วย ระบบกลไกจึงมีข้อเสียอยู่หลายประการด้วยกันดังกล่าวแล้วข้างต้น ในปัจจุบันจึงมีผู้นิยมหันมาใช้สวิตซ์แม่เหล็กหรือแม็กเนติกสวิตซ์มากขึ้น โดยเฉพาะอุปกรณ์ทำงาน (Actuator) ในระบบนิวแมติกส์

รูปแบบภายนอกของแม็กเนติกเซนเซอร์จะมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ หากถามว่าแล้วเซนเซอร์ชนิดนี้มีหลักการทำงานอย่างไร คำตอบก็คือ ทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ดังนั้นแม็กเนติกเซนเซอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ จะต้องมีแม่เหล็กถาวรอยู่ภายใน นอกนั้นเซนเซอร์ประเภทนี้จะใช้งานในรูปแบบอื่นก็ได้ แต่ข้อสำคัญจะต้องมีแม่เหล็กในการสั่งงาน

1) รีดสวิตซ์ (Reed Switch)

รีดสวิตซ์ คือ แม็กเนติกเซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วจะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open ; NO) สวิตซ์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนาม แม่เหล็กซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวรหรือแม่เหล็กไฟฟ้า ก็ได้แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (Ferromagnetic) เช่น เหล็กผสมนิเกิล (Fe-Ni Alloy) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆที่มีการเติมก๊าซเฉื่อย เพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าทำงานเร็วยิ่งขึ้น

1.1) โครงสร้างและหลักการทำงาน

การทำงานของรีดสวิตซ์ที่ติดตั้งบนอุปกรณ์ทำงาน หรือกระบอกสูบในระบบนิวแมติกส์หลักการทำงาน เป็นการแสดงสภาวะปกติของรีดสวิตซ์ในขณะที่ลูกสูบซึ่งมีแม่เหล็กถาวรติดตั้งอยู่ ไม่ได้เคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตซ์ ในสภาวะนี้หน้าสัมผัสจะเปิดวงจร แต่เมื่อไรก็ตามที่ลูกสูบเคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งรีดสวิตซ์ สนามแม่เหล็กจากลูกสูบก็จะส่งผลให้หน้าสัมผัสต่อถึงกันหรือปิดวงจร ซึ่งเป็นสภาวะทำงานนั้นเองทิศทางของสนามแม่เหล็กในอุปกรณ์ทำงานของระบบนิวแมติกส์หรือไฮดรอลิกส์นั้น ได้มีการออกแบบและถูกกำหนดให้มีผลต่อการทำงานสูงสุดไว้เป็นที่เรียบร้อยแล้วแต่หากเราคิดจะออกแบบและนำไปติดตั้งร่วมกับสนามแม่เหล็กจากแหล่งอื่น จะต้องระมัดระวังและพิจารณาให้ดีเนื่องจากจะมีผลต่อการทำงานของรีดสวิตซ์ ผลของทิศทางสนามแม่เหล็กต่อการทำงานของรีดสวิตซ์แสดง ในรูปสามารถอธิบายผลที่เกิดขึ้นได้ดังต่อไปนี้ ภาพ (A) จะเป็นการแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแม่เหล็กถาวรซึ่งขั้วแม่เหล็กจะขนานกับตัวรีดสวิตซ์ โอกาสที่หน้าสัมผัสของรีดสวิตซ์จะต่อถึงกันได้มากที่สุดก็คือตำแหน่งตรงกลาง ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็กจะตั้งฉากกับตัวรีดสวิตซ์ การติดตั้งในลักษณะนี้จะส่งผลให้หน้าสัมผัสของตัวรีดสวิตซ์ต่อถึงกันถึงสองครั้ง

2) อิเล็กทรอนิกส์สวิตซ์

แม็กเนติกเซนเซอร์ประเภทนี้ อาศัยหลักการตัดต่อหรือใช้วิธีให้สัญญาณโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หากถามว่าเซนเซอร์ชนิดนี้แตกต่างจากรีดสวิตซ์อย่างไร คำตอบก็คือเหมือนกันในส่วนที่มีสนามแม่เหล็กในการทำงาน แต่ต่างกันในเรื่องความไวและอายุการใช้งาน แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์การตัดต่อสัญญาณ จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกล ทำให้มีความไวในการทำงานที่สูงกว่ารีดสวิตซ์ นอกจากนั้นยังส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานกว่าอีกด้วย อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจในเรื่องความแตกต่างของเซนเซอร์ทั้งสองชนิดก็คือ แม็กเนติกเซนเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์สวิตซ์นั้นหากไม่มีหลอดไฟส่วนมาก จะใช้กับไฟกระแสตรงและต้องต่อสัญญาณไฟให้ถูกต้องตามที่กำหนด ส่วนรีดแสดงสัญญาณ (LED) สามารถใช้ได้ทั้งไฟตรงและไฟสลับ และยังสามารถสลับขั้วการต่อได้

2.1) โครงสร้างและการทำงาน

เซนเซอร์แบบนี้จะมีโครงสร้างคล้ายกับเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ(Inductive Sensor) แต่จะมีส่วนที่ต่างกันตรงที่เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ ขดลวดจะพันอยู่บนแกนเหล็กแบบเปิด (Half-Shell Core) แต่เซนเซอร์แบบนี้จะใช้แกนเหล็กแบบปิด (Closed-Shell Core) เมื่อมีสนามแม่เหล็กเข้ามาจะทำให้เกิดจุดอิ่มตัวขึ้น ยังผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีวงจรตรวจจับสัญญาณที่เกิดขึ้น แล้วส่งผลที่ได้ไปยังด้านเอาต์พุต นอกจากนั้นทิศทางของสนามแม่เหล็กจะมีผลต่อการตอบสนองในการทำงานเช่นเดียวกับรีดสวิตซ์

2.12.7 นิวแมติกส์เซนเซอร์ (Pneumatics Proximity Sensor)

สำหรับงานอุตสาหกรรมบางประเภท หรือ บริเวณพื้นที่บางพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่เกี่ยวกับสารประเภทไวไฟ พื้นที่ที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง หรือ มีฝุ่นผง การใช้เซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยสัญญาณทางไฟฟ้าดังกล่าวมาในข้างต้น คงไม่ใช่ทางออกที่ดีและปลอดภัยอย่างแน่นอน จากปัจจัยดังกล่าวจึงได้มีการนำเอาเซนเซอร์ลมหรือนิวแมติกส์เซนเซอร์ มาใช้ในการตรวจจับและทำงานในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว

1) หลักการทำงานทั่วไปของนิวแมติกส์เซนเซอร์

เซนเซอร์ประเภทนี้ทำงานโดยอาศัยความดันลมที่มีใช้อยู่ทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งความดันลมที่ใช้จะมีค่าที่ต่ำ คือ อยู่ในช่วง 1 บาร์ เหตุผลที่ใช้ความดันลมต่ำก็เนื่องมาจากเซนเซอร์แบบนี้จะทำงานที่รูปแบบการไหลของลมเป็นแบบราบเรียบ (Laminar Flow)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิวแมติกส์เซนเซอร์ทำงานที่ความดันต่ำ ดังนั้นความดันลมที่ใช้ปกติในโรงงานจึงต้องผ่านอุปกรณ์ปรับลดความดัน (Regulator) เสียก่อน และสัญญาณที่ได้จากตัวเซนเซอร์ก็มีความดันต่ำด้วย ดังนั้นก่อนนำไปใช้กับอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยความดันปกติ จึงต้องผ่านอุปกรณ์ขยายความดันลม (Amplifier) เสียก่อน

2) ประเภทของนิวแมติกส์เซนเซอร์

นิวแมติกส์เซนเซอร์ทำงานแบบไม่สัมผัสกับวัตถุนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น2 ประเภทด้วยกันคือ แบบสะท้อนกลับ (Reflex Sensor) และแบบมีตัวรับและตัวส่งสัญญาณลม (Air Barriers)

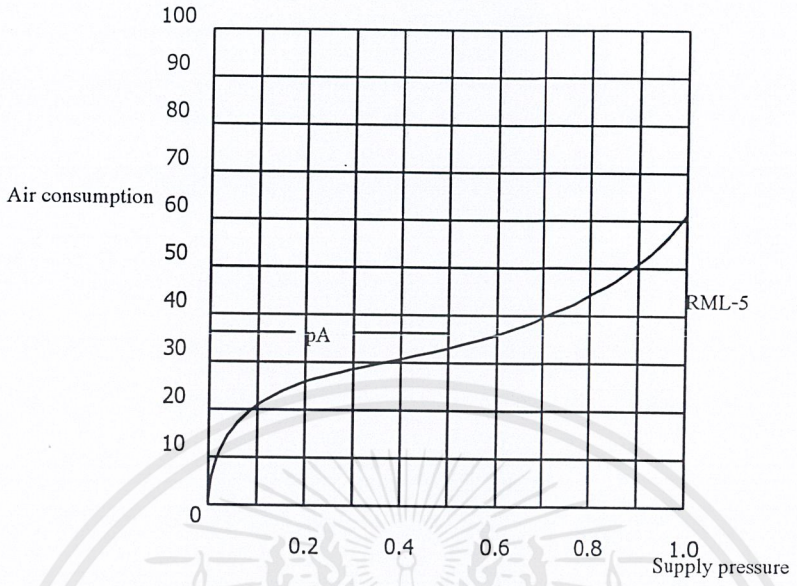
3) เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับ (Reflex Sensor)

เป็นเซนเซอร์ที่อาศัยการสะท้อนกลับของสัญญาณลมโครงสร้างของเซนเซอร์ ประเภทนี้จะประกอบด้วยท่อกลมที่ล้อมรอบท่อกลมเล็กที่อยู่ตรงกลางอีกที โดยที่กลมตัวนอกจะเป็นตัวส่งสัญญาณลม และท่อกลมตรงกลางจะเป็นตัวรับการสะท้อนกลับ โครงสร้างแสดงดังรูป หลักการทำงานในสภาวะปกติ

เมื่อยังไม่มีวัตถุเข้ามา ในบริเวณที่เซนเซอร์ส่งสัญญาณลมออกไปตรวจจับ สัญญาณลมจาก Pก็จะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกโดยอิสระ แต่เมื่อไรก็ตามที่มีวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณที่เซนเซอร์สามารถส่งสัญญาณไปถึง สัญญาณลมที่ส่งออกไปจาก P ก็จะสะท้อนกลับเข้ามาทาง A

นิวแมติกส์เซนเซอร์จะมีการปล่อยลมออกสู่ภายนอกอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้มีอัตราการสูญเสียลมขึ้น (Air Consumption) รูปที่ 2.38 แสดงกราฟตัวอย่างของนิวแมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับ โดยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความดันที่จ่ายให้กับความสูญเสียที่เกิดขึ้น ส่วนในรูปขวามือเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับกับสัญญาณความดันที่ได้ เมื่อจ่ายความดันลมที่ 0.5 บาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



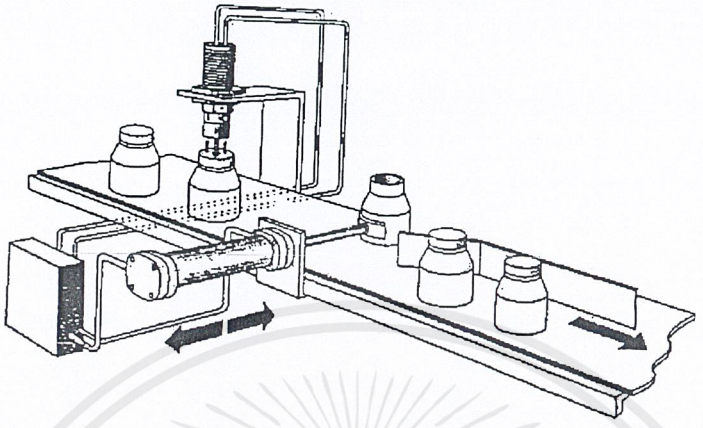
รูปที่ 2.32 กราฟตัวอย่างของนิวเมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับ

4) เซนเซอร์แบบมีตัวส่งและตัวรับสัญญาณ (Air Barriers)

เซนเซอร์แบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับเซนเซอร์ชนิดใช้แสงแบบลำแสงผ่านตลอด คือ จะมีการแยกตัวรับและตัวส่งสัญญาณลมออกจากกัน ทำให้ระยะทางที่ใช้ในการตรวจจับจะมากกว่าแบบที่ผ่านมา โครงสร้างแสดงดังรูป หลักการทำงานในสภาวะปกติเมื่อใส่ความดันลมซึ่งมีความดันต่ำเข้าที่ P ของตัวส่งและรับสัญญาณ ความดันลมที่พ่นเข้าใส่กันมีผลทำให้ตัวรับมีการไหลย้อนกลับของความดันออกที่ A ในสภาวะที่มีวัตถุเลื่อนเข้ามาอยู่ในตำแหน่งระหว่างตัวส่งและตัวรับทำให้ A ไม่มีสัญญาณความดันลม

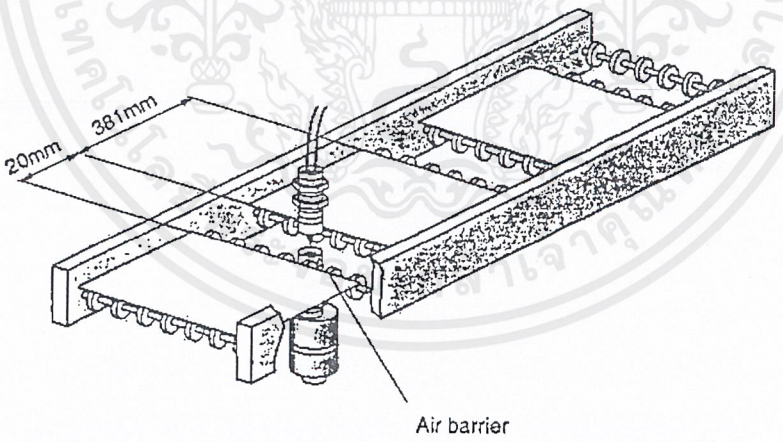
ในรูปที่ 2.33 เป็นตัวอย่างการนำนิวแมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับมาใช้ตรวจเช็คชิ้นงานบนสายพานลำเลียงร่วมกับอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 นิวแมติกส์เซนเซอร์แบบสะท้อนกลับตรวจชิ้นงาน

รูปที่ 2.34 เป็นตัวอย่างการนำเอานิวแมติกส์เซนเซอร์แบบใช้ตัวรับและตัวส่งสัญญาณมาตรวจนับชิ้นงานบนลูกกลิ้งลำเลียง

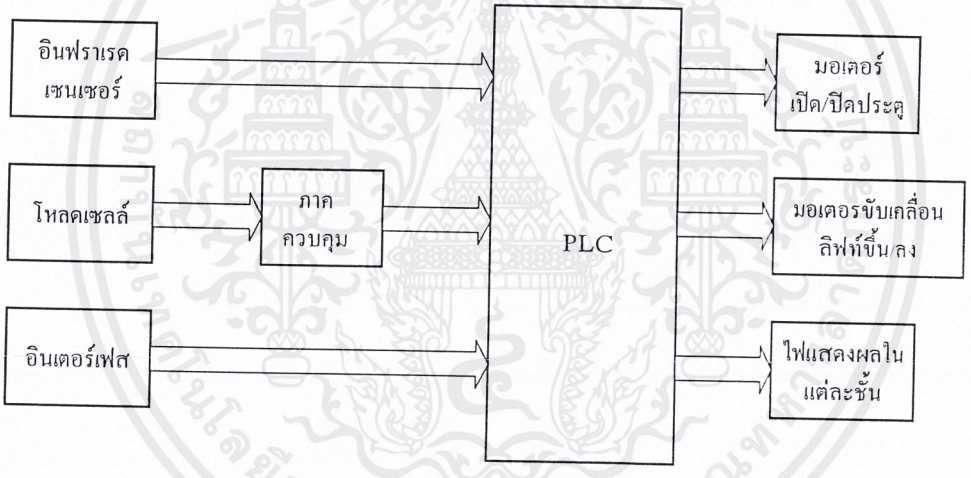


รูปที่ 2.34 ตรวจชิ้นงานบนลูกกลิ้งลำเลียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

แบบจำลองการทำงานของลิฟท์ควบคุมโดย PLC (Model of Lift Controlled by PLC) เป็นชุดทดลองที่ประกอบด้วยวงจรต่างๆหลายวงจรด้วยกัน ซึ่งแต่ละส่วนจะมีหน้าที่การทำงานต่างกันไป โดยวงจรต่างๆได้แก่ วงจรแหล่งจ่ายแรงดัน ชุดวงจรเซนเซอร์อินฟราเรด ชุดวงจรเซนเซอร์น้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์ ชุดวงจรขับมอเตอร์ ซึ่งสามารถอธิบายการทำงาน การสร้าง และการทำงานดังนี้

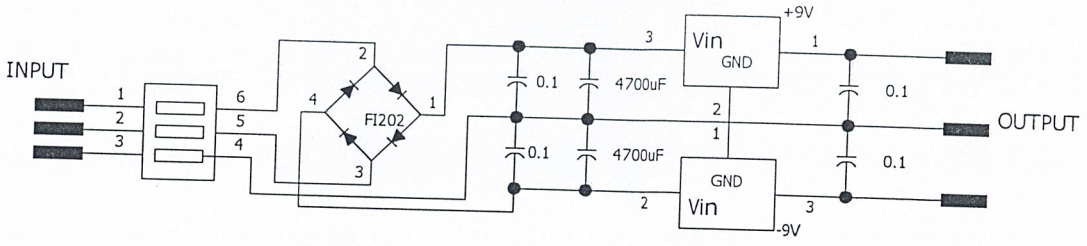


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของแบบจำลองลิฟท์

3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

วงจรแหล่งจ่ายไฟ จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับวงจรทุกวงจร ซึ่งจะมีแหล่งจ่ายไฟ +9V , 0V และ -9V รายละเอียดของแหล่งจ่ายไฟประกอบไปด้วยบริดจ์ เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟสลับจากหม้อแปลงเป็นแรงดันไฟตรง โดยคาปาซิเตอร์ทำหน้าที่กรองแรงดันให้เรียบก่อนเข้าไอซีเรกกูเรเตอร์ ไอซีเรกกูเรเตอร์ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันให้มีค่าคงที่ตามที่ต้องการ และคาปาซิเตอร์ทางด้านขาเอาต์พุตของไอซี ทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวน ก่อนนำไปใช้งาน

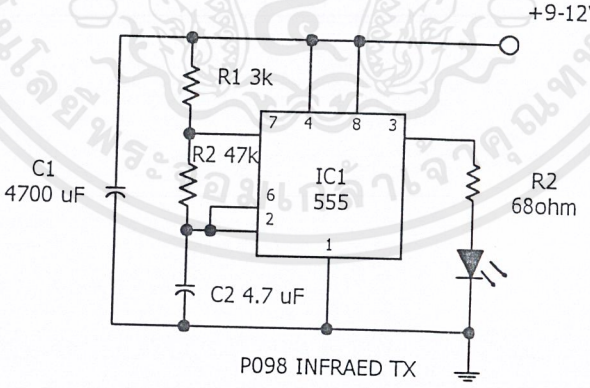
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +9V, 0V, -9V

3.2 วงจรตรวจจับอินฟราเรด

วงจรตรวจจับอินฟราเรด จะแบ่งเป็นภาคส่งและภาครับ ภาคส่งจะส่งสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้คือ เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จะทำให้IC1 เป็นตัวสร้างความถี่ 5 kHz โดยใช้ไอซี 555 ให้กับอินฟราเรด ค่าวงจรความถี่จะถูกกำหนดโดยค่า R1, R2 และC2 โดยที่สัญญาณเอาต์พุตจะมีช่วงสัญญาณ ON และ OFF โดยR3 จะเป็นตัวจำกัดปริมาณการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอินฟราเรดไดโอด ไม่ให้มีค่าเกิน 50 มิลลิแอมป์ สาเหตุที่จำเป็นต้องสร้างความถี่ 5 kHz เพื่อขจัดผลของสัญญาณรบกวนต่างๆและลดพลังงานที่ป้อนให้กับไดโอดลงด้วยตามรูปที่ 3.3



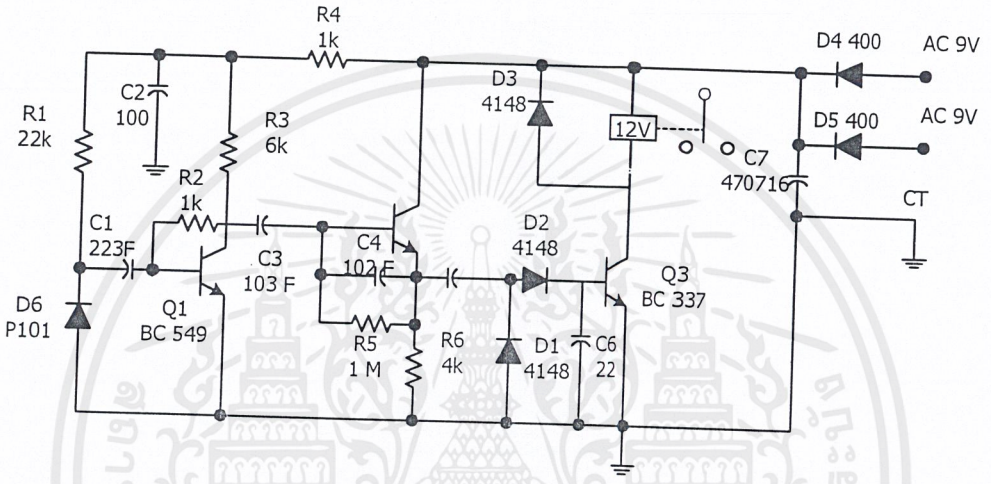
รูปที่ 3.3 วงจรภาคส่งสัญญาณอินฟราเรด

วงจรภาครับอินฟราเรด จะเห็นได้ว่าโฟโต้ไดโอดจะต่อแบบรีเวิร์สไบอัส ดังนั้นในขณะที่ไม่มีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบตัวมันจะมีกระแสไหลผ่านน้อยมาก แต่เมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องมากระทบ จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดอย่างมาก ทำให้เกิดสัญญาณเปลี่ยนแปลงตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของชุดสัญญาณ ป้อนให้กับ MCS 8951 ร่วมกับ Q2 เป็นวงจรขยายประมาณ 100 เท่า ส่วน C2 และ C3 จะเป็นวงจรกรองความถี่สูง ไดโอด D2 และ D3 ทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงไฟให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงโดยมี C5 เป็นตัวกรองกระแสให้เรียบ

แรงดันเอาต์พุตที่ได้จะไปขับทรานซิสเตอร์ Q3 ให้รีเลย์ทำงาน วงจรรีเลย์จะทำงานเมื่อมีแสงอินฟราเรดส่องมาจากจุดส่งมายังจุดรับถ้าลำแสงถูกตัดตอนหรือว่าบังไว้ รีเลย์ก็จะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.4



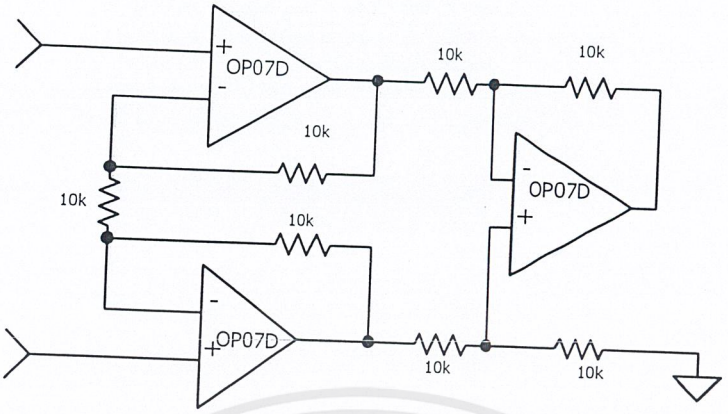
รูปที่ 3.4 วงจรภาครับแสงอินฟราเรด

3.3 วงจรตรวจจับน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์

เนื่องจากแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากโหลดเซลล์มีแรงดันค่าน้อยเป็นมิลลิโวลต์ จึงต้องมีการขยายแรงดันให้เพื่อที่จะเอาแรงดันที่ได้นี้ไปเข้าสัญญาณเสียง

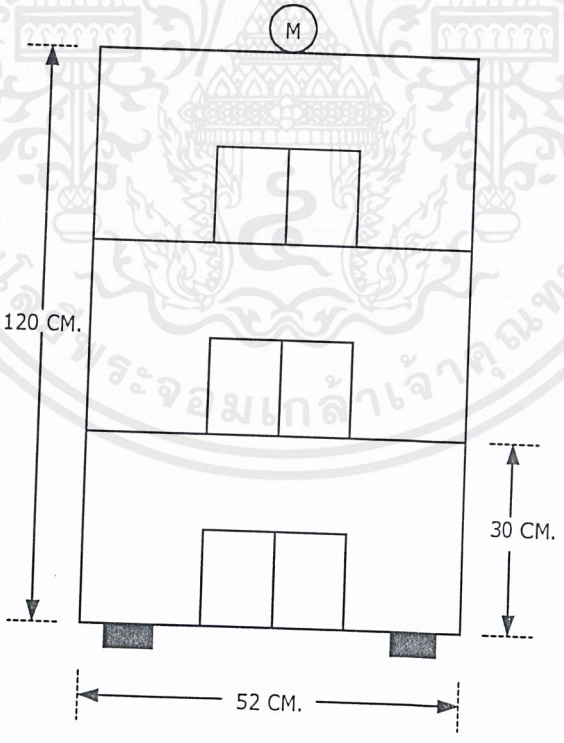
รายละเอียดของวงจรขยายแรงดัน ประกอบด้วยไอซีเบอร์ OP07D ทำหน้าที่ขยายแรงดัน โดยที่มี R-GAIN เป็นตัวปรับอัตราขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



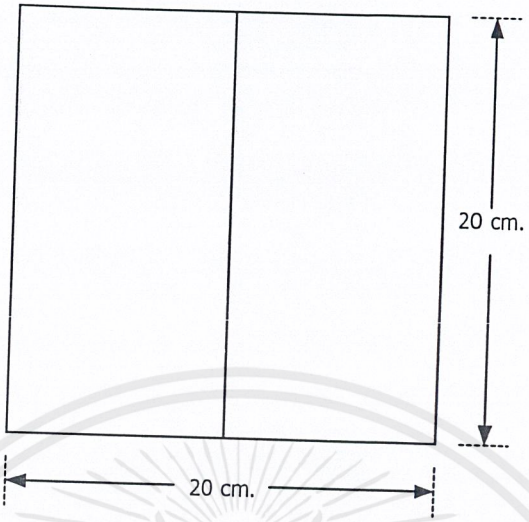
รูปที่ 3.5 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซลล์

3.4 การออกแบบ และการสร้าง

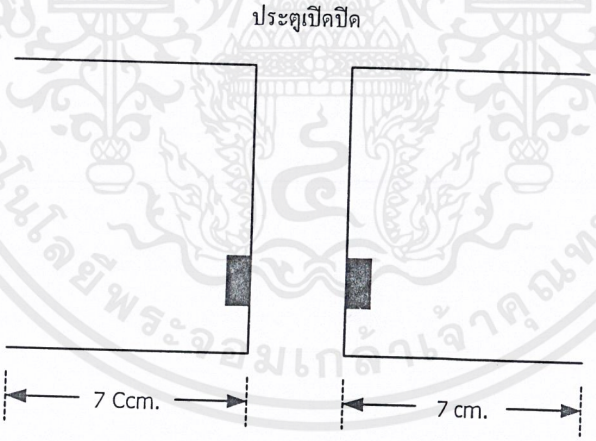


รูปที่ 3.6 โครงสร้างภายนอกแบบจำลองลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

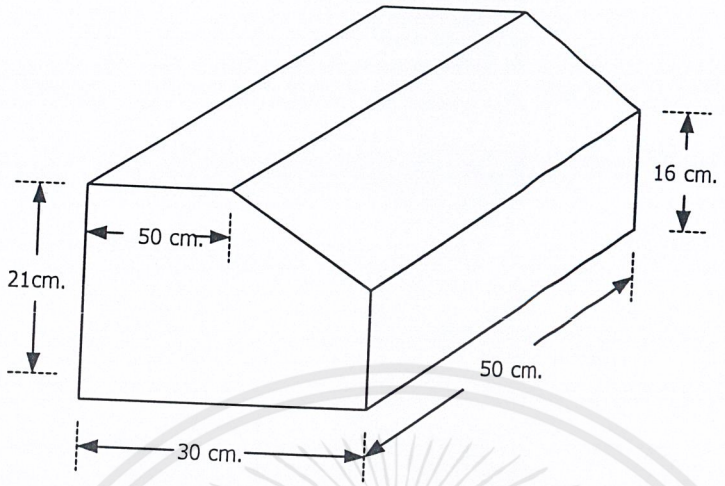


รูปที่ 3.7 โครงสร้างตู้โดยสาร



รูปที่ 3.8 โครงสร้างของประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 โครงสร้างของกล่องควบคุมการทำงาน

3.5 เงื่อนไขการทำงานของตู้โดยสารลิฟท์

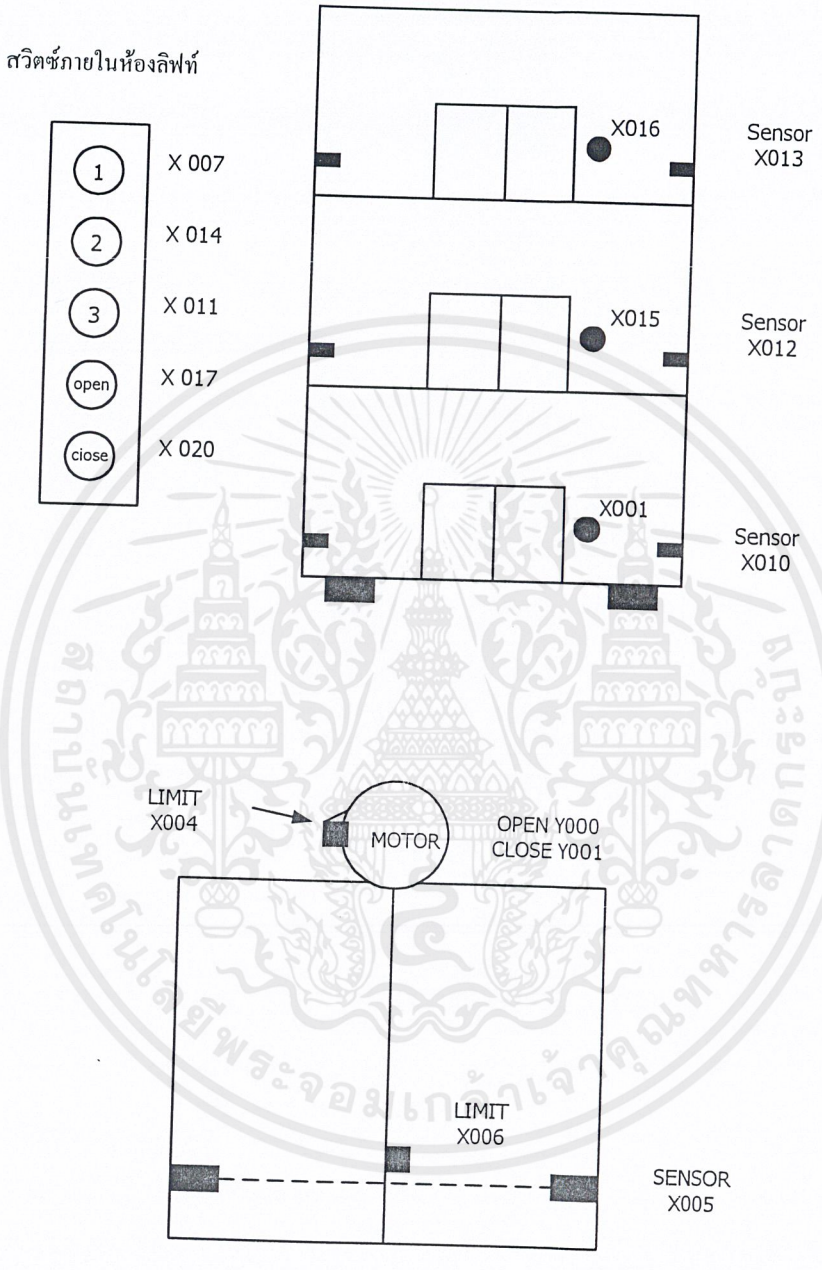
1) สามารถขึ้น-ลง ชั้น 1-2-3 ได้ ถ้าตู้โดยสารลิฟท์อยู่ที่ชั้น 3 แล้วกดชั้น 1 และชั้น 2 ตู้โดยสารจะมาที่ชั้น 2 ก่อน แล้วค่อยไปที่ชั้น 1 แต่ถ้ามีการกดลงไปที่ชั้น 1 โดยไม่มีการกดชั้น 2 ตู้โดยสารลิฟท์จะผ่านชั้น 2 ไปชั้น 1 ได้เลย โดยไม่หยุดที่ชั้น 2

2) ถ้าตู้โดยสารลิฟท์อยู่ที่ชั้น 1 มีการกดไปยังชั้น 2 และชั้น 3 ตู้โดยสารลิฟท์จะหยุดที่ชั้น 2 ก่อน แล้วค่อยไปหยุดที่ชั้น 3 ตามลำดับแต่ถ้ากดชั้น 3 อย่างเดียวตู้โดยสารลิฟท์ก็จะผ่านชั้น 2 ไปที่ชั้น 3 เลย

3) ประตูสามารถที่จะเปิดได้ทุกครั้ง เมื่อตู้โดยสารลิฟท์หยุดที่ชั้นไหนก็ตามเมื่อเปิดแล้วตัว Timer จะทำงาน 10 วินาที แล้วจะปิดประตูจะมีการตัดการทำงานจากเซนเซอร์และลิมิต สวิทช์ที่หน้าประตูโดยการตัดการทำงานนี้ จะทำให้ประตูเปิดแล้วนับ 10 วินาทีใหม่อีกครั้ง แล้วประตูจะปิดรอการกดจากในตู้โดยสารลิฟท์ไปยังชั้นอื่นต่อไป

4) ประตูตู้โดยสารลิฟท์จะต้องเปิด-ปิดได้ โดยไม่ให้มอเตอร์ดันประตูขณะเปิดและปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 รูปส่วนประกอบอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการชั่งน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์

ทำการวัดค่าเอาต์พุตจาก Instrument Amplifier ในขณะที่มีการชั่งน้ำหนักโหลดค่าน้ำหนักต่างๆ โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับโหลดเซลล์จำนวน 9 โวลต์ และตามข้อจำกัดของโหลดเซลล์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้จะรับน้ำหนักได้ 0-500 กรัม

ตารางที่ 4.1 ค่าเอาต์พุตของโหลดเซลล์

น้ำหนักของวัตถุ (กรัม)	เอาต์พุตจากโหลดเซลล์ (mV)
0	0.1
100	0.3
200	1.0
300	1.1
400	1.8
500	2.1

ตารางที่ 4.2 ค่าเอาต์พุตที่เข้าวงจร Instrument Amplifier

น้ำหนักของวัตถุ (กรัม)	เอาต์พุตจาก Instrument Amplifier (V)
0	0.635
100	0.695
200	0.755
300	0.770
400	0.874
500	0.927

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สภาวะสัญญาณเสียงที่ระดับค่าน้ำหนักต่างๆ เมื่อผ่าน Instrument Amplifier

น้ำหนักของวัตถุ (กรัม)	สภาวะสัญญาณเสียง
0	ไม่ดัง
100	ไม่ดัง
200	ไม่ดัง
300	ไม่ดัง
400	ไม่ดัง
500	ดัง

น้ำหนักของโหลดที่วัดได้จากโหลดเซลล์จะอยู่ในรูปของไฟฟ้า (DC Voltage) มีค่าน้อยมาก มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (mV) ซึ่งไม่พอที่จะนำเข้าสัญญาณเสียง จึงต้องผ่านวงจร Instrument Amplifier เพื่อทำหน้าที่ขยายแรงดัน

4.2 การทดลองการทำงานการปิด-เปิดของตู้โดยสารลิฟท์

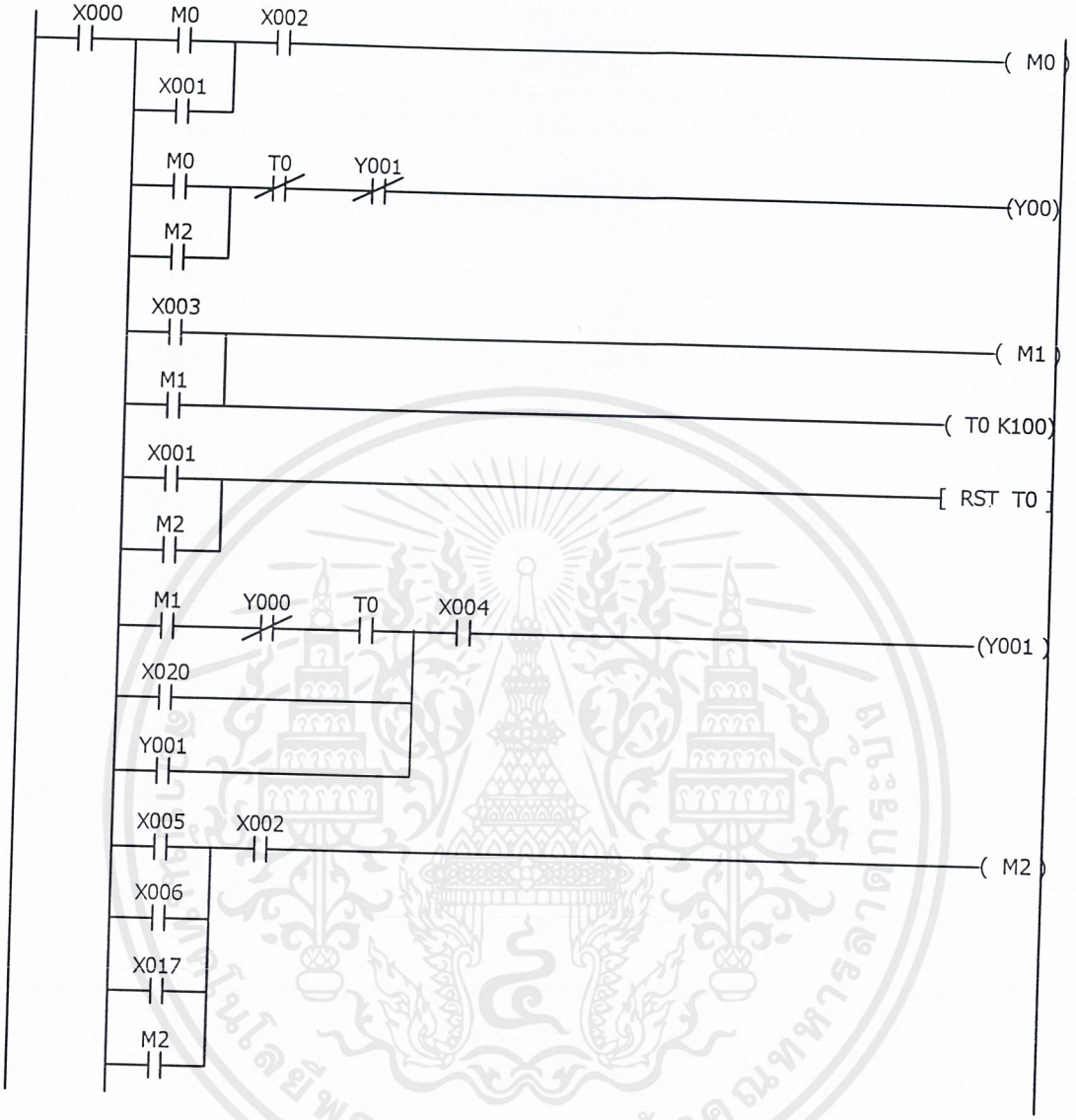
```
0    LD     X000
1    MPS
2    LD     M0
3    OR     X001
4    ANB
5    AND    X002
6    OUT    M0
7    MRD
8    LD     M0
9    OR     M2
10   ANB
11   ANI    Y0
12   ANI    Y001
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
13    OUT     Y000
14    MRD
15    LD      X003
16    OR      M1
17    ANB
18    OUT     M1
19    OUT     T0
22    MRD
23    LD      X001
24    OR      M2
25    ANB
26    RST     T0
28    MRD
29    LD      M1
30    ANI     Y000
31    AND     T0
32    OR      X020
33    OR      Y001
34    ANB
35    AND     X004
36    OUT     Y001
37    LD      X005
38    OR      X006
39    OR      X017
40    OR      M2
41    AND     X002
42    OUT     M2
```

รูปที่ 4.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานการเปิด-ปิดของตู้โดยสารลิฟท์

1) กด X000 เป็นตัวเริ่มต้นโปรแกรมการทำงาน
2) กด สวิทช์ X001 รีเลย์ช่วย M0 ทำงาน
3) คอนแทคช่วย M0 จะสั่งให้ Y000 ทำงาน (มอเตอร์เปิดประตู)
4) เมื่อประตูเปิดจะมาชนลิมิตสวิทช์ X002
5) X002 จะตัดการทำงาน M0 ส่งผลให้มอเตอร์เปิดประตูหยุดการทำงาน
6) X003 จะสั่งให้ M1 ทำงาน
7) เมื่อ M1 ทำงาน คอนแทคช่วย M1 จะต่อให้ไทม์เมอร์ T0 ทำงานตั้งเวลาที่ 10 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) เมื่อครบ 10 วินาที คอนแทคของไทม์เมอร์ T0 จะต่อให้ Y001 ทำงาน (มอเตอร์ปิดประตู)

9) เมื่อประตูปิดจะโดนลิมิตสวิทซ์ X004 จะตัดการทำงานของ Y001 ทำให้มอเตอร์ควบคุมประตูหยุด

10) เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์ X005 และ ลิมิตสวิทซ์ X006 จะส่งผลให้รีเลย์ช่วย M2 ทำงาน โดยคอนแทคช่วย M2 จะสั่งให้ประตูเปิดแล้วกลับสู่สภาวะการทำงานเดิมอีกครั้ง

4.3 การทดลองการทำงานการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

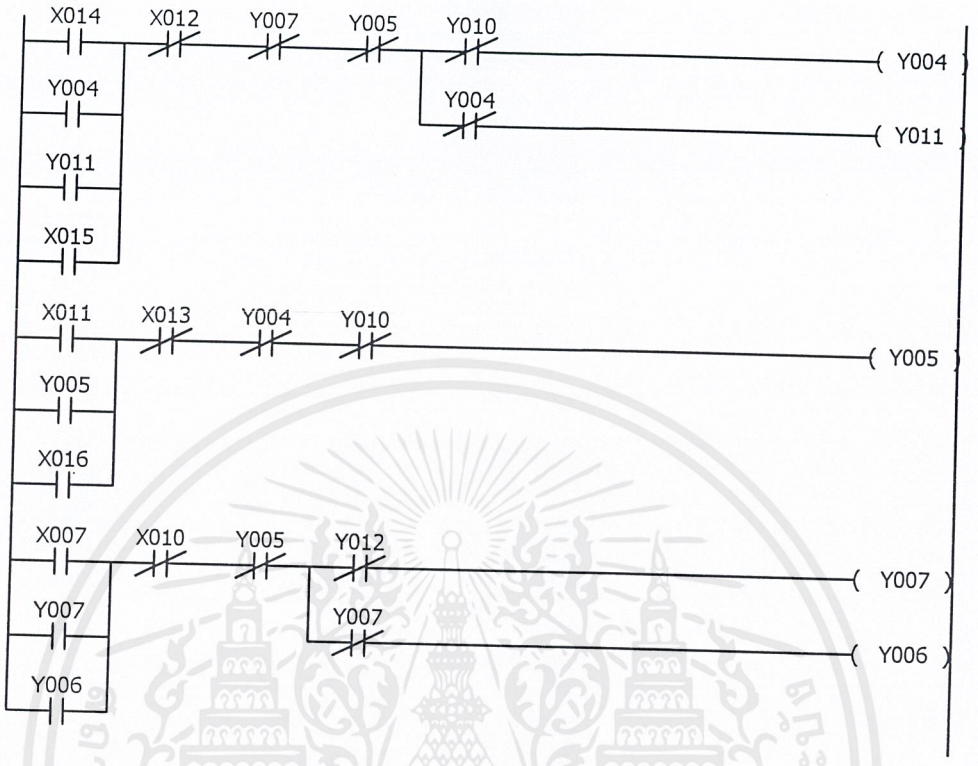
0	LD	X014
1	OR	Y004
2	OR	Y011
3	OR	X015
4	ANB	
5	ANI	X012
6	ANI	Y007
7	ANI	Y005
8	MPS	
9	ANI	Y010
10	OUT	Y004
11	MPP	
12	ANI	Y004
13	OUT	Y011
14	MRD	
15	LD	X011
16	OR	Y005
17	OR	X016
18	ANB	
19	ANI	X013
20	ANI	Y004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21	ANI	Y010
22	OUT	Y005
23	MRD	
24	LD	X007
25	OR	Y007
26	OR	Y006
27	OR	X001
28	ANB	
29	ANI	X010
30	ANI	Y005
31	MPS	
32	ANI	Y012
33	OUT	Y007
34	MPP	
35	ANI	Y007
36	OUT	Y006
37	MRD	
38	LD	X013
39	OR	Y010
40	ANB	
41	ANI	Y004
42	ANI	X010
43	ANI	Y005
44	OUT	Y010
45	MRD	
46	LD	X010
47	OR	Y006
48	OUT	Y012

รูปที่ 4.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานการขึ้นลงของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แผนผังการทำงานการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

ขณะที่ตู้โดยสารลิฟท์อยู่ชั้น 1 เมื่อกดสวิทซ์เลือกชั้น 2 (X014) ทำให้ Y004 ทำงานส่งผลให้ตู้โดยสารลิฟท์ขึ้นจากชั้น 1 ไปยัง ชั้น 2 ขณะเดียวกันคอนแทคช่วย Y004 จะตัดการทำงานของ Y011 ไม่ให้ตู้โดยสารลิฟท์ลงและตักการทำงานของ Y005 , Y010 เมื่อตู้โดยสารขึ้นมาชั้น 2 จะถูกตัดการทำงานด้วยเซนเซอร์ (X012) ทำให้ตัดการทำงานของ Y004 ด้วย

ในขณะที่ตู้โดยสารลิฟท์อยู่ชั้น 2 เมื่อกดสวิทซ์เลือกชั้น 3 (X011) ทำให้ ตู้โดยสารขึ้นจากชั้น 2 ไปยัง ชั้น 3 ขณะเดียวกันคอนแทคช่วย (Y005) ทำงานส่งผลให้ตัดการทำงานของ Y004 , Y011, Y007 , Y006, Y007 ทำให้ตู้โดยสารอยู่ชั้น 3 จากนั้นทำการกดสวิทซ์เลือกชั้น 2 หรือ ชั้น 1 ตู้โดยสารลิฟท์ก็จะเคลื่อนที่ไปยังชั้นต่างๆ

กดสวิทซ์เลือกชั้น 2 Y010 ทำงานส่งผลให้ตัดการทำงานของ Y004 ที่เป็นตู้โดยสารขึ้นทำให้ Y011 ทำงานจะทำให้ตู้โดยสารเคลื่อนลงมายังชั้น 2 จากนั้นจะถูกตัดให้อยู่ชั้น 2 ด้วย เซนเซอร์

กดสวิทซ์เลือกชั้น 1 (X007) ทำให้ Y006 ทำงานให้ตู้โดยสารลิฟท์เคลื่อนที่ลงมายังชั้น 1 จากนั้นเซนเซอร์ชั้น 1 จะตัดการทำงาน ทำให้ตู้โดยสารอยู่ชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการทำงานการปิด-เปิดของร่วมกับการขึ้นลงของตู้โดยสารลิฟท์

0	LD	X000
1	MPS	
2	LD	M0
3	OR	X001
4	ANB	
5	AND	X002
6	OUT	M0
7	MRD	
8	LD	M0
9	OR	M2
10	ANB	
11	ANI	Y0
12	ANI	Y001
13	OUT	Y000
14	MRD	
15	LD	X003
16	OR	M1
17	ANB	
18	OUT	M1
19	OUT	T0
22	MRD	
23	LD	X001
24	OR	M2
25	ANB	
26	RST	T0
28	MRD	
29	LD	M1
30	ANI	Y000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31	AND	T0
32	OR	X020
33	OR	Y001
34	ANB	
35	AND	X004
36	OUT	Y001
37	MRD	
38	LD	X005
39	OR	X006
40	OR	X017
41	OR	M2
42	ANB	
43	AND	X002
44	OUT	M2
45	MRD	
46	LD	X014
47	OR	Y004
48	OR	Y011
49	OR	X015
50	ANB	
51	ANI	X012
52	ANI	Y007
53	ANI	Y005
54	MPS	
55	ANI	Y010
56	OUT	Y004
57	MPP	
58	ANI	Y004
59	OUT	Y011
60	MRD	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

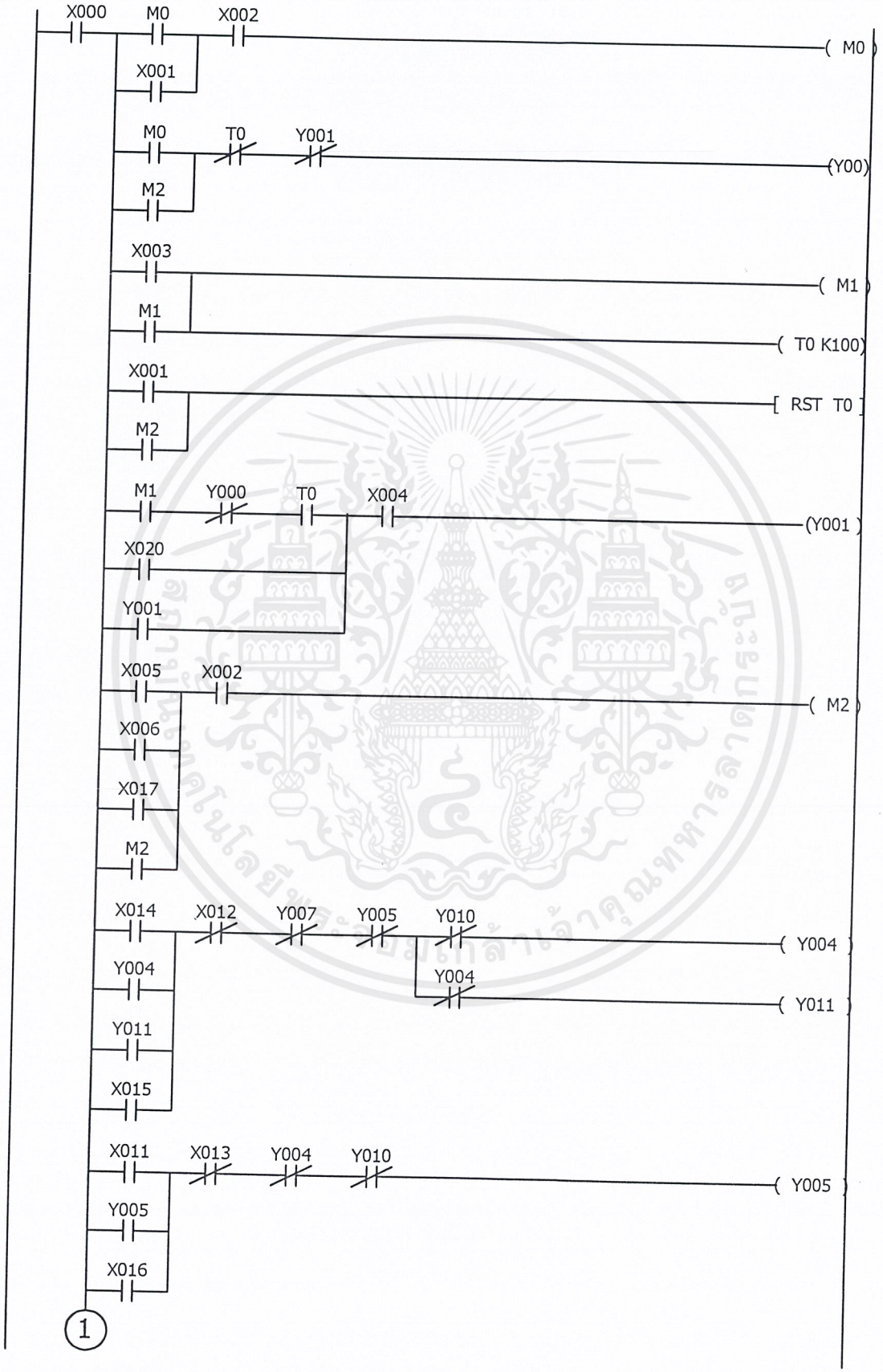
61	LD	X011
62	OR	Y005
63	OR	X016
64	ANB	
65	ANI	X013
66	ANI	Y004
67	ANI	Y010
68	OUT	Y005
69	MRD	
70	LD	X007
71	OR	Y007
72	OR	Y006
73	OR	X001
74	ANB	
75	ANI	X010
76	ANI	Y005
77	MPS	
78	ANI	Y012
79	OUT	Y007
80	MPP	
81	ANI	Y007
82	OUT	Y006
83	MRD	
84	LD	X013
85	OR	Y010
86	ANB	
87	ANI	Y004
88	ANI	X010
89	ANI	Y005
90	OUT	Y010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

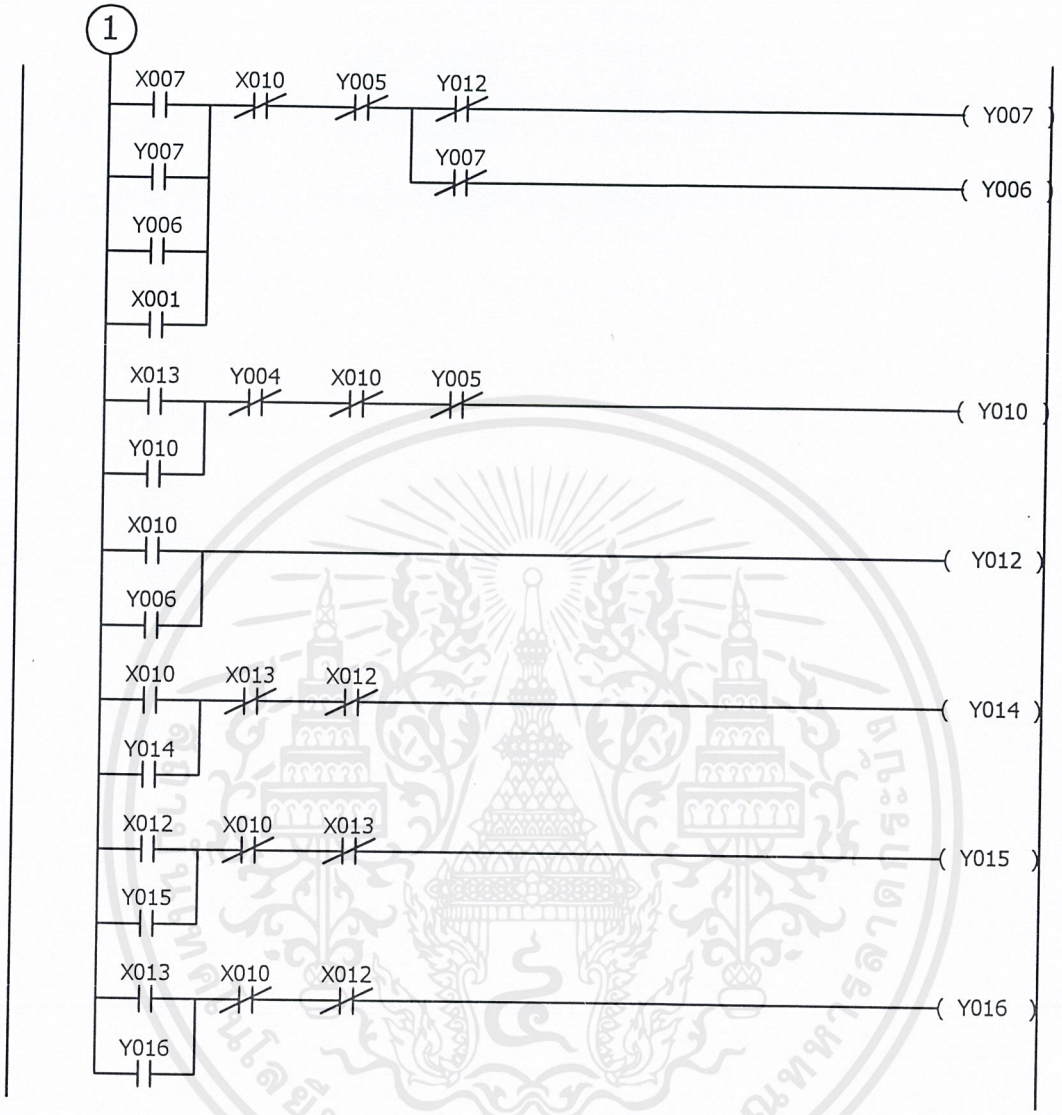
91	MRD	
92	LD	X010
93	OR	Y006
94	ANB	
95	OUT	Y012
96	MRD	
97	LD	X010
98	OR	Y014
99	ANB	
100	ANI	X013
101	ANI	X012
102	OUT	Y014
103	MRD	
104	LD	X012
105	OR	Y015
106	ANB	
107	ANI	X010
108	ANI	X013
109	OUT	Y015
110	MPP	
111	LD	X013
112	OR	Y016
113	ANB	
114	ANI	X010
115	ANI	X012
116	OUT	Y016

รูปที่ 4.5 โปรแกรมควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แผนผังการทำงานการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

กด X000 เป็นตัวเริ่มต้นโปรแกรมการทำงาน กด สวิทซ์ X001 รีเลย์ช่วย M0 ทำงานคอนแทคช่วย M0 จะสั่งให้ Y000 ทำงาน (มอเตอร์เปิดประตู)เมื่อประตูเปิดจะมาชนลิมิตสวิทซ์ X002 จะตัดการทำงาน M0 ส่งผลให้มอเตอร์เปิดประตูหยุดการทำงาน X003 จะสั่งให้ M1 ทำงาน

เมื่อ M1 ทำงาน คอนแทคช่วย M1 จะต่อให้ไทม์เมอร์ T0 ทำงานตั้งเวลาที่ 10 วินาทีเมื่อครบ 10 วินาที คอนแทคของไทม์เมอร์ T0 จะต่อให้ Y001 ทำงาน (มอเตอร์ปิดประตู) เมื่อประตูปิดจะโดนลิมิต สวิทซ์ X004 จะตัดการทำงานของ Y001 ทำให้มอเตอร์ควบคุมประตูหยุด เมื่อมีวัตถุผ่านเซนเซอร์ X005 และ ลิมิตสวิทซ์ X006 จะส่งผลให้รีเลย์ช่วย M2 ทำงาน โดยคอนแทคช่วย M2 จะสั่งให้ประตูเปิด จากนั้น 10 วินาทีประตูก็จะปิด จากนั้นทำการเลือกชั้นว่าจะไปชั้นไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่ตู้โดยสารลิฟท์อยู่ชั้น 1 เมื่อกดสวิทซ์เลือกชั้น 2 (X014) ทำให้ Y004 ทำงานส่งผลให้ตู้โดยสารลิฟท์ขึ้นจากชั้น 1 ไปยัง ชั้น 2 ขณะเดียวกันคอนแทคช่วย Y004 จะตัดการทำงานของ Y011 ไม่ให้ตู้โดยสารลิฟท์ลงและตัดการทำงานของ Y005 , Y010 เมื่อตู้โดยสารขึ้นมาชั้น 2 จะถูกตัดการทำงานด้วยเซนเซอร์ (X012) ทำให้ตัดการทำงานของ Y004 ด้วยจากนั้นรอประมาณ 10 วินาทีประตูก็จะเปิดออก ในขณะที่ตู้โดยสารลิฟท์อยู่ชั้น 2 เมื่อกดสวิทซ์เลือกชั้น 3 (X011) ทำให้ตู้โดยสารขึ้นจากชั้น 2 ไปยัง ชั้น 3 ขณะเดียวกันคอนแทคช่วย (Y005) ทำงานส่งผลให้ตัดการทำงานของ Y004 , Y011, Y007 , Y006 , Y007 ทำให้ตู้โดยสารอยู่ชั้น 3 จากนั้นรอประมาณ 10 วินาที ประตูก็จะเปิดออก และจะปิดเองโดยอัตโนมัติ จากนั้นทำการกดสวิทซ์เลือกชั้น 2 หรือ ชั้น 1 ตู้โดยสารลิฟท์ก็จะเคลื่อนที่ไปยังชั้นต่างๆ กดสวิทซ์เลือกชั้น 2 Y010 ทำงานส่งผลให้ตัดการทำงานของ Y004 ที่เป็นตู้โดยสารขึ้นทำให้ Y011 ทำงานจะทำให้ตู้โดยสารเคลื่อนลงมายังชั้น 2 จากนั้นจะถูกตัดให้อยู่ชั้น 2 ด้วย เซนเซอร์จากนั้นรอประมาณ 10 วินาทีประตูก็จะเปิดออก และจะปิดเองโดยอัตโนมัติ จากนั้นทำการกดสวิทซ์เลือกชั้น 1 (X007) ทำให้ Y006 ทำงานให้ตู้โดยสารลิฟท์เคลื่อนที่ลงมายังชั้น 1 จากนั้นเซนเซอร์ชั้น 1 จะตัดการทำงาน ทำให้ตู้โดยสารอยู่ชั้น 1จากนั้นรอประมาณ 10 วินาทีประตูก็จะเปิดออก และจะปิดเองโดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป แนวทางแก้ไข และพัฒนา

5.1 บทสรุป

แบบจำลองลิฟท์ควบคุมโดย PLC เป็นการจำลองการทำงานของลิฟท์เพื่อใช้เป็นสื่อในการศึกษารูปแบบการทำงานของลิฟท์ โดยการนำเอา PLC (Programmable Logic Controller) มาทำการควบคุมโดยการโปรแกรม ซึ่งในชุดทดลองนี้มีการจำลองการทำงานของชุดตรวจสอบน้ำหนักโดยใช้โหลดเซลล์และวงจรตรวจจับอินฟราเรด ชุดทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหลักการทำงานของลิฟท์ควบคุมโดยใช้ PLCได้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ในการจัดทำโครงงานชุดนี้ สามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้ คือ

1) ปัญหา มอเตอร์ ที่ใช้ขับเคลื่อนตู้โดยสารลิฟท์ขึ้นลงใช้มอเตอร์ DC 24 V แบบไม่มีเบรค พบปัญหา คือ ขณะทำการขับเคลื่อนตู้โดยสารลิฟท์ไปอยู่ที่ชั้น 3 จังหวะที่ตู้โดยสารลิฟท์หยุด ตู้โดยสารลิฟท์จะเคลื่อนที่ดิ่งลงไปยังชั้นล่างโดยอัตโนมัติเนื่องจากน้ำหนักของตู้โดยสารลิฟท์หนักเกินไปส่งผลทำให้มอเตอร์ไม่สามารถที่จะควบคุมให้หยุดนิ่งอยู่ที่ระดับชั้นนั้นๆ ได้

แนวทางแก้ไข สำหรับมอเตอร์ได้มีการเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ DC 24V แบบมีเบรคจึงสามารถทำให้ลิฟท์ขึ้นลงได้ตามต้องการ

2) ปัญหา โหลดเซลล์ จะมีปัญหาในการควบคุมแรงดันไม่ได้ตามที่ต้องการ จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขบ่อยครั้ง

แนวทางแก้ไข มีการใช้วิธีปรับเปลี่ยนแรงดันของโหลดเซลล์และเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่ต้องการแก้ไข

3) ปัญหา วงจรตรวจจับอินฟราเรด จะทำงานได้โดยการยิงสัญญาณที่มุม 45 องศา ทำให้บางทีตู้โดยสารลิฟท์ยังไม่ถึงชั้นที่ต้องการก็มีการทำงานของตัวตรวจจับอินฟราเรดเกิดขึ้น ส่งผลทำให้ตู้โดยสารลิฟท์ไม่หยุดในตำแหน่งที่ต้องการ

แนวทางแก้ไข ปรับตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดให้มีระดับส่งสัญญาณที่มุม 180 องศา

4) ปัญหา ในด้านงบประมาณ เนื่องจากทางภาควิชาได้ให้งบประมาณในการทำโครงงานเพียง 4,000 บาท และจากโครงงาน PLC มีราคาค่อนข้างสูงไม่พอกับงบประมาณที่ตั้งไว้ รวมทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์บางอย่างก็หายากและต้องใช้เวลารอกว่าจะได้มา

แนวทางแก้ไข ใช้ PLC มือสองที่มีราคาถูกกว่า และอุปกรณ์บางอย่างก็หามาทดแทนกับตัวที่หายากและราคาสูง

5) ปัญหาในการทำภาคคอนโทรลเลอร์ คือ โปรแกรมที่ใช้ในการคอนโทรล คือโปรแกรม PLC ของยี่ห้อ MITSUBISHI ซึ่งใช้เวลาศึกษาโปรแกรมอย่างมาก

แนวทางแก้ไข ได้รับการให้คำปรึกษาจากอาจารย์ รุ่นพี่ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้โดยตรง ทำให้สามารถที่จะเข้าใจการทำงานและโปรแกรมได้มากขึ้น

5.3 แนวทางพัฒนา

1) สำหรับมอเตอร์ได้มีการเปลี่ยนเป็นมอเตอร์ DC 24V แบบมีเบรคจึงสามารถทำให้ลิฟท์ขึ้นลงได้ตามต้องการ ทำให้ความสามารถในการทำงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ สามารถหยุดจอดได้ตามที่โปรแกรมไว้

2) มีการปรับเปลี่ยนแรงดันของโหลดเซลล์ และเปรียบเทียบกับน้ำหนักที่ต้องการและทำการแก้ไขตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดให้มีระดับส่งสัญญาณที่มุม 180 องศา จึงทำให้ตัวตู้โดยสารลิฟท์สามารถที่จะขึ้นลงได้อย่างดี ไม่มีการติดขัดเหมือนก่อนหน้านี้

3) ใช้ PLC มือสองที่มีราคาถูกกว่า และอุปกรณ์บางอย่างก็หามาทดแทนกับตัวที่หายากและราคาสูง อีกทั้งทางกลุ่มยังคงคำนึงถึงประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ให้มีความสามารถทดแทนกันได้

4) ควรจะพัฒนาโครงงานการสร้างอุปกรณ์เพื่อทำการสอนชุดสาธิตการทดลองนี้ ด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) แทนที่จะใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ทั้งนี้เนื่องจากราคาที่ถูกกว่าและสามารถควบคุมการทำงานได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

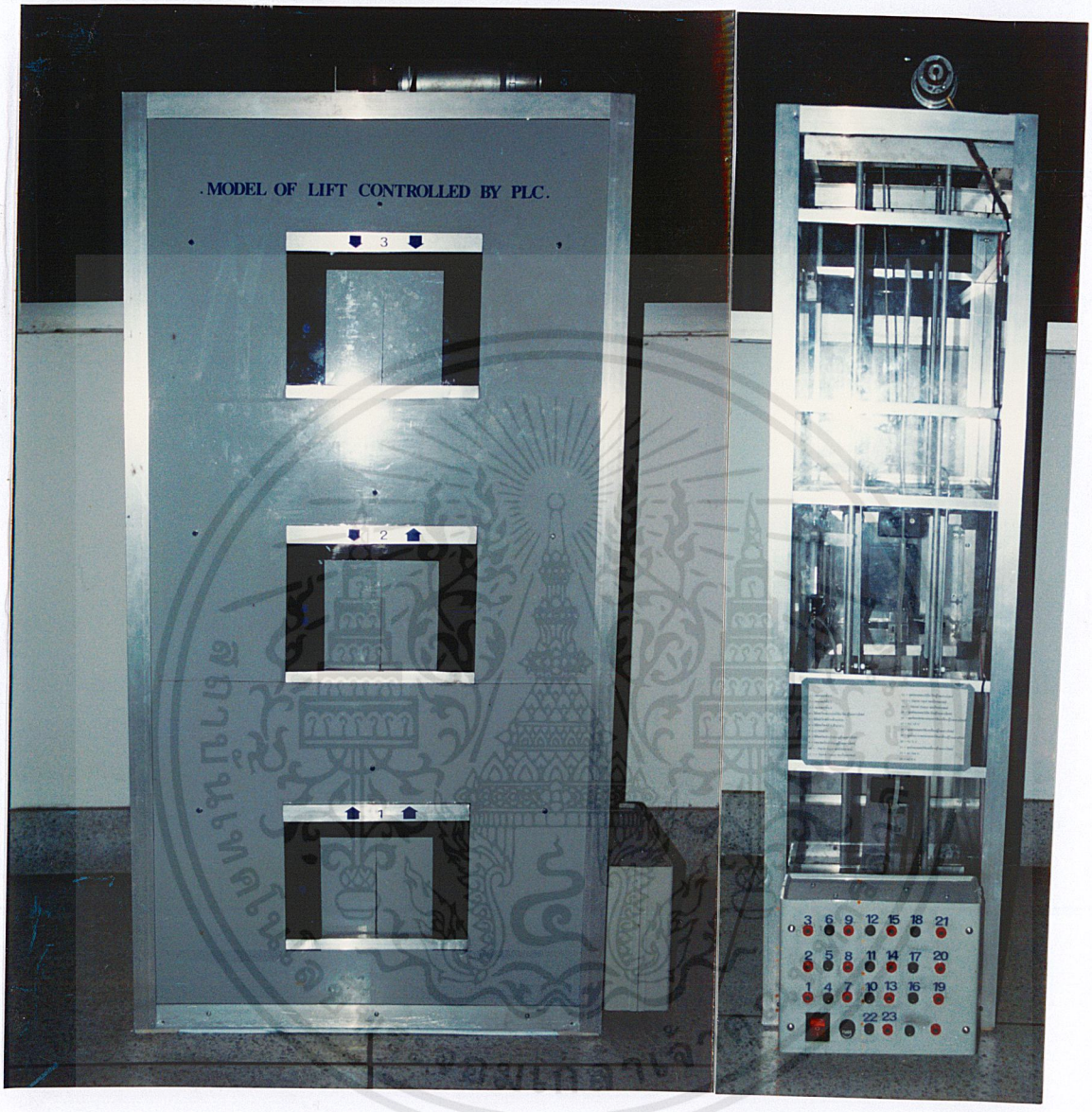
ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



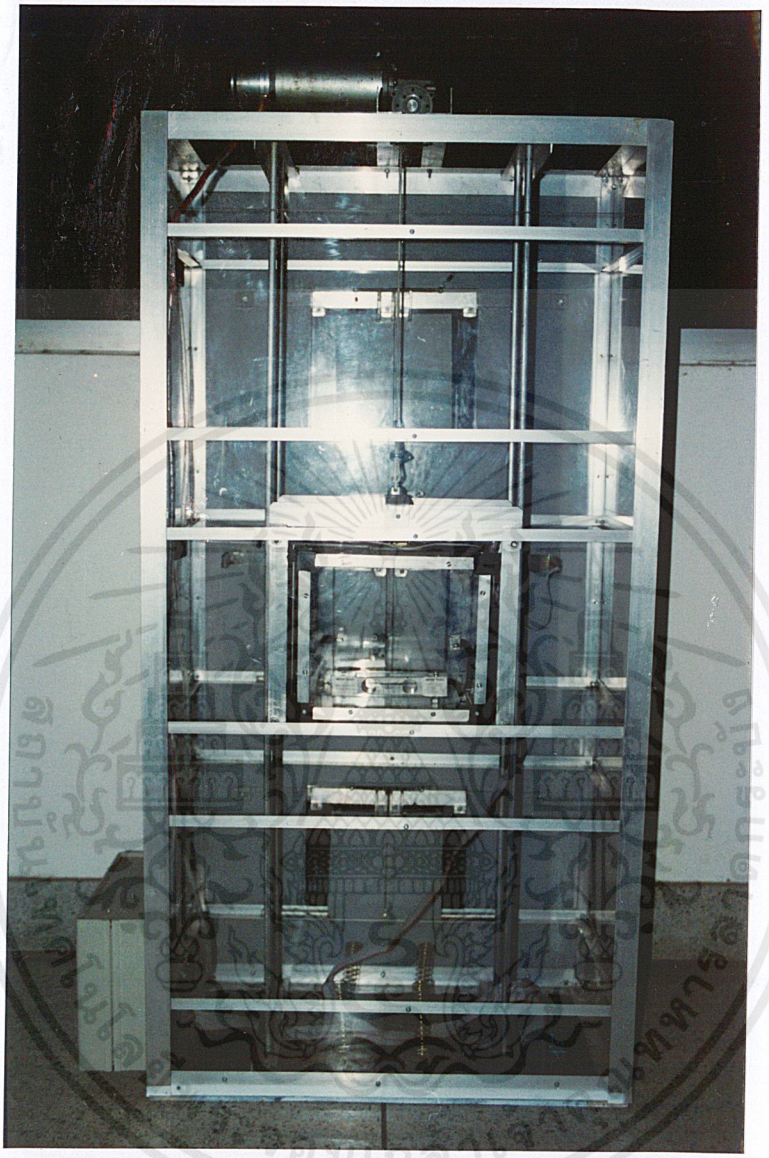
รูปที่ ก.1 โครงสร้างภายนอกแบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 โครงสร้างภายนอกแบบจำลองลิฟท์ควบคุมด้วย PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

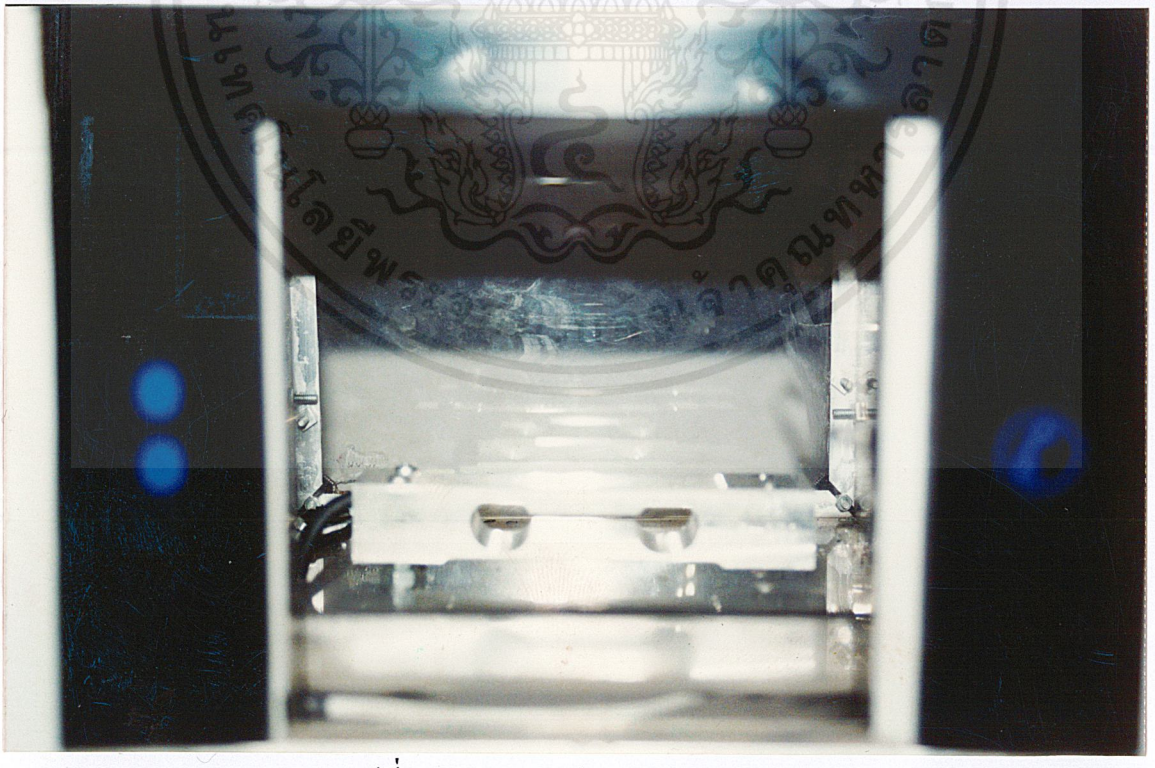


รูปที่ ก.2 โครงสร้างด้านข้างขณะตู้โดยสารอยู่ที่ชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

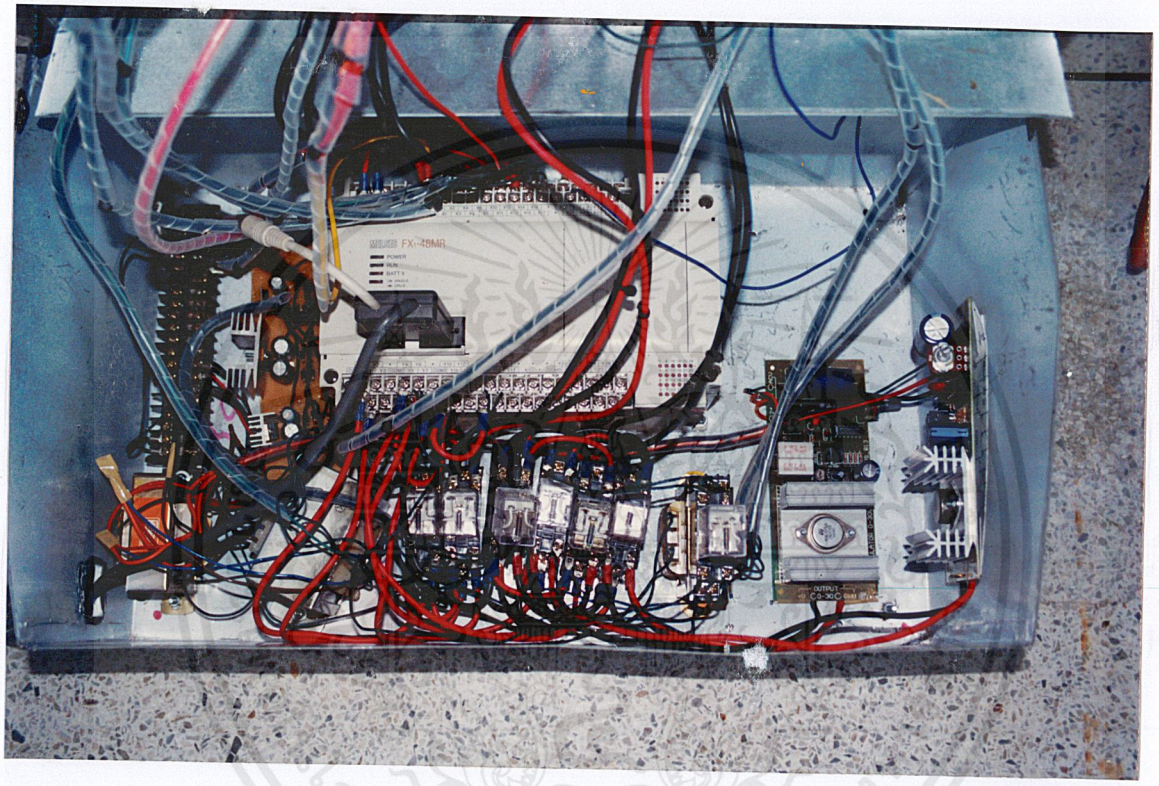


รูปที่ ก.3 ชุดควบคุมการทำงานของห้องโดยสารลิฟท์



รูปที่ ก.4 โหลดเซลล์ภายในตัวลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

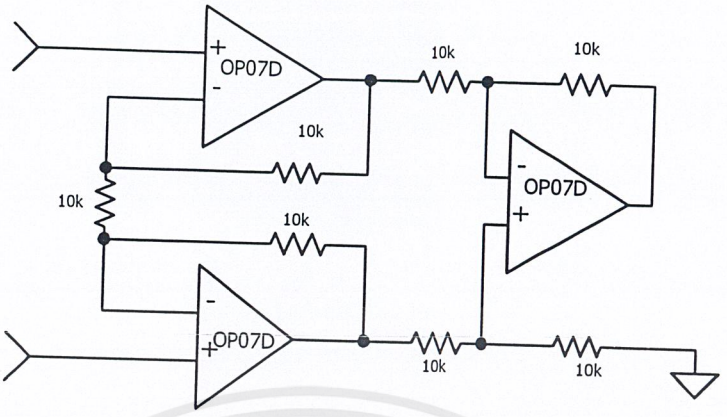


รูปที่ ก.5 การต่อวงจรภายในชุดควบคุมการทำงาน

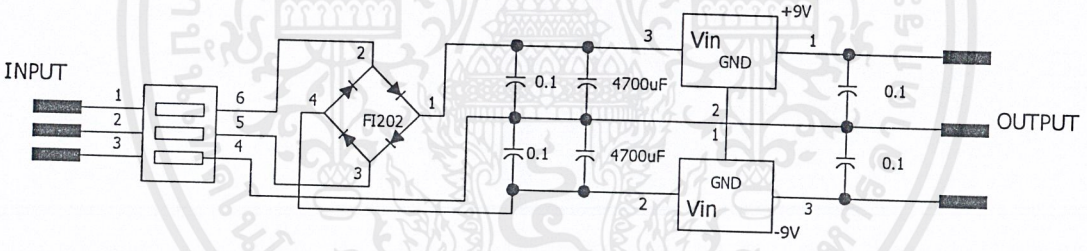
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

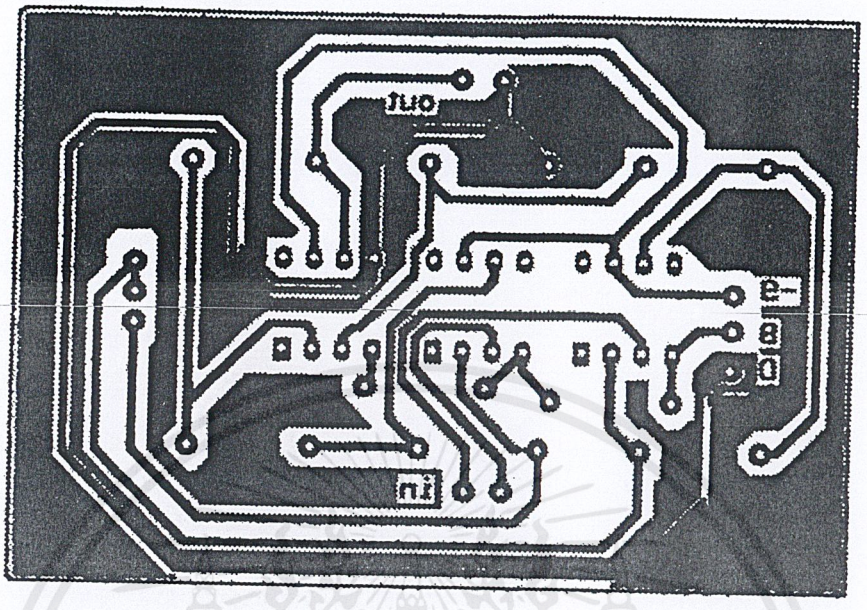


รูปที่ ข.1 วงจรขยายแรงดันจากโหลดเซลล์

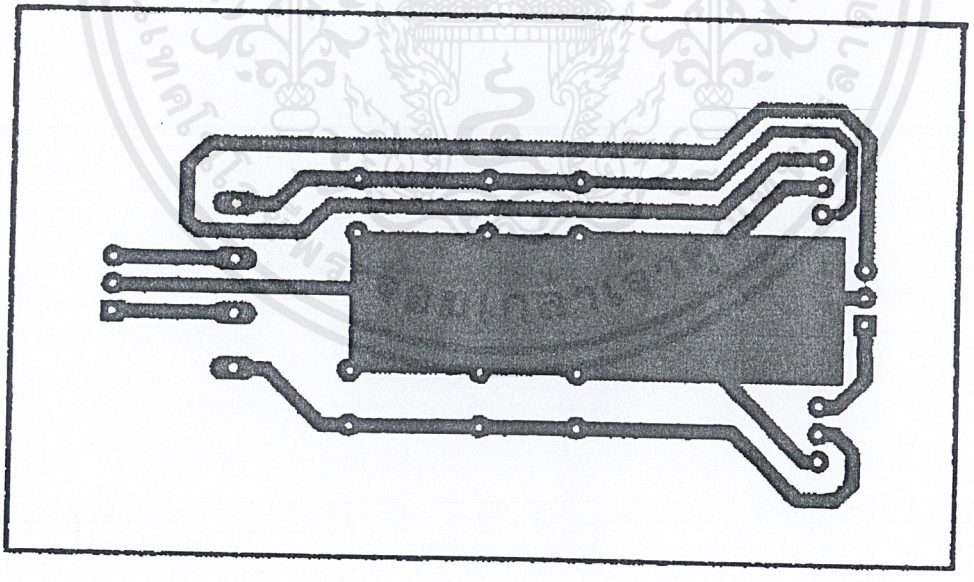


รูปที่ ข.2 วงจรแหล่งจ่ายไฟ +9V, 0V, -9V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 แบบพิมพ์ลายวงจรขยายแรงดันจากโหลดเซลล์



รูปที่ ข.4 แบบพิมพ์ลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ +9V , 0V, -9V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ผังการทำงานและโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การทำการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

0	LD	X000
1	MPS	
2	LD	M0
3	OR	X001
4	ANB	
5	AND	X002
6	OUT	M0
7	MRD	
8	LD	M0
9	OR	M2
10	ANB	
11	ANI	Y0
12	ANI	Y001
13	OUT	Y000
14	MRD	
15	LD	X003
16	OR	M1
17	ANB	
18	OUT	M1
19	OUT	T0
22	MRD	
23	LD	X001
24	OR	M2
25	ANB	
26	RST	T0
28	MRD	
29	LD	M1
30	ANI	Y000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31	AND	T0
32	OR	X020
33	OR	Y001
34	ANB	
35	AND	X004
36	OUT	Y001
37	MRD	
38	LD	X005
39	OR	X006
40	OR	X017
41	OR	M2
42	ANB	
43	AND	X002
44	OUT	M2
45	MRD	
46	LD	X014
47	OR	Y004
48	OR	Y011
49	OR	X015
50	ANB	
51	ANI	X012
52	ANI	Y007
53	ANI	Y005
54	MPS	
55	ANI	Y010
56	OUT	Y004
57	MPP	
58	ANI	Y004
59	OUT	Y011
60	MRD	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

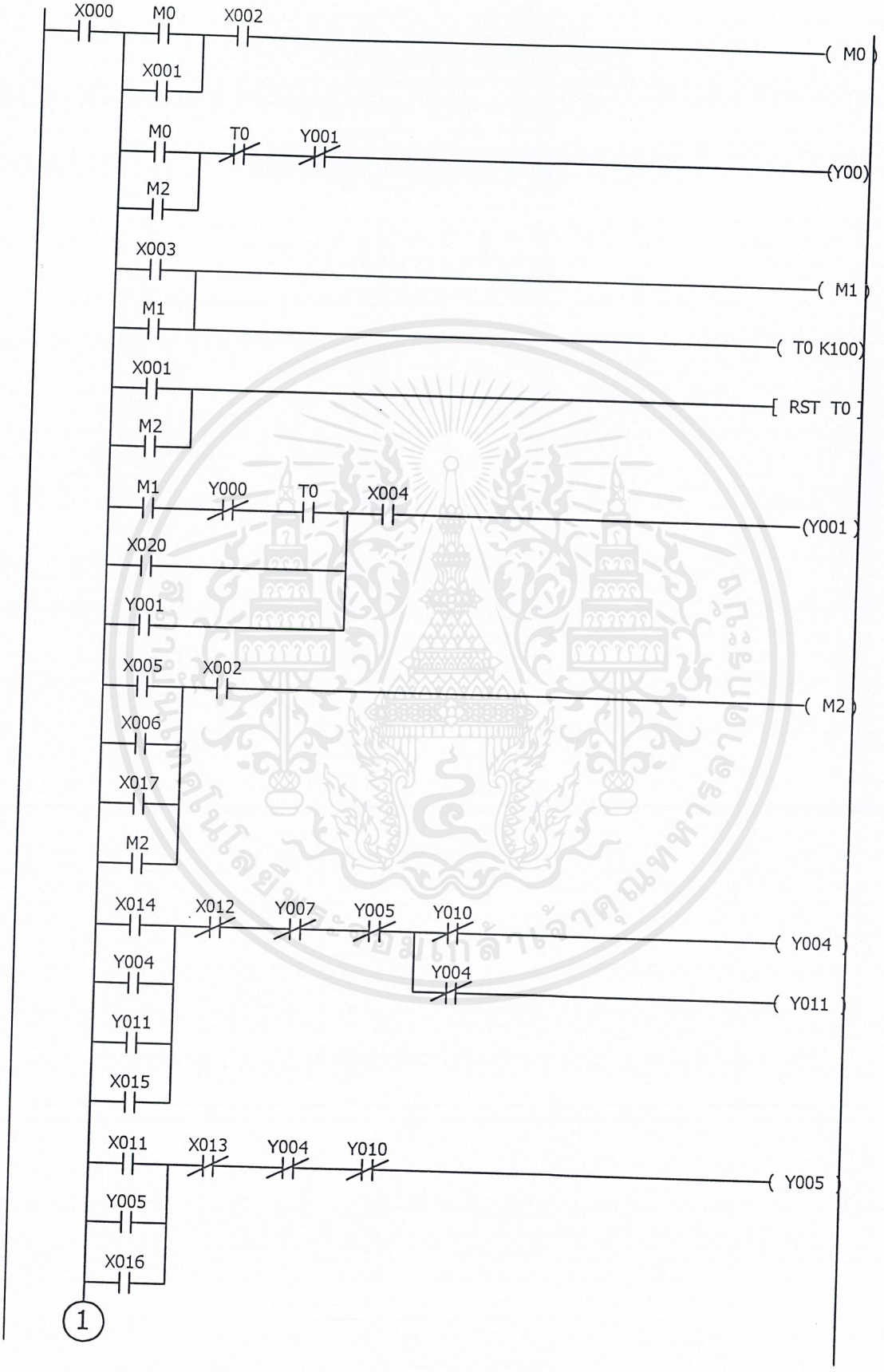
61	LD	X011
62	OR	Y005
63	OR	X016
64	ANB	
65	ANI	X013
66	ANI	Y004
67	ANI	Y010
68	OUT	Y005
69	MRD	
70	LD	X007
71	OR	Y007
72	OR	Y006
73	OR	X001
74	ANB	
75	ANI	X010
76	ANI	Y005
77	MPS	
78	ANI	Y012
79	OUT	Y007
80	MPP	
81	ANI	Y007
82	OUT	Y006
83	MRD	
84	LD	X013
85	OR	Y010
86	ANB	
87	ANI	Y004
88	ANI	X010
89	ANI	Y005
90	OUT	Y010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

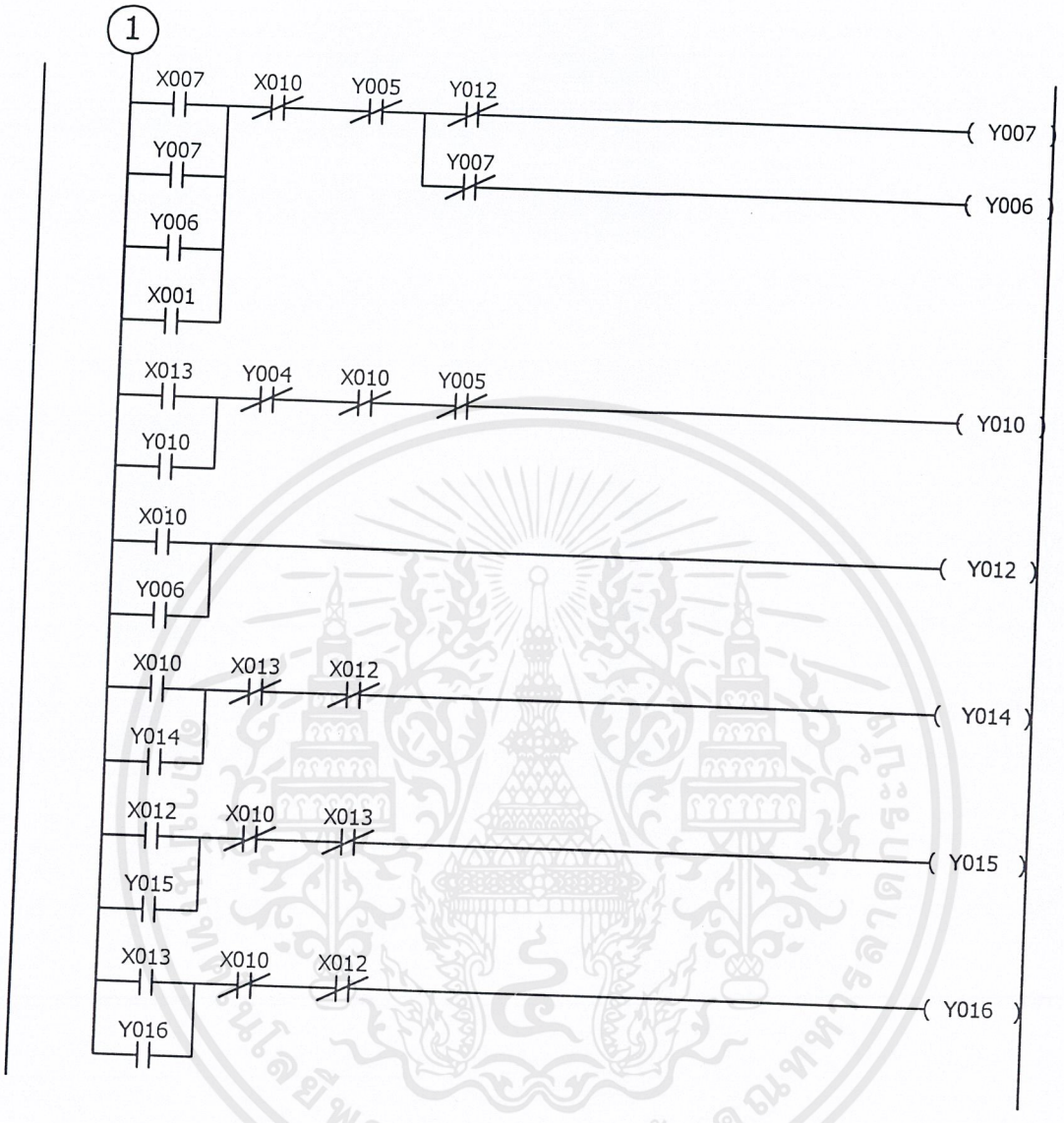
91	MRD	
92	LD	X010
93	OR	Y006
94	ANB	
95	OUT	Y012
96	MRD	
97	LD	X010
98	OR	Y014
99	ANB	
100	ANI	X013
101	ANI	X012
102	OUT	Y014
103	MRD	
104	LD	X012
105	OR	Y015
106	ANB	
107	ANI	X010
108	ANI	X013
109	OUT	Y015
110	MPP	
111	LD	X013
112	OR	Y016
113	ANB	
114	ANI	X010
115	ANI	X012
116	OUT	Y016

รูปที่ ค.1 โปรแกรมควบคุมการทำงานการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 แผนผังการทำงานการเปิด-ปิดร่วมกับการขึ้น-ลงของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทำงานการขึ้น-ลง ของตู้โดยสารลิฟท์

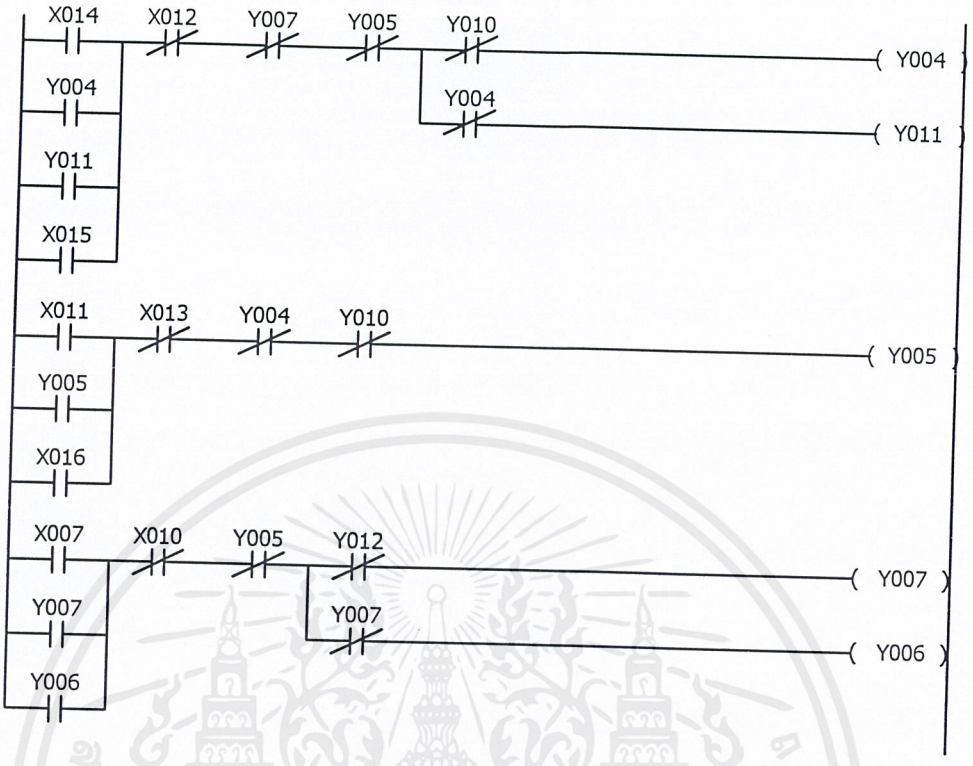
0	LD	X014
1	OR	Y004
2	OR	Y011
3	OR	X015
4	ANB	
5	ANI	X012
6	ANI	Y007
7	ANI	Y005
8	MPS	
9	ANI	Y010
10	OUT	Y004
11	MPP	
12	ANI	Y004
13	OUT	Y011
14	MRD	
15	LD	X011
16	OR	Y005
17	OR	X016
18	ANB	
19	ANI	X013
20	ANI	Y004
21	ANI	Y010
22	OUT	Y005
23	MRD	
24	LD	X007
25	OR	Y007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

26	OR	Y006
27	OR	X001
28	ANB	
29	ANI	X010
30	ANI	Y005
31	MPS	
32	ANI	Y012
33	OUT	Y007
34	MPP	
35	ANI	Y007
36	OUT	Y006
37	MRD	
38	LD	X013
39	OR	Y010
40	ANB	
41	ANI	Y004
42	ANI	X010
43	ANI	Y005
44	OUT	Y010
45	MRD	
46	LD	X010
47	OR	Y006
48	ANB	
49	OUT	Y012

รูปที่ ค.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานการขึ้นลงของตู้โดยสารลิฟท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 แผนผังการทำงานการขึ้นลงของตู้โดยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

1. LIMITATIONS OF SOME INSTRUCTIONS

- The following applied instructions can only be used once.

FNC 52	MTR	FNC 60	IST	FNC 70	TKY
FNC 57	PLSY	FNC 62	ABSD	FNC 71	HKY
FNC 58	PWM	FNC 63	INCD	FNC 72	DSW
		FNC 68	ROTC	FNC 74	SEGL
				FNC 75	ARWS

- With the following instructions, a maximum of 6 instructions can be driven simultaneously.

FNC 53	HSCS	FNC 54	HSCR	FNC 55	HSZ

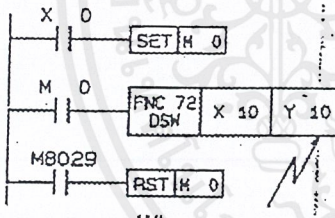
— USING THE EXECUTION COMPLETE FLAG —

- Special registers are provided to process each instructions listed above.

  Most of these instructions execute a series of operations over several cycles with the transient state registered in these special registers.

- With an FNC72 (DSW) instruction, for example, four-point outputs operate automatically in 0.1 second intervals. If the instruction drive input is turned OFF before an operation series is completed, the operation is suspended. When the instruction is turned ON again, the operation series starts again from the beginning.

- To avoid suspending an operation, drive the instruction with the following sequence using execution complete flag M8029.



FNC72 operates while X0 stays ON.

If X0 is turned OFF, M0 keeps operating until FNC72 has been completely executed.

When programmed in this way, FNC72 reads the digital switches through a series of operations but it only reads them once. This means the outputs Y10 to Y13 are not operated continuously so that there is no need to worry about the service life even if the outputs are of relay type.

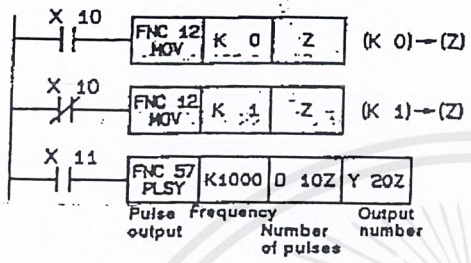
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

LIMITATIONS OF SOME INSTRUCTIONS

— MODIFYING WITH INDEX —

- The use of instructions whose designation in a program is limited can be expanded by modifying the object device number with index register V or Z.

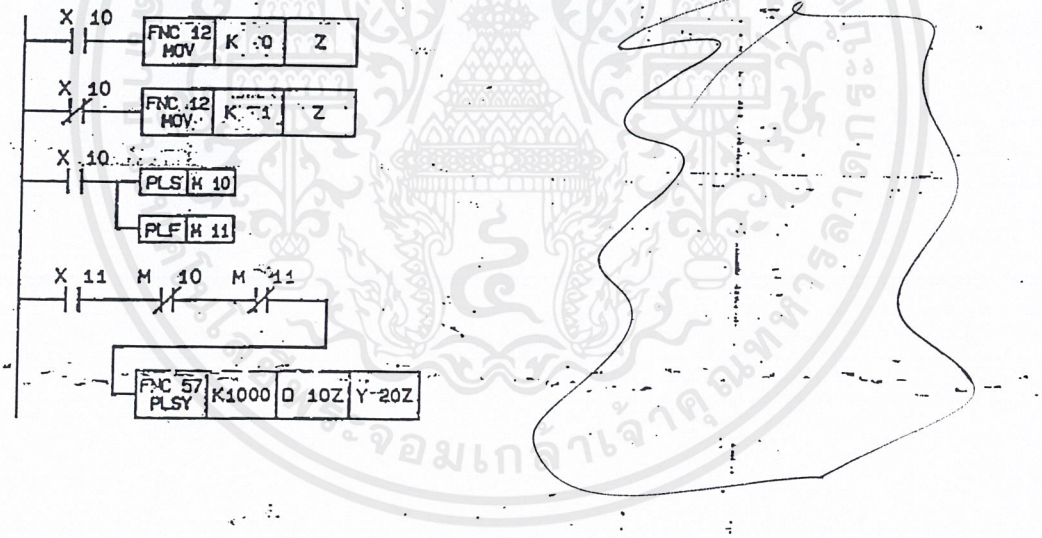


The number of pulses determined by the data in (D10) and (D11) is output to Y20 and Y21 respectively.

Whether the (D10) data or the (D11) data is used is determined by the ON/OFF state of X10.

- If the ON/OFF state of X10 is changed while a series of pulses is output with a FNC57 instruction, the change in the ON/OFF state is not accepted until the set number of pulses has been output.

  To change the output immediately by suspending the present operation, one possible method is to turn OFF the FNC57 instruction with the sequence shown below.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

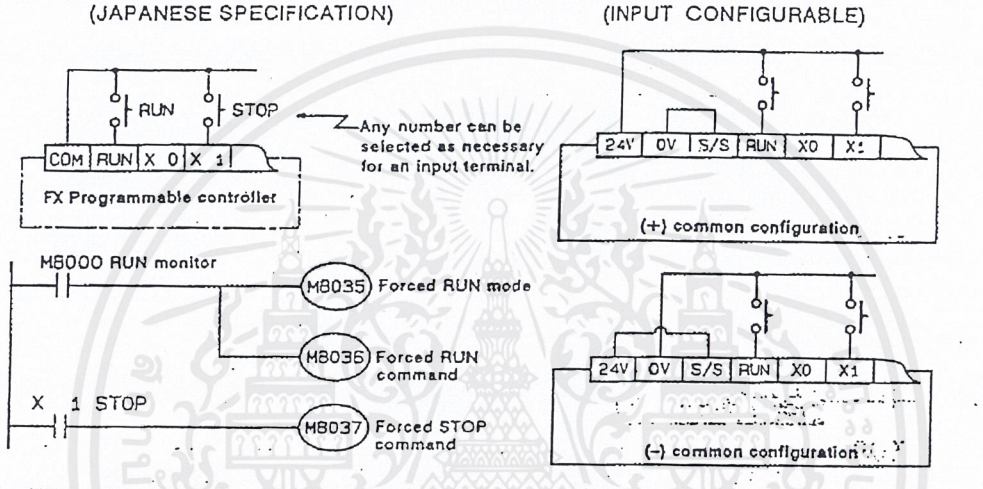
APPENDIX

2. 2-INPUT RUN/STOP SWITCH CONTROL

The FX Series PC has one RUN input terminal. When this terminal is ON, the PC is in the RUN state and when it is OFF the PC is in the STOP state. This is the same as with the F_1 Series PC.

An F_2 Series PC, in comparison to an FX Series PC, has both RUN and STOP input terminals. By driving these terminals momentarily with a pushbutton switch, the RUN or STOP state can be maintained.

With an FX Series PC, RUN/STOP control equivalent to that of F_2 series can be accomplished with a special auxiliary relay. The general input shown below is used as the STOP input.



- RUN monitor M8000 is turned ON when the RUN input pushbutton is pressed and special auxiliary relays M8035 and M8036 are operated.

  The RUN status is self-maintained by this relay operation.

- The self-maintained RUN status is canceled when the END instruction is executed after the STOP input (X1) turned ON. The PC stops.

  Therefore, the RUN input is given priority when the RUN and STOP input pushbutton switches are pressed at the same time.

  To give priority to the STOP input, interlock with the external input circuit so that the RUN input is turned OFF while the STOP pushbutton is pressed.

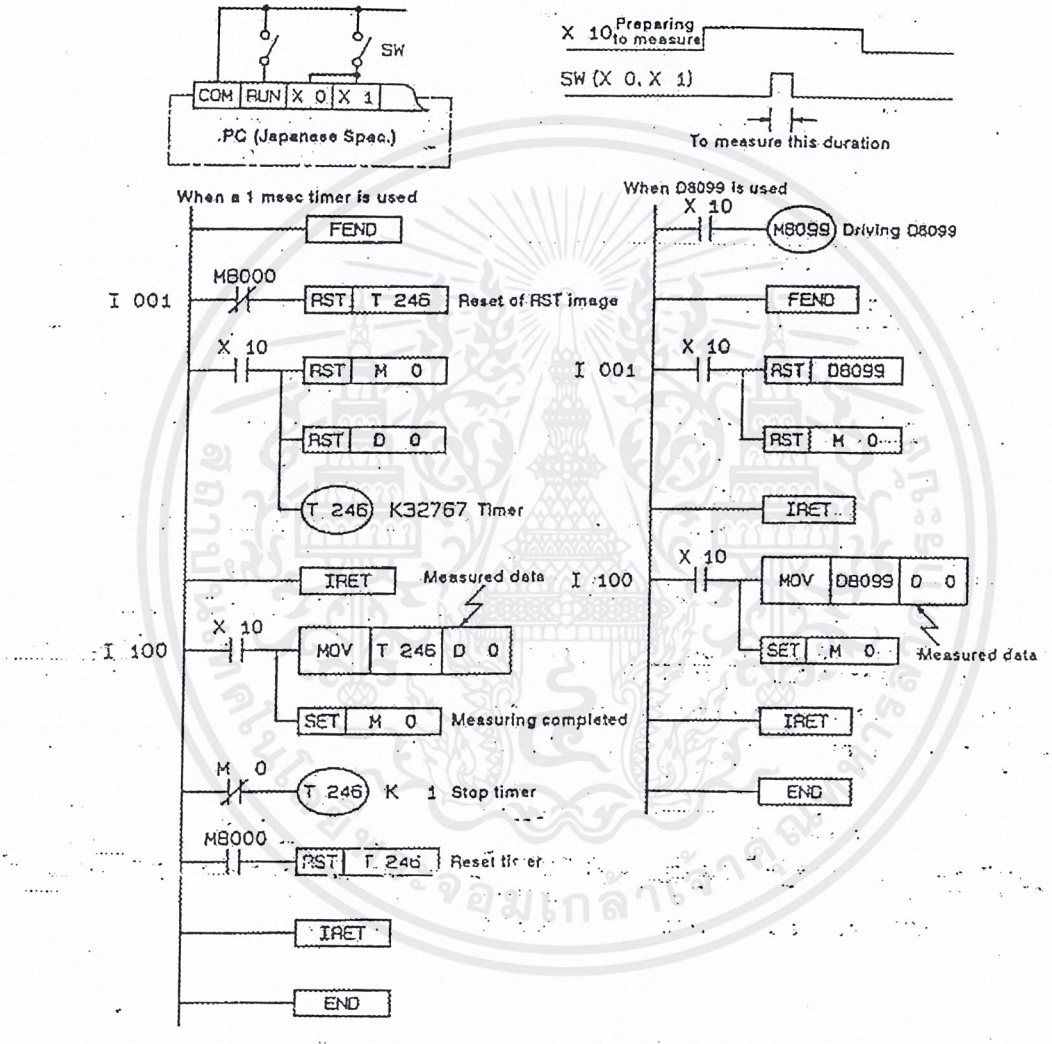
- When a STOP input is given, M8035, M8036, and M8037 are turned OFF.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

3. MEASURING PULSE WIDTHS

Pulse width can be measured in increments of 1 msec with a 1 msec timer or 0.1 msec with special data register D8099.



- 1-msec timer T246 is driven by the interrupt of I001 when X0 is turned ON.
- When X1 is turned OFF, the present value of T246 is transferred to the measured value storage data register D0 by the interruption of I100. Then, completion signal M0 is operated.
- This is the same process as described on the left, except that D8099 is used instead of a 1 msec timer.
- The special data register counts the operation cycle to be initiated after M8099 is driven with a 0.1 msec clock. If the counted value exceeds 32,767, counting begins again from 0.
- An interrupt enable instruction (EI) must be written into the main program.

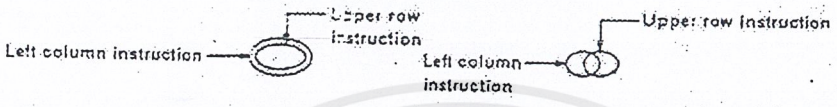
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

4. PROGRAM FLOW CONTROL INSTRUCTIONS

The relationship between an MC-MCR instruction and a CJ instruction are detailed in Section 5.2.1. The other program flow instructions are explained below.

In the following tables, the symbol " ◎ " indicates an "inclusive" relationship and the symbol " ⊚ " indicates cases where the zones overlap.



Left column \ Upper row	MC-MCR	CJ-P	EI-DI	FOR-NEXT	STL-RET
MC-MCR	◎ ○ 5 nesting levels	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○
	⊚ △	⊚ △	⊚ ○	⊚ × (6607)	⊚ × (6605)
CJ-P	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○
	⊚ △	⊚ △	⊚ ○	⊚ △	⊚ △
EI-DI	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○
	⊚ ○	⊚ ○	⊚ ○	⊚ ○	⊚ ○
FOR-NEXT	◎ × (6607)	◎ ○	◎ ○	◎ ○ 5 nesting levels	◎ × (6607)
	⊚ × (6607)	⊚ △	⊚ ○	⊚ ✱2	⊚ × (6607)
STL-RET	◎ × (6605)	◎ △	◎ ○	◎ ○ (within one STL)	◎ ○
	⊚ × (6605)	⊚ △	⊚ ○	⊚ × (6607)	⊚ ○
P-SRET	◎ × (6605)	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ × (6606)
	⊚ × (6605)	⊚ △	⊚ ○	⊚ × (6607)	⊚ × (6605)
I-IRET	◎ × (6606)	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ × (6606)
	⊚ × (6605)	⊚ △	⊚ ○	⊚ × (6607)	⊚ × (6606)
FEND-END	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ △
	⊚ × (6608)	⊚ × (6701)	⊚ ✱1	⊚ × (6607)	⊚ × (6605)
0-FEND	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○
	⊚ × (6608)	⊚ ○	⊚ ○	⊚ × (6607)	⊚ × (6605)
0-END (NO FEND)	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○	◎ ○
	⊚ × (6608)	⊚ × (6701)	⊚ ✱1	⊚ × (6607)	⊚ × (6605)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

PROGRAM FLOW CONTROL INSTRUCTIONS

O : Combinations which can be used without restrictions.

X : Inhibited combinations - the numbers in parentheses indicates error numbers.

Δ : These combinations are not inhibited, although they are not recommended for use.

P-SRET	I-IRET	FEND-END	Remarks
O X (6608)	O X (6608)	O X (6608)	※ 1 Enters a state as if OI instruction is missing. An error does not error.
OO X (6606)	OO X (6606)	OO X (6608)	
O Δ	O Δ	O X (6701)	※ 2 FOR FOR NEXT NEXT Sequence is controlled as indicated by the solid lines.
OO Δ	OO Δ	OO O	
O O	O O	O ※ 1	※ 3 The first FEND or END instruction becomes effective, precluding the expected program flow.
OO O	OO O	OO O	
O X (6607)	O X (6607)	O X (6607)	
OO X (6701)	OO X (6607)	OO X (6607)	
O X (6605)	O X (6605)	O X (6605)	
OO X (6606)	OO X (6606)	OO X (6605)	
O X (6606)	O X (6606)	O X (6709)	The combination of instructions that have an 'inclusive' relationship is permissible with some exceptions. Note the following exceptions.
OO X (6606)	OO X (6606)	OO X (6709)	
O X (6606)	O X (6606)	O X (6606)	
OO X (6606)	OO X (6606)	OO X (6606)	(1) MC-MCR cannot be used in blocks with FOR-NEXT, P-SRET, or I-IRET.
O O	O O	O ※ 3	(2) STL-RET cannot be used in blocks with FOR-NEXT. P-SRET, or I-IRET.
OO X (6709)	OO X (6709)	OO ※ 3	(3) Program flow may not be discontinued while inside blocks of MC-MCR, FOR-NEXT, P-SRET, or I-IRET with an I, IRET, SRET, FEND, or END instruction.
O X (6606)	O X (6606)	O ※ 3	
OO X (6709)	OO X (6606)	OO ※ 3	
O X (6606)	O X (6606)	O ※ 3	
OO X (6709)	OO X (6706)	OO ※ 3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

5. CONSTANT SCAN MODE

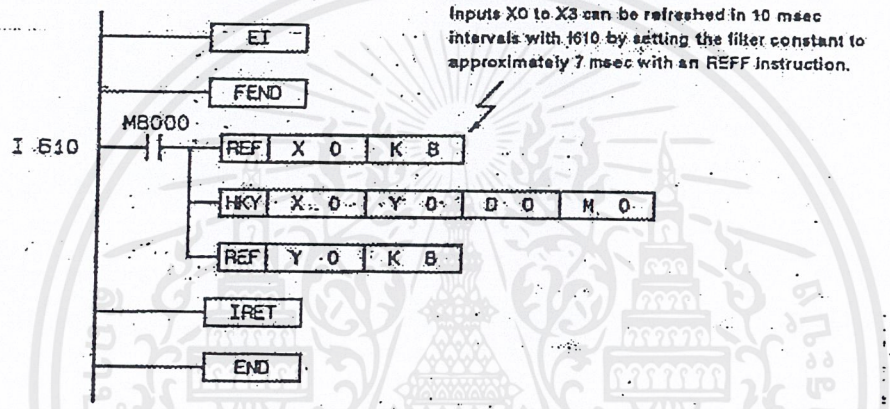
When special auxiliary relay M8039 is driven, the scan time cannot be shortened to less than the scan time designated by D8039.

Use the constant scan mode when executing an instruction such as FNC67 (RAMP), FNC71 (HKY), and FNC77 (PR) that is executed in synchronization with the scan.

When an FNC71 instruction is used, it is important to designate more than 20 msec for the scan time because a response delay due to the input filter is inevitable.

If the constant scan mode is not required, use a timer interrupt routine.

A circuit that processes an HKY instruction in the timer interrupt mode is shown below as an example.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

6. MEMORY HOLD

By maintaining special auxiliary relay M8033 in the ON state, the output status obtained during the RUN state can be maintained when the PC operation status is changed from RUN to STOP.

For example, if a PC is used to control a heater, the operation state of the heater and other equipment can be maintained even after the PC is changed to the STOP state and then restarted after changing the program.

7. REAL-TIME CLOCK FUNCTION (CPU Version V2.0 and after)

HARDWARE OPTIONS

When one of the following real-time clock cassette is connected to the memory cassette connector of the FX, real-time clock function becomes available.

UNITS	DETAILS
FX-RTC	Real-time clock function only
FX-RAM-8C	Real-time clock function + 8K RAM
FX-EEPROM-4C	Real-time clock function + 4K EEPROM

FUNCTIONS

This battery-backed real-time clock provides calender information as well as time information.
Time data is stored in special data registers D8013 to D8019 as shown below:

D8013	seconds	0 - 59
D8014	minutes	0 - 59
D8015	hours	0 - 23
D8016	day	1 - 31
D8017	month	1 - 12
D8018	year	0 - 99 (1980 - 1999, 2000 - 2079)
D8019	day of the week	0 - 6 (Sunday - Saturday)

The calendar caters for leap years in the period 1980 to 2079.

CONTROL FLAGS:-

M8015	Time setting	Clock stops when ON. Clock values can now be corrected by programming panel. Clock restarts when set from ON-to-OFF.
M8016	Register data hold	When ON, clock data registers hold their values. The clock itself continues however.
M8017	Minute rounding	When driven OFF to ON, rounding to the nearest minute occurs.
M8018	Clock available	Automatically set to indicate clock function is available.
M8019	Setting error	Sets when clock data is out of their allowable range.

BATTERY-BACKUP AND ACCURACY

(1) In the backup mode, negligible current is used for the real-time clock compared with the RAM memory. Thus, only the memory portion is required to be considered for the life of the battery.

(2) Worst case accuracy is ±45 sec. per month at 25°C.

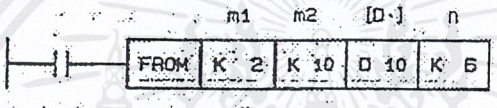
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

8. FROM INSTRUCTION (Ver. 2.0 and after)

8.1 FROM

FROM FNC 78 (P) (16/32) *Reading from Special blocks*	Object devices : K, H | KnX | KnY | KnM | KnS | T | C | D | V, Z m1 m2 n [D·] Number of steps : FROM, FROM(P) ..... 9 steps (D)FROM, (D)FROM(P) ..... 17 steps m1 : 0 to 7 m2 : 0 to 31 n : 1 to 32

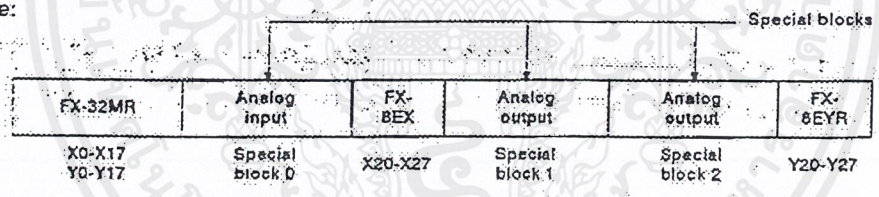


The FROM instruction reads n words of data from the special block m1 starting from the buffer address of m2 to destinations [D] in the base unit.

m1: Special block number (range: 0-7)

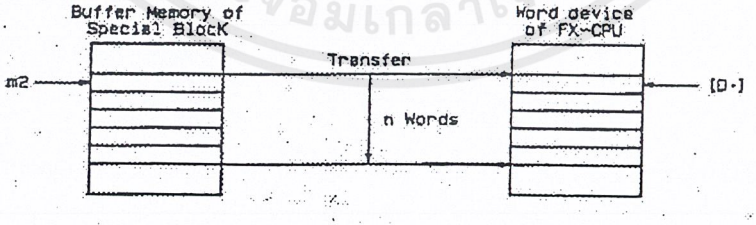
Special blocks assigned with this number in ascending order from the base unit as shown below:

example:

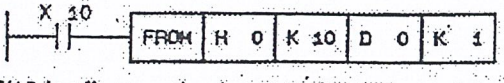


m2: Start address (range: 0-31)

n: no. of data words (range: 1-32) [1-16 for (D)FROM, (D)FROM(P)]



Example:



If X10 is off, execution is not performed.

When X10 is on, from the buffer memory address of K10 of the special block number 0, one word of data is read to D0 of the base unit.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

8. FROM INSTRUCTION (Ver. 2.0 and after)

8.2 I/O'S TAKEN UP BY SPECIAL BLOCKS

Special blocks that require the use of applied functions TO and FROM takes up 8 I/O points per unit. When 2 special blocks are used, 8 x 2 = 16 points of I/O are taken up by these.

Although, I/O points are takes up the special blocks, they do not affect the addressing order of normal I/O's.

32 pts.	16 pts.	8 pts.	8 pts.	8 pts.	8 pts.	
FX-32M	FX-16EX	Special block	Special block	FX-8EX	FX-8EYR	total = 80 pts. of I/O is take up
X0-X17 Y0-Y17	X20-X37 –	– –	– –	X40-X47 –	– Y20-Y27	

8.3 INTERRUPT DURING THE EXECUTION OF FROM/TO (M8028)

M8028 = OFF	M8028 = ON
• When M8028 is not driven or is OFF, jumps caused by interrupts will occur after the completion of the transfer of the FROM/TO instruction.	• When M8028 is driven ON, jumps caused by interrupts will occur immediately.
• A small delay of (800 m + 200) μsec. can be expected in the worst case (m = no. of 32 bit words).	• Data transfer will resume upon return from the interrupt program. This may not be desirable if a FROM/TO instruction operates on the same memory area in the interrupt program.
• Driving M8028 OFF ensures that FROM/TO instructions in the interrupt program do not interact with others elsewhere.	• Drive M8028 ON only when a very short delay is required in applications where timing and accuracies are important.

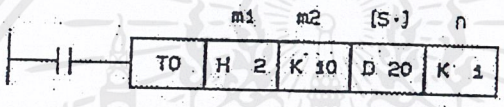
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

9. TO INSTRUCTION (Ver. 2.0 and after)

9.1 TO

TO FNC 79 (P) (16/32) *Writing to Special blocks*	Object devices : K, H | KnX | KnY | KnM | KnS | T | C | D | V, Z m1 m2 n [S·] Number of steps : TO, TO(P) ..... 9 steps (D)TO, (D)TO(P) ..... 17 steps m1 : 0 to 7 m2 : 0 to 31 n : 1 to 32



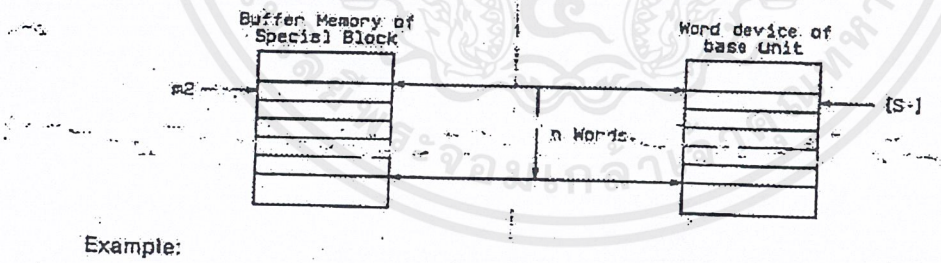
The TO instruction writes n number of words to special block number m1, starting at buffer address m2 from the source device [S·] of the base unit.

m1: Special block number (range: 0-7)

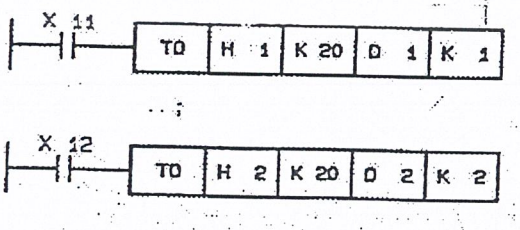
Special blocks which use the TO instruction takes the same amount of I/O's as blocks that use the FROM instruction (8 I/O's).

m2: Start address of buffer (range: 0-31)

n: no. of words (range: 1-32) [1-16 for (D)TO, (D)TO(P)]



Example:



When X11 is on, the contents of D1 (1 word) is sent to the buffer memory address K20 of the special block number 1.

When X12 is on, the contents of D2 and D3 (2 word) are sent to the buffer memory address K20 & K21 of the special block number 2.

If X11, X12 are off, execution is not performed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPENDIX

10. DISTRIBUTION OF POWER

10.1 A MORE ACCURATE METHOD

For the sake of simplicity, power consumption of various units which draw current from the base unit have been represented elsewhere as an equivalent of a number of extendable I/O points. In doing so, a wasteful margin is created and the I/O flexibility of the system reduces. The following is a more accurate method to determine the true maximum of extendable blocks and adapters.

POWER RAILS

For the sake of easy calculation, the following items may be considered theoretically to be drawing current from the stated voltage rails of the power regulator of the base unit:

	Current drawn from	Comments
Extension blocks	24 V rail	Connects to the right of the base unit.
Special adapters	5 V rail	Connects to the left of the base unit.
Special blocks	5 V rail	Connects to the right of the base unit.

Therefore, the maximum number of extendable blocks can be determined from the power available from the 24 V rail. For the extension adapters and special blocks, only the 5 V rail needs to be considered.

10.2 EXTENDING I/O BLOCKS

Extendable block I/O is limited by the following:

(1) TOTAL OCCUPIED I/O OF THE SYSTEM MUST BE 256 OR LESS.

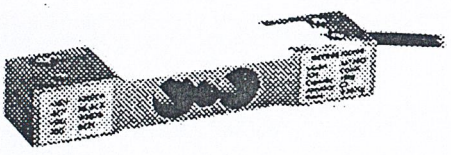
(2) POWER REQUIRED MUST NOT EXCEED THAT OF THE 24 V RAIL.

The following chart shows the maximum current that can be drawn from the 24 V supply in relation to the number of extendable block I/O's:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

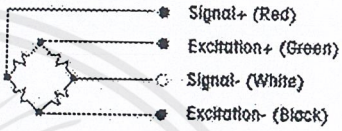
MT1022 & MT1041 Load Cell

The MT1022 and MT1041 are high performance and compact single-point load cells, which are ideal for the construction of low-capacity weighing devices, such as retail, counting and small portable scales. They meet the requirements of OIML R60 for 3000e standard and are approved by NMI in Netherlands. The dimensions of these cells are the same as most major competing brands. Please refer to your METTLER TOLEDO sales office for product compatibility.

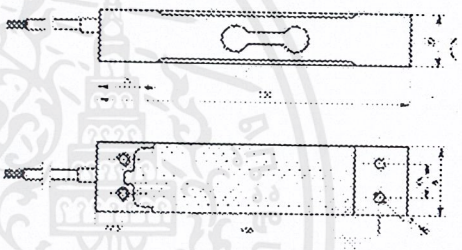


SPECIFICATIONS (MT1022)		
Max. Capacity (Emax)	kg	3, 5, 7, 10, 15, 20, 30
Rated Output	mV/V	2 ± 10%
Accuracy Class		OIML R60 C3
Max. Number of Interval (nmax)		3000
Emax/Vmin		5000
Zero Balance	%F.S.	± 10
Compensated Temp. Range	°C	-10 ~ +40
Input Resistance	Ω	410 ± 10
Output Resistance	Ω	350 ± 3
Insulation Resistance	MΩ	> 5000 (at 50VDC)
Max. Excitation Voltage	V	20 (DC/AC)
Safe Overload	%F.S.	150
Ultimate Overload	%F.S.	300
Construction		Anodized aluminum
Environmental Protection		IP67
Max. Platform Size	mm	350 × 350
Cable		0.5m, 4-wire
Weight	kg	0.17

CABLE COLOR CODE



OUTLINE DIMENSIONS (mm)

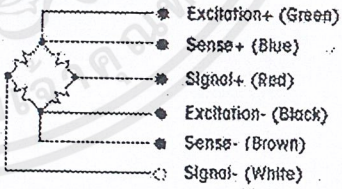


OUTLINE DIMENSIONS (MT1022)	
Capacity (kg)	A (mm)
3, 5, 7	25.4
10, 15, 20, 30	30.0

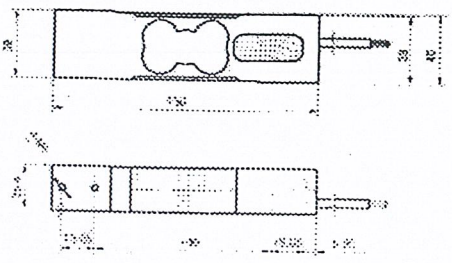


SPECIFICATIONS (MT1041)		
Max. Capacity (Emax)	kg	10, 13, 20, 30, 50, 75, 100
Rated Output	mV/V	2 ± 10%
Accuracy Class		OIML R60 C3
Max. Number of Interval (nmax)		3000
Emax/Vmin		5000
Zero Balance	%F.S.	± 10
Compensated Temp. Range	°C	-10 ~ +40
Input Resistance	Ω	410 ± 10
Output Resistance	Ω	350 ± 3
Insulation Resistance	MΩ	> 5000 (at 50VDC)
Max. Excitation Voltage	V	20 (DC/AC)
Safe Overload	%F.S.	150
Ultimate Overload	%F.S.	300
Construction		Anodized aluminum
Environmental Protection		IP67
Max. Platform Size	mm	400 × 400
Cable		2m, 6-wire
Weight	kg	0.30

CABLE COLOR CODE



OUTLINE DIMENSIONS (mm)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Make vs. Buy: A Typical Bridge Application Error Budget

The AD620 offers improved performance over "homebrew" three op amp IA designs, along with smaller size, fewer components and 10x lower supply current. In the typical application, shown in Figure 34, a gain of 100 is required to amplify a bridge output of 20 mV full scale over the industrial temperature range of –40°C to +85°C. The error budget table below shows how to calculate the effect various error sources have on circuit accuracy.

Regardless of the system in which it is being used, the AD620 provides greater accuracy, and at low power and price. In simple systems, absolute accuracy and drift errors are by far the most significant contributors to error. In more complex systems with an intelligent processor, an autogain/autozero cycle will remove all absolute accuracy and drift errors leaving only the resolution errors of gain nonlinearity and noise, thus allowing full 14-bit accuracy.

Note that for the homebrew circuit, the OP07 specifications for input voltage offset and noise have been multiplied by $\sqrt{2}$. This is because a three op amp type in-amp has two op amps at its inputs, both contributing to the overall input error.

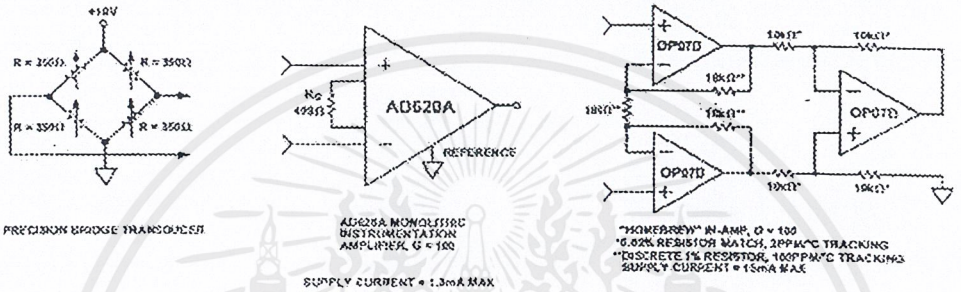


Figure 34. Make vs. Buy

Table I. Make vs. Buy Error Budget

Error Source	AD620 Circuit Calculation	"Homebrew" Circuit Calculation	Error, ppm of Full Scale AD620	Homebrew
ABSOLUTE ACCURACY at T_A = +25°C				
Input Offset Voltage, μV	125 μV/20 mV	(150 μV × √2)/20 mV	6,250	10,607
Output Offset Voltage, μV	1000 μV/100/20 mV	((150 μV × 2)/100)/20 mV	500	150
Input Offset Current, nA	2 nA × 350 Ω/20 mV	(2 nA × 350 Ω)/20 mV	18	53
CMR, dB	110 dB–>3.16 ppm, × 5 V/20 mV	(0.02% Match × 5 V)/20 mV/100	791	500
		Total Absolute Error	7,558	11,310
DRIFT TO +85°C				
Gain Drift, ppm/°C	(50 ppm + 10 ppm) × 60°C	100 ppm/°C Track × 60°C	3,600	6,000
Input Offset Voltage Drift, μV/°C	1 μV/°C × 60°C/20 mV	(2.5 μV/°C × √2 × 60°C)/20 mV	3,000	10,607
Output Offset Voltage Drift, μV/°C	15 μV/°C × 60°C/100/20 mV	(2.5 μV/°C × 2 × 60°C)/100/20 mV	450	150
		Total Drift Error	7,050	16,757
RESOLUTION				
Gain Nonlinearity, ppm of Full Scale	40 ppm	40 ppm	40	40
Typ 0.1 Hz–10 Hz Voltage Noise, μV p-p	0.28 μV p-p/20 mV	(0.28 μV p-p × √2)/20 mV	14	27
		Total Resolution Error	54	67
		Grand Total Error	14,662	28,134

G = 100, V_S = ±15 V

(All errors are min/max and referred to input.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษดา วิศวธีรานนท์. “หลักการใช้งานและการประยุกต์ตัวควบคุมซีเคว้นซ์”. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพฯ,2538

สุพรรณ กุลพาณิชย์ “การประยุกต์ใช้งานเครื่องควบคุม PLC”.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.กรุงเทพฯ,2535

บริษัท เอฟ.เอ.เทค. จำกัด. “คู่มือการใช้โปรแกรม สำหรับ MITSUBISHI FX Series”.2541

คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล. “มาตรฐานระบบเครื่องกลขนส่งในอาคาร”. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์,2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายคงศักดิ์ ปุลวามระ
วัน เดือน ปี เกิด	23 มิถุนายน 2521
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	16/27 หมู่ 13 หมู่บ้าน ยุคลธร ซ.2 ถ.พหลโยธิน ต.พระพุทธบาท อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	16/27 หมู่ 13 หมู่บ้าน ยุคลธร ซ.2 ถ.พหลโยธิน ต.พระพุทธบาท อ.พระพุทธบาท จ.สระบุรี
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบรรจงรัตน์
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนหอวัง
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	เทคโนโลยีสยาม
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	หนังสือที่ดีที่สุด คือโลก ผู้สั่งสอนที่ดีที่สุด คือ จิตใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายอภินันท์ บุญส่งเฉลิม
วัน เดือน ปี เกิด	11 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	จังหวัด สงขลา
ภูมิลำเนา	13/16 ถ.สระเกษ ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา
ที่อยู่ปัจจุบัน	13/16 ถ.สงขลา ต.บ่อยาง อ.เมืองสงขลา จ.สงขลา
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนจุลสมัย
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสงขลาวิทยาคม
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายจักรพันธ์ แม้นอ่วม
วัน เดือน ปี เกิด	23 มีนาคม 2523
สถานที่เกิด	จังหวัด กรุงเทพมหานคร
ภูมิลำเนาเดิม	157 หมู่ 2 ต.บางไผ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ที่อยู่ปัจจุบัน	157 หมู่ 2 ต.บางไผ่ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลนนทบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนรัตนาธิเบศร์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	-
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.4 ปี)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขต นนทบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	อย่ากลัวในสิ่งที่ยังมาไม่ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อผู้ทำปริญญานิพนธ์	นายสมเกียรติ ชาวบ้านเกาะ
วัน เดือน ปี เกิด	9 กรกฎาคม 2520
สถานที่เกิด	จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
ภูมิลำเนาเดิม	1035/2 หมู่ 6 ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	1035/2 หมู่ 6 ต.อ่าวน้อย อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนหาดสนุกราฎร์บำรุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนประจวบวิทยาลัย
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	โรงเรียนโพลีเทคนิคกรุงเทพฯ
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ผลงานที่ได้รับ	-
คติพจน์	มองคนที่มีโอกาสน้อยกว่าเป็นกำลัง มองคนที่มีโอกาสมากกว่าเป็นพลังสร้างชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้