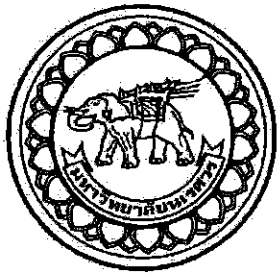


การควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซี

PLC-BASED CONTROL FOR A DOUBLE-STOREY GARAGE

นางสาวทักษพร จิตต์มโนวรรณ์ รหัส 51364323

นายธีรชัย นรชาญ รหัส 51364347

ห้องสมุด คณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 มิ.ย. 2555
เลขทะเบียน 1607457
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ท3360ก
2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซี

ผู้ดำเนินโครงงาน นางสาวทักษพร จิตต์มโนวรรณ์ รหัส 51364323

นายธีรชัย นรชาญ รหัส 51364347

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ
(ดร. สุพรรณนิกา วัฒนะ)

.....กรรมการ
(ดร. พนัส นัถฤทธิ์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซี
ผู้ดำเนินโครงงาน	นางสาวทักษพร จิตต์มโนวรรณ์ รหัส 51364323
	นายธีรชัย นรชาญ รหัส 51364347
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2554

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับการนำพีแอลซีมาใช้ควบคุมโรงจอดรถสองชั้น เพื่อลดปัญหาสถานที่จอดรถไม่เพียงพอสำหรับยานพาหนะส่วนบุคคล โดยจำลองระบบการเปิดและปิดของประตูโรงจอดรถ และระบบไฮดรอลิกยกชั้นจอดรถ ให้มีหลักการทำงานที่ง่ายและใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น โดยที่ระบบรับค่าจากสวิตช์สั่งการ นำไปประมวลผลตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมขึ้นไว้ แล้วนำการประมวลผลที่ได้จากพีแอลซีไปสั่งการให้บานประตูโรงจอดรถเลื่อนขึ้น พร้อมทั้งตรวจจับรถที่จอดอยู่ โดยแปลงค่าความสว่างที่เกิดจากแสงเลเซอร์ไปเป็นแรงดัน แล้วนำแรงดันที่ได้ไปเปรียบเทียบ และนำไปประมวลผลที่พีแอลซี หากมีรถจอดอยู่ระบบไฮดรอลิกยกชั้นจอดรถจะไม่สามารถยกขึ้น เป็นการป้องกันอันตรายแก่รถของผู้ใช้งาน เมื่อผู้ใช้งานนำรถคันแรกเข้ามาจอดบริเวณที่จอดรถแล้ว ระบบไฮดรอลิกจะนำรถไปเก็บยังชั้นใต้ดิน ผู้ใช้งานสามารถนำรถอีกคันไปจอดได้ ขณะที่ประตูของโรงจอดรถกำลังปิดลงนั้น มีวัตถุตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ จะมีการเปรียบเทียบแรงดันโดยใช้ตัวต้านทานไวแสง ทำให้ประตูของโรงจอดรถหยุดการทำงาน และรอจนกว่าวัตถุนั้นเคลื่อนที่ผ่านไป ประตูของโรงจอดรถจึงจะทำงานอีกครั้ง รวมทั้งมีส่วนของไฟแสดงสถานะที่จอดรถโดยใช้ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์เพื่อให้ทราบถึงจำนวนที่จอดรถที่ว่างอยู่อีกด้วย

Project title	PLC-based Control for a Double-Storey Garage
Name	Ms. Taksaporn Jitmanowan ID. 51364323
	Mr. Teerachai Norachan ID. 51364347
Project advisor	Mr. Akaraphunt Vongkunghae, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2011

Abstract

This project is a modeling of in-house-two-floor parking system. The model demonstrates that the two-floor parking system is able to increase the number of parked vehicles in a house using vertical parking structure. A programmable logic controller (PLC) is use to control the door and lift of the parking system. It enables the system to function safely.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. อัครพันธ์ วงศ์กังแห ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ผู้มอบความรักความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นางสาวทักษพร จิตต์มโนวรรณ์
นายธีรชัย นรชาญ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 โครงสร้างและหลักการทำงานของโรงจอดรถแบบจำลอง 4
2.1.1 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง 4
2.1.2 หลักการทำงานของโรงจอดรถ 5
2.2 ระบบไฮดรอลิกยกชั้นจอดรถ 5
2.2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก 5
2.2.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิก 6
2.2.3 ระบบไฮดรอลิกแบบจำลอง 6
2.3 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 7
2.3.1 โครงสร้างของตัวทานไวแสง 7
2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 7
2.3.3 หลักการทำงานของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 8
2.3.4 ผลตอบสนองทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง 8
2.4 มอเตอร์ควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของแบบจำลอง 9
2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง 10
2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 11
2.5 ตัวเปรียบเทียบแรงดัน 12

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของไอซีออปแอมป์ 12
2.5.2 คุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติ 13
2.5.3 หลักการเปรียบเทียบของวงจร 14
2.5.4 วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบสัญญาณ 14
2.6 ระบบพีแอลซีควบคุมการสั่งการต่าง ๆ ของอุปกรณ์ภายในโรงจอดรถ 15
2.6.1 ความหมายของพีแอลซี 16
2.6.2 ส่วนประกอบของพีแอลซี 16
2.6.3 ข้อกำหนดในการเขียนแผนภาพแลดเดอร์สำหรับพีแอลซี 18
2.6.4 โปรแกรมแลดเดอร์ของพีแอลซี 18
2.6.5 การทำงานของพีแอลซี 19
2.6.6 การเขียนโปรแกรมของพีแอลซี 20
2.6.7 ชุดทดลอง ET – BOARD V5.0 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 26
3.1 โปรแกรมการทำงานของระบบ 27
3.1.1 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น 27
3.1.2 แผนผังการทำงานของ ประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนลง 28
3.1.3 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น 30
3.1.4 แผนผังการทำงานของ ระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนลง 31
3.1.5 รายละเอียดตำแหน่งอินพุต และเอาต์พุตของพีแอลซี 32
3.1.6 แลดเดอร์ไดอะแกรม 33
3.2 การสร้างระบบควบคุมการเปิดและปิดของโรงจอดรถ 37
3.2.1 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์ 37
3.2.2 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์ 38
3.2.3 วงจรตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 39
3.2.4 วงจรขับมอเตอร์ 42
3.3 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี 44
3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น 45
3.4.1 กรณีกดสวิตช์เปิด 45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.2 กรณีกดสวิตช์ปิด 47
3.4.3 กรณีกดสวิตช์สั่งการระบบไฮดรอลิก 48
3.4.4 ไฟแสดงสถานะของที่จอดรถ 50

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 53
4.1 ผลการทดสอบตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 53
4.2 ผลการทดสอบระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น 54
4.2.1 กดสวิตช์เปิด 54
4.2.2 กรณีกดสวิตช์ปิด 56
4.2.3 กรณีกดสวิตช์สั่งการระบบไฮดรอลิก 58
4.2.4 ไฟสถานะของที่จอดรถ 60

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 65
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 65
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 65
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป 66

เอกสารอ้างอิง 67

ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมโรงจอดรถสองชั้น 68
ภาคผนวก ข รายละเอียดของไอซีออปแอมป์ 7805 73
ภาคผนวก ค รายละเอียดของไอซีออปแอมป์ 7812 76
ภาคผนวก ง รายละเอียดของตัวต้านทานไวแสง (LDR) 79
ภาคผนวก จ รายละเอียดของไอซี LM324N 84
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของรีเลย์ 12 โวลต์ 91

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 94

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติ....13
2.2 คำสั่งพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์....19
2.3 ข้อมูลของชุด ET-BOARD V5.0 ในโหมดพีแอลซี....23
3.1 ตำแหน่งอินพุต และเอาท์พุตของพีแอลซี....32

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง 4
2.2 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง 5
2.3 การทำงานของระบบไฮดรอลิกแบบง่าย 6
2.4 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง 7
2.5 คุณสมบัติของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 8
2.6 ผลตอบสนองของตัวต้านทานไวแสง 9
2.7 มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์ 10
2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 12
2.9 วงจรภายในของไอซีออปแอมป์ 12
2.10 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์ 13
2.11 วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบ 14
2.12 ลักษณะของไอซีออปแอมป์ LM 324 15
2.13 ส่วนประกอบของพีแอลซีในส่วนฮาร์ดแวร์ 17
2.14 ลักษณะการทำงานของพีแอลซี 20
2.15 แผนผังการทำงานของพีแอลซี 21
2.16 ชุดทดลอง ET – BOARD V5.0 22
2.17 การต่อเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 10 โวลต์ 24
2.18 การต่ออินพุต และเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ 24
2.19 การต่ออินพุต และเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ 25
3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของโรงจอดรถสองชั้น 26
3.2 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น 27
3.3 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น (ต่อ) 28
3.5 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น 30
3.6 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนลง 31
3.7 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์ 37
3.8 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์ 38
3.9 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์ 38
3.10 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์ 39
3.11 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ 40

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

3.12 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะมีแสงตกกระทบ....41
3.13 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะไม่มีแสงตกกระทบ....42
3.14 วงจรขับมอเตอร์....43
3.15 วงจรขับมอเตอร์....44
3.16 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี....44
3.17 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี....45
3.18 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์เปิดขณะไม่มีรถจอดชั้นพื้นดิน....46
3.19 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์เปิดขณะมีรถจอดชั้นพื้น....46
3.20 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ปิดขณะไม่มีวัตถุตัดผ่าน....47
3.21 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ปิดขณะมีวัตถุตัดผ่าน....48
3.22 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ขึ้น....49
3.23 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ลง....49
3.24 การจำลองสถานการณ์เมื่อไม่มีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น....50
3.25 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถชั้นพื้น....51
3.26 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถชั้นใต้ดิน....51
3.27 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น....52
4.1 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะไม่มีวัตถุตัดผ่าน....53
4.2 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะมีวัตถุตัดผ่าน....54
4.3 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์เปิด....55
4.4 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์เปิด ขณะมีรถจอดชั้นพื้นดิน....56
4.5 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ปิด....57
4.6 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ปิด ขณะมีวัตถุตัดผ่าน....58
4.7 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ขึ้น....59
4.8 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ลง....60
4.9 ผลการทดลองเมื่อไม่มีรถจอดบริเวณที่จอดรถ....61
4.10 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณชั้นพื้นดิน....62
4.11 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณชั้นใต้ดิน....63
4.12 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น....64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันอัตราของจำนวนประชากรมีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนยานพาหนะมีเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากร เป็นเหตุให้เกิดปัญหาสถานที่จอดรถไม่เพียงพอ ประกอบกับที่ดินในตัวเมืองมีราคาแพง ผู้ขับขี่จำเป็นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินเพื่อก่อสร้างโรงจอดรถเพิ่ม ด้วยเหตุนี้ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ออกแบบสร้างระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นด้วยระบบพีแอลซี เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอ ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อที่ดินเพิ่มในการก่อสร้างโรงจอดรถ และเป็นการใช้พื้นที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ปัจจุบันการพัฒนานำระบบไฮดรอลิกมาประยุกต์ใช้กับการลำเลียงของ ขนถ่าย และยกของหนักเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากว่าระบบไฮดรอลิกสามารถรับโหลดที่มีน้ำหนักมาก ทั้งในแนวดิ่ง และแนวราบ มีขนาดเล็ก เบากว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น ง่ายต่อการควบคุม และแก้ไข เมื่อนำระบบพีแอลซีเข้ามาร่วมทำงานกับระบบไฮดรอลิกแล้ว จะทำให้วงจรการทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในส่วนของระบบโรงจอดรถสองชั้นสามารถนำรถเข้าจอดได้ทั้งในชั้นใต้ดิน และชั้นพื้นดิน เมื่อผู้ขับขี่นำรถเข้ามาในโรงจอดรถ ระบบพีแอลซีสั่งการให้ไฮดรอลิกยกพื้นที่จอดรถชั้นใต้ดินขึ้นมารับรถ และนำไปเก็บยังชั้นใต้ดิน เมื่อรถอีกคันเข้ามาก็จะสามารถเข้าจอดยังชั้นพื้นดินได้ตามปกติ เมื่อต้องการนำรถชั้นใต้ดินออก ผู้ขับขี่จะต้องนำรถชั้นพื้นดินออกมาก่อน แล้วจึงสั่งการให้ไฮดรอลิกยกพื้นที่จอดรถชั้นใต้ดินขึ้นมา จึงจะสามารถนำรถออก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นสำหรับยานพาหนะส่วนบุคคล โดยใช้พีแอลซีในการควบคุมระบบการยกตัวของพื้นที่จอดรถซึ่งใช้ระบบไฮดรอลิก รวมทั้งควบคุมการเปิดและปิดของประตูโรงจอดรถ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างแบบจำลองโรงจอดรถสองชั้นโดยแบ่งเป็นชั้นใต้ดินกับชั้นพื้นดิน
2) สร้างแบบจำลองระบบการยกพื้นขึ้นและลงโดยใช้ระบบไฮดรอลิก
3) สร้างแบบจำลองระบบการเปิดและปิดประตูโรงจอดรถโดยใช้มอเตอร์
4) ใช้พีแอลซีในการควบคุมระบบการยกพื้นขึ้นและลงและระบบการเปิดและปิดประตูโรงจอดรถของแบบจำลองที่สร้างขึ้น

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2554							ปี 2555		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) ศึกษาหลักการระบบไฮดรอลิกและทฤษฎีระบบพีแอลซี										
2) ออกแบบระบบควบคุมการเปิดปิดของประตูโรงจอดรถ										
3) ออกแบบระบบควบคุมการยกพื้นที่จอดรถ										
4) สร้างแบบจำลอง และวงจรการควบคุมโรงจอดรถสองชั้น										
5) ทำการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน										
6) สรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1) แก้ไขปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอสำหรับพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น ในตัวเมือง
2) เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้มีประโยชน์สูงสุด
3) ลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างโรงจอดรถขนาดใหญ่และการซื้อที่ดินที่มีราคาแพง
4) สามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้กับอาคารชุดหรือโรมแรม

1.6 งบประมาณ

ค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรควบคุม	1,000 บาท
ค่าโครงสร้างแบบจำลอง	500 บาท
ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1,000 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	2,500 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ระบบควบคุมการทำงานของโรงจอดรถสองชั้นอาศัยหลักการทำงาน และควบคุมด้วยระบบพีแอลซีในการสั่งการการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ระบบมีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการใช้งานแบบสากล ใช้หลักการทำงานที่ง่าย อีกทั้งการปรับเปลี่ยน และแก้ไขไม่ยุ่งยาก การทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถใช้หลักการทำงาน และอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 โครงสร้างและหลักการทำงานของโรงจอดรถแบบจำลอง

2.1.1 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง

โครงสร้างของโรงจอดรถสองชั้นประกอบด้วยชั้นใต้ดิน และชั้นพื้นดิน โครงสร้างโรงจอดรถจำลองภายในจะประกอบด้วยระบบไฮดรอลิกช่วยยกชั้นจอดรถจากใต้ดินขึ้นมาอยู่ในแนวระดับพื้นดิน มอเตอร์กระแสตรงควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของบานประตู ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ สวิตช์ควบคุมการทำงานของโรงจอดรถ โครงสร้างของโรงจอดรถสองชั้นแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.1 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของโรงจอดรถแบบจำลอง

2.1.2 หลักการทำงานของโรงจอดรถ

หลักการทำงานของโรงจอดรถ คือ เมื่อผู้ใช้งานกดสวิตช์ปุ่มกด จะเป็นการสั่งการให้บานประตูเลื่อนขึ้นและลง เมื่อถูกสั่งงานให้ทำงานจากระบบพีแอลซี ระบบไฮดรอลิกจะยกตัวขึ้น เมื่อรถเข้าไปจอดแล้ว ระบบไฮดรอลิกก็จะนำรถกลับไปเก็บยังชั้นใต้ดิน และรถอีกคันก็จะสามารถนำรถเข้ามาจอดที่ชั้นพื้นดินได้ตามปกติ

2.2 ระบบไฮดรอลิกยกชั้นจอดรถ

ในปัจจุบันระบบไฮดรอลิกสามารถช่วยผ่อนแรงในการทำงานได้มาก ในการทำงานบางครั้งต้องอาศัยแรงมากแค่ออกแรงเพียงเล็กน้อย ก็จะสามารถช่วยแบ่งเบาภาระในการทำงานได้มาก ระบบไฮดรอลิกจึงเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย นำมาประยุกต์ใช้กับการทำงานที่หนักเกินความสามารถของคน เช่น การยกรถ การยกสินค้าที่มีน้ำหนักมาก เครื่องจักรหนัก เป็นต้น

2.2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกแบ่งเป็น 6 อย่าง คือ

ก) อ่างน้ำมันไฮดรอลิก
ข) ปั๊มสำหรับอัดน้ำมันไฮดรอลิกให้มีแรงดันสูงขึ้น

ค) วาล์ว หรืออุปกรณ์สำหรับควบคุมแรงดัน ควบคุมทิศทาง และปริมาณการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก

ง) อุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกให้เป็นพลังงานกล

จ) ท่อไฮดรอลิก เพื่อส่งผ่านน้ำมันไฮดรอลิกไปยังจุดต่าง ๆ

ฉ) น้ำมันไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดแรงอัดไปยังส่วนต่าง ๆ ของระบบไฮดรอลิก อีกทั้งเป็นตัวระบายความร้อน กันสนิมกัดกร่อน [1]

2.2.2 หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิก

หลักการทำงานอย่างง่ายของระบบไฮดรอลิก คือ เมื่อออกแรงกระทำต่อของไหล (ของเหลว หรือก๊าซ) ด้วยลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด ของไหลจะไปดันลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดมาก จะไปดันเพื่อให้พื้นที่หน้าตัดนั้น ๆ ยกตัวสูงขึ้น หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกแสดงดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 การทำงานของระบบไฮดรอลิกแบบง่าย

2.2.3 ระบบไฮดรอลิกแบบจำลอง

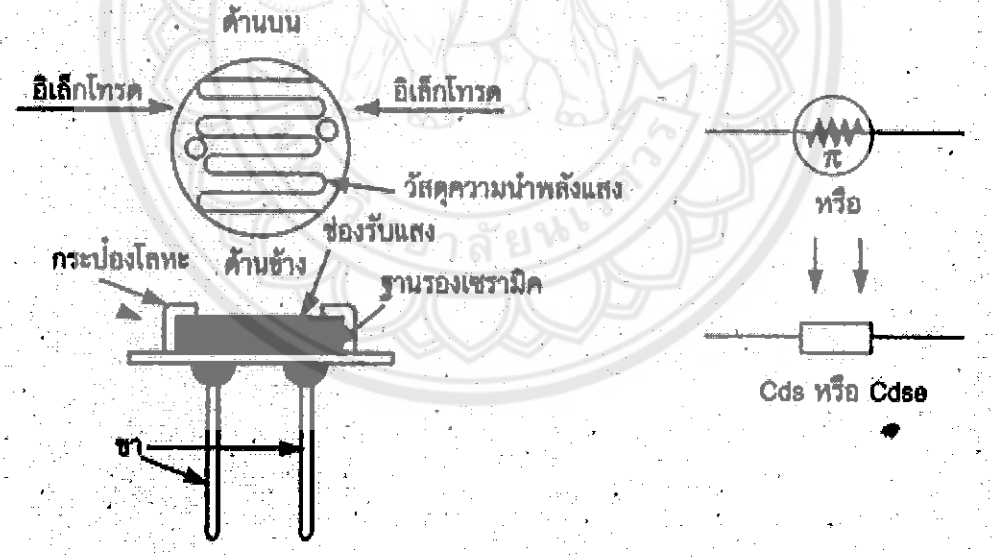
ระบบไฮดรอลิกแบบจำลองถูกสร้างขึ้นจากหลักการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง เนื่องจากตัวระบบไฮดรอลิกจริงมีขนาดใหญ่ ต้องพื้นที่ในการติดตั้งมาก การทำงานมีเสียงดัง อีกทั้งระบบไฮดรอลิกขนาดเล็กที่ต้องการใช้มีราคาแพง ผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ออกแบบ และจำลองระบบไฮดรอลิกขึ้นมา คือ เมื่อป้อนคำสั่งให้พีแอลซีแล้ว พีแอลซีทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือหมุนขวาตามคำสั่ง เป็นการควบคุมระบบไฮดรอลิกจำลองให้มีการเลื่อนขึ้นและลงนั่นเอง

2.3 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ คือ ชุดอุปกรณ์ หรือวงจรที่ทำหน้าที่ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของแสงเลเซอร์ แปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปยังส่วนควบคุมของเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ทางไฟฟ้าต่าง ๆ โดยมีโครงสร้าง และคุณสมบัติดังนี้

2.3.1 โครงสร้างของตัวทานไวแสง

ตัวต้านทานไวแสง หรือที่เรียกว่า LDR (Light dependent resistor) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CsS) หรือแคดเมียมซินิไนด์ (CdSe) ซึ่งเป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ ฉาบลงบนแผ่นเซรามิคที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาที่ฉาบไว้ออกมา ส่วนที่เป็นขดสีดำจะทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และแนวสีดำนั้นจะแบ่งพื้นที่ของตัวมันออกเป็น 2 ข้าง ด้านสีทองนั้นเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอก หรือเรียกว่าอิเล็กโทรดที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิค และอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้ม โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสงแสดงดังรูปที่ 2.4

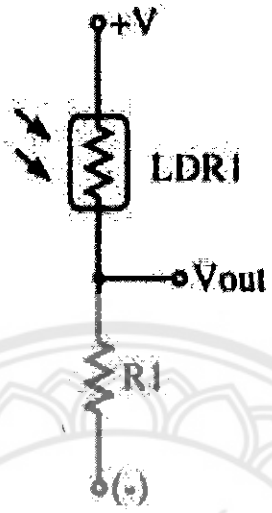


รูปที่ 2.4 โครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง [2]

2.3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

เมื่อตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ได้รับแสงในความเข้มแสงหนึ่ง ๆ แล้วจะทำให้ตัวต้านทานเปลี่ยนค่าไป เมื่อมีความเข้มของแสงที่ตกกระทบเปลี่ยนไป ความต้านทานก็จะ

เปลี่ยนไปตามด้วย หากความเข้มแสงมากขึ้นความต้านทานจะมีค่าลดลง คุณสมบัติของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 คุณสมบัติของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ [2]

2.3.3 หลักการทำงานของตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

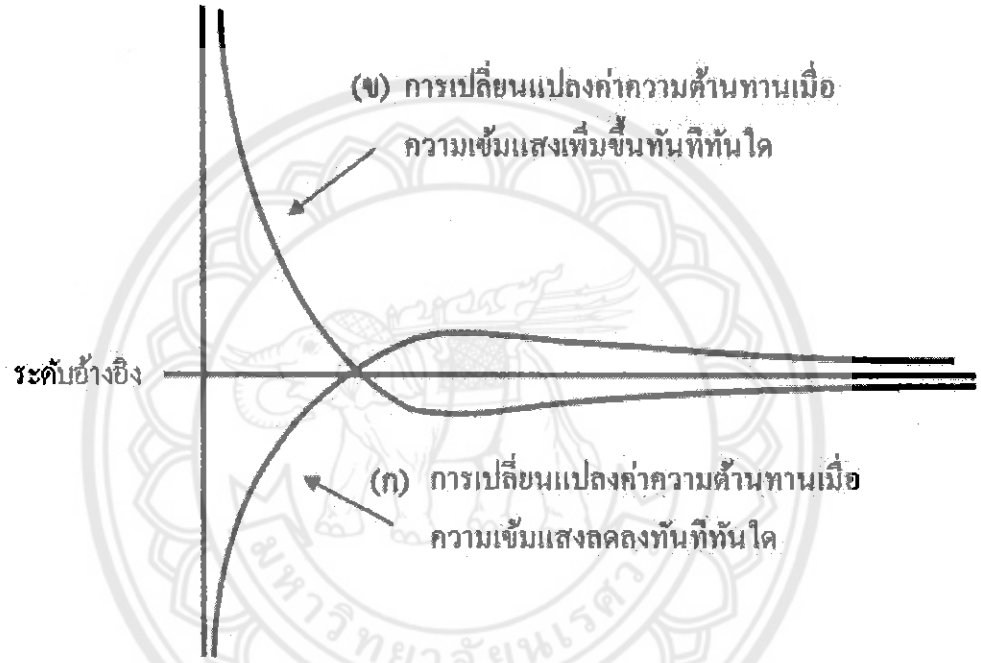
เมื่อมีแสงตกกระทบไปที่ตัวต้านทานไวแสง ก็จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่ง การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระเกิดการวิ่งมากก็จะเท่ากับความต้านทานลดลง ยิ่งมีแสงมาตกกระทบมาก ความต้านทานจะยิ่งลดลงตามมากเท่านั้น [2]

2.3.4 ผลตอบสนองทางไฟฟ้าของตัวต้านทานไวแสง

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงในขณะที่ไม่มีแสง กับขณะที่มีแสงอยู่ที่ประมาณ 100 เท่า จนถึง 10,000 เท่า แล้วแต่ลักษณะการใช้งาน แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 เมกะวัตต์ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจมีค่าความต้านทานถึง 2 เมกะวัตต์ และในขณะที่มีแสงค่าความต้านทานจะประมาณ 10--20 กิโลวัตต์ หรืออาจจะมีค่าความต้านทานประมาณ 0 โอห์ม ตัวต้านทานไวแสงทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 โวลต์ และกำลังสูญเสียประมาณ 50 มิลลิวัตต์

ปรากฏการณ์ที่เกิดจากความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงอย่าฉับพลันดังรูปที่ 2.6 เมื่อเมื่อตัวต้านทานไวแสงได้รับความเข้มแสงสูง ดังเส้น ก. ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงจะมีค่าต่ำ และในทันทีที่ความเข้มแสงถูกลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิง ค่าความต้านทานก็จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไป

จนถึงค่าความต้านทานในระดับอ้างอิง เมื่อตัวต้านทานไวแสงได้รับความเข้มแสงน้อย ๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มแสงเป็นระดับอ้างอิง ดังเส้น ข. ค่าความต้านทานจะลดต่ำลง ในกรณีความเข้มแสงของตัวต้านทานไวแสงเท่ากัน ตัวต้านทานไวแสงแบบแคดเมียมซีนิไนด์จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะต่าง ๆ น้อยกว่าแบบแคดเมียมซัลไฟด์ อย่างไรก็ตามความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปสู่อีกค่าหนึ่งจะช้าอยู่ในช่วงมิลลิวินาที หรือนาที จึงเป็นข้อจำกัดในการใช้ตัวต้านทานไวแสงกับงานความถี่ต่ำเท่านั้น ผลตอบสนองของตัวต้านทานไวแสงแสดงดังรูปที่ 2.6

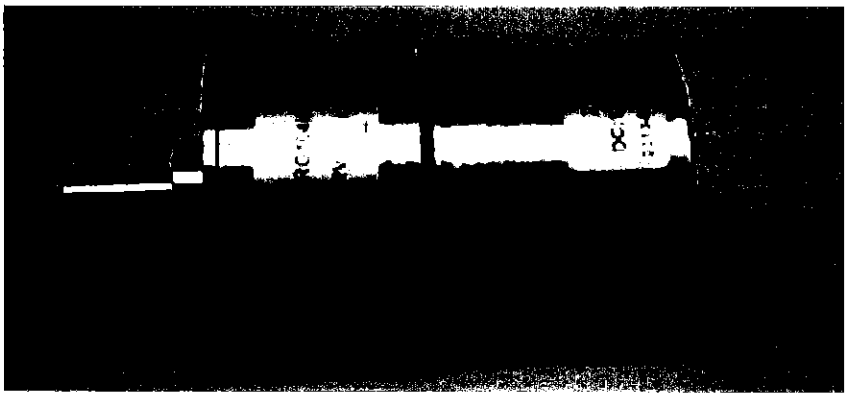


รูปที่ 2.6 ผลตอบสนองของตัวต้านทานไวแสง

2.4 มอเตอร์ควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของแบบจำลอง

ในชีวิตประจำวัน อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว การเคลื่อนที่ภายในจะประกอบด้วยอุปกรณ์สิ่งหนึ่งที่เหมือนกัน คือ มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ คือ เครื่องกลไฟฟ้า (Electromechanical energy) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electric energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical energy) ในรูปของการหมุนเคลื่อนที่ มีประโยชน์ในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ถูกนำไปร่วมงานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือไฟฟ้า และเครื่องใช้ไฟฟ้าถึงประมาณ 80-90 % ในโครงงานนี้ผู้ดำเนินงานได้เลือกใช้มอเตอร์ขนาด 12 โวลต์แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 มอเตอร์กระแสตรง 12 โวลต์

2.4.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงที่ผลิตมาใช้งานมีโครงสร้าง และส่วนประกอบคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกัน มีรูปร่างลักษณะภายนอกคล้ายกัน แตกต่างกันตรงการนำไปใช้งาน โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้เกิดไฟฟ้าในรูปของแรงดันไฟตรงออกมา ส่วนมอเตอร์กระแสตรงเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุน เกิดพลังงานกลขึ้นมา

ส่วนประกอบหลัก ๆ ของมอเตอร์กระแสตรงประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ มีดังนี้

ก) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) คือ ขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวร ขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวน หรือที่เรียกว่า ฉนวนวานิช สนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้แก่มอเตอร์

ข) ขั้วแม่เหล็ก (Pole pieces) คือ แกนสำหรับรองรับขดลวดแม่เหล็ก ถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ภายในมีขั้วแม่เหล็ก ซึ่งทำจากแผ่นเหล็กอ่อนบาง ๆ อัดซ้อนกัน (Lamination sheet steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Eddy current) ที่ทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่กำเนิดขั้วของสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับแท่งเหล็กภายในพอดี

ค) โครงมอเตอร์ (Motor frame) คือ ส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์ โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

ง) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature) คือ ส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ขดลวดอาร์เมเจอร์ภายในทำจากแผ่นเหล็กลักษณะบาง อัดซ้อนกันให้มีความหนาระดับหนึ่ง ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวด (Armature winding) ขดลวดที่ใช้พันนั้นเป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวนวานิช ร่องของขดลวดอาร์เมเจอร์จะมีขดลวดพันอยู่ และมีลิ่มไฟเบอร์อัดแน่นขึงขดลวดอาร์เมเจอร์ไว้ ปลายขดลวดตัวนำต่อไว้กับคอมมิวเตเตอร์ แท่งแม่เหล็กภายในเกิดการผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้ขดลวดตัวนำหมุนเคลื่อนที่

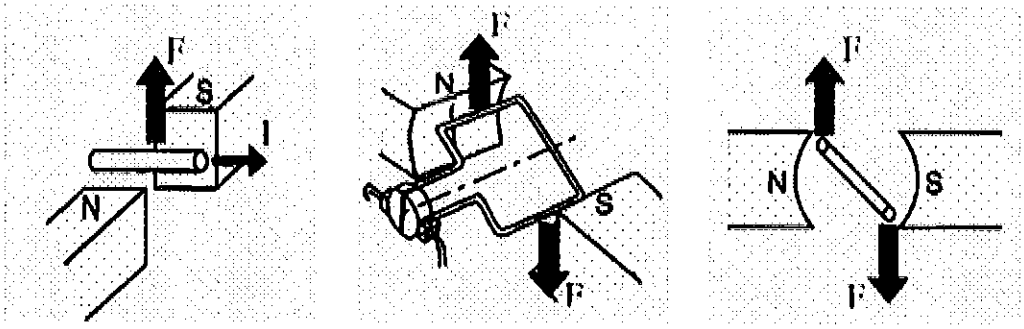
จ) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือ ส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับขดลวดอาร์เมเจอร์ และเพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ของกระแสถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) ขดลวดอาร์เมเจอร์ คอมมิวเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปลงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมเจอร์

ฉ) แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ผลิตมาจากคาร์บอน หรือแกรไฟต์ผสมทองแดง เพื่อให้แข็งแรง และนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่าน เพื่อรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์ [3]

2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์กระแสตรงประกอบด้วยแม่เหล็กถาวร 2 ขั้ว วางอยู่ระหว่างขดลวดอาร์เมเจอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์จะได้รับแรงดันไฟตรงป้อนให้ในการทำงาน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก 2 ชุด มีขั้วแม่เหล็กเหมือนกันวางใกล้กัน เกิดแรงผลักดันทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่ได้

การทำงานเบื้องต้นของมอเตอร์กระแสตรง มีแรงดันไฟตรงจากแหล่งจ่ายผ่านแปรงถ่านไปคอมมิวเตเตอร์ ผ่านไปให้ขดลวดตัวนำ ทำให้ขดลวดตัวนำเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา ทางด้านซ้ายมือเป็นขั้วเหนือ (N) และด้านขวาเป็นขั้วใต้ (S) เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่วางอยู่ใกล้ ๆ เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกัน ขดลวดอาร์เมเจอร์จะหมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา พร้อมกับคอมมิวเตเตอร์หมุนตามไปด้วย แปรงถ่านสัมผัสกับส่วนของคอมมิวเตเตอร์เปลี่ยนไปในอีกปลายหนึ่งของขดลวด แต่มีผลทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่ขดลวดอาร์เมเจอร์เหมือนกับขั้วแม่เหล็กถาวรที่อยู่ใกล้ ๆ อีกครั้ง ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ยังคงถูกผลักให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตลอดเวลา เกิดการหมุนของขดลวดอาร์เมเจอร์ คือ มอเตอร์ทำงาน หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรงแสดงดังรูปที่ 2.8 [3]



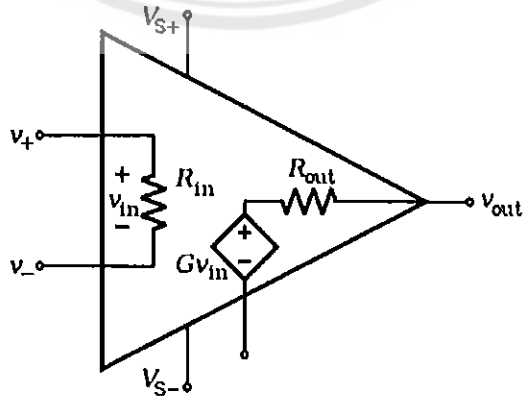
รูปที่ 2.8 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

2.5 ตัวเปรียบเทียบแรงดัน

ตัวเปรียบเทียบแรงดัน ใช้หลักการการตรวจสอบระดับแสงสว่างจากแสงเลเซอร์เพื่อนำไปใช้สั่งงานให้วงจรทำงาน โดยใช้พีแอลซี อาศัยวงจรที่สามารถตรวจจับแรงดันขาออกค่าหนึ่งแล้วนำค่าแรงดันที่ได้มาเปรียบเทียบกับแรงดันที่ตั้งไว้โดยใช้ออปแอมป์

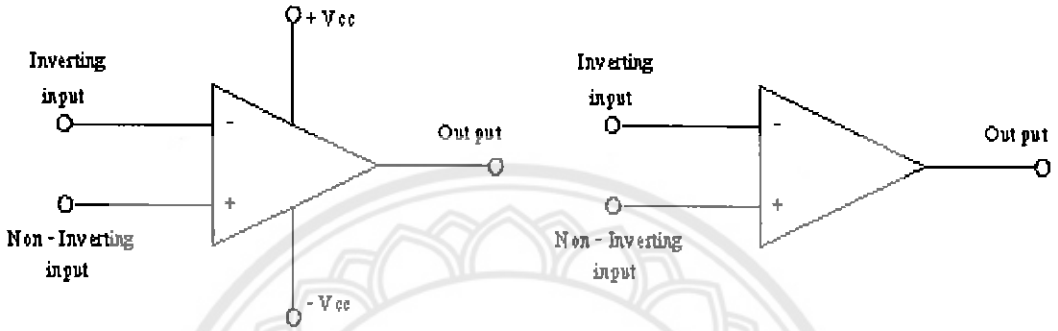
2.5.1 โครงสร้างพื้นฐานของไอซีออปแอมป์

ออปแอมป์ (Op-Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier เป็นวงจรขยายแบบต่อตรงที่มีอัตราการขยายสูงมาก ใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่ออนุกรมกัน ภาคแรก คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า ภาคที่สอง คือ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียล วงจรเลื่อนระดับ และวงจรขยายกำลังด้านออก สัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ลักษณะวงจรภายในของออปแอมป์แสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วงจรภายในของไอซีออปแอมป์

ไอซีออปแอมป์มีลักษณะแตกต่างจากไอซีทั่ว ๆ ไป คือ ออปแอมป์มีขาอินพุต 2 ขา เรียกว่า ขาเข้าไม่กลับเฟส หรือขาบวก และขาเข้ากลับเฟส หรือขาลบ ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียว เมื่อสัญญาณป้อนเข้าขาไม่กลับเฟส สัญญาณทางด้านออกจะมีเฟสตรงกับทางด้านขาเข้า แต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเข้ากลับเฟส สัญญาณทางออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศา จากสัญญาณขาเข้า แสดงดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์ของไอซีออปแอมป์

2.5.2 คุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติ

เมื่อศึกษาคุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติแล้วพบว่า ออปแอมป์ได้รวมข้อดีของวงจรขยายไว้ได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากออปแอมป์มีอัตราขยายเป็นอนันต์ และสามารถขยายสัญญาณได้ทั้งไฟกระแสตรง และไฟกระแสสลับ การนำไปใช้งานเมื่อต้องการลดอัตราขยายก็สามารถทำได้โดยการป้อนกลับ เพื่อลดอัตราขยายลง และข้อดีอีกประการของออปแอมป์ก็คือ อิมพีแดนซ์ทางอินพุตสูงมาก จึงทำให้ไม่มีกระแสอินพุตไหล ลักษณะเช่นนี้ทำให้วงจรอินพุตไม่โหลดวงจรส่งกำลังในส่วนหน้า เช่นเดียวกับเอาท์พุตอิมพีแดนซ์เป็นศูนย์ คุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติ

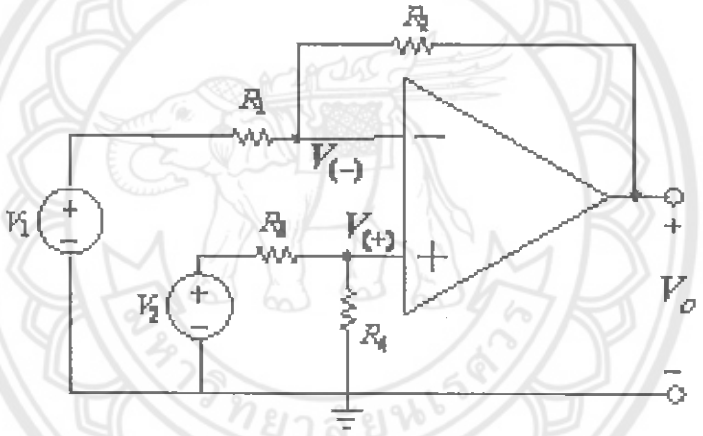
คุณสมบัติ	ออปแอมป์แบบอุดมคติ
อัตราขยายแรงดัน	∞
ความต้านทานขาออก	0
ความต้านทานขาเข้า	∞
แบนด์วิธ	∞

2.5.3 หลักการเปรียบเทียบของวงจร

หลักการเปรียบเทียบของวงจร คือ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสัญญาณแรงดันสองอินพุตที่เข้ามาที่ตัวไอซีออปแอมป์ โดยให้อินพุตหนึ่งเป็นสัญญาณแรงดันอ้างอิง เพื่อที่จะมาเปรียบเทียบกับสัญญาณแรงดันอีกชุดหนึ่งที่เข้าทางอินพุต โดยสัญญาณแรงดันอ้างอิงจะเข้าที่ขาบวกของไอซีออปแอมป์ ส่วนสัญญาณแรงดันที่จะนำมาเปรียบเทียบจะส่งเข้าขาลบของออปแอมป์ แล้วนำสัญญาณเปรียบเทียบที่ได้นำมาเป็นเอาท์พุต

2.5.4 วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบสัญญาณ

วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบ คือวงจรที่ทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสองอินพุตแสดงดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 วงจรขยายสัญญาณแบบเปรียบเทียบ [4]

จากรูป พิจารณาที่โนด V_+

จากการ KCL จะได้ $$\frac{V_{(+)}-V_{(2)}}{R_{(3)}}+\frac{V_{(+)}}{R_{(4)}}=0$$

พิจารณาที่โนด V_-

จากการ KCL จะได้ $$\frac{V_{(-)}-V_{(1)}}{R_{(1)}}+\frac{V_{(-)}-V_{(0)}}{R_{(2)}}=0$$

เมื่อทำการเปรียบเทียบแรงดันแล้ว นำไปประมวลผลในพีแอลซี ผลประมวลที่ได้ออกจากพีแอลซีจะถูกนำไปใช้เป็นคำสั่งในการทำงานของระบบ ในโครงงานนี้ผู้ดำเนินโครงงานได้เลือกใช้ไอซีออปแอมป์ LM 324 แสดงดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ลักษณะของไอซีออปแอมป์ LM 324

2.6 ระบบพีแอลซีควบคุมการสั่งการต่าง ๆ ของอุปกรณ์ภายในโรงจอดรถ

ระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นในปัจจุบันมีการเลือกใช้โปรแกรมที่หลากหลายแตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่มีข้อจำกัดในการเขียนคำสั่ง แต่เนื่องจากในระบบควบคุมนี้ต้องการความรวดเร็วในการใช้งาน แก้ไข ตรวจสอบ ด้วยเหตุนี้ผู้ดำเนินโครงงานจึงเลือกใช้พีแอลซีในการควบคุมระบบ เนื่องจากพีแอลซีมีความน่าเชื่อถือสูง ง่ายต่อการใช้งาน แก้ไข เพิ่มเติมคำสั่ง อีกทั้งยังสามารถจัดการการควบคุม สั่งงาน รับค่า และทนต่อสภาวะแวดล้อมอีกด้วย

พีแอลซี คือ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือระบบกระบวนการต่าง ๆ ที่มีลักษณะการทำงานแบบลอจิก หรือแบบซีเควนซ์ การใช้พีแอลซี เป็นการสั่งงานแบบลอจิก หรือคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้จะมองในลักษณะของไอซีเกตต่าง ๆ ที่มีอินพุตเข้าและจ่ายเอาท์พุตออกในลักษณะ 0 หรือ 1 เท่านั้น ทำให้ความซับซ้อนของการนำคำสั่งมาใช้งานน้อยกว่า แต่จะยากในการวางลำดับจากบนลงล่างมาตลอด คำสั่งจะสิ้นสุดการทำงานที่ END แล้วจะวนกลับขึ้นไปบรรทัดใหม่ ทำเช่นนี้จนจบการทำงาน 1 รอบการทำงาน จะเรียกว่า ช่วงเวลาสแกน (Scan time) ในการเขียนคำสั่งของพีแอลซีส่วนใหญ่เป็นการเขียนแผนภาพแลดเดอร์ ซึ่งจะมีการรับค่าสภาวะของอินพุตเข้ามาไม่ว่าจะเป็นกี่สภาวะก็ตามที่มีความสัมพันธ์กันทางตรรกะจะมีผลลัพธ์เพียงค่าสภาวะเดียวสุดท้ายเท่านั้น และค่าสภาวะนี้จะถูกส่งออกเอาท์พุต โดยเอาท์พุตอาจจะมีมากกว่า 1 จุดก็ได้ และเรียกแผนภาพแลดเดอร์ว่าเป็น 1 รังค์

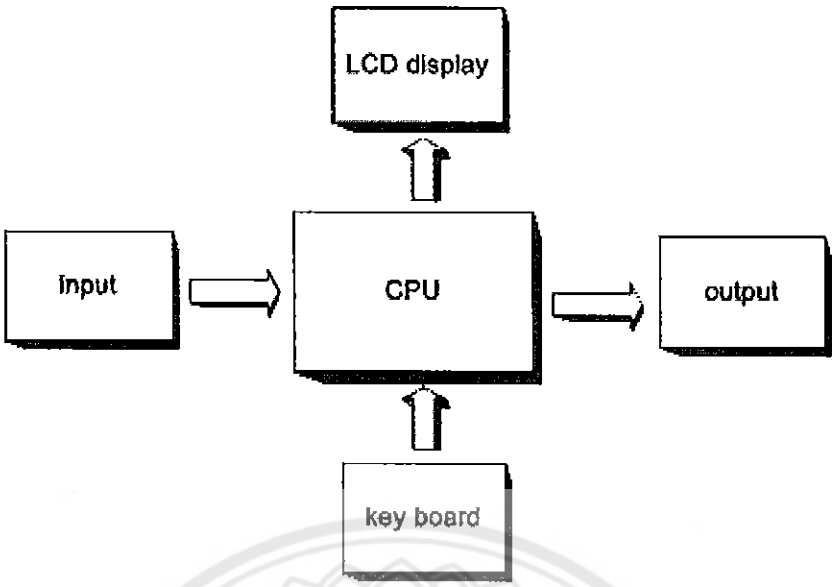
2.6.1 ความหมายของพีแอลซี

PLC (Programmable logic control) คือ อุปกรณ์ชนิดโซลิตสเตต ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของพีแอลซีจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั่วไป จากหลักการพื้นฐานพีแอลซีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เรียกว่า โซลิตสเตตลอจิกเอเลเมนท์ (Solid state digital logic element) เพื่อให้การทำงาน และการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก

การใช้พีแอลซีสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม จะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนระบบการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่จะต้องเดินสายไฟใหม่ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพีแอลซีแล้ว การเปลี่ยนระบบ หรือลำดับการทำงานใหม่ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว พีแอลซีในปัจจุบันได้หันมาใช้ระบบโซลิตสเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสน้อยกว่า เมื่อต้องขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร พีแอลซียังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ ซึ่งในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยวแล้ว ยังสามารถต่อพีแอลซีหลาย ๆ ตัว รวมเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น จะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่า [4]

2.6.2 ส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรมสำหรับพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบของพีแอลซีจะรวมกันเป็นเครื่องเดียว คล้ายกับไมโครคอมพิวเตอร์ คือ มีคีย์บอร์ด จอแสดงผล หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ ภาคติดต่ออินพุต และภาคติดต่อเอาท์พุต ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของพีแอลซีในส่วนฮาร์ดแวร์

แต่ถ้าพีแอลซีมีขนาดใหญ่จะสามารถแยกออกมาเป็นส่วนประกอบย่อยได้ 5 ส่วนหลักดังนี้

ก) ภาคอินพุต ทำหน้าที่รับข้อมูล จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปเพื่อทำการประมวลผลสัญญาณอินพุตต่าง ๆ ที่เข้ามาจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม หากสัญญาณไม่เหมาะสมอาจทำให้ซีพียูเสียหายได้ อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณออกมาในลักษณะปิดและเปิด (0 หรือ 1) จะสามารถใช้ได้กับพีแอลซีที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิตอล

ข) หน่วยประมวลผลกลาง (Central process unit: CPU) ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุม ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของระบบภายใน ซีพียูจะประกอบด้วยลอจิกเกต และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส เพื่อสำหรับออกแบบวงจรรีเลย์แผนภาพแลดเดอร์ลอจิก ซีพียูจะยอมรับข้อมูลอินพุตจากอุปกรณ์ ให้สัญญาณต่าง ๆ แล้วทำการเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ ข้อมูลที่ถูกต้องเหมาะสมจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงเพื่อใช้สำหรับแรงดันต่ำ

ค) หน่วยความจำของพีแอลซี ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรม และข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกออกแบบเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต จะมีสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง พีแอลซีจะประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิด คือ แรม และรอมเพื่อเก็บรักษาข้อมูล

ง) ภาคเอาท์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผล แล้วส่งข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาท์พุตทำงานตามโปรแกรมตั้งเอาไว้ ส่วนของเอาท์พุต

จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ นอกจากนั้นทำหน้าที่แยกสัญญาณของซีพียูออกจากอุปกรณ์ [4]

2.6.3 ข้อกำหนดในการเขียนแผนภาพแลดเดอร์สำหรับพีแอลซี

ก) เขียนโปรแกรมให้อ่านเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน

ข) หน้าสัมผัสของอินพุต หรือเอาท์พุตรีเลย์ รีเลย์ภายใน ตัวตั้งเวลา และตัวนับเวลาสามารถโหลดเพื่อนำมาเขียนโปรแกรมเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้ ตามความต้องการของผู้ใช้

ค) การพิจารณาแผนภาพแลดเดอร์ จะพิจารณาจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง

ง) ส่งสัญญาณควบคุมซ้ำกันมากกว่าหนึ่งครั้งไปที่ขดลวดเอาท์พุตรีเลย์ หรือรีเลย์ภายใน

2.6.4 โปรแกรมแลดเดอร์ของพีแอลซี

ภาษาแลดเดอร์เป็นภาษาเชิงรูปภาพ ประกอบไปด้วยแผนภาพแลดเดอร์เพื่อไว้ดูการทำงานของโปรแกรม และคำสั่งแลดเดอร์เพื่อไว้สั่งงาน ถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน แต่เดิมนั้นออกมาแทนวงจรรีเลย์ ดังนั้นแผนภาพแลดเดอร์ก็จะอ้างอิงวงจรของรีเลย์เป็นส่วนใหญ่ ต่อมามีการพัฒนาฟังก์ชั่นให้สะดวก แก่การใช้งานมากขึ้น แต่จะเป็นพีแอลซีรุ่นใหม่ แต่การใช้งานจริงนั้น ไม่ซับซ้อนจนเกินไป ซึ่งใช้พื้นฐานการใช้งานดังตารางที่ 2.2

ก) LD: เป็นการรับค่าเบื้องต้นของบล็อก

ข) OR: การต่อแบบขนาน

ค) AND: การต่อแบบอนุกรม

ง) NOT: การกลับค่า

จ) OUT: เอาท์พุตแบบรีเลย์

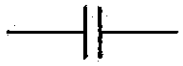
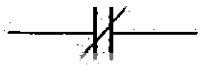
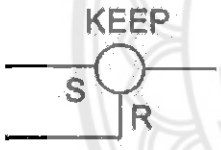
ฉ) TIM: เอาท์พุตแบบตัวจับเวลา

ช) CNT: เอาท์พุตแบบตัวนับ

ซ) KEEP: เอาท์พุตแบบรีเลย์แบบมีแลตช์ค้างสถานะ

ฌ) END: คำสั่งจบโปรแกรม

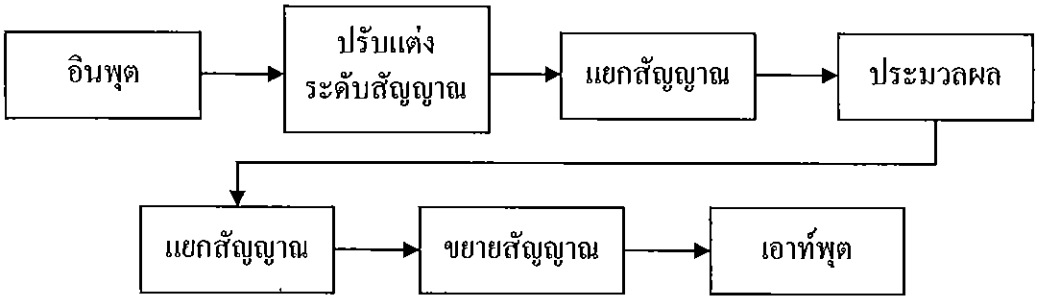
ตารางที่ 2.2 คำสั่งพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์

คำสั่งพื้นฐาน			
สัญลักษณ์	**คำสั่งแลดเดอร์**	**ชื่อ**	**รายละเอียด**
	LD	LOAD	หน้าสัมผัส NO เริ่มใช้บล็อคจะใช้ LD
	AND	AND	
	OR	OR	
	LD NOT	LOAD NOT	หน้าสัมผัส NC เริ่มใช้บล็อคจะใช้ LD NOT
	AND NOT	AND NOT	
	OR NOT	OR NOT	
	OUT	OUT RELAY	รีเลย์ทำงานแบบมีไฟจ่ายคอยล์ทำงาน
	OUT NOT	OUT NOT RELAY	รีเลย์ทำงานแบบไม่มีไฟจ่ายคอยล์ทำงาน
	KEEP	KEEP RELAY	รีเลย์ทำงานค้างสถานะกระตุ้นแค่ครั้งเดียว ขา S เซ็ต ขา R รีเซ็ต
	CNT	COUNT	ตัวนับขา cnt เป็นขานับ ขา reset เป็นขารีเซ็ต ค่าสูงสุด 9999
	TIM	TIMER	ตัวจับเวลาจับเวลา สูงสุด 999.9 sec

ที่มา: [4]

2.6.5 การทำงานของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่รับค่าจากภายนอกเข้ามาทำการประมวลผล โดยเมื่อพีแอลซีทำการประมวลผลแล้ว พีแอลซีจะส่งผลประมวลที่ได้ออกสู่ภายนอกเพื่อต่อเข้ากับอุปกรณ์ในการควบคุมระบบ หลังจากนั้นจะกลับมารับค่าสภาวะภายนอกอีกครั้ง โดยทำงานแบบนี้เป็นการวนรอบของโปรแกรม โดยเริ่มจากการรับค่าสภาวะเข้ามา ประมวลผล และส่งผลลัพธ์ออกไป แสดงดังรูปที่ 2.14

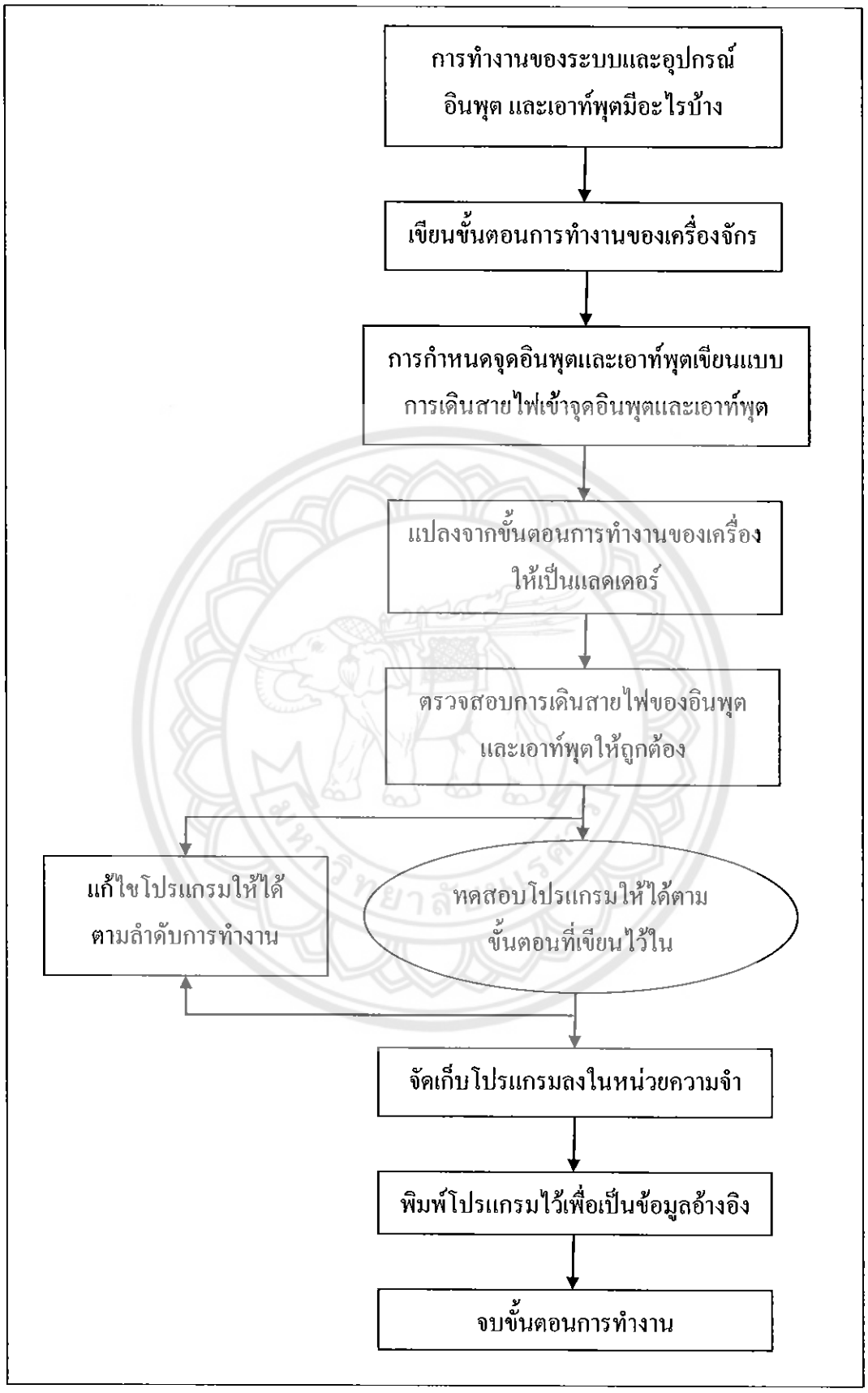


รูปที่ 2.14 ลักษณะการทำงานของพีแอลซี [5]

2.6.6 การเขียนโปรแกรมของพีแอลซี

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซีจะมี 3 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่ ลิสต์สเตตเมนต์ (Statement list: STL) แผนผังฟังก์ชั่น (Function block diagram: FBD) อีกทั้งยังมีการใช้ภาษาแลดเดอร์ (Ladder logic: LAD) ในการเขียนคำสั่งโปรแกรม โดยการเขียนแผนผังแลดเดอร์จะเป็นที่นิยมมากที่สุด

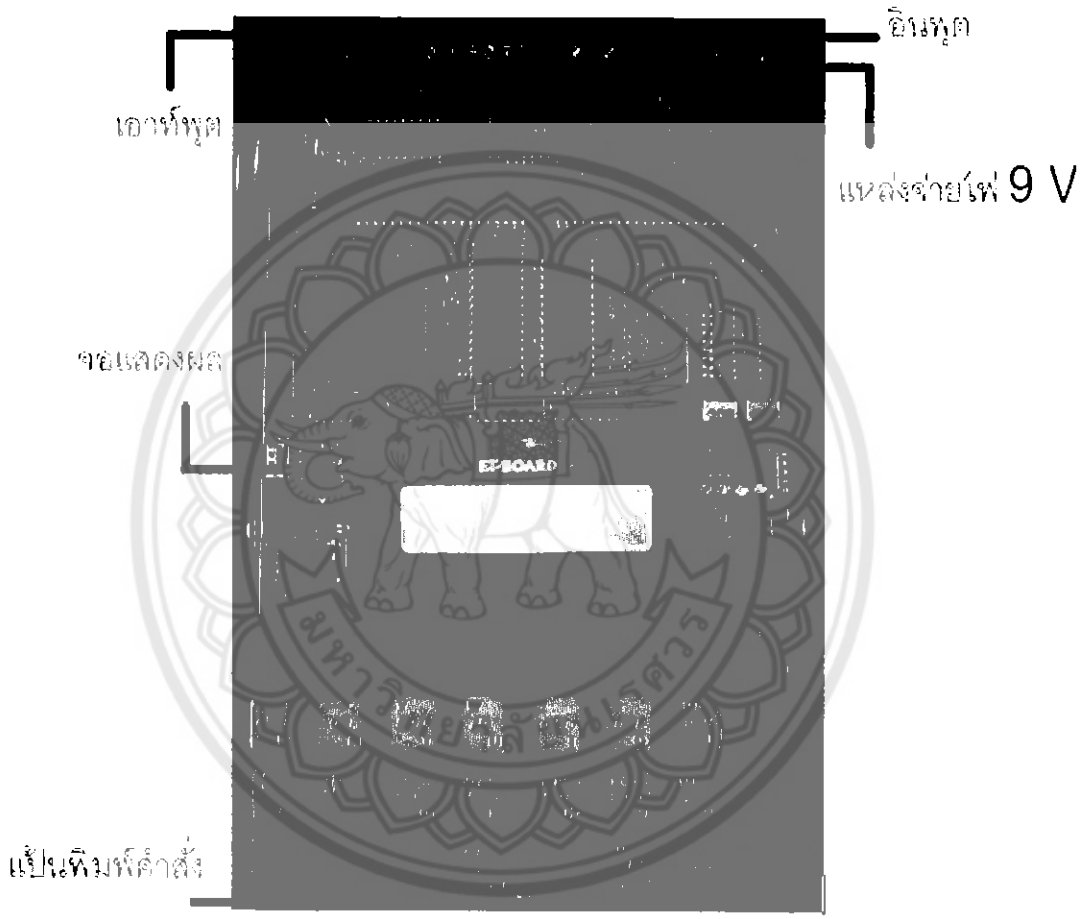
เมื่อพีแอลซีอยู่ในสถานะพร้อมทำงานแล้ว โปรแกรมจะถูกป้อนเข้าไปยังหน่วยความจำของซีพียู ทำให้ซีพียูประมวลผล และได้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณเอาท์พุตของหน้าสัมผัส ซึ่งเป็นชนิดปกติปิด เพราะฉะนั้นหน้าหน้าสัมผัส 001 และ 002 ต่อกัน จะทำให้เกิดเอาท์พุต 009 หรือหน้าสัมผัส 003 ต่อกัน ก็จะทำให้เอาท์พุท 009 ได้เช่นกัน แผนผังขั้นตอนการทำงานของพีแอลซีแสดงดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แผนผังการทำงานของพีแอลซี

2.6.7 ชุดทดลอง ET – BOARD V5.0

ชุดทดลอง ET-BOARD V5.0 ถูกพัฒนาให้มีชุดคำสั่งเพิ่มเติม อีกทั้งการทำงานความเร็วสูง ซึ่งชุดทดลอง ET-BOARD V5.0 นี้จะให้ประโยชน์เป็นอย่างมากแก่ผู้ดำเนินโครงงาน ทั้งในด้านภาษาแอสแซมบลี ภาษาในงานควบคุมพีแอลซี และการประยุกต์งานควบคุมด้วยภาษาที่สูงขึ้น โครงสร้างทั่วไปของ ET-BOARD แสดงรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ชุดทดลอง ET – BOARD V5.0

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลของชุด ET-BOARD V5.0 ในโหมดพีแอลซี

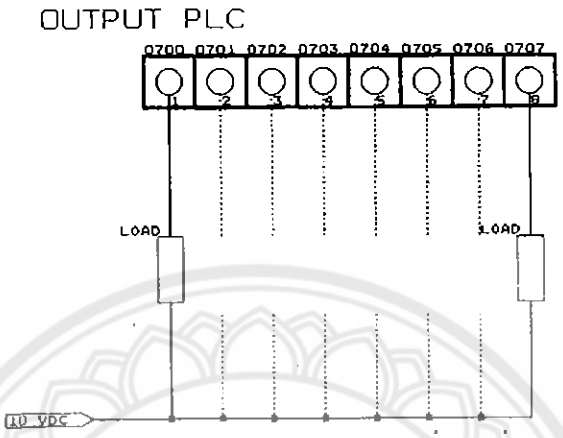
ภาษาที่ใช้ป้อนคำสั่ง	ภาษาบูลลีน
คำสั่งที่ใช้ควบคุม	8 คำสั่งพื้นฐาน 14 คำสั่งพิเศษ 32 ปุ่มกด
หน้าจอแสดงผล	แอลซีดี 16 อักษร 2 แถว
ความจุของโปรแกรม	3 kbyte
หน่วยความจำ	อีพรอมและอีอีพรอม
อินพุต	16 จุด แบบ 24 V หรือ 10 V 16 จุด ในระดับสัญญาณทีทีแอล
เอาท์พุต	8 จุด แบบ 24 V หรือ 10 V 8 จุด ในระดับสัญญาณทีทีแอล
ตำแหน่งรีเลย์ภายใน	152 จุด
ตำแหน่งรีเลย์ตัวตั้งเวลา	48 จุดนับเวลาได้ตั้งแต่ 0 ถึง 999.9 s
ตำแหน่งรีเลย์ตัวนับ	48 จุด นับได้ 0 ถึง 9999
ตำแหน่งรีเลย์พิเศษ	6 จุด

ก. การกำหนดตำแหน่งภายในพีแอลซี

- ตำแหน่งอินพุต มี 4 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งที่เรียกใช้งานคือ 00 และ 01 ซึ่งแต่ละตำแหน่งมี 8 บิต ดังนั้นจึงมีอินพุต 16 จุด และที่เหลืออีก 2 ตำแหน่งเป็นส่วนขยาย คือตำแหน่งที่ 02 และ 03 แต่สัญญาณที่มาจากจุดนี้ต้องเป็นสัญญาณทีทีแอล
- ตำแหน่งเอาท์พุตมี 2 ตำแหน่ง โดยการเรียกเอาท์พุตมาใช้งานอยู่ที่ตำแหน่ง 07 และ 08 ซึ่ง 1 ตำแหน่งมี 8 บิต โดยตำแหน่งที่ 07 เป็นเอาท์พุตที่แรงดัน 10 V หรือ 24 V ให้กระแสไหลผ่านได้ 100 mA ส่วนในตำแหน่ง 08 เป็นส่วนขยายซึ่งมีระดับสัญญาณเป็นทีทีแอล
- ตำแหน่งรีเลย์ภายใน กำหนดตำแหน่งด้วยตัวเลข 4 หลัก คือ หลักแรกเป็นตำแหน่งของรีเลย์ภายในแล้วตามด้วยบิตซึ่งมี 19 ตำแหน่ง ๆ ละ 8 บิต ดังนั้นรีเลย์ภายในจึงมีทั้งหมด 152 จุด รีเลย์ภายในไม่มีหน้าสัมผัสใช้งานจริง แต่เป็นหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์เก็บค่า
- ตำแหน่งตัวตั้งเวลาและตัวนับ ในการเรียกใช้ประกอบด้วยตัวเลข 2 หลัก คือ ตำแหน่งที่ไม่มีส่วนที่เป็นบิตซึ่งมีอย่างละ 48 ตำแหน่งโดยที่ตัวตั้งเวลามีชื่อเรียกใช้ TIM ใช้เป็นตัวนับเวลาแบบนับถอยหลังได้ตั้งแต่ 0 ถึง 999.9 s มีตำแหน่งเรียกใช้จาก 00-47 ตัวนับมีด้วยกัน 2 ชนิด มีชื่อเรียกใช้ CNT ใช้นับสัญญาณอินพุตแบบ

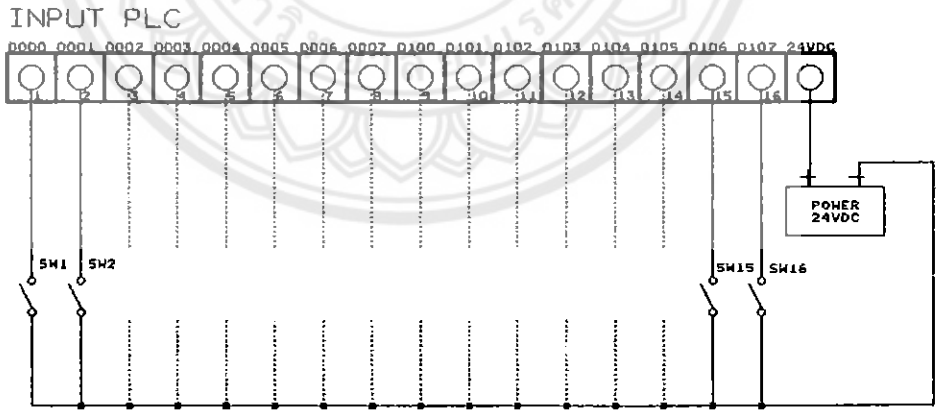
นับลงและ CNTR ทำงานได้ทั้งนับขึ้นและนับลง ซึ่งมีตำแหน่งเรียกใช้งานร่วมกัน คือ 00 ถึง 47

ข. การต่อเอาท์พุตของพีแอลซี โดยใช้ระดับแรงดัน 10 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 2.17

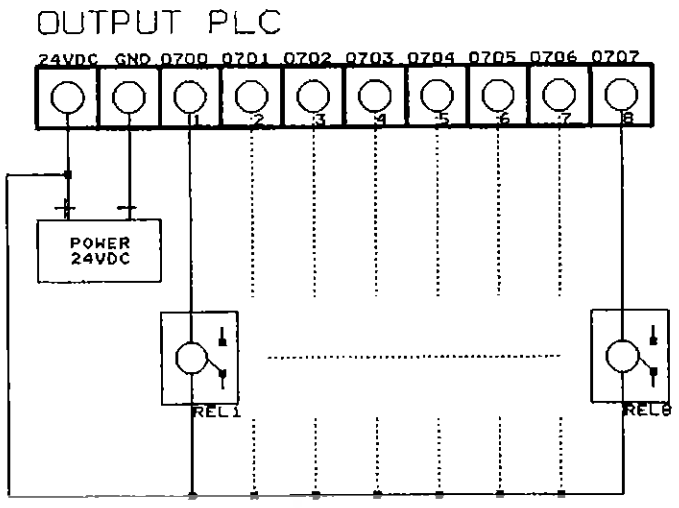


รูปที่ 2.17 การต่อเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 10 โวลต์ [5]

ค. การต่ออินพุตและเอาท์พุตโดยใช้ระดับแรงดัน 24 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 2.18 และรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.18 การต่ออินพุต และเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ [5]

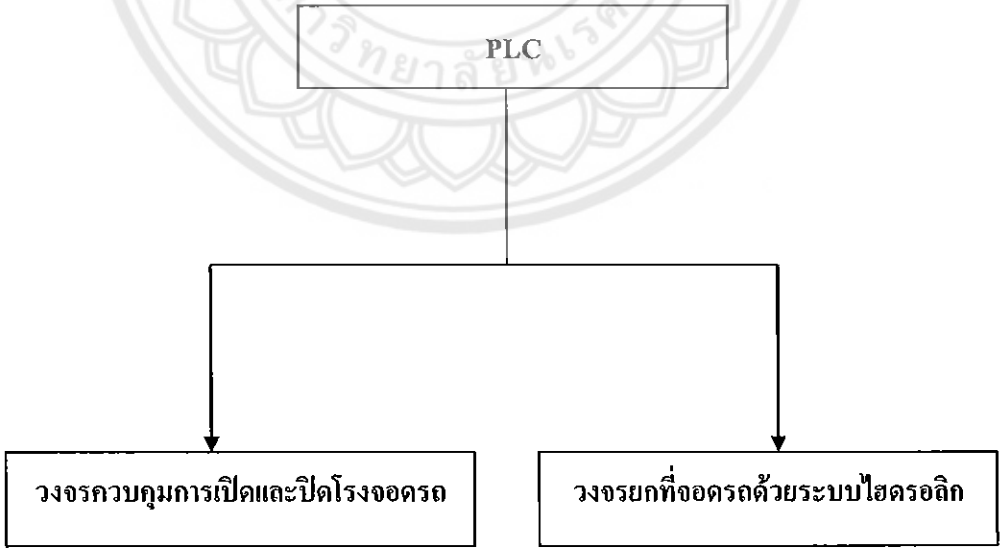


รูปที่ 2.19 การต่ออินพุต และเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 โวลต์ [5]

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินโครงงานนี้ ผู้ดำเนินโครงงานมีหลักการและแนวคิดในการจำลองการทำงานให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงให้มากที่สุด โดยผู้ดำเนินโครงงานได้จำลองหลักการทำงานของระบบโดยมีการสั่งการจากสวิตช์ เมื่อพีแอลซีได้รับคำสั่ง และนำไปประมวลผล จะเป็นการสั่งการให้บานประตูโรงจอดรถเลื่อนขึ้น พร้อมทั้งมีตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ตรวจว่ามีรถจอดอยู่ชั้นพื้นหรือไม่ หากไม่มีรถจอดระบบไฮดรอลิกจำลองเลื่อนขึ้นมา ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำรถอีกคันเข้าไปจอดได้ พร้อมทั้งแสดงผลของสถานะที่จอดรถว่ามีรถจอดอยู่หรือไม่ ในส่วนประตูของโรงจอดรถขณะที่ทำการปิด หากมีวัตถุตัดผ่าน จะหยุดการทำงาน และรอจนกว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ผ่านไป จึงจะกลับมาทำงานอีกครั้งหนึ่ง

ในส่วนของชิ้นงานผู้ดำเนินโครงงานได้เริ่มจากการออกแบบโครงร่างจำลองให้คล้ายคลึงของจริง เขียนโปรแกรมการทำงานเพื่อจำลองสถานการณ์ และประกอบชิ้นงาน โดยแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนของโปรแกรมการทำงานของระบบ และส่วนของแบบจำลองของระบบ การทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นแสดงดังรูปที่ 3.1



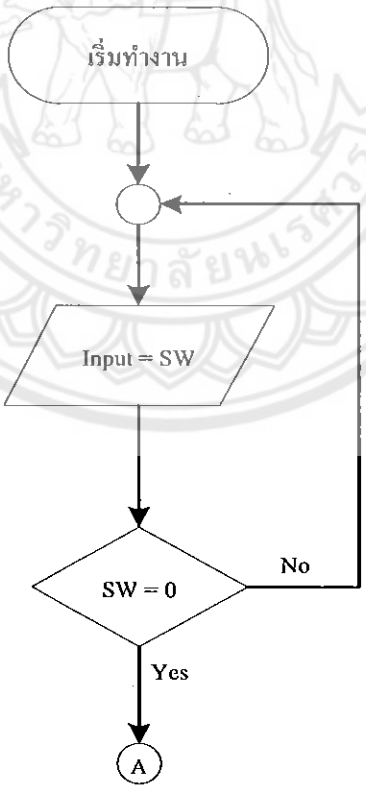
รูปที่ 3.1 ผังการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของโรงจอดรถสองชั้น

3.1 โปรแกรมการทำงานของระบบ

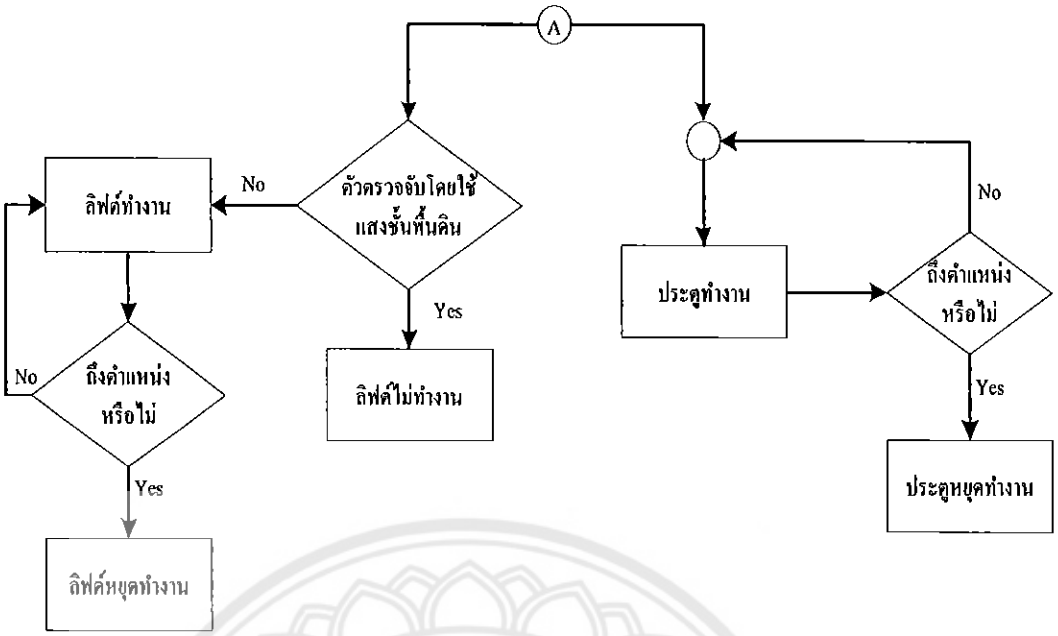
หลังจากที่ทราบหลักการทำงานในสถานการณ์จำลองของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นแล้วจะทำให้เราสามารถเขียนโปรแกรมการทำงานได้ดังนี้

3.1.1 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น

หลักการการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นขณะที่ประตูกำลังเลื่อนขึ้น คือ เมื่อกดสวิตช์เปิด ประตูโรงจอดรถจะเลื่อนขึ้น พร้อมทั้งตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะตรวจจับรถที่จอดอยู่ชั้นพื้นดินตรวจสอบว่ามีรถจอดอยู่บริเวณชั้นพื้นดินหรือไม่ หากมีรถจอดอยู่ระบบไฮดรอลิกจะไม่ยกที่จอดรถขึ้นมา เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดต่อรถของผู้ใช้งาน และเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน หากไม่มีรถจอดอยู่บริเวณชั้นจอดรถชั้นพื้นดิน ระบบไฮดรอลิกจะยกที่จอดรถขึ้นเพื่อที่ผู้ใช้งานจะสามารถนำรถเข้าไปจอดยังชั้นใต้ดินได้ หลักการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น ขณะประตูโรงจอดรถเลื่อนขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3



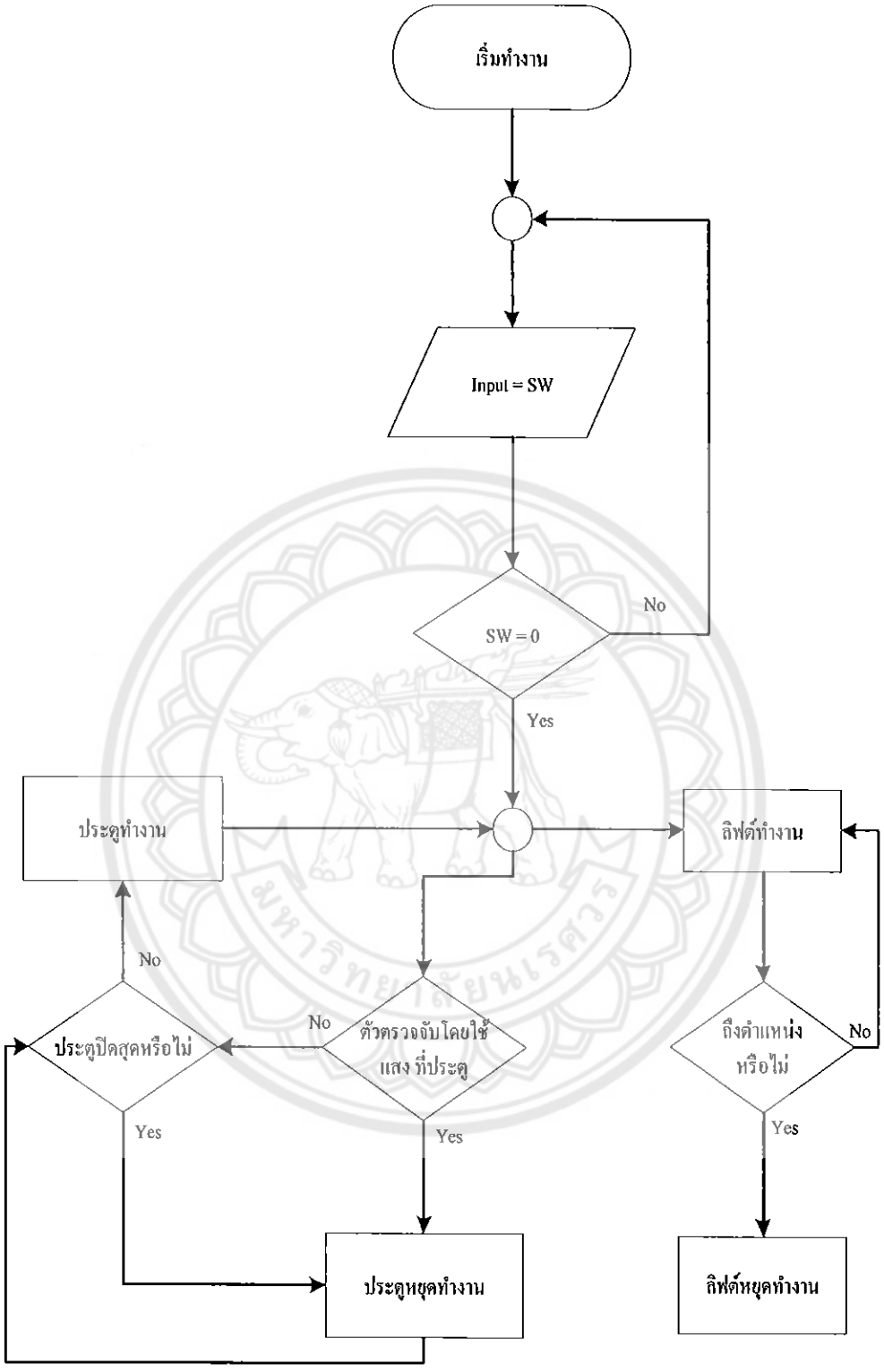
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนขึ้น (ต่อ)

3.1.2 แผนผังการทำงานของ ประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนลง

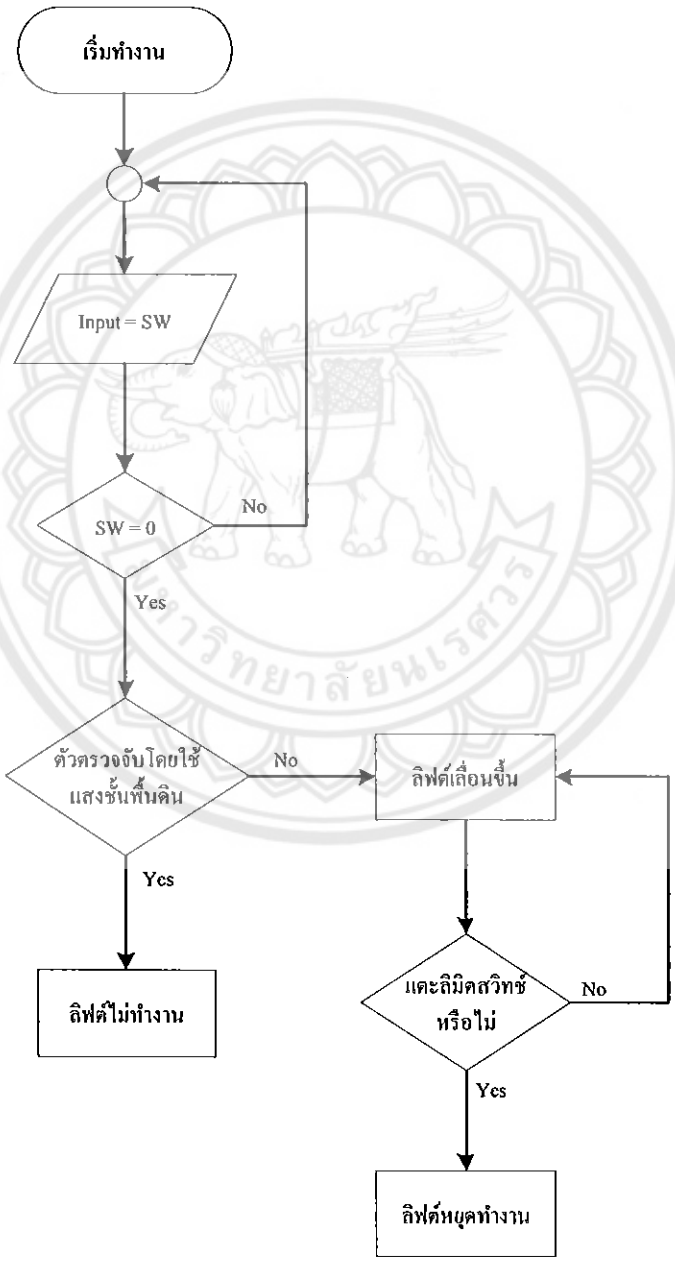
หลักการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นขณะที่ประตูกำลังเลื่อนลง คือ เมื่อกดสวิตช์ปิด ประตูโรงจอดรถจะเลื่อนลง ขณะที่ประตูกำลังเลื่อนลงจะมีการตรวจสอบว่ามีวัตถุตัดผ่านหน้าประตูหรือไม่ ถ้ามีการตัดผ่านของวัตถุบริเวณหน้าประตู ระบบก็จะสั่งให้มอเตอร์ที่ประตูหยุดทำงาน จนกว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ผ่านไป แล้วประตูจึงจะกลับมาทำงานตามเดิม เพื่อเป็นการป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น ขณะเดียวกันส่วนของระบบไฮดรอลิกก็จะนำรถไปเก็บยังชั้นใต้ดิน การทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นขณะเลื่อนลง แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของประตูโรงจอดรถขณะเลื่อนลง

3.1.3 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น

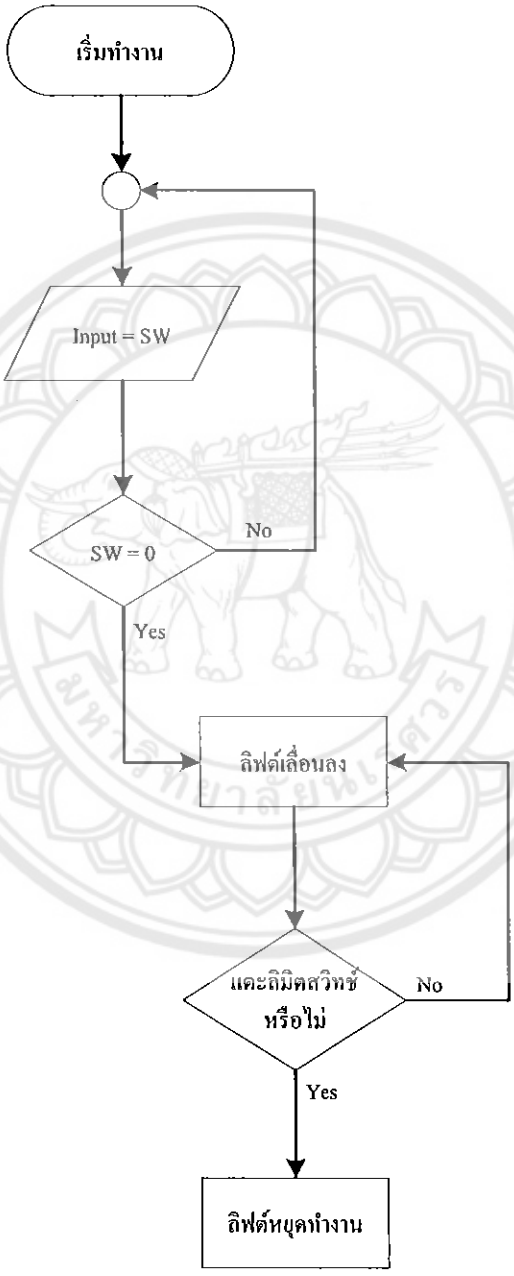
หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น คือ เมื่อทำการกดสวิตช์ขึ้น ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์บริเวณชั้นพื้นดิน จะตรวจสอบว่ามีรถจอดอยู่ชั้นพื้นดินหรือไม่ หากมีรถจอดอยู่ ระบบไฮดรอลิกจะไม่ทำการยกชั้นจอดรถนี้ขึ้นเพื่อเป็นการป้องการความเสียหายต่อรถของผู้ใช้ ถ้าไม่มีรถจอดอยู่ ระบบไฮดรอลิกจะทำการยกตัวขึ้นเพื่อมารับรถที่จะนำเข้าไปจอดยังชั้นใต้ดิน การทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนขึ้น

3.1.4 แผนผังการทำงานของ ระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนลง

หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนลง คือ เมื่อผู้ใช้งานกดสวิตช์ลง จะเป็นการสั่งให้ระบบไฮดรอลิกทำการเลื่อนลง เพื่อจะนำรถไปจอดยังชั้นใต้ดิน การทำงานของระบบในขณะที่ไฮดรอลิกเลื่อนลง แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของระบบไฮดรอลิกขณะเลื่อนลง

3.1.5 รายละเอียดตำแหน่งอินพุต และเอาต์พุตของพีแอลซี

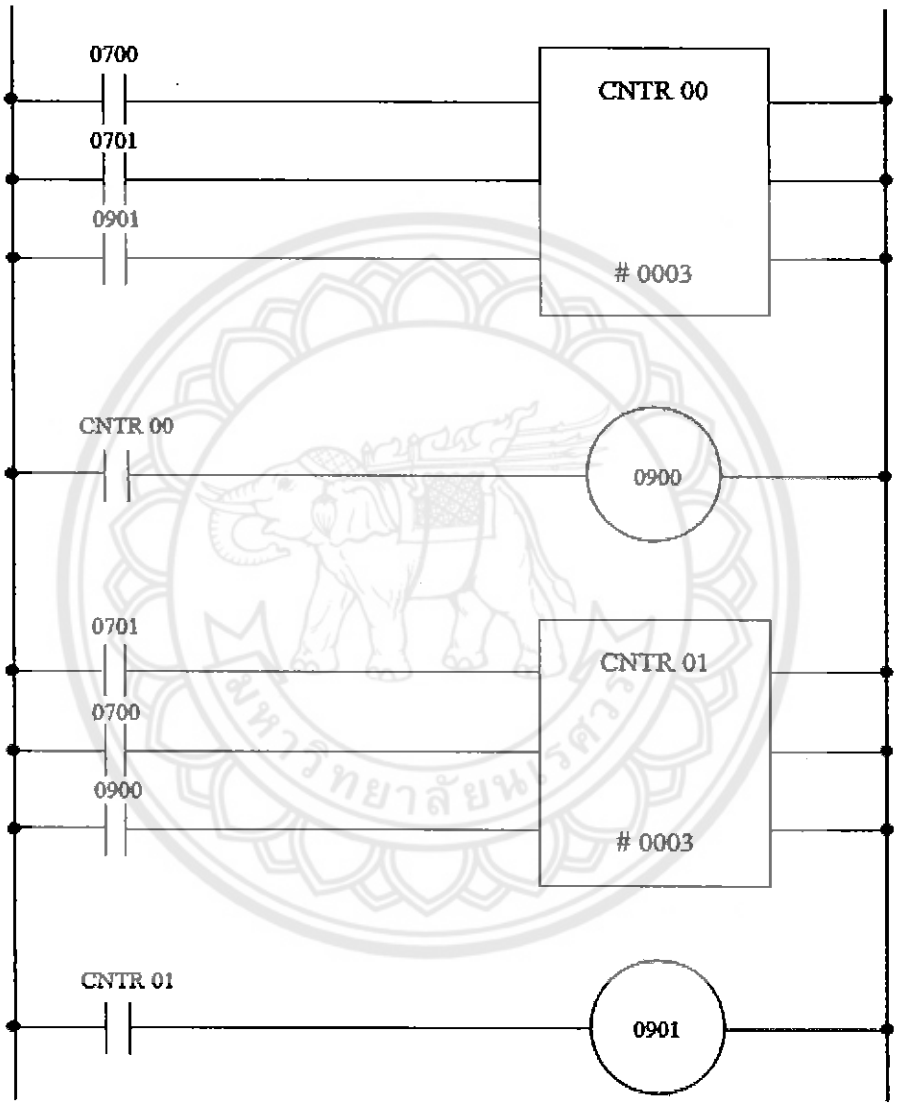
การกำหนดตำแหน่งอินพุต และเอาต์พุตของพีแอลซีนั้น จะสามารถช่วยให้ทราบตำแหน่งการทำงาน ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3.1

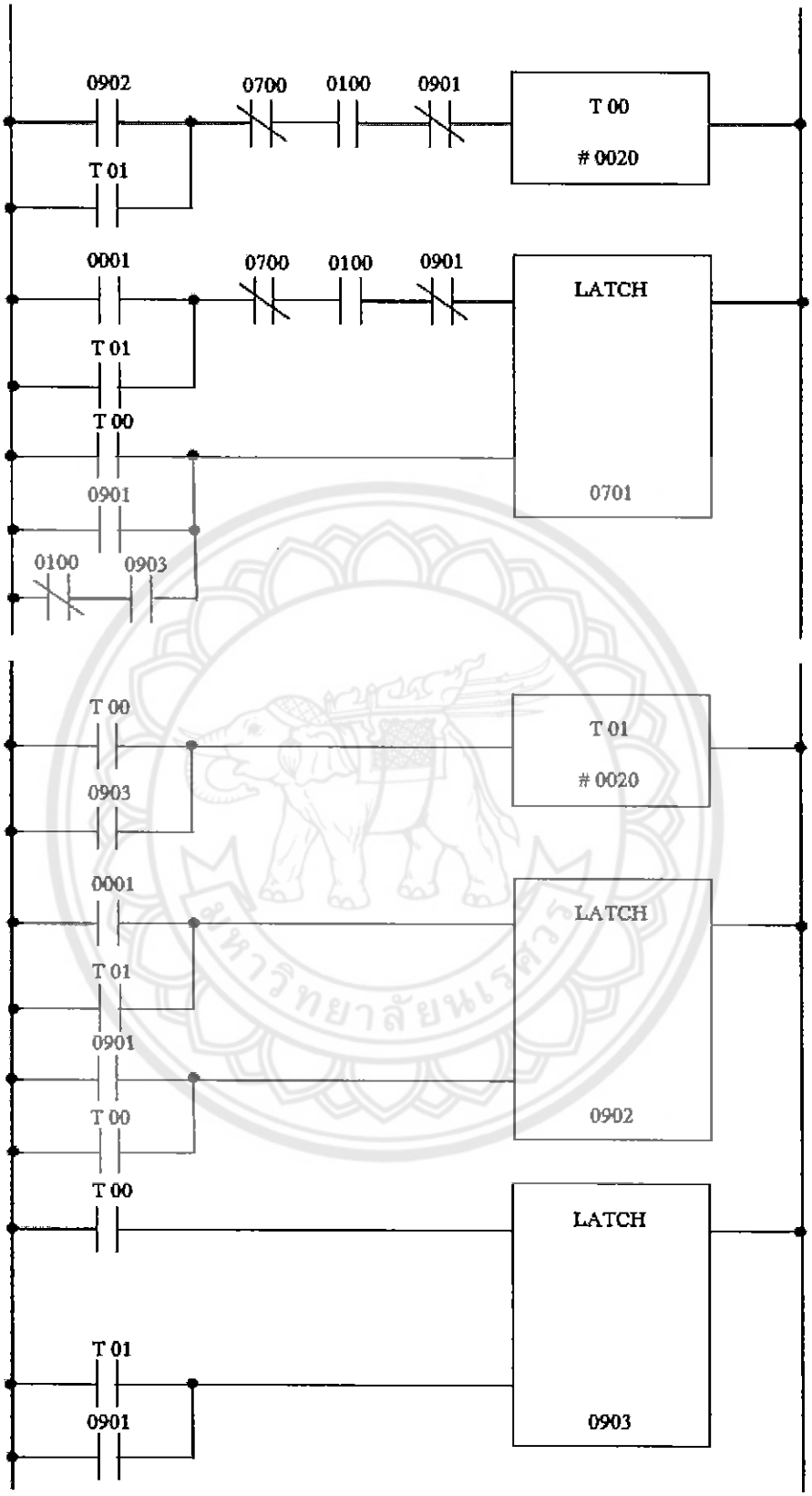
ตารางที่ 3.1 ตำแหน่งอินพุต และเอาท์พุตของพีแอลซี

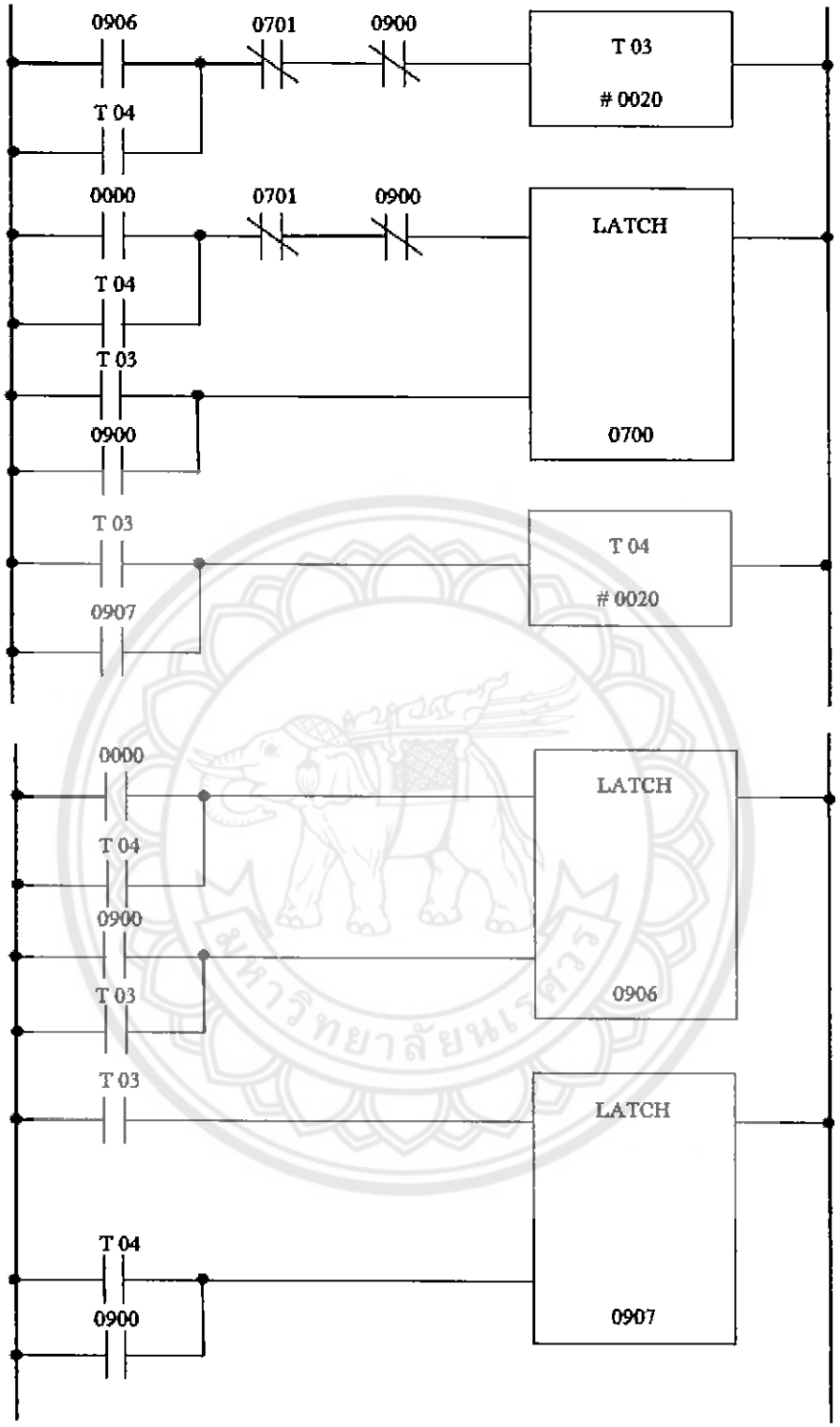
ตำแหน่ง	หน่วยอินพุตและเอาท์พุต	รายละเอียด	สัญลักษณ์
0000	หน่วยอินพุต	สวิทช์สั่งประตูเปิด	S0 (I0)
0001	หน่วยอินพุต	สวิทช์สั่งประตูปิด	S1 (I1)
0002	หน่วยอินพุต	สวิทช์สั่งระบบไฮดรอลิกขึ้น	S2 (I2)
0003	หน่วยอินพุต	สวิทช์สั่งระบบไฮดรอลิกลง	S3 (I3)
0004	หน่วยอินพุต	สวิทช์จำกัดระยะของระบบไอดรอลิกขาลง	S4 (I4)
0005	หน่วยอินพุต	สวิทช์จำกัดระยะของระบบไอดรอลิกขาขึ้น	S5 (I5)
0100	หน่วยอินพุต	ตัวตรวจจับแบบใช้แสงบริเวณประตู	Sensor (I6)
0101	หน่วยอินพุต	ตัวตรวจจับแบบใช้แสงบริเวณชั้นพื้นดิน	Sensor (I7)
0102	หน่วยอินพุต	ตัวตรวจจับแบบใช้แสงบริเวณชั้นใต้ดิน	Sensor (I8)
0700	หน่วยเอาท์พุต	มอเตอร์ประตูหมุนทวนเข็ม (ประตูขึ้น)	M0 (OUT1)
0701	หน่วยเอาท์พุต	มอเตอร์ประตูหมุนตามเข็ม (ประตูลง)	M1 (OUT2)
0702	หน่วยเอาท์พุต	มอเตอร์ไฮดรอลิกหมุนทวนเข็ม (ชั้นจอดขึ้น)	M2 (OUT3)
0703	หน่วยเอาท์พุต	มอเตอร์ไฮดรอลิกหมุนตามเข็ม (ชั้นจอดลง)	M3 (OUT4)
0704	หน่วยเอาท์พุต	ไฟแสดงสถานะรถชั้นพื้นดิน	L0 (OUT5)
0705	หน่วยเอาท์พุต	ไฟแสดงสถานะรถชั้นใต้ดิน	L1 (OUT6)

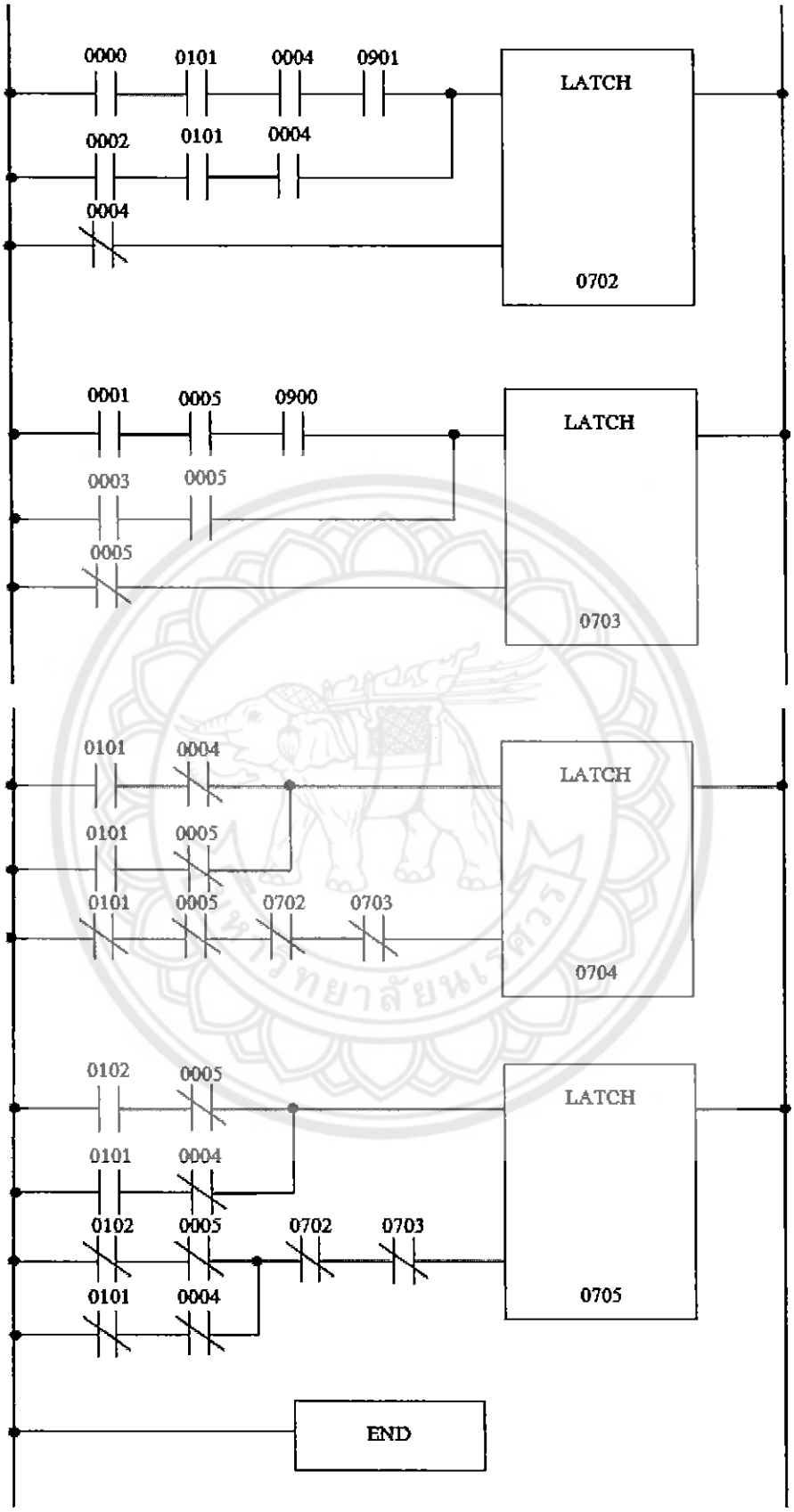
3.1.6 แลดเดอร์ไดอะแกรม

หลังจากที่ผู้ดำเนินได้กำหนดตำแหน่งอินพุต และเอาท์พุตของพีแอลซีแล้ว ผู้ดำเนินงานได้เริ่มเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม เพื่อจำลองการทำงานของระบบดังนี้




0902
0700
0100
0901
T 00
0020
T 01
0001
0700
0100
0901
LATCH
T 01
T 00
0701
0901
0100
0903
T 00
T 01
0020
0903
0001
LATCH
T 01
0901
T 00
0902
T 00
LATCH
T 01
0901
0903


0906
0701
0900
T 03
0020
T 04
0000
0701
0900
LATCH
T 04
T 03
0900
0700
T 03
T 04
0020
0907
0000
LATCH
T 04
0900
T 03
0906
T 03
LATCH
T 04
0900
0907


0000
0101
0004
0901
0002
0101
0004
0004
LATCH
0702
0001
0005
0900
0003
0005
0005
LATCH
0703
0101
0004
0101
0005
0101
0005
0702
0703
LATCH
0704
0102
0005
0101
0004
0102
0005
0702
0703
0101
0004
LATCH
0705
END

3.2 การสร้างระบบควบคุมการเปิดและปิดของโรงจอดรถ

ในโครงงานนี้ได้มีการทำงานร่วมกัน วงจรหลัก 4 วงจร คือ

1) วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์

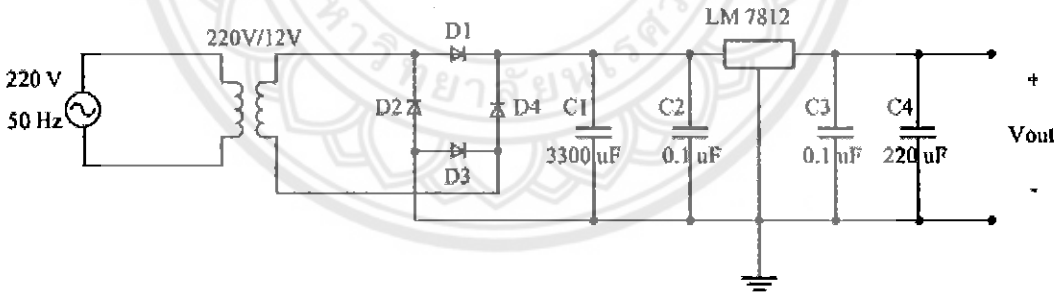
2) วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์

3) วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

4) วงจรขับมอเตอร์

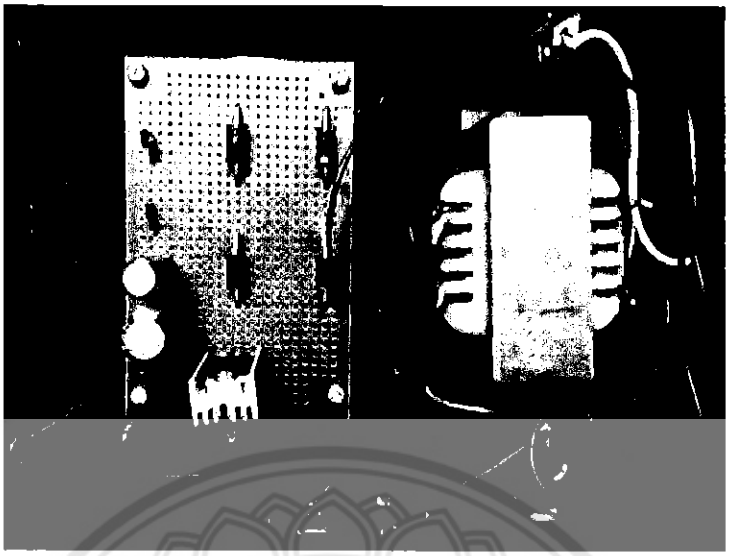
3.2.1 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์

ในการใช้งานของพีแอลซี จำเป็นต้องจ่ายไฟกระแสตรง 12 โวลต์ ให้กับส่วนของภาคอินพุต และภาคเอาต์พุต เพื่อที่จะนำไปควบคุมการทำงานของระบบควบคุมการทำงานของโรงจอดรถสองชั้น สำหรับวงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์ ประกอบด้วยหม้อแปลงขนาด 220/12 โวลต์ ตัวเรียงกระแส (Bridge rectifier) ไอซีเปรียบเทียบแรงดัน 7812 ตัวเก็บประจุขนาด 3300 ไมโครฟารัด และ 220 ไมโรฟารัด ตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้ว 0.1 ไมโครฟารัด การต่อวงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์ แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์

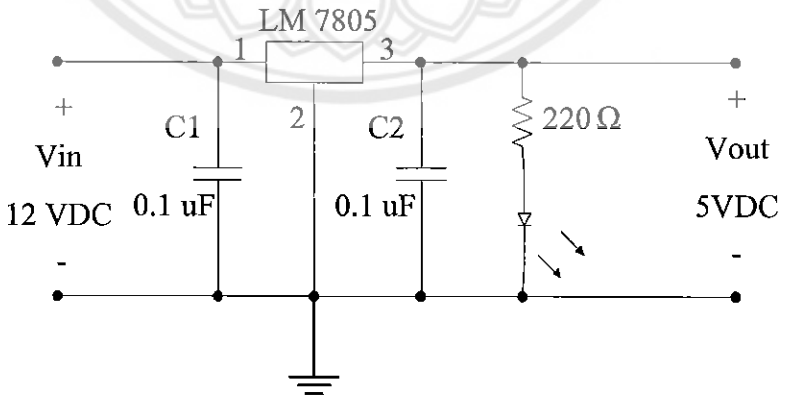
การทำงานของวงจรจะใช้ตัวเรียงกระแส 4 ตัว มาต่อกันให้เป็นวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น กรองไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลต์ ออกมา ผ่านตัวเก็บประจุขนาด 3300 ไมโครฟารัด เพื่อลดการกระเพื่อมของแรงดัน ตัวเก็บประจุขนาด 0.1 ไมโครฟารัด เป็นตัวกรองความถี่สูง ไอซี 7812 เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดันขาออกให้มีค่า 12 โวลต์ ตัวเก็บประจุขนาด 0.1 ไมโครฟารัด เป็นตัวกรองความถี่ต่ำ และตัวเก็บประจุขนาด 220 ไมโครฟารัด จะปรับแรงดันไฟตรงให้เรียบเป็น 12 โวลต์ดังรูปที่ 3.8



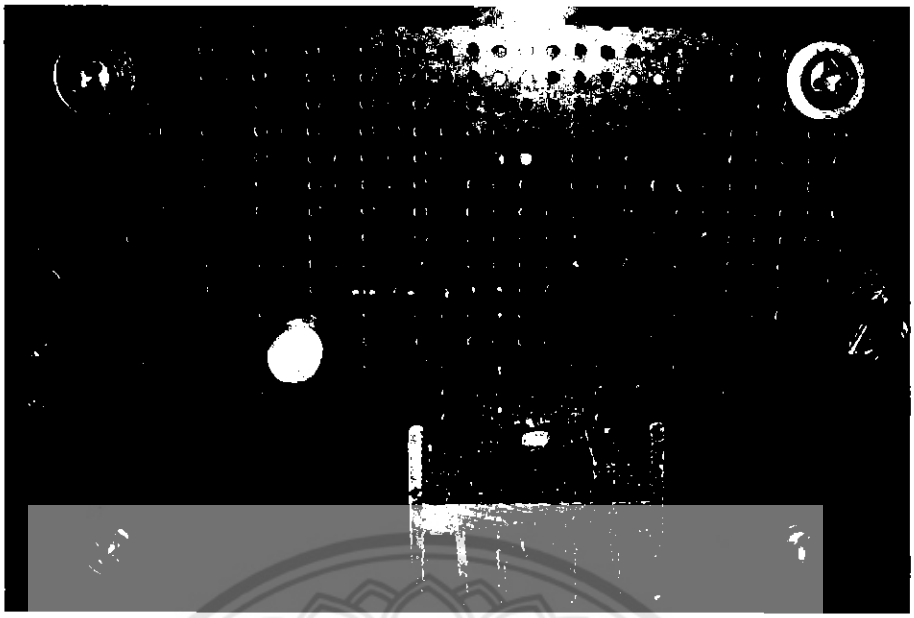
รูปที่ 3.8 วงจรไฟเลี้ยง 12 โวลต์

3.2.2 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์

ในการทำงานของแบบจำลองนี้ใช้มอเตอร์กระแสตรงพิกัด 5 โวลต์ จำเป็นจะต้องจ่ายไฟตรง เพื่อนำมาใช้ควบคุมการทำงาน วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์ จะประกอบด้วยแหล่งจ่าย 12 โวลต์ ซึ่งสร้างไว้แล้วในหัวข้อก่อนหน้านี้ แล้วทำการปรับระดับแรงดันเหลือ 5 โวลต์ โดยใช้ไอซี 7805 ตัวเก็บประจุแบบไม่มีขั้วขนาด 0.1 ไมโครฟารัดสองตัว การต่อวงจรตามที่แสดงดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



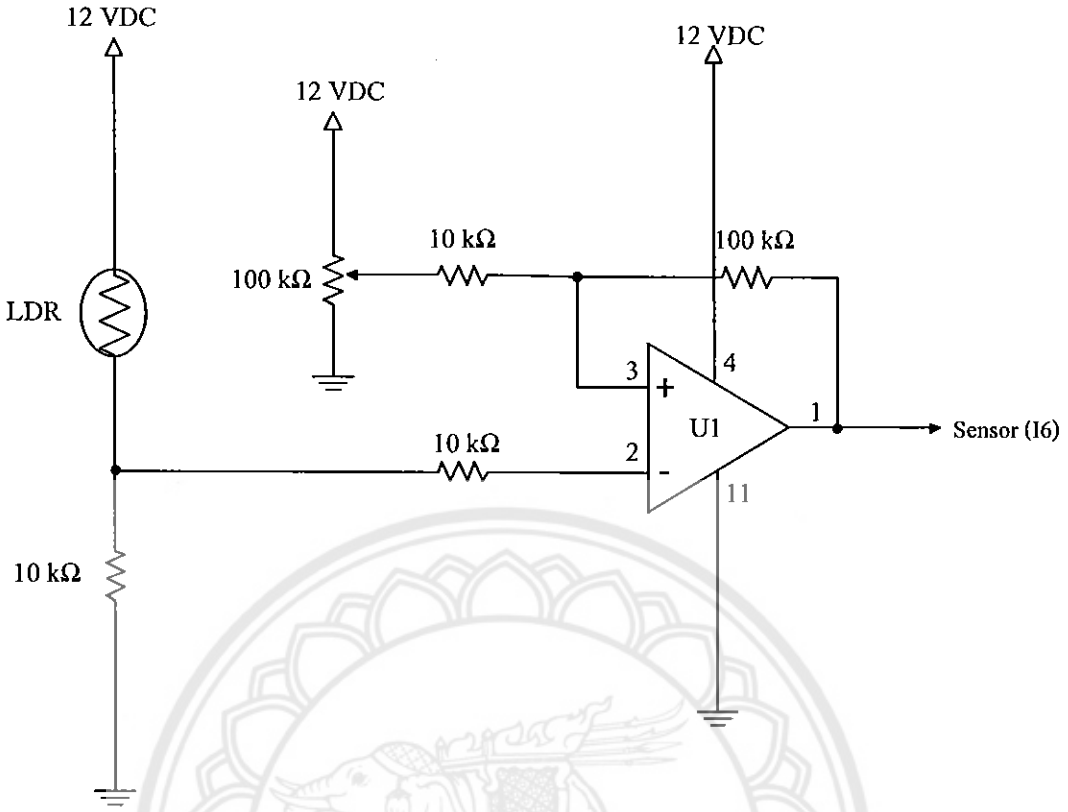
รูปที่ 3.9 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์



รูปที่ 3.10 วงจรไฟเลี้ยง 5 โวลต์

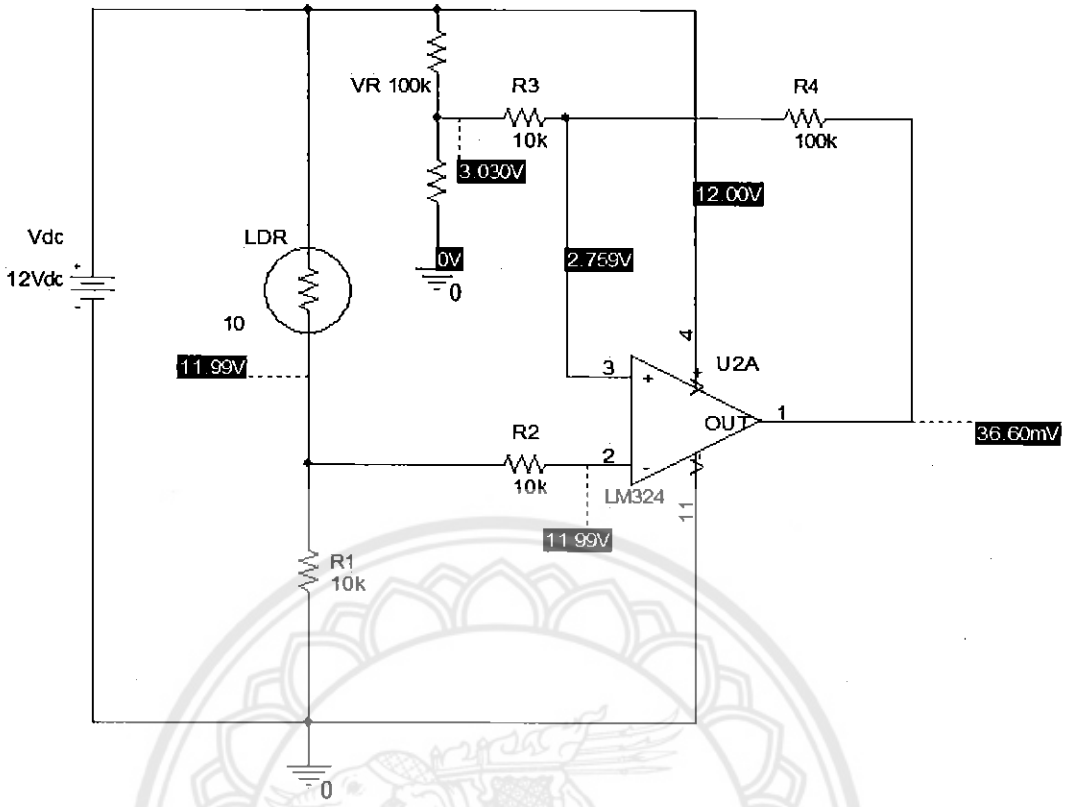
3.2.3 วงจรตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

ในระบบพีแอลซีใช้วงจรตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์เพื่อส่งอินพุตเข้าไปประมวลผล โดยวงจรตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์อาศัยหลักการ การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน ตัวต้านทานไวแสงมีค่าความต้านทานแปรผกผันกับปริมาณแสง เมื่อมีแสงตกกระทบตัวต้านทานไวแสง ค่าความต้านทานจะมีค่าน้อย และถ้าไม่มีแสงตกกระทบตัวต้านทานไวแสง ค่าความต้านทานจะมาก เมื่อเรานำค่าความแตกต่างของตัวต้านทานไวแสงไปใช้ในการเทียบระดับแรงดัน อย่างไรก็ตามแรงดันที่ได้มีค่าน้อย จึงมีการขยายระดับแรงดันให้สูงขึ้นโดยในวงจรขยายแรงดัน จากนั้นก็นำแรงดันที่ได้ไปเปรียบเทียบในวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน จะได้เอาท์พุตออกมาในลักษณะลอจิกเข้าไปประมวลผลในพีแอลซี เพื่อควบคุมระบบการทำงาน ในโครงงานนี้ ผู้ดำเนินโครงงานได้กำหนดจุดตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ไว้ 3 ตำแหน่ง คือ บริเวณประตูโรงจอดรถ ที่จอดรถชั้นพื้นดิน และที่จอดรถชั้นใต้ดิน โดยเลือกใช้ไอซี LM324N แผนภาพวงจรตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ แสดงรูปที่ 3.11



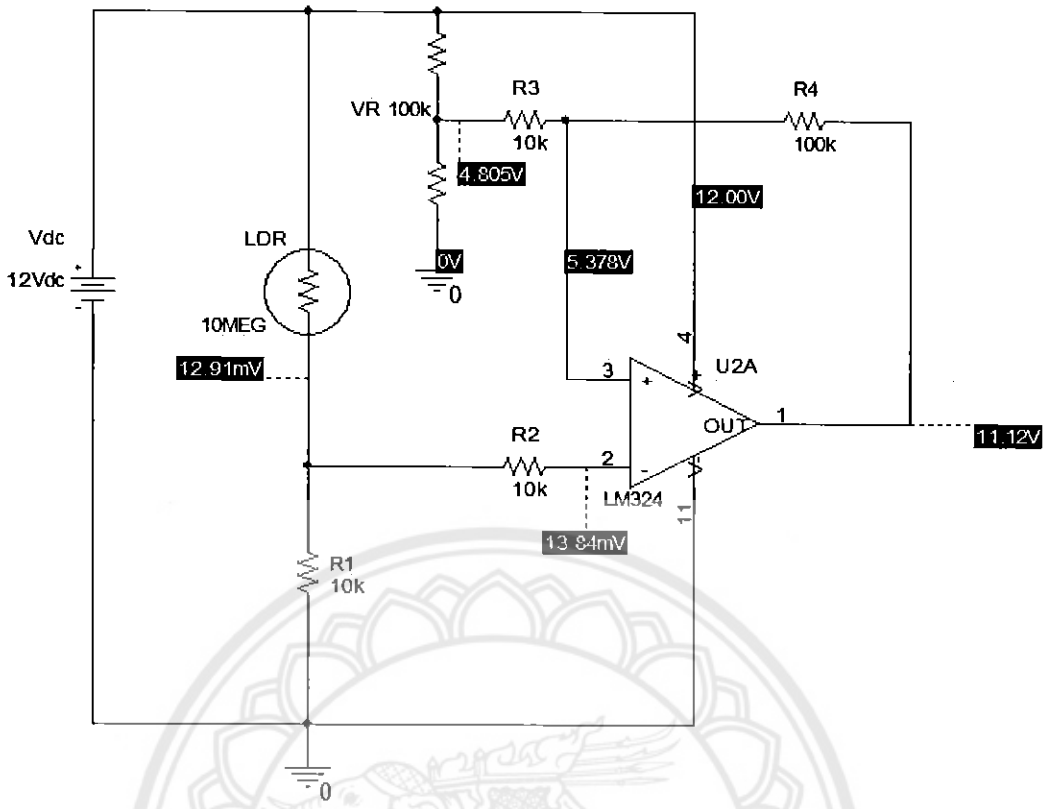
รูปที่ 3.11 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

จากรูปที่ 3.11 สามารถอธิบายการทำงานแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้ กรณีที่ 1 คือ เมื่อมีแสงเลเซอร์มาตกกระทบที่ตัวต้านทานไวแสง ซึ่งต่ออนุกรมอยู่กับตัวต้านทาน R1 จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงลดลงเหลือน้อย ส่งผลให้แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานไวแสง และตัวต้านทาน R1 เปลี่ยนแปลงไป แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R1 ถูกต่อเข้ากับอินพุตขาลบของออปแอมป์ หากแรงดันอินพุตขาลบสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง แรงดันเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันจะแสดงเป็นลอจิกต่ำ (0 โวลต์) วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะมีแสงตกกระทบดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะมีแสงตกกระทบ

กรณีที่ 2 เมื่อไม่มีแสงเลเซอร์มาตกกระทบที่ตัวต้านทานไวแสง ซึ่งต่ออนุกรมอยู่กับตัวต้านทาน R1 จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสงเพิ่มค่ามาก ๆ ส่งผลให้แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานไวแสง และตัวต้านทาน R1 เปลี่ยนแปลงไป แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R1 ถูกต่อเข้ากับอินพุตขาลบของออปแอมป์ หากแรงดันที่อินพุตขาลบต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิงแรงดันเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันนั้นจะแสดงเป็นลอจิกสูง (12 โวลต์) วงจรตัวตรวจจับแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะไม่มีแสงตกกระทบดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะไม่มีแสงตกกระทบ

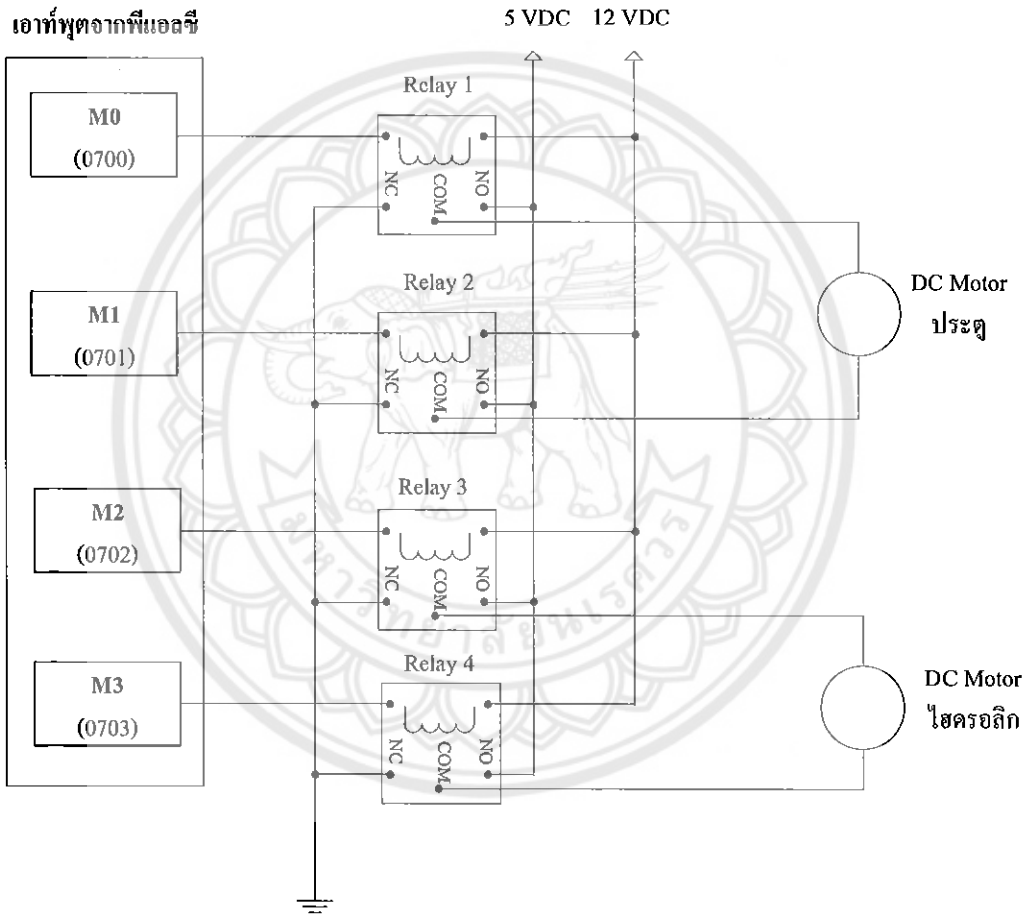
แรงดันอ้างอิงที่ปรับตั้งให้มีค่าสัมพันธ์ชุดตรวจจับแบบใช้แสงเลเซอร์นี้ อยู่ที่ระดับแรงดัน 12 โวลต์ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่มีวัตถุตัดผ่าน และที่ระดับแรงดัน 0 โวลต์ สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ไม่มีวัตถุตัดผ่าน ซึ่งเอาท์พุตที่ได้จากวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดันทั้งสองถูกใช้เป็นอินพุตของพีแอลซีเพื่อประมวลผลการทำงานของระบบ

3.2.4 วงจรขับมอเตอร์

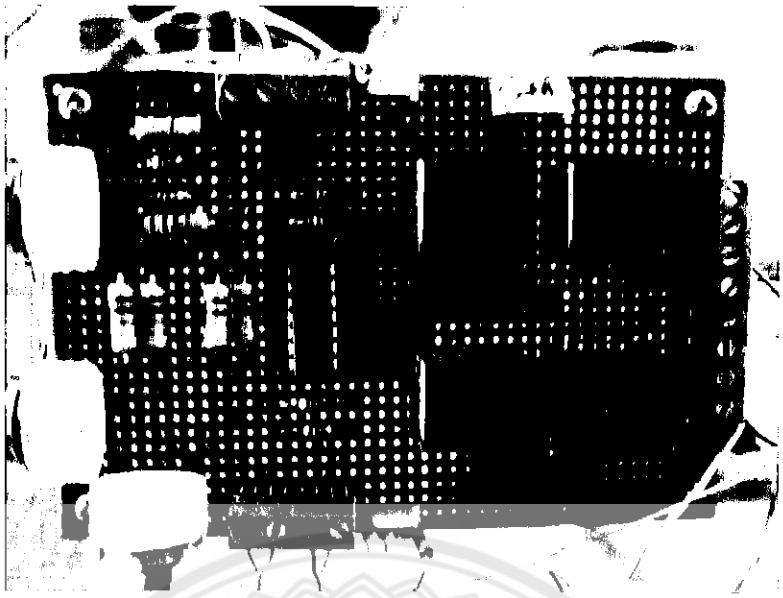
วงจรขับมอเตอร์เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ซึ่งใช้ควบคุมเปิดและปิดของประตูโรงจอดรถ และการยกตัวของระบบไฮดรอลิกจำลอง โดยในวงจรนี้จะอาศัยรีเลย์เป็นอุปกรณ์ในการตัดต่อวงจร แผนภาพวงจรขับมอเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.14

เมื่อมีสัญญาณเอาท์พุต M0 ออกจากระบบควบคุมพีแอลซี จะส่งผลให้ขดลวดของรีเลย์ 1 เหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนสถานะเพื่อเชื่อมต่อไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ จากรีเลย์ 1 และกราวด์จากรีเลย์ 2 เข้าสู่มอเตอร์ ส่งผลให้มอเตอร์หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา (ประตูเลื่อนขึ้น) แต่ถ้ามีสัญญาณเอาท์พุต M1 ออกมาจากระบบพีแอลซี จะทำให้รีเลย์ 2 ทำงาน การเชื่อมต่อวงจรเป็นลักษณะตรงกันข้ามกับกรณีของสัญญาณเอาท์พุต M0 จึงทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา (ประตูเลื่อนลง)

เมื่อมีสัญญาณเอาท์พุต M2 ออกจากระบบควบคุมพีแอลซี จะส่งผลให้ขดลวดของรีเลย์ 3 เหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์เปลี่ยนสถานะเพื่อเชื่อมต่อไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ จากรีเลย์ 3 และกราวด์จากรีเลย์ 4 เข้าสู่มอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ทำงาน มอเตอร์หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา (ระบบไฮดรอลิกยกตัวขึ้น) แต่ถ้ามีสัญญาณเอาท์พุต M3 ออกมาจากระบบพีแอลซีจะส่งผลให้รีเลย์ 4 ทำงานการเชื่อมต่อวงจรซึ่งเป็นลักษณะตรงกันข้ามกับกรณีของสัญญาณเอาท์พุต M2 จึงทำให้มอเตอร์เกิดการหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ระบบไฮดรอลิกลดตัวลง) แสดงดังรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 วงจรขับมอเตอร์

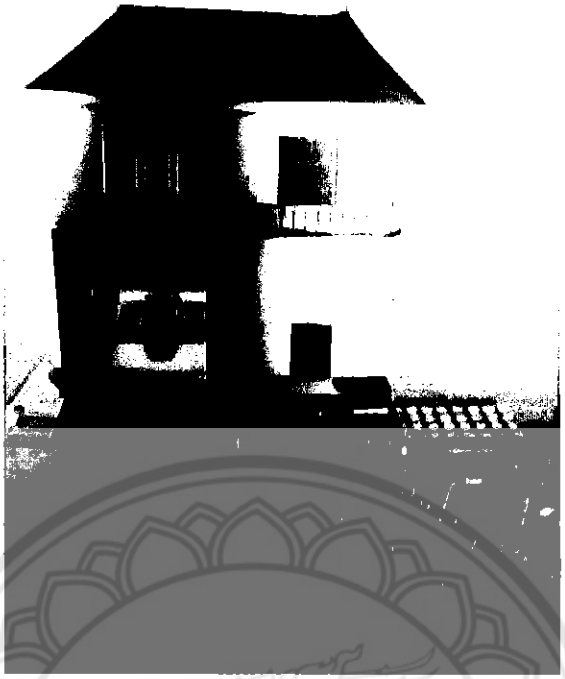


รูปที่ 3.15 วงจรขับมอเตอร์

3.3 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี

หลังจากที่สร้างแบบจำลอง และวงจรในส่วนต่างๆแล้วนำมาต่อเข้ากับพีแอลซี เพื่อนำไปควบคุมระบบการทำงานแสดงดังรูปที่ 3.16 และรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.16 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี



รูปที่ 3.17 การประกอบแบบจำลองเข้ากับพีแอลซี

3.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น

ในการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น ได้จำลองสถานการณ์การทำงาน แบ่งออกตามกรณี ได้ดังนี้

3.4.1 กรณีกดสวิตช์เปิด

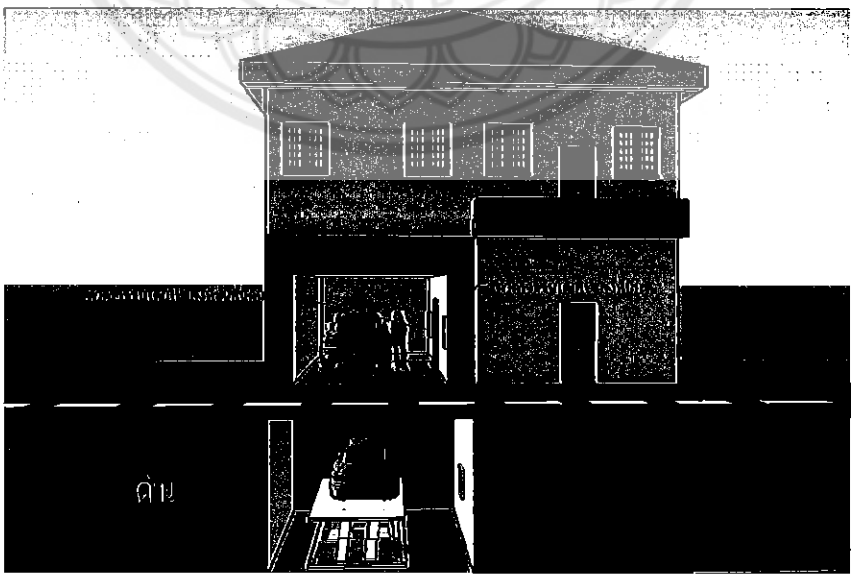
ก) ขณะที่ไม่มีรถจอดอยู่ชั้นพื้น

เมื่อผู้ใช้งานกดสวิตช์เปิด ประตูโรงจอดจะถูกสั่งการให้เปิดขึ้นโดยจับเวลาการขึ้น เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว การเลื่อนของประตูโรงจอดรถจะหยุด การทำงานของประตูโรงจอดรถจะทำงานพร้อมกับระบบไฮดรอลิกที่เลื่อนขึ้นมารับรถ แสดงดังรูปที่ 3.18

รูปที่ 3.18 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์เปิดขณะไม่มีรถจอดชั้นพื้นดิน

ข) ขณะที่มีรถจอดอยู่ที่ชั้นพื้น

เมื่อผู้ใช้งานกดสวิตช์เปิด ประตูโรงจอดจะถูกสั่งการให้เปิดขึ้นโดยจับเวลาการขึ้น เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว การเลื่อนของประตูโรงจอดรถจะหยุด ในส่วนของระบบไฮดรอลิกจะไม่สามารถขึ้นมารับรถได้ เนื่องจากตัวตรวจจับการตัดผ่านโดยใช้แสงเลเซอร์ตรวจจับว่ามีรถจอดอยู่ที่ชั้นพื้นดิน แสดงดังรูปที่ 3.19

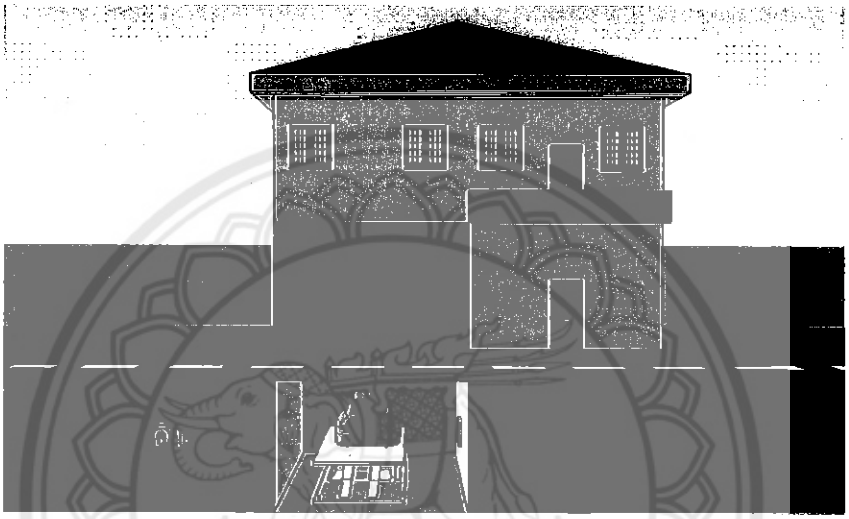


รูปที่ 3.19 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์เปิดขณะมีรถจอดชั้นพื้น

3.4.2 กรณีกดสวิตช์ปิด

ก) ขณะไม่มีวัตถุตัดผ่านบริเวณประตู

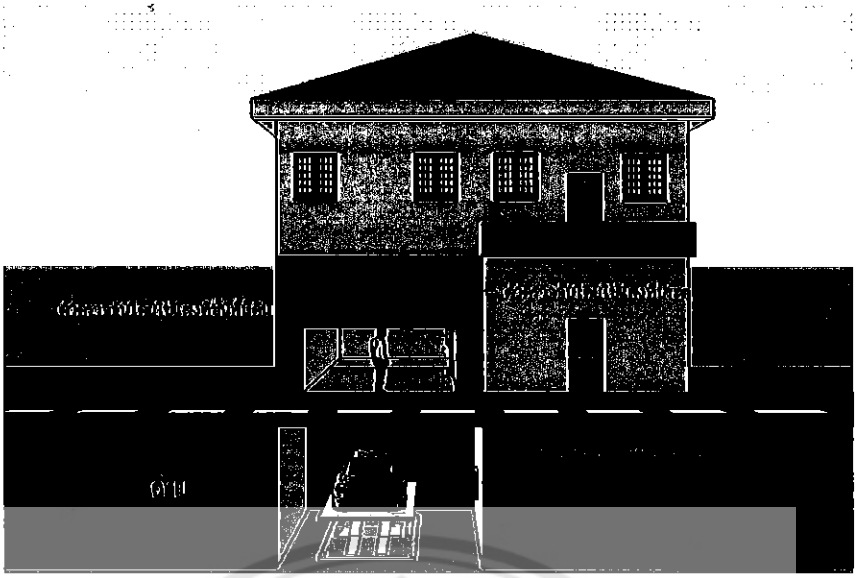
เมื่อผู้ใช้งานทำการกดสวิตช์ปิด ประตูโรงจอดรถจะเลื่อนลงมาปิดโดยทำการจับเวลาพร้อมทั้งทำงานพร้อมกับระบบไฮดรอลิกโดยที่ระบบไฮดรอลิกจะเลื่อนลงเพื่อนำที่จอดรถชั้นใต้ดินลงไปเก็บ แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ปิดขณะไม่มีวัตถุตัดผ่าน

ข) ขณะมีวัตถุตัดผ่าน

เมื่อผู้ใช้งานทำการกดสวิตช์ปิด ประตูโรงจอดรถจะเลื่อนลงมาปิดโดยทำการจับเวลาพร้อมทั้งทำงานพร้อมกับระบบไฮดรอลิกโดยที่ระบบไฮดรอลิกจะเลื่อนลงเพื่อนำที่จอดรถชั้นใต้ดินลงไปเก็บ แต่เมื่อมีวัตถุตัดผ่านบริเวณประตูโรงจอดรถ ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะตรวจจับการตัดผ่าน ทำให้การเลื่อนของบานประตูหยุดการทำงาน และรอจนกว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ผ่านไป แสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ปิดขณะมีวัตถุตัดผ่าน

3.4.3 กรณีกดสวิตช์สั่งการระบบไฮดรอลิก

หากผู้ใช้งานต้องการใช้งานในส่วนของระบบไฮดรอลิก ผู้ใช้งานสามารถกดสวิตช์สั่งงานแค่ระบบไฮดรอลิกดังนี้

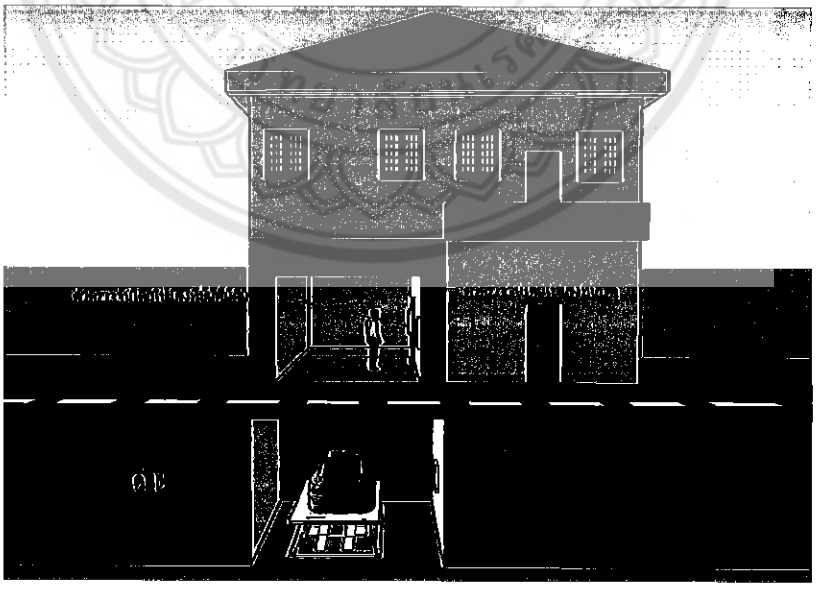
ก) สวิตช์ขึ้น

เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้ระบบไฮดรอลิกยกชั้นจอดรถใต้ดินขึ้นมา โดยไม่ต้องการให้ประตูของโรงจอดรถทำงาน ผู้ใช้งานก็สามารถกดสวิตช์ขึ้น เมื่อระบบถูกสั่งงาน ระบบไฮดรอลิกจะยกชั้นขึ้นมา แต่ถ้าหากที่จอดรถชั้นพื้นมีรถจอดอยู่ ระบบไฮดรอลิกก็จะไม่สามารถยกชั้นขึ้นได้ แสดงดังรูปที่ 3.22

รูปที่ 3.22 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ขึ้น

ข) สวิตช์ลง

เมื่อผู้ใช้งานต้องการให้ระบบไฮดรอลิกนำชั้นที่จอดรถใต้ดินลงไปเก็บ โดยไม่ต้องการให้ประตูของโรงจอดรถทำงาน ผู้ใช้งานกดสวิตช์ลง ระบบไฮดรอลิกจะนำชั้นที่จอดรถใต้ดินลงไปเก็บยังชั้นใต้ดินตามเดิม แสดงดังรูปที่ 3.23



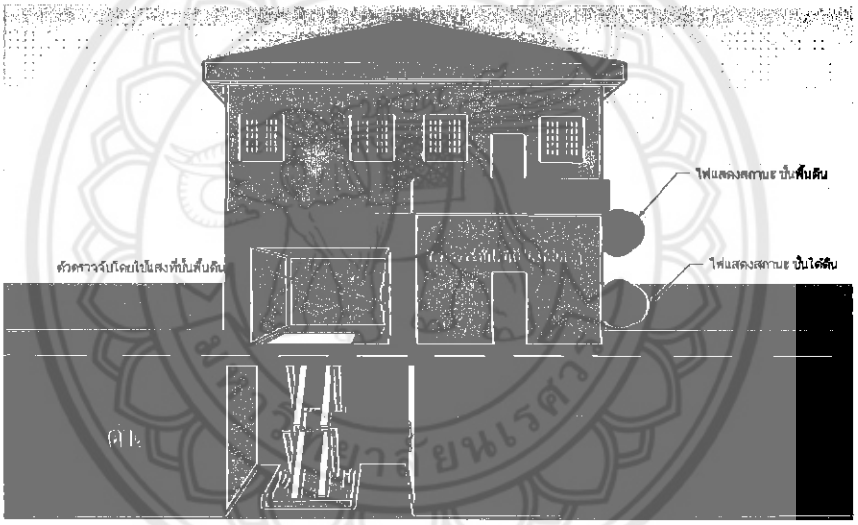
รูปที่ 3.23 การจำลองสถานการณ์เมื่อกดสวิตช์ลง

3.4.4 ไฟแสดงสถานะของที่จอดรถ

การใช้งานของโรงจอดรถสองชั้นนั้น เมื่อผู้ใช้งานต้องการนำรถเข้าไปจอดบริเวณที่จอดรถ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องยกชั้นจอดรถขึ้นมาก่อน เพื่อที่จะได้ทราบว่าที่จอดรถบริเวณชั้นนั้น ๆ ว่างหรือไม่ ผู้ดำเนินโครงงานจึงใช้หลอดไฟแสดงสถานะของที่จอดรถให้ผู้ใช้งานทราบ โดยแบ่งได้ตามกรณีดังนี้

ก) ไม่มีรถจอด

ในกรณีที่ไม่มีรถจอดบริเวณชั้นจอดรถ สถานะของที่จอดรถจะแสดงเป็นไฟสีแดงทั้งสองดวง เมื่อผู้ใช้งานจะนำรถเข้ามาจอด ก็จะสามารถจอดรถบริเวณชั้นใต้ดินก่อนได้เลย เมื่อมีรถอีกคันเข้ามาก็จะสามารถจอดรถบริเวณชั้นพื้นดินได้โดยไม่เสียเวลา แสดงดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การจำลองสถานการณ์เมื่อไม่มีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น

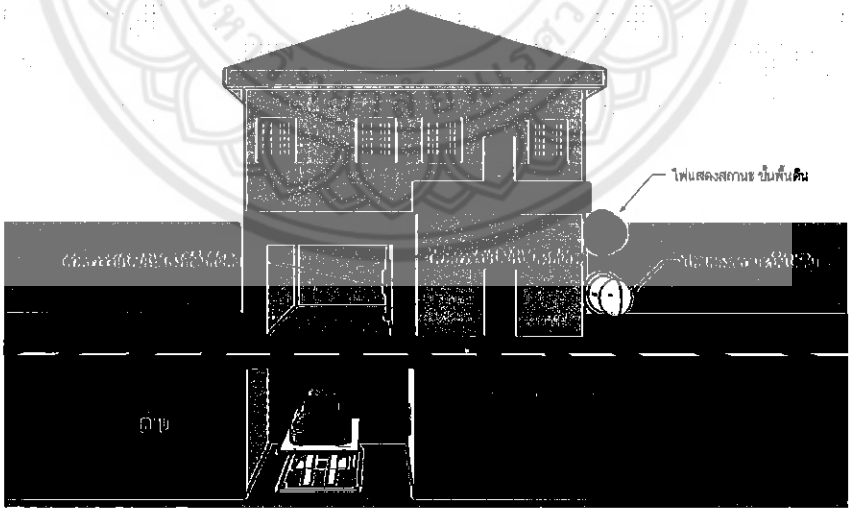
ข) มีรถจอดชั้นพื้น

ในกรณีที่มีรถจอดชั้นพื้นดิน ไฟแสดงสถานะจะดับ แต่ไฟแสดงสถานะของชั้นใต้ดินยังแสดงเป็นสีแดงอยู่ แสดงดังรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.25 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถชั้นพื้น

ค) มีรถจอดชั้นใต้ดิน

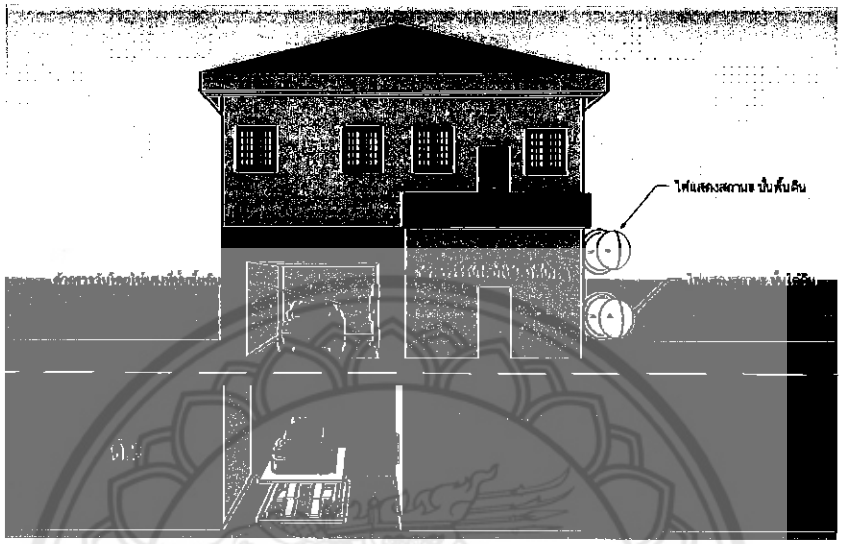
ในกรณีมีรถจอดชั้นใต้ดิน ไฟแสดงสถานะชั้นใต้ดินจะดับ แต่ไฟแสดงสถานะของชั้นพื้นดินยังแสดงเป็นสีแดงอยู่ ผู้ใช้งานสามารถนำรถเข้าไปจอดได้โดยไม่ต้องยกระบบไฮดรอลิกขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถชั้นใต้ดิน

ง) มีรถจอดสองชั้น

ในกรณีที่มีรถจอดอยู่บริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น ไฟแสดงสถานะจะดับลง ในกรณีนี้ผู้ใช้งานจะต้องนำรถออกเสียก่อน แล้วจึงจะนำรถอีกคันเข้าไปจอดได้ แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น

บทที่ 4
ผลการทดสอบ

จากการออกแบบ และสร้างระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซี รวมทั้งจำลองสถานการณ์การทำงานของระบบไฮดรอลิกจำลอง และประตูโรงจอดรถแบบจำลองซึ่งใช้ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ตรวจจับวัตถุที่ตัดผ่าน ผู้ดำเนินโครงงานได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซีดังนี้

4.1 ผลการทดสอบตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์

ในโครงงานนี้ผู้ดำเนินโครงงานใช้ระบบพีแอลซีควบคุมโรงจอดรถ โดยใช้แสงเลเซอร์ยิงแสงไปยังตัวตรวจจับการตัดผ่าน เพื่อตรวจจับการตัดผ่านของวัตถุ เป็นการป้องกันอันตรายของผู้ใช้งานให้ปลอดภัย

ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ จะทำการตรวจจับการเคลื่อนที่ตัดผ่านของวัตถุ เมื่อไม่มีวัตถุตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ แสดงดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะไม่มีวัตถุตัดผ่าน

ในขณะที่ระบบกำลังทำงานอยู่นั้น หากผู้ใช้งาน หรือมีวัตถุตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ จะทำให้แรงดันเท่ากับ 12 โวลต์ แรงดันที่ได้แปลงเป็นสัญญาณลอกจิก 0 เมื่อนำเข้าไปประมวลผลในพีแอลซีแล้ว จะสั่งงานให้มอเตอร์หยุดทำงาน และรอจนวัตถุนั้นเคลื่อนที่ผ่านไปเสียก่อน มอเตอร์จึงจะกลับมาทำงานอีกครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ขณะมีวัตถุตัดผ่าน

4.2 ผลการทดสอบระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น

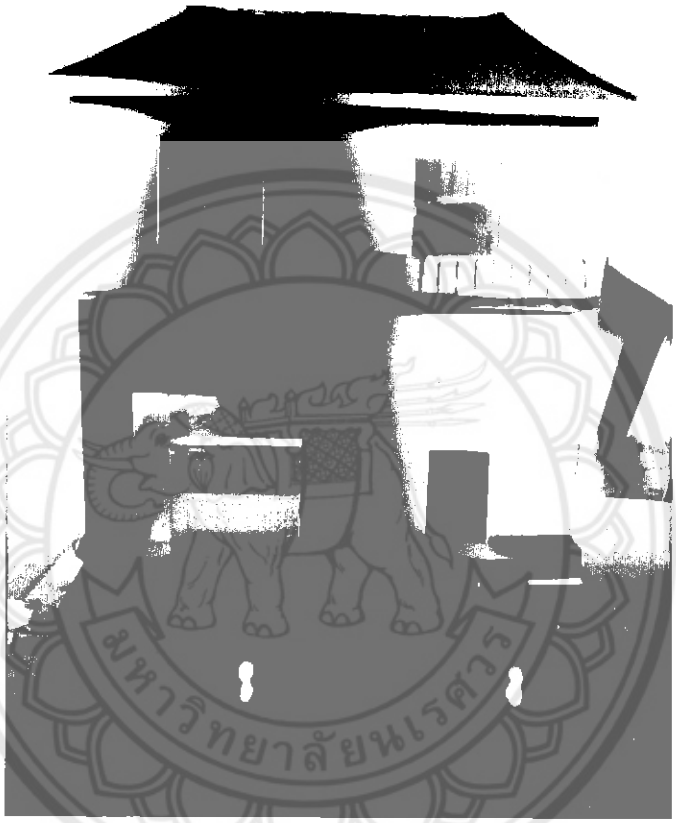
ในการสร้างระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้น ผู้ดำเนินโครงงานได้จำลองสถานการณ์การใช้งานของโรงจอดรถในแต่ละกรณี โดยมีผลการทดสอบดังนี้

4.2.1 กดสวิตช์เปิด

เมื่อกดสวิตช์เปิดแล้ว จะเป็นการสั่งการให้พีแอลซีประมวลผล และส่งค่าออกที่เอาท์พุต เอาต์พุตที่ได้จะไปสั่งงานให้มอเตอร์ทำงาน แบ่งได้เป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้

ก) ขณะที่ไม่มีรถจอดอยู่ชั้นพื้นดิน

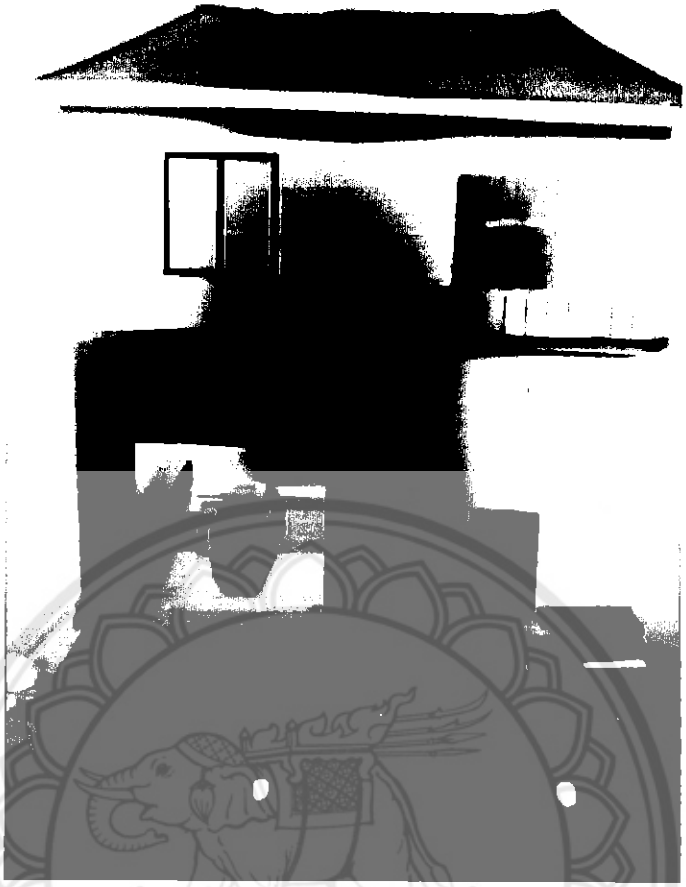
เมื่อกดสวิตช์เปิด จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล ส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของประตูโรงจอดรถเลื่อนขึ้น พร้อมทั้งระบบไฮดรอลิกของชั้นจอดรถยกขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์เปิด

ข) ขณะที่มีรถจอดอยู่ที่ชั้นพื้นดิน

เมื่อกดสวิตช์เปิด จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของประตูโรงจอดรถเลื่อนขึ้น พร้อมทั้งระบบไฮดรอลิกของชั้นจอดรถยกขึ้นมา หากมีรถจอดอยู่บริเวณชั้นพื้นดิน ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะตรวจจับแสงเลเซอร์ไม่ได้ เมื่อส่งค่าไปประมวลผลที่พีแอลซีแล้ว จะทำให้เอาท์พุตที่ออกมา สั่งให้ระบบไฮดรอลิกไม่สามารถยกชั้นจอดรถขึ้นมาได้ แสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์เปิด ขณะมีรถจอดชั้นพื้นดิน

4.2.2 กรณีกดสวิตช์ปิด

เมื่อกดสวิตช์ปิดแล้ว จะเป็นการสั่งการให้พีแอลซีประมวลผล และส่งค่าออกที่เอาท์พุต เอาต์พุตที่ได้จะไปสั่งงานให้มอเตอร์ทำงาน แบ่งได้เป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้

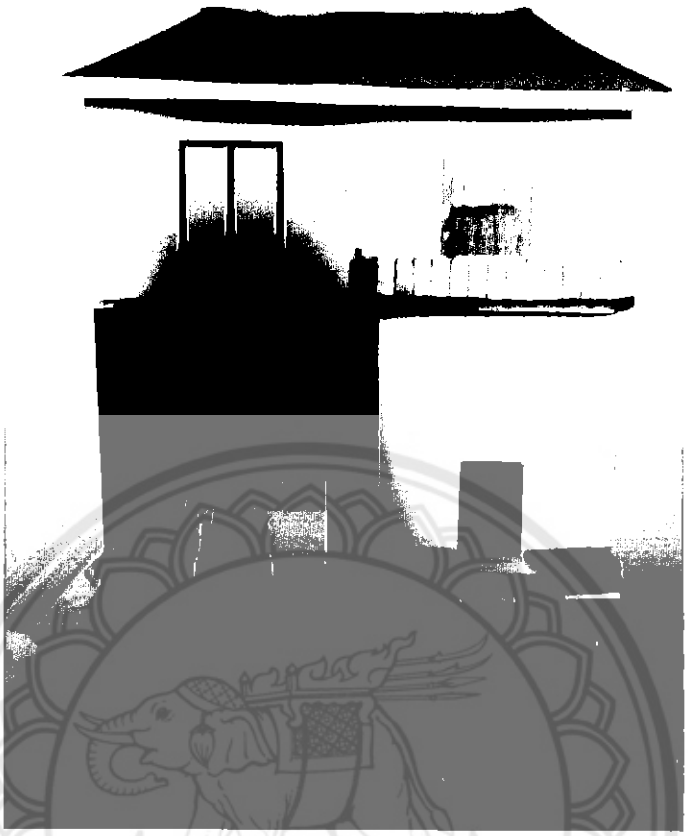
ก) ขณะไม่มีวัตถุตัดผ่านบริเวณประตู

เมื่อกดสวิตช์ปิด จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของประตูโรงจอดรถเลื่อนลง พร้อมทั้งระบบไฮดรอลิกนำชั้นจอดไปยังชั้นใต้ดิน แสดงดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ปิด

ข) ขณะมีวัตถุตัดผ่าน

เมื่อกดสวิตช์ปิด จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของประตูโรงจอดรถเลื่อนลง พร้อมทั้งระบบไฮดรอลิกนำชั้นจอดไปยังชั้นใต้ดิน หากมีวัตถุตัดผ่านขณะที่ประตูโรงจอดรถกำลังเลื่อนลง เคลื่อนที่ตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ ค่าที่ได้ส่งให้พีแอลซีประมวลผล และสั่งให้เอาท์พุตหยุดการทำงานของมอเตอร์ และรอจนวัตถุเคลื่อนที่ผ่านไปก่อน มอเตอร์ของประตูจึงจะกลับมาทำงานอีกครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ปิด ขณะมีวัตถุตัดผ่าน

4.2.3 กรณีกดสวิตช์สั่งการระบบไฮดรอลิก

หากผู้ใช้งานต้องการใช้งานในส่วนของระบบไฮดรอลิก ผู้ใช้งานสามารถกดสวิตช์สั่งงานแค่ระบบไฮดรอลิกดังนี้

ก) สวิตช์ขึ้น

เมื่อกดสวิตช์ขึ้น จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของระบบไฮดรอลิกของชั้นจอดรถยกขึ้นมา หากมีรถจอดอยู่บริเวณชั้นพื้นดิน ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะตรวจจับแสงเลเซอร์ไม่ได้ เมื่อส่งค่าไปประมวลผลที่พีแอลซีแล้ว จะทำให้เอาท์พุตที่ออกมา สั่งให้ระบบไฮดรอลิกไม่สามารถยกชั้นจอดรถขึ้นมาได้ แสดงดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ขึ้น

ข) สวิตช์ลง

เมื่อกดสวิตช์ลง จะทำให้เป็นการส่งอินพุตเข้าไปที่พีแอลซี ทำการประมวลผล แล้วส่งค่าเอาต์พุตออกมาสั่งการให้มอเตอร์ของระบบไฮดรอลิกนำชั้นจอดไปยังชั้นใต้ดิน แสดงดังรูปที่ 4.8

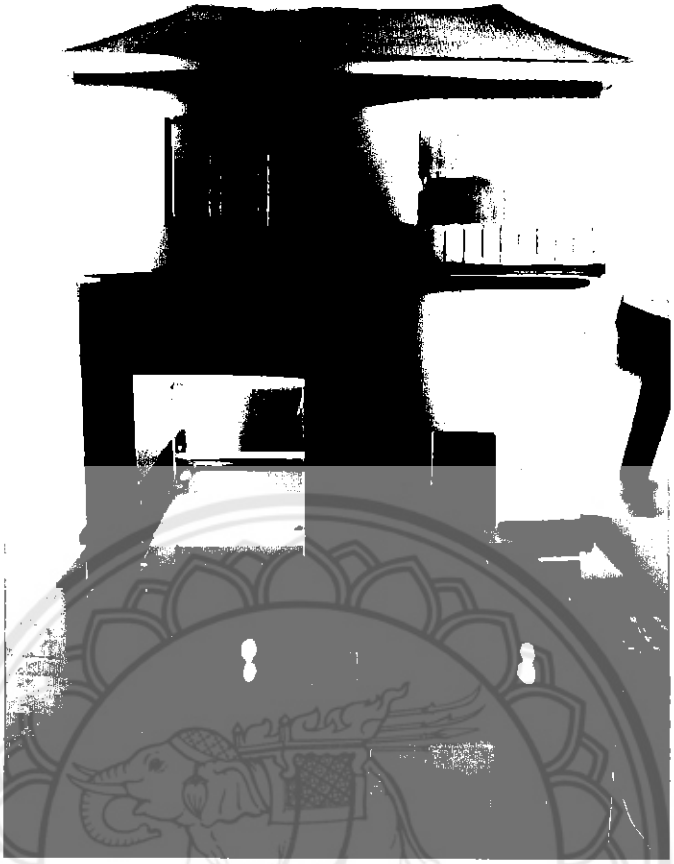
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองเมื่อกดสวิตช์ลง

4.2.4 ไฟสถานะของที่จอดรถ

เมื่อผู้ใช้งานต้องการนำรถเข้าไปจอดบริเวณที่จอดรถ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องยกชั้นจอดรถขึ้นมาก่อน เพื่อที่จะได้ทราบว่าที่จอดรถบริเวณชั้นนั้น ๆ ว่างหรือไม่ ผู้ดำเนินโครงงานจึงใช้หลอดไฟแสดงสถานะของที่จอดรถให้ผู้ใช้งานทราบ โดยแบ่งได้ตามกรณีดังนี้

ก) ไม่มีรถจอด

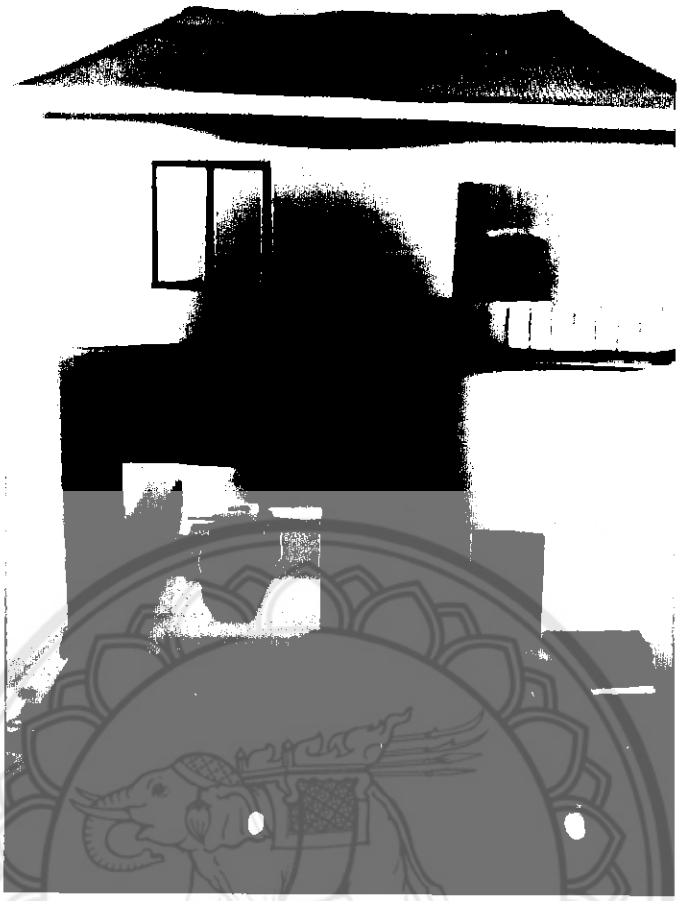
ในชั้นจอดรถที่ไม่มีรถจอด ไฟแสดงสถานะทั้งสองชั้นจะเป็นไฟสีแดง ผู้ใช้งานสามารถนำรถเข้ามาจอดได้เลย แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองเมื่อไม่มีรถจอดบริเวณที่จอดรถ

ข) มีรถจอดชั้นพื้นดิน

เมื่อโรงจอดรถมีรถจอดที่ชั้นพื้นดินแล้ว ไฟแสดงสถานะบริเวณที่จอดรถชั้นพื้นดินจะดับ เพื่อเป็นการบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าขณะนี้มีรถจอดอยู่ หากจะนำรถเข้าไปจอด จะต้องถอยรถคันแรกออกมาเสียก่อน จึงจะสามารถนำรถอีกคันเข้าไปจอดได้ แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณชั้นพื้นดิน

ค) มีรถจอดชั้นใต้ดิน

เมื่อมีรถจอดบริเวณชั้นใต้ดินแล้ว ไฟแสดงสถานะของชั้นใต้ดินจะดับ เพื่อเป็นการบ่งบอกผู้ใช้งานว่าสามารถนำรถเข้าไปจอดบริเวณชั้นพื้นดินได้เลย แสดงดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณชั้นใต้ดิน

ง) มีรถจอดสองชั้น

เมื่อบริเวณจอดรถของโรงจอดรถสองชั้นมีรถจอดแล้ว ไฟแสดงสถานะของที่จอดรถทั้งสองชั้นจะดับ หากผู้ใช้งานต้องการนำรถเข้าไปจอด ต้องนำรถภายในโรงจอดรถออกมาเสียก่อน แล้วจึงจะนำรถเข้าไปจอดได้ แสดงดังรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองเมื่อมีรถจอดบริเวณที่จอดรถทั้งสองชั้น

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานสามารถนำมาสรุปผล และเสนอแนวทางแก้ไขพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อนำโครงงานไปพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้นำพีแอลซี ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ และตัวต้านทานไวแสง เพื่อสร้างเป็นระบบควบคุมการทำงานของโรงจอดรถสองชั้น โดยใช้รีเลย์ควบคุมการตัดต่อวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ รวมถึงได้มีการสร้างแบบจำลองของระบบไฮดรอลิกในการยกชั้นจอดรถ โดยกำหนดการหมุนซ้ายและขวาของมอเตอร์ เพื่อจำลองเป็นการยกระบบไฮดรอลิกขึ้นและลง หากมีรถรถจอดที่ชั้นพื้น แบบจำลองระบบไฮดรอลิกจะไม่สามารถยกขึ้นได้ รวมถึงสร้างแบบจำลองของประตูโรงจอดรถ โดยกำหนดการหมุนซ้ายและขวาของมอเตอร์ให้จำลองเป็นการเปิดและปิดประตู ในกรณีที่ประตูกำลังเคลื่อนตัวปิดลง หากมีวัตถุเคลื่อนที่ตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ จะทำให้มอเตอร์หยุดการทำงานแล้วรอจนกระทั่งตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะจับแสงเลเซอร์ได้อีกครั้ง ประตูจึงจะเริ่มทำงานอีกครั้งหนึ่ง ในส่วนตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ถูกจำลองโดยใช้แสงเลเซอร์กับตัวต้านทานไวแสง หากมีวัตถุตัดผ่านแสงเลเซอร์จะทำให้ค่าความต้านทานเพิ่มมากขึ้น พีแอลซีนำค่าที่ได้ไปประมวลผล สั่งการให้มอเตอร์หยุดการทำงาน แต่เมื่อตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ตรวจจับแสงเลเซอร์จะทำให้ความต้านทานลดลง พีแอลซีนำค่าที่ได้ไปประมวลผล สั่งการให้มอเตอร์ทำงาน

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

1) การเคลื่อนที่ของแบบจำลองประตูโรงจอดรถไม่สามารถไหลได้อย่างต่อเนื่องได้ เนื่องจากระบบการควบคุมโรงจอดรถสองชั้นนั้นต้องอาศัยการจับเวลาในการเปิดและปิดประตู อีกทั้งยังใช้ตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์ตรวจจับการตัดผ่านของวัตถุ หากมีวัตถุตัดผ่านตัวตรวจจับการตัดผ่านแบบใช้แสงเลเซอร์จะทำให้

มอเตอร์หยุดการทำงาน เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายแก่ผู้ใช้งาน หากต้องการให้แบบจำลองประตูโรงจอดรถทำงานอย่างต่อเนื่องสามารถใช้สวิตช์จำกัดระยะแทนการจับเวลาในการเคลื่อนที่เปิดและปิดของประตูได้

2) ระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นนี้เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้นมา ซึ่งไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น จึงควรมีการจัดการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์จริงของการใช้โรงจอดรถ และข้อมูลการสร้างโรงจอดรถแบบสองชั้นเพื่อนำหลักการมาแก้ไข และปรับปรุงชิ้นงานต่อไป

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

แบบจำลองระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นที่สร้างขึ้น สามารถนำไปปรับ ประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้แก่

1) สามารถนำไปปรับ ประยุกต์ใช้กับอาคารชุด หรือโรงแรมที่ต้องการพื้นที่จอดรถเป็นจำนวนมาก แต่มีพื้นที่จำกัด
2) ระบบเปิดและปิดไฟในบริเวณโรงจอดรถแบบอัตโนมัติ ในกรณีที่มีการเปิดและปิดของประตูโรงจอดรถ ระบบจะสั่งการให้เปิดและปิดไฟอัตโนมัติเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน
3) ในการนำไปประยุกต์ใช้ ควรมีวิธีการใช้งานติดตั้งภายในบริเวณโรงจอดรถด้วย เพื่อที่จะทำให้ง่ายต่อการเข้าใจในหลักการการทำงานของระบบควบคุมโรงจอดรถโดยใช้พีแอลซีอย่างถูกต้อง
4) โครงงานนี้สามารถนำไปพัฒนา ต่อยอด เพื่อปรับปรุงระบบควบคุมโรงจอดรถให้มีระบบการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าเดิม และเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานแก่ผู้ที่เริ่มศึกษาการใช้งานในระบบควบคุมโรงจอดรถสองชั้นโดยใช้พีแอลซี

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท ออยเซิร์ฟ จำกัด **"ระบบไฮดรอลิก"** ,จาก www.oilservethai.com/index.php?lay=show&ac=article&Ntype=11&Id=539121506 ,สืบค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2555

[2] มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม **"ตัวต้านทานไวแสง"** ,จาก www.elenet.chandra.ac.th/learn/tipntrick/ldr/default.htm ,สืบค้นเมื่อ 24 มีนาคม 2555

[3] วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) **"ระบบมอเตอร์"** ,จาก www.jobpub.com/articles/showarticle.asp?id=2490 ,สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม 2555

[4] สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง **"ออปแอมป์"** ,จาก www.kmitl.ac.th/~s2011326/Year2/%20semester1/BASIC%20ELECTRONICCS%20FOR%20AUTOMATION%20ENGINEERING/Lecture%2010%20Op-amp.htm ,สืบค้นเมื่อ 30 มีนาคม 2555

[5] บริษัท อีทีที จำกัด. **ET-BOARD V5.0 USER'S MANUAL PLC & BASIC 180.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อีทีที.**

ภาคผนวก ก

โปรแกรมควบคุมโรงจอดรถสองชั้น

1. LD		0700
2. LD		0701
3. LD		0901
4. CNTR		00
5. CNTR	DATA	0003
6. LD	CNTR	00
7. OUT		0900
8. LD		0701
9. LD		0700
10. LD		0900
11. CNTR		01
12. CNTR	DATA	#0003
13. LD	CNTR	01
14. OUT		0901
15. LD		0902
16. OR	TIM	01
17. AND	NOT	0700
18. AND		0100
19. AND	NOT	0901
20. TIM		00
21. TIM	DATA	#0020
22. LD		0001
23. OR	TIM	01
24. AND	NOT	0700
25. AND		0100
26. AND	NOT	0901
27. LD	TIM	00
28. OR		0901
29. LD	NOT	0100
30. AND		0903
31. OR	LD	
32. LATCH (11)		0701

33. LD	TIM	00
34. OR		0903
35. TIM		01
36. TIM	DATA	#0020
37. LD		0001
38. OR	TIM	01
39. LD		0901
40. OR	TIM	00
41. LATCH (11)		0902
42. LD	TIM	00
43. LD	TIM	01
44. OR		0901
45. LATCH (11)		0903
46. LD		0906
47. OR	TIM	04
48. AND	NOT	0701
49. AND	NOT	0900
50. TIM		03
51. TIM	DATA	#0020
52. LD		0000
53. OR	TIM	04
54. AND	NOT	0701
55. AND	NOT	0900
56. LD	TIM	03
57. OR		0900
58. LATCH (11)		0700
59. LD	TIM	03
60. OR		0907
61. TIM		04
62. TIM	DATA	#0020
63. LD		0000
64. OR	TIM	04

65. LD		0900
66. OR	TIM	03
67. LATCH (11)		0906
68. LD	TIM	03
69. LD	TIM	04
70. OR		0900
71. LATCH (11)		0907
72. LD		0000
73. AND		0101
74. AND		0004
75. AND		0901
76. LD		0002
77. AND		0101
78. AND		0004
79. OR	LD	
80. LD	NOT	0004
81. LATCH (11)		0702
82. LD		0001
83. AND		0005
84. AND		0900
85. LD		0003
86. AND		0005
87. OR	LD	
88. LD	NOT	0005
89. LATCH (11)		0703
90. LD		0101
91. AND	NOT	0004
92. LD		0101
93. AND	NOT	0005
94. OR	LD	
95. LD	NOT	0101
96. AND	NOT	0005

97. AND	NOT	0702
98.AND	NOT	0703
99.LATCH (11)		0704
100.LD		0102
101.AND	NOT	0005
102.LD		0101
103.AND	NOT	0004
104.OR	LD	
105.LD	NOT	0102
106.AND	NOT	0005
107.LD	NOT	0101
108.AND	NOT	0004
109.OR	LD	
110.AND	NOT	0702
111.AND	NOT	0703
112.LATCH		0705
113.END (01)		

ภาคผนวก ข

รายละเอียดของไอซีออปแอมป์ 7805

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

KA78XX/KA78XXA

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

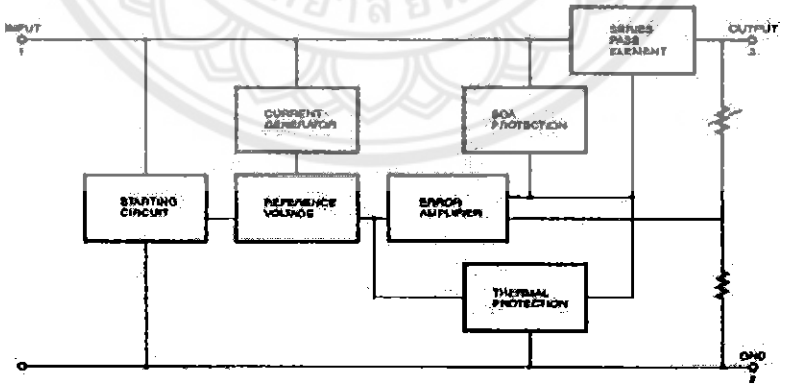
Features

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

Internal Block Digram



Rev. 1.0.0

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for V_O = 5V to 18V) (for V_O = 24V)	V_I V_I	35 40	V V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	°C/W
Operating Temperature Range (KA78XX/A/R)	T_{OPR}	0 ~ +125	°C
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ +150	°C

Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit ,0°C < T_J < 125°C, I_O = 500mA, V_I =10V, C_I= 0.33μF, C_O=0.1μF, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions		KA7805			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
Output Voltage	V_O	T_J =+25°C		4.8	5.0	5.2	V
		5.0mA ≤ I_O ≤ 1.0A, P_O ≤ 15W V_I = 7V to 20V		4.75	5.0	5.25	
Line Regulation (Note1)	Regline	T_J=+25°C	V_O = 7V to 25V	-	4.0	100	mV
			V_I = 8V to 12V	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	T_J=+25°C	I_O = 5.0mA to1.5A	-	9	100	mV
			I_O =250mA to 750mA	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	T_J =+25°C		-	5.0	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	I_O = 5mA to 1.0A		-	0.03	0.5	mA
		V_I= 7V to 25V		-	0.3	1.3	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	I_O= 5mA		-	-0.8	-	mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	f = 10Hz to 100KHz, T_A=+25°C		-	42	-	μV/V_O
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V_O = 8V to 18V		62	73	-	dB
Dropout Voltage	V_{Drop}	I_O = 1A, T_J =+25°C		-	2	-	V
Output Resistance	r_O	f = 1KHz		-	15	-	mΩ
Short Circuit Current	I_{SC}	V_I = 35V, T_A =+25°C		-	230	-	mA
Peak Current	I_{PK}	T_J =+25°C		-	2.2	-	A

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

ภาคผนวก ค
รายละเอียดของไอซีออปแอมป์ 7812

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

KA78XX/KA78XXA

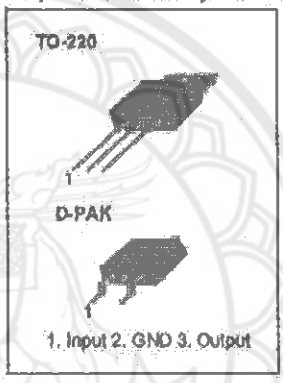
3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Features

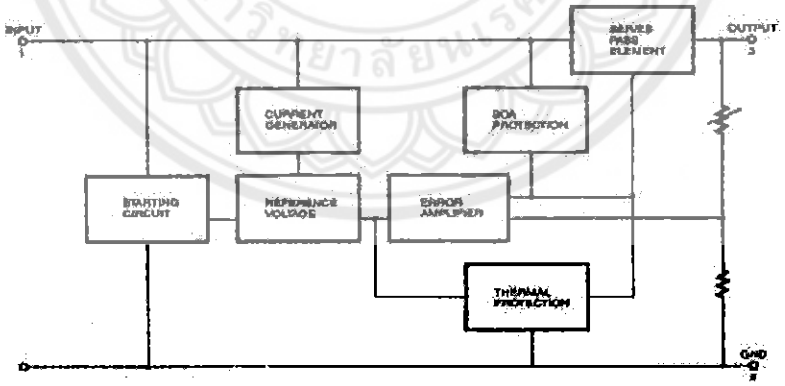
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



Internal Block Digram



Rev. 1.0.0

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

Electrical Characteristics (KA7812/KA7812R)

(Refer to test circuit ,0°C < T_J < 125°C, I_O = 500mA, V_I = 19V, C_I= 0.33μF, C_O=0.1μF, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions		KA7812/KA7812R			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
Output Voltage	V_O	T_J =+25 °C		11.5	12	12.5	V
		5.0mA ≤ I_O≤1.0A, P_O≤15W V_I = 14.5V to 27V		11.4	12	12.6	
Line Regulation (Note1)	Regline	T_J =+25 °C	V_I = 14.5V to 30V	-	10	240	mV
			V_I = 16V to 22V	-	3.0	120	
Load Regulation (Note1)	Regload	T_J =+25 °C	I_O = 5mA to 1.5A	-	11	240	mV
			I_O = 250mA to 750mA	-	5.0	120	
Quiescent Current	I_Q	T_J =+25 °C		-	5.1	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	I_O = 5mA to 1.0A		-	0.1	0.5	mA
		V_I = 14.5V to 30V		-	0.5	1.0	
Output Voltage Drift	$\Delta V_O/\Delta T$	I_O = 5mA		-	-1	-	mV/°C
Output Noise Voltage	V_N	f = 10Hz to 100KHz, T_A =+25°C		-	76	-	μV/Vo
Ripple Rejection	RR	f = 120Hz V_I = 15V to 25V		55	71	-	dB
Dropout Voltage	V_{Drop}	I_O = 1A, T_J=+25 °C		-	2	-	V
Output Resistance	r_O	f = 1KHz		-	18	-	mΩ
Short Circuit Current	I_{SC}	V_I = 35V, T_A=+25 °C		-	230	-	mA
Peak Current	I_{PK}	T_J =+25°C		-	2.2	-	A

Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

ภาคผนวก ง
รายละเอียดของตัวต้านทานไวแสง (LDR)

Data Sheet

Light dependent resistors

NORP12 RS stock number 651-507
NSL19-M51 RS stock number 596-141

Two cadmium sulphide (cdS) photoconductive cells with spectral responses similar to that of the human eye. The cell resistance falls with increasing light intensity. Applications include smoke detection, automatic lighting control, batch counting and burglar alarm systems.

Guide to source illuminations

Light source	Illumination (Lux)
Moonlight	0.1
60W bulb at 1m	50
1W MES bulb at 0.1m	100
Fluorescent lighting	500
Bright sunlight	30,000

Circuit symbol

Light memory characteristics

Light dependent resistors have a particular property in that they remember the lighting conditions in which they have been stored. This memory effect can be minimised by storing the LDRs in light prior to use. Light storage reduces equilibrium time to reach steady resistance values.

NORP12 (RS stock no. 651-507)

Absolute maximum ratings

Voltage, ac or dc peak	320V
Current	75mA
Power dissipation at 30°C	250mW
Operating temperature range	-60°C to +75°C

Electrical characteristics

T_A = 25°C, 2854°K tungsten light source

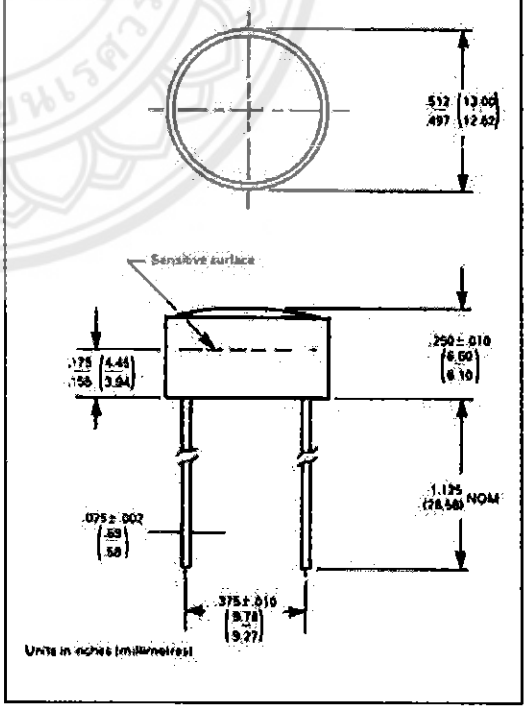
Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Cell resistance	1000 lux 10 lux	- -	400 9	- -	Ω kΩ
Dark resistance	-	1.0	-	-	MΩ
Dark capacitance	-	-	3.5	-	pF
Rise time 1	1000 lux 10 lux	- -	28 18	- -	ms ms
Fall time 2	1000 lux 10 lux	- -	48 120	- -	ms ms

1. Dark to 110% R_L
2. To 10 × R_L
R_L = photocell resistance under given illumination

Features

- Wide spectral response
- Low cost
- Wide ambient temperature range.

Dimensions



232-3816

Figure 1 Power dissipation derating

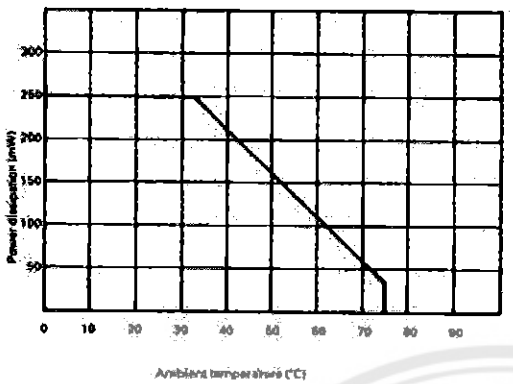
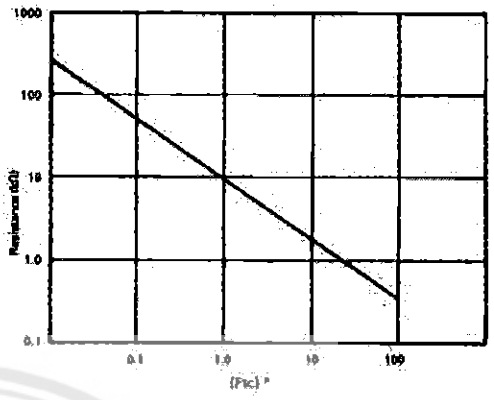
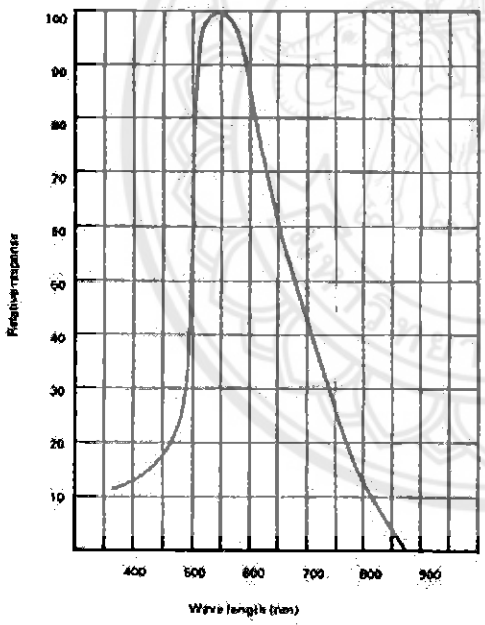


Figure 3 Resistance as a function of illumination



*1Pic=10.764 lumens

Figure 2 Spectral response



232-3816

Absolute maximum ratings

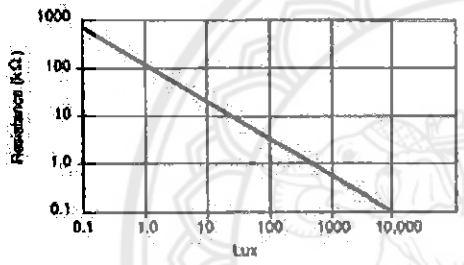
Voltage, ac or dc peak _____ 100V
Current _____ 5mA
Power dissipation at 25°C _____ 50mW*
Operating temperature range _____ -25°C +75°C

*Derate linearly from 50mW at 25°C to 0W at 75°C.

Electrical characteristics

Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Cell resistance	10 lux 100 lux	20 -	- 5	100 -	kΩ kΩ
Dark resistance	10 lux after 10 sec	20	-	-	MΩ
Spectral response	-	-	550	-	nm
Rise time	10fc	-	45	-	ms
Fall time	10fc	-	55	-	ms

Figure 4 Resistance as a function illumination



Dimensions

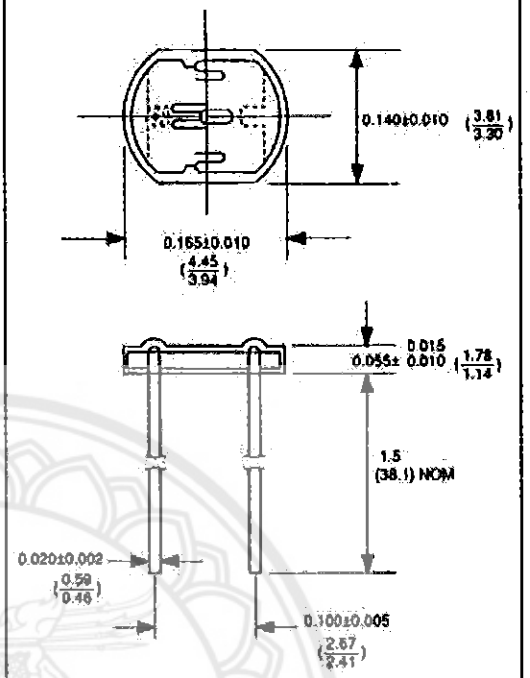
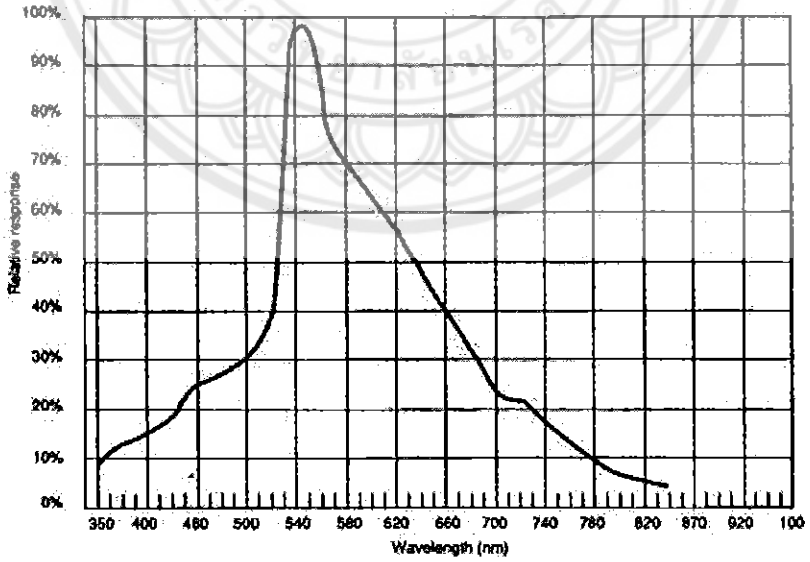


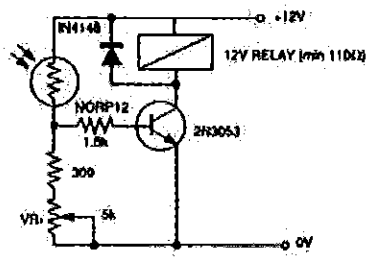
Figure 5 Spectral response



232-3816

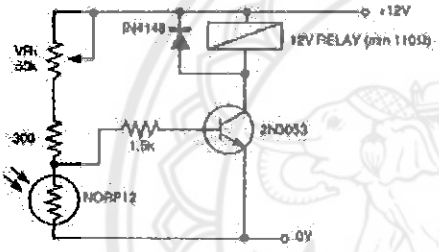
Typical application circuits

Figure 6 Sensitive light operated relay



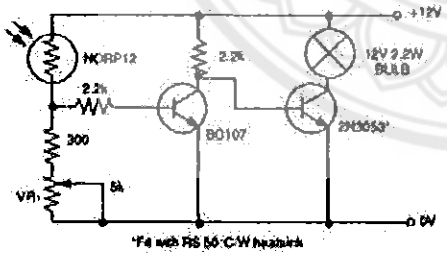
Relay energised when light level increases above the level set by VR_1

Figure 7 Light interruption detector



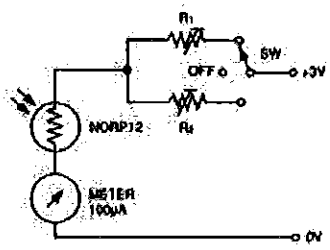
As Figure 6 relay energised when light level drops below the level set by VR_1

Figure 8 Automatic light circuit



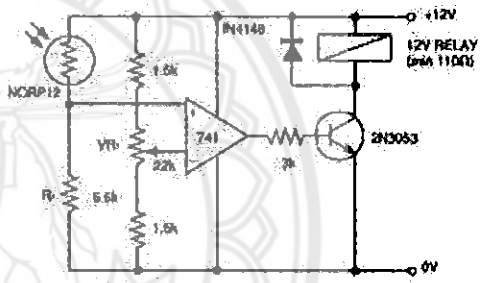
Adjust turn-on point with VR_1

Figure 9 Logarithmic law photographic light meter



Typical value $R^1 = 100k\Omega$
$R^2 = 200k\Omega$ preset to give two overlapping ranges.
(Calibration should be made against an accurate meter.)

Figure 10 Extremely sensitive light operated relay



(Relay energised when light exceeds preset level.)
Incorporates a balancing bridge and op-amp. R_1 and NORP12 may be interchanged for the reverse function.

The information provided in RS technical literature is believed to be accurate and reliable, however, RS Components assumes no responsibility for inaccuracies or omissions, or for the use of this information, and all use of such information shall be entirely at the user's own risk.
No responsibility is assumed by RS Components for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use.
Specifications shown in RS Components technical literature are subject to change without notice.

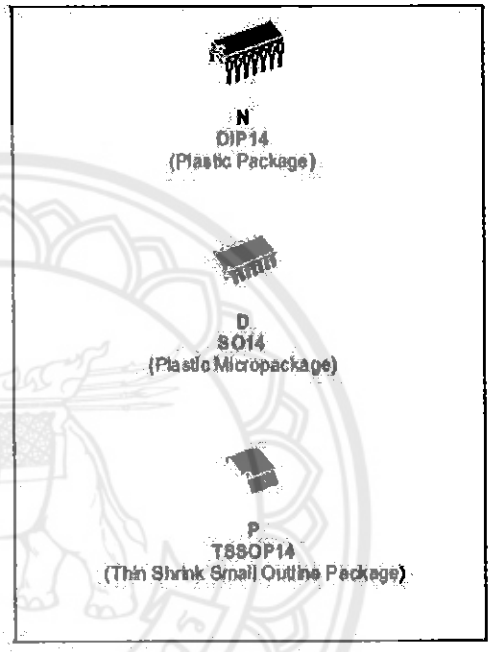
ภาคผนวก จ

รายละเอียดของไอซี LM324N

LM124
LM224 - LM324

LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- WIDE GAIN BANDWIDTH : 1.3MHz
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- LARGE VOLTAGE GAIN : 100dB
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI : 375µA
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 5mV max. (for more accurate applications, use the equivalent parts LM124A-LM224A-LM324A which feature 3mV max.)
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- WIDE POWER SUPPLY RANGE : SINGLE SUPPLY : +3V TO +30V DUAL SUPPLIES : ±1.5V TO ±15V



DESCRIPTION

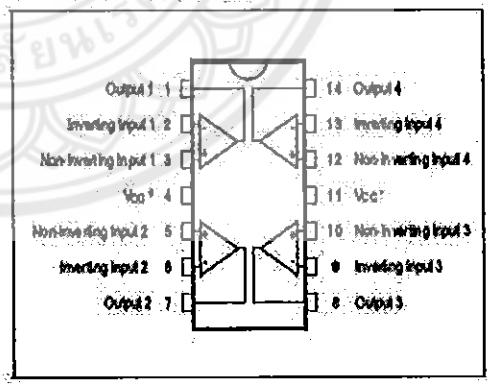
These circuits consist of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers. They operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
LM124	-55°C, +125°C	•	•	•
LM224	-40°C, +105°C	•	•	•
LM324	0°C, +70°C	•	•	•
Example : LM224N				

N = Dual In Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape &Reel (PT)

PIN CONNECTIONS (top view)



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC}^+ = +5V, V_{CC}^- = Ground, V_o = 1.4V, T_{amb} = +25°C (unless otherwise specified)

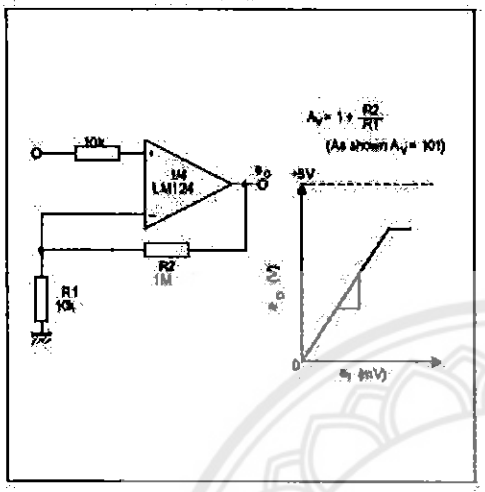
Symbol	Parameter		Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{io}	Input Offset Voltage - note 1) T_{amb} = +25°C LM324 $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ LM324			2	5 7 7 9	mV
I_{io}	Input Offset Current T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$			2	30 100	nA
I_{ib}	Input Bias Current - note 2) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$			20	150 300	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain V_{CC}^+ = +15V, R_L = 2kΩ, V_o = 1.4V to 11.4V T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		50 25	100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_s \le 10k\Omega$) V_{CC}^+ = 5V to 30V T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		65 65	110		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V V_{CC} = +5V V_{CC} = +30V		0.7 1.5 0.8 1.5	1.2 3 1.2 3	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range V_{CC} = +30V - note 3) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		0 0		V_{CC} -1.5 V_{CC} -2	V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_s \le 10k\Omega$) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		70 60	80		dB
I_{source}	Output Current Source (V_{id} = +1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V		20	40	70	mA
I_{sink}	Output Sink Current (V_{id} = -1V) V_{CC} = +15V, V_o = +2V V_{CC} = +15V, V_o = +0.2V		10 12	20 50		mA µA
V_{OH}	High Level Output Voltage V_{CC} = +30V T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$ V_{CC} = +5V, R_L = 2kΩ T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$	R_L = 2kΩ R_L = 10kΩ 	26 26 27 27 3.5 3	27 28 		V

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{OL}	Low Level Output Voltage (R_L = 10kΩ) T_{amb} = +25°C $T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$		5	20 20	mV
SR	Slew Rate V_{CC} = 15V, V_i = 0.5 to 3V, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, unity Gain		0.4		V/µs
GBP	Gain Bandwidth Product V_{CC} = 30V, f = 100kHz, V_{in} = 10mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF		1.3		MHz
THD	Total Harmonic Distortion f = 1kHz, A_v = 20dB, R_L = 2kΩ, V_o = $2V_{pp}$, C_L = 100pF, V_{CC} = 30V		0.015		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage f = 1kHz, R_s = 100Ω, V_{CC} = 30V		40		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	30	µV/°C
DI_{io}	Input Offset Current Drift		10	200	pA/°C
V_{o1}/V_{o2}	Channel Separation - note 4) 1kHz ≤ f ≤ 20kHZ		120		dB

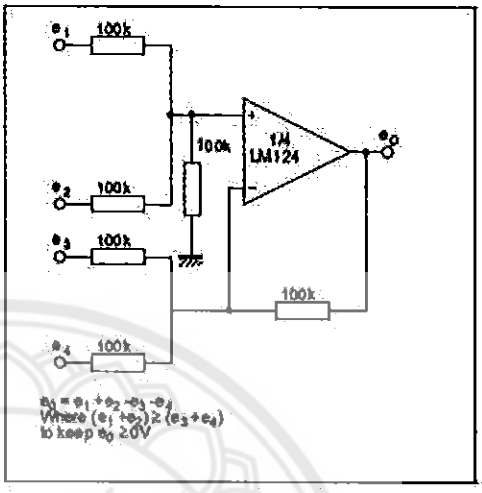
1. V_o = 1.4V, R_s = 0Ω, 5V < V_{CC} < 30V, 0 < V_{ic} < V_{CC} - 1.5V
2. The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
3. The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is V_{CC} - 1.5V, but either or both inputs can go to +32V without damage.
4. Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

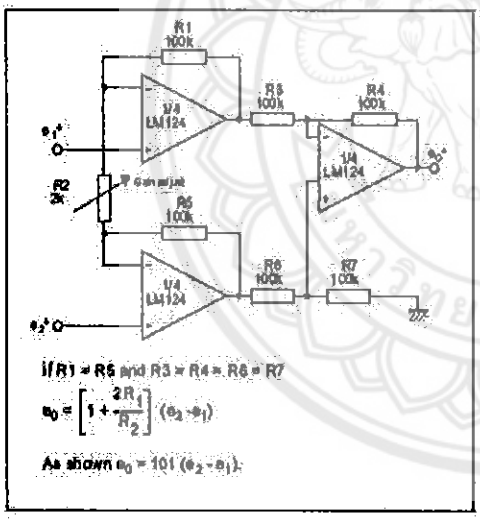
NON-INVERTING DC GAIN



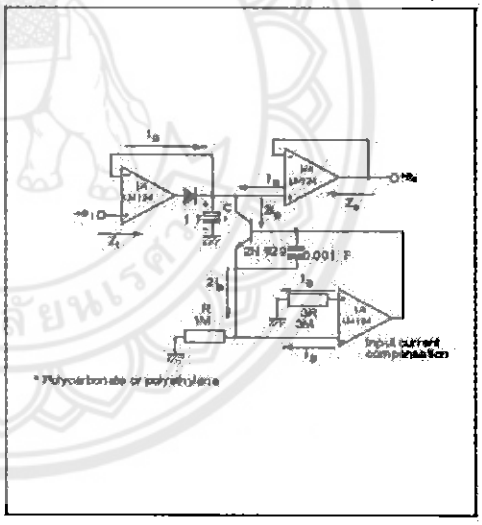
DC SUMMING AMPLIFIER



HIGH INPUT Z ADJUSTABLE GAIN DC INSTRUMENTATION AMPLIFIER

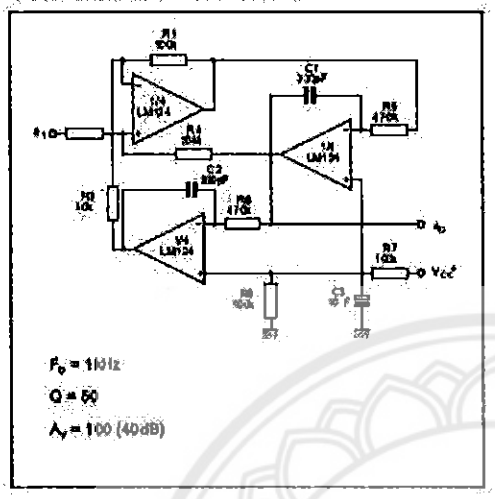


LOW DRIFT PEAK DETECTOR

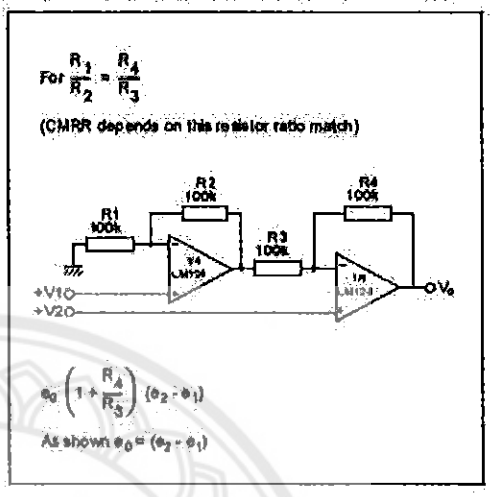


TYPICAL SINGLE - SUPPLY APPLICATIONS

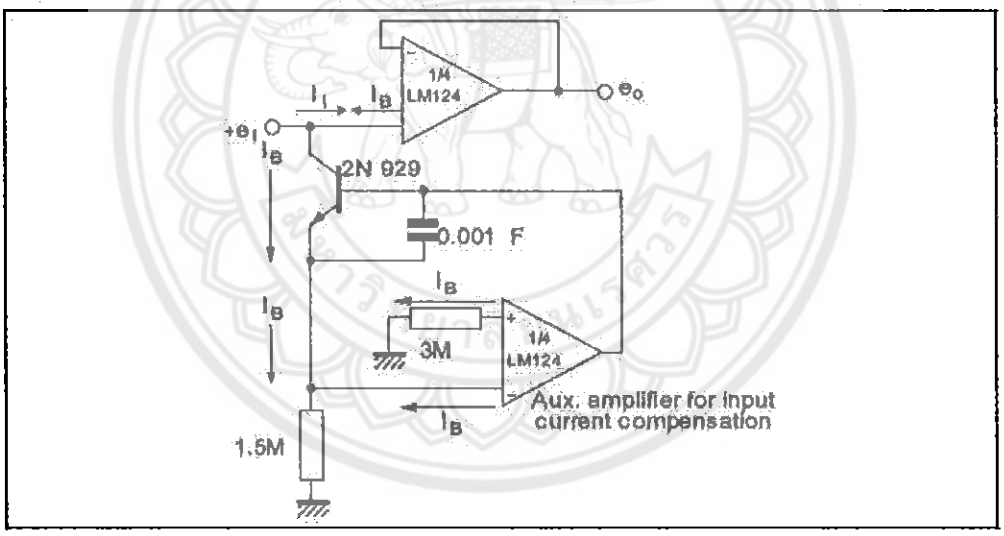
ACTIVER BANDPASS FILTER



HIGH INPUT Z, DC DIFFERENTIAL AMPLIFIER



USING SYMETRICAL AMPLIFIERS TO REDUCE INPUT CURRENT (GENERAL CONCEPT)



ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดของรีเลย์ 12 โวลต์

SONGLE RELAY

松乐继电器 ®SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD

1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.

(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

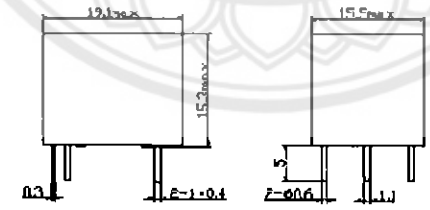
3. ORDERING INFORMATION

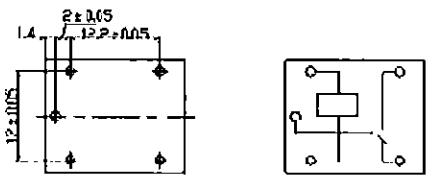
SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:	CQC03001003731	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER:	E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER:	R50056114	10A/250VAC 30VDC

5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM





6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

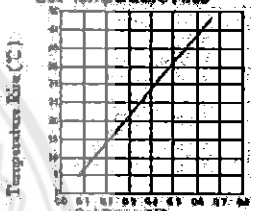
Item \ Type	SRD FORM C	SRD FORM A
Contact Capacity Resistive Load (cosΦ=1)	10A 125VAC	10A 30VDC 10A 250VAC
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)	3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

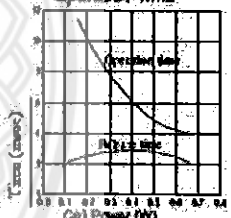
Item \ Type	SRD
Contact Resistance	100mΩ Max.
Operation Time	10msec Max.
Release Time	5msec Max.
Dielectric Strength Between coil & contact Between contacts	 1500VAC 50/60HZ (1 minute) 1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance	100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching Mechanically Electrically	 300 operation/min 30 operation/min
Ambient Temperature	-40°C to +85°C
Operating Humidity	45 to 85% RH
Vibration Endurance Error Operation	 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock Endurance Error Operation	 100G Min. 10G Min.
Life Expectancy Mechanically Electrically	 10^7 operations. Min. (no load) 10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight	abt. 10grs.

9.REFERENCE DATA

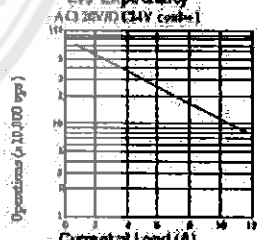
Coil Temperature Rise



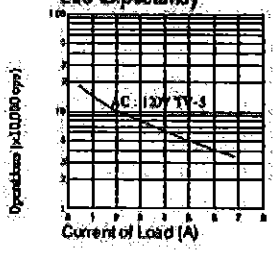
Operation Time



Life Expectancy



Life Expectancy



ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นางสาวทักษพร จิตต์มโนวรรณ์

ภูมิลำเนา 453 ม.4 ต. ริมกก อ. เมือง จ. เชียงราย 57100

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ จ.เชียงราย

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: **llll_khwan_llll@hotmail.com**

ชื่อ นายธีรชัย นรชาญ

ภูมิลำเนา 161/105 ม.1 ต.เหมืองแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180

ประวัติการศึกษา

– จบระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: **Teera_555@hotmail.com**