การควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยพีแอลซีโดยใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ

PLC-BASED TRAFFIC LIGHT CONTROL VIA INDUCTIVE LOOP DETECTOR

นายฐปนัท จรรยาภิสัณห์ รหัส 50360845

นายฐนิศร์ สมฤทธิ์ รหัส 50364539

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 ส.ค. 2555
เลขทะเบียน 1575806
เลขเรียกหนังสือ ว.
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยพีแอลซีโดยใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายฐปนัท จรรยาภิสัณห์ รหัส 50360845

นายฐนิศร์ สมฤทธิ์ รหัส 50364539

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ

(ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยพีแอลซีโดยใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฐปนัท จรรยาภิสัณห์	รหัส 50360845
	นายฐนิศร์ สมฤทธิ์	รหัส 50364539
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2553	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานเกี่ยวกับการนำพีแอลซีมาใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจร โดยเกิดจากแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาความล่าช้าในการเดินทาง รวมทั้งลดอุบัติเหตุที่มาจากการไม่รอสัญญาณไฟจราจร ปัญหาดังกล่าวนำมาสู่การพัฒนาการควบคุมรูปแบบการทำงานของสัญญาณไฟจราจรให้ปรับเปลี่ยนตามปริมาณการจราจรที่เกิดขึ้นในขณะนั้น ๆ โดยแตกต่างจากการควบคุมแบบเวลาคงที่ซึ่งต้องรอให้ครบรอบเวลาการทำงาน ในที่นี้เราวิเคราะห์ปริมาณการจราจรด้วยตัวตรวจจับโลหะแบบวงรอบเหนี่ยวนำซึ่งฝังอยู่ใต้พื้นผิวการจราจร วงจรออสซิลเลเตอร์ในตัวตรวจจับโลหะจ่ายกระแสที่มีความถี่ค่าหนึ่งเข้าในขดลวด เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่เข้ามาในระยะตรวจจับ ฟลักซ์แม่เหล็กของวงรอบเหนี่ยวนำจะเกี่ยวคล้องผ่านส่วนโลหะของยานพาหนะนั้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำและแรงดันตกคร่อมขดลวดมีค่าสูงขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวถูกใช้เพื่อบ่งบอกถึงการมีอยู่ของยานพาหนะได้

โดยในโครงงานนี้ได้สร้างแบบจำลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรของสี่แยกไฟแดงและใช้วงรอบเหนี่ยวนำเพื่อตรวจจับยานพาหนะบนทางแยกทั้งสี่ วงจรตรวจจับซึ่งสร้างจากการประยุกต์ใช้งานไอซี TDA0161 จะส่งสัญญาณไปยังพีแอลซีเพื่อประมวลผลและกำหนดรูปแบบการทำงานของสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสมต่อไป

Project title	PLC-based Traffic Light Control via Inductive Loop Detector
Name	Mr. Thapanat Janyaphisan ID. 50360845
	Mr. Tanit Somrit ID. 50364539
Project advisor	Mr. Niphat Jantharamin, Ph.D.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2010

.....

Abstract

This thesis presents a project that deals with using PLC to control traffic lights. The project arose from the idea to reduce the unnecessary waiting time as well as accidents at intersections due to running a red light. The aforementioned problem led to a control by which the light signal pattern depends on the traffic at that time, rather than using the common approach with certain interval. Hereby, the traffic was analyzed by means of inductive loop detectors that were installed under the roadway. An oscillator circuit in the detector system generates a high-frequency current in the inductive loop. When a conductive object (typically made of metal) enters the area over the wire loop and is therefore linked by the magnetic flux created by the loop, the inductance and consequently the induced voltage of the loop are caused to increase. This voltage change is detected by the circuit instrumentation in the signal controller cabinet, which then tells the signal control electronics that a vehicle is present.

In this project, a model traffic light for an intersection was developed to represent the aforesaid control. Four inductive loops were installed, and the detector circuit was built using a TDA0161. An ET-BOARD V5.0 PLC received and evaluated the signals from the detector circuit in order to dictate an appropriate light signal pattern.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจทานปริญญานิพนธ์ คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านไว้ตลอดไป

ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้กับคณะผู้ดำเนินงาน นอกจากนี้ยังต้องขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมอุปกรณ์ และเครื่องมือวัดมาใช้งาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้มอบความรัก ความเมตตา สติปัญญา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนถึงปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจทำให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุก ๆ คนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินโครงงานที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายฐปนัท จรรยาภิสัณห์
นายฐนิศร์ สมฤทธิ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

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

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 การใช้งานพีแอลซี 4
2.2 คุณสมบัติและคุณลักษณะของพีแอลซี 5
2.3 ความแตกต่างระหว่างพีซีกับพีแอลซี 6
2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี 7
2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง 7
2.4.2 หน่วยความจำ 8
2.4.3 อินพุต 9
2.4.4 เอาท์พุต 9
2.4.5 อุปกรณ์การโปรแกรม 9

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ชนิดของพีแอลซี 9
2.5.1 พีแอลซีชนิดบล็อก 9
2.5.2 พีแอลซีชนิดโมดูล 10
2.6 การทำงานของพีแอลซี 11
2.7 ขั้นตอนและแผนผังการใช้งานพีแอลซี 11
2.8 ข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรม 13
2.9 ภาษาที่ใช้ในการเขียนพีแอลซี 13
2.9.1 ภาษาแลดเดอร์ 13
2.9.2 ภาษาบูลลีน 14
2.9.3 ภาษาบล็อก 14
2.9.4 คำสั่งภาษาอังกฤษ 14
2.9.5 ภาษาฟังก์ชันชาร์ต 14
2.10 คำสั่งพื้นฐานของพีแอลซี 15
2.11 ชุดทดลอง ET-BOARD V5.0 19
2.11.1 ข้อมูลทั่วไปของชุดทดลอง ET-BOARD V5.0 19
2.11.2 การกำหนดตำแหน่งภายในพีแอลซี 21
2.11.3 การต่ออินพุตและเอาท์พุตของพีแอลซี 22
2.12 สัญญาณไฟจราจร 23
2.13 ตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ 25

บทที่ 3 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมและการออกแบบชิ้นงาน 31
3.1 ส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานของระบบ 31
3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะ 32
3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของส่วนประมวลผล 32
3.1.3 ขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล 33
3.2 การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์และการใช้งานพีแอลซี 33
3.3 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.1 สัญญาณไฟจราจร 36
3.3.2 การเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี 37
3.3.3 แบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยก 38
3.4 การออกแบบและสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะ 39
3.5 การประกอบแบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยก และชุดตรวจจับยานพาหนะเข้ากับ พีแอลซี 41
3.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร 42
3.6.1 กรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก 42
3.6.2 กรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก 42
3.6.3 กรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก 43
3.6.4 กรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว 44
3.6.5 กรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก 44
3.6.6 กรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด 44

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 45
4.1 ผลการทดสอบชุดตรวจจับยานพาหนะ 45
4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร 46
4.2.1 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก 46
4.2.2 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก 48
4.2.3 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก 49
4.2.4 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว 50
4.2.5 ผลการทดสอบกรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก 51
4.2.6 ผลการทดสอบกรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด 51

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 53
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน 53
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 54

เอกสารอ้างอิง 55

ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมสัญญาณไฟจราจร 56

ภาคผนวก ข รายละเอียดของไอซี TDA0161 65

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 70

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบลำดับกับระบบพีแอลซี 5
2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งานพีแอลซีและระบบรีเลย์ 6
2.3 ข้อดีข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก 10
2.4 ข้อดีข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล 10
2.5 ข้อมูลของ ET-BOARD V5.0 ในโหมดพีแอลซี 20
2.6 ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ 29
3.1 รายละเอียดและตำแหน่งหน่วยอินพุตและเอาท์พุต 35
4.1 ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความซาบซึมได้หลังจากมียานพาหนะ 46

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบหลักของพีแอลซี 7
2.2 ขั้นตอนการทำงานของพีแอลซี 11
2.3 แผนผังการใช้งานพีแอลซี 12
2.4 ET-BOARD V5.0 20
2.5 การต่ออินพุตและเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 V 22
2.6 การต่อเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 10 V 23
2.7 การต่ออินพุตและเอาท์พุตที่ระดับสัญญาณทีทีแอล 23
2.8 การทำงานของวงรอบเหนี่ยวนำ 26
2.9 การแสดงผลจำนวนรอบของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ 27
2.10 การแสดงผลของของพื้นที่ของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ 27
2.11 การแสดงผลของความยาวของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ 28
2.12 การแสดงผลของแกนของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ 28
3.1 แผนภาพกรอบขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 31
3.2 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนตรวจจับยานพาหนะ 32
3.3 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนประมวลผล 32
3.4 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนแสดงผล 33
3.5 ส่วนประกอบของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร 34
3.6 แผนผังการต่ออินพุตและเอาท์พุต 36
3.7 แบบจำลองในส่วนสัญญาณไฟจราจร 37
3.8 แผนภาพการเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี 37
3.9 การติดตั้งส่วนเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี 38
3.10 แบบจำลองสัญญาณไฟจราจรทางสี่แยก 38
3.11 แนวคิดในการตรวจจับโลหะ 39
3.12 แผนภาพวงจรชุดตรวจจับยานพาหนะ 39
3.13 การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะ 40
3.14 การประกอบวงจรลงในแบบจำลอง 41
3.15 การเชื่อมต่อแบบจำลองกับพีแอลซี 41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.16 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะทุกทางแยก 42
3.17 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะ 3 ทางแยก 43
3.18 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะ 2 ทางแยก 43
3.19 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะทางแยกเดียว 44
4.1 การตรวจจับการมีอยู่ของยานพาหนะ 45
4.2 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก 47
4.3 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก 48
4.4 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก 49
4.5 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว 50
4.6 การจำลองสถานการณ์กรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก 51
4.7 การจำลองสถานการณ์กรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในสังคมปัจจุบันการเดินทางด้วยยานพาหนะเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกสบายและประหยัดเวลาในการเดินทาง อย่างไรก็ตามสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การเดินทางล่าช้าเกิดจากการจราจรที่มีเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีระบบสัญญาณไฟจราจรที่เข้ามาช่วยควบคุมเพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการจราจร ในโครงงานนี้จึงพัฒนาระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อทำให้เกิดความสะดวกสบายในการเดินทางมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในการจราจร เช่น อุบัติเหตุจากการขับขี่รถฝ่าไฟแดง โดยการศึกษาหาอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการควบคุมและปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานการสัญญาณไฟจราจรให้สอดคล้องกับการจราจรในช่วงเวลาต่าง ๆ

ในปัจจุบัน อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายคือพีแอลซี (Programmable logic controller: PLC) เนื่องจากระบบมีขนาดเล็ก ใช้โปรแกรมแทนการเดินสาย เปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุมและขยายระบบได้ง่าย ลดเวลาในการออกแบบและการติดตั้ง มีหน่วยอินพุตและเอาท์พุตหลายแบบและสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ และยังถูกออกแบบมาให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอก อีกทั้งยังถูกพัฒนาให้มีการตัดสินใจและตรวจสอบการทำงานที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

เนื่องจากสัญญาณไฟจราจรมีความสำคัญอย่างมากในการควบคุมการจราจรตามทางแยก จึงต้องมีอุปกรณ์ควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจรที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงสัญญาณไฟให้สอดคล้องกับการจราจรในขณะนั้น ดังนั้นจึงได้นำพีแอลซีมาใช้ในการควบคุมการปรับเปลี่ยนสัญญาณไฟจราจร เพื่อช่วยลดปัญหาการจราจร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อประยุกต์ใช้พีแอลซีในการควบคุม รูปแบบสัญญาณไฟจราจรให้เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการจราจร โดยใช้ตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำมาตรวจจับยานพาหนะ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างแบบจำลองของระบบสัญญาณไฟจราจรที่ควบคุมด้วยพีแอลซี

2) สร้างวงจรตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการจราจรและส่งสัญญาณให้พีแอลซีกำหนดรูปแบบสัญญาณไฟจราจร

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	ปี 2553							ปี2554		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) ศึกษาหลักการทำงานของ พีแอลซี										
2) ศึกษาและเลือกอุปกรณ์เพื่อใช้ในโครงงาน										
3) ออกแบบและสร้างวงจรควบคุม										
4) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน										
5) สรุปผลการดำเนินโครงงานและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

ชุดอุปกรณ์ควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยพีแอลซี ที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้สามารถควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณการจราจรขณะนั้น อันจะเป็นการช่วยลดปัญหาการจราจรและทำให้การจราจรตามทางแยกมีความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

1.6 งบประมาณ

ชุดตรวจจับยานพาหนะ	1,200 บาท
ค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลอง	500 บาท
ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	700 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันสี่ร้อยบาทถ้วน)	2,400 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นการนำพีแอลซีมาใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจร จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในหลักการทำงานของพีแอลซี ภาษาต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมพีแอลซี รวมถึงคำสั่ง รูปแบบการทำงานของพีแอลซี ขอบเขตการทำงานและความสามารถของพีแอลซี เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวงจรควบคุมสัญญาณไฟจราจร แล้วนำไปเขียนคำสั่งเพื่อป้อนให้พีแอลซี รวมถึงรูปแบบการทำงานของพีแอลซีรุ่นที่นำมาใช้ เพราะพีแอลซีในแต่ละรุ่นอาจมีการใช้งานที่ต่างกันบ้างเล็กน้อย

2.1 การใช้งานพีแอลซี

พีแอลซี คือ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบกระบวนการต่าง ๆ ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบลอจิก คือเป็น "0" กับ "1" นั่นเอง พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตตที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของพีแอลซีจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปพีแอลซีประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิดสเตต ดิจิตอล ลอจิก เอเลเมนท์ (Solid-state digital logic elements) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก [1]

การใช้พีแอลซีสำหรับการควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่จะต้องเดินสายไฟใหม่ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพีแอลซีแล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.1 พีแอลซียังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีใช้งานแบบเดี่ยวแล้ว ยังสามารถต่อพีแอลซีหลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการใช้งานพีแอลซี จึงมีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้งานวงจรรีเลย์แบบเก่าส่งผลให้ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้หันมาใช้งานพีแอลซีมากยิ่งขึ้น [2]

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างระบบลำดับกับระบบพีแอลซี

ประเภท	ระบบลำดับ	ระบบพีแอลซี
ระบบควบคุม	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ยาก	สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมได้ง่าย
การซ่อมหรือแก้ไข	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
การติดตั้งกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
อายุการใช้งาน	น้อยกว่า เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก	มากกว่า เพราะส่วนของการเคลื่อนที่มีน้อย
การติดต่อกับอุปกรณ์ภายใน	ทำได้ยุ่งยากเพราะต้องเดินเดินสายไฟยาวขึ้น	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย
ความเร็วในการทำงาน	ช้า	เร็ว
ขนาด	ใหญ่	เล็ก
สัญญาณรบกวน	ดีมาก	ดี
การติดตั้ง	ใช้เวลามาก	ใช้เวลาน้อย
การทำงานกับระบบซับซ้อน	ยาก ต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก	ง่าย สะดวก

2.2 คุณสมบัติและคุณลักษณะของพีแอลซี

พีแอลซี นิยมใช้ในงานควบคุมเครื่องจักรกลที่ต้องการให้มีการทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ ซึ่งพบว่าในปัจจุบันตามโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปได้นำพีแอลซีมาใช้แทนการควบคุมด้วยรีเลย์อย่างมีประสิทธิภาพเพราะงานควบคุมที่ใช้รีเลย์ส่วนใหญ่เป็นแบบวงรอบเปิด (Open loop) แต่การควบคุมที่ใช้ พีแอลซีสามารถกระทำได้ทั้งแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิด (Close loop) จึงทำให้ระบบมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น [2] โดยแสดงการเปรียบเทียบคุณลักษณะในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการใช้งานพีแอลซีและระบบรีเลย์

คุณลักษณะ	พีแอลซี	รีเลย์
ราคาค่าใช้จ่าย	ต่ำกว่า	สูงกว่า
ขนาดเมื่อทำการติดตั้ง	กะทัดรัด	มีขนาดใหญ่กว่า
ความเร็วในการปฏิบัติการ	มีความเร็วสูงกว่า	ช้ากว่า
ความทนทานต่อสัญญาณรบกวน	ดี	ดีมาก
การออกแบบระบบ	ทำได้ง่าย	มีความยุ่งยากซับซ้อน
การเดินสายไฟ	ใช้โปรแกรมแทนการเดินสายไฟ	ต้องเดินสายไฟระหว่างรีเลย์และอุปกรณ์ต่างๆ
การติดตั้ง	ง่ายในการติดตั้งและโปรแกรม	ใช้เวลามากกว่าในการออกแบบและติดตั้ง
ความสามารถในการปฏิบัติการทำงานที่ซับซ้อน	สามารถกระทำได้	ไม่สามารถกระทำได้
การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	สามารถกระทำได้ง่าย	สามารถกระทำได้ แต่ค่อนข้างยุ่งยาก
ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงลำดับการควบคุม	สามารถกระทำได้ง่าย	สามารถกระทำได้ แต่ค่อนข้างยุ่งยาก
การซ่อมบำรุงและตรวจสอบแก้ไข	ไม่ต้องการการบำรุงรักษามาก ง่ายในการตรวจสอบแก้ไขใน กรณีที่เกิดปัญหาภายในระบบควบคุม	ต้องการการดูแลในส่วนของคอยล์ หน้าสัมผัส ยากในการตรวจสอบและแก้ไขในกรณีที่เกิดปัญหา

2.3 ความแตกต่างระหว่างพีซีกับพีแอลซี

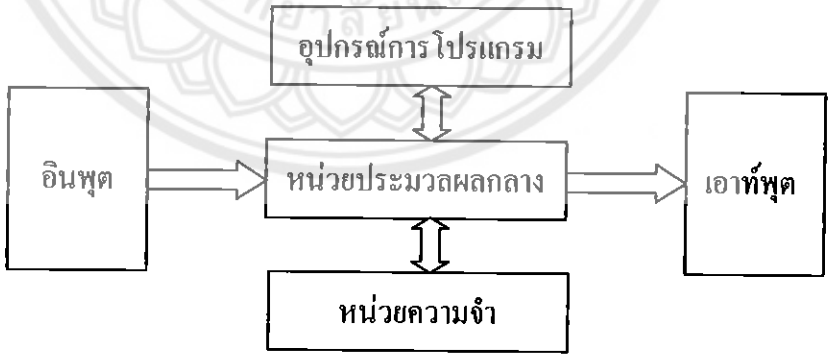
จากคำนิยามของ "พีแอลซี" คือระบบปฏิบัติการทางด้านดิจิตอล ที่ออกแบบมาให้ใช้งานในอุตสาหกรรม โดยใช้หน่วยความจำที่สามารถโปรแกรมได้ในการเก็บคำสั่งที่ผู้ใช้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือในการกำหนดฟังก์ชันหรือเงื่อนไขในการทำงาน เช่น การทำงานแบบลอจิก การทำงานแบบลำดับ การใช้งานตัวตั้งเวลา (Timer) การใช้งานตัวนับ (Counter) และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ดิจิตอลส่วนอินพุตและเอาท์พุตของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ นอกจากนั้นทั้งระบบพีแอลซี และอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้งานต้อง

สามารถเชื่อมต่อหรือสื่อสารกับระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ และสามารถใช้งานร่วมกันได้ง่าย [4]

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาพีแอลซีให้สามารถวัดและควบคุมสัญญาณอินพุตและเอาท์พุตที่เป็นแอนะล็อก การควบคุมตำแหน่ง การควบคุมแบบพีไอดี รวมถึงการติดต่อสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก ดังนั้นจะเห็นว่าความหมายของชื่อเดิมคือ พีแอลซี ไม่ครอบคลุมความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมที่พัฒนาขึ้นมา จึงได้มีการกำหนดชื่อของอุปกรณ์ควบคุมนี้ว่า "พีซี" (Programmable controller) เพื่อให้ มีความหมายกว้างขึ้น และครอบคลุมความสามารถในการทำงานมากขึ้น แต่อย่างไรก็ยังคงใช้คำว่า "พีแอลซี" แทนอุปกรณ์ควบคุมที่เราพัฒนาขึ้นมา เพราะเป็นที่คุ้นเคย และหลีกเลี่ยงความสับสนกับคำว่า "พีซี" ที่หมายถึงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal computer) นอกจากนี้ยังพอสรุปได้ว่า พีแอลซี เป็นส่วนหนึ่งของ พีซี

2.4 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซี เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรม ส่วนประกอบหลักของพีแอลซีแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาท์พุต และหน่วยป้อนโปรแกรม สำหรับพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีรวมกันในเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นชิ้นส่วนย่อยมาประกอบกันได้



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของพีแอลซี

2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลางมีหน้าที่นำโปรแกรมผู้ใช้มาปฏิบัติควบคุมการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุต และหน่วยความจำ ซีพียูทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่ง

เปรียบเสมือนสมองของระบบ ภายในซีพียูประกอบไปด้วยวงจรลอจิกเกทหลายชนิด และมีไมโครโปรเซสเซอร์ใช้แทนอุปกรณ์เพื่อออกแบบวงจร

2.4.2 หน่วยความจำ

หน่วยความจำของพีแอลซีทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต มีค่าสภาวะทางลอจิก "0" หรือ "1" แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำสั่ง โดยหน่วยความจำมี 2 ประเภท คือ

1) แรม (Random access memory: RAM) หน่วยความจำประเภทนี้มีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะสมกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อย ๆ

2) รอม (Read only memory: ROM) เป็นหน่วยความจำแบบสารกึ่งตัวนำชั่วคราวชนิดอ่านได้อย่างเดียว หน่วยความจำประเภทนี้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงต่ออยู่ ข้อมูลก็จะไม่หายไปจากหน่วยความจำ จึงเหมาะกับการนำมาทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซีตามโปรแกรมของผู้ใช้ โดยรอมมี 2 ชนิด คือ

ก. อีพรอม (Erasable programmable read-only memory: EPROM) หน่วยความจำชนิดอีพรอมนี้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือจากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

ข. อีอีพรอม (Electronically erasable programmable read-only memory: EEPROM) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับแรม นอกจากนี้ก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาแพงกว่าแต่รวมคุณสมบัติที่ดีของทั้งแรมและอีพรอมเอาไว้ด้วยกัน

เราสามารถแบ่งส่วนของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1) หน่วยความจำระบบ เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องพีแอลซีในการติดต่อกับผู้ใช้ การแปลคำสั่งบูลลีนที่ผู้ใช้เขียนขึ้นให้อยู่ในรูปแบบที่หน่วยประมวลผลเข้าใจ โดยหน่วยความจำในส่วนนี้ผู้ใช้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้จึงอยู่ในรูปของรอมหรืออีพรอม

2) หน่วยความจำผู้ใช้ เป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมบูลลีนที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเพื่อนำไปปฏิบัติงานตามเงื่อนไขต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในส่วนนี้จะเป็นหน่วยความจำแบบแรมหรือรอม

2.4.3 อินพุต

ทำหน้าที่รับค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายนอก แล้วเปลี่ยนเป็นสภาวะทางตรรกะ เพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำระบบที่กำหนดเป็นส่วนอินพุต โดยมีค่าเป็น "1" เมื่ออุปกรณ์อินพุตอยู่ในสภาวะปิดวงจรไฟฟ้าและมีค่าเป็น "0" เมื่ออุปกรณ์อินพุตอยู่ในสภาวะเปิดวงจรไฟฟ้า

2.4.4 เอาท์พุต

หน่วยเอาท์พุตรับสภาวะทางตรรกะจากหน่วยความจำระบบที่กำหนดเป็นส่วนของเอาท์พุต แล้วเปลี่ยนเป็นค่าทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกอีกทีหนึ่ง โดยค่า "1" หมายถึงการต่อวงจรไฟฟ้า ส่วนค่า "0" หมายถึงการตัดวงจรไฟฟ้า [3]

2.4.5 อุปกรณ์การโปรแกรม

หน้าที่ของอุปกรณ์การโปรแกรม คือ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ป้อนลงในหน่วยความจำของพีแอลซี นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับพีแอลซี เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของพีแอลซี

2.5 ชนิดของพีแอลซี

เราสามารถจำแนกพีแอลซีออกตามโครงสร้างภายนอก ได้เป็น 2 ชนิด คือ พีแอลซีชนิดบล็อกและชนิดโมดูล ซึ่งรายละเอียดของพีแอลซีทั้งสองชนิดมีดังนี้

2.5.1 พีแอลซีชนิดบล็อก

พีแอลซีประเภทนี้รวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีอยู่ในบล็อกเดียวกันทั้งตัว ประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุตและเอาท์พุต โดยมีข้อดีข้อเสียแสดงตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อดีข้อเสียของพีแอลซีชนิดบล็อก

ข้อดี	ข้อเสีย
1) ง่ายต่อการใช้งานเพราะส่วนประกอบต่าง ๆ รวมอยู่ในบล็อกเดียว	1) เมื่ออินพุตและเอาท์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำพีแอลซีออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดการทำงานชั่วคราว
2) มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่าย	2) มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่าพีแอลซีชนิดโมดูล
3) เหมาะกับการควบคุมระบบเล็ก	3) การเพิ่มจำนวนอินพุตและเอาท์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่าพีแอลซีชนิดโมดูล

2.5.2 พีแอลซีชนิดโมดูล

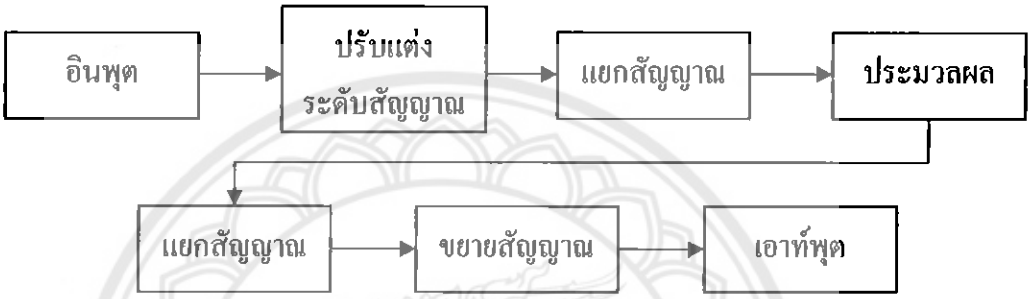
พีแอลซีชนิดนี้ สามารถแยกแต่ละส่วนออกจากกันเป็นโมดูล เช่น ภาคอินพุตและเอาท์พุต ซึ่งจะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุตและเอาท์พุต ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับรุ่นของพีแอลซี เช่น อาจใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวหรือเอาท์พุตอย่างเดียว ในส่วนของหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในโมดูลซีพียูซึ่งสามารถเปลี่ยนขนาดให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน [4] ข้อดีและข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูลแสดงได้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ข้อดีข้อเสียของพีแอลซีชนิดโมดูล

ข้อดี	ข้อเสีย
1) เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่าง ๆ ที่ต้องการใช้งานลงไปบนแบ็คเพลน	1) ราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับพีแอลซีชนิดบล็อก
2) สามารถขยายจำนวนอินพุตและเอาท์พุตได้มากกว่าชนิดบล็อก	-
3) อุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำงานต่อได้	-
4) มียูนิตและรูปแบบการติดตั้งสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าชนิดบล็อก	-

2.6 การทำงานของพีแอลซี

ขั้นตอนการทำงานของพีแอลซี แสดงได้ดังรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์ทำหน้าที่รับค่าจากภายนอกเข้ามาทำการประมวลผล เมื่อได้ผลลัพธ์จะส่งออกสู่ภายนอกเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่เราต้องการ หลังจากนั้นจะกลับมารับค่าสภาวะจากภายนอกใหม่ โดยลักษณะการทำงานแบบนี้เป็นการวนรอบของโปรแกรมที่เรียกว่า การสแกนโดยเวลา ซึ่งการสแกนจะเริ่มตั้งแต่การรับค่าสภาวะเข้ามาทำการประมวลผลจนกระทั่งส่งผลลัพธ์ออกไป [6]



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการทำงานของพีแอลซี

2.7 ขั้นตอนและแผนผังการใช้งานพีแอลซี

การใช้งานพีแอลซีมีขั้นตอนการใช้งานโดยสรุปดังนี้

1) กำหนดอินพุตและเอาท์พุตคือการกำหนดตำแหน่งของสวิตช์ปุ่มกด หรือแมกเนติก ว่าอยู่ตำแหน่งที่เท่าใด เช่น สวิตช์ปุ่มกดต่อเข้าที่ขั้วต่อสาย 1 ก็คือบิต 00 เป็นต้น

2) เดินสายไฟจากอินพุตเข้าที่ขั้วต่อสายด้านอินพุตและต่อสายด้านเอาท์พุต เข้าที่โหลด

3) เขียนโปรแกรมลงในซีพียูของพีแอลซี เขียนตามขั้นตอนการทำงานของเครื่อง อาจอยู่ในรูปของนีมอนิกหรือแลดเดอร์ก็ได้

4) การให้พีแอลซีทำงานจากโปรแกรมและการมอนิเตอร์โปรแกรม หลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้วสั่งรัน คือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรมตามต้องการและดูสภาวะการทำงานที่หน้าจอ [5]

ซึ่งเราสามารถเขียนเป็นแผนผังการทำงานโดยละเอียด แสดงได้ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แผนผังการใช้งานพีแอลซี

2.8 ข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรม

1) ควรเขียนโปรแกรมให้อ่านเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน

2) หน้าสัมผัสของอินพุตและเอาท์พุตรีเลย์ รีเลย์ภายใน ตัวตั้งเวลาและตัวนับ สามารถโหลดเพื่อนำมาเขียนโปรแกรมเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

3) พิจารณาแผนภาพแลดเดอร์ จากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง

4) ส่งสัญญาณควบคุมซ้ำกันมากว่าหนึ่งครั้งไปที่ขดลวดเอาท์พุตรีเลย์หรือรีเลย์ภายในหมายเลขเดียวกันไม่ได้

5) ขดลวดเอาท์พุตหรือรีเลย์ภายในต่อโดยตรงกับบัสทางด้านซ้ายไม่ได้ หากจำเป็น ให้ใช้หน้าสัมผัสที่ ON ตลอดเวลามาคั่นกลางระหว่างบัสกับเอาท์พุต

6) วางตำแหน่งหน้าสัมผัสไว้หลังขดลวดรีเลย์ไม่ได้

7) ขดลวดเอาท์พุตรีเลย์ รีเลย์ภายใน และตัวตั้งเวลา สามารถนำมาต่อขนานกันได้เพื่อรับเงื่อนไขของหน้าสัมผัสชุดเดียวกัน

8) หน้าสัมผัสของอินพุตและเอาท์พุต รีเลย์ภายใน ตัวตั้งเวลา และตัวนับเวลา สามารถนำมาต่อขนานหรืออนุกรมได้ไม่จำกัดจำนวน

9) โปรแกรมจะเริ่มโปรแกรมจากแอดเดรสแรก (0000) ถึงคำสั่ง END ที่เป็นคำสั่งแรก โดยที่ END อาจมีหลายตำแหน่งทั้งนี้เพื่อการทดสอบโปรแกรมเป็นส่วน ๆ [3]

2.9 ภาษาที่ใช้ในการเขียนพีแอลซี

การควบคุมพีแอลซีให้ทำงานตามความต้องการได้นั้นต้องมีภาษาหรือคำสั่งที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องพีแอลซี ซึ่งมีอยู่หลายภาษาด้วยกัน เช่น ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลลีน ภาษาบล็อก คำสั่งข้อความ ภาษาอังกฤษ ภาษาฟังก์ชันชาร์ต แต่ภาษาที่ใช้งานได้ง่ายและเป็นที่นิยมกันมากที่สุดก็คือ ภาษาแลดเดอร์ (Ladder language) และภาษาบูลลีน (Boolean language) โดยจะทำการเขียนภาษาแลดเดอร์ขึ้นมาก่อน แล้วจึงแปลจากภาษาแลดเดอร์เป็นภาษาบูลลีนเพื่อป้อนเข้าสู่เครื่อง [3]

2.9.1 ภาษาแลดเดอร์

ภาษาแลดเดอร์เป็นภาษาเชิงรูปภาพหรือที่นิยมเรียกกันว่า แผนภาพแลดเดอร์ (Ladder diagram) ถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัส ซึ่งมีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์โดยการเขียนโปรแกรมต้องระบุตำแหน่งหรือหมายเลขของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้อง ภาษาแลดเดอร์มีลักษณะคล้ายขั้นบันไดที่มีการอ่านหรือเขียนจากบนลงล่าง

2.9.2 ภาษาบูลลีน

ภาษาบูลลีนเป็นภาษาพื้นฐานของพีแอลซี มีรูปแบบหรือการสื่อความหมายที่เป็นตรรกะที่เข้าใจได้ง่าย เช่น LD, OR, NOT และ OUT เป็นต้น

2.9.3 ภาษาบล็อก

ภาษาคำสั่งในรูปบล็อกเป็นการเขียนโปรแกรมคำสั่งของพีซีโดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ คล้ายภาษาแลดเดอร์แต่จัดไว้ในบล็อกรูปสี่เหลี่ยม ภาษาบล็อกนี้ใช้กับคำสั่งหรือการควบคุมที่ค่อนข้างซับซ้อนหรือมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขเกี่ยวข้อง เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการควบคุมตำแหน่งเครื่องจักร โดยปกติภาษาบล็อกมักใช้ร่วมกับภาษาแลดเดอร์ คำสั่งภาษาบล็อกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มคำสั่งคือ

1) คำสั่งหน่วงเวลาและนับจำนวน

2) คำสั่งคำนวณทางคณิตศาสตร์

3) คำสั่งการจัดเก็บข้อมูล

4) คำสั่งการเคลื่อนย้ายข้อมูล

2.9.4 คำสั่งภาษาอังกฤษ

คำสั่งภาษาอังกฤษที่ใช้กับพีแอลซีถูกดัดแปลงมาจากภาษาระดับสูงของคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษาเบสิก และภาษาปาสคาล ทำให้การเขียนโปรแกรมมีความคล่องตัวและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โปรแกรมที่เขียนขึ้นอ่านและเข้าใจง่ายเหมาะสำหรับการตรวจสอบแก้ไขในภายหลัง พีแอลซีที่ใช้คำสั่งข้อความภาษาอังกฤษมักเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่มีการคำนวณที่ซับซ้อน และการจัดการข้อมูลจำนวนมาก

2.9.5 ภาษาฟังก์ชันชาร์ต

ภาษาฟังก์ชันชาร์ตหรือลำดับฟังก์ชันชาร์ต เป็นภาษาที่ใช้บรรยายการควบคุมลำดับโดยใช้แผนภาพสถานะเป็นภาษาที่เข้าใจง่ายเพราะสามารถเขียนได้ทันทีจากการทำงานของเครื่องจักร

ข้อกำหนดในการควบคุมภาษานี้กำลังอยู่ระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการมาตรฐานสากล IEC ให้เป็นภาษาสากลโดยกำหนดมาตรฐาน IEC 8 [1]

2.10 คำสั่งพื้นฐานของพีแอลซี

การที่เราจะสามารถทำการควบคุมพีแอลซีให้ทำงานได้นั้นจำเป็นต้องทราบคำสั่งพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมต่อไป

1) ภาษาบูลลีน: NOT

ภาษาแลดเดอร์:

NOT เป็นการกระทำลอจิก NOT กับค่าสภาวะปัจจุบันโดยสามารถเปรียบได้กับหน้าสัมผัสปกติปิดของอุปกรณ์คือ มีสภาวะ ON อยู่ตลอดเวลา จึงเปรียบได้กับมีกระแสไหลผ่านไปได้ตลอดเวลา ใช้ร่วมกับคำสั่ง LOAD, AND และ OR ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

2) ภาษาบูลลีน: LD (LOAD)

ภาษาแลดเดอร์:

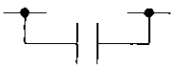
LD เป็นการนำค่าสภาวะที่กำหนดเข้ามาสู่โปรแกรม โดยต้องกำหนดหมายเลขหรือตำแหน่งให้กับอุปกรณ์

3) ภาษาบูลลีน: AND

ภาษาแลดเดอร์:

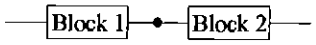
AND เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก AND กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการอนุกรมตั้งแต่สองขึ้นไป

4) ภาษาบูลลีน: OR

ภาษาแลดเดอร์: 

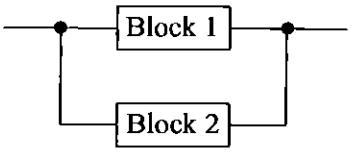
OR เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก OR กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการขนานตั้งแต่สองขึ้นไป

5) ภาษาบูลลีน: AND LD

ภาษาแลดเดอร์: 

AND LD เป็นการนำค่าสภาวะที่เก็บรักษาไว้มาทำลอจิก AND กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขของการขนานสองชุดหรือมากกว่า เกิดขึ้นในลักษณะที่อนุกรมกัน

6) ภาษาบูลลีน: OR LD

ภาษาแลดเดอร์: 

OR LD เป็นการนำค่าสภาวะที่เก็บรักษาไว้มาทำลอจิก OR กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขของการอนุกรม สองชุดหรือมากกว่าเกิดขึ้นในลักษณะขนานกัน

7) ภาษาบูลลีน: OUT

ภาษาแลดเดอร์:

OUT ใช้เพื่อควบคุมสถานะของอุปกรณ์ปลายทางให้มีการทำงานตามเงื่อนไขข้างหน้า โดยใช้เมื่อต้องการนำค่าสภาวะออกมาทางอุปกรณ์ปลายทางต่าง ๆ

8) ภาษาบูลลีน: DIFU (FUNC 13)

ภาษาแลดเดอร์:

DIFU ใช้เมื่อต้องการให้การทำงานของเอาท์พุตเป็นแบบพัลส์ที่เกิดขึ้นในคาบเวลาสั้น ๆ โดยที่เอาท์พุต ON เมื่อสถานะที่เข้ามาเปลี่ยนจาก OFF ไปเป็น ON

9) ภาษาบูลลีน: DIFD (FUNC 14)

ภาษาแลดเดอร์:

DIFD ใช้เมื่อต้องการให้การทำงานของเอาท์พุต เป็นแบบพัลส์ที่เกิดขึ้นในคาบเวลาสั้น ๆ โดยที่เอาท์พุต ON เมื่อสถานะที่เข้ามาเปลี่ยนจาก ON ไปเป็น OFF

10) ภาษาบูลลีน: LATCH (FUNC 11)

ภาษาแลดเดอร์:

LATCH เป็นคำสั่งที่มีการทำงานเหมือน RS Flip-flop คือมีอินพุตสองทาง อินพุตหนึ่งใช้สำหรับให้เอาท์พุตเกิดการค้างค่าสภาวะที่ ON และอีกอินพุตหนึ่งสำหรับให้เอาท์พุตที่ถูกค้างค่าสภาวะ ON เปลี่ยนเข้าสู่สถานะ OFF

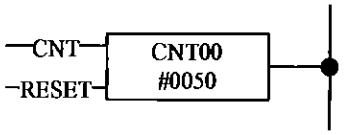
11) ภาษาบูลลีน: TIM (TIMER)

ภาษาแลดเดอร์:

TIM เป็นการเรียกใช้ตัวตั้งเวลา ซึ่งสามารถหน่วงเวลาการทำงานหรือกำหนดค่าเวลาได้ โดยสามารถตั้งเวลาการหน่วงตั้งแต่ 000.0-999.9 s การกำหนดเวลาการหน่วงให้แก่เครื่องได้นั้นต้องทราบว่า 1 หน่วยมีค่า 100 ms เช่น เมื่อต้องการหน่วงเวลาไป 5 s หลังจากเทียบค่าจะได้ว่า 5 s มีค่าเท่ากับ 50 หน่วย หลังจากนั้นเราจะนำค่านี้ป้อนให้แก่เครื่อง 0050

12) ภาษาบูลลีน: CNT (COUNTER)

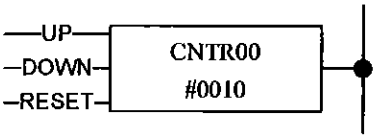
ภาษาแลดเดอร์:



CNT เป็นตัวนับโดยรับสัญญาณที่ CNT และยกเลิกการนับที่รีเซตโดยที่ตัวเลข #0005 เป็นตัวเลขที่เรากำหนดให้ทำการนับซึ่งเป็นค่าเท่าใดก็ได้ เมื่อสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงหนึ่งครั้งจะนับเพิ่มหนึ่งจนกว่าสัญญาณเปลี่ยนแปลงครบตามจำนวนที่เรากำหนด ตัวนับจะหยุดนับและต้องทำการรีเซตใหม่เพื่อให้ตัวนับนับต่อไป

13) ภาษาบูลลีน: CNTR (REVERSIBLE COUNTER) (FUNC 12)

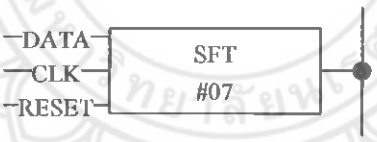
ภาษาแลดเดอร์:



REVERSIBLE COUNTER หรือเรียกอีกชื่อว่า UP-DOWN COUNTER ทั้งนี้เพราะทำการนับขึ้นในกรณีที่มีสัญญาณเข้าที่ UP INPUT และทำการนับลงเมื่อมีสัญญาณเข้าที่ DOWN INPUT ซึ่งลักษณะของการนับมีการนับขึ้นและลงโดยอัตโนมัติ กล่าวคือ เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้าที่ UP INPUT 2 ครั้งก็จะขึ้นสองและถ้ามีสัญญาณเข้าที่ DOWN INPUT 1 ครั้งจะได้ว่าจำนวนสุทธิเป็น 1 แต่ถ้ามีสัญญาณเข้าที่ขา RESET จะทำให้ค่าจากการนับมีค่า 0000 ทันที

14) ภาษาบูลลีน: SFT (SHIFT)

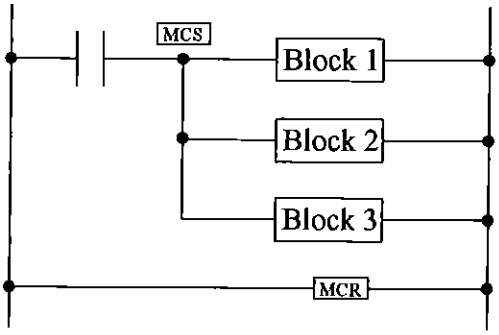
ภาษาแลดเดอร์:



SFT เป็นคำสั่งที่ใช้เลื่อนข้อมูลของเอาท์พุต โดยเลื่อนจากบิตที่ 0 ไปหาบิตที่ 7 โดยมีขา CLK ควบคุมการเลื่อนข้อมูล เมื่อ DATA INPUT มีสภาวะ ON SFT 07 ก็จะเริ่มเข้าสู่การนับและเมื่อ CLK INPUT มีสภาวะ ON SFT 07 จะเลื่อนข้อมูลจากบิตแรกสุด และเมื่อ CLK INPUT มีสภาวะ ON อีก SFT 07 จะเลื่อนข้อมูลไปหาบิตถัดไป

15) ภาษาบูลลีน: MCS (FUNC 02), MCR (FUNC 03)

ภาษาแลดเดอร์:



MCS ถูกใช้เมื่อต้องการสั่งให้มีการควบคุมหลัก ส่วน MCR เป็นตัวกำหนดจุดสิ้นสุดของการควบคุมหลัก

16) ภาษาบูลลีน: JMP (FUNC 04), JME (FUNC 05)

JMP ใช้ในกรณีการข้ายบล็อกการทำงาน โดยที่ถ้าสภาวะที่ให้กับ JMP เกิด OFF ขึ้น โปรแกรมจะกระโดดไปทำงานที่ตำแหน่งนั้น ๆ ส่วน JME มีไว้ในการปิดการทำงานของ JMP โดยการใช้งานนั้นต้องการกำหนดลำดับที่ของการ JMP ไว้ด้วย ซึ่งมีการ JMP ทั้งหมด 8 JMP

17) ภาษาบูลลีน: NOP

NOP หรือ NO OPERATION คือคำสั่งที่ไม่มีการให้เกิดการทำงานใด บางครั้งมีการใช้คำสั่ง NOP เพื่อให้เวลาสแกนเพิ่มขึ้นเพื่อประโยชน์ในการปรับค่าเวลาในแต่ละรอบ

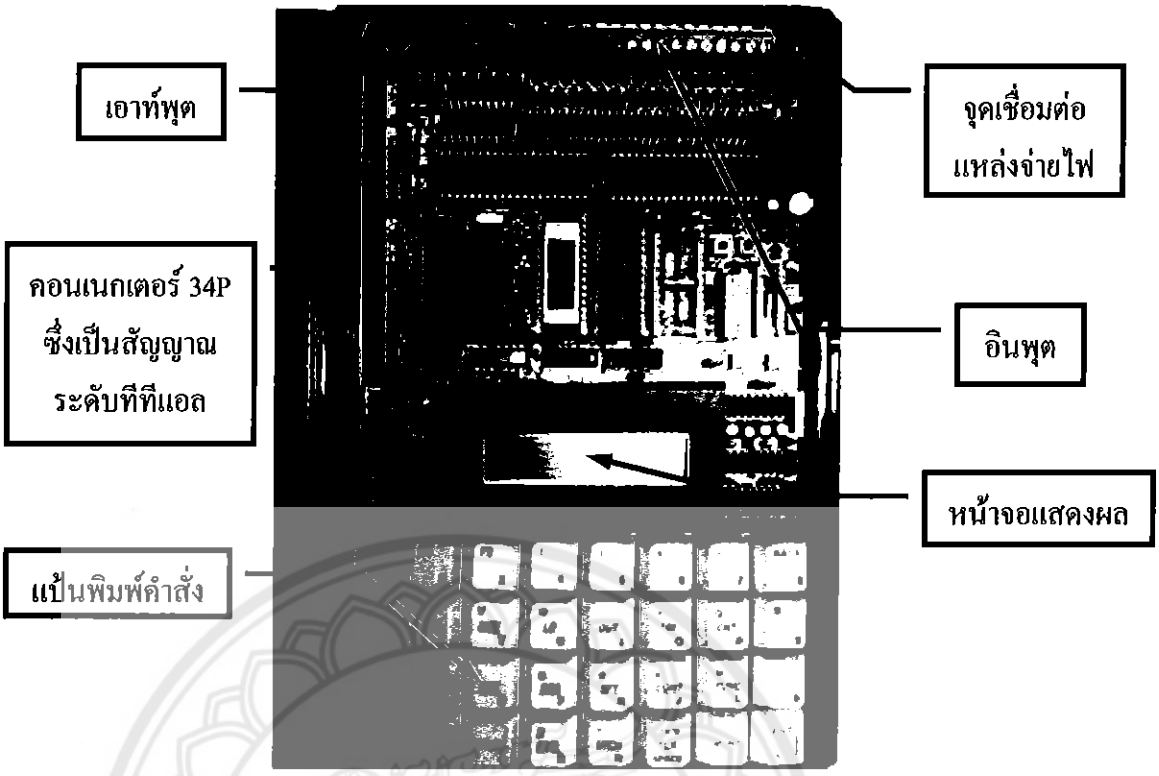
18) ภาษาบูลลีน: END (FUNC 01)

ใช้จบการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจำเป็นต้องใส่คำสั่งนี้ทุกครั้งเพื่อบอกให้เครื่องทราบถึงตำแหน่งที่สิ้นสุดการทำงานในการสแกนรอบนั้น ๆ [3]

2.11 ชุดทดลอง ET-BOARD V5.0

2.11.1 ข้อมูลทั่วไปของชุดทดลอง ET-BOARD V5.0

ชุดทดลอง ET-BOARD V5.0 (รูปที่ 2.4) ผลิตโดยบริษัท อีทีที จำกัด มีความสามารถในการทำงานเป็นพีแอลซี โดยสามารถป้อนคำสั่งควบคุมได้ที่ชุดทดลองหรือผ่านทางคอมพิวเตอร์ รายละเอียดของ ET-BOARD V5.0 แสดงในตารางที่ 2.5



รูปที่ 2.4 ET-BOARD V5.0

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลของ ET-BOARD V5.0 ในโหมดพีแอลซี

ภาษาที่ใช้ป้อนคำสั่ง	ภาษาบูลีน
คำสั่งที่ใช้ควบคุม	8 คำสั่งพื้นฐาน 14 คำสั่งพิเศษ 32 ปุ่มกด
หน้าจอแสดงผล	แอลซีดี 16 อักษร 2 แถว
ความจุของโปรแกรม	3 kbyte
หน่วยความจำ	แรม อีพรอม อีอีพรอม
อินพุต	16 จุด แบบ 24 V หรือ 10 V 16 จุด ในระดับสัญญาณ ทีทีแอล
เอาท์พุต	8 จุด แบบ 24 V หรือ 10 V 8 จุด ในระดับสัญญาณ ทีทีแอล
ตำแหน่งรีเลย์ภายใน	152 จุด
ตำแหน่งรีเลย์ตัวตั้งเวลา	48 จุด นับเวลาได้ตั้งแต่ 0 - 999.9 s
ตำแหน่งรีเลย์ตัวนับ	48 จุด นับได้ 0 - 9999
ตำแหน่งรีเลย์พิเศษ	6 จุด

2.11.2 การกำหนดตำแหน่งภายในพีแอลซี

1) ตำแหน่งอินพุต มี 4 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งที่เรียกใช้งานคือ 00 และ 01 ซึ่งแต่ละตำแหน่งมี 8 บิต ดังนั้นจึงมีอินพุต 16 จุด และที่เหลืออีก 2 ตำแหน่งเป็นส่วนขยาย คือ ตำแหน่งที่ 02 และ 03 แต่สัญญาณที่มาจากจุดนี้ต้องเป็นสัญญาณทีทีแอล

2) 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

3) ตำแหน่งรีเลย์ภายใน กำหนดตำแหน่งด้วยตัวเลข 4 หลัก คือ หลักแรกเป็นตำแหน่งของรีเลย์ภายในแล้วตามด้วยบิต ซึ่งมี 19 ตำแหน่ง ๆ ละ 8 บิต ดังนั้นรีเลย์ภายในจึงมีทั้งหมด 152 จุด รีเลย์ภายในไม่มีหน้าสัมผัสใช้งานจริง แต่เป็นหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์เก็บค่า

4) ตำแหน่งรีเลย์พิเศษ เป็นรีเลย์ที่มีลักษณะพิเศษโดยมีตำแหน่งต่าง ๆ ดังนี้

2800 เป็นรีเลย์ที่กำหนดความถี่ 10 ms

2801 เป็นรีเลย์ที่กำหนดความถี่ 100 ms

2802 เป็นรีเลย์ที่กำหนดความถี่ 500 ms

2803 เป็นรีเลย์ที่กำหนดความถี่ 1 s

2804 เป็นรีเลย์ที่เปิด ON ด้วยเวลา 1 รอบการทำงานของการเริ่มโปรแกรมในรอบของการทำงานครั้งแรก

2805 ปกติจะเปิด OFF เมื่อทำให้ปิด ON ทำให้เอาท์พุตทั้งหมดที่ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มีกระแสไหลแต่สถานะของเอาท์พุตต่าง ๆ ยังทำงานปกติตามโปรแกรม

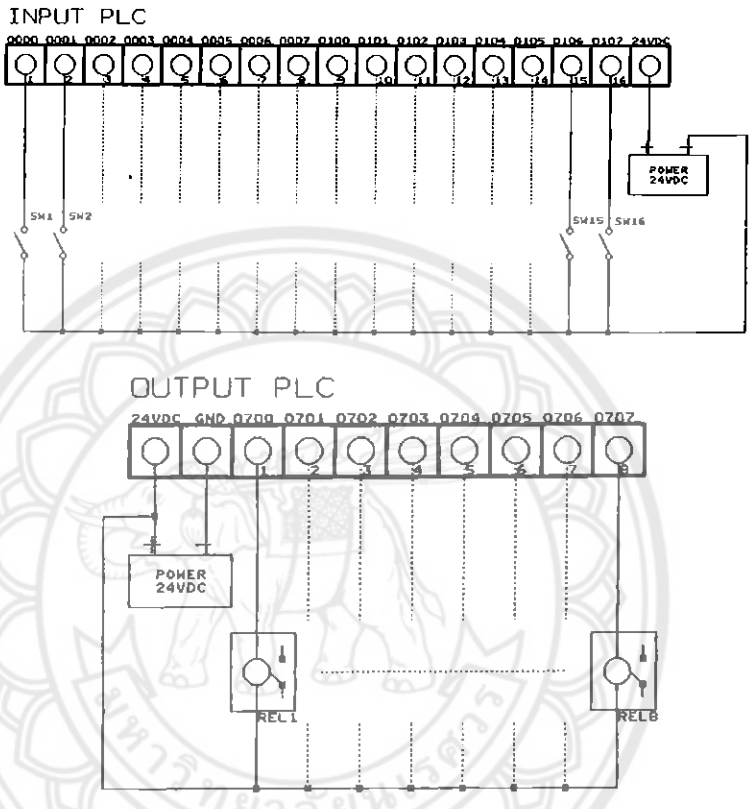
5) ตำแหน่งตัวตั้งเวลาและตัวนับ ในการเรียกใช้ประกอบด้วยตัวเลข 2 หลัก คือมีตำแหน่งไม่มีส่วนที่เป็นบิตซึ่งมีอย่างละ 48 ตำแหน่ง โดยที่

ตัวตั้งเวลามีชื่อเรียกใช้ TIM ใช้เป็นตัวนับเวลาแบบนับถอยหลังได้ตั้งแต่ 0-999.9 s มีตำแหน่งเรียกใช้จาก 00-47

ตัวนับมีด้วยกัน 2 ชนิด มีชื่อเรียกใช้ CNT ใช้นับสัญญาณอินพุตแบบนับลงและ CNTR ทำงานได้ทั้งนับขึ้นและนับลง มีตำแหน่งเรียกใช้งานร่วมกันคือ 00-47 [3]

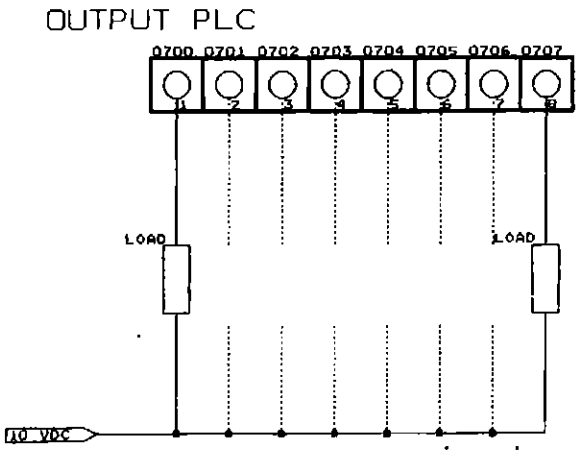
2.11.3 การต่ออินพุตและเอาท์พุตของพีแอลซี

การต่ออินพุตและเอาท์พุตโดยใช้ระดับแรงดัน 24 V แสดงได้ดังรูปที่ 2.5



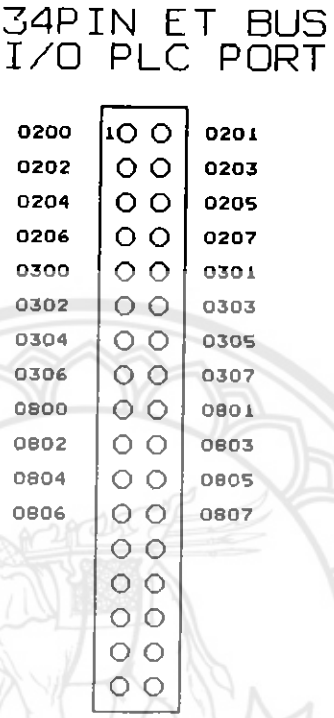
รูปที่ 2.5 การต่ออินพุตและเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 24 V

การต่อเอาท์พุตโดยใช้ระดับแรงดัน 10 V แสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การต่อเอาท์พุตที่ระดับแรงดัน 10 V

วิธีการต่ออินพุตและเอาท์พุตเพิ่มเติมแสดงในรูปที่ 2.7 โดยต่อจากคอนเนกเตอร์ 34P ซึ่งเป็นสัญญาณระดับทีทีแอล



รูปที่ 2.7 การต่ออินพุตและเอาท์พุตที่ระดับสัญญาณทีทีแอล

2.12 สัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรนับว่าเป็นอุปกรณ์ชิ้นสำคัญในการควบคุมการจราจรบริเวณทางแยก การติดตั้งสัญญาณไฟจราจรมีทั้งข้อดีและข้อเสียต่อการจราจรหลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าการออกแบบ การติดตั้ง และการใช้งานมีความเหมาะสม และถูกต้องมากน้อยเพียงใด

โดยถ้ามีการวางระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ดีก็จะก่อให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1) ช่วยจัดระเบียบการจราจรบริเวณทางแยก

2) ช่วยให้คนเดินข้ามถนนบริเวณทางแยกได้ปลอดภัยยิ่งขึ้น

3) ช่วยให้รถในถนนสายรองตัดผ่านถนนสายหลักได้

4) เพิ่มความจุในการรองรับปริมาณการจราจรของทางแยก

5) ลดอุบัติเหตุบางประเภทลงได้ เช่น การชนประสานงาหรือการชนด้านข้าง

6) ประหยัดกำลังเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจร

แต่หากมีการวางระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่ไม่ดีอาจทำให้เกิดปัญหาได้ดังนี้

1) เพิ่มความความล่าช้าแก่ยานพาหนะโดยไม่จำเป็นโดยเฉพาะในถนนสายหลัก

2) หากมีการจราจรติดขัดบริเวณทางแยกอาจทำให้มีการเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่นและเพิ่มปัญหาในเส้นทางเหล่านั้น

3) อาจเพิ่มอุบัติเหตุบางประเภท เช่น รถชนท้าย กรณีมีจังหวะสัญญาณไม่เหมาะสม

สัญญาณไฟจราจรโดยทั่วไปประกอบด้วยสัญญาณไฟสามสี ได้แก่ สีแดงเพื่อให้รถหยุด สีเหลืองเพื่อให้รถระวังเตรียมหยุด และสีเขียวเพื่อให้รถไปได้ นอกจากนี้ยังมีสัญญาณไฟจราจรพิเศษที่ทางเอกเป็นสัญญาณไฟสีเหลืองกระพริบ ส่วนทางโทเป็นสัญญาณไฟสีแดงกระพริบใช้สำหรับทางแยกที่ไม่พลุกพล่านเพื่อเตือนให้ระวังว่ามีทางแยกและดูความเหมาะสมในการออกรถได้เอง

เนื่องจากปัญหาการจราจรติดขัดอาจเกิดจากสาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ ระบบควบคุมสัญญาณไฟไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีการแบ่งประเภทของการควบคุมไฟจราจรออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1) **สัญญาณไฟจราจรประเภทกำหนดเวลาคงที่ (Fixed time traffic signal)** นิยมใช้กับทางแยกที่ปริมาณการจราจรค่อนข้างคงที่เป็นระยะเวลานาน โดยใช้ช่วงที่ปริมาณการจราจรสูงเป็นเกณฑ์การทำงานของสัญญาณไฟให้ทำงานอย่างอัตโนมัติ มีช่วงระยะเวลาครบรอบของสัญญาณไฟคงเดิมตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ตลอดวัน ข้อเสียของสัญญาณไฟประเภทนี้คือ ถ้าปริมาณรถน้อยหรือไม่สม่ำเสมอจะทำให้เกิดความล่าช้า โดยทั่วไปเครื่องควบคุมสัญญาณไฟที่วิจัยพัฒนาหรือผลิตภายในประเทศสามารถทำงานได้เพียงแบบกำหนดเวลาคงที่เท่านั้น

2) **สัญญาณไฟจราจรประเภทเซมิแอคทิวเอท (Semi-traffic actuate signal)** การควบคุมการจราจรให้ความสำคัญกับบริเวณทางเอก ได้เวลาไฟเขียวตลอดด้วยค่าเวลาคงที่ (Fixed time) ในแต่ละด้านของทางเอก ต่อจากนั้นเมื่อมียานพาหนะมาจอดรอบริเวณทางเลี้ยวที่ตัดกันกับทางเอก ระบบควบคุมจะทำการร้องขอสัญญาณไฟเขียวให้กับทางโทเพื่อให้รถวิ่งผ่านไปได้ เมื่อไม่มียานพาหนะจอดบริเวณทางเลี้ยวอีกก็จะตัดกลับไปให้สัญญาณไฟเขียวบริเวณทางเอกอีก ถึงแม้ปริมาณยานพาหนะที่บริเวณทางเลี้ยวจะ

มาก แต่เมื่อให้สัญญาณไฟเขียวจนถึงค่าเขียวสูงสุด (Green max) สัญญาณไฟก็จะตัดกลับไปให้สัญญาณไฟเขียวบริเวณทางเอก

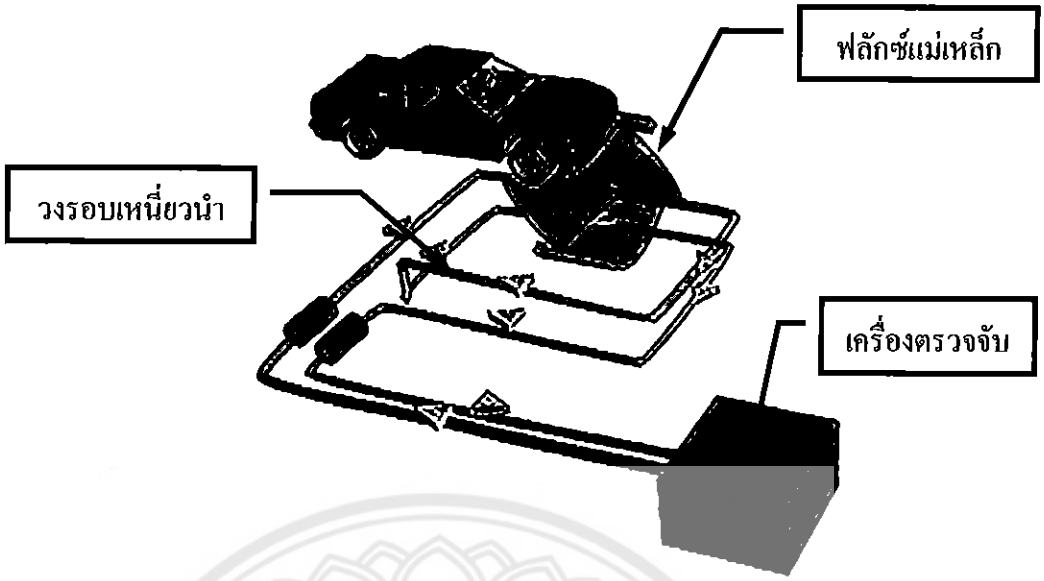
3) **สัญญาณไฟจราจรประเภทกำหนดเวลาเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจร (Full-actuated signal)** การดำเนินการของสัญญาณไฟเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจรโดยคำนวณปริมาณจราจรในทุก ๆ ด้าน ซึ่งมีความสามารถมากกว่าในแบบแรก ระบบมีความสามารถในการคำนวณความต่อเนื่องของสัญญาณไฟที่อยู่บนพื้นฐานสัญญาณไฟสีเขียวต่ำสุด (Green min) และจะเพิ่มเวลาของสัญญาณไฟสีเขียว ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของการร้องขอจากการเข้ามาของยานพาหนะโดยใช้การตรวจวัดระยะห่างของการเข้ามาถึงของปริมาณจราจร จนกระทั่งการร้องขอสัญญาณไฟสีเขียวสิ้นสุดลงในทุกกรณีเมื่อสัญญาณไฟเขียวให้ค่าเวลาสูงสุด หลังจากนั้นจะไปทำงานในเฟสลำดับต่อไป การปรับปรุงแบบนี้สามารถทำให้แถวคอยมีปริมาณน้อยที่สุด

ในโครงงานนี้ได้มีการเลือกใช้การควบคุมสัญญาณไฟจราจรประเภทกำหนดเวลาเปลี่ยนแปลงตามปริมาณจราจร โดยใช้ระบบการตรวจจับยานพาหนะ ที่สร้างจากตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ โดยใช้หลักการของการเปลี่ยนแปลงแรงดันของวงรอบเหนี่ยวนำเพื่อส่งสัญญาณให้พีแอลซีนำไปกำหนดรูปแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามสภาพการจราจร

2.13 ตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำ

การทำงานของเครื่องตรวจจับยานพาหนะมีการทำงานดังแสดงในรูปที่ 2.8 โดยเราใช้ตัวตรวจจับแบบวงรอบเหนี่ยวนำ (Inductive loop detector) ที่มีใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุด โครงสร้างประกอบด้วยสายที่พันเป็นขดหลายรอบโดยทั่วไปจะขดเป็นรูปสี่เหลี่ยมฝังไว้ใต้ผิวถนนและมีวงจรออสซิลเลเตอร์ผลิตความถี่ค่าหนึ่ง ส่งเข้าไปในขดลวดทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดลวดซึ่งจะมีค่าความเหนี่ยวนำค่าหนึ่ง เมื่อมียานพาหนะเข้ามาในขดลวด ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นความเข้มสนามแม่เหล็กจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดเพิ่มขึ้น ส่งผลต่อแรงดันที่ตัวเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้น จึงทำให้สามารถตรวจจับการผ่านเข้าออกของยานพาหนะได้ ความแน่นอนและความสามารถในการแบ่งแยกวัตถุที่ไม่ใช่ยานพาหนะนั้นเราสามารถปรับให้วงจรตรวจสอบได้ว่าแรงดันเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด โดยถ้าเป็นยานพาหนะมีขนาดของชิ้นส่วนโลหะที่ใหญ่ซึ่งทำให้แรงดันเปลี่ยนแปลงมาก จึงทำให้เราสามารถแบ่งแยกยานพาหนะกับวัตถุโลหะที่มีขนาดเล็กได้

15753806
2/5.
TJ1190
2553

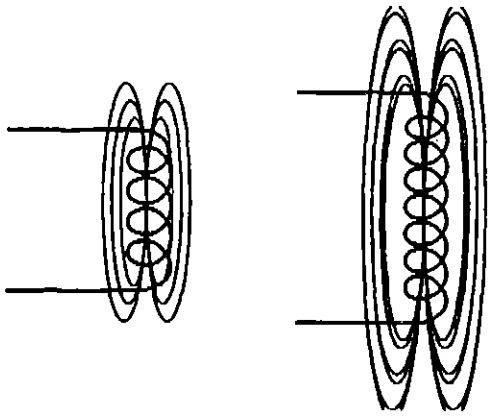


รูปที่ 2.8 การทำงานของวงรอบเหนี่ยวนำ

ปัจจัยสำคัญในการตรวจสอบยานพาหนะบนท้องถนน ตัวตรวจวัดใช้หลักการทำงานของวงรอบเหนี่ยวนำ จากขดลวดหรือสายไฟมาพันเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือเป็นรูปวงกลม โดยมีจำนวนรอบตั้งแต่หนึ่งรอบขึ้นไปทำให้ขดลวดหรือสายไฟเส้นนั้นมีคุณสมบัติเป็นตัวเหนี่ยวนำ ค่าความเหนี่ยวนำประกอบด้วย 4 ปัจจัยได้แก่

1) จำนวนรอบของขดลวด

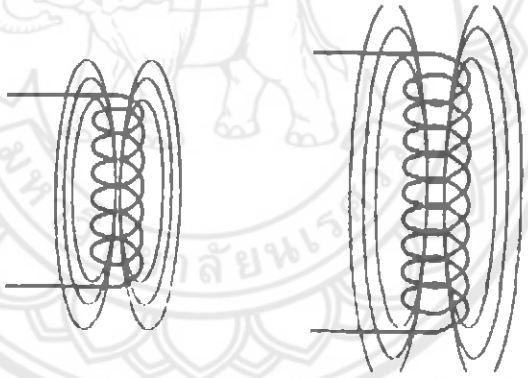
ถ้าตัวเหนี่ยวนำมีจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าในขดลวดก็จะเกิดขึ้นมากด้วย สนามแม่เหล็กปริมาณมากนี้ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นในตัวเหนี่ยวนำ และจากการที่มีเส้นแรงแม่เหล็กจำนวนมากตัดกับขดลวด จึงส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำมากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวนรอบของขดลวด



รูปที่ 2.9 การแสดงผลจำนวนรอบของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ

2) พื้นที่ของขดลวด

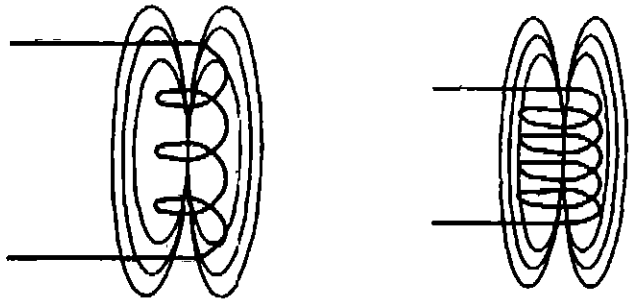
ถ้าพื้นที่ของขดลวดเพิ่มขึ้นสำหรับขดลวดที่มีจำนวนรอบใด ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.10 จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กมีจำนวนมากขึ้นด้วย และการมีสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ของขดลวด



รูปที่ 2.10 การแสดงผลของของพื้นที่ของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ

3) ความยาวของขดลวด

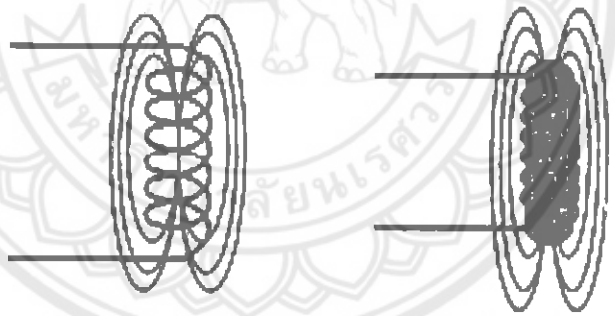
ถ้าทำให้ขดลวดจำนวน 4 รอบ ขยายพื้นที่ออก (ความยาวของขดลวดเพิ่มขึ้น) ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ผลรวมของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวดแต่ละขดจะมีปริมาณลดลงในทางกลับกันถ้าขดลวดที่มีจำนวนเท่าเดิมนี้นำมาพันให้อยู่ชิดกันมากขึ้น (ความยาวของขดลวดสั้นลง) สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดในแต่ละขดจะเสริมซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีปริมาณมากขึ้น ทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย ดังนั้น ค่าความเหนี่ยวนำจึงเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวของขดลวด



รูปที่ 2.11 การแสดงผลของความยาวของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ

4) วัสดุที่นำมาทำแกนภายในขดลวด

ตัวเหนี่ยวนำส่วนมากมีแกนที่ทำจากวัสดุจำพวกสตกนิกเกิล เหล็ก เฟอร์ไรต์ หรืออัลลอย ซึ่งแกนเหล่านี้มีค่าความซาบซึมได้ไม่เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 2.6 ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ ซึ่งค่าความซาบซึมได้จะช่วยรวมหรือทำให้เพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ดังนั้นค่าความซาบซึมได้ (Permeability) จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ โดยถ้าค่าความซาบซึมได้ของวัสดุที่ใช้ทำแกนมีค่ามาก ก็จะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำมีค่ามากตามไปด้วย



รูปที่ 2.12 การแสดงผลของแกนของขดลวดที่มีต่อความเหนี่ยวนำ

ตารางที่ 2.6 ค่าความซาบซึมได้ของวัสดุชนิดต่าง ๆ

วัสดุ	μ (H/m)
อากาศ	1.26×10^{-6}
นิกเกิล	6.28×10^{-5}
โคบอลต์	7.56×10^{-5}
เหล็กหล่อ	1.1×10^{-4}
เหล็กแท่ง	5.56×10^{-4}
แกนเหล็กของหม้อแปลงไฟฟ้า	6.9×10^{-3}
เหล็กซิลิกอน	8.8×10^{-3}
เพอร์มาลอย	0.126
ซุปเปอร์มาลอย	1.26

จากปัจจัยทั้ง 4 ประการที่มีผลต่อค่าความเหนี่ยวนำ ดังนั้นจึงสามารถนำมาเขียนเป็นสูตรคำนวณหาค่าความเหนี่ยวนำดังสมการที่ (2.1) [7] และยังสามารถหาค่าความเหนี่ยวนำได้จากการคำนวณตามสมการที่ (2.2) และหาค่าความไวในการตรวจจับยานพาหนะได้จากสมการที่ (2.3)

$$L = \frac{N^2 \times A \times \mu}{l} \tag{2.1}$$

โดยที่ L = ค่าความเหนี่ยวนำ (H)

N = จำนวนของขดลวด

A = พื้นที่ของขดลวด (m^2)

μ = ค่าความซาบซึมได้

l = ความยาวของวัสดุที่นำมาทำแกน (m)

$$L = P\frac{(t^2 + t)}{4} \tag{2.2}$$

โดยที่ L = ค่าความเหนี่ยวนำ (μH)

P = เส้นรอบรูป (ft)

t = จำนวนรอบ

ส่วนค่าความไวในการตรวจจับยานพาหนะหาได้จาก

(2.3)

ดังนั้นจากสมการที่ (2.2) และ (2.3) เราสรุปได้ว่า

1) การเพิ่มขนาดของวงรอบ จะลดความไวในการตรวจจับยานพาหนะ

2) ถ้ายานพาหนะมีความสูง ความเหนี่ยวนำที่เกิดจากยานพาหนะก็จะลดลง

3) ถ้ายานพาหนะมีขนาดเล็ก ความไวในการตรวจจับก็มาก

4) การเพิ่มจำนวนรอบไม่มีผลต่อความสูงที่ต้องการตรวจวัด

5) ขนาดของวงรอบมีผลต่อความสูงในการตรวจวัด

บทที่ 3
ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมและการออกแบบชิ้นงาน

หลังจากเข้าใจหลักการทำงานรวมถึงคำสั่งของพีแอลซีในบทที่ 2 แล้ว เราจึงเริ่มเขียนโปรแกรม โดยเราวิเคราะห์สภาพการจราจร กำหนดขั้นตอนการทำงาน การเขียนแผนผังการทำงาน เพื่อเป็นการดูการทำงานภาพรวมของระบบทั้งหมด แล้วจึงมาทำการออกแบบเพื่อเขียนโปรแกรมเป็นภาษาแลดเดอร์โดยต้องกำหนดตำแหน่งอินพุตและเอาท์พุต และอุปกรณ์ภายในให้ตรงตามพีแอลซีในแต่ละรุ่น แล้วจึงเขียนเป็นภาษาบูลลีนเพื่อนำไปป้อนให้แก้ตัวพีแอลซี นำไปควบคุมอินพุตและเอาท์พุต แล้วตรวจสอบความผิดพลาดจากโปรแกรมรวมถึงการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่อเข้าอินพุตและเอาท์พุต

ส่วนการออกแบบชิ้นงานเราสร้างแบบจำลองทางสี่แยก เพื่อจำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเราสามารถทดสอบผลการทำงานของระบบที่เราออกแบบว่าตรงตามที่เราต้องการหรือไม่ เพราะถ้าเราไม่ทดสอบกับแบบจำลองจะเป็นการยากที่จะไปทดสอบกับทางสี่แยกจริงซึ่งมีรถผ่านและอาจเกิดอันตรายได้หากนำไปใช้โดยยังไม่ได้ศึกษาจากแบบจำลองก่อน

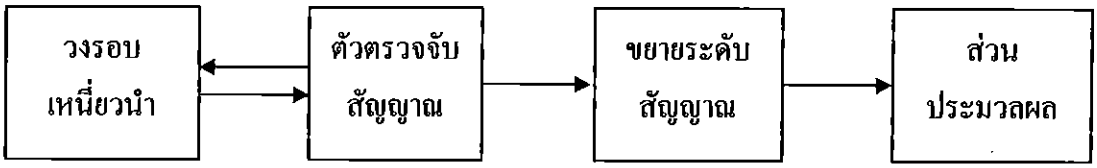
3.1 ส่วนประกอบและขั้นตอนการทำงานของระบบ

ในโครงงานนี้เราสามารถออกแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรโดยเป็นการควบคุมแบบเปลี่ยนแปลงตามการจราจรในขณะนั้น ๆ โดยที่เรามีอุปกรณ์ตรวจจับยานพาหนะเพื่อนำไปประมวลผลในการเปิดไฟเขียวให้แก่ช่องจราจรที่มีรถ ในขณะที่ช่องจราจรที่ไม่มีรถจะไม่มีการเปิดไฟเขียวให้แยกนั้น โดยมีการแบ่งขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยแยกการทำงานออกเป็น 3 ส่วนได้ คือ ส่วนตรวจจับยานพาหนะ ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล

รูปที่ 3.1 แผนภาพกรอบขั้นตอนการทำงานทั้งหมด

3.1.1 ขั้นตอนการทำงานของส่วนตรวจจับยานพาหนะ

ในส่วนตรวจจับยานพาหนะมีการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนตรวจจับยานพาหนะ

ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วนตรวจจับยานพาหนะได้ โดยเริ่มจากสร้างสัญญาณความถี่ส่งออกไปที่วงรอบเหนี่ยวนำ จากนั้นตรวจสอบแรงดันที่กลับเข้ามาเพื่อเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง ถ้าแรงดันมีค่าลดลงต่ำกว่าแรงดันอ้างอิงให้ตัวตรวจจับแรงดันส่งสัญญาณไปที่ส่วนขยายระดับสัญญาณ แล้วจึงส่งสัญญาณเข้าไปที่อินพุตของส่วนประมวลผล

3.1.2 ขั้นตอนการทำงานของส่วนประมวลผล

ในขั้นตอนการทำงานของส่วนประมวลผลเราสามารถเขียนเป็นแผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานได้ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนประมวลผล

ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วนประมวลผลได้ โดยเมื่อมีสัญญาณเข้ามาที่อินพุต สัญญาณจะถูกปรับแต่งเพื่อนำไปแยกสัญญาณก่อนที่จะนำไปประมวลผล จากนั้นหน่วยประมวลผลจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปทางเอาท์พุต

3.1.3 ขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล

ในส่วนของขั้นตอนการแสดงผล มีแผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.4

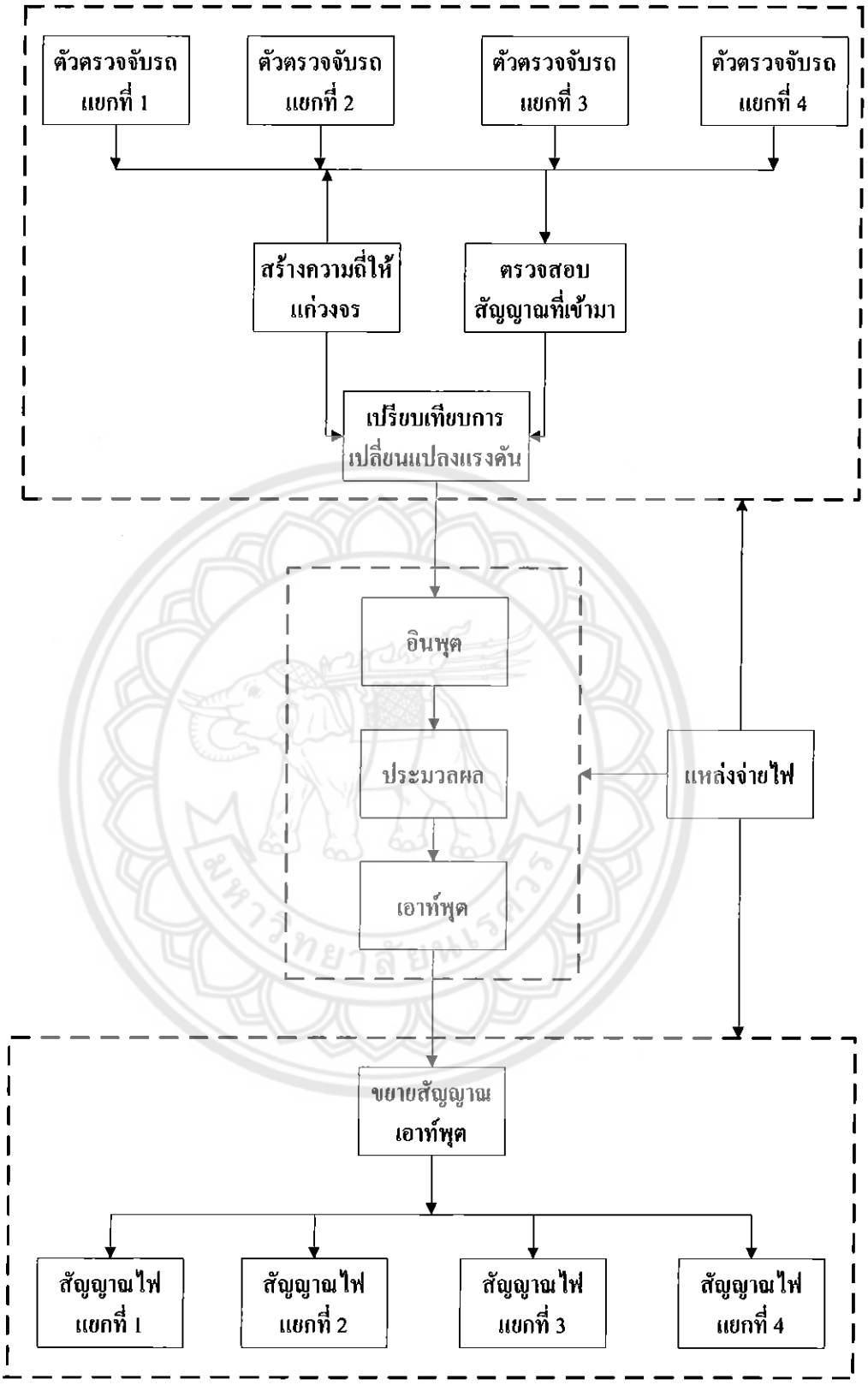
รูปที่ 3.4 แผนภาพกรอบแสดงขั้นตอนการทำงานส่วนแสดงผล

ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานในส่วนแสดงผลได้ เมื่อมีสัญญาณเอาท์พุตส่งออกมาจากส่วนประมวลผลจะถูกนำมาขยายสัญญาณ แล้วจึงส่งไปแสดงผลที่หลอดไฟ

3.2 การกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์และการใช้งานพีแอลซี

หลักจากทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบแล้ว เราสามารถทำการเขียนเป็นแผนภาพกรอบได้ดังรูปที่ 3.5 ซึ่งเป็นการแสดงการทำงานรวมของระบบทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยระบบตรวจจับยานพาหนะ ระบบประมวลผล และระบบแสดงผล เพื่อดูความสอดคล้องกันระหว่างการทำงานของระบบในภาพรวมกับการทำงานของระบบต่าง ๆ

โดยขั้นตอนการทำงานของระบบเริ่มจากการให้แต่ละทางแยกมีตัวตรวจจับยานพาหนะซึ่งจะทำการตรวจสอบยานพาหนะในทางแยกนั้น ถ้าทางแยกใดตรวจพบยานพาหนะจะทำการส่งสัญญาณไปที่อินพุตของพีแอลซี เพื่อนำไปประมวลผลแล้วส่งสัญญาณควบคุมออกมาที่เอาท์พุตเพื่อนำไปควบคุมการเปิดสัญญาณไฟจราจรแต่ละทางแยก



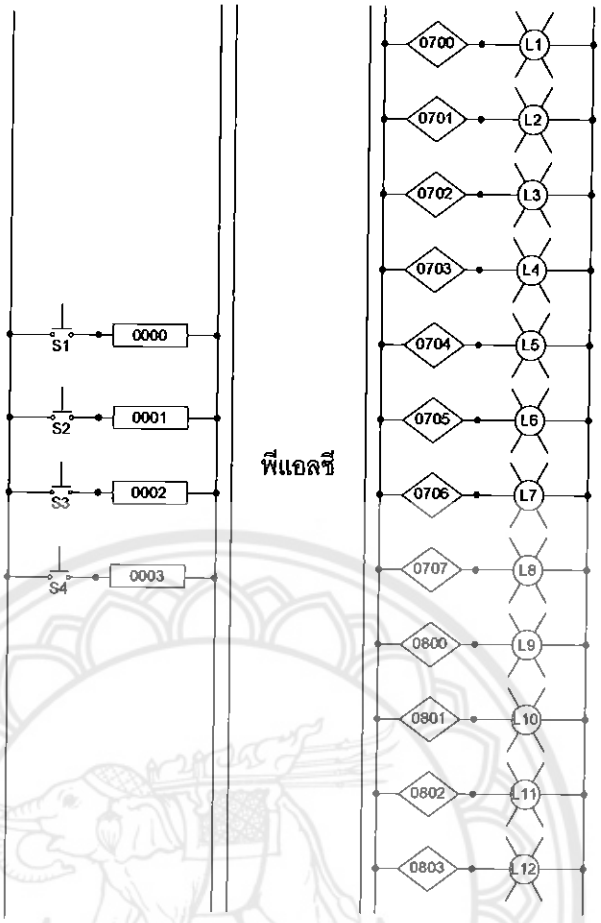
รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ในส่วนของตำแหน่งอินพุตและเอาท์พุต และรีเลย์ภายในพีแอลซีนั้น เราต้องมีการกำหนดตำแหน่งให้กับอุปกรณ์เพื่อช่วยให้พีแอลซีสามารถรู้ตำแหน่งและตรวจสอบสถานะที่ตำแหน่งนั้น

หรือรับและส่งข้อมูลออกไปที่ตำแหน่งดังกล่าว โดยในตารางที่ 3.1 เป็นการแสดงตำแหน่งอินพุต และเอาท์พุต ในขณะที่การเชื่อมต่อระหว่างอินพุตกับเอาท์พุตแสดงในรูปที่ 3.6

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดและตำแหน่งหน่วยอินพุตและเอาท์พุต

ตำแหน่ง	หน่วยอินพุตและเอาท์พุต	รายละเอียด	สัญลักษณ์
0000	หน่วยอินพุต	ชุดตรวจจับโลหะแยกที่ 1	(S1)
0001	หน่วยอินพุต	ชุดตรวจจับโลหะแยกที่ 2	(S2)
0002	หน่วยอินพุต	ชุดตรวจจับโลหะแยกที่ 3	(S3)
0003	หน่วยอินพุต	ชุดตรวจจับโลหะแยกที่ 4	(S4)
0700	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเขียวแยกที่ 1	(L1)
0701	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเขียวแยกที่ 2	(L2)
0702	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเขียวแยกที่ 3	(L3)
0703	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเขียวแยกที่ 4	(L4)
0704	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเหลืองแยกที่ 1	(L5)
0705	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเหลืองแยกที่ 2	(L6)
0706	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเหลืองแยกที่ 3	(L7)
0707	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟเหลืองแยกที่ 4	(L8)
0800	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 1	(L9)
0801	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 2	(L10)
0802	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 3	(L11)
0803	หน่วยเอาท์พุต	หลอดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 4	(L12)



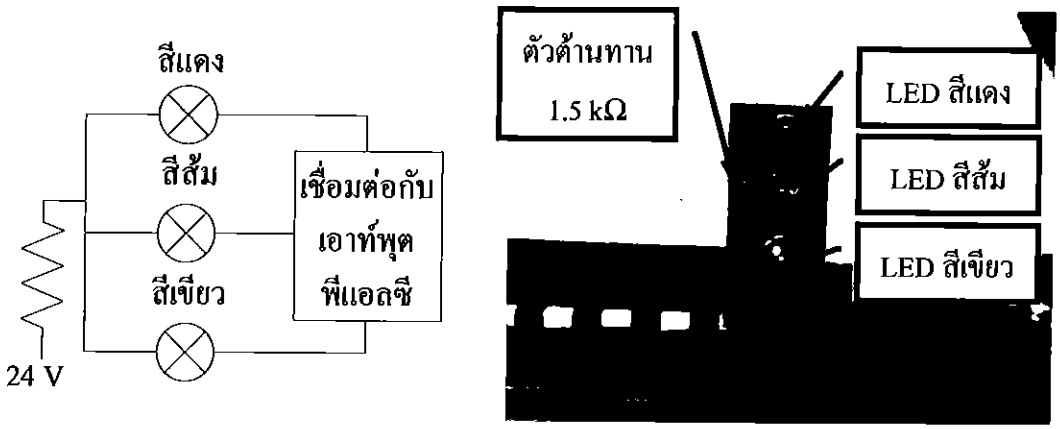
รูปที่ 3.6 แผนผังการต่ออินพุตและเอาท์พุต

3.3 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

โปรแกรมที่ออกแบบและเขียนขึ้นถูกนำมาทดสอบใช้กับแบบจำลองระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรสำหรับสี่แยกโดยมีการจำลองสถานการณ์ในช่วงที่มีและไม่มียานพาหนะ โดยแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบดังนี้

3.3.1 สัญญาณไฟจราจร

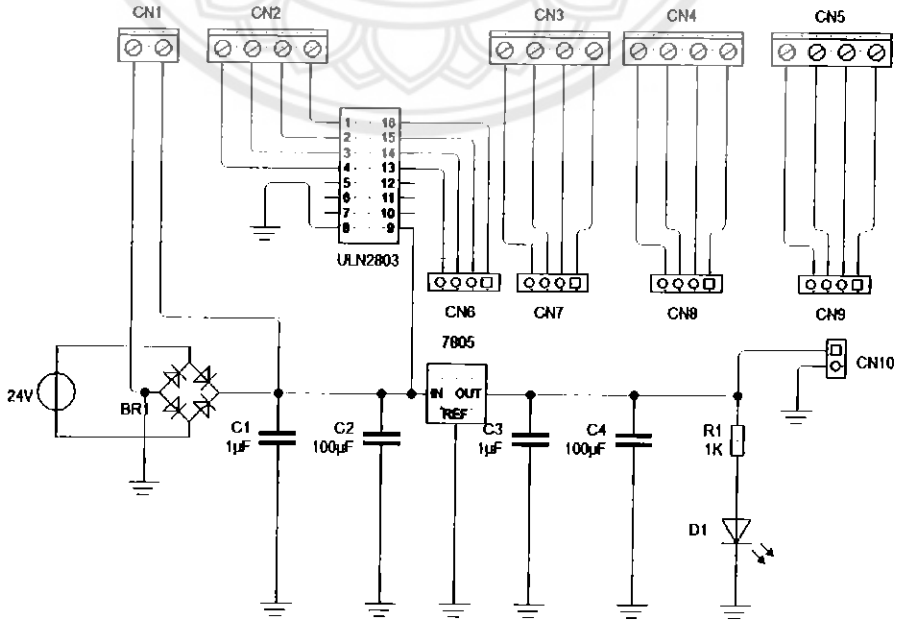
สัญญาณไฟจราจรเป็นส่วนแสดงผลที่เชื่อมต่อกับเอาท์พุตของพีแอลซี ซึ่งได้มีการออกแบบโดยใช้หลอด LED SUPER BRIGHT ขนาด 5 mm สีแดง ส้ม และเขียว โดยการออกแบบวงจรเราจะต่อขาแอโนดของหลอด LED ทั้งสามสีเข้ากับตัวต้านทานที่ต่ออยู่กับขั้วบวกของแหล่งจ่ายแรงดัน 24 V ส่วนขาแคโทดของหลอด LED แต่ละตัวถูกต่อเข้ากับเอาท์พุตของพีแอลซี ดังรูปที่ 3.7



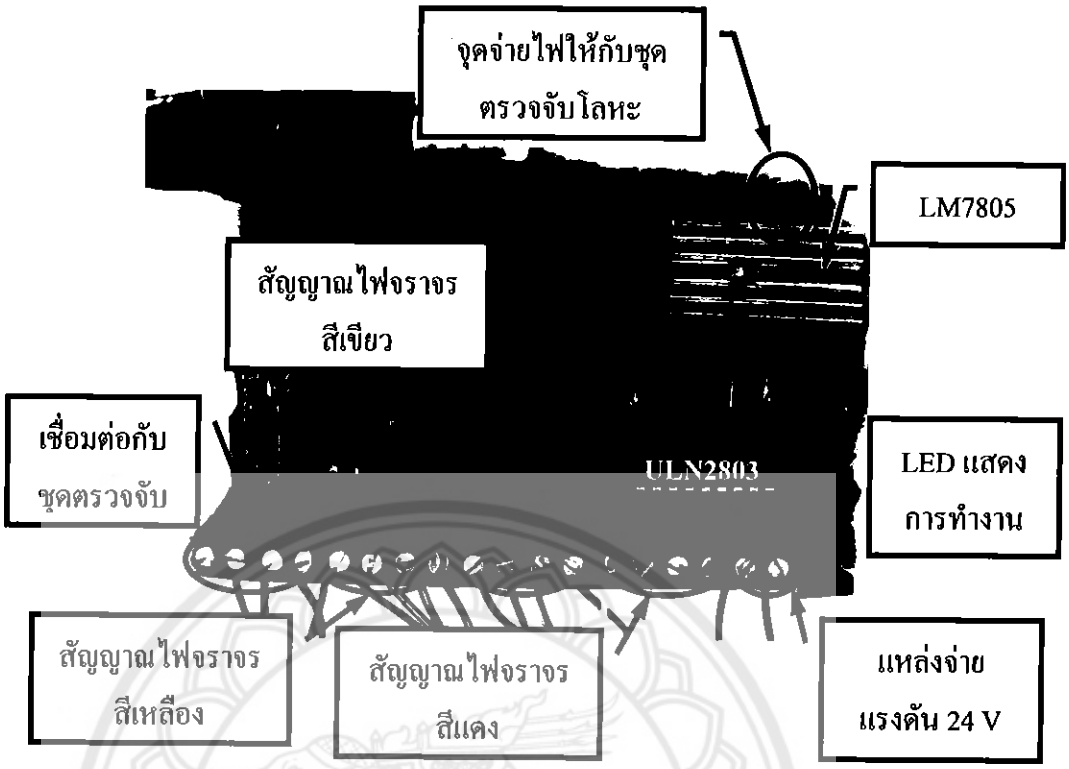
รูปที่ 3.7 แบบจำลองในส่วนสัญญาณไฟจราจร

3.3.2 การเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี

การเชื่อมต่อวงจรของระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซีแสดงในแผนภาพดังรูปที่ 3.8 ในขณะที่การติดตั้งการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 3.9 โดยต่อแหล่งจ่าย 24 VDC เข้ากับพีแอลซี เพื่อจ่ายแรงดันให้แก่ระบบสัญญาณไฟจราจร และเชื่อมต่อกับตัวคุมค่าแรงดัน 5 VDC ซึ่งใช้ไอซี 7805 เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับชุดตรวจจับยานพาหนะ เนื่องจากข้อจำกัดของ ET-BOARD V5.0 ซึ่งมีเอาท์พุตเพียง 8 ตำแหน่งที่เป็นสัญญาณระดับ 24 VDC แต่เอาท์พุตที่ต้องการใช้ทดสอบนั้นมี 12 ตำแหน่ง ทำให้จำเป็นต้องมีวงจรที่แปลงระดับสัญญาณ TTL เป็น 24 VDC โดยใช้ไอซี ULN2803 เพื่อนำเอาท์พุตอีก 4 ตำแหน่งจากสัญญาณระดับ TTL มาใช้งาน



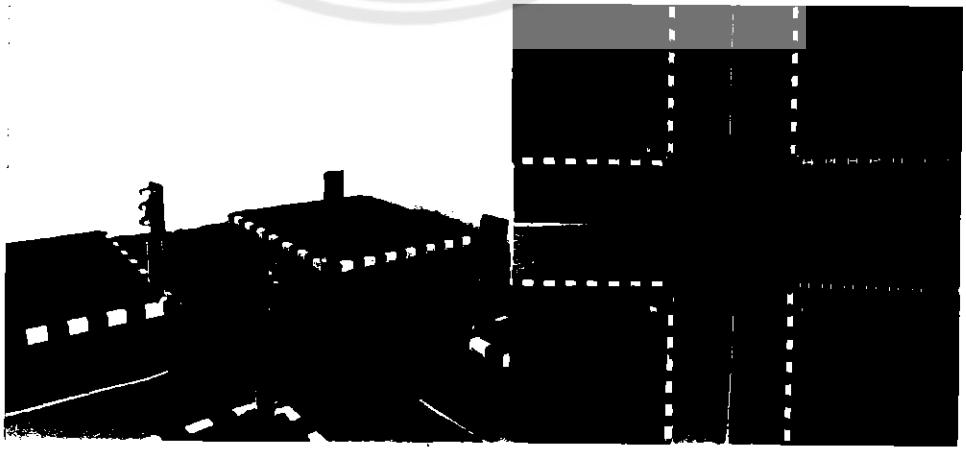
รูปที่ 3.8 แผนภาพการเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี



รูปที่ 3.9 การติดตั้งส่วนเชื่อมต่อระบบสัญญาณไฟจราจรกับพีแอลซี

3.3.3 แบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยก

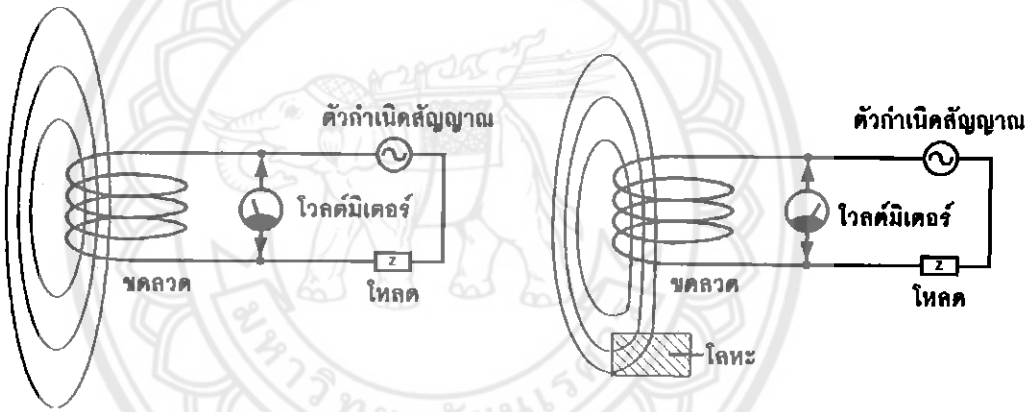
แบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยกที่สร้างขึ้นมีลักษณะดังรูปที่ 3.10



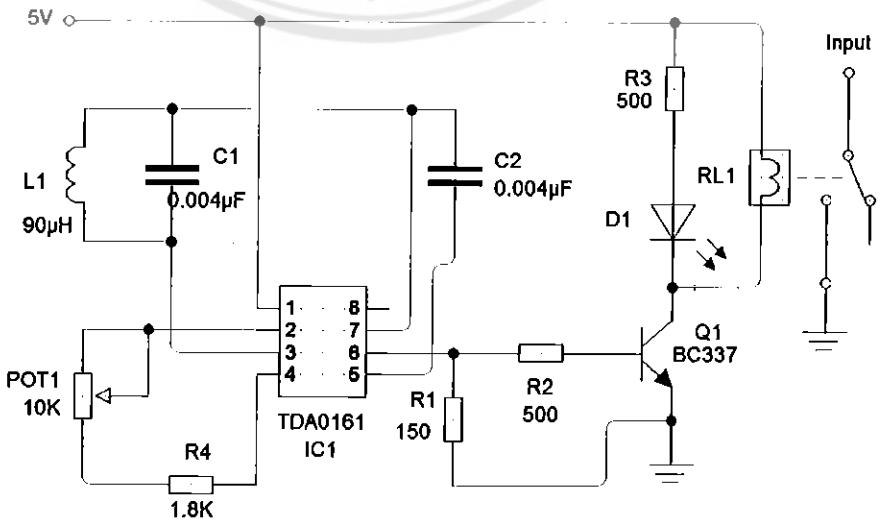
รูปที่ 3.10 แบบจำลองสัญญาณไฟจราจรทางสี่แยก

3.4 การออกแบบและสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะ

ในการออกแบบสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะผู้ดำเนินโครงงานได้ใช้ชุดตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำซึ่งจะถูกฝังไว้ด้านล่างพื้นถนนโดยมีหลักการพื้นฐานคือ เมื่อตัวกำเนิดสัญญาณจ่ายกระแสไฟสลับเข้าไปยังขดลวด ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไหลวนรอบ ๆ ขดลวดดังรูปที่ 3.11 เมื่อใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าจะได้ระดับแรงดันค่าหนึ่ง จากนั้นนำแท่งโลหะไปวางใกล้ขดลวด เส้นแรงแม่เหล็กก็จะเกี่ยวข้องแท่งโลหะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กจะไหลไปรวมที่แท่งโลหะทำให้ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กเพิ่มขึ้น จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะได้ โดยได้เลือกใช้ไอซี TDA0161 ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อการตรวจจับโลหะโดยเฉพาะ ไอซีดังกล่าวได้รวมวงจรกำเนิดสัญญาณและส่วนตรวจจับแรงดันแบบปรับความไวได้ไว้ภายใน จึงลดความซับซ้อนของวงจรได้มาก แผนภาพวงจรตรวจจับยานพาหนะที่สร้างขึ้นในโครงงานนี้แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.11 แนวคิดในการตรวจจับโลหะ



รูปที่ 3.12 แผนภาพวงจรชุดตรวจจับยานพาหนะ

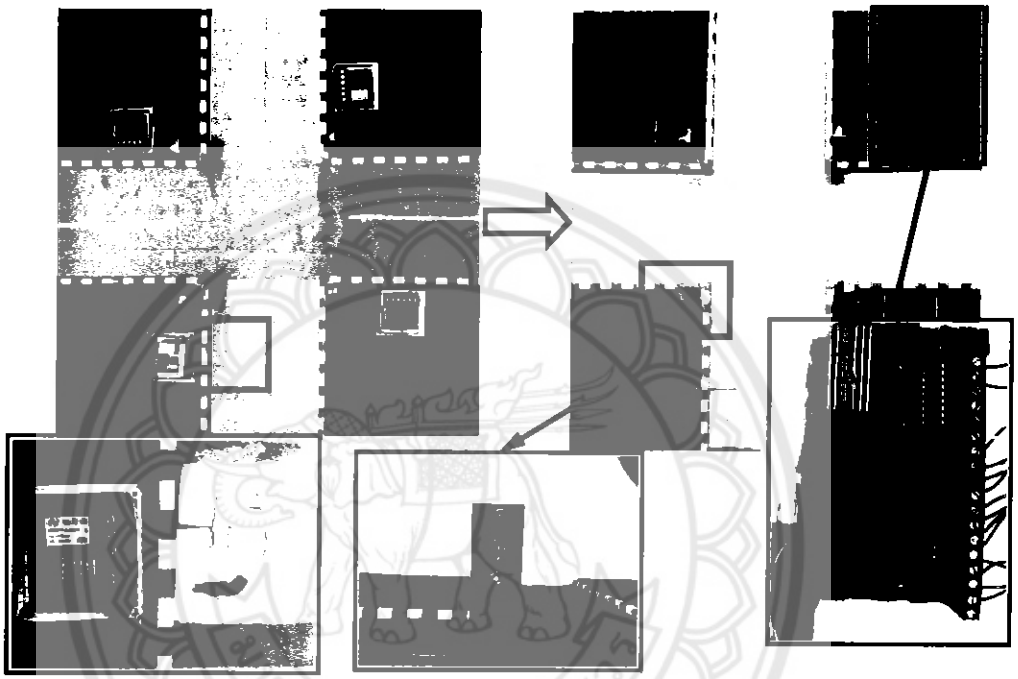
จากรูปที่ 3.12 การทำงานหลักอยู่ที่ไอซี TDA0161 ใช้หลักการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของกระแสไหลวนในขดลวดตรวจจับที่ความถี่ ซึ่งสร้างความถี่หลักในการทำงานจากขดลวดตรวจจับ L1 กับ C1 โดย R4 และ POT1 ทำหน้าที่ปรับระดับสัญญาณเปรียบเทียบที่ใช้ในการตรวจจับ ตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่กรองแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบถูกส่งไปยังวงจรควบคุมกระแสซึ่งอยู่ภายใน TDA0161 โดยค่ากระแสเอาท์พุตของไอซีมีค่า 2 ระดับขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างโลหะกับขดลวด กล่าวคือ ถ้ามีโลหะอยู่ใกล้ขดลวด ไอซีจะจ่ายกระแสเอาท์พุตมากกว่า 8 mA (ลอจิก 1) แต่ถ้าโลหะอยู่ห่างจากขดลวด ไอซีจะจ่ายกระแสน้อยกว่า 1 mA (ลอจิก 0)

เมื่อมีโลหะอยู่ใกล้ขดลวด กระแสเอาท์พุตของไอซีจะไหลผ่าน R1 จึงเกิดแรงดันไบแอสให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานโดยมีกระแสไหลผ่าน R2 เป็นกระแสเบส เมื่อ Q1 นำกระแสจะทำให้ D1 ติดสว่างขึ้นเพื่อแสดงสถานะการตรวจจับโลหะได้ ในกรณีที่ไม่มีโลหะอยู่ในระยะตรวจจับ กระแสที่ไหลผ่าน R1 มีค่าลดลง ส่งผลให้ Q1 หยุดนำกระแส และ D1 ดับลง การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะแสดงในรูปที่ 3.13

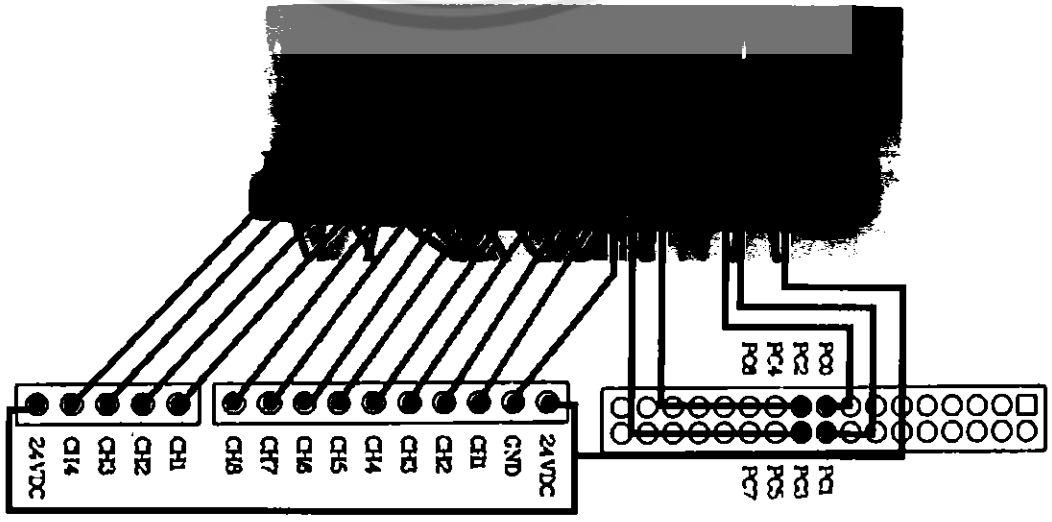
รูปที่ 3.13 การติดตั้งชุดตรวจจับยานพาหนะ

3.5 การประกอบแบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยก และชุดตรวจจับยานพาหนะเข้ากับพีแอลซี

การประกอบชุดตรวจจับยานพาหนะ เข้ากับแบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยกแสดงในรูปที่ 3.14 จากนั้นนำมาเชื่อมต่อกับพีแอลซี โดยให้เอาท์พุตของพีแอลซีต่อกับส่วนแสดงสัญญาณไฟจราจร ในขณะที่อินพุตเชื่อมต่อกับชุดตรวจจับยานพาหนะดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 การประกอบวงจรลงในแบบจำลอง



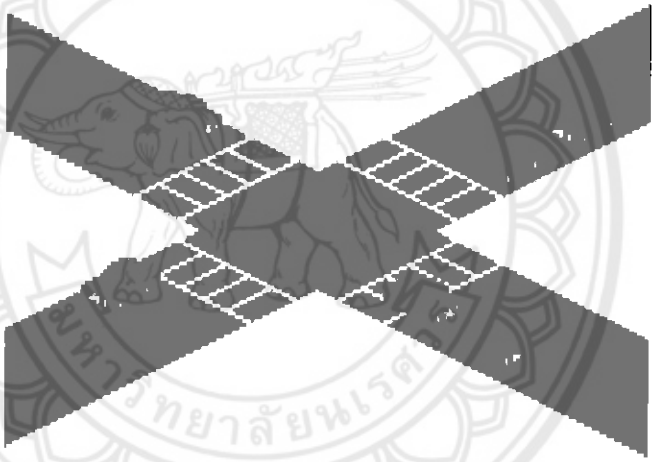
รูปที่ 3.15 การเชื่อมต่อแบบจำลองกับพีแอลซี

3.6 ขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ในที่นี้คณะผู้ดำเนินโครงงานจำลองสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในสถานการณ์จริงเพื่อนำมาทดสอบการทำงานของระบบควบคุมโดยเราแบ่งเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้

3.6.1 กรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก

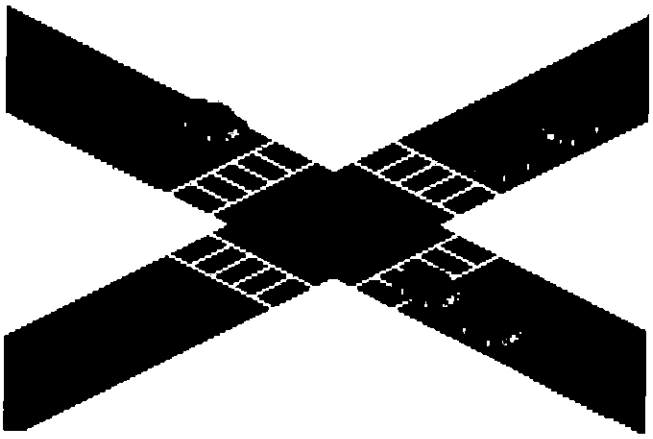
ในสถานการณ์ที่มียานพาหนะทุกทางแยก (รูปที่ 3.16) การออกแบบการทำงานแต่ละด้านของทางแยกได้เวลาสัญญาณไฟเขียวสูงสุดที่ 30 s เมื่อถึงเวลาดังกล่าวแล้วสัญญาณไฟจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเหลืองนาน 3 s แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง จากนั้นจะให้สัญญาณไฟเขียวในแยกถัดไป แต่หากยานพาหนะหมดไปจากทางแยกนี้ก่อนที่สัญญาณไฟเขียวจะครบเวลา 30 s ก็จะข้ามไปให้สัญญาณไฟเหลืองในแยกดังกล่าวทันทีเป็นเวลา 3 s ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง แล้วจึงให้สัญญาณไฟเขียวในแยกถัดไป



รูปที่ 3.16 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะทุกทางแยก

3.6.2 กรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก

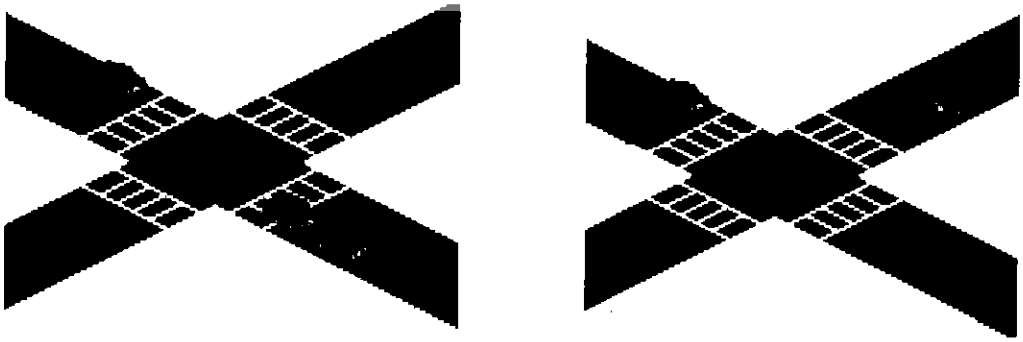
ในกรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก (รูปที่ 3.17) การออกแบบการควบคุมการเปิดสัญญาณไฟเขียวในทางแยกที่มียานพาหนะ จะเหมือนกับกรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก แต่ในทางแยกที่ไม่มียานพาหนะจะไม่มีโอกาสได้รับสัญญาณไฟเขียว โดยจะข้ามไปให้สัญญาณไฟเขียวกับทางแยกถัดไปทันที อย่างไรก็ตามทางแยกที่ไม่มียานพาหนะจะได้รับสัญญาณไฟเขียวอีกครั้งก็ต่อเมื่อมียานพาหนะเข้ามาที่ทางแยกและถึงรอบการให้สัญญาณไฟเขียว



รูปที่ 3.17 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะ 3 ทางแยก

3.6.3 กรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก

ในสถานการณ์ที่มียานพาหนะเพียง 2 ทางแยก (รูปที่ 3.18) การออกแบบการทำงานจะเหมือนในกรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก นั้นคือเมื่อถึงช่วงเวลาเปิดสัญญาณไฟเขียวให้กับทางแยกแล้วไม่พบว่ามียานพาหนะในทางแยกนั้น จะข้ามการเปิดสัญญาณไฟเขียวให้กับทางแยกดังกล่าวไป แล้วตรวจสอบทางแยกถัดไป โดยการเปิดสัญญาณไฟเขียวให้ทางแยกที่มียานพาหนะจะยังคงเป็นการตั้งเวลาการเปิดสัญญาณไฟเขียว 30 s แล้วเปิดสัญญาณไฟเหลือง 3 s ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดงตามลำดับ โดยถ้าหากก่อนที่สัญญาณไฟเขียว จะครบ 30 s ในทางแยกนั้นไม่มียานพาหนะ การให้สัญญาณจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเหลือง 3 s แล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง ก่อนจะให้สัญญาณไฟเขียวในแยกถัดไป

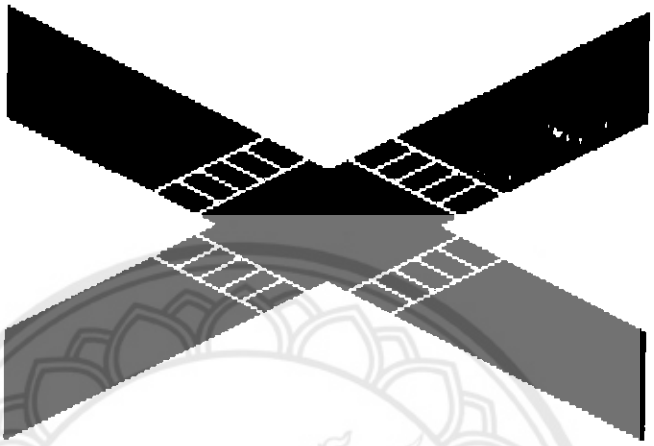


(ก) ทางแยกที่อยู่ตรงข้ามกัน (ข) ทางแยกที่อยู่ติดกัน

รูปที่ 3.18 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะ 2 ทางแยก

3.6.4 กรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว

ในกรณีมียานพาหนะทางแยกเดียว (รูปที่ 3.19) สัญญาณไฟเขียวจะถูกเปิดติดค้างไว้ให้กับทางแยกที่มียานพาหนะ ในขณะที่ทางแยกอื่นจะไม่ได้รับโอกาสในการเปิดสัญญาณไฟเขียวจนกว่าจะมียานพาหนะเข้ามา



รูปที่ 3.19 การจำลองสถานการณ์เมื่อมียานพาหนะทางแยกเดียว

3.6.5 กรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก

ในกรณีที่ตรวจไม่พบยานพาหนะในทุกทางแยกเป็นเวลา 90 s ระบบจะควบคุมให้สัญญาณไฟจราจรทำงานเป็นสัญญาณไฟกระพริบ เพื่อเตือนให้ผู้ที่กำลังขับขี่ยานพาหนะเข้ามาในบริเวณทางแยกใช้ความระมัดระวัง โดยทางเอกจะได้รับสัญญาณไฟกระพริบสีเหลือง ในขณะที่ทางโทจะได้รับสัญญาณไฟกระพริบสีแดง อย่างไรก็ตามถ้าในระหว่างนั้นทางแยกใดมียานพาหนะเข้ามาก็จะได้รับสัญญาณไฟเขียว

3.6.6 กรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด

ในกรณีที่ขดลวดเกิดขาดชำรุดจะส่งผลให้ชุดตรวจจับเข้าใจว่ามียานพาหนะอยู่ที่ทางแยกดังกล่าว ทำให้ทางแยกดังกล่าวได้รับการเปิดสัญญาณไฟเขียวเป็นเวลา 30 s ทุกรอบ ส่งผลให้ในทางแยกอื่นที่มียานพาหนะต้องเสียเวลารอสัญญาณไฟเขียวนานขึ้น และทำให้สัญญาณไฟจราจรไม่มีโอกาสทำงานในโหมดสัญญาณไฟกระพริบได้

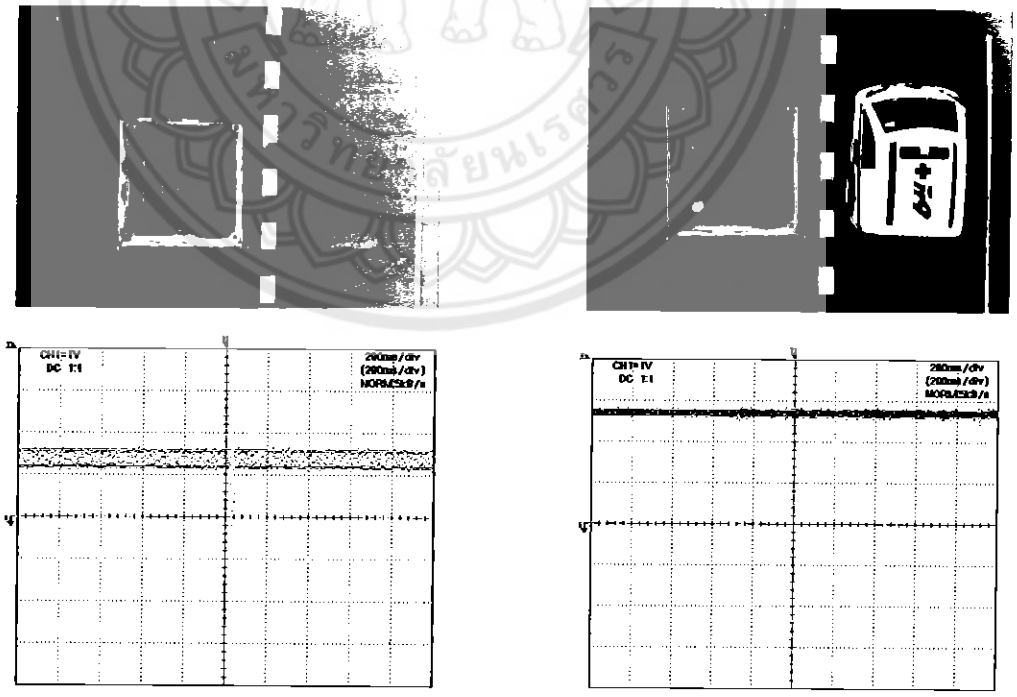
บทที่ 4

ผลการทดสอบ

หลังจากการออกแบบและสร้างชุดตรวจจับยานพาหนะซึ่งประยุกต์มาจากการตรวจจับโลหะด้วยวงรอบเหนี่ยวนำ รวมทั้งการจำลองสถานการณ์การจราจรเพื่อใช้ออกแบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรดังอธิบายไว้ในบทที่ 3 ผู้ดำเนินโครงงานได้ดำเนินการทดสอบการทำงานของชุดตรวจจับยานพาหนะและระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรดังจะอธิบายในหัวข้อต่อไป

4.1 ผลการทดสอบชุดตรวจจับยานพาหนะ

เนื่องจากยานพาหนะที่เคลื่อนที่เข้ามาในระยะตรวจจับทำให้แรงดันตกคร่อมวงรอบเหนี่ยวนำมีค่าสูงขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.1 ระดับแรงดันนี้จึงบ่งบอกถึงการมีอยู่ของยานพาหนะ ไอซี TDA0161 ตรวจวัดระดับแรงดันตกคร่อมวงรอบแล้วส่งสัญญาณให้พีแอลซีต่อไปพร้อมแสดงการตรวจจับยานพาหนะได้ด้วยหลอดไฟแอลอีดีที่ติดสว่าง



(ก) กรณียังไม่มีการตรวจจับ (ข) กรณีมีการตรวจจับได้

รูปที่ 4.1 การตรวจจับการมีอยู่ของยานพาหนะ

ในขณะที่ยังไม่มีการตรวจจับยานพาหนะ ค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าเท่ากับ 95 μH ที่ค่าความซาบซึมได้ของอากาศ 1.26×10^{-6} H/m การมีอยู่ของยานพาหนะในระยะตรวจจับของวงรอบเหนี่ยวนำทำให้แรงดันตกคร่องวงรอบสูงขึ้นเพราะค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าสูงขึ้น อันเป็นผลมาจากการมีโลหะเข้ามาอยู่ใกล้วงรอบเหนี่ยวนำ เนื่องจากวงรอบเหนี่ยวนำที่สร้างขึ้นเป็นชนิดแกนอากาศ เมื่อโลหะซึ่งมีค่าความซาบซึมได้สูงกว่าอากาศมากเข้ามาอยู่ในระยะใกล้จึงถูกเกี่ยวคล้องด้วยฟลักซ์แม่เหล็กของวงรอบ ทำให้เส้นทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็กแกนของวงจรแม่เหล็กในขณะนี้มีค่าสูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความเหนี่ยวนำของวงรอบมีค่าสูงขึ้นตามสมการที่ (2.1) การทดสอบผลของค่าความซาบซึมได้ที่มีต่อค่าความเหนี่ยวนำโดยขึ้นอยู่กับชนิดของยานพาหนะจำลองแสดงดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความเหนี่ยวนำและค่าความซาบซึมได้หลังจากมียานพาหนะ

ชนิดยานพาหนะจำลอง	ขนาด** กว้างxยาวxสูง (cm)	L (μH)	μ (H/m)	การเพิ่มขึ้นของ μ (%)
รถบรรทุก	3.8x7.0x6.0	105	1.39×10^{-6}	10.3
รถยนต์	3.5x4.5x2.5	100	1.32×10^{-6}	4.7
จักรยานยนต์	1.1x2.3x2.0	97.75	1.29×10^{-6}	2.3
จักรยาน	0.7x1.3x1.8	96	1.27×10^{-6}	0.8

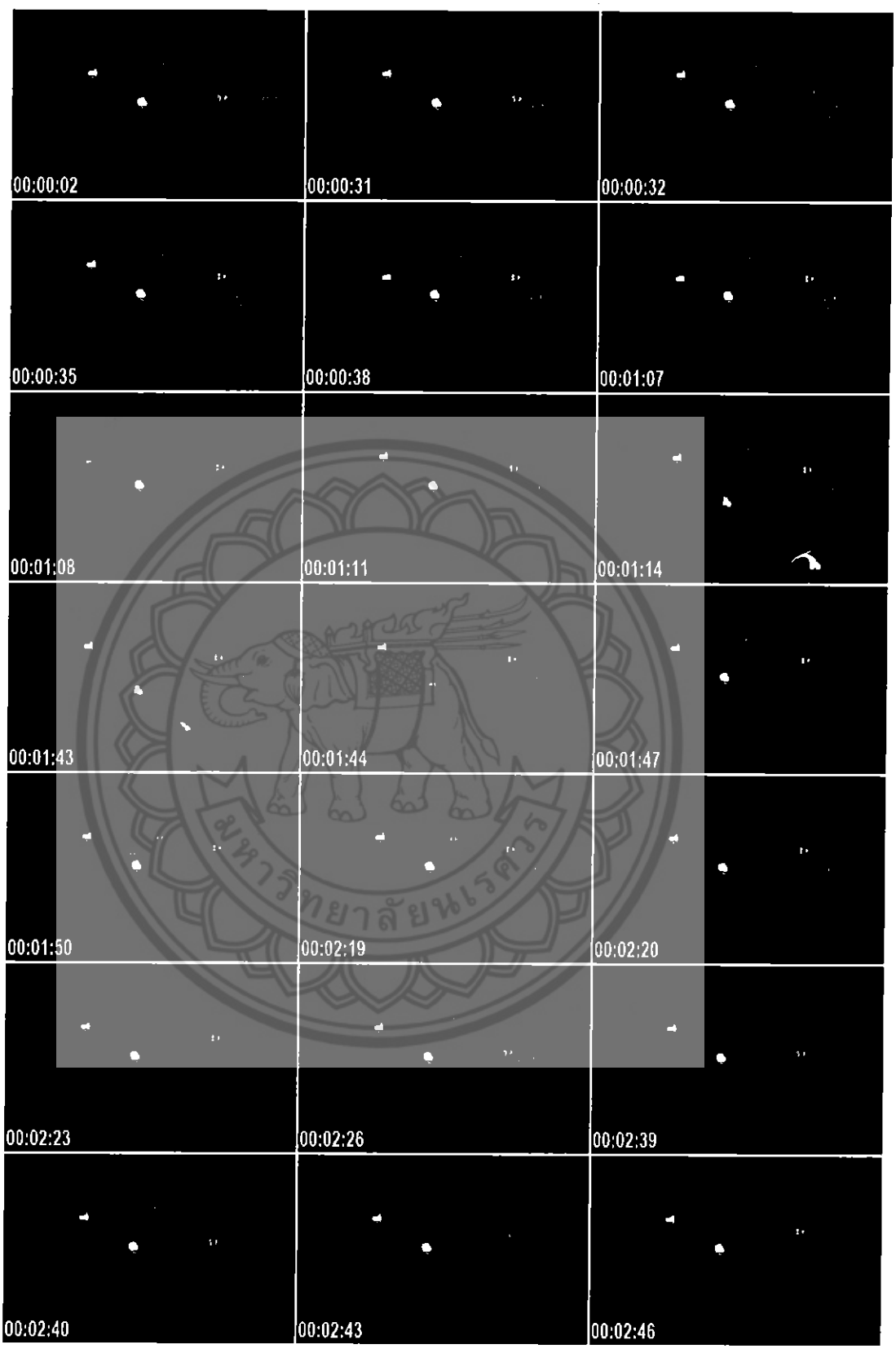
** หมายเหตุ: เป็นขนาดโดยประมาณของยานพาหนะจำลอง

4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรถูกทดสอบกับแบบจำลองไฟจราจรทางสี่แยก ตามที่ออกแบบให้สอดคล้องกับสถานการณ์จำลอง โดยผลการทดสอบจำแนกตามกรณีต่าง ๆ ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก

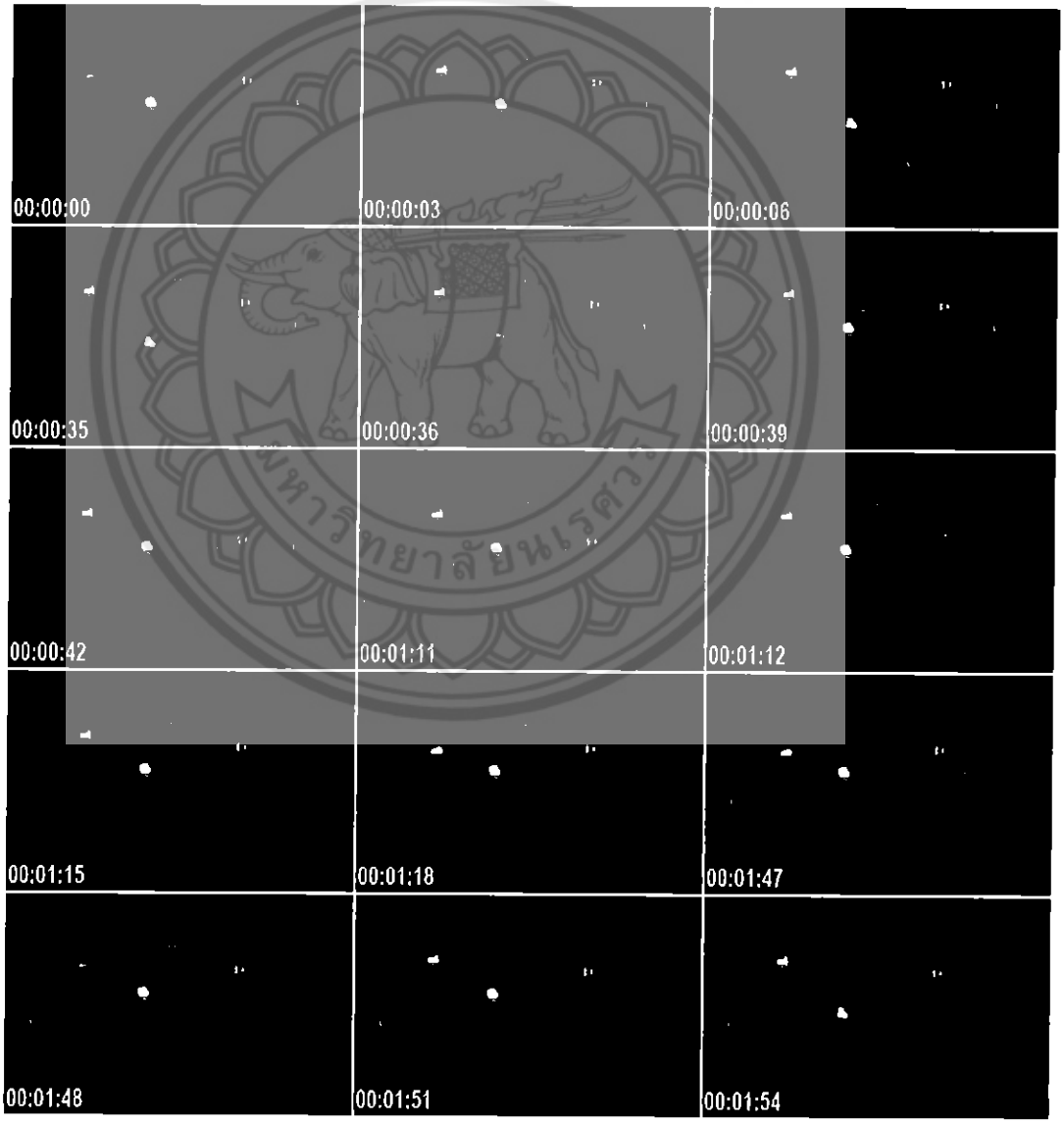
ทางแยกที่มียานพาหนะจะได้เวลาสัญญาณไฟเขียว 30 s เมื่อครบเวลาดังกล่าวสัญญาณไฟจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเหลือง 3 s ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง หลังจากสัญญาณไฟแดงถูกเปิดนาน 3 s แล้วแยกถัดไปจะได้รับสัญญาณไฟเขียว การควบคุมจะเป็นลักษณะนี้สำหรับทุกทางแยกเรียงลำดับกันไป อย่างไรก็ตาม ถ้าในระหว่างที่ทางแยกใดกำลังได้รับสัญญาณไฟเขียวแต่ระบบตรวจไม่พบยานพาหนะในทางแยกนั้นเป็นเวลา 3 s ระบบควบคุมจะข้ามไปให้สัญญาณไฟเหลือง 3 s จากนั้นเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง 3 s ก่อนที่จะไปให้สัญญาณไฟเขียวในแยกถัดไปดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะทุกทางแยก

4.2.2 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก

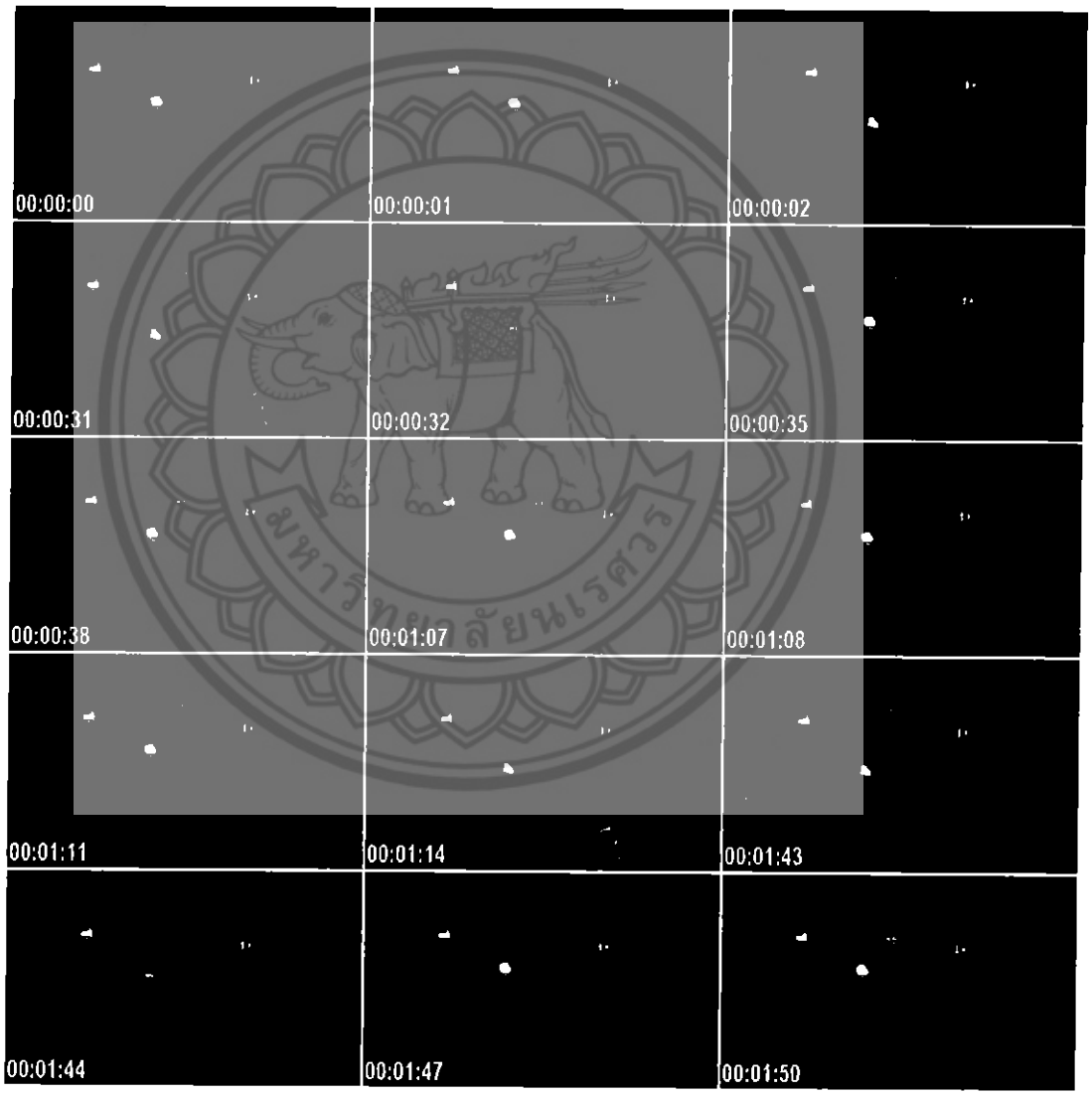
ทางแยกที่มียานพาหนะจะได้รับสัญญาณไฟเขียวนาน 30 s เมื่อครบเวลาที่กำหนด สัญญาณไฟจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเหลือง 3 s ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง เมื่อสัญญาณไฟแดงถูกเปิดนาน 3 s แยกถัดไปจึงได้รับสัญญาณไฟเขียว การควบคุมจะเป็นเช่นนี้โดยเรียงลำดับไปตามทางแยกที่มียานพาหนะเท่านั้น กล่าวคือ รอบการให้สัญญาณไฟเขียวจะงดเว้นสำหรับทางแยกที่ไม่มียานพาหนะและข้ามไปให้ทางแยกถัดไปแทน ผลการทดสอบแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะ 3 ทางแยก

4.2.3 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก

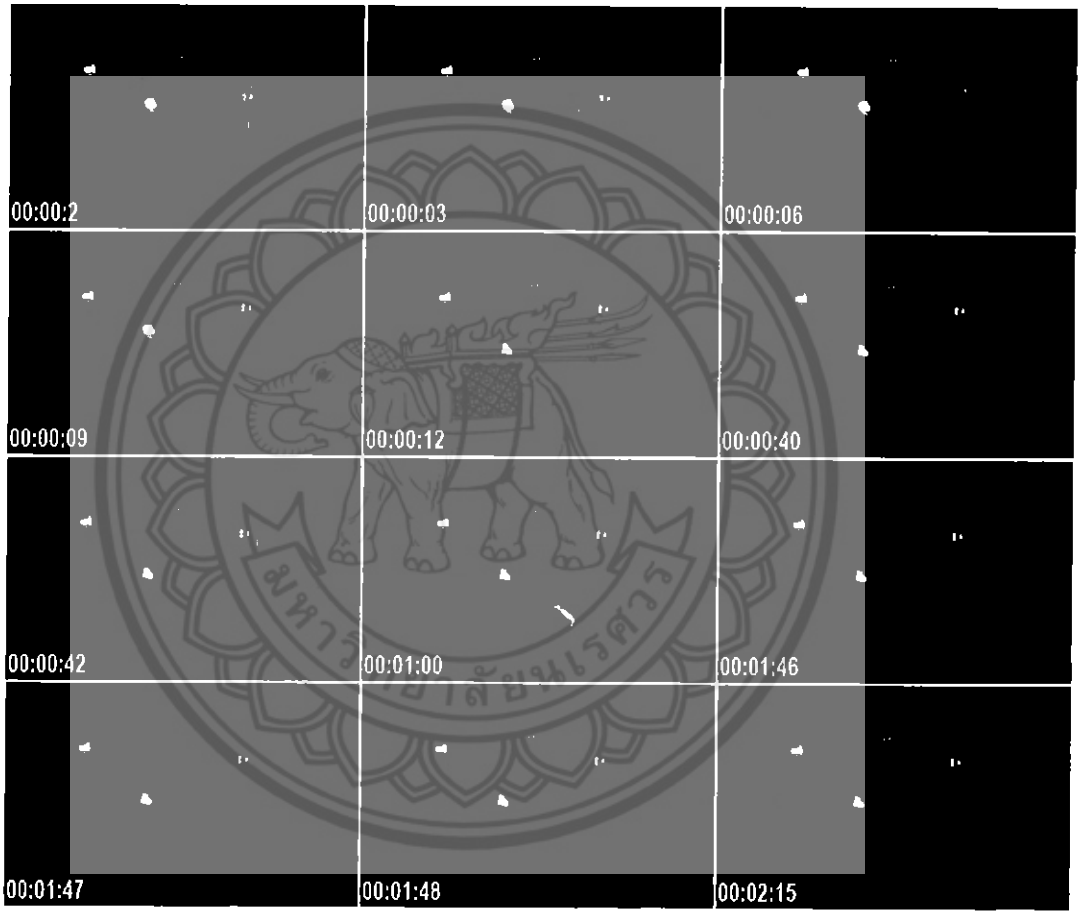
ทางแยกทั้ง 2 ทางที่มียานพาหนะจะได้รับการเปิดสัญญาณไฟเขียวสลับกัน กล่าวคือ สัญญาณไฟเขียวถูกเปิดนาน 30 s แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟเหลือง 3 s ก่อนจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟแดง 3 s หลังจากนั้นอีกทางแยกหนึ่งจึงได้รับสัญญาณไฟเขียว การควบคุมจะเป็นเช่นนี้สลับไปมาระหว่าง 2 ทางแยกที่มียานพาหนะ ส่วนทางแยกที่ไม่มียานพาหนะจะไม่ได้รับการเปิดสัญญาณไฟเขียว ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะ 2 ทางแยก

4.2.4 ผลการทดสอบกรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว

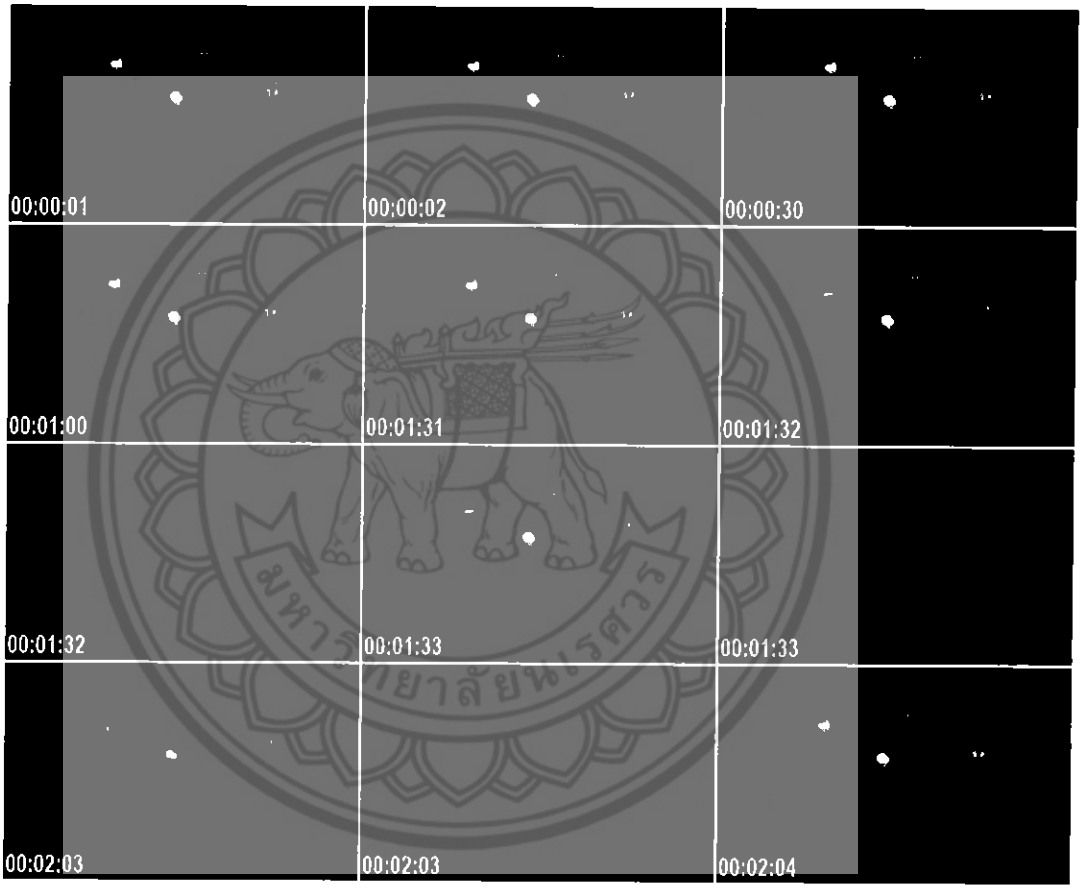
เมื่อมีเพียงทางแยกเดียวที่มียานพาหนะ ทางแยกนั้นจะได้รับสัญญาณไฟเขียวตลอดเวลา ในขณะที่สามทางแยกที่เหลือจะได้รับสัญญาณไฟแดงจนกว่ามียานพาหนะเข้ามาที่ทางแยกนั้น หรือถ้ายานพาหนะหมดไปจากทางแยกนานกว่า 90 s ระบบควบคุมจะให้ทำงานเป็นสัญญาณไฟกระพริบ ผลการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 การจำลองสถานการณ์กรณีที่มียานพาหนะทางแยกเดียว

4.2.5 ผลการทดสอบกรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก

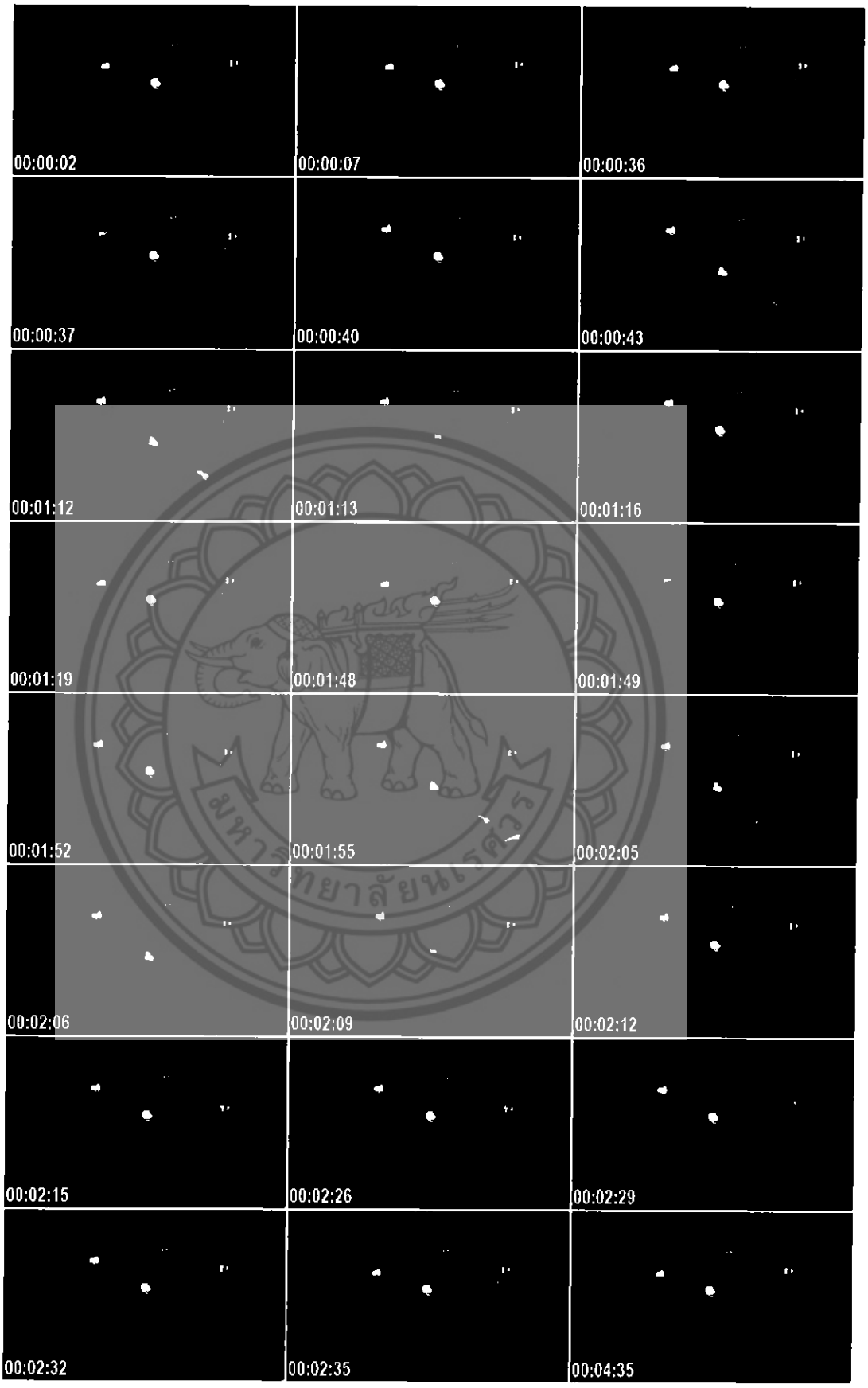
เมื่อระบบตรวจจับไม่พบยานพาหนะในทุกทางแยกเป็นเวลานานกว่า 90 s ระบบควบคุมจะให้เปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟกระพริบ ซึ่งกระพริบทุก ๆ 0.5 s โดยทางเอกจะเป็นสัญญาณไฟเหลือง ในขณะที่ทางโทจะเป็นสัญญาณไฟสีแดง อย่างไรก็ตาม เมื่อมียานพาหนะเข้ามาในทางแยกใด ทางแยกนั้นจะได้รับสัญญาณไฟเขียวดังแสดงการทำงานในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การจำลองสถานการณ์กรณีไม่มียานพาหนะทุกทางแยก

4.2.6 ผลการทดสอบกรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด

ในกรณีที่ขดลวดของตัวตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด ทางแยกนั้นจะได้รับสัญญาณไฟเขียวทุกรอบแม้จะไม่มียานพาหนะก็ตาม เพราะตัวตรวจจับฯจะเข้าใจว่ามียานพาหนะอยู่ที่ทางแยกดังกล่าวจึงทำให้ระบบไม่สามารถควบคุมให้ทำงานเป็นสัญญาณไฟกระพริบได้ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การจำลองสถานการณ์กรณีที่ขดลวดในชุดตรวจจับยานพาหนะเกิดการชำรุด

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินโครงงานสามารถสรุปผล ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ปัญหา พร้อมให้ข้อเสนอแนะในการนำโครงงานไปพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้นำพีแอลซีมาควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร โดยให้รูปแบบของสัญญาณไฟจราจรสอดคล้องตามปริมาณการจราจรในขณะนั้น การควบคุมดังกล่าวจำเป็นต้องมีการตรวจจับยานพาหนะเพื่อให้พีแอลซีวิเคราะห์สภาพการจราจรในแต่ละขณะ ในที่นี้ได้ใช้ตัวตรวจจับโลหะประเภทวงรอบเหนี่ยวนำโดยติดตั้งใต้พื้นผิวถนนในบริเวณทางแยก และสร้างแบบจำลองทางสี่แยกขึ้นเพื่อจำลองสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

รูปแบบการทำงานของสัญญาณไฟจราจรที่พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้คือการเปิดสัญญาณไฟเขียวให้ทางแยกที่มียานพาหนะ ส่วนทางแยกที่ไม่มียานพาหนะจะให้เป็นสัญญาณไฟแดงจนกว่าจะมียานพาหนะเข้ามาถึงจะมีโอกาสได้รับสัญญาณไฟเขียว ในกรณีที่ทุกทางแยกไม่มียานพาหนะเป็นระยะเวลาตามที่กำหนด ระบบควบคุมให้สัญญาณไฟจราจรทำงานเป็นสัญญาณไฟกระพริบโดยทางเอกจะเป็นไฟเหลืองและทางโทจะเป็นสัญญาณไฟแดง เมื่อมียานพาหนะเข้ามาในทางแยกใดก็ตาม ทางแยกดังกล่าวจะได้รับสัญญาณไฟเขียว แต่ในกรณีที่ขดลวดตรวจจับของทางแยกใดเกิดชำรุด ระบบจะทำงานโดยเข้าใจว่ามียานพาหนะอยู่ในแยกดังกล่าวตลอดเวลา จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาจราจรหรืออุบัติเหตุ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการทดสอบชิ้นงานไม่ได้ทดสอบกับสถานที่จริง เป็นแต่เพียงการจำลองสถานการณ์กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงอาจไม่ครอบคลุมสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นจริงทั้งหมด

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

การตรวจจับยานพาหนะในแต่ละทางแยกใช้ตัวตรวจจับเพียง 1 ชุด ดังนั้นจึงทำได้เพียงตรวจจับยานพาหนะที่เข้ามาจอดที่เส้นหยุด โดยการตรวจจับยานพาหนะในแบบจำลองเป็นการตรวจจับโดยการบังคับยานพาหนะให้อยู่บริเวณตรวจจับ ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจจับได้ทุกครั้ง

แต่ในสถานการณ์จริงอาจจอดยานพาหนะไม่ตรงกับชุดตรวจจับ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับยานพาหนะได้ แนวทางแก้ไข คือ เพิ่มจำนวนชุดตรวจจับในแต่ละทางแยกจะทำให้ระบบสามารถตรวจสอบระยะห่างของยานพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่เข้ามาในแต่ละแยกได้ และยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมไฟสัญญาณจราจร หรือเพิ่มขนาดของวงรอบเพื่อให้พื้นที่ในการตรวจจับเพิ่มมากขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

เนื่องด้วยชุดตรวจจับยานพาหนะที่สร้างขึ้นเป็นการนำมาใช้งานกับแบบจำลอง ซึ่งเมื่อนำไปใช้กับสถานการณ์จริงอาจทำให้การทำงานของชุดตรวจจับไม่ครอบคลุมบริเวณที่ต้องการตรวจจับ และอาจมีการทำงานผิดพลาดเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่นำชุดตรวจจับไปใช้งาน ดังนั้นจำเป็นต้องมีการศึกษาผลของวัสดุพื้นถนนว่าจะมีผลต่อการตรวจจับอย่างไร รวมถึงขนาดของขดลวดในชุดตรวจจับ และระยะความลึกในการติดตั้งวงรอบเหนี่ยวนำ เพื่อให้การตรวจจับครอบคลุมบริเวณที่ต้องการ ก่อนที่จะนำชุดตรวจจับยานพาหนะไปใช้งานในสถานการณ์จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. ระบบ PLC (Programmable Logic Controller). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. 2541.

[2] รองศาสตราจารย์อนุชา หิรัญวัฒน์, นฤพนธ์ พนากุลชัยวิทย์ และสมชัย ตรีรัตนจารุ. "การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้พีแอลซี." นนทบุรี: สำนักพิมพ์ธนินชัด. 2551.

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

[4] ณัฐพล พันธ์บัว, วนัส สุขเกษม และโตมร นันทนพิบูล. "การควบคุมการทำงานของลิฟท์โดยใช้พีแอลซี." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2543.

[5] ธนากร ทาจันทร์, นพพล ปรีดาภิรมย์ และสมคิด ไชยวงค์. "การควบคุมระบบลิฟท์ด้วยพีแอลซี." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2546.

[6] อนุชิต พาลี, ธนากร ปันซางคอน และเอกสิทธิ์ เชื้อวงษ์ดี. "แบบจำลองระบบการทำงานของโรงงานน้ำแข็งด้วยพีแอลซี." ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร. 2549.

[7] กันยารัตน์ เอกเอี่ยม และองอาจ ทับบุรี. (27 กรกฎาคม 2553). ตัวเหนี่ยวนำ. สืบค้นเมื่อ 11 กุมภาพันธ์ 2554, จาก http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a8451145.pdf

ภาคผนวก ก
โปรแกรมควบคุมสัญญาณไฟจราจร

0000	LD	2804
0001	OR TIM	0011
0002	OR TIM	0023
0003	OR	0900
0004	AND NOT	0903
0005	AND NOT	0901
0006	OUT	0900
0007	LD	0900
0008	AND	0000
0009	TIM	00
0009	TIM DATA	#0010
0010	LD	0900
0011	AND NOT	0000
0012	TIM	20
0012	TIM DATA	#0010
0013	LD TIM	0000
0014	OR	0901
0015	AND NOT	0902
0016	OUT	0901
0017	LD	0901
0018	AND	2000
0019	TIM	01
0019	TIM DATA	#0050
0020	LD	0901
0021	AND	2000
0022	AND NOT	0000
0023	TIM	12
0023	TIM DATA	#0010
0024	LD TIM	0010
0025	OR	0902
0026	OR TIM	0012

0027	AND NOT	0903
0028	OUT	0902
0029	TIM	02
0029	TIM DATA	#0010
0030	LD TIM	0020
0031	OR TIM	0002
0032	OR	0903
0033	AND NOT	1000
0034	AND NOT	0904
0035	OUT	0903
0036	LD	0903
0037	AND	0001
0038	TIM	03
0038	TIM DATA	#0010
0039	LD	0903
0040	AND NOT	0001
0041	TIM	21
0041	TIM DATA	#0010
0042	LD TIM	0003
0043	OR	0904
0044	AND NOT	0905
0045	OUT	0904
0046	LD	0904
0047	AND	2001
0048	TIM	04
0048	TIM DATA	#0050
0049	LD	0904
0050	AND	2001
0051	AND NOT	0001
0052	TIM	13
0052	TIM DATA	#0010

0053	LD TIM	0004
0054	OR	0905
0055	OR TIM	0013
0056	AND NOT	1000
0057	OUT	0905
0058	TIM	05
0058	TIMDATA	#0010
0059	LD TIM	0021
0060	OR TIM	0005
0061	OR	1000
0062	AND NOT	1003
0063	AND NOT	1001
0064	OUT	1000
0065	LD	1000
0066	AND	0002
0067	TIM	06
0067	TIM DATA	#0010
0068	LD	1000
0069	AND NOT	0002
0070	TIM	22
0070	TIM DATA	#0010
0071	LD TIM	0006
0072	OR	1001
0073	AND NOT	1002
0074	OUT	1001
0075	LD	1001
0076	AND	2002
0077	TIM	07
0077	TIM DATA	#0050
0078	LD	1001
0079	AND	2002

0080	AND NOT	0002
0081	TIM	14
0081	TIM DATA	#0010
0082	LD TIM	0007
0083	OR	1002
0084	OR TIM	0014
0085	AND NOT	1003
0086	OUT	1002
0087	TIM	08
0087	TIM DATA	#0010
0088	LD TIM	0022
0089	OR TIM	0008
0090	OR	1003
0091	AND NOT	0900
0092	AND NOT	1004
0093	OUT	1003
0094	LD	1003
0095	AND	0003
0096	TIM	09
0096	TIM DATA	#0010
0097	LD	1003
0098	AND NOT	0003
0099	TIM	23
0099	TIM DATA	#0010
0100	LD TIM	0009
0101	OR	1004
0102	AND NOT	1005
0103	OUT	1004
0104	LD	1004
0105	AND	2003
0106	TIM	10

0106	TIM DATA	#0050
0107	LD	1004
0108	AND	2003
0109	AND NOT	0003
0110	TIM	15
0110	TIM DATA	#0010
0111	LD TIM	0010
0112	OR	1005
0113	OR TIM	0015
0114	AND NOT TIM	0020
0115	AND NOT	0900
0116	OUT	1005
0117	TIM	11
0117	TIM DATA	#0010
0118	LD	0901
0119	AND NOT	2700
0120	OUT	0700
0121	LD	0904
0122	AND NOT	2700
0123	OUT	0701
0124	LD	1001
0125	AND NOT	2007
0126	OUT	0702
0127	LD	1004
0128	AND NOT	2700
0129	OUT	0703
0130	LD	0902
0131	AND NOT	2700
0132	OUT	0704
0133	LD	0905
0134	AND NOT	2700

0135	OUT	0705
0136	LD	1002
0137	AND NOT	2700
0138	LD	2702
0139	OR LD	
0140	OUT	0706
0141	LD	1005
0142	AND NOT	2700
0143	LD	2702
0144	OR LD	
0145	OUT	0707
0146	LD	1300
0147	AND NOT	2700
0148	LD	2702
0149	OR LD	
0150	OUT	0800
0151	LD	1301
0152	AND NOT	2700
0153	LD	2700
0154	OR LD	
0155	OUT	0801
0156	LD	1302
0157	AND NOT	2700
0158	OUT	0802
0159	LD	1303
0160	AND NOT	2700
0161	OUT	0803
0162	LD NOT	0700
0163	AND NOT	0704
0164	OUT	1300
0165	LD NOT	0701

0166	AND NOT	0705
0167	OUT	1301
0168	LD NOT	0702
0169	AND NOT	0706
0170	OUT	1302
0171	LD NOT	0703
0172	AND NOT	0707
0173	OUT	1303
0174	LD	0001
0175	OR	0002
0176	OR	0003
0177	OR	2000
0178	AND	0901
0179	AND NOT	0902
0180	OUT	2000
0181	LD	0000
0182	OR	0002
0183	OR	0003
0184	OR	2001
0185	AND	0904
0186	AND NOT	0905
0187	OUT	2001
0188	LD	0000
0189	OR	0001
0190	OR	0003
0191	OR	2002
0192	AND	1001
0193	AND NOT	1002
0194	OUT	2002
0195	LD	0000
0196	OR	0001

0197	OR	0002
0198	OR	2003
0199	AND	1004
0200	AND NOT	1005
0201	OUT	2003
0202	LD NOT	0000
0203	AND NOT	0001
0204	AND NOT	0002
0205	AND NOT	0003
0206	TIM	40
0206	TIM DATA	#0100
0207	LD TIM	0040
0208	OR	2700
0209	AND NOT	2701
0210	OUT	2700
0211	LD	2803
0212	AND	2700
0213	OUT	2702
0214	LD	0000
0215	OR	0001
0216	OR	0002
0217	OR	0003
0218	OUT	2701
0219	END(01)	

ภาคผนวก ข

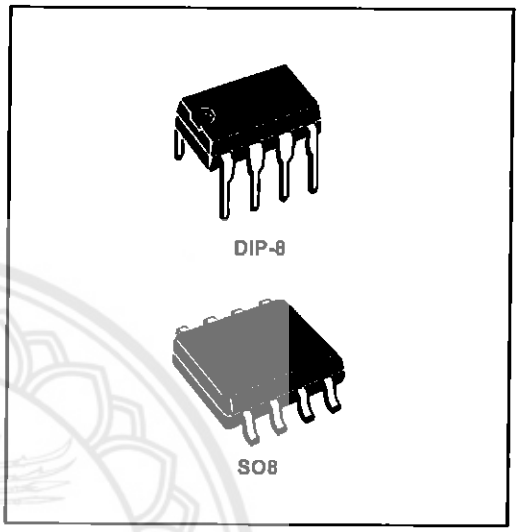
รายละเอียดของไอซี TDA0161

TDA0161

Proximity Detectors

Features

- 10mA Output Current
- Oscillator Frequency 10MHz
- Supply Voltage +4 to +35V

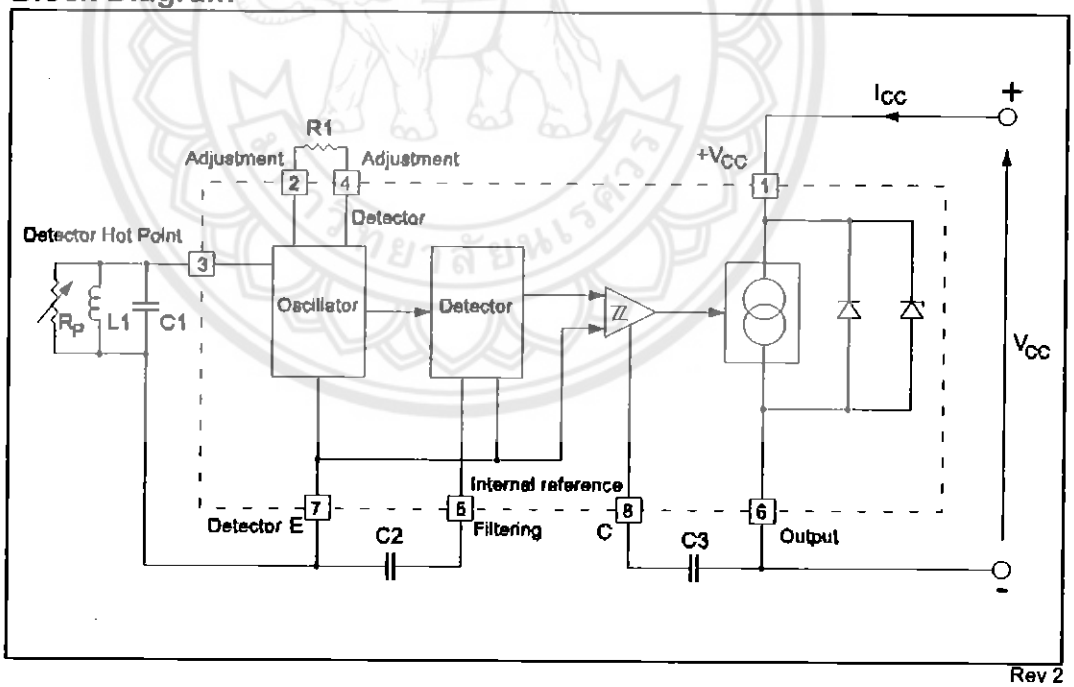


Description

These monolithic integrated circuits are designed for metallic body detection by sensing variations in high frequency Eddy current losses. Using an externally-tuned circuit, they act as oscillators. The output signal level is altered by an approaching metallic object.

The output signal is determined by supply current changes. Independent of supply voltage, this current is high or low, according to the presence or absence of a closely located metallic object.

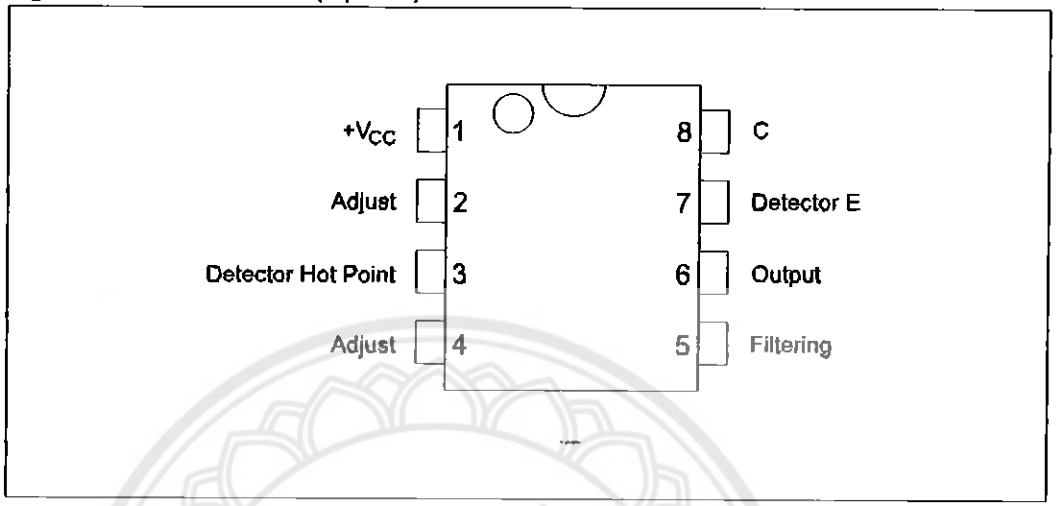
Block Diagram



Rev 2

1 Connections

Figure 1. Pin Connections (top view)



2 Electrical ratings

Table 1. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	35	V
T_J	Operating Temperature Range	+150	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range	–55 to 150	°C

2.1 Electrical characteristics

$-40 < T_A < +100°C$, $P_{TOT} < 150mW$, unless otherwise specified.

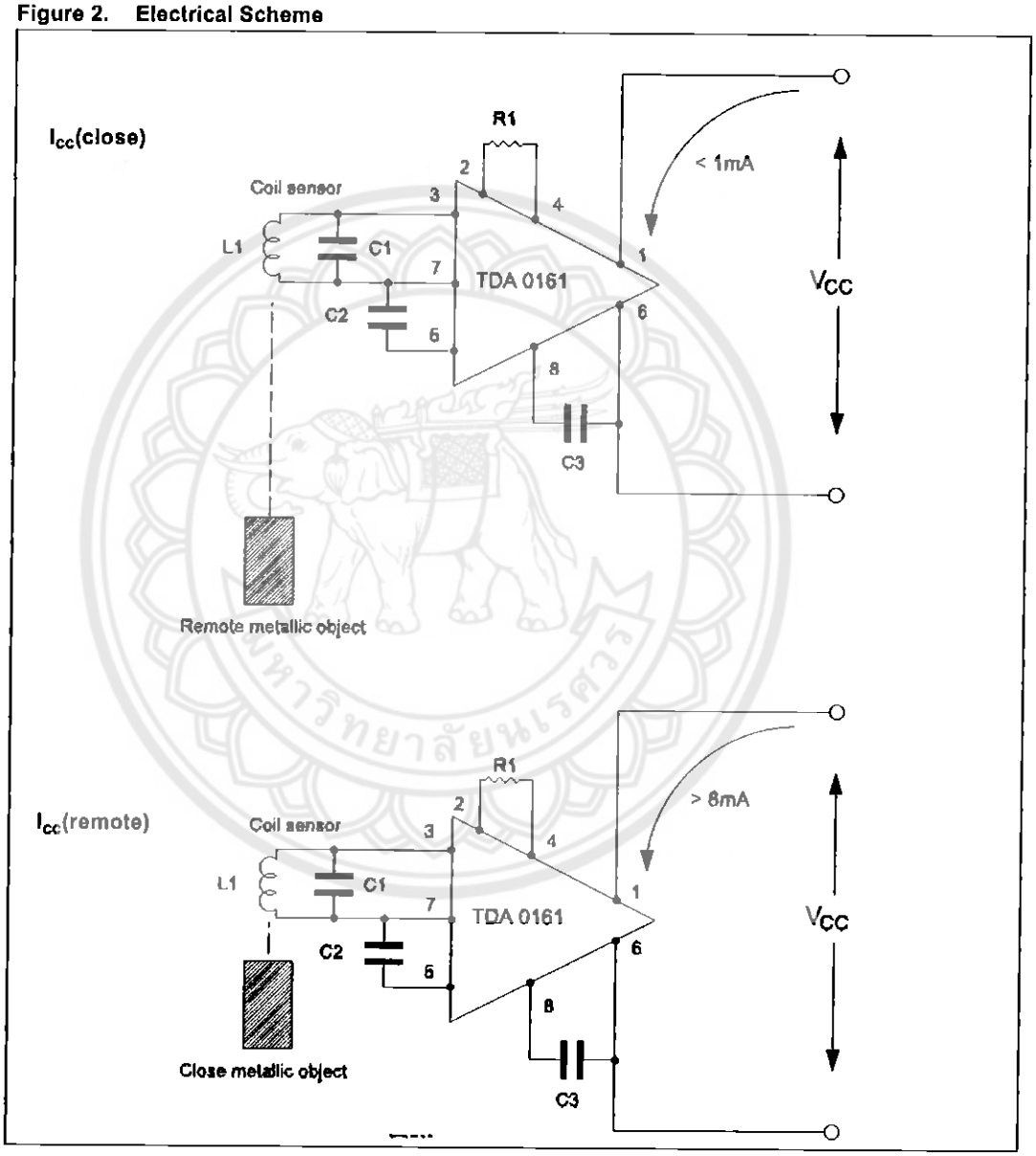
Table 2. Electrical Characteristcs

Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_{CC}	Supply Voltage		4		35	V
	Reverse Voltage Limitation	I_{CC} = –100mA		-1		V
I_{CC}	Supply Current close target	TA = +25°C +4V < V_{CC} < +35V	8	10	12	mA
I_{CC}	Supply Current remote target	+4V < V_{CC} < +35V			1	mA
	Supply Current transition time	C3 = 0		1		µs
		C3 ≠ 0		100 x C3 (nF)		µs
f_{OSC}	Oscillator Tuning Frequency				10	MHz
f_O	Output Frequency	C3 = 0	0		10	kHz
ΔI_{CC}	Output Current Ripple	C3 = 0, C2 (pF) > 150/f_{OSC}(MHz)			20	µA
R_n	Negative Resistance on Terminals A and E	4kΩ < R1 < 50kΩ, f_{OSC} < 3MHz	0.9 R1	R1	1.1 R1	
HYST	Hysteresis at Detection Point	C2 (pF) > 150/f_{OSC}(MHz)	0.5		5	%

3 Operating Mode

Between pins 3 and 7, the integrated circuit acts like a negative resistor with a value equal to that of the external resistor R1 (connected between pins 2 and 4). The oscillation stops when the tuned circuit loss resistance (Rp) becomes smaller than R1. As a result, I_{CC}(close) = 10mA (pins 1 and 6). The oscillation is sustained when Rp is higher than R1, and I_{CC}(remote) = 1mA (pins 1 and 6). Eddy currents induced by coil L1 in a metallic body determine the value of Rp.

Figure 2. Electrical Scheme



If the circuit is used at frequency higher than 3MHz, it is recommended to connect a capacitor of 100pF between pins 7 and 6

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ นายฐปนัท จรรยาภิสัณห์

ภูมิลำเนา 601/17 ถ. พระองค์ขาว ต. ในเมือง อ. เมือง จ. พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: miracle_d_tha@hotmail.com

ชื่อ นายฐนิศร์ สมฤทธิ์

ภูมิลำเนา 84 หมู่ 1 ต. ไม้งาม อ. เมือง จ. ตาก 63000

ประวัติการศึกษา

– จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนตากพิทยาคม จ.ตาก

– ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: champzathai@hotmail.com